

不同年限人参根际土壤酶活性动态研究

何宛晟, 韩忠明, 韩梅, 杨利民

(吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118)

摘要:采用靛酚蓝比色法、硫代硫酸钠滴定法及高锰酸钾滴定法测定了 5、7、9 月人参根际土壤脲酶、蔗糖酶及过氧化氢酶 3 种酶的活性, 研究不同栽培年限对人参土壤酶活性的影响。结果表明: 3 种酶的活性在不同年限人参根际土壤各土层中的分布呈现出不同的分布规律。土壤脲酶除了 15~25 cm 土层 R_2 (2 年生人参根际土) 土壤中的脲酶活性在 5、7、9 月呈现下降趋势之外, 均在 7 月份脲酶活性最高。 R_1 (1 年生人参根际土) 土壤中蔗糖酶的活性在 3 个月份基本呈上升趋势, 而 R_2 、 R_3 (3 年生人参根际土) 土壤的蔗糖酶和过氧化氢酶不同土层具有不同的动态变化, 与人参不同生长发育的时期对养分的吸收不同有关。因此, 根据土壤酶活性的变化, 在人参的不同发育时期, 应该采用不同的栽培管理措施, 以满足人参对养分的吸收, 为栽培人参的高产提供参考依据。

关键词:人参; 季节; 根际土壤; 酶

中图分类号:S 567.5⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0157-04

人参(*Panax ginseng* C. A. Mey)属五加科多年生宿根草本植物, 别名棒槌, 以根入药, 是东北特色优势名贵中药材^[1-2]。具有大补元气、安神益智、生津固脱、调补五脏、强精通脉、延缓衰老等功效^[3], 其生长区的土壤养分和土壤酶活性状况对人参的产量和品质有很大影响^[4], 土壤酶在土壤生态系统的物质循环和能量转化中起着非常重要的作用, 是土壤中的生物催化剂, 具有加速土壤生化反应速率的功能^[5-6], 催化土壤中的一切生物化学反应, 参与各种元素的生物循环、有机质的转化、腐殖质和有机无机胶体的形成等^[7], 其活性大小是评价土壤生物活性和土壤肥力的重要指标, 同时也是土壤自净能力评价的一个重要指标。现通过分析不同年生栽培人参根区土壤过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶的活性, 探讨土壤酶活性作为栽培人参改良土壤活性指标的可能性, 以期对栽培人参土壤改良提供一些理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

采样地点为吉林省白山市抚松县榆树小西南叉人参种植基地, 地理位置为北纬 42°38'18.4", 东经 127°8'34.7", 海拔 527 m。抚松县位于吉林省东南边陲, 白山市

东北部, 长白山西北麓。气候属我国东北部山区寒温带湿润气候区, 全县年均气温 4℃, 年均最高温 5.1℃, 年均最低温 -0.3℃。春、秋两季冷空气活动十分活跃, 气候多变, 冷暖阶段性变化显著, 春有“倒春寒”, 秋有“小阳春”之说。年均降水量 800 mm 左右。无霜期的长短差异很大, 最长 150 d, 最短 79 d。

1.2 试验方法

采用五点取样法采集, 于 2012 年 5、7、9 月分别采集 1 年生人参根际土(R_1)、2 年生人参根际土(R_2)、3 年生人参根际土(R_3)、1 年生改土人参根际土($R_{1改}$)、对照(CK, 未种植人参的土壤)。按照土层分 3 层自上而下取样, 第 1 层为表层 A(土壤 0~5 cm)。第 2 层为根层 B(土壤 5~15 cm)。第 3 层为底层 C(土壤 15~25 cm)。采集的土样带回实验室后风干, 剔除动植物残体和石块, 过 1 mm 筛后备用。

1.3 项目测定

过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法(0.1 mol/L 的标准 $KMnO_4$ 滴定)测定, 以 20 min 后 1 g 土壤的 0.1 mol/L 高锰酸钾毫升数表示; 蔗糖酶活性采用硫代硫酸钠滴定法测定, 以 $Na_2S_2O_3$ 滴定差表示; 脲酶活性采用靛酚蓝比色法测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 和 DPS 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 土壤脲酶活性的动态变化

土壤脲酶是催化尿素水解的唯一酶, 对土壤氮元素

第一作者简介:何宛晟(1988-), 女, 硕士研究生, 现主要从事土壤生态学等研究工作。

责任作者:杨利民(1962-), 男, 博士, 教授, 现主要从事中药资源等研究工作。E-mail: ylmh777@126.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31270371); 国家科技重大专项资助项目(2011BAI03B01-02)。

收稿日期:2014-05-27

的转化起到了重要的作用,其活性的变化与土壤氮素状况及土壤理化性状有关^[8],人参土壤中脲酶活性的显著提高有利于土壤有机态氮向有效氮的转化,提高土壤氮素供应水平,根区酶活性状况直接影响土壤中养分含量及速效养分的供应量^[9]。从图 1 可以看出,在 0~5 cm 土层,不同栽培年限的土壤脲酶在生长季呈现相同的规律,均表现在 7 月脲酶活性最高,而 5、9 月活性较低(图 1-A)。5~15 cm 土层,人参土壤脲酶的不同月份变化规律与 0~5 cm 土层相似,7 月脲酶活性最高,不同栽培年

限人参土壤脲酶活性高低与 0~5 cm 土层一致(图 1-B);15~25 cm 土层, R_2 脲酶活性在 5、7、9 月呈现下降趋势,而 R_1 呈微弱的上升趋势,CK、 R_3 和 $R_{1改}$ 表现为 7 月酶活性最高(图 1-C)。总体上看, R_2 脲酶活性最高, R_1 脲酶活性最低。5、7、9 月中,除了 R_2 表层和根层 7 月时高于 CK 之外,各层脲酶活性均低于 CK。可能与人参生长过程中土壤的速效氮含量供应不足有关,较高脲酶活性可以加速生成碱解氮,提高土壤中速效氮的含量,缓解土壤中铵态氮的供应不足。

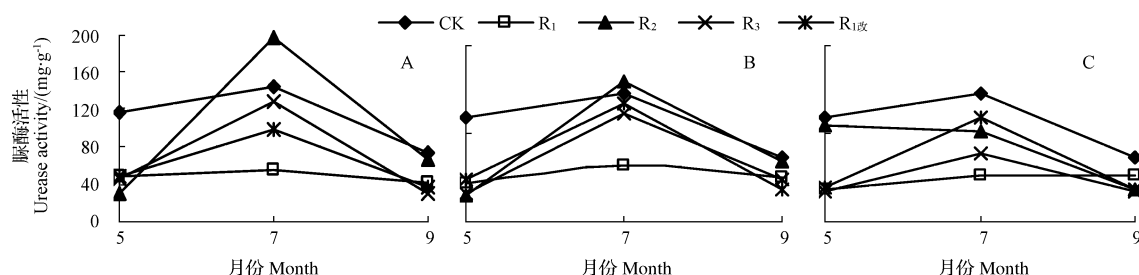


图 1 不同栽培年限人参土壤脲酶活性动态变化

Fig. 1 The dynamic variation of soil urease activity from *P. ginseng* fields in different cultivated years

2.2 土壤蔗糖酶活性的动态变化

蔗糖酶作为一种转化酶存在于土壤中,是表征土壤生物学活性的一种酶,能把土壤中的高分子量的蔗糖分子分解成为能够被土壤微生物和植物吸收及利用的果糖和葡萄糖。为土壤生物提供了充分的能源,其活性反映了土壤中有机碳的分解转化与累积^[10]。由图 2 可以看出,人参根际土壤中蔗糖酶活性在不同土壤深度表现出不同的动态变化。0~5 cm 土层, R_2 、 R_3 和 $R_{1改}$ 蔗糖

酶的活性表现为先升高再降低的趋势, R_1 呈现升高的变化趋势,而 CK 则呈现下降的趋势(图 2-A)。5~15 cm 土层, R_2 、 R_3 蔗糖酶的活性变化呈现升高的趋势,而 R_1 和 $R_{1改}$ 表现为先降低再升高的趋势(图 2-B)。15~25 cm 土层, R_1 土壤蔗糖酶活性呈现持续递增的趋势, R_2 、 R_3 人参土壤蔗糖酶活性在 7 月升高,9 月下降,特别是 R_2 土壤蔗糖酶的活性 9 月下降到 2.1 mL/g(图 2-C)。

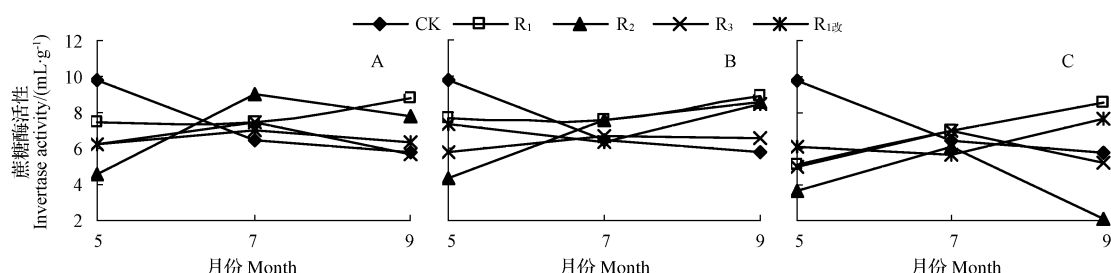


图 2 不同栽培年限人参土壤蔗糖酶活性动态变化

Fig. 2 The dynamic variation of soil invertase activity from *P. ginseng* fields in different cultivated years

2.3 5、7、9 月土壤过氧化氢酶活性的动态变化

土壤中过氧化氢酶的重要意义是破坏对生物体有毒的过氧化氢,不论哪种土壤,其活性都可以表现出土壤氧化还原能力的特点^[10]。过氧化氢酶活性在土壤的不同层面中的分布规律不同,土壤类型、地下水深、植物根系的伸展深度、土壤结构组成、制备种类以及生长状况等都对过氧化氢酶有相应的影响,可能随土层的加深呈现出不同变化趋势。从图 3 可以看出,0~5 cm 土层,CK、 R_1 和 $R_{1改}$ 7 月过氧化氢酶活性降低,9 月达到最大,在生长季表现为先降低再升高的变化趋势,而 R_2 和 R_3

在 5、7、9 月一直呈现增长的趋势(图 3-A)。5~15 cm 土层各栽培年限人参土壤过氧化氢酶变化幅度较小(图 3-B)。在 15~25 cm 土层,过氧化氢酶活性在不同月份变化较大(图 3-C),但变化趋势与 0~5 cm 土层相似,CK、 R_1 、 $R_{1改}$ 过氧化氢酶活性表现为先降低再升高的变化趋势,而 R_2 、 R_3 过氧化氢酶活性表现为先升高再降低的变化趋势。

3 结论与讨论

土壤酶参与土壤的发生、发育及土壤肥力形成、演变的全过程,不同植物的根系在生长发育过程中的分泌

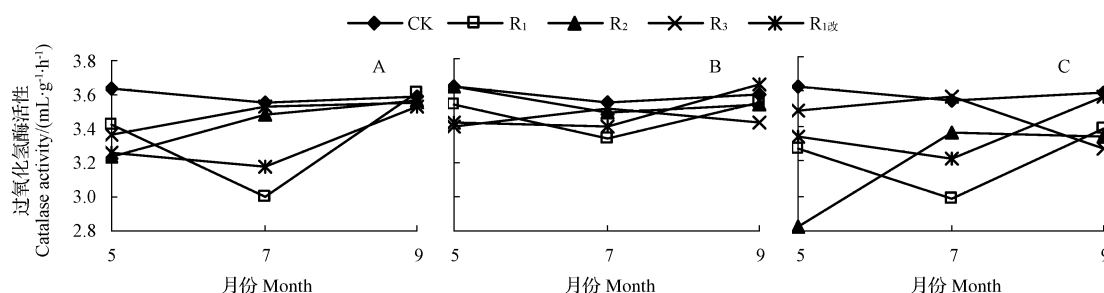


图3 不同栽培年限人参土壤过氧化氢酶活性动态变化

Fig. 3 The dynamic variation of soil catalase activity from *P. ginseng* fields in different cultivated years

物、人参须根的矿化分解及不同的耕作和管理方式等都会影响土壤酶活性^[9]。土壤酶活性的季节变化是对环境因子的综合响应,而酶活性的变化直接影响其参与的土壤有机碳循环过程^[11]。该研究发现,不同栽培年限人参根际土壤中脲酶、蔗糖酶及过氧化氢酶的活性均具有明显的季节变化。不同栽培年限的土壤脲酶除 15~25 cm 土层 R₂ 脲酶活性在 5、7、9 月呈现下降之外,其它均在 7 月脲酶活性最高,而在 5、9 月活性较低。这主要是因为随着气温回升,地温也呈现上升趋势,地温是影响酶活性的一个重要因素^[12],在一定范围内温度增加了酶与底物的接触,增强了酶与底物的亲和力,从而增加了酶的活性^[13]。随着人参生育期的推进,脲酶的活性均在人参生长发育的旺盛时期出现峰值,该时期是土壤释放易吸收可利用养分最多的时期,又是人参吸收养分最多的时期,此时脲酶活性最高,有利于人参对氮素的吸收。

蔗糖酶对增加土壤中易溶性营养物质起着重要的作用,其活性与土壤有机质的碳/氮比相关,不同栽培年限人参土壤中蔗糖酶活性在不同土层具有不同的规律。不同土层, R₁ 土壤中蔗糖酶的活性基本上呈上升趋势,而 R₂、R₃ 在 0~5 cm 和 15~25 cm 的土层中表现为先升高再降低,而在 5~15 cm 土层, R₂、R₃ 在不同月份呈现先降低再升高的变化趋势,这可能是由于 2 年生和 3 年生人参在 7 月份生长旺盛,对土壤养分吸收迅速,减少了微生物可直接利用的碳源和能源,从而抑制了土壤微生物的生长和繁殖,造成土壤蔗糖酶活性降低。

土壤中过氧化氢酶活性能促进过氧化氢对各种化合物的氧化并催化对生物体有毒害的过氧化氢分解,同时也可以反映参地土壤的总呼吸强度。不同年生人参

土壤中过氧化氢酶的活性呈现不同变化趋势, R₁ 和 R_{1改} 在不同月份、不同土层均表现出先下降后上升的变化趋势,而 R₂ 和 R₃ 则没有统一的变化规律。但随土壤深度的加深,过氧化氢酶的活性变幅不大,说明过氧化氢酶在土壤深层有较高的稳定性,当环境条件有所改变时,土壤代谢仍能在一定程度上进行,这对深层土壤的有效利用有一定的意义^[14],有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 1 部. 北京: 化学工业出版社, 2010: 8.
- [2] 张连学, 陈长宝, 王英平, 等. 人参忌连作研究及其解决途径[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 481-485.
- [3] 何永明. 人参本草史考源[J]. 中成药, 2001, 23(5): 384-387.
- [4] 赵英, 王秀全, 郑毅男, 等. 施用化肥对人参产量性状的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2001, 23(4): 56-59.
- [5] 孙波, 赵其国, 张桃林, 等. 土壤质量与持续环境——Ⅲ. 土壤质量评价的生物学指标[J]. 土壤, 1997, 29(5): 225-234.
- [6] 邱莉萍, 刘军, 王益权, 等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 277-280.
- [7] 吴凤芝, 孟立君, 王学征. 设施蔬菜轮作和连作土壤酶活性的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2006(4): 554-558.
- [8] 张为政, 祝廷成, 张镇媛, 等. 作物茬口对土壤酶活性和微生物的影响[J]. 土壤肥料, 1993(5): 12-14.
- [9] 张亚玉, 孙海, 宋晓霞, 等. 农田栽培人参根区土壤主要养分与土壤酶活性的研究[J]. 特产研究, 2010(4): 43-46.
- [10] 王荫槐. 土壤肥料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992: 183-184.
- [11] 万忠梅, 宋长春. 三江平原小叶章湿地土壤酶活性的季节动态[J]. 生态环境学报, 2010, 19(5): 1215-1220.
- [12] 刘春生, 曹正梅, 李红光, 等. 不同培肥措施对潮土酶活性影响的研究[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(3): 91-95.
- [13] 高秀君, 张仁陟, 杨招弟. 不同耕作方式对旱地土壤酶活性动态的影响[J]. 土壤通报, 2008, 39(5): 1012-1016.

Dynamic Variation of Rhizosphere Soil Enzyme Activities from *Panax ginseng* Fields in Different Cultivated Years

HE Wan-sheng, HAN Zhong-ming, HAN Mei, YANG Li-min

(College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: The urease, invertase and catalase activity of rhizosphere soil from cultivated *Panax ginseng* fields with different years were measured using the indophenol blue colorimetric method, sodium thiosulfate titration and potassium

保水剂改良铅污染土壤对小白菜养分利用与生长的影响

王 俪 睿^{1,2}, 寇 太 记¹, 黄 玉 波³

(1. 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2. 濮阳职业技术学院 生物工程系, 河南 濮阳 457000;

3. 周口市农业科学院, 河南 周口 466000)

摘 要:以“上海青”小白菜为研究对象,利用田间模拟试验,研究了铅污染不同程度土壤施用不同保水剂用量对小白菜生长与物质产量、氮磷钾养分吸收与利用效率的差异。结果表明:土壤铅污染加重不利于蔬菜生长与养分吸收利用,施用保水剂改良污染土壤能够影响蔬菜的生长和吸收利用氮磷钾养分,但影响程度受污染程度和保水剂用量综合制约。铅污染土壤上施用保水剂可增加蔬菜生物量 10.0%~23.3%,在铅污染较轻土壤上加大保水剂用量和污染较重土壤上施用较小剂量保水剂更有利于蔬菜生长。适宜的保水剂用量促进氮磷钾养分吸收积累,且随生长天数增加而表现愈明显;保水剂施用提高了养分利用率,但不同养分种类间有所差异。铅污染较轻土壤施用较大剂量和污染较重土壤上施用较小剂量保水剂改良铅污染土壤能综合提高氮磷钾养分利用效率。保水剂 1.2 g/kg 干土用量相对 2.4 g/kg 干土用量改良铅污染土壤,实现蔬菜提产增效。

关键词:保水剂;土壤改良;蔬菜;土壤污染;养分利用效率

中图分类号:S 156.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0160-05

当前农业土壤遭受重金属污染日趋加重。统计资料表明,我国受 Pb、Cd、As、Cr 等重金属污染的耕地面积

第一作者简介:王俪睿(1987-),女,河南鹤壁人,硕士研究生,现主要从事逆境植物营养等研究工作。E-mail: liruiwangkeda@126.com.

责任作者:寇太记(1975-),男,河南新乡人,博士,副教授,现主要从事气候环境变化与物质循环及逆境植物营养与农田生态等研究工作。E-mail: tjkou@aliyun.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41003030);土壤与农业可持续发展国家重点实验室开放基金资助项目(Y052010030);河南科技大学人才基金资助项目(09001266)。

收稿日期:2014-05-27

近 2 000 万 hm²,约占耕地总面积的 1/5^[1]。长江三角洲地区约有 10%的耕地因重金属污染基本丧失生产力^[1]。因此如何有效地控制及治理土壤重金属的污染,改良土壤质量,已成为农业生态环境保护研究中一项十分重要的内容。重金属危害农作物生长、造成减产甚至绝收,被农作物吸收后进入食物链危害人畜健康。改良污染土壤、抑制重金属活性减轻其危害是当前治理污染土壤的主要途径。保水剂可改善土壤结构^[2]、保贮水分^[3-5],减少水土流失^[6],能促进作物出苗、成活及存活率^[3,7],增加干物质积累和粮食生产^[7-9],调控水肥,影响粮食作物与药用植物田的土壤养分转化与供应^[8,10-12]。然而,针对保水剂的改良污染土壤效应及其对植物生长与养

permanganate titration, respectively, the effect of different cultivated years on rhizosphere soil enzyme activities from cultivated *Panax ginseng* fields were studied. The results showed that the urease, invertase and catalase activity of rhizosphere soil from cultivated *Panax ginseng* fields had different distributing characteristics. The urease activity of rhizosphere soil from *P. ginseng* fields in different cultivated years was the maximum in the July, except that the urease activity of R₂ (rhizosphere soil of 2-year-old *Panax ginseng*) in 15~25 cm deceased in three seasons. The invertase activity of R₁ (rhizosphere soil of 1-year-old *Panax ginseng*) increased in May, July and September, and the invertase and catalase activity of R₂, R₃ (rhizosphere soil of 3-year-old *Panax ginseng*) had different dynamic change in different soil layer, which were related to the difference of absorption nutrients in the different period of growth and development of *Panax ginseng*. The cultivation management measures should be applies in the different period of growth and development of *Panax ginseng* in order to provide enough nutrients according the change of enzyme activity, this knowledge was essential for high-yield cultivation of *Panax ginseng* in Jilin province.

Keywords: *Panax ginseng*; season; rhizosphere soil; enzyme