

化感物质对土壤脲酶活性的影响^{*}

袁光林 马瑞霞 刘秀芬 孙思恩

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要 研究不同的化感物质 FA, 4-*t*-BA, BH 的不同浓度及其混合物对土壤脲酶活性的影响. 研究结果表明, 3种化感物质对土壤脲酶活性均有一定的刺激作用, 其中4-*t*-BA 刺激作用最强, 但持续时间短; BH 的刺激作用弱, 但持续时间长. 不同化感物质对脲酶活性的最大刺激点随时间的不同而不同, 其中4-*t*-BA 的 $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 BH 的 $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 均在第7d, 而 FA 的 $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 在第4d. 各种化感物质混合后, 对脲酶活性的刺激作用要强于单一化感物质的作用.

关键词 化感物质, 脲酶, 土壤, 刺激作用.

Effects of Allelochemicals on Uricase Activity

Yuan Guanglin Ma Ruixia Liu Xiufen Sun Sien

(Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085)

Abstract Three allelochemicals such as ferulic acid(FA), benzaldehyde(BH) and 4-*tert*-butyl-benzoic acid (4-*t*-BA) at different concentrations of single and mixture have been investigated for their effects on uricase activity. The results showed some stimulating effects of allelochemicals studied on uricase activity. 4-*t*-BA among those has more strong effects than others, but the effected time is shorter, and BH has a weak effect but a longer effected time. Allelopathic effects are dependant on the allelochemicals concentration and time of their influence. The strongest effects were 7th day and 4th day for $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of 4-*t*-BA, $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of BH and $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of FA, respectively. The stimulation of mixture of allelochemicals is stronger than a single at same concentration.

Keywords allelochemicals, uricase, soil, stimulation.

化感作用是指一种植物通过向环境分泌化学物质对另一植物或其本身产生影响, 这种影响包括有益和有害2个方面^[1]. 所分泌的化学物质称化感物质. 这一现象广泛存在于农业生态系统中. 土壤中的化感物质来源于植物体, 土壤微生物及植物残体的分解产物^[2]. 不同的生态条件所产生的化感物质不同^[3,4]. 国内关于化感作用的研究起步较晚(80年代末), 有关的研究报道很少.

土壤脲酶在土壤氮素循环中起着重要作用^[5], 能酶解尿素成氨, 导致尿素损失^[6]. 本工作对小麦秸秆腐解过程中产生的3种化感物质^[7]: 阿魏酸(ferulic acid, FA), 4-叔丁基苯甲酸(4-*tert*-butylbenzoic acid, 4-*t*-BA), 苯甲醛

(benzaldehyde BH) 对土壤脲酶活性影响做了初步探讨, 对研究尿素损失机理有一定参考价值.

1 材料和方法

(1) 供试化感物质 FA, 4-*t*-BA, BH.

(2) 供试土壤 采自北京林业大学苗圃, 土壤全氮为0.09%, 总有机质为0.968%, pH 为6.5.

(3) 试验处理 采集的土样过40目筛, 置于

^{*} 国家自然科学基金资助项目(Project Supported by National Natural Science Foundation of China): 39170175, 获1996年中国科学院科技进步二等奖
袁光林: 男, 29岁, 硕士
收稿日期: 1997-08-25

三角瓶内, 分别向土壤中加入上述3种化感物质, 使其在土壤中的浓度分别为50, 100, 200, 500mg•kg⁻¹, 每处理设3个重复, 置30℃恒温培养, 于不同时间内测脲酶活性. 另一处理是将各化感物质按不同浓度(50, 100, 200, 500mg•kg⁻¹)混合后, 拌入土壤, 置30℃恒温培养(3个重复), 于不同时间内测定脲酶活性.

(4) 测试方法 总有机质(重铬酸钾法); 土壤全氮(高氯酸-硫酸硝化法); 脲酶活性(尿素剩余量法).

2 结果与分析

2.1 不同化感物质对脲酶活性影响

结果详见表1

表1 不同化感物质对脲酶活性的影响
(NH₃/干土)/mg•g⁻¹

化感物质	时间/d				
	1	4	7	10	15
CK	1.10	1.38	1.59	1.50	1.90
BH	1.38	2.40	2.50	2.41	2.41
FA	1.31	3.08	1.22	1.72	2.22
4-t-BA	1.15	2.81	5.80	1.72	2.22

1) 化感物质浓度为500mg•kg⁻¹

从表1看出, 同对照相比, 各种化感物质对脲酶活性均显出一定的刺激作用. 但随时间的不同, 化感物质对脲酶活性的刺激作用强度各不相同. 其中4-t-BA 的刺激作用, 在第1周强, 但到第2周迅速下降, 高峰期持续时间短. 在培养的第4d, 它对酶活显示出强烈的刺激作用, 到第7d, 其刺激作用达到顶峰, 几乎为对照的4倍, 随后刺激作用急剧下降, 同对照比, 到第10d时, 刺激作用已不甚明显. FA 的刺激作用相对较弱, 除在第4d的刺激作用较强外, 其余各天的刺激作用都比较弱, 到第7d时, 反而显出一定的抑制作用. BH 对脲酶活性的刺激作用不强, 但作用时间长, 从第4d 到第15d, 都维持在一定的刺激水平, 酶活性变化不大.

2.2 化感物质的浓度对脲酶活性的影响

结果见图1—图3. 从图2看出, 4-t-BA 在500mg•kg⁻¹和200mg•kg⁻¹的刺激作用要明显大于50mg•kg⁻¹和100mg•kg⁻¹时的刺激作用,

并且随时间变化对酶活的影响变化也较大, 第7d 时达到高峰, 然后逐渐下降; 而50mg•kg⁻¹和100mg•kg⁻¹浓度随时间变化则不太明显, 刺激作用也比较弱. 图1表明, BH 在200mg•kg⁻¹时对酶活性的作用和4-t-BA 500mg•kg⁻¹的作用相似. 第7d 达到最大, 然后刺激作用下降, 但是其500mg•kg⁻¹组的刺激作用持续时间长, 从第4d 高峰期到第15d 刺激作用变化不大, 而50mg•kg⁻¹组则随时间的变化逐渐增大, 第15d

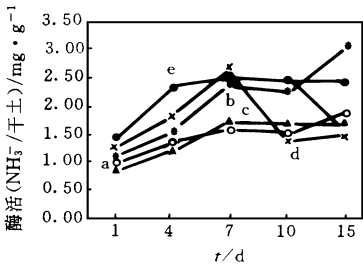


图1 不同浓度的BH 对土壤脲酶活性的影响

a. CK b. 50mg•kg⁻¹ c. 100mg•kg⁻¹
d. 200 mg•kg⁻¹ e. 500mg•kg⁻¹

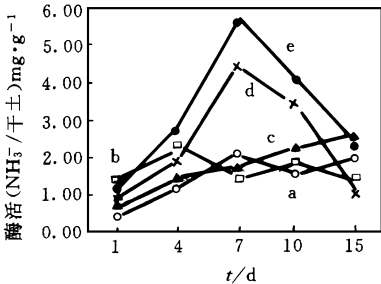


图2 不同浓度的4-t-BA 对土壤脲酶活性的影响

同图1注

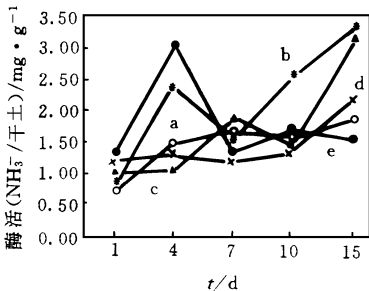


图3 不同浓度的FA 对土壤脲酶活性的影响

同图1注

达到最大值,且超过其它浓度组. $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组在不同时间内变化不大,有时甚至表现出一定的抑制作用.图3表明,FA 各浓度在不同时间内对酶活性作用显著不同, $50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组对酶活的作用随时间变化有一定的起伏,但总的趋势是刺激作用逐渐加强,15d 时达到最强,而 $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 在第4d 对酶活的刺激最强,以后急剧下降到非常低的水平,而 $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 在不同时间内对酶活的影响变化不大,第7d 和第10d 表现出微弱的抑制作用.

2.3 3种化感物质的混合物对土壤脲酶活性的影响

3种化感物质按50, 100, 200, $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的浓度混合后,于第10d 和第20d 采样测定脲酶活性,测定结果列入表2.

表2 化感物质的混合物对脲酶活性的影响(NH_3^- / 干土) / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$

化感物质 浓度 / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	时间 / d	
	10	20
对照	1.06	0.70
50	1.68	1.24
100	1.77	1.54
200	1.71	2.00
500	2.44	2.88

从表2看出,在20d 时3种化感物质混合后,4种浓度对脲酶活性都显示出明显的刺激作用,浓度越高,刺激作用越明显,尤其是在低浓度时,单一化感物质相比,混合后的刺激作用要强得多且持续时间长,这可能与化感物质的协同作用有关^[8].

3 讨论

综上所述,3种化感物质在同一浓度 ($500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 下,4-t-BA 的刺激作用高于FA 和BH.当在不同浓度下进行比较时,仍是4-t-BA 的刺激作用最强.从图2可见,第7d $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的4-t-BA 的酶活是 $5.6\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (NH_3^- / 干土), $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的酶活是 $4.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (干土),而FA 在第4d,刺激作用为高峰,但其酶活性为

$3.0\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (NH_3^- / 干土),比 $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的4-t-BA 低 $2.6\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (NH_3^- / 干土),500和 $200\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ BH 的刺激作用高峰在第7d,酶活性均为 $2.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (NH_3^- / 干土) 与4-t-BA 和FA 的最高峰比较,酶活性均低 $3.1-0.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (干土).因此3种化感物质对脲酶的刺激作用的强弱顺序为4-t-BA > FA > BH.化感物质对脲酶影响的机理目前尚不清楚.脲酶主要来自微生物和植物根分泌等^[9],因此化感物质对脲酶活性影响的可能原因是化感物质进入土壤后,影响微生物区系变化,导致土壤微生物胞内酶,胞外酶比例失调或改变酶的构象,增强脲酶活性.本实验是在实验室内,土壤上没有作物生长的情况下进行的,这种情况和植物生长的复杂环境相比,化感物质对脲酶活性的影响可能有所不同,因此本实验中化感物质对脲酶活性的影响的研究只是一个初步探讨,仍需做进一步的研究.

参 考 文 献

- 1 Einhelig F A, Rasmussen J A. Effects of root exudate sor-goleone on photosynthesis. J. Chem. Ecol., 1993, **19**(2): 369—376
- 2 Devi S R and Prasad M N V. Effects of rerulic acid on growth and hydrolytic enzyme activities of germinating maize seeds. J. Chem. Ecol., 1993, **19**(7): 1293—1303
- 3 Meire W and Megh Singh. Phenoic acid on growth and hydrolytic enzyme activities of germinating maize seeds. J. Chem. Ecol., 1991, **18**(11): 1981—1990
- 4 Rice E L. Allelopathy. 2nd, New York: Academic press, 1984: 203—217
- 5 陈恩凤. 土壤酶的生物学意义(代序). 全国土壤酶学研究文集. 辽宁科学出版社, 1988: 1—4
- 6 蔡贵信. 脲酶抑制剂在提高尿素增产效果中的应用. 土壤学进展, 1989, (5): 1—7
- 7 马瑞霞, 刘秀芬, 袁光林, 孙思恩. 小麦根区微生物分解小麦残体产生的化感物质及其生物活性的研究. 生态学报, 1996, **16**(6): 632—639
- 8 Mansara N B, Tn Thompson, Aclall. The chemistry of allelopathy. Amer. Chem. Soc., Washington D C: 1985: 33
- 9 Connolly M A, Otaode P, Morgan M A. Urease activities and comparative transformations of urea and ammonium nitrate in some Irish soils under laboratory and glasshouse conditions. J. of Life Sciences, 1980, **1**(2): 157—165