

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C05F 7/00

C05F 3/00 C05F 15/00



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 96194749.7

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1104399C

[22] 申请日 1996.4.18 [21] 申请号 96194749.7
[30] 优先权
[32] 1995. 4.25 [33] GB [31] 9508400.0
[86] 国际申请 PCT/IB96/00346 1996.4.18
[87] 国际公布 WO96/33961 英 1996.10.31
[85] 进入国家阶段日期 1997.12.12
[71] 专利权人 阿格罗诺瓦公司
地址 挪威奥斯陆
[72] 发明人 E·菲耶尔多尔 O·瓦尔多尔
S·斯莱恩斯沃尔德 P·雅各布森
[56] 参考文献
FR2632808 1989.12.22 A01C3/02
FR2709304 1995.03.03 C02F1/50
US3867284 1975.02.18 C02B3/08
审查员 靖 瑞

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 卢新华 罗才希

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 肥料及制备该肥料的方法

[57] 摘要

公开了一种由一种有机废料制备肥料的方法，该方法包括用足够降低 pH 至少 2.0pH 单位量的二氧化氮或其母体处理水含量不大于 90%(重量)并已碱化过的废料。该方法制备出一种有机肥料，其中以氮氧化物形式的氮百分比(重量)高于以铵离子形式氮的百分比(重量)。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种由含水量不大于 90 重量%和 pH 为 9.0 或高于 9.0 的污泥制造肥料的方法, 该方法包括将二氧化氮以足以将其 pH 降低至少 2.0 pH 单位的量加入所述污泥中。
- 5 2. 一种由污泥制备肥料的方法, 所述污泥包含有不大于 90 重量%的水, 该方法包括的步骤有:
 - (a) 将选自 CaO 、 KOH 、 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaCO_3 的一种碱以足以使其 pH 提高至少 2.0 pH 单位的量加入所述的污泥中, 并且
 - (b) 将二氧化氮以足以将其 pH 降低至少 2.0 pH 单位的量加入步骤
 - 10 (a) 所制得的物料中,附带的条件是步骤 (a) 中所用的碱不是氨。
3. 权利要求 2 所述的方法, 其中以足以将其 pH 提高至 10.0 或高于 10.0 的量加入所述的碱和以足以将其 pH 降低至 8.0 或低于 8.0 的量加入所述 NO_2 。
- 15 4. 权利要求 2 或 3 所述的方法, 其中在步骤 (b) 中以足以抵消由步骤 (a) 中所加的碱所造成的 pH 增高的量加入 NO_2 , 从而使 pH 基本上恢复到起始材料的 pH。
5. 权利要求 2 或 3 所述的方法, 其中步骤 (b) 中所加 NO_2 的量超过为使污泥 pH 恢复到起始材料 pH 所需的量, 并且该方法包括将氨加入
- 20 所述污泥的补充步骤 (c) 中。
6. 权利要求 1 所述的方法, 其中所加 NO_2 的量超过将所述污泥的 pH 恢复到中性所需的量, 并且该方法包括将氨加入所述污泥的补充步骤。
7. 权利要求 1 或 6 所述的方法, 其中在添加所述 NO_2 或添加氨之后
- 25 将所述污泥干燥。
8. 权利要求 2 - 4 中任一项所述的方法, 其中将步骤 (b) 中所制得的物料干燥。
9. 权利要求 5 所述的方法, 其中将步骤 (c) 中制得的物料干燥。
10. 上述权利要求中任一项所述的方法, 其中所述污泥包含有 50 -
- 30 90 重量%水。
11. 权利要求 10 所述的方法, 其中所述污泥的固体含量为 20 - 35 重量%。

12. 上述权利要求中任一项所述的方法, 其中在肥料制造的方法之前, 使所述污泥通过一个研磨机或切碎机以产生均匀颗粒度的泥浆。
13. 上述权利要求中任一项所述的方法, 其中在肥料制备的方法之前, 分析所述污泥的植物养料、金属和毒素的含量。
- 5 14. 权利要求 2 所述的方法, 其中步骤 (a) 中加入的碱是 CaO 。
15. 上述权利要求中任一项所述的方法, 其中所述 NO_2 以气体或液体形式加入到污泥中去。
16. 权利要求 15 所述的方法, 其中所述 NO_2 与氧同时注入所述污泥中。
- 10 17. 权利要求 15 所述的方法, 其中在加入所述 NO_2 之前或之后, 将氧加入所述污泥中。
18. 权利要求 1 - 17 中任一项所述的方法, 其中将所述 NO_2 作为其母体形式加入污泥中。
19. 权利要求 18 所述的方法, 其中将四氧化二氮作为其母体形式加入污泥中。
- 15 20. 上述权利要求中任一项所述的方法, 其中加入 NO_2 的量为最终产物重量的 10% - 45%。
21. 权利要求 2 - 5 和 7 - 20 中任一项所述的方法, 其中在步骤 (a)、(b) 或 (c) 之前或期间或之后将补充养料加入所述污泥中。
- 20 22. 权利要求 1 或 6 所述的方法, 其中将补充养料加入所述污泥中。
23. 权利要求 21 或 22 所述的方法, 其中补充养料选自氮、磷、钙、镁、硫、钾和它们的盐类。
24. 上述权利要求中任一项所述的方法, 该方法是一种在密闭容器中进行间歇式方法。
- 25 25. 上述权利要求中任一项所述的方法, 该方法是一种连续方法。
26. 权利要求 7 - 25 中任一项所述的方法, 其中在干燥步骤期间, 将所述污泥的水含量降低至 20 重量%或更低。
27. 权利要求 26 所述的方法, 其中将干燥后的有机肥料形成颗粒。
28. 一种有机废料基的肥料, 其中以氮的氧化物形式的氮的重量百分比高于以铵离子形式的氮的重量百分比。
- 30 29. 权利要求 28 所述的有机废料基肥料, 其中大于 50% 的总氮含量是以硝酸根和亚硝酸根的形式存在。

30. 权利要求 28 或 29 所述的肥料，其中每克耐热大肠杆菌类数目小于 2500。

肥料及制备该肥料的方法

本发明涉及一种肥料以及利用一种有机废料，例如污泥或其他有机家庭、工业或农业废料作为起始物料制备该肥料的方法。本发明的方法制得一种有机肥料，该肥料是稳定的，对环境无害并且与原始废料相比富集了氮。此外，最终产物中的微生物数目大大低于由各种管理机构对这类物料所规定的安全上限并且足以低至肥料中的氮含量在施用于土壤之前不被微生物的代谢所降低。已经表明，本发明的肥料与常规无机肥料一样对改进作物产量有效。

当前，无机化学肥料已控制了肥料市场许多年。但是，新近认识到，全部使用无机肥料对土壤的微生物补充植物养分的自然能力有害。这些无机肥料不含有可补充由于侵蚀造成的表土损失的有机物料，从而在使用时易于到达水库、河流和湖泊，造成污染。

考虑到这些缺点，使用以有机物料为基的肥料，由于它们能使土壤肥沃而对环境无显著害处，变得日益普遍起来。有机废料，如污泥和其他有机家庭、工业和农业废料是转化成有机肥料的良好选择物，因为它们能大量得到并且这些废料的处理本身是一个环境问题。

为将有机废料转化成有机肥料已知有一系列方法。然而，切实可行的工业生产方法已表明是难以确定的。理想的是，该方法应能固定或富集有机废料的氮含量、水解有机成分以提高其被土壤微生物和植物所新陈代谢的适应性以及减少有机废料的微生物数目。已采取了各种不同的方法力求并达到这些目标。例如，通过使用一种外热源将废料暴露于高温（巴氏灭菌，干燥）达到了对有机废料的灭菌或消毒。然而，这种处理不能达到任何的养分富集。要不可将废料堆肥，但这要花几星期或几个月并且导致大量含高水分的物料，这对用作肥料很不方便。

富集有机废料的养分含量和造成有机成分水解的方法也是已知的。例如，US - A - 5125951 公开了通过分别用硝酸或磷酸处理，将污泥中的氮转化成热稳定化合物，如硝酸铵和磷酸氢二铵。水解有机成分和某些废料的消毒结果形成的另一已知方法是用酸处理有机废料以使有机成分水解并降低 pH。而后添加碱，通常是氨，以将 pH 提高到适于施用

于土壤的 pH 1。添加氨增高了氮含量而侵蚀性的 pH 变化降低了微生物的数目。在 US - A - 4743287, EP - A - 0428014 和 WO91/16280 中公开了使用例如磷酸或硫酸以使废料酸化的工艺方法。在 GB - 424260 中公开了酸化剂为二氧化氮的类似方法。

5 所有这些现有技术方法的共同特色是,在添加碱将 pH 恢复到约为中性以前,首先进行废料的酸化。现在,本发明人已作出了未预期到的发现,当通过添加碱首先使原始废料的 pH 升高,随后用二氧化氮酸化时,可减少反应时间并显著提高方法的效率。这些效率的改进使得由废弃物料生产肥料成为工业上可行,特别是,因为某些废料,例如污泥,在运
10 输和清理前为了稳定和消毒经常用碱处理。此外,这样一种方法达到了富集氮和消毒的双重目的,同时产出以亚硝酸根和硝酸根形式的总氮含量大于 50 % 的稳定而环境上可容许的产物。

从而,按照本发明的第一方面,提供了一种由含水量不大于 90 % (重量) 和 pH 约 9.0 或高于 9.0 的碱性有机废料制备肥料的方法,该方法包
15 括将二氧化氮或其母体以足够将 pH 降低至少 2.0 pH 单位的量,加入所述的碱性废料中。

在本发明的第二方面中,本发明提供了一种由未预先碱化的,含有不大于 90 % (重量) 水的有机废料制备肥料的方法,该方法通过首先将氮以外的一种碱以足够提高 pH 至少 2.0 pH 单位,较佳的是将其升高至
20 约 10.0 或以上的量,加入有机废料中,并随后将二氧化氮 (NO_2) 或其母体以足够使 pH 降低至少 2.0 pH 单位,较佳将其降低至 8.0 或更低的量加入该废料中。

这些方法能制备足以供许多用途的,总氮含量为干重量计的约 5 % - 约 9 % 的肥料。然而,这些方法可适于制备总氮含量最高达约 15 % (干重) 的肥料。加入 NO_2 的量通常是达到抵消由于添加碱造成的 pH 增高的程度,以使 pH 恢复到起始材料的 pH。所需碱和 NO_2 的正确化学计量可由普通技术人员方便地计算出来。根据增加所加入的碱量,必须添加更多的 NO_2 以供中和,这具有进一步使废料富集氮的作用。

作为一种可供选择的方案,可通过加入超过将废料的 pH 恢复到中性
30 所需量的 NO_2 或其母体,并从而提高酸化程度达到更高的总氮含量。然后可通过加入氨恢复中性。最后添加氨进一步提高了总氮含量,并且对

高氮肥料特别有利，因为相对于 NO_2 的低分子量可使废料的氮含量提高，而不会显著增加质量。然而，由于氨的挥发性，较佳的是产物的最终 pH 略为酸性，因为这可减轻太多的氨损失到大气中去。

在按本发明方法制得的有机肥料中，以二氧化氮形式，例如亚硝酸根和硝酸根的氮的重量百分比高于以铵离子形式氮的重量百分比。这甚至到最后阶段中加入氨的那些本发明的实施方案中也是这样，因为富集氮的主体是由 NO_2 提供的。如果不添加氨，那么制得的肥料中大于 50% 重量的总氮是以硝酸根和亚硝酸根形式存在的。这使本发明的肥料高度有效。已知现有技术的由有机废料制备肥料的方法达不到这样水平的硝酸根和亚硝酸根。

为制备适用于土壤并易于贮存和运输的肥料，在上述各种工艺步骤之后，通常将废料干燥。较佳的是达到水含量为 20 %（重量）或更低。可使其经受下面另外讨论的补充处理。

任何工业、家庭或农业废料，只要含有有机成分并且不包含过量重金属和其他毒素都适于用本发明方法转化成肥料。污泥不管是未处理过的或已碱化使其适于运输和处理的，均是特别适宜的起始材料。较佳的是，废料的水含量应为约 50 - 90 %（重量）并且最合适的材料是固体含量为约 20 - 35 %（重量）的那些材料。当然可适当地调节任何有机废料的水含量以用于本发明的方法。

本发明的方法可以在密闭间歇式反应器中，于常压下或较佳地在增压下进行，直至反应周期完成。而后可将压力降低以使废气排出。另一可供选择的方案是，本发明的方法可以是一种连续供给起始材料和连续排放最终产物的方法，在沿有机废料输送路线的适当注入位置，加入碱、 NO_2 和任何其他添加物。此外，在混合和反应阶段期间较佳的是升高压力、同时在收集产品阶段降低至常压或低于常压以排除残存气体。较佳的是，使间歇式反应器或连续供料设备隔热以防热损耗。

如上所述，本发明人已发现，在添加酸之前，已预先碱化的废料具有一系列现有技术已知方法没有的优点。最初的碱化不应用氨进行，因为氨在加入事先未酸化的废料中时挥发性大。然而，适于添加的碱性化合物为氧化钙（石灰 CaO ）、氢氧化钾（ KOH ）、氢氧化钠（ NaOH ）、氢氧化钙（ Ca(OH)_2 ）和碳酸钙（ CaCO_3 ）。氧化钙是用于本发明方法

的特别优选的碱。如上所述，污泥可以在污水处理厂用石灰（CaO）处理。此外，CaO与水反应形成Ca(OH)₂，从而对废料具有干燥作用。也形成磷酸钙，该磷酸钙在用NO₂使pH恢复到中性时变成水溶性，从而提高了植物可利用的磷的量。

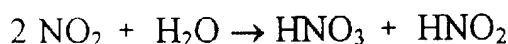
- 5 加入碱的量在碱当量上必须与加入的NO₂量大致相适应。当CaO是唯一的碱时，其量应为以重量计的约60% NO₂，得到最终产品重627%。其他碱的合适量可根据其分子量、碱当量和离解常数方便地计算出来。

- 10 加入一种碱作为本发明方法的另一阶段具有一系列的作用。首先，它引起废料中有机组分的加碱水解，从而可更方便地被植物和土壤细菌所代谢。第二，化学反应取决于方法所进行的外界温度导致废料温度的升高，这可具有降低微生物数目的作用。第三，pH增高，这有助于方法的第二阶段中高的NO₂吸收以及也具有杀菌作用。

- 15 在方法的第一阶段制得的碱性废料是稳定的并局部消过毒。该废料可运输和贮存而不存在气味和卫生问题。此外，由于避免了低pH，不产生腐蚀问题。从而该废料适于转化成可以碱化状态贮存相当长时间的或能由预先碱化的供应者得到的肥料。

- 20 在本发明的全部实施方案中，可以将二氧化氮以液体或以气体加入有机废料中。另一可供选择的方案是，可利用NO₂的母体，如四氧化二氮或其他氮氧化物或其盐类。液体NO₂可在市场上大量购得，但较佳的是在废料处理设备的现场发生气体NO₂。这可以使来自气体发生器的废热用于肥料制备的干燥阶段，这具有显而易见的经济优越性。此外，使用将NH₃的转化成NO₂的一种NO₂发生器，在处理现场提供了当需要高氮肥料时可用于方法的最终阶段的直接氮源。

- 25 当将NO₂加入反应器时，按照如下反应式它与水反应，生成硝酸和亚硝酸：



- 30 亚硝酸和硝酸的产生使污泥的pH降低至中性或更低。加入NO₂的量必须足以使有机废料的pH基本上回到起始材料的pH或更低。像添加石灰一样，由于NO₂与水反应，对废料具有进一步的干燥作用。所供给的NO₂的精确量取决于所需氮富集物的水平和废料的最初结构，并且也由已加

入的碱量所决定。在一次典型的方法试验中， NO_2 添加为最终产物重量的约10 - 45 %。通过使 NO_2 在15 - 20分钟较短的周期内加入间歇反应器可达到所希望的pH。然而，实际处理时间取决于反应器类型、所加的压力、混合程度、污泥的颗粒度和废料的水含量。在非间歇的连续反应器中，几分钟极短的 NO_2 处理时间可能已足够。

此外，为了改进对污泥的氧化处理，可将氧引入反应器，使造成硝酸的产生超过亚硝酸而占上风。可以在 NO_2 的上游或下游处注入或与 NO_2 一起注入氧。

除上述工艺外，废料可任选地在用碱、 NO_2 或额外的氨处理前或后的不同时刻受到其他种类的处理。例如，在工艺处理开始前，有利的是通过一个切碎机或研磨机将废料转化成均匀粒度的浆料。为制得养分充分平衡的肥料，合于要求的是，为了补充养分含量不完全的废料原料或肥料产品，也可进行废料养分含量的分析。应在工艺期间并且在干燥之前的合适时刻加入补充养分。例如，合乎要求的是加入氮、磷、钙、镁、硫、钾或它们的盐类和/或其他微量养料。也可对废料进行毒性材料的试验。

如前所述，尽管 CaO 和 NO_2 具有干燥作用，但对处理过的有机废料要进一步干燥，较佳的是至水含量为20 %（重量）或更低。可利用来自 NO_2 气体发生设备的废热加速干燥。该有机肥料可在干燥后施用于土壤而不用进一步处理，但在实践中较佳的是使肥料形成片或颗粒，易于运输并易作使用者实际操作。

本发明的方法制备出一种以有机废料为基的肥料，该肥料与现有技术有机肥料相比，养料充分平衡、稳定、易于处理并含有高氮含量。在本发明的肥料中，氮含量为5 %（重量）或更高，较佳为5 - 15 %。该肥料富含以适于可为植物吸收形式的可溶性含氮化合物。这使得肥料具有高度效能，这样每单位土壤面积只需添加小体积的量并从而使废料中重金属和毒素的存在对环境造成的问题较小。特别是，使用 NO_2 作为主要氮源意味着大比例的非有机氮是以现有技术方法的铵离子以外的亚硝酸根和硝酸根的形式存在的。亚硝酸根和硝酸根产生的生长作用比氨快速得多。此外，该肥料的中性pH意味着使用者也不必像常规所用的更为酸性的无机肥料那样将石灰施用在土壤中。

作为 pH 和/或温度变化的结果, 本发明方法在降低微生物数目时是有效的, 从而该肥料满足了管理部门的要求。在一典型工艺中, 耐热大肠杆菌类 (TCB) 数目由处理前的 > 2400, 例如小于 2500, 降低至处理后的 < 100。在挪威, 用于处理污泥在农业中的安全限度为 2500 TCB/每克干物质。从而, 该方法制备出一种完全在安全限度范围内的有机肥料。

利用本发明的肥料进行了田间试验。观察到有机氮的利用率由 10 - 30 % 提高到 50 - 70 %。与使用无机肥料相反, 土壤的 pH 保持稳定。此外, 具有良好的开始和长时间生长作用并且使作物倒伏或压扁的百分比比较低。弯曲或损坏的禾秆可妨碍收割并导致得到劣质的谷粒。

10 现在, 参照如下实施例说明本发明:

实施例 1

将 1600g 污泥装载入其中加入 51.5g 85 % KOH 和 56g CaO 的间歇式反应器中。将该混合物搅拌直至 pH 达到 11.4, 随后在 2 小时周期内与周期性脉冲氧一起注入 200g NO₂, 直到 pH 重新达到 6.3。在处理期间, 15 废料的温度由 17℃ 升至 50℃。

起始材料和最终产物的化学分析得到如下结果:

- (1) 总氮由 2.3 % 提高至 12.1 % (干重)。
- (2) 硝酸根形式的氮由 0.0021 % 提高至 10.3 % (干重)。
- (3) 计算出提高的氮含量为 50g 或为注入氮的 80 %。
- 20 (4) 铵离子形式的氮由 0.75 % 降至 0.20 % (干重)。(没有加入氮, 损耗主要是由于在该试验中与大气条件结合的高 pH)。
- (5) 干物质由 19.5 % 提高至 26.2 %。

实施例 2

将含有约 400g 干物质的 2000g 污泥装入间歇式反应器中, 并与 78.5g 25 CaO 混合。搅拌该混合物直至 pH 达到 10.3。在 15 - 20 分钟周期内将 130g NO₂ 注入反应器中直到 pH 降至 6.3。在工艺期间, 废料温度由 3.5 升至 8℃。与实施例 1 相比这一温度上升较小是由于进行试验的环境温度极低以及未将反应器容器隔热以防热损耗。

起始材料和最终产物的化学分析得到如下结果:

- 30 (1) 总氮由 2.5 提高至 8.5 % (干重)。
- (2) 硝酸根和亚硝酸根形式的氮由 0.002 提高至 6.1 % (干重)。

(3) 计算出提高的氮含量为 120g 或为以 NO_2 形式注入的氮的 92 %。

(4) 铵离子形式的氮由 0.5 降至 0.4 % (干重)。

(5) 干物质由 20 % 提高至 26 %。

5 实施例 3

将含有约 400g 干物质的 2000g 污泥装入间歇式反应器中, 并与 60g CaO 和 20g KOH 混合。搅拌该混合物直到 pH 达到 10.1。在 15 - 20 分钟周期内将 105g NO_2 注入反应器中, 直至最终 pH 达到 8.4。在工艺期间, 废料温度由 6.9 提高至 12 °C。与实施例 1 相比, 温度升高较小是由于实施例 2 中所述的相同原因。

起始材料和最终产物的化学分析得到如下结果:

(1) 总氮由 2.5 % 提高至 6.5 % (干重)。

(2) 硝酸根和亚硝酸根的氮由 0.002 提高至 4.1 %。

(3) 计算出提高的氮含量为 81g 或以 NO_2 形式注入氮的 78 %。

15 (4) 钙离子形式的氮保持不变。

(5) 干物质由 20 % 提高至 24 %。

实施例 4

将含有约 400g 干物质的 2000g 污泥装入间歇式反应器中, 并与 39.3g CaO 混合直至 pH 达到 9.9。然后将 116g NO_2 注入反应器中, 经 15 - 20 分钟周期, 直至 pH 降至 4.2。然后将 30g NH_3 注入反应器中得到最终 pH 为 7.5。

在工艺期间, 废料温度由 0 提高到 10 °C。这种温度升高较小是由于实施例 2 中所给出的相同原因。

起始材料和最终产物的化学分析得到如下结果:

25 (1) 总氮由 2.5 提高至 10 % (干重)。

(2) 硝酸根和亚硝酸根形式的氮由 0.002 提高至 5.4 % (干重)。

(3) 计算出提高的硝酸根含量为 105g 或以 NO_2 形式注入氮的 92 %。

(4) 铵离子形式氮由 0.5 % 提高至 3.3 % (干重)。

30 (5) 干物质由 20 % 提高至 25 %。

微生物学

对实施例 1 - 4 中各个起始材料和最终产物进行了微生物分析。在每个场合，结果如下：

耐热大肠杆菌类 (TCB) / g 干物质由处理前的 < 2400 降至处理后的
5 < 100 (检测极限)。

上述 (实施例 1 - 4) 举例说明了以间歇方式进行时本发明的方法。图 1 简要示出了一种连续实施本发明方法的合适设备，其中 1 是一泥浆泵，3 和 5 是可用于添加碱、NO₂ 或 NH₃ 的第一和第二注入泵，7 为一个干燥器和成粒机而 8 为一个接受成品肥料颗粒的存贮器。

10 实施例 5

对包含有按本发明制得的肥料和无机肥料 21 - 4 - 10 (NPK) 的燕麦作物进行田间试验。农田包含有 28 地块而试验包含 7 种不同处理，各种处理重复 4 次。这些处理包含有以 6、9 和 12 kg N/1000m² 时的无机肥料和本发明的有机肥料以及不使用肥料的对比。结果如下：

15

表 1

肥料 - N 量 kg / N / 1000m ²		有机肥料			无机肥料		
	0	6	9	12	6	9	12
产量							
kg 谷物/1000m ²	305	526	603	660	563	637	671
kg 禾秆/1000m ²	291	393	465	507	445	485	510
% 倒伏	0	1	3	23	5	7	60

如由表 1 可见，本发明的肥料造成作物产量的显著增加，该产量仅稍微低于已知无机肥料的产量。然而，该产量可通过更大量使用本发明的肥料而进一步增加，因为这与提高无机肥料用量相比是较低的成本方案。此外，如可见到的，使用本发明的肥料显著降低与使用无机肥料相关的作物压扁或倒伏。

20

实施例 6

进行了温室试验以比较本发明的肥料和肥料 21 - 4 - 10 (NPK) 的土壤 pH 效果。结果如下：

25

	对比	有机肥料			21 - 4 - 10 (NPK)		
kg/N/1000m ²	0	10	20	30	10	20	30
土壤 pH	6.09	6.09	6.08	6.10	5.96	5.95	5.93

与增加用量造成土壤变得酸化的无机肥料相比，实验证实了本发明肥料的 pH 稳定性。

