



李正洲,丁绪,赖茅田,等.外施木霉对甜瓜土壤酶活性的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):53-56,57.

外施木霉对甜瓜土壤酶活性的影响

李正洲,丁 绪,赖茅田,于 晶,李春霞

(黑龙江八一农垦大学 园艺园林学院,黑龙江 大庆 169319)

摘要:为促进木霉复合菌剂的开发,通过小区试验,以羊角脆为研究对象,设置施用木霉(T)和未施用木霉(CK)2个处理,测定了不同时期甜瓜根际土壤酶活性。结果表明:在生长前期,施用木霉较对照显著提高了甜瓜根际土壤脲酶和磷酸酶的活性,提高了土壤对氮和磷的利用、转化,但脱氢酶的活性则显著下降,蔗糖酶和多酚氧化酶活性无显著差异。说明外施木霉可以通过土壤氮和磷的转化利用来改善土壤营养环境,减少氮素的积累以及其造成的次生盐碱化从而缓解连作障碍。

关键词:土壤酶;甜瓜;木霉;连作;根际

甜瓜(*Cucumis melo* L.)是大庆设施内主栽的蔬果之一,由于种植面积有限,连续种植在所难免,导致土壤次生盐碱化严重,连作障碍发生严重,严重影响甜瓜的产量和品质。因此如何缓解甜瓜连作障碍,促进甜瓜生长是目前亟待解决的问题。土壤酶是促进土壤新陈代谢的主要驱动力^[1],它为土壤中所有的生化过程持续进行提供了保障,不仅反映了土壤微生物活性的高低,也反映了土壤养分转化的快慢,是评价土壤肥力的重要指标之一^[2]。设施内栽培,土壤酶活性的高低与发生连作障碍息息相关,相关研究表明大蒜连作试验中,随着连作年限的增长,土壤酶活性与连作障碍发生的几率呈负相关,土壤酶活性越高发生连作障碍的几率越低,土壤酶活性降低,连作障碍发生严重^[3],连作大豆试验也证明了这一点^[4]。连作障碍的发生可能与土壤中的微生物息息相关^[5],而土壤酶与土壤微生物活动呈正相关,例如磷酸酶是土壤中植物、动物和微生物活动的产物,蔗糖酶是土壤转化酶,决定了土壤微生物的活力。因此分析连作土壤中酶的活性是评价连作障碍的首要问题。

木霉菌(*Trichoderma* spp.)是一类丝状子囊

菌类、绿色孢子真菌,广泛存在于自然界中,大多数是从土壤微生物群体中分离获得的,已从热带土壤、亚热带土壤、温带土壤以及寒带土壤等中分离获得了不同科、种的木霉菌菌株^[6-7]。木霉菌属中,研究及应用较广的种类包括深绿木霉(*T. atroviride*; teleomorph *Hypocrea atroviridis*)、绿色木霉(*T. virens*; formerly *Gliocladium virens*)、李氏木霉(*T. reesei*; teleomorph *Hypocrea jecorina*)、哈茨木霉(*T. harzianum*)、棘孢木霉(*T. asperellum*)、长枝木霉(*T. longibrachiatum*)和橘绿木霉(*T. citrinoviride*),这些木霉作为生防制剂在农业生产上广泛应用^[8],有效防治病害,提高产品的质量。木霉不仅用于防治病虫害,还可以用于缓解土壤连作障碍,例如木霉配施硫酸铵可以缓解苹果连作障碍^[5],棘孢木霉可以缓解黄瓜连作障碍^[9],但是木霉菌如何通过影响土壤酶活性来缓解甜瓜连作障碍的机制还不清楚,因此分析木霉对甜瓜连作土壤的土壤酶活性的影响,是阐明木霉缓解连作障碍的首要任务。

前期研究发现哈茨木霉抗病促生能力较强^[10-11],培养皿试验显示哈茨木霉的抑菌效果更显著,因此本试验以哈茨木霉为研究对象。本试验利用哈茨木霉和甜瓜品种羊角脆为试验材料,分析木霉对甜瓜连作土壤酶活性的影响,主要从土壤中氮素、磷、有机质的转化、利用方面阐释木霉缓解连作障碍的原理,这将为木霉复合菌剂的开发、生产及推广应用提供理论依据和技术支撑。

收稿日期:2021-09-05

基金项目:黑龙江八一农垦大学大学生创新创业训练项目(202010223029);黑龙江八一农垦大学三横三纵项目(ZRCPY202116)。

第一作者:李正洲(1999—),男,本科生,从事植物微生物互作、连作障碍研究。E-mail: lizhengzhou9@163. com。

通信作者:李春霞(1982—),女,博士,讲师,从事植物微生物互作、连作障碍研究。E-mail: lcx198238@163. com。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验于 2021 年 4—8 月在黑龙江八一农垦大学园艺站进行。供试甜瓜品种为羊角脆(感病品种)由黑龙江八一农垦大学园艺园林学院提供;供试木霉为哈茨木霉,该菌种由靳亚忠团队分离筛选鉴定^[12]。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 本试验共设置施用木霉(T)和未施用木霉(CK)2 个处理,首先利用 10%的次氯酸钠对甜瓜种子进行消毒,28℃恒温培养箱催芽,选择出芽整齐一致的甜瓜种子进行播种,共 8 个小区,每个小区面积 4 m²(甜瓜连作多年的土壤),待出苗后进行常规管理,采用吊蔓整枝,在主蔓第 8 片节位留瓜,子蔓结瓜,瓜前一片叶,15 叶掐尖。四片真叶后对随机选取的 4 个小区进行木霉处理,间隔 30 d 施 1 次,其中每棵甜瓜根部灌施 1 mL 1×10⁸ 个孢子·mL⁻¹ 溶液,其他 4 个小区甜瓜幼苗根部灌施同等量的蒸馏水,分别在接种木霉后 10,20,30,40 和 50 d 取土样,每个小区取 3 株甜瓜根体土混成 1 次重复,每个处理 4 次重复,用于土壤酶活性测定。

1.2.2 测定项目及方法 土壤酶活性采用关松荫^[1]的方法测定,土壤脲酶采用苯酚-次氯酸钠比色法测定;碱性磷酸酶采用磷酸苯二钠法测定;脱氢酶采用 TTC 染色法测定;过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法测定;土壤多酚氧化酶活性用邻苯三酚比色法测定。

1.2.3 数据分析 数据采用 Excel 2007 进行数据统计,并应用 Origin 8.5 软件进行绘图,采用 SAS 8.0 软件进行差异显著分析。

2 结果与分析

2.1 外施木霉对甜瓜根际土壤碱性磷酸酶活性的影响

由图 1 可以看出,木霉处理后 10,20 和 30 d 土壤的碱性磷酸酶整体呈上升的趋势且 20 和 30 d 显著高于 CK,而木霉处理 40 d 后碱性磷酸酶活性明显下降,且显著低于对照($P<0.05$),木霉处理 50 d 后磷酸酶活性又呈上升的趋势,显著高于 CK;说明木霉处理能够显著提高碱性磷酸

酶活性,有可能提高土壤对磷的转化和利用,改善土壤环境。

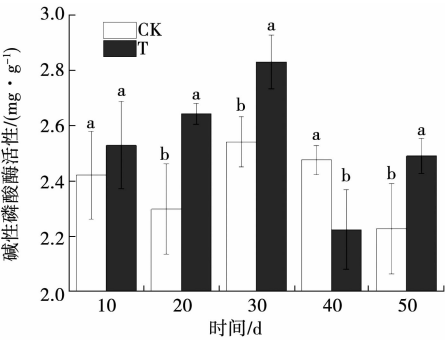


图 1 外施木霉对甜瓜根际土壤碱性磷酸酶活性的影响

注:不同字母表示 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 外施木霉对甜瓜根际土壤脲酶活性的影响

脲酶能促进土壤中含氮有机化合物尿素分子酰胺肽键的水解,生成的氨是植物氮素营养来源之一,氮素转化过程中的专用酶。由图 2 可以看出,外施木霉后土壤脲酶活性随着处理时间呈先上升后下降的趋势。在木霉处理 20 和 30 d 脲酶活性显著高于对照处理($P<0.05$),而处理 10 和 50 d 时,则显著低于对照。结果说明木霉的施用有利于植物后期利用氮素而促进生长,前期脲酶的活性提高,有可能与生长时期的特性有关。

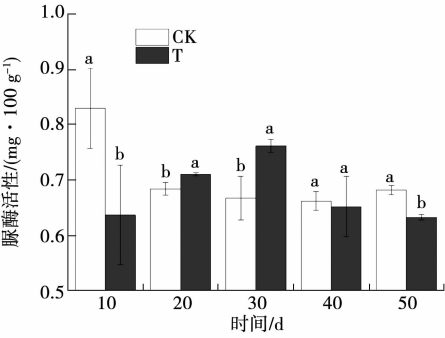


图 2 外施木霉对甜瓜根际土壤脲酶活性的影响

2.3 外施木霉对甜瓜根际土壤多酚氧化酶活性的影响

多酚氧化酶参与土壤有机组分中芳香族化合物的转化,促进含氮蛋白类物质及脂肪族化合物等物质的缩合,增加土壤中有机的含量、提高土壤肥力过程中起着重要的作用。由图 3 可以看出,与对照相比,木霉处理后,甜瓜根际土壤的多酚氧化酶的活性无显著差异。随着木霉处理时间

的延长,土壤多酚氧化酶活性有升高的趋势,但是差异不显著,可能与大庆特有的碱性土壤有关。

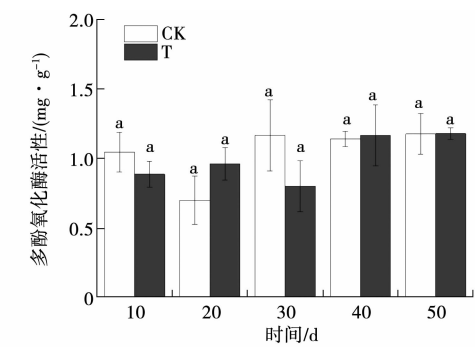


图3 外施木霉对甜瓜根际土壤多酚氧化酶活性的影响

2.4 外施木霉对甜瓜根际土壤脱氢氧化酶活性的影响

土壤中的脱氢酶能酶促脱氢反应,其活性的强弱影响到土壤中有有机物质的降解,间接影响土壤肥力的高低。由图4可以看出,土壤脱氢酶的活性随着木霉处理时间的延长呈下降趋势。与对照相比,木霉处理后20和50 d,甜瓜根际土壤的脱氢酶活性显著降低($P<0.05$);灌施木霉后10,30和40 d,木霉处理的脱氢氧化酶活性较对照有上升的趋势,但差异不显著。

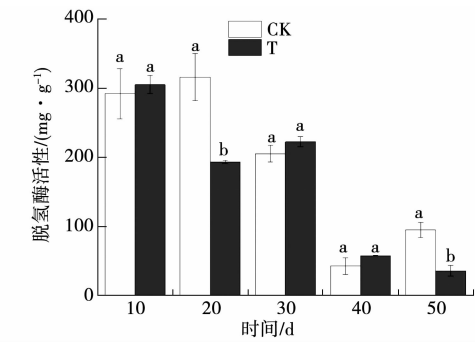


图4 外施木霉对甜瓜根体土壤脱氢酶活性的影响

2.5 外施木霉对甜瓜根际土壤蔗糖酶活性的影响

蔗糖酶又称为土壤转化酶,主要作用于土壤中的碳循环,促进蔗糖水解成果糖和葡萄糖。由图5可以看出,甜瓜根际土壤蔗糖酶活性呈先上升后下降的趋势,与对照相比,木霉处理10,30和50 d后,甜瓜根际土壤蔗糖酶活性升高,但差异不显著;而木霉处理20和40 d后,根际土壤蔗糖酶活性均较对照表现为下降趋势,但只有木霉处

理40 d的蔗糖酶活性显著低于对照($P<0.05$)。

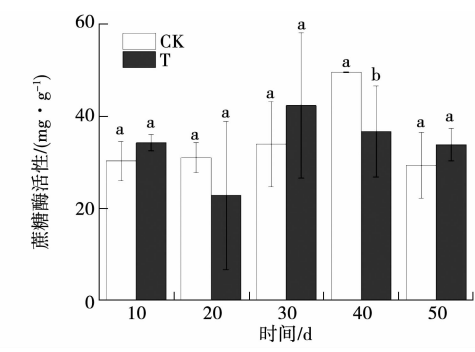


图5 外施木霉对甜瓜根际土壤蔗糖酶活性的影响

3 讨论

土壤中存在大量的相关土壤酶,对土壤中物质的分解、利用和转化起着关键作用^[5]。本研究结果表明多酚氧化酶、脱氢酶、磷酸酶、蔗糖酶和脲酶在木霉处理后的不同时期变化不同。其中土壤脲酶是一种酰胺酶,主要来自微生物和植物根系分泌等途径,是促进土壤中氮素合成氨的转化酶,为植物生长提供必需的氮源,它的活性关系到氮素的吸收利用。研究发现甜瓜连续种植后土壤的氮和有机质不断积累,磷和钾流失严重^[13],次生盐碱化是连作障碍的主要影响因子。本研究发现外施木霉后甜瓜根际的脲酶活性升高,尤其时甜瓜结果前期,植株需要大量的氮营养促进植株光合和生长,这与Liu等^[14]的研究结果一致,木霉促进了植株根际脲酶的活性,提高了植株对氮素的吸收。土壤脲酶活性的升高能够减少土壤中氮素的积累,促进土壤中氮素的转化和吸收,从而促进氮素的利用,改善氮素积累所造成的次生盐碱化问题,达到改善连作障碍的问题。

磷酸酶是一种催化土壤中有机磷矿化转为无机磷的酶,其活性直接决定着土壤中有机磷的分解与转化。由于大庆市的土壤属于碱性土壤,因此土壤中碱性磷酸酶占有主导地位^[15]。本研究以碱性磷酸酶活性为对象,分析木霉对土壤磷酸酶活性的影响,结果显示木霉处理20,30和50 d后,甜瓜根际土壤的碱性磷酸酶活性显著高于对照处理($P<0.05$),这说明木霉促进了土壤中磷的转化和分解,尤其是甜瓜生长前期。Yoo等^[16]的研究认为土壤碱性磷酸酶活性增加是因为微生物增殖造成的,微生物的繁殖加大了对磷素的需求

求,从而增加了根际土壤中碱性磷酸酶活性。因此造成本研究结果的原因可能是木霉的施入使得微生物结构多样化从而增加了碱性磷酸酶活性,活化了甜瓜根际的磷元素,为植物生长提供了条件。

土壤脱氢酶是存在于土壤微生物体内的一种酶,通过将土壤有机质矿化为土壤微生物的呼吸途径传递能量,脱氢酶往往与土壤中微生物的丰度有关^[17]。本研究发现木霉处理 20 和 50 d 后土壤脱氢酶的活性显著低于对照,这说明木霉的施入并没有增加微生物多样性。而刘畅等^[18]研究结果显示木霉能够通过提高脱氢酶活性来缓解小麦的盐胁迫,可能是本试验地块的环境 pH 没有达到盐胁迫的条件,并没有刺激植株产生更多的脱氢酶和改变土壤微生物丰度,而且本试验地块连续种植土壤的有机质含量较少,也可能是造成土壤脱氢酶活性没有升高的原因,具体差异原因还需要更进一步分析研究。

4 结论

综上所述,在甜瓜生长前期外施木霉提高了土壤的脲酶活性,减少了氮素的积累以及其造成的次生盐碱化问题,促进植物对氮素的吸收;同时木霉处理增加了碱性磷酸酶活性,可能是木霉的施入通过增加微生物结构多样性从而活化了甜瓜根际的磷元素,为植物生长提供了条件,总之外施木霉可以改善土壤微环境,提高土壤对氮和磷的利用、转化,增加微生物多样性,缓解连作障碍,为实现甜瓜的绿色种植奠定了基础。

参考文献:

- [1] 关松荫. 土壤酶与土壤肥力[J]. 土壤通报, 1980(6): 41-44.
- [2] JIMENEZ M D L P, HORRA A M, PEUZZO L, et al. Soil quality: A new index based on microbiological and biochemical parameters[J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 35: 302-306.
- [3] 刘素慧, 刘世琦, 张自坤, 等. 大蒜连作对其根际土壤微生物和酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43 (5): 1000-1006.
- [4] 谷岩, 邱强, 王振民, 等. 连作大豆根际微生物群落结构及土壤酶活性[J]. 中国农业科学, 2012, 45 (19): 3955-3964.
- [5] 黄君霞, 张荣, 徐少卓, 等. 过硫酸铵施肥不同形态木霉菌肥缓解苹果连作障碍[J]. 植物营养与肥料学报, 2021, 27(6): 1104-1112.
- [6] MORÁN-DIEZ M E, TRUSHINA N, LAMDAN N L, et al. Host-specific transcriptomic pattern of *Trichoderma vi-rens* during interaction with maize or tomato roots[J]. BMC Genomics, 2015, 16(8): 26.
- [7] ETSCHMANN M M W, HUTH I, WALISKO R, et al. Improving 2-phenylethanol and 6-pentyl- α -pyrone production with fungi by microparticle-enhanced cultivation (MPEC) [J]. Yeast, 2015, 32: 145-157.
- [8] KUMAR A, SAHU T K. Use of local isolates of *Trichoderma* from Madhya Pradesh against *Rhizoctonia solani* causing wet root rot of chickpea[J]. Environment Ecology, 2015, 33(4): 1553-1557.
- [9] 林辉, 张锦, 原倩宇, 等. 棘孢木霉和超微粉腐殖质改善连作土壤微生态[J]. 浙江农业学报, 2020, 32(6): 1060-1069.
- [10] 齐娟, 刘蕾庆, 任金立, 等. 哈茨木霉菌使用方式对黄瓜砧木出苗及幼苗生长的影响[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(4): 46-48.
- [11] 战鑫, 台莲梅, 刘铜, 等. 2 种木霉菌对寒地水稻立枯病病原菌的拮抗作用研究[J]. 中国稻米, 2020, 26(4): 96-99.
- [12] 陆森. 木霉菌对甜瓜的促生作用与蔓枯病防效的研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2020.
- [13] 原静云, 王晓玲 王文英, 等. 不同连作年限对甜瓜土壤理化性状的影响[J]. 种业导刊, 2021(3): 40-43.
- [14] LIU Q M, MENG X H, LI T, et al. The growth promotion of peppers (*Capsicum annuum* L.) by *Trichoderma guizhouense* NJAU4742-based biological organic fertilizer: Possible role of increasing nutrient avail abilities[J]. Microorganisms, 2020, 8(9): 1296.
- [15] 杨文娜, 余冻, 罗东海, 等. 化肥和有机肥配施生物炭对土壤磷酸酶活性和微生物群落的影响[J/OL]. 环境科学: 1-15 [2021-10-20]. <https://doi.org/10.13327/j.hjkk.202105279>.
- [16] YOO G, KANG H. Effects of biochar addition on greenhouse gas emissions and microbial responses in a short-term laboratory experiment[J]. Journal of Environmental Quality, 2012, 41(4): 1193-1202.
- [17] FILIPOVIC L, ROMIC M, SIKORA S, et al. Response of soil dehydrogenase activity to salinity and cadmium species[J]. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2020, 20(2): 530-536.
- [18] 刘畅, 段京涛, 张建夫, 等. 盐胁迫条件下木霉菌肥对小麦抗病性和土壤酶活性的影响[J/OL]. 华北农学报: 1-8 [2021-10-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1101.S.20210615.1825.002.html>.



宋鹏慧,吕涛,张静华,等.不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响[J].黑龙江农业科学,2021(12):57-61.

不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响

宋鹏慧¹,吕涛²,张静华¹,张鵬¹,李鹏举¹,武新娟¹,孙晓东²,刘翠翠²

(1.黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028;2.黑龙江省农业技术推广站,黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:为培育优质草莓子苗,促进草莓增产,本研究对供试草莓品种“爱莎”进行不同时间的断根处理,试验共设4个处理,分别为8月5日(T1)、8月15日(T2)、8月25日(T3)和9月5日(T4),不断根处理为对照(CK),研究断根处理后草莓植株C、N含量及其比值的变化趋势以及不同断根处理对草莓子苗质量及开花结果的影响。结果表明:草莓植株C、N含量分别在断根处理的第7天和第14天最低,随后上升;C/N比值在断根后第14天最高,随后下降;C、N含量和C/N比值均在断根后28 d恢复到断根之前的水平。T1处理的茎粗最大,其次为T2和T3处理。CK的株高最大,其次为T1和T2,T3处理的株高最小。T3处理的叶面积最大,其次为T4处理。T3处理的地上部鲜重和地下部鲜重及根冠比最大,其次为T4处理。T3草莓的物候期均较其他处理和CK提前,其次为T4,而T1和T2与CK物候期较接近。8月25日(T3)和9月5日(T4)进行断根处理的“爱莎”草莓苗,花序较整齐,产量显著提高,但果实中可溶性固形物含量、可滴定酸含量和固酸比等品质性状无明显变化。

关键词:断根;子苗质量;开花结果

在草莓生产中,定植苗木的质量是决定草莓产量的主要因素之一。草莓的育苗阶段采取断根措施,可以有效地促进草莓子苗根系生长,达到壮

根壮苗的目的。通过断根措施还可以促进花芽分化,其原因是草莓断根后,切断了部分侧根,也切去了不少根毛,根系对氮肥的吸收受到制约,使植株体内氮素水平降低,C/N比值增大,使草莓苗由营养生长转向生殖生长,提前花芽分化^[1-3]。近年来国内许多专家学者也进行了一些相关研究,表明断根可以提高C/N比,促进花芽分化^[4-5],但尚未明确指出断根后草莓植株C、N含量及其比

收稿日期:2021-09-06

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX11);黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA19B102)。

第一作者:宋鹏慧(1988—),女,硕士,助理研究员,从事草莓育种及栽培生理研究。E-mail:345025202@qq.com。

Effects of *Trichoderma* on Muskmelon Soil Enzyme Activity with Different Stage

LI Zheng-zhou, DING Xu, LAI Mao-tian, YU Jing, LI Chun-xia

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Heilongjiang Bayi Agriculture University, Daqing 169319, China)

Abstract: In order to promote the development of *Trichoderma* agent, we designed two treatments (CK and T) by plot experiment, Yangjiaocui was taken as object, five soil enzyme activity with different stage were measured. The resulted showed that compared with the control, application of *Trichoderma* increased the activity of urease and phosphatase significantly, and improved the utilization and transformation of nitrogen and phosphorus in previous stage of growth, but the activities of dehydrogenase significantly decreased, meanwhile the activities of sucrase and polyphenol oxidase had no significant difference. These results suggested that application of *Trichoderma* could improve the environment of soil through the conversion and utilization of soil nitrogen and phosphorus, which reduced the accumulation of nitrogen and induced secondary salinization, thus alleviated the obstacle of continuous cropping.

Keywords: soil enzyme; muskmelon; *Trichoderma*; continuous cropping; rhizosphere