

磺胺类抗生素对土壤脱氢酶的影响

张彬, 杨正鑫, 顾婵娟

南开大学滨海学院环境科学与工程系, 天津
Email: 409203566@qq.com

收稿日期: 2021年5月14日; 录用日期: 2021年6月15日; 发布日期: 2021年6月23日

摘要

磺胺类抗生素因其价低、稳定性良好等特质被广泛使用于医疗、养殖等行业, 进而进入生态环境中, 其在土壤中很容易发生迁移转化。因此本实验探究了磺胺甲基嘧啶(SM1)、磺胺甲恶唑(SMZ)及磺胺噻唑(ST)在单一及联合作用下对蚯蚓培养中心土壤及主体土壤中脱氢酶活性的影响。结果表明, 不同浓度单一及联合磺胺类抗生素对蚯蚓培养中心土壤及主体土壤中脱氢化酶(DHA)活性皆有诱导作用。由此可见, 可以用蚯蚓培养中心土壤及主体土壤中脱氢化酶活性变化来表征土壤磺胺类抗生素的污染状况。

关键词

磺胺类抗生素, 土壤, 土壤脱氢酶(DHA)

Effects of Sulfonamides on the Enzyme Activities of the Soil

Bin Zhang, Zhengxin Yang, Chanjuan Gu

Department of Environmental Science and Engineering, Nankai University Binhai College, Tianjin
Email: 409203566@qq.com

Received: May 14th, 2021; accepted: Jun. 15th, 2021; published: Jun. 23rd, 2021

Abstract

Sulfonamide antibiotics are widely used in medical, aquaculture and other industries due to their low price and good stability, then entering the ecological environment. Sulfonamide is easy to migrate and transform in the soil. Therefore, this experiment uses earthworms as indicator organisms to explore the dehydrogenase activity of sulfamethazine (SM1), sulfamethoxazole (SMZ) and sulfathiazole (ST) in the soil of the earthworm culture center and bulk soil under single and combined mode. The results showed that the dehydrogenase (DHA) activities in the soil of the earthworm

culture center and bulk soil were induced by different concentrations of single and combined sulfonamides. It can be seen that the changes in dehydrogenase activity in the soil of the earth-worm culture center and bulk soil could be used to indicate the sulfonamide pollution of soil.

Keywords

Sulfonamides, Soil, Soil Dehydrogenase (DHA)

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,土壤环境中不断被发现的抗生素引起了人们的极大关注,磺胺类抗生素是很容易在土壤等环境中积累的抗生素之一。兽药抗生素的排放是磺胺类抗生素污染土壤的主要原因。随着抗生素使用量的逐渐增加,全球每年仅兽用抗生素的消费总量就达 100,000~200,000 吨[1]。兽药抗生素可以通过药物生产排放、污水处理排放、处理未使用的或过期的药物、坡面径流、施用投喂过抗生素的牲畜的粪便作为肥料等多个方式进入环境,其中,施用投喂过抗生素的牲畜粪便是最主要的途径[2]。

土壤脱氢酶(DHA)是典型的土壤酶,可以用来表征土壤微生物的活性。目前,对于磺胺类抗生素在土壤环境中的研究主要集中于磺胺类抗生素对生物体的影响以及在整体土壤介质中的行为,为此,本研究通过单一及联合磺胺类抗生素在蚯蚓培养中心土壤及主体土壤中脱氢化酶活性(DHA)的变化进行测定,一方面可为准确评价磺胺类抗生素对土壤环境及人类健康的风险提供依据,另一方面可为磺胺类抗生素在土壤中的消解及去除提供资料参考,也可为磺胺类抗生素对人类健康的影响提供依据及研究思路。

2. 材料和方法

2.1. 供试材料

磺胺类药物作为广谱抗菌类药物被大量使用,其种类繁多,经过筛选,此次研究选用以下三种最为广泛使用的磺胺类抗生素:

磺胺甲恶唑(sulfamethoxazole, 简称为 SMZ),磺胺甲基嘧啶(sulfamerazine, 简称为 SM1),磺胺噻唑(sulfathiazole, 简称为 ST)。

磺胺甲恶唑、磺胺甲基嘧啶和磺胺噻唑均购自 Sigma 公司(St. Louis, MO, USA),纯度均为 98%以上,其他所用试剂均为分析纯或化学纯级别。

本实验选用的蚯蚓购于芦台蚯蚓养殖场,将蚯蚓带回实验室后要将其置于 20℃条件下培养一段时间。实验前选取体重在 300~600 mg 之间的成熟健康个体,并且对蚯蚓进行清肠处理。

2.2. 实验方法

根据实验浓度的设置,将三种典型的磺胺类抗生素在单一及两两联合模式下与土壤混匀染毒后,分别放入对应的花盆中,盆中放置培养袋,将盆中土壤分为中心培养土和主体土,在每个培养袋中放入十条未受损的蚯蚓,用尼龙网封口。放置在光照培养箱中,温度设置在 20℃左右(误差小于 1℃),以 12 小时光照和 12 小时黑暗交替培养模拟自然光照条件。培养到期后,先将蚯蚓取出,然后对蚯蚓培养中心土壤及主体土壤进行采样处理。

2.3. 测定方法

土壤脱氢酶活性的测定主要参照关松荫的方法[3]，采用 TTC 比色法。

3. 结果与讨论

3.1. 磺胺类抗生素对蚯蚓培养中心土壤 DHA 的影响

脱氢酶普遍存在于活体微生物中，它催化底物去掉一个氢原子，是电子传递体系中催化有机质脱氢作用的第一酶，在有机质分解过程中具有关键作用。在土壤生态中，可以反映处理体系中微生物的量及其对有机物的降解能力[4]。土壤脱氢酶能够促进土壤中有机的脱氢，成为氢中间的传递体，其脱氢过程中产生的氢可以直接释放到空气中或传给醌型有机物。因此常用土壤脱氢酶表征土壤的肥力状况与土壤环境质量，通过检测其酶活性来研究环境化合物的毒性[5]。

在不同浓度磺胺类抗生素作用下，蚯蚓培养中心土壤中 DHA 的浓度如图 1 所示。通过与空白对照组的对比可以得出：所用三种磺胺类抗生素无论是单一作用还是两两联合作用，都会降低培养土壤中 DHA 的活性。对比培养一月后和两个月后土壤中 DHA 的浓度可以看出，土壤中的 DHA 在培养一个月与两个月后均被显著抑制，且随着染毒时间延长，酶活性升高。同时，单一磺胺类抗生素对土壤 DHA 的抑制作用较联合磺胺类抗生素的抑制作用更加明显，且随着染毒浓度的增加，无论是在单一作用还是在联合作用的情况下，磺胺类抗生素对土壤 DHA 的抑制作用均减弱。此外，三种磺胺类抗生素单独作用时，SM1 对土壤 DHA 起到最强的抑制作用，SMZ 次之，ST 的抑制作用最弱；三种抗生素两两联合作用时，通过比较也能得到对土壤 DHA 抑制作用的强弱顺序为：SM1 > SMZ > ST 的结论。

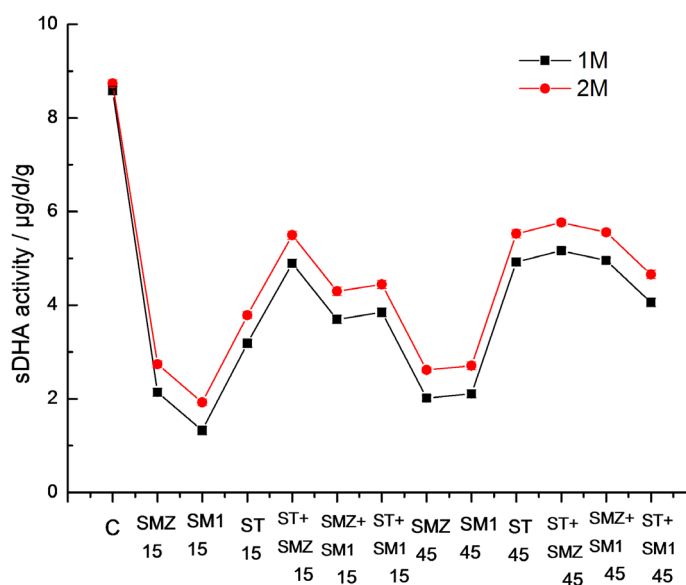


Figure 1. Effects of sulfonamide antibiotics on DHA in earthworm center cultivated soil
图 1. 磺胺类抗生素对蚯蚓中心培养土壤 DHA 的影响

3.2. 磺胺类抗生素对蚯蚓主体土壤 DHA 的影响

在不同浓度磺胺类抗生素(15 mg/kg、45 mg/kg)作用下，蚯蚓主体土壤 DHA 的浓度如图 2 所示。与空白对照组对比同样可得出所用三种磺胺类抗生素无论是单一作用还是两两联合，都会降低培养土壤中 DHA 的活性的结论。且土壤中的 DHA 在培养一个月与两个月后均被显著抑制，且随着染毒时间延长，

酶活性升高,与中心培养土壤 DHA 相比变化趋势相同。同时,单一磺胺类抗生素对土壤 DHA 的抑制作用也比两两联合抗生素的抑制作用更强,且相比高浓度的磺胺类抗生素,低浓度的抗生素会对土壤 DHA 产生更明显的抑制作用。此外,在主体土壤中,对土壤 DHA 起到抑制作用的抗生素同样是 SM1 最强、SMZ 次之、ST 最弱,且主体土壤中的 DHA 活性整体相较中心培养土壤中的 DHA 更低,降幅更小。然而有研究发现重金属或多环芳烃对土壤 DHA 活性的诱导作用[6] [7],这可能是由于污染物性质或受试生物种类的差异。

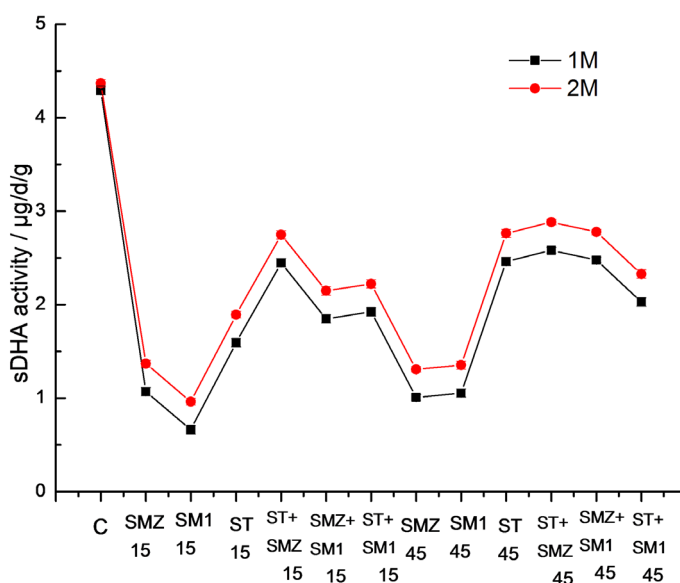


Figure 2. Effects of sulfonamide antibiotics on DHA in earthworm soil
图 2. 磺胺类抗生素对蚯蚓主体土壤 DHA 的影响

4. 结论

1) 土壤 DHA 是一种具代表性的微生物胞内酶[8],如图 1 和图 2 所示,染毒一个月及两个月后,中心培养土壤中的 DHA 活性均被显著抑制,并随染毒时间延长,酶活性升高,主体土壤中的 DHA 活性变化趋势与中心培养土壤基本相同,只是酶活性比中心培养土显著降低。

2) 三种抗生素联合作用下对 DHA 的抑制作用均低于其单一作用效果,复合污染对土壤酶活性的效应与染毒浓度和土壤酶的种类相关。

基金项目

大学生创新项目国家级项目,项目编号:202013663001。

参考文献

- [1] 武庭瑄. 抗生素在土壤中吸附行为的研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北师范大学, 2009.
- [2] 王娜. 环境中磺胺类抗生素及其抗性基因的污染特征及风险研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京大学, 2014.
- [3] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986.
- [4] 戴濡伊, 吴季荣, 徐剑宏, 俞明正, 史建荣. 小麦根际土壤脱氢酶活性测定方法的改进[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(4): 772-776.
- [5] 高军, 宗春琴, 周夏曦, 张裕, 于小彬. 土壤脱氢酶与蛋白酶对酞酸酯污染的动力学响应[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(3): 542-548.

-
- [6] 张平, 甘国娟, 廖柏寒, 曾敏, 李科林. 铅锌矿区重金属复合污染对土壤酶活性的影响[J]. 安全与环境学报, 2013, 13(3): 147-150.
- [7] 汪杏, 沈根祥, 胡双庆, 顾海蓉, 崔春燕, 朱明远, 赵晓祥. 铬(VI)和菲单一及复合污染对土壤微生物酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2016, 35(7): 1300-1307.
- [8] Margesin, R., Walder, G. and Schinner, F. (2000) The Impact of Hydrocarbon Remediation (Diesel Oil and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) on Enzyme Activities and Microbial Properties of Soil. *Acta Biotechnologica*, **20**, 313-333. <https://doi.org/10.1002/abio.370200312>