

土壤酶对改土培肥和土壤有机污染物的净化作用*

魏 丹

(黑龙江省农科院土肥所)

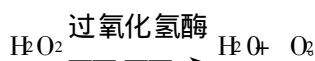
土壤酶是存在于土壤中的生物催化剂,具有催化剂的一般特性。它对土壤中各种植物养分的转化起着重要作用。酶对施入土壤中的肥料和农药等农田物质具有互作影响,活化和抑制作用。根据土壤酶的不同作用,可有效地进行改土培肥和对施入土壤中有机污染物进行净化^[1 2 3]。

土壤酶主要是氧化还原酶和降解酶。对改土培肥具有重要作用的酶主要是氧化还原酶、水解酶。而在净化土壤有毒污染物的酶主要是氧化还原酶类的过氧化物酶和多酚氧化酶^[4]。根据这些酶的特性,开展深入研究,可有效提高其生物活性,达到提高土壤肥力净化土壤环境的作用。

1 土壤酶对改土培肥的作用

土壤酶学的研究,从一开始便与土壤肥力的研究紧密地结合在一起。Hofmann提出了土壤酶活性作为衡量土壤的生物学活性和生产力的指标^[11]。周礼恺(1983)土壤酶活性的总体在评价土壤的肥力水平进行数量化分类是完全可能和可行的^[5]。周卫(1990)在施肥对水稻土壤活性影响中提出:过氧化氢酶、转化酶及尿酶活性与土壤有机质、全氮、水解氮含量呈正相关,而磷酸酶直接影响土壤有效磷的含量^[6]。

1.1 过氧化氢酶(又称接触酶) 过氧化氢酶能分解对土壤和生物体产生毒害的过氧化氢。



1.2 水解酶 是为数极多的一类酶,它参与土壤中有机物的转化,能裂解有机化合物中糖苷键、脂键、肽键、酰胺键以及其它键,把高分子化合物水解成为植物和微生物利用的营养物质。因此研究土壤水解酶类对改土和提高土壤肥力有重要意义。① 磷酸酶:磷酸酶活性的增强可促进含磷有机化合物的水解,使固定的磷得到释放,提高了土壤有效磷的含量。同时磷酸酶的数量受土壤有效磷含量所制约^[7];② 转化酶(蔗糖酶、β-呋喃果糖苷酶):它是表征土壤生物学活性的重要酶。转化酶能裂解二糖(蔗糖)分子中果糖基的β-葡萄糖苷键原子处的键,使蔗糖水解成葡萄糖和果糖;③ 脲酶:脲酶是一种酰胺酶,能酶解有机物质分子中酰胺键的水解。脲酶的作用是极为专性的:它能水解尿素,水解的最终产物是氨和碳酸。因此土壤脲酶活性可表征土壤的氮素状况^[8 9]。



在改土培肥过程中,尽量提高磷酸酶的活性,使土壤中固定的大量 Al-P Fe-P Ca-P

得以释放;同时应用脲酶抑制剂控制氮肥释放速率,使施入的肥料能尽可能地被植物所吸收利用,提高肥料利用率。例如用脲酶抑制剂在生产上来控制尿素的分解速率。

黑龙江省农科院(1994年)研究利用不同状况有机物料对土壤酶活性的影响,以达到改土培肥的作用。通过施用非腐解态和腐解态玉米秸秆,提高土壤酶活性。使土壤转化酶比不施提高36.4%、31.8%;过氧化氢酶提高5.9%、3.6%,磷酸酶提高15.5%、12%,脲酶提高57.3%、8.9%。因此施用不同状态的玉米秸秆是改良土壤的有效办法,也是提高土壤肥力重要途径^[10]。

用土壤酶活性评价土壤肥力。因为酶活性反映了土壤综合状态,一种酶活性与多种土壤性态相联系,其中尤以脲酶、磷酸酶、转化酶为佳,从本质上反映了土壤中氮、碳、磷、钾的转化强度,以及pH和通透性等多种状态。同时酶活性是一种生物指标,它反映了生物的要求及其环境的适应能力。土壤酶活性不仅反映了土壤性态的状况,而且反映了土壤的动态变化,因此,土壤酶活性具有综合性、生物性和动态性三个优点,作为土壤肥力指标是很有意义的^[3]。

2 酶对土壤有机污染物的净化作用

酶具有催化剂的性质,可催化有机质的合成、降解和转化。利用酶技术处理和净化土壤及有关环境中的有机污染^[4]。农药在土壤中大量投入的今天,这一问题的研究尤为重要,与微生物相比,酶在降解和净化农药污染方面更具有重要意义:①酶不受微生物代谢抑制因子的影响;②酶可以在较大范围的极端环境下发挥作用;③即使农药的浓度相当低,酶也能进行催化;④酶不受微生物吞食者和毒素的影响;⑤不同于微生物对有机物的吸收机制,酶受底物扩散和渗透的影响较小;⑥由于体积小,酶在土壤中移动性强^[12]。

目前能产生这种催化反应的土壤酶主要是氧化还原酶类的过氧化物酶和多酚氧化酶^[13]。

2.1 过氧化物酶 在土壤中由于微生物的活动和某些氧化酶的作用,在土壤中形成了过氧化氢,土壤中的过氧化物酶能利用这些氧化物中的氧,来氧化土壤中有机物质(例如含酚、胺及某些杂环化合物的农药)。

研究得最多的过氧化物酶来源于辣椒、辣根,过氧化物酶含有一个亚铁卟啉(血红素)基因,分子量接近10000,这种酶可催化一系列酚类和苯胺化合物聚合。

2.2 多酚氧化酶主要有酪氨酸酶和漆酶 ①酪氨酸酶是催化多酚化合物合成的含铜酶,这种酶主要催化两种类型的反应为:一元酚的邻位羟基化和邻位二元酚向邻醌的氧化;②漆酶:漆酶分子中含有多个中心铜原子,在酚类物质的氧化过程中产生游离基因。由于这种酶的不稳定性,游离基因可继续进行氧化还原反应,或者与其它酚类化合物交联。漆酶对一系列底物有专性,能氧化一元、二元、多元酚以及芳香胺化合物。黄巧云(1997年)土壤酶学研究的某些进展中提出,催化氧化偶合反应的酶类首先氧化敏感的有机化合物为不稳定的游离基因,游离基然后与邻近的分子反应生成聚合物。交联偶合导致酚化物分子之间形成C-C键和C-O键,使芳香胺之间形成C-N键和N-N键^[4]。

酶是一种蛋白质分子,以游离状态存在的酶易受环境条件变化的影响而失活。而固定态酶在极端环境下的稳定性大幅度提高,酚抗分解的能力增强,而且固定态的酶还可以重复使用,有较高的利用效率^[12]。所以,开展酶对环境污染治理的研究,寻求合适的固定态酶和活性是十分必要的。并越来越受到土壤环境工作者的重视。Gianfreda和Bollag(1994)将来源于真菌的漆酶、辣根过氧化物酶和麦芽酸性磷酸酶等固定在蒙脱石、高岭石和一种粉质土壤上,漆酶和过氧化物酶可维持高的活性,但磷酸酶的活性降低^[14]。

3 土壤酶学的研究发展方向及今后的工作任务

土壤组分中酶是其中最活跃的有机成分之一,是土壤中所有生物化学反应的催化剂,它驱动着土壤的代谢过程,对土壤圈中养分元素的循环和污染物净化起着重要作用。从这一领域发展动态看土壤酶学的今后发展方向为:

- 3.1 深入研究土壤酶的特性,应用土壤酶作用开展改土培肥和提高肥料利用率的研究。
- 3.2 深入研究酶与不同土壤胶体物质特别是有机-无机复合体的固定机制,探讨不同类型外源物质如重金属离子、农药等的结合态酶活性的机理。
- 3.3 寻求能降解和净化有机污染物新的土壤酶类,研究提高固定态酶活性的技术和方法。

土壤和环境领域的科学工作者,面对 21 世纪土壤中、低产田的改良和土壤环境污染的治理,应有效利用土壤酶的特性,充分发挥土壤酶的优势,提高土壤肥力,改良中、低产田,提高肥料利用率。同时寻求能降解和净化土壤中的农药、塑料等物质的新的酶类,并提高其活性,来净化我们的土壤环境,保护我们赖以生存的土地资源。

参 考 文 献

- 1 黄巧云、李学垣.粘粒矿物、有机质对酶活性的影响.土壤学进展,1995,23(4): 12~ 18
- 2 关松荫.土壤酶及其研究法.农业出版社,1986. 1~ 13
- 3 梁成华、唐咏、苏雨贵.酸性冷浸田改良对土壤微生物和酶活性的影响.迈向 21 世纪的土壤与植物营养科学,中国农业出版社,1997. 233~ 235
- 4 黄巧云、陈雯莉.土壤酶学研究的某些进展.迈向 21 世纪的土壤与植物营养科学,中国农业出版社,1997. 208~ 214
- 5 周礼恺、张志明、曹承绵.土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中的作用.土壤学报,1983,20(4): 413~ 418
- 6 周卫.施肥对水稻土酶活性的影响.第三届全国青年土壤科学工作者学术讨论会论文集,1987. 50~ 51
- 7 汪远品、王小东.贵州东部主要低产水稻土酶活性的研究.中国土壤学会 1987 年学术年会论文集,1987. 59~ 60
- 8 李双霖、薛由保.不同脲酶抑制剂对尿素在土壤中分解速度的影响.中国土壤学会 1987 年学术年会论文集,1987, 62 ~ 63
- 9 周礼恺.土壤酶学.科技出版社,1987. 292~ 293
- 10 王英.不同状态有机物料对土壤培肥作用的研究.现代土壤科学研究,中国科技出版社,1994. 389~ 390
- 11 Hofmann, E. Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. Z. Pflanzenernähr., Dung., Bodenk., 1952, 56(101): 68
- 12 Nunipien, P. and J. - M. Bollag, J. Environ. Qual, 1991, (20): 510~ 517
- 13 Bollag, J- M. C. J. Myers and R. D. Minard. Sci. Total Environ., 1992, 123~ 124 205~ 217
- 14 Gianfreda, L and J. - M. Bollag, In Soil Biochemistry (G. Stotzky and J. - M. Bollag eds.) 1996, 123~ 193, Marcel Dekker, Inc.