



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102838413 A

(43) 申请公布日 2012.12.26

(21) 申请号 201210300111.5

(22) 申请日 2012.08.22

(71) 申请人 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街12号

(72) 发明人 王玉军 黄绍文 高伟 唐继伟

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王朋飞 张庆敏

(51) Int. Cl.

C05G 3/00 (2006.01)

C05G 3/08 (2006.01)

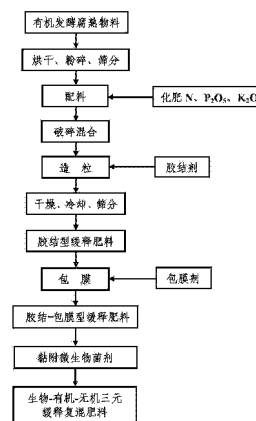
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

一种三元缓释复混肥料及其制备方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种三元缓释复混肥料,包括胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料和微生物菌剂,其中,所述微生物菌剂的重量为胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料重量的0.5~5%。本发明还涉及了所述缓释复混肥料的制备方法。本发明提供的三元缓释复混肥料是通过有机-无机复混造粒、成品颗粒表面有机高分子聚合物包膜、膜层表面黏附微生物菌剂(粉剂)的工艺方法制备的,避免了无机盐以及有机肥杂菌率高等对有益微生物活性、种群数量的影响,确保有效活菌数达标。本发明提供的制备方法操作简便,条件温和,结合现有工艺设备即可实现工业化生产。



CN 102838413 A

1. 一种三元缓释复混肥料,其特征在于,包括胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料和微生物菌剂,其中,所述微生物菌剂的质量为胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料质量的0.5~5%。

2. 根据权利要求1所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述微生物菌剂为固氮菌、根瘤菌、解磷菌、解钾菌、芽孢杆菌、放线菌、酵母菌、丝状菌、乳酸菌中的一种或多种。

3. 根据权利要求1或2所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料使用的胶结剂为聚乙烯醇混聚物、甲基丙烯酸羟乙酯混合物、泡沫塑料混聚物中的一种或多种。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料使用的包膜剂为聚乙烯醇混聚物和建筑乳液以任意比例混合形成的混合物;所述包膜剂优选聚乙烯醇混聚物和建筑乳液按质量比0.5~1:1~2形成的混合物。

5. 根据权利要求4所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述建筑乳液为醋均乳液、丁苯乳液、乙丙乳液、EVA乳液、苯丙乳液或纯丙乳液。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料中的肥料包括化肥和有机肥,按干基质量计所述化肥:有机肥=4~6:4~6;优选地,所述肥料还包括中、微量营养元素,所述中、微量营养元素优选为硝酸钙、硫酸镁、硫酸锰、硫酸锌、硼酸、钼酸钠中的一种或多种。

7. 根据权利要求6所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述化肥按质量配比为 $N:P_2O_5:K_2O=0.5\sim 2.5:0.1\sim 1.0:0.5\sim 2.5$ 进行复配;所述有机肥中的有机质含量按质量为30~60%,pH值为5.0~7.0,过60~80目筛。

8. 根据权利要求7所述的缓释复混肥料,其特征在于,所述化肥为尿素、硫酸铵、过磷酸钙、磷酸一铵、氯化钾、硫酸钾中的一种或多种。

9. 权利要求1-8任一项所述缓释复混肥料的制备方法,其特征在于,首先制备胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料,然后在其表面黏附微生物菌剂即得。

10. 根据权利要求9所述的制备方法,其特征在于,所述制备方法还包括:黏附微生物菌剂之后,采用5~20目筛对所得的缓释复混肥料进行筛分,筛上物料即为所述缓释复混肥料,筛下物料返回重新利用。

## 一种三元缓释复混肥料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农业、生态环境领域,具体涉及一种缓释、有机-无机-生物三元复混肥料,及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 肥料是作物高产优质的物质基础,各种资料都表明作物产量的 50% 来源于施肥。自 1840 年德国化学家李比希提出植物的矿质营养理论后,化学肥料已成为农业生产中不可缺少的物质保证,通常认为在世界粮食增产的份额中化肥大约占到 40%。我国 60 年代以后,开始大量施用化肥,粮食产量也随之大幅增加。目前我国以占世界 9% 的耕地施用了世界 30% 以上的化肥,从而生产了占世界 20% 的粮食,化肥的功绩不可抹杀。但是,化肥的过度使用也在能源、环境与人类生活质量方面带来了越来越严重的副作用。农田长期偏施化肥,导致土壤肥力退化(土壤结构变差,土壤养分失衡、酸化、盐渍化和污染,生物多样性下降)、化肥利用率下降、作物产品品质较差、施肥的环境效应令人担忧(大气氨挥发和反硝化产生的氮氧化物污染大气、地下水硝酸盐污染和湖泊 NP 富营养化)等一系列较为严重的问题。化肥使用带来的这些不容忽视的问题,迫使土壤和植物营养工作者不断寻找和探索提高化肥利用率的施肥新技术,并研究和开发新型肥料,以保护农业生态环境和发展高产、高效、优质农业。

[0003] 根据国内外研究结果,通过增施有机肥替代部分化肥,就可以逐步减少化肥用量,从而节约资源,保护环境,推进农业的可持续发展。有机肥料的主要作用是改良土壤,养分释放慢,肥效稳而长,但养分含量低,光靠有机肥不能获得高产。而化肥的养分含量高,释放快,但肥效短,缺乏后劲,培肥效果差。有机-无机肥料配合使用可以弥补各自的缺点,是实现作物产量潜力的关键。

[0004] 微生物肥料是指由于微生物的生命活动使农作物得到特定肥料效应的一类制品,通称菌肥或菌剂,包括固氮菌、解磷菌、解钾菌、腐解菌等微生物菌剂。

[0005] 微生物肥料主要是提供对作物生长有益的微生物群落,而不是营养元素。这些有益的微生物施到土壤中后,根据微生物种类的不同而起不同的作用。固氮细菌肥料,固定空气中的氮元素供作物生长时吸收利用,而解磷细菌肥料,分解土壤中部分不能被作物吸收的磷元素,供作物吸收利用;腐解细菌主要是分解有机物、有机质等。微生物菌丝能够粘结土壤颗粒,改善土壤结构。微生物能够对土壤污染物进行降解,解除土壤重金属和农药等的危害。微生物可分泌激素类物质,刺激和调节作物的生长。因此,从生态农业和绿色食品发展的角度来看,微生物肥料的应用具有很好的前景。

[0006] 有机-无机-生物复混肥是未来农业中具有广阔前景的新型肥料,但目前有机-无机-生物复混肥存在如下几个主要问题:

[0007] 1、菌种配比不合理,功能单一。生物肥选用的菌株相对单一,在土壤中难以形成优势菌群,达不到固氮、解磷、解钾、抗病、抗逆等综合效果。

[0008] 2、微生物有效活菌数难以达标。传统方法为微生物肥与有机肥、无机肥混合造粒,

在这一过程中有机肥需要灭菌,难以实现产业化;无机肥(氮、磷、钾肥料)对微生物具有杀伤作用,造成微生物失活,失去肥效。

[0009] 3、造粒及干燥温度高。过高的温度造成微生物大量死亡,活性降低。

[0010] 4、成品颗粒水分含量高。水分过高易导致在存放过程中有效活菌数减少,肥料有效期缩短。

[0011] 5、产品剂型尚需完善。粒度大、颗粒表面粗糙、肥料的商品性差;颗粒强度低,贮存、运输过程易破碎。

## 发明内容

[0012] 为克服现有复混肥料中微生物肥料与有机、无机肥料复配时存在的各种技术缺陷,本发明的目的是提供一种具有缓释功能的有机-无机-生物三元复混肥料。

[0013] 本发明提供的三元复混肥料包括胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料和微生物菌剂,其中,所述微生物菌剂的质量为胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料质量的0.5~5%。

[0014] 所述微生物菌剂的有效活性菌为5亿/g~100亿/g,按其菌群组成可以包括四个部分:一是用于土壤中养分或能转化被土壤固定的磷、钾为植物吸收利用的自生固氮菌、根瘤菌、释磷菌、解钾菌等;二是防止作物病虫害功能的芽孢杆菌、放线菌等抗菌菌株;三是用于分解物料中有机物质、促进纤维素半纤维素和木质素分解、降解粗脂肪和碳水化合物、分泌多种酶的菌株以及一些除臭的酵母菌;四是能够改良土壤、增加土壤团粒结构、提高土壤肥力的丝状菌、乳酸菌、酵母菌等。

[0015] 优选地,用于本发明所述缓释复混肥料的所述微生物菌剂为固氮菌、根瘤菌、解磷菌、解钾菌、芽孢杆菌、放线菌、酵母菌、丝状菌、乳酸菌中的一种或多种。

[0016] 所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料为有机肥、无机肥复混之后再依次经过胶结剂造粒、包膜剂包膜所制得。

[0017] 所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料中,使用的胶结剂为聚乙烯醇混聚物、甲基丙烯酸羟乙酯混合物、泡沫塑料混聚物中的一种或多种。

[0018] 所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料中,使用的包膜剂为聚乙烯醇混聚物和建筑乳液以任意比例混合形成的混合物;优选地,包膜剂为聚乙烯醇混聚物和建筑乳液按质量以0.5~1:1~2比例形成的混合物。

[0019] 上述建筑乳液为醋均乳液、丁苯乳液、乙丙乳液、EVA乳液、苯丙乳液或纯丙乳液。

[0020] 上述胶结剂、包膜剂的成分及制备方法为中国专利ZL200410091315.8、ZL200310116857.1及ZL200410088477.6等所述的成分及制备方法。建筑乳液为常规建筑用涂料乳液,例如北京东方亚科力化工科技有限公司生产的牌号为BC768、BC992、BC3208等的产品。

[0021] 所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料中的肥料包括化肥和有机肥,按干基质量计所述化肥:有机肥=4~6:4~6。

[0022] 所述有机肥为经过无害化和稳定化处理的有机肥料,所述无害化和稳定化处理都为本领域常规的处理技术,如生物发酵处理等。经处理后的有机肥中,有机质含量按质量为30~60%,pH值为5.0~7.0,过60~80目筛。

[0023] 所述化肥中,考虑到 NPK 养分平衡的需要,优选按质量配比  $N : P_2O_5 : K_2O = 0.5 \sim 2.5 : 0.1 \sim 1.0 : 0.5 \sim 2.5$  进行化肥肥料的复配。

[0024] 所述化肥为尿素、硫酸铵、过磷酸钙、磷酸一铵、氯化钾、硫酸钾中的一种或多种。

[0025] 所述肥料还可以包括中量营养元素、微量营养元素。其中,中、微量营养元素优选为硝酸钙、硫酸镁、硫酸锰、硫酸锌、硼酸、钼酸钠中的一种或多种。中、微量营养元素添加的成分和用量可由本领域普通技术人员根据不同作物生长所需养分的状况来确定。

[0026] 本发明还提供了上述任一项所述缓释复混肥料的制备方法,所述制备方法为:首先制备胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料,然后在其表面黏附微生物菌剂即得。

[0027] 具体来说,所述制备过程分为三个工段:第一工段为造粒工段,制备胶结型缓释有机-无机复混肥料;第二工段为包膜工段,是将胶结型缓释有机-无机复混肥料颗粒进行表面包膜;第三工段为黏附微生物菌剂在所述复混肥料颗粒表面形成生物膜。

[0028] 优选地,所述制备方法的详细过程可参照中国专利申请 201110397076.9 进行,包括如下步骤:

[0029] (1) 将有机肥与化肥按干基质量 40%~60% : 40%~60% 进行参配,必要时添加少量中、微量营养元素;

[0030] (2) 向步骤(1)所得的肥料加入胶结剂,采用团粒法造粒工艺制备胶结型缓释肥料;再加入包膜剂,将胶结型缓释肥料颗粒进行包膜,制备所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料;

[0031] (3) 将步骤(2)所得的所述胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料按照前述技术方案限定的比例,将微生物菌剂黏附于所述肥料颗粒膜层的外表面形成一层均匀的微生物菌剂膜,即得所述生物-有机-无机三元缓释复混肥料。

[0032] 上述制备方法中,步骤(2)所述团粒法是目前复混肥料加工的主要工艺方法,是由胶结剂(水剂)和肥料共同组成造粒液相,制备胶结型缓释肥料。步骤(1)所述化肥为粉粒状基础肥料,化肥与有机肥经自动配料、破碎进入造粒系统。

[0033] 步骤(2)所述的胶结剂使用时加热至 50~60℃,按质量其用量为肥料的 1~2%;所述包膜剂使用时加热至 50~60℃,按质量其用量为肥料的 2~3%。

[0034] 步骤(2)所述包膜过程包括以下步骤:

[0035] (1) 预热:将胶结型缓释肥料颗粒表面预热至 50~60℃;

[0036] (2) 涂布干燥:将所述预热后的胶结型缓释肥料扬起经过集流形成料幕,包膜剂经加压雾化均匀涂布在所述肥料的料幕上,并在颗粒表面上均匀成膜,同时与顺流热气接触干燥,蒸发部分水分。

[0037] 步骤(3)所述微生物菌剂的黏附过程包括以下步骤:由于所得的胶结-包膜型缓释有机-无机复混肥料中,包膜材料通过聚乙烯醇混聚物等改性后具有较强的粘性,因此采用扑粉的方式,将微生物菌剂(粉体)黏附涂布于所述肥料颗粒膜层外表面形成一层均匀的生物膜,同时与逆流空气接触冷却至室温。

[0038] 上述制备方法中,黏附微生物菌剂之后,采用 5~20 目筛对所得的缓释复混肥料进行筛分,筛上物料为所述缓释复混肥料,筛下物料返回重新利用。优选地,采用 8~10 目筛对所得的缓释复混肥料进行筛分。

[0039] 以上制备过程中的包膜、微生物菌剂黏附成膜步骤可采用中国专利申请

201110397076.9 记载的包膜设备进行,其中将扑粉冷却区中的原料(滑石粉)更换为微生物菌剂(粉体),即可以实现肥料颗粒表面涂布包膜的同时黏附微生物菌剂形成生物膜。

[0040] 本发明所述的生物-有机-无机三元缓释复混肥料具有以下有益效果:

[0041] 1、本发明所述的复混肥料应用了高新生物技术,把有益的复合微生物菌剂黏附于有机-无机复混肥颗粒表面,使有益微生物制剂与肥料在土壤中共同发挥作用,获取更大的增产效应。

[0042] 2、在有机-无机复混肥中添加了缓释剂(粘结剂、包膜剂),以延缓速效化肥的分解,避免了有机-无机养分施入土壤后化肥迅速分解形成局部高盐、高渗透压从而对微生物菌剂形成影响。含氮较高的肥料对微生物的杀伤力较大,总氮质量分数超过 10% 的化学肥料与微生物直接混合存放,3 个月活菌死亡率大于 65%,半年活菌死亡率超过 80%。本发明通过采用高分子半透膜(包膜)覆盖于肥料颗粒表面形成隔离膜,阻止了肥料中的化学物质对微生物活菌的直接接触,克服了有机肥杂菌率高、无法与微生物制剂直接混配的弊端,保质期 24 个月,有效活菌数均在 95% 以上。

[0043] 3、本发明的双膜缓释技术解决了无机肥料化学物质对微生物的杀伤问题,解决了造粒及干燥过程的高温造成微生物大量死亡、活性降低问题,解决了肥料颗粒水分含量高导致存放过程有效活菌数减少、肥料有效期缩短问题。而且可以根据不同地域的肥力、耕作方式和不同作物的需肥规律将有机-无机养分根据具体情况配比和有益微生物菌群的合理搭配,满足平衡施肥的需求。

[0044] 4、微生物菌剂具有增进土壤肥力、制造和协助作物吸收养分、促根助长、提高肥料利用率、增强植物抗病和抗逆能力以及降低硝酸盐污染和累积等作用。

[0045] 5、使用微生物肥料不是以提供作物养分为主要目的,而是通过改善作物生长环境来促进作物生长,从而提高产量。微生物肥料通过改善作物的根际环境,促进作物根系生长及其对化肥养分的吸收,使作物生长健壮,产量增加。

[0046] 本发明提供的制备方法操作简便,条件温和,结合现有设备即可实现工业化生产。

[0047] 名词解释:

[0048] 1、有机肥:主要来源于植物和(或)动物,施于土壤以提供植物营养为其主要功能的含碳物料。无害化和稳定化专指各种有机废弃物采用物理、化学、生物或三者兼有的处理过程,是消除有害物质、形成稳定组织结构的过程。产品符合国家相关标准(NY525-2002)及法规的一类肥料。

[0049] 2、无机肥:标明养分呈无机盐形式的肥料,由提取、物理和(或)化学工业方法制成。

[0050] 3、有机-无机复混肥料:含有一定量有机肥料的复混肥料。

[0051] 4、微生物肥料:是指以微生物活动而使农作物得到特定的肥料效应的制品。

[0052] 5、缓释肥:是指肥料养分特别是氮素在土壤中具有缓慢释放效果的制品。

#### 附图说明

[0053] 图 1 本发明所述缓释复混肥料的制备工艺流程图。

#### 具体实施方式

[0054] 以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。实施例设施茄果类专用生物-有机-无机三元缓释复混肥料的制备

[0055] 1、原料:

[0056] 1.1 无机化肥

[0057] (1) 尿素:含 N 46%;

[0058] (2) 磷酸一铵:含  $P_2O_5$  45%, 含 N 11%;

[0059] (3) 硫酸钾:含  $K_2O$  50%;

[0060] (4) 氯化钾:含  $K_2O$  60%。

[0061] 1.2 有机原料

[0062] 本实施例采用发酵腐熟鸡粪。据 31 个点发酵试验结果,按干基计算,有机质含量按质量为 37.0%-43.8%, pH 值为 5.5-6.8, 经过烘干、粉碎、过 50-60 目筛(筛孔直径 0.30-0.25mm)。

[0063] 1.3 微生物菌剂

[0064] 选用防止作物病虫害功能的超浓缩复合枯草芽孢杆菌抗菌菌株粉体。用于改良土壤,抑制根部病害,提高肥料利用率,降解土壤中的农药残留,改善品质。

[0065] 1.4 微量元素

[0066] 微量元素选用硫酸盐化合物一水硫酸锌,加入量为肥料干基质量的 0.1%。

[0067] 1.5 胶结剂、包膜剂

[0068] 胶结剂为聚乙烯醇混聚物,包膜剂为聚乙烯醇混聚物与建筑乳液的混合物,质量比为 1:1。聚乙烯醇混聚物及制备方法为中国专利 ZL 200410091315.8 所述的成分及制备方法。建筑乳液为 BC768,由北京东方亚科力化工科技有限公司生产。胶结剂用量为肥料干基质量的 1%;包膜剂为肥料干基质量的 2.1%。

[0069] 2、原料参配

[0070] 无机化肥中,按 N :  $P_2O_5$  :  $K_2O$  = 1 : 0.3 : 1.1 参配。

[0071] 成品肥料中化肥 N 的含量为 10%,化肥  $P_2O_5$  的含量为 3%,化肥  $K_2O$  的含量为 11%。

[0072] 表 1 生物-有机-无机三元缓释复混肥料原料质量(干基)

	原料	质量 (kg)	备注
[0073]	尿素 (含 N 46%)	201.4	
	磷酸一铵 (含 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 45%、N 11%)	66.7	
	硫酸钾 (含 K <sub>2</sub> O 50%)	110	
	氯化钾 (含 K <sub>2</sub> O 60%)	91.7	
	微量元素 (一水硫酸锌)	1	
	腐熟鸡粪 (机质 40%-50% , pH5.5-6.8)	475	
	微生物制剂 (有效活菌数 20 亿/g)	24.2	
	胶结剂 (固形物含量 10%)	10	
	包膜剂 (固形物含量 20%)	20	
	合计	1000	

[0074] 3、胶结型缓释肥料制备

[0075] 采用团粒法造粒工艺,胶结剂加入装置由带搅拌器的夹层罐、加压泵和胶结剂雾化喷洒装置组成。

[0076] 造粒由自动配料、造粒、烘干、冷却、筛分、计量包装等工段组成。

[0077] (1) 首先将胶结剂用加压泵打入夹层罐内,通入循环热水加热至 50-60℃ 备用。

[0078] (2) 造粒:将有机肥料、化肥等分别输送至自动配料工段中的储料仓中,按照表 1 分别给料于计量皮带秤,由收集皮带给料于粉碎机对物料进行破碎混合,再经连续式双轴搅拌机进行二次搅拌混合后,通过皮带机送入转鼓(或圆盘)造粒机造粒。根据配料体系,适合的造粒温度为 50-80℃,通过蒸汽量调节;适合的物料含水量为 2.5%-6%,通过胶结剂加入装置辅以给水系统调节。胶结剂加入量为肥料干基质量的 1%。

[0079] (3) 造粒后的成品经过烘干、冷却、筛分工段,粒径在标准允许范围内的成品即为胶结型缓释肥料。粒径优选 2-5mm,大、小返料返回收集皮带机经破碎后重新造粒。

[0080] 4、胶结-包膜型缓释肥料制备

[0081] 将上述胶结型缓释肥料成品经皮带输送机进入包膜工段,用包膜剂包裹,即为胶结-包膜型缓释肥料。其工艺流程如下:

[0082] 4.1 包膜设备

[0083] 采用中国专利申请 201110397076.9 记载的包膜设备。

[0084] 4.2 生物-有机-无机三元缓释复混肥料制备过程

[0085] (1) 包膜剂前处理:将包膜剂用压力泵打入夹层罐内,通入循环热水加热至 50-60℃。

[0086] (2) 涂布包膜:粒径 2-5mm 胶结型缓释肥料成品经皮带输送机通过进料口进入包膜设备中,所述肥料先进入预热区预热,使肥料颗粒表面加热至 50-60℃;经过预热的肥料进入涂布干燥区,由位于该区的抄料板扬起并导入集流床形成料幕,包膜剂经加压雾化后由喷嘴喷出均匀涂布在所述料幕上,并在颗粒表面上均匀成膜,同时与顺流的热炉气接触蒸发包膜剂带入的水分;包膜后的肥料进入黏附涂布冷却区,与微生物菌剂粉体黏附成膜,



同时与通入的冷空气流接触冷却至室温；将黏附涂布冷却后的肥料进入筛分区的转筛，过 8-10 目筛，筛下物料通过粉体卸料口排出返回重新利用，筛上物料即为所述生物-有机-无机三元缓释复混肥料，并由出料口排出。

[0087] 5、肥效试验

[0088] (1) 试验地点与土壤概况

[0089] 试验于 2010 年在天津市西青区冬暖式大棚内进行，土壤为潮土，质地为中壤土。土壤有机质含量 2.3%，硝态氮(N) 156.5mg/kg，速效磷( $P_2O_5$ ) 228.0mg/kg，速效钾( $K_2O$ ) 354.0mg/kg。小区面积  $20m^2$  ( $4m \times 5m$ )，重复 3 次。

[0090] (2) 供试肥料：

[0091] 采用上述有机-无机-生物三元缓释复混肥料和常规施肥处理(等量 NPK 有机-无机复肥 + 等量微量元素)。施肥量按 N 量计，每亩施用量为 45kg 的 N。

[0092] 供试蔬菜：设施黄瓜。

[0093] (3) 试验结果

[0094] 施用了本发明所述的三元缓释复混肥之后，与常规施肥处理比较，黄瓜产量增幅在 12.7%-18.5% 范围之内。果实品质得到了明显改善，着色好，果肉密实，果实维生素增加，总酸含量降低，还原糖增加，糖酸比高。

[0095] 此外，土壤中的有益微生物增加，恢复和促使土壤微生态的改善。调节土壤内各元素间的动态平衡，避免元素间的拮抗，减少了生理病害。在植物根部土壤形成益生功能微生物优势菌群，抑制其他杂菌的生长和繁殖，减少农药用量，抑制和减轻病虫害发生。根腐病发病仅为 2%，而常规施肥时的发病率高达 12%。

[0096] 连续两年的试验结果表明，施用有机-无机-生物肥与施等价的专用无机复合肥相比较，放线菌增加了 80 倍，固氮菌增加了 36 倍，同时还能起到改善土壤板结和盐碱化，培肥地力的作用。耕地容重平均下降  $0.16g/cm^3$ ，总空隙平均增加 4.8%，自然含水量平均增加  $7.1g/kg$ ，促进土壤团粒结构形成，使土壤理化指标向保水、保肥、通气等有利于农作物生长的方向转化。

[0097] 虽然，上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

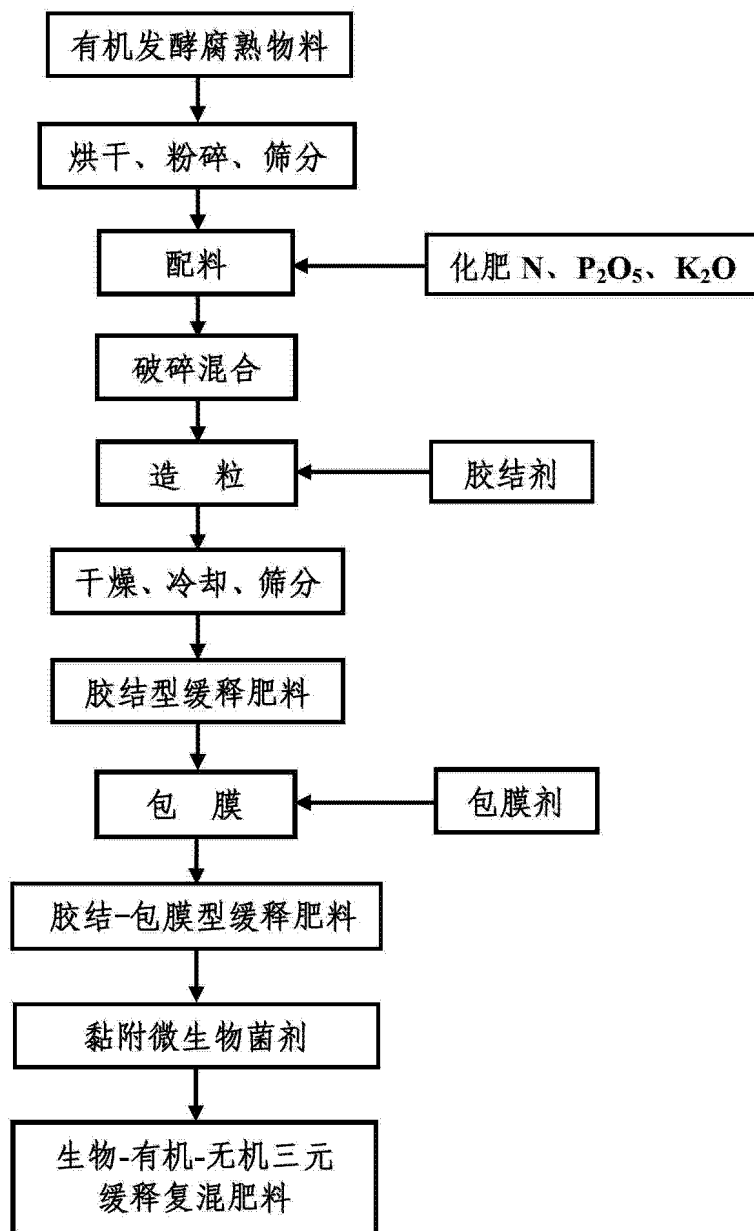


图 1