

## 一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥及其制备方法和应用

### 技术领域

本发明涉及肥料技术领域，具体涉及一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥及其制备方法和应用。

### 背景技术

兔粪有机质含量较高，且其中氮、磷、钾含量高于其它畜禽粪便，发酵后的兔粪是一种高效优质的有机肥料。另外，每年农业生产产生的大量农作物秸秆如果直接还田，会滋生各种病虫害，营养不易被吸收，且会田间发酵，影响作物生长，与作物争养分，通过与畜禽粪便混合进行高温堆肥发酵腐熟是成本最低廉效果最好的一个途径。另一方面，土地因为长期施用化肥导致土壤有机质严重下降，土壤出现板结，甚至有岩石化的倾向。水果种植对于土壤有机质含量要求较高，土壤缺乏有机质会造成水果品质下降。沃柑对土壤要求更高，需要选择土质松软、土壤肥力较好、便于排水及向阳北风有坡度的地区，如果能够开发出适宜的兔粪有机肥来改善沃柑土壤性能，不仅能够增加果农收益，而且还能将废物加以利用，起到很好的环境保护效应。

### 发明内容

针对现有技术存在的上述问题，本发明提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥及其制备方法和应用。本发明是根据沃柑秋冬春季营养需求和施肥特点，

结合种养过程中的副产物资源化利用，而设计出满足沃柑需求的兔粪有机无机复混肥及应用方法。本发明既能提高沃柑产量，也能提高沃柑的品质，可以大大提升沃柑的种植效益。本发明的技术方案为：

第一方面，本发明提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥，包括基肥和春季萌芽肥，所述基肥按照重量百分比的组成为：兔粪发酵基质 75%~95%，尿素（N 含量 46%）1%~6%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）2%~9.5%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）2%~9.5%；春季萌芽肥按照重量百分比的组成为：兔粪发酵基质 35%~70%，尿素（N 含量 46%）8%~20%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）14%~25%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）8%~20%；所述兔粪发酵基质由兔粪和农作物副产物混合发酵而成。

进一步地，所述农作物副产物由稻草、麦秆、玉米秸秆、油菜秸、大豆秆、豌豆秆、胡豆秆、水果修剪枝叶、杂草、菌渣、锯末面中的一种或多种混合。

第二方面，本发明提供上述沃柑专用兔粪有机无机复混肥的制备方法，包括：将兔粪和农作物副产物混合均匀后进行堆肥发酵，获得兔粪发酵基质；将兔粪发酵基质、尿素、过磷酸钙、硫酸钾按照不同重量百分比混合均匀后分别得到基肥和春季萌芽肥。

进一步地，兔粪和农作物副产物按照重量百分比的组成为：兔粪 70%~90%，农作物副产物 10%~30%。

进一步地，所述堆肥发酵的控制条件为：于水分为 50~62%、C/N 为 25~35、发酵温度为 45℃~70℃的条件下发酵 18~22 天，期间翻堆 6~7 次；再于室温下静置 30~40 天。

第三方面，本发明提供一种沃柑种植土壤改良方法，包括：施肥量根据沃

柑果树上一年的产量估算，其中，基肥按果：肥质量比为（0.5~1.5）：1 的比例施用，基肥的施用是以树干为中心点，离树根 0.6 米~1.5 米向四周呈射线状开挖 4~6 条施肥沟，沟宽 20~40 厘米，沟长与树冠半径相近，沟深 10~30 厘米，由树根向树冠逐渐加深，沟挖好后，将基肥与土壤充分拌匀填入沟内，然后覆土；春季萌芽肥按果：肥质量比为（8~15）：1 的比例施用，春季萌芽肥的施用是以树根为中心点，离树根 1 米~1.5 米位置开一条环状沟，沟深不超过 15 厘米，避免损伤地表根，将春季萌芽肥均匀撒在环状沟内，并用土覆盖；每年施肥沟的位置要变更，并且随着树冠的不断扩大，逐渐外移。

与现有技术相比，本发明的有益效果为：

1、本发明的复混肥将兔粪和农作物副产物搭配使用，有效解决了种养过程中废弃物处理的难题。并且将兔粪和农作物副产物混合进行堆肥发酵，可杀灭原料中的病原菌和杂草种子，将有机物由不稳定状态转变为稳定的腐殖质，可以有效改良土壤。

2、本发明的复混肥进一步利用兔粪发酵基质与无机肥料搭配，结合了两者的优点，同时又规避了两者的缺点，既能为土壤提供优质有机质，有效改良土壤，又克服了有机肥料中植物养分三元素不足的缺点。

3、本发明的沃柑种植土壤改良方法根据沃柑水果产量及其中所含养分确定每年从树体带走的营养成分总量，计算出施肥需要的补给量，从而确定合理养分供应，可以避免养分盲目补给造成浪费。通过大量实验证明，采用本发明进行土壤改良后，沃柑单果更大，果形更好，色泽更深，口感更好，产量提高的同时水果品质也增强。

### 具体实施方式

在本发明的描述中，需要说明的是，实施例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

下面结合具体的实施例对本发明做进一步详细说明，所述是对本发明的解释而不是限定。

本发明中兔粪来源于家兔养殖场，兔粪是优质的有机肥料原料，有机质 30% 左右（干物质有机质含量达 75% 以上），氮磷钾含量比其它畜禽粪便更高。另外，由于家兔盲肠较其它动物发达，盲肠内微生物非常丰富，食糜在盲肠内进行发酵、转化，因此家兔排出的粪便中微生物种类和数量也高于其它动物粪便，其中有一部分耐高温菌株有助于高温堆肥发酵。另外，经过干湿分离的兔粪水分含量 50~60%，C/N 在 25~30，水分和 C/N 的适宜范围，加上丰富的微生物，决定了基本可以搭配任何常规农作物副产物，并且易于发酵。农作物秸秆水分含量较低，有机质和 C/N 较高，和兔粪搭配可以起到调节水分和 C/N 比，提高成品有机质的作用，同时也是将秸秆资源化利用的有效途径之一。高温堆肥发酵，可以杀灭原料中的病原菌和杂草种子，而且将有机物由不稳定状态转变为稳定的腐殖质，其产品可以安全处理、保存和使用，是一种良好的土壤改良剂和有机肥料。

### 实施例 1

本实施例提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥的制备方法，该复混肥包括基肥和春季萌芽肥，制备方法包括以下步骤：

（1）将兔粪发酵基质按如下方法进行制备：将兔粪 80%，稻草 20% 混合，

混合后保持物料水分在 62%、C/N 在 30，然后通过 21 天高温堆肥发酵，中途进行 7 次翻堆，待温度降至常温后再静置 30 天完成二次发酵后作为兔粪发酵基质备用。

(2) 基肥配方比例：兔粪发酵基质 85%，尿素（N 含量 46%）4%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）6%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）5%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到基肥。

(3) 春季萌芽肥配方比例：兔粪发酵基质 60%，尿素（N 含量 46%）13%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）15%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）12%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到春季萌芽肥。

(4) 沃柑果树上一年的平均每株产量 30 千克，基肥按果：肥=1：1 的比例施用，施肥量 30 千克，施肥前以树干为中心点，离树根 0.6 米~1.5 米向四周呈射线状开挖 6 条施肥沟，沟宽 30 厘米左右，沟深 10~30 厘米，由树根向树冠逐渐加深，沟挖好后，将肥料与土壤充分拌匀填入沟内，然后覆土。

(5) 春季萌芽肥按果：肥=8：1 的比例施用，施肥量 3.75 千克，萌芽肥施用前，以树根为中心点，离树根 1.2 米位置开一条环状沟，沟深不超过 15 厘米，避免损伤地表根，将混合好的兔粪有机无机复混肥均匀撒在环状沟内，并用土覆盖；壮果肥施用常规硫酸钾酸复合肥 2 千克。

## 实施例 2

本实施例提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥的制备方法，该复混肥包括基肥和春季萌芽肥，制备方法包括以下步骤：

(1) 将兔粪发酵基质按如下方法进行制备：将兔粪 85%，稻草 10%、玉米秸 5% 混合，混合后保持物料水分在 56%、C/N 在 25.5，然后通过 18 天高温堆

肥发酵，中途进行 7 次翻堆，待温度降至常温后再静置 32 天完成二次发酵后作为兔粪发酵基质备用。

(2) 基肥配方比例：兔粪发酵基质 90%，尿素（N 含量 46%）3%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）4%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）3%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到基肥。

(3) 春季萌芽肥配方比例：兔粪发酵基质 50%，尿素（N 含量 46%）16%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）20%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）14%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到春季萌芽肥。

(4) 沃柑果树上一年的平均每株产量 42 千克，基肥按果：肥=1.2：1 的比例施用，施肥量 20 千克，施肥前以树干为中心点，离树根 0.6 米~1.5 米向四周呈射线状开挖 5 条施肥沟，沟宽 35 厘米左右，沟深 10~30 厘米，由树根向树冠逐渐加深，沟挖好后，将肥料与土壤充分拌匀填入沟内，然后覆土。

(5) 春季萌芽肥按果：肥=8：1 的比例施用，施肥量 5.25 千克，施肥前以树根为中心点，离树根 1.4 米位置开一条环状沟，沟深不超过 15 厘米，避免损伤地表根，将混合好的兔粪有机无机复混肥均匀撒在环状沟内，并用土覆盖；壮果肥施用常规硫酸钾酸复合肥 2 千克。

### 实施例 3

本实施例提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥的制备方法，该复混肥包括基肥和春季萌芽肥，制备方法包括以下步骤：

(1) 将兔粪发酵基质按如下方法进行制备：将兔粪 75%，菌渣 25% 混合，混合后保持物料水分在 58%、C/N 在 26.5，然后通过 18 天高温堆肥发酵，中途进行 6 次翻堆，待温度降至常温后再静置 35 天完成二次发酵后作为兔粪发酵基

质备用。

(2) 基肥配方比例：兔粪发酵基质 92%，尿素（N 含量 46%）3%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）3%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）2%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到基肥。

(3) 春季萌芽肥配方比例：兔粪发酵基质 45%，尿素（N 含量 46%）20%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）22%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 20%）13%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到春季萌芽肥。

(4) 沃柑果树上一年的平均每株产量 45 千克，基肥按果：肥=1.5：1 的比例施用，施肥量 30 千克，施用前以树干为中心点，离树根 0.6 米~1.5 米向四周呈射线状开挖 5 条施肥沟，沟宽 35 厘米左右，沟深 10~30 厘米，由树根向树冠逐渐加深，沟挖好后，将肥料与土壤充分拌匀填入沟内，然后覆土。

(5) 春季萌芽肥按果：肥=10：1 的比例施用，施肥量 4.5 千克，施肥前以树根为中心点，离树根 1.4 米位置开一条环状沟，沟深不超过 15 厘米，避免损伤地表根，将混合好的兔粪有机无机复混肥均匀撒在环状沟内，并用土覆盖；壮果肥施用常规硫酸钾酸复合肥 2 千克。

### 实施例 4

本实施例提供一种沃柑专用兔粪有机无机复混肥的制备方法，该复混肥包括基肥和春季萌芽肥，制备方法包括以下步骤：

(1) 将兔粪发酵基质按如下方法进行制备：将兔粪 75%，菌渣 15%、玉米秸 6%、大豆秸 4%混合，混合后保持物料水分在 56%、C/N 在 27，然后通过 19 天高温堆肥发酵，中途进行 6 次翻堆，待温度降至常温后再静置 32 天完成二次发酵后作为兔粪发酵基质备用。

(2) 基肥配方比例：兔粪发酵基质 85%，尿素（N 含量 46%）4%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）6%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 52%）5%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到基肥。

(3) 春季萌芽肥配方比例：兔粪发酵基质 51%，尿素（N 含量 46%）16%，过磷酸钙（ $P_2O_5$  含量 12%）22%，硫酸钾（ $K_2O$  含量 20%）11%，将以上比例配制好的原料用搅拌机混合均匀，得到春季萌芽肥。

(4) 沃柑果树上一年的平均每株产量 40 千克，基肥按果：肥=1：1 的比例施用，施肥量 40 千克，施用前以树干为中心点，离树根 0.6 米~1.5 米向四周呈射线状开挖 5 条施肥沟，沟宽 35 厘米左右，沟深 10~30 厘米，由树根向树冠逐渐加深，沟挖好后，将肥料与土壤充分拌匀填入沟内，然后覆土。

(5) 春季萌芽肥按果：肥=10：1 的比例施用，施肥量 4 千克，施肥前以树根为中心点，离树根 1.4 米位置开一条环状沟，沟深不超过 15 厘米，避免损伤地表根，将混合好的兔粪有机无机复混肥均匀撒在环状沟内，并用土覆盖；壮果肥施用常规硫酸钾酸复合肥 2 千克。

### 实施例 5

将实施例 1~4 例的复混肥于 2019 年在邛崃市某柑桔种植基地与常规施肥方式进行施肥对比试验，该基地地处东经  $103^{\circ}04' \sim 103^{\circ}45'$ 、北纬  $30^{\circ}12' \sim 30^{\circ}33'$ ，属浅丘坡地，境内属亚热带湿润季风气候区，冬无严寒，夏无酷热，气候温和，雨量充沛，四季分明。年平均气温  $16.3^{\circ}C$ ，年可照时数 1107.9 小时，年降雨量 1117.3 毫米，无霜期 285 天。土壤为黄壤，偏紧致，排水保肥性良好。该园于 2009 年 10 月建园，2015 年使用桠柑老树嫁接沃柑，株行距  $2.5m \times 3.5m$ 。在园内选择地势平坦、形状整齐、地力水平较好，能代表果园主要果树正常生长的地

## 说 明 书

块作为供试地块，选择生长势良好、树形基本接近或相同，前期管理水平基本一致的沃柑果树 30 株作为供试树体（每组对应 6 株果树），以常规施肥为对照组。果实成熟时，在每株树东西南北中五个方向各取 3 个果实（每组试验共取 90 个果实，表中的数据为平均值），进行果实综合品质测定。

表 1 土壤养分测定结果

| 处理    | pH   | 有机质<br>g/kg | 全氮<br>g/kg | 碱解氮<br>mg/kg | 有效磷<br>mg/kg | 速效钾<br>mg/kg | 交换性钙<br>cmol(1/2Ca <sup>2+</sup> )/kg | 交换性镁<br>cmol(1/2Mg <sup>2+</sup> )/kg |
|-------|------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 实施例 1 | 5.25 | 23.1        | 1.26       | 96           | 34.7         | 116          | 6.15                                  | 1.6                                   |
| 实施例 2 | 5.98 | 20          | 1.55       | 112          | 22.4         | 142          | 4.21                                  | 1.6                                   |
| 实施例 3 | 5.97 | 22.6        | 1.48       | 103          | 44.7         | 166          | 4.07                                  | 3.2                                   |
| 实施例 4 | 6.14 | 19.6        | 1.33       | 97           | 20.6         | 146          | 7.22                                  | 3                                     |
| 常规施肥组 | 5.25 | 7.61        | 0.57       | 48           | 13.7         | 123          | 9                                     | 1.9                                   |

表 2 沃柑外观指标测定统计结果

| 处理    | 单果重 (g) | 纵径(mm) | 横径(mm) | 果形指数 |
|-------|---------|--------|--------|------|
| 实施例 1 | 192.4   | 58.72  | 76.08  | 0.77 |
| 实施例 2 | 197.61  | 58.68  | 75.6   | 0.78 |
| 实施例 3 | 191.67  | 59.16  | 76.57  | 0.77 |
| 实施例 4 | 164.54  | 57.87  | 71.1   | 0.81 |
| 常规施肥组 | 131.39  | 52.78  | 67.46  | 0.78 |

表 3 沃柑果实内在品质测定统计结果

| 处理 | 可溶性固 | 维生素 C | 可滴定酸 | 可溶性糖 | 固酸比 | 糖酸比 |
|----|------|-------|------|------|-----|-----|
|----|------|-------|------|------|-----|-----|

## 说明书

|       | 形物(%) | (mg/100mL) | (%)  | (%)   |       |       |
|-------|-------|------------|------|-------|-------|-------|
| 实施例 1 | 13.22 | 30.29      | 0.56 | 10.52 | 24.04 | 18.78 |
| 实施例 2 | 13.53 | 28.38      | 0.6  | 11.12 | 22.74 | 18.68 |
| 实施例 3 | 13.13 | 30.16      | 0.54 | 10.08 | 24.52 | 18.82 |
| 实施例 4 | 12.9  | 29.13      | 0.58 | 9.54  | 22.28 | 16.48 |
| 常规施肥组 | 12.1  | 26.6       | 0.79 | 9.32  | 15.25 | 11.74 |

表 1 的数据表明,采用本发明的复混肥后土壤得到改良,有机质显著提高,氮磷钾含量等也显著提高。

从表 2 的沃柑外观指标测定统计结果来看,兔粪有机无机复混肥的使用对沃柑外观品质存在显著促进作用,实施例 1~实施例 4 和常规施肥组相比,单果重分别增加 61.01、66.22 g、60.28 g、33.15 g,分别提高 46.43%、50.40%、45.88%、25.23%;纵径分别增加 5.94 mm、5.90 mm、6.38 mm、5.09 mm,分别提高 11.25%、11.17%、12.08%、9.64%;横径分别增加 8.62 mm、8.14 mm、9.11 mm、3.64 mm,分别提高 12.78%、12.07%、13.50%、5.40%。复混肥的施用能增加果实的单果重、横径、纵径,说明复混肥的应用有助于果实的发育和果形的膨大,可以提高水果产量,单果更大有助于提高销售价格,提升果园的经济效益。

从表 3 的沃柑果实内在品质测定统计结果来看,兔粪有机无机复混肥的使用同样对沃柑果实内在品质存在显著促进作用,实施例 1~实施例 4 和常规施肥组相比,可溶性固形物分别增加 1.12、1.43、1.03、0.80 个百分点,分别提高 9.26%、11.82%、8.51%、6.61%;维生素 C 分别增加 3.69 mg/100mL、1.78

mg/100mL、3.55 mg/100mL、2.52 mg/100mL，分别提高 13.87%、6.69%、13.38%、9.51%；可滴定酸分别减少 0.23、0.20、0.26、0.21 个百分点，分别降低 29.11%、24.05%、31.65%、27.00%；可溶性糖分别增加 1.20、1.80、0.76、0.22 个百分点，分别提高 12.88%、19.31%、8.15%、2.36%；固酸比分别提高 57.64%、49.11%、60.79%、46.10%；糖酸比分别提高 59.97%、59.11%、60.31%、40.37%。整体来看，兔粪有机无机复混肥的使用可以促进沃柑果实品质的提高，其中实施例 3 相对更好，成熟度适中，VC 含量最高，酸含量最低，糖酸比最高，口感更好。

## 实施例 6

将实施例 1~4 例制成的复混肥于 2020 年在眉山市彭山区某家庭农场柑桔种植基地与常规施肥方式进行施肥对比试验，该基地总面积 300 余亩，地处东经 103.87268、北纬 30.19283，属于亚热带湿润气候区。区境风海拔差异小，地区间气候变化不大，年温差 2.1 摄氏度以内。其基本特点是：气候温和，雨量充沛，四季分明；夏无酷热，少伏旱，每年有不同程度的洪涝；冬无严寒少霜雪，但多寒潮低温；春季气温回升早，秋多绵雨降温快。土壤为黄壤，偏紧致，排水保肥性良好。该园株行距 2.5m×3.5m，在园内选择地势平坦、形状整齐、地力水平较好，能代表果园主要果树正常生长的地块作为供试地块，选择生长势良好、树形基本接近或相同，前期管理水平基本一致的沃柑果树各 25 亩进行对比，以常规施肥为对照组。

表 4 不同肥料沃柑产量测定结果

| 处理    | 总产量   | 平均亩产量  | 比 CK 增减/% |
|-------|-------|--------|-----------|
| 实施例 1 | 71380 | 2855.2 | 85.4      |

## 说 明 书

|       |       |        |      |
|-------|-------|--------|------|
| 实施例 2 | 71300 | 2852   | 85.2 |
| 实施例 3 | 70150 | 2806   | 82.2 |
| 实施例 4 | 59560 | 2382.4 | 54.7 |
| 对照    | 38500 | 1540   | /    |

表 5 不同肥料沃柑品质测定结果

| 处理    | 可溶性固形物<br>(%) | 维生素 C<br>(mg/100mL) | 可滴定酸<br>(%) | 可溶性糖<br>(%) | 固酸比   | 糖酸比   |
|-------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------|-------|
| 实施例 1 | 13.52         | 28.65               | 0.58        | 11.01       | 23.31 | 18.98 |
| 实施例 2 | 13.46         | 28.29               | 0.61        | 11.25       | 22.06 | 18.44 |
| 实施例 3 | 13.48         | 29.81               | 0.59        | 10.56       | 22.85 | 17.89 |
| 实施例 4 | 13.01         | 28.32               | 0.58        | 9.88        | 22.43 | 17.03 |
| 对照    | 12.22         | 25.88               | 0.76        | 9.57        | 16.08 | 12.59 |

表 4 和表 5 的数据表明，采用本发明的复混肥可以显著提高沃柑的产量和品质。

以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。