

不同茬口对当归根际土壤酶活性及其产量和品质的影响

张新慧^{1,2}, 张恩和^{2*}, 郎多勇³, 赵云生¹, 王惠珍⁴

1. 宁夏医科大学药学院, 宁夏回药现代化工程技术研究中心, 宁夏 银川 750004

2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070

3. 宁夏医科大学 医学科学技术研究中心, 宁夏 银川 750004

4. 甘肃中医学院 药理学系, 甘肃 兰州 730000

摘要: **目的** 研究当归正茬、迎茬、连茬对根际土壤主要酶活性和产量品质的影响。**方法** 采用比色法测定不同茬口当归根际土壤中脲酶、磷酸酶、多酚氧化酶活性, 采用高锰酸钾滴定法测定过氧化氢酶活性。**结果** 苗期和收获期连茬土壤中的脲酶和磷酸酶活性显著低于正茬, 脲酶活性分别降低 16.53%和 37.17%, 中性磷酸酶活性分别降低 28.01%和 30.69%; 多酚氧化酶活性在整个生育期均是连茬显著高于正茬, 苗期、根膨大期和收获期分别比正茬增加 15.10%、83.67%、38.53%。连茬当归产量、挥发油和浸出物量均显著低于正茬, 分别比正茬下降 49.00%、25.26%、12.58%。**结论** 连茬栽培中当归产量、挥发油和浸出物量显著低于正茬; 连茬栽培当归根际土壤脲酶和磷酸酶活性显著降低, 而过氧化氢酶和多酚氧化酶活性呈升高趋势。

关键词: 当归; 茬口; 根际土壤; 酶活性; 连茬; 正茬

中图分类号: R282.21 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)11-2322-04

Effect of different cropping rotations on enzyme activities in rhizosphere soil and production quality of *Angelica sinensis*

ZHANG Xin-hui^{1,2}, ZHANG En-he², LANG Duo-yong³, ZHAO Yun-sheng¹, WANG Hui-zhen⁴

1. College of Pharmacy, Ningxia Engineering and Technology Research Center for Modernization of Hui Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

2. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

3. Research Center of Medical Science and Technology, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

4. Department of Pharmacy, Gansu College of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

Abstract: Objective To study the effects of three cropping rotations (i.e. the main cropping, stubble, and continuous cropping) on the soil enzyme activity in rhizosphere soil, yield, and quality of *Angelica sinensis*. **Methods** In rhizosphere soil of different cropping rotations, the activities of urease, phosphatase, and polyphenoloxidase were determined with colorimetry, and the activities of catalase with potassium permanganate titration. **Results** Enzyme activities were strongly affected by different cropping rotations. The activities of urease and phosphatase of main cropping soil were higher than those of continuous cropping soil at the significant level in the seedling and harvest stages. The activities of urease were decreased by 16.53% and 37.17%, the activities of neutral phosphatase 28.01% and 30.69%, respectively. While the activity of polyphenoloxidase increased pronouncedly (15.10%, 83.67%, and 38.53%) in continuous cropping rotation in all growth stages (seedling, root enlargement, and harvest). The yield, essential oil content, and extract content under continuous cropping were significant lower than those in main cropping (decreasing 49.00%, 25.26%, and 12.58%, respectively). **Conclusion** Both yield and quality of *A. sinensis* decline, and urease and neutral phosphatase activities of rhizosphere soil significantly decline in the continuous cropping, while the catalase and polyphenoloxidase activities present rising tendency.

Key words: *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels; cropping rotations; rhizosphere soil; enzyme activity; continuous cropping; main cropping

收稿日期: 2011-03-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (31060182); 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目 (GNSW-2010-18); 甘肃省教育厅项目 (0906B-04); 宁夏自然科学基金项目 (NZ10109)

作者简介: 张新慧 (1979—), 女, 甘肃岷县人, 讲师, 博士, 主要从事药用植物产量与品质调控方面的研究。

Tel: 15226216336 E-mail: zhangxh801011@yahoo.com zhangxh1011@eyou.com

*通讯作者 张恩和 Tel: (0931)8816658 E-mail: zhanghe@gsau.edu.cn

当归为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根,是我国常用的大宗药材,素有“十药九归”之称。甘肃是当归主产区,以质优物美的“岷归”享誉海内外,年栽培面积和总产量均占全国 90%以上,已有 1 700 多年的栽培历史^[1]。当归是一个典型的忌连作植物,长期以来,当归栽培过程中出现了严重的连作障碍现象,严重威胁主产区当归生产的持续性发展。因此,当归连作障碍已经成为一个亟需解决的问题。

根际是植物与土壤接触的微域环境,是植物获取养分的主要区域。植物根系及其残体、土壤动物及其遗骸和微生物所分泌的酶,能催化土壤中复杂的有机物转化为简单的无机物,供植物利用^[2]。土壤酶是土壤物质循环和能量流动的主要参与者,是土壤生态系统中最活跃的组分,其推动土壤有机质的矿化分解和土壤 C、N、P、S 等养分的循环与转化^[3-7]。土壤酶活性是反映土壤肥力的有效生物学指标,可反映土壤养分转化能力的强弱^[8-9]。有研究表明,磷酸酶、脲酶和 β -葡萄糖苷酶的活性与作物产量有关^[10];土壤酶活性可作为衡量土壤生物学活性和土壤生产力的指标^[2,11];不同的栽培方式和作物茬口对土壤酶的活性产生影响^[12-17]。

前期研究表明,连作对当归根际微生物有显著影响^[18]。然而,关于当归连作对根际土壤酶活性的影响还鲜有报道。本实验以不同茬口当归为研究对象,系统研究了不同前茬作物对当归产量、品质及根际土壤酶活性的影响,为当归的可持续发展和减轻连作障碍提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

土壤和药材样品均取自甘肃当归主产区岷县清水乡,是“岷归”的主产地。当归品种为当地品种,经岷县中药材生产技术指导站郭增祥站长鉴定为伞形科植物紫当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels。

752 型紫外可见分光光度计,南京联创分析仪器制造有限公司;HY31-01 型恒温水浴,绍兴市柯桥医疗器械厂。

1.2 方法

1.2.1 土壤样品的制备 选择当归正茬(马铃薯-小麦-当归)、迎茬(当归-小麦-当归)、连茬(当归连作 2 年)3 个处理,每处理选择 3 块地。于当归苗期、根膨大期和收获期取样,采用抖根法,在每一样地按“S”型取样法选取当归植株 10 株,先

去掉 0~2 cm 的表土,轻轻抖掉根系外围土,再用毛刷刷刷黏附在根表面的土壤混合均匀,用四分法取 0.5 kg 作为根际土样,用无菌的封口带密封,置于冰盒中带回实验室进行土壤酶活性的测定。

1.2.2 酶活性测定 过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,以每克干土消耗 1 mL 0.1 mol/L KMnO_4 为 1 个活性单位(U)。脲酶用苯酚钠比色法,以每克干土消耗 1 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 1 个活性单位(U)。中性磷酸酶用磷酸苯二钠法,以每克干土消耗 1 mg 酚为 1 个活性单位(U)。多酚氧化酶用紫色没食子酸比色法,以每 100 克干土消耗 1 mg 酚为 1 个活性单位(U)。

1.2.3 产量测定 当归收获期,采用对角线取样法,每一样地取 3 个样方,每个样方 2 m²,将样方内的当归挖出除去地上部分,带回实验室置通风处晾干后用于产量和品质的测定。

1.2.4 挥发油和浸出物的测定 将当归样品粉碎,挥发油和浸出物分别按照《中国药典》2010 版附录(XD)项下甲法和醇溶性浸出物测定法项下的热浸法(附录 XA)测定。

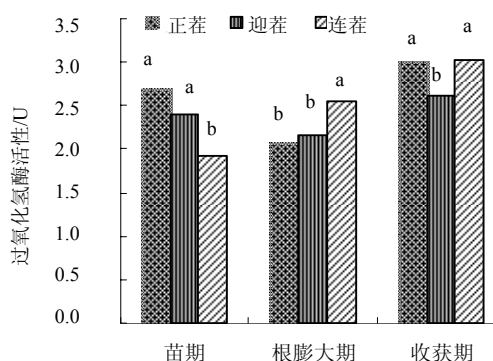
1.3 数据处理与分析

采用 DPS 数据处理系统(v7.05)进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同茬口对根际土壤酶活性的影响

2.1.1 对土壤过氧化氢酶活性的影响 如图 1 所示,在苗期,正茬土壤过氧化氢酶活性最高,迎茬和连茬分别比正茬降低了 11.15% 和 28.25%,其中连茬显著低于正茬和迎茬,而迎茬和正茬间差异不显著。在根膨大期,连茬土壤酶活性最高,与正茬和迎茬



不同小写字母表示各处理间在 0.05 水平有显著差异, 下图同
Different lowercase letters mean significant differences
among treatments at 0.05 level, same as below

图 1 不同时期不同茬口根际土壤过氧化氢酶活性

Fig. 1 Activity of catalase in rhizospheric soil in different cropping rotations at various stages

间差异达到显著水平,正茬与迎茬间差异不显著。在收获期,迎茬土壤酶活性最小,与正茬和连茬间差异达到显著水平,正茬和连茬间差异不显著。

2.1.2 对土壤脲酶活性的影响 土壤脲酶参与土壤N素转化,为作物生长提供N源。如图2所示,脲酶活性在苗期和根膨大期,均表现为迎茬>正茬>连茬,且在苗期各自间差异达到显著水平,在收获期,土壤脲酶活性表现为正茬>迎茬>连茬,差异达到显著水平。综合不同时期结果来看,以连茬的脲酶活性最低,说明连作土壤中的氮素水平较低。

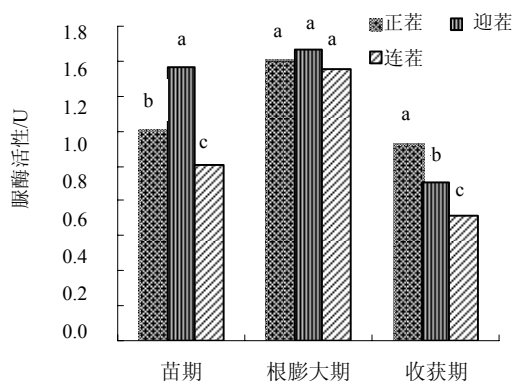


图2 不同时期不同茬口根际土壤脲酶活性

Fig. 2 Activity of urease in rhizospheric soil in different cropping rotations at various stages

2.1.3 对土壤磷酸酶活性的影响 磷酸酶能促进有机磷化合物的分解,为植物提供有效磷素。图3结果表明,在苗期和收获期正茬土壤磷酸酶活性均显著高于迎茬和连茬,迎茬又显著高于连茬。在根膨大期迎茬土壤酶活性显著高于正茬和连茬,正茬和连茬间差异不显著。

2.1.4 对土壤多酚氧化酶活性的影响 多酚氧化酶在土壤有机质形成中起重要作用,它参与土壤有机组分中芳香族化合物的转化,对增加土壤有机质的量,提高土壤肥力具有重要意义。图4结果表明,

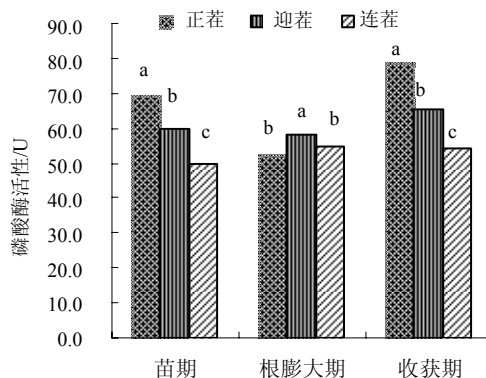


图3 不同时期不同茬口根际土壤磷酸酶活性

Fig. 3 Activity of phosphatase in rhizospheric soil in different cropping rotations at various stages

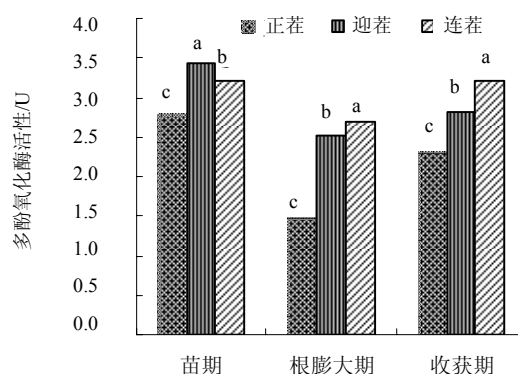


图4 不同时期不同茬口根际土壤多酚氧化酶活性

Fig. 4 Activity of polyphenoloxidase in rhizospheric soil in different cropping rotations at various stages

在苗期根际土壤多酚氧化酶活性表现为迎茬>连茬>正茬,差异显著;而在根膨大期和收获期均是连茬>迎茬>正茬,差异显著。综合不同时期结果看出,正茬土壤多酚氧化酶活性最低,说明正茬土壤中的腐殖化程度最高。

2.2 不同茬口对当归产量和品质的影响

由图5可知,迎茬和连茬当归产量分别比正茬下降6.38%和49.00%,挥发油量分别下降21.05%

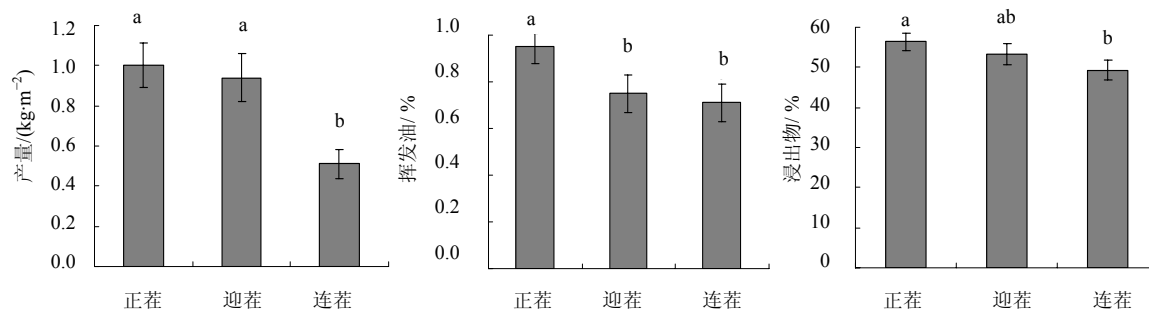


图5 不同茬口对当归产量和品质的影响

Fig. 5 Effect of different cropping rotations on yield and quality of *A. sinensis*

和 25.26%，浸出物量分别下降 5.53% 和 12.58%，表明连作使当归产量和品质出现了大幅度下降，当归减产严重。

3 讨论

结果表明，在所测定的 3 种茬口中，迎茬和连茬当归的产量、挥发油和浸出物的量均显著低于正茬，表明连茬会造成当归产量和品质下降。土壤酶是表征土壤中物质、能量代谢旺盛程度和土壤质量的一个重要生物指标^[5]。研究表明，脲酶和中性磷酸酶活性受当归连作的影响其变化规律总体呈下降趋势，在连作后均处于较低水平，这就直接影响土壤养分的转化及当归对养分的有效吸收，进而导致当归植株生长不良。过氧化氢酶活性则有逐渐升高的趋势，表明土壤氧化过程增加，加速了有毒过氧化氢分解和土壤有机质的转化速度，在一定程度上缓解了当归的连作障碍。

多酚氧化酶专一性很强，它的活性高会阻碍有机质矿化过程中产生的酚类中间产物进一步合成腐殖质，导致酚类化合物的积累^[18]，从而引起中毒。有研究认为，杉木林地土壤中酚类物质特别是游离酚类是造成杉木生长量下降和土壤肥力退化的重要原因^[19]。黄瓜连作后根系分泌的酚酸类物质可导致自毒作用^[20]，多酚氧化酶活性显著高于轮作^[21]。结果表明在整个生育期内土壤多酚氧化酶活性都是连茬显著高于正茬，这可能是由于当归的根系分泌物刺激了多酚氧化酶的活性，另外土壤多酚氧化酶活性与土壤的腐殖化程度呈负相关，连茬土壤多酚氧化酶活性提高，表明其土壤腐殖化程度降低。

参考文献

- [1] 刘毅, 刘素香, 龚苏晓, 等. 当归药材 HPLC 指纹图谱及其液相色谱-质谱联用分析 [J]. 药物评价研究, 2010, 33(4): 259-262.
- [2] 关松荫. 土壤酶及其研究法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1986.
- [3] 黄昌勇. 土壤学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [4] Diamantidis G, Effosse A, Potier P, et al. Purification and characterization of the first bacterial laccase in the rhizospheric bacterium *Azospirillum lipoferum* [J]. *Soil Biol Biochem*, 2000, 32(7): 919-927.
- [5] Kozdroj J, Van Elsland J D. Response of the bacterial community to root exudates in soil polluted with heavy metals assessed by molecular and cultural approaches [J]. *Soil Biol Biochem*, 2000, 32(10): 1405-1417.
- [6] 翟娟园, 吴卫, 廖凯, 等. 土壤环境对川白芷产量和品质的影响研究 [J]. 中草药, 2010, 41(6): 984-988.
- [7] 王学翠, 温学森, 杨德奎. 土壤细菌对地黄试管苗和盆栽苗生长的影响 [J]. 中草药, 2009, 40(5): 797-800.
- [8] 曹慧, 孙辉, 杨浩, 等. 土壤酶活性及其对土壤质量的指示研究进展 [J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(1): 105-109.
- [9] 李双霖. 应用聚类-主组元分析检验土壤酶活性作为土壤肥力指标的可行性 [J]. 土壤通报, 1990, 21(6): 272-274.
- [10] Verstraete W, Voets J P. Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility [J]. *Soil Biol Biochem*, 1977, 9(4): 253-258.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 孙秀山, 封海胜, 万书波, 等. 连作花生田主要微生物类群与土壤酶活性变化及其交互作用 [J]. 作物学报, 2001, 27(5): 617-620.
- [14] 樊军, 郝明德. 黄土高原旱地轮作与施肥长期定位试验研究 I. 长期轮作与施肥对土壤酶活性的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1): 9-13.
- [15] 吴凤芝, 栾非时, 王东凯, 等. 大棚黄瓜连作对根系活力及其根际土壤酶活性影响的研究 [J]. 东北农业大学学报, 1996, 27(3): 255-258.
- [16] 李凤, 刘淑娟, 耿伟, 等. 长期连作对棉田土壤酶活性的影响 [J]. 中国棉花, 2008, 20(6): 34.
- [17] 王丽, 梁智, 朱新萍, 等. 南疆棉花连作对土壤酶活性的影响 [J]. 新疆农业大学学报, 2008, 31(6): 50-53.
- [18] 张新慧, 张恩和. 不同茬口对当归根际微生物数量和产量的影响 [J]. 中草药, 2008, 39(2): 267-269.
- [19] 张其水, 俞新妥. 杉木连栽林地混交林土壤酶的分布特征的研究 [J]. 福建林学院学报, 1989, 9(3): 256-262.
- [20] 何光训. 土壤农化性状对土壤酚类物质积累的影响 [J]. 福建林学院学报, 1990, 10(4): 422-426.
- [21] Yu J Q, Matsui Y. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.) [J]. *J Chem Ecol*, 1994, 20(1): 21-31.