

不同处理对生物有机无机复合肥 活菌数和酶活性的影响

张 辉¹, 李维炯², 倪永珍²

(1. 天津师范大学城市与环境科学学院, 天津 300074; 2. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘 要: 采用室内培养分析测试方法, 研究了不同处理对生物有机无机复合肥的有效活菌总数和酶活性变化的影响。结果表明, (1) 添加低量(3% 纯氮) 尿素对肥料有效活菌总数未产生显著不良影响, 达到 1.54×10^9 个 $\cdot g^{-1}$, 是不加尿素处理的 72.30%。180 d 时有效活菌总数只下降了 25.35%, 不影响肥料质量。添加高量(6% 和 9% 纯氮) 尿素, 有效活菌总数明显偏低, 仅为 5.25×10^5 个 $\cdot g^{-1}$ 和 4.83×10^5 个 $\cdot g^{-1}$ 。(2) 生物有机无机复合肥中蔗糖酶活性较高, 脲酶活性处于中等水平, 磷酸酶活性较低。添加低量尿素对蔗糖酶、磷酸酶活性有轻微抑制作用, 但可提高脲酶活性。

关键词: 有效活菌总数; 蔗糖酶; 脲酶; 磷酸酶; 生物有机无机复合肥

中图分类号: S143.6 文献标识码: A 文章编号: 1672 – 2043(2004)01 – 0132 – 04

Effects of Different Treatments on Counts of Living Bacteria and Enzyme Activities in Biological – Organic – Inorganic Compound Fertilizers

ZHANG Hui¹, LI Wei-jiong², NI Yong-zhen²

(1. College of City and Environmental Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China; 2. College of Resources and Environment, CAU, Beijing 100094, China)

Abstract: A lab test was conducted to reveal the living bacteria counts and enzyme activities in a biological – organic – inorganic compound fertilizer. The results showed that: (1) there was little remarkable negative influence on the living bacteria counts in the tested fertilizer receiving a low dose (3% pure nitrogen) of urea. The living bacteria counts in this fertilizer were found to be 1.54×10^9 , just 72.30 % of the counts for the control. The total number of living bacteria declined by 25.35 % in 180 days, exhibiting little impact on the fertilizer quality. There was an adversely remarkable influence on the living bacteria counts in the fertilizer receiving a high dose (6% and 9% pure nitrogen) of urea. The living bacteria counts for the two cases only were 5.25×10^5 and 4.83×10^5 respectively. (2) Invertase activity in the fertilizers was relatively high, while urease activity was in next, and phosphatase activity was low. It has been also found that invertase and phosphatase activities were inhibited slightly by adding a low dose of urea, while urease activity was promoted even at the low dose of urea.

Keywords: living bacteria count; invertase activity; urease activity; phosphatase activity

现代肥料生产中, 针对化肥、传统有机肥和生物肥料的优缺点, 把它们有机地结合起来, 开发新型肥料具有广阔的应用前景。生物有机无机复合肥以作物秸秆和鸡粪为主要原料, 加入多功能复合微生物菌

剂, 配以一定比例的无机养分, 集微生物独特的生理调节功能、无机化肥的高效性和有机肥的长效性于一体, 达到种养结合和农业可持续发展的目的。生产生物有机无机复合肥还可以利用微生物的特定功能将有机废弃物进行无害化处理变废为宝, 使资源得到充分利用, 环境得到改善和净化。但是在生物有机无机复合肥生产和保存过程中, 无机化肥成分必然会对肥料中的微生物产生一定程度的影响, 从而影响肥料质量。针对这一问题, 本实验通过长期跟踪测定, 研究了不同化肥浓度和加入时间对生物有机无机复合肥有

收稿日期: 2003 – 03 – 21

基金项目: 黄淮海平原周试区“十五”攻关课题“黄淮海平原高产优质、高效农业结构模式与技术研究”项目资助

作者简介: 张 辉(1972—), 女, 生态学博士, 在学期间主要从事固体有机废弃物处理与生物有机无机复合肥制作方面的研究。

E – mail: zhang_hui69@163.com

效活菌数和酶活性的影响,为其工厂化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

将粉碎的鸡粪、稻糠、氟石粉混合均匀,将等量的

复合微生物菌剂(代号为 FW)和糖蜜溶于适量水中与混合物搅拌均匀,压紧密封于不透气的塑料袋中,30 ℃ 恒温箱中发酵两周。分别在发酵时和发酵后加入尿素、过磷酸钙和硫酸钾,以纯养分含量计,尿素设 3%,6%,9% 3 个浓度水平,过磷酸钙和硫酸钾浓度均为 5%,且固定不变。则各处理如表 1 所示。

表 1 试验处理表
Table 1 List of various treatments in the present study

代号	处理过程
CK	自然发酵,不接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾,不加尿素
FW	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾,不加尿素
I3	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾和 3% 尿素
I6	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾和 6% 尿素
I9	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾和 9% 尿素
II3	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾,发酵后加入 3% 尿素
II6	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾,发酵后加入 6% 尿素
II9	接种 FW,发酵时加入 5% 的过磷酸钙、硫酸钾,发酵后加入 9% 尿素

发酵好的肥料于 20℃ 恒温箱中保存 180 d,于 0 d,15 d,45 d,90 d,180 d 取样测定有效活菌总数和酶活性。

1.2 分析测定方法

有效活菌数采用平板稀释法^[1]。蔗糖酶采用关松荫比色法^[2]。脲酶采用关松荫比色法^[2]。磷酸酶采用改进的 Hoffman 法^[3]。

2 结果分析

2.1 不同处理对肥料有效活菌数的影响

作为代表生物肥料发展趋势的生物有机无机复合肥,肥料中的的无机化肥成分对其中的微生物是否有影响以及影响程度,关系到此种产品的质量高低和作用效果,所以有必要对其有效活菌数进行长期的跟踪测定,用以了解肥料性质的变化和确定有效使用期。本研究对各处理进行了为期半年的跟踪测定,结果如表 2。

本研究中有有效活菌总数指细菌、真菌、放线菌 3 类微生物数量的总和。从表 2 可以看出,经过厌氧发酵,FW 处理的活菌总数稍高于对照,而处理 I3 的活菌总数比 FW 处理略低,相当于 FW 处理的 72.3%,说明加入少量尿素对活菌总数不会产生巨大影响,在生物肥料中加入少量化肥是可行的。而 I6、I9 两个处理由于加入了高浓度尿素,在 pH 值较低的情况下产生大量的铵离子对微生物产生毒害作用,从而活菌总数较低,比 FW 处理低 4 个数量级。从表 2 还可以看出,在发酵以后加入比先加入尿素活菌总数高,但差异不显着。

另外,在保存的 180 d 中,各处理的活菌总数并不是一成不变的,而是在一定范围内波动,这是微生物种群自我调节的结果。II6、II9 处理的活菌总数在第 15 d 发生大幅度下滑,是由于添加的高剂量尿素水解后产生大量铵离子对微生物产生伤害,从而导致这个微小系统的崩溃。

表 2 各处理不同时期有效活菌总数(个·g⁻¹)
Table 2 The total counts of living bacteria with different treatments at every stages

处理	0 d	15 d	45 d	90 d	180 d	增减%
CK	1.77 × 10 ⁹ aA	1.46 × 10 ⁹ bB	2.34 × 10 ⁹ bB	1.05 × 10 ⁹ cC	1.44 × 10 ⁹ bB	- 18.5
FW	2.13 × 10 ⁹ aA	2.21 × 10 ⁹ bB	2.30 × 10 ⁹ cC	1.53 × 10 ⁹ cC	2.32 × 10 ⁹ cC	+ 9.00
I3	1.54 × 10 ⁹ aA	1.33 × 10 ⁹ bB	1.68 × 10 ⁹ bB	1.30 × 10 ⁹ cC	1.15 × 10 ⁹ bB	- 25.35
I6	4.27 × 10 ⁵ bB	3.29 × 10 ⁵ aA	1.80 × 10 ⁵ aA	1.19 × 10 ⁵ aA	1.16 × 10 ⁵ aA	- 72.84
I9	3.63 × 10 ⁵ cB	3.13 × 10 ⁵ aA	1.35 × 10 ⁵ aA	1.03 × 10 ⁵ aA	0.88 × 10 ⁵ aA	- 75.76
II3	2.40 × 10 ⁹ aA	1.86 × 10 ⁹ bB	2.26 × 10 ⁹ cC	2.20 × 10 ⁹ dC	1.25 × 10 ⁹ bB	- 23.02
II6	2.34 × 10 ⁹ aA	5.25 × 10 ⁵ aA	2.36 × 10 ⁵ aA	1.97 × 10 ⁵ aA	1.59 × 10 ⁵ aA	- 99.99
II9	2.37 × 10 ⁹ aA	4.83 × 10 ⁵ aA	1.36 × 10 ⁵ aA	1.41 × 10 ⁵ aA	1.06 × 10 ⁵ aA	- 99.99

2.2 不同处理对肥料酶活性的影响

本试验对影响碳、氮、磷转化的蔗糖酶、脲酶、磷酸酶进行了长期连续测定,研究了其发展变化规律。

2.2.1 不同处理蔗糖酶活性变化

从表 3 可以看出,各处理的蔗糖酶活性都比较高。这是由于肥料中含有大量秸秆,能够提供较多的蔗糖酶酶促基质;同时,秸秆在腐熟过程中胞内酶释放为胞外酶,所以各处理都显示出较高的酶活性。各处理之间蔗糖酶活性高低顺序为:FW 处理高于 CK,不加尿素处理的高于加少量尿素处理的,显著高于加

高量尿素处理的。这是由于蔗糖酶在酸性环境中的酶活性最高,加入 FW,其中的乳酸菌发酵产生大量的有机酸,创造了适宜的酸性环境,从而提高了酶活性。而加入尿素,尿素水解呈碱性,不利于酶活性的提高。加入高量尿素对微生物的数量有显著影响,而微生物在生长繁殖过程中分泌一定数量的酶,从而间接影响了蔗糖酶活性。另外后加尿素处理的酶活性稍高于先加尿素处理的酶活性。在 180 d 内,各处理的蔗糖酶活性都处在上下变动之中,与活菌数的变化有相似之处但又不完全符合。

表 3 各处理不同时期蔗糖酶活性(葡萄糖 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$)
Table 3 Invertase activity with different treatments at every stages

处理	0 d	15 d	45 d	90 d	180 d
CK	48.888 2cC	73.382 9eD	118.186 9dC	38.574 7cCD	58.093 8dD
FW	53.208 7cdCD	82.412 9fD	120.126. 2dC	47.232 9dD	68.118 0dD
I3	33.554 1bB	41.847 6cB	53.117 7bcAB	24.890 7bB	21.098 3bB
I6	18.252 0aA	35.003 1bcB	37.135 6aA	6.245 3aA	18.737 6aA
I9	15.911 1aA	21.502 4aA	32.020 2aA	5.428 6aA	12.158 0aA
II3	56.392 1dD	55.188 3dC	60.815 9cB	26.306 6bBC	30.516 3cC
II6	54.163 2dCD	31.701 9bB	40.647 0abAB	10.407 2aA	18.923 3bAB
II9	64.428 7eE	31.600 1bB	35.494 4aA	8.786 9aA	17.761 8bAB

2.2.2 不同处理脲酶活性变化

从表 4 可以看出,各处理的脲酶活性处于中等水平,这使尿素的分解不会太快也不会太慢,是一个匀速释放过程。表 4 中添加尿素处理的脲酶活性高于不加尿素处理的,但并不与添加的浓度成正比,只是有

增加的趋势。所以说适量添加尿素,增加了酶促反应基质,有利于脲酶活性的提高。在保存期内,各处理的脲酶活性都呈缓慢增加的趋势,但当增加到一定数值时,就会发生回落。从而说明脲酶有一个保护容量,其活性最后总是趋向于其保护容量。

表 4 第一批不同时期脲酶活性($\text{NH}_3 - \text{N}$ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot 12 \text{ h}^{-1}$)
Table 4 Urease activity with different treatments at every stages

处理	0 d	15 d	45 d	90 d	180 d
CK	0.636 6aA	0.550 8bB	0.526 4aA	0.643 9aA	0.590 8aA
FW	0.716 3bcABCD	0.599 4bcBC	0.543 8abA	0.690 1aA	0.657 3abAB
I3	0.726 1bcABCD	0.601 6bcBC	0.759 3cB	0.804 8bB	0.774 4cdCD
I6	0.781 9cD	0.647 7cdCD	0.862 9dC	0.894 2cBC	0.806 1dCD
I9	0.774 6cCD	0.699 0dD	0.873 1dC	1.093 7dD	0.823 1dCD
II3	0.681 7abAB	0.566 3bBC	0.558 4abA	0.861 8bcBC	0.709 1bcBC
II6	0.688 6abABC	0.542 1bAB	0.600 2bA	0.913 5cBC	0.786 4cdCD
II9	0.737 2bcBCD	0.457 5aA	0.597 5bA	0.925 9cC	0.843 2dD

2.2.3 不同处理磷酸酶活性变化

从表 5 可以看出,各处理的磷酸酶活性不高,其主要原因是肥料中含无机磷化肥,有效产物与酶促产物相同,从而抑制了磷酸酶活性。加入尿素也会降低磷酸酶活性,主要原因是加入尿素导致 pH 值增高,从而抑制了酸性磷酸酶的活性,尤其是高量尿素对磷酸酶活性的影响更为明显。FW 处理的磷酸酶活性高于对照,一方面是由于其 pH 值适合磷酸酶的酶

促反应条件,另一方面也是其中大量微生物作用的结果。随时间进程,各处理的磷酸酶活性变化不大。

3 结论

(1) 试验结果初步明确了复合微生物群和无机氮肥之间的数量关系,为生物有机无机复合肥生产中,确定合理的无机氮肥添加浓度提供了依据。本研究中以添加低量尿素(纯氮 3%)对有效活菌总数的影响

表 5 各处理不同时期磷酸酶活性(酚 mg · g⁻¹ · 12 h⁻¹)

Table 5 Phosphatase activity with different treatments at every stages

处理	0 d	15 d	45 d	90 d	180 d
CK	0. 666 6cC	0. 618 8dC	0. 783 8eD	0. 695 0cC	0. 650 0cC
FW	0. 676 7cC	0. 637 2dC	0. 802 3eD	0. 732 3cC	0. 676 7cC
I3	0. 372 6bB	0. 350 7cB	0. 454 5cC	0. 295 2bB	0. 265 5bB
I6	0. 258 9bB	0. 225 4abA	0. 300 6aAB	0. 202 8aA	0. 194 7aA
I9	0. 202 6aA	0. 217 5abA	0. 278 0aA	0. 168 8aA	0. 176 3aA
II3	0. 689 1cC	0. 567 1dC	0. 609 6dC	0. 305 7bB	0. 271 9bB
II6	0. 732 3cC	0. 292 6bcAB	0. 332 6bB	0. 177 6aA	0. 159 3aA
II9	0. 738 6cC	0. 198 8aA	0. 273 8aA	0. 193 9aA	0. 184 9aA

最小,其有效活菌总数达到 1.86 × 10⁹ 个 · g⁻¹,且在半年内都保持较高的生物活性。添加 6% 和 9% 尿素对有益微生物的存活有显著抑制作用,其有效活菌总数下降了 4 个数量级。

(2) 各处理蔗糖酶活性都比较高,有利于有机物质的分解。各处理脲酶活性处于中等水平,有利于尿素的匀速缓慢释放。各处理磷酸酶活性不高,其主要原因是肥料中含无机磷化肥,有效产物与酶促产物相同,从而抑制了磷酸酶活性。

(3) 在肥料中添加低浓度尿素和一定浓度的无机

磷钾肥,对有效活菌总数和主要酶活性未产生显著的不良影响,不会影响其品质和施用效果,可以进一步开发进行工业化生产。

参考文献:

[1] 李元芳. 有效活菌数的测定方法、允许差与判定[J]. 土壤肥料, 1997(4): 43 – 44.
[2] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
[3] 赵兰坡. 土壤磷酸酶活性测定方法的探讨[J]. 土壤通报, 1986, 17(3): 19 – 24.