



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104609964 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201510044560. 1

(22) 申请日 2015. 01. 29

(71) 申请人 中国热带农业科学院橡胶研究所

地址 571737 海南省儋州市宝岛新村

(72) 发明人 林清火 刘海林 华元刚 王龙宇

罗微 林钊沐 茶正早 郭澎湃

张培松 贝美容 杨红竹

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 关畅 王春霞

(51) Int. Cl.

C05G 3/00(2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页

(54) 发明名称

一种双层包膜肥料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种双层包膜肥料及其制备方法。本发明双层包膜肥料,由核芯肥料、包裹在核芯肥料表面的内层包膜材料 and 外层包膜材料组成;内层包膜材料为微晶蜡;外层包膜材料包括保水剂和包膜剂;核芯肥料、内层包膜材料与外层包膜材料的质量比为 100 : 0.5 ~ 2 : 3 ~ 20;保水剂和包膜剂的质量比为 100 : 5 ~ 30。其制备方法如下:1) 将核芯肥料和内层包膜材料加入包衣机中,鼓风加热至内层包膜材料熔融并包裹于核芯肥料的表面,得到包裹内层包膜材料的肥料;2) 将包裹内层包膜材料的肥料进行至少 1 次包裹外层包膜材料的过程,即得到双层包膜肥料。本发明双层包膜肥料具有更好的缓释和保水的作用,其制备方法简单,包膜剂的溶解效果好,有利于包膜,适合批量化生产。

1. 一种双层包膜肥料,其特征在于:它由核芯肥料、包裹在所述核芯肥料表面的内层包膜材料和包裹在所述内层包膜材料表面的外层包膜材料组成;

所述内层包膜材料为微晶蜡;所述外层包膜材料包括保水剂和包膜剂,所述保水剂为淀粉类高吸水树脂、纤维素类高吸水性树脂或有机合成类高吸水性树脂,所述包膜剂为醇溶性聚合物;

所述核芯肥料、所述内层包膜材料与所述外层包膜材料的质量比为 100:0.5~2:3~20;

所述保水剂和所述包膜剂的质量比为 100:5~30。

2. 根据权利要求 1 所述的双层包膜肥料,其特征在于:所述核芯肥料为含氮元素、磷元素和钾元素中至少一种的肥料;

所述核芯肥料的粒径为 3~5mm。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的双层包膜肥料,其特征在于:所述微晶蜡为 70 号微晶蜡、75 号微晶蜡、80 号微晶蜡和 85 号微晶蜡中一种或多种。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的双层包膜肥料,其特征在于:所述外层包膜材料由所述保水剂、所述包膜剂和增塑剂组成;

所述包膜剂与所述增塑剂的质量比为 1:0.1~0.2。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的双层包膜肥料,其特征在于:所述淀粉类高吸水树脂为淀粉接枝聚丙烯酸盐、淀粉接枝聚丙烯酰胺、淀粉接枝聚丙烯腈共聚物或淀粉-丙烯酸-丙烯酰胺接枝共聚物;

所述纤维素类高吸水性树脂为纤维素接枝聚丙烯酸盐、纤维素接枝聚丙烯酰胺或纤维素接枝聚丙烯腈共聚物;

所述有机合成类高吸水性树脂为交联型聚丙烯酸盐、交联型聚丙烯酰胺、丙烯酸-丙烯酰胺共聚物或聚乙烯醇-丙烯酸接枝共聚物;

所述醇溶性聚合物为乙基纤维素、醇溶性热塑性丙烯酸树脂、聚丙烯酸树脂、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮或醋酸纤维素;

所述增塑剂为邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二乙酯和聚乙二醇中至少一种。

6. 权利要求 1-5 中任一项所述双层包膜肥料的制备方法,包括如下步骤:

1) 将所述核芯肥料和所述内层包膜材料加入包衣机中,鼓风加热至所述内层包膜材料熔融并包裹于所述核芯肥料的表面,得到包裹内层包膜材料的肥料;

2) 将所述包裹内层包膜材料的肥料进行至少 1 次包裹所述外层包膜材料的过程,即得到所述双层包膜肥料;所述包裹的过程为将包膜剂的溶液喷涂于所述包裹内层包膜材料的肥料的表面,当所述包裹内层包膜材料的肥料之间开始相互粘连时,加入所述保水剂,并喷涂所述包膜剂的溶液使所述外层包膜材料包裹于所述包裹内层包膜材料的肥料的表面,鼓风加热干燥。

7. 根据权利要求 6 所述的制备方法,其特征在于:步骤 1) 中,所述包衣机采用荸荠式包衣机;

所述包衣机的转速为 40~60 转/min;

所述鼓风加热的温度为 65~80℃;

所述鼓风加热的时间为 10~20min;

步骤 2) 中,所述包衣机的转速为 40 ~ 60 转 /min ;

所述鼓风加热的温度为 65 ~ 80℃ ;

所述干燥的时间为 10 ~ 15min。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的制备方法,其特征在于:步骤 2) 中,所述包膜剂的溶液可为所述包膜剂溶于有机溶剂,并添加增塑剂制成;所述有机溶剂可为乙醇、水和醋酸丁酯中至少一种;

所述包膜剂的溶液的质量百分浓度为 5% ~ 15% ;

所述保水剂的粒径为 150 ~ 300 目。

9. 根据权利要求 6-8 中任一项所述的制备方法,其特征在于:步骤 2) 之后还包括将所述双层包膜肥料进行加热干燥的步骤。

10. 根据权利要求 9 所述的制备方法,其特征在于:步骤 2) 之后,所述加热干燥的温度为 60 ~ 65℃。

一种双层包膜肥料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种双层包膜肥料及其制备方法,属于缓控释肥料技术领域。

背景技术

[0002] 肥料和水是农业生产中两个至关重要的因素。据统计,在全部农业生产支出中肥料占 50%,是农业生产中最大物资投入,也是世界农作物增产极为关键的因素。然而有研究表明,我国主要粮食作物的氮肥利用率变幅在 10.8%~40.5%之间,平均为 27.5%,磷肥利用率则更低,不仅造成经济损失,而且对环境产生严重污染。另外,随着我国人口增长、经济发展和气候变化,我国农业,特别是北方地区农业干旱缺水状况严重,已对农业可持续发展和粮食安全产生严重影响。因此,寻求既能提高肥料利用率,又可有效地解决作物缺水问题的农艺措施已成为现代农业生产中的研究热点和重点。

[0003] 包膜肥料是以颗粒肥料为核芯,在肥料表面涂布一层无机物或是有机高分子聚合物,从而降低肥料溶解速率,延长养分释放时间,使养分释放与作物需肥规律相协调的肥料。包膜肥料施入土壤以后,包膜层能够有效控制土壤水分与包膜肥料养分的溶解过程,控制养分透膜扩散速率,从而达到延缓养分供应时间的效果。包膜肥料在农业生产中的应用不仅能够调节植物-土壤系统中养分的有效性,而且具有提高养分利用率,减少养分流失,减轻施肥对环境造成的污染等优势。

[0004] 保水剂是近几十年来研究的一种新型功能高分子材料,它是高分子亲水性聚合物,带有一种或多种亲水性功能基团,这些功能基团及大分子碳链通过适度交联形成的三维网络结构,使其吸水量可达自身质量的数百倍至数千倍,是一种新型的土壤改良剂和农业节水抗旱材料。将保水剂应用到农业中,可在植物根系的周围形成大量的微型“水库”,在土壤缺水时逐步释放吸附的水分供植物吸收利用,具有优异的水分调控功能;同时,保水剂可有效调节改善土壤水、热、气状况,改善土壤结构,减少土壤水分渗透和流失,提高肥料利用率,增加作物产量。保水剂在农田抗旱保水、改善土壤结构、保肥增效、作物保苗等方面具有广阔应用前景。

[0005] 保水剂与肥料复合一体化技术是利用物理或化学方法将保水剂与化学肥料有效结合,既赋予其养分缓控释性能,又使其具有良好的吸水、保水、抗旱等性能。保水缓释肥料作为保水剂与肥料复合一体化技术的载体,具有提高肥料利用率,节省农业用水,减轻环境污染等优点,在现代农业领域中具有很好研发价值和推广应用前景。目前,保水缓释肥料制备工艺主要有吸附、混合造粒、包膜、化学聚合,其中包膜工艺是将包膜技术与保水剂应用技术有机结合,既能达到良好的养分缓释效果,同时也具备吸水保水效果,保证具有较高养分含量,相对于其他工艺具有一定的优势,是一项有研发前景的新型肥料制备技术。申请号为 200420055095.9 的专利申请中公开了一种生态抗旱保水复合肥,包裹硫磺粉为分隔膜,保水剂粉末和泥炭粉为混合保水膜,非金属矿粉或复粉为保护膜。但该申请中使用水或保水剂水溶液作为粘结剂,而保水剂粉末为易吸水聚合物,吸水后将增加包膜难度,对包膜层结构和缓释效果产生负面影响,而且需延长肥料干燥时间,增加能耗。申请号为

201110275712.0 的专利申请中公开了一种双层包膜保水缓释肥及其制备方法,使用卡拉胶与钾盐或铵盐水溶液交联形成包膜内层,包裹高吸水性树脂粉末或喷涂高吸水性树脂溶液为外膜吸水保水层。但该申请中包膜内层工艺较为复杂,操作难度较大,而且是以钾盐或铵盐的水溶液与卡拉胶粉末交联形成水凝胶,其机械强度和膜层质量均难以控制,膜层干燥时间需较长。另外该申请中方法一是在喷入钾盐或铵盐的水溶液形成包膜内层后直接加入高吸水性树脂粉末包裹在肥料颗粒外层,并未使用粘结剂或包膜剂,因此包膜外层的厚度调节较难控制;方法二中使用高吸水性树脂溶液为外层包膜材料,因此需要使用溶解性能强的溶剂(多为有毒溶剂),而且为了利于喷涂,溶液中高吸水性树脂质量浓度不能太大,使所需溶剂量大大增加,将阻碍其批量化生产。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种双层包膜肥料及其制备方法,本发明中双层包膜肥料具有保水和缓释的作用,能提高肥料的利用率和节约水;本发明制备方法简单,包膜层干燥迅速且无毒环保。

[0007] 本发明提供的双层包膜肥料,它由核芯肥料、包裹在所述核芯肥料表面的内层包膜材料和包裹在所述内层包膜材料表面的外层包膜材料组成;

[0008] 所述内层包膜材料为微晶蜡;所述外层包膜材料包括保水剂和包膜剂,所述保水剂为淀粉类高吸水树脂、纤维素类高吸水性树脂或有机合成类高吸水性树脂,所述包膜剂为醇溶性聚合物;

[0009] 所述核芯肥料、所述内层包膜材料与所述外层包膜材料的质量比为 100 : 0.5 ~ 2 : 3 ~ 20 ;

[0010] 所述保水剂和所述包膜剂的质量比为 100 : 5 ~ 30。

[0011] 本发明中,所述核芯肥料、所述内层包膜材料与所述外层包膜材料的质量比具体可为 100 : 1 : 3.6、100 : 1 : 10.8 或 100 : 1 : 3.6 ~ 10.8 ;

[0012] 所述保水剂和所述包膜剂的质量比具体可为 5 : 2。

[0013] 上述的双层包膜肥料,所述核芯肥料可为含氮元素、磷元素和钾元素中至少一种的肥料;

[0014] 所述核芯肥料的粒径可为 3 ~ 5mm。

[0015] 上述的双层包膜肥料,所述微晶蜡可为 70 号微晶蜡、75 号微晶蜡、80 号微晶蜡和 85 号微晶蜡中一种或多种。

[0016] 上述的双层包膜肥料,所述外层包膜材料由所述保水剂、所述包膜剂和增塑剂组成;

[0017] 所述包膜剂与所述增塑剂的质量比为 1 : 0.1 ~ 0.2,具体可为 1 : 0.1、1 : 0.15 或 1 : 0.1 ~ 0.15。

[0018] 上述的双层包膜肥料,所述淀粉类高吸水树脂可为淀粉接枝聚丙烯酸盐、淀粉接枝聚丙烯酰胺、淀粉接枝聚丙烯腈共聚物或淀粉 - 丙烯酸 - 聚丙烯酰胺接枝共聚物;

[0019] 所述纤维素类高吸水性树脂可为纤维素接枝聚丙烯酸盐、纤维素接枝聚丙烯酰胺或纤维素接枝聚丙烯腈共聚物;

[0020] 所述有机合成类高吸水性树脂可为交联型聚丙烯酸盐、交联型聚丙烯酰胺、丙烯

酸-丙烯酸酰胺共聚物或聚乙烯醇-丙烯酸接枝共聚物；

[0021] 所述醇溶性聚合物可为乙基纤维素、醇溶性热塑性丙烯酸树脂、聚丙烯酸树脂、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮或醋酸纤维素；

[0022] 所述增塑剂为邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二乙酯和聚乙二醇中至少一种。

[0023] 本发明中,在所述核芯肥料的表面依次包裹的所述内层包膜材料和所述外层包膜材料起到缓释和保水的作用。

[0024] 本发明还提供了上述双层包膜肥料的制备方法,包括如下步骤：

[0025] 1) 将所述核芯肥料和所述内层包膜材料加入包衣机中,鼓风加热至所述内层包膜材料熔融并包裹于所述核芯肥料的表面,得到包裹内层包膜材料的肥料；

[0026] 2) 将所述包裹内层包膜材料的肥料进行至少 1 次包裹所述外层包膜材料的过程,即得到所述双层包膜肥料;所述包裹的过程为将包膜剂的溶液喷涂于所述包裹内层包膜材料的肥料的表面,当所述包裹内层包膜材料的肥料之间开始相互粘连时,加入所述保水剂,并喷涂所述包膜剂的溶液使所述外层包膜材料包裹于所述包裹内层包膜材料的肥料的表面,鼓风加热干燥。

[0027] 上述的制备方法,步骤 1) 中,所述包衣机采用荸荠式包衣机；

[0028] 所述包衣机的转速可为 40 ~ 60 转 /min；

[0029] 所述鼓风加热的温度可为 65 ~ 80℃,具体可为 75℃；

[0030] 所述鼓风加热的时间可为 10 ~ 20min,具体可为 15min；

[0031] 步骤 2) 中,所述包衣机的转速可为 40 ~ 60 转 /min；

[0032] 所述鼓风加热的温度可为 65 ~ 80℃,具体可为 75℃；

[0033] 所述干燥的时间可为 10 ~ 15min,具体可为 15min。

[0034] 上述的制备方法,步骤 2) 中,所述包膜剂的溶液可为所述包膜剂溶于有机溶剂,并添加增塑剂制备而成,所述有机溶剂可为乙醇、水和醋酸丁酯中至少一种,优选乙醇与水组成的混合溶剂和乙醇与醋酸丁酯组成的混合溶剂,所述乙醇与所述水的混合溶剂的质量百分浓度为 70 ~ 95%,具体可为 85%,所述乙醇与所述醋酸丁酯的质量比为 5 : 4 ~ 1,具体可为 5 : 4；

[0035] 所述包膜剂的溶液的质量百分浓度可为 5% ~ 15%；

[0036] 所述保水剂的粒径可为 150 ~ 300 目,具体可为 200 目。

[0037] 上述的制备方法,步骤 2) 之后还包括将所述双层包膜肥料进行加热干燥的步骤。

[0038] 上述的制备方法,步骤 2) 之后,所述加热干燥的温度可为 60 ~ 65℃,将所述双层包膜肥料加热至干燥即可；

[0039] 本发明中,制备所述薄膜肥料使用的所述有机溶剂在加热干燥时很容易挥发,并且所述包膜肥料水分含量较少,干燥时间较短。

[0040] 本发明具有以下优点：

[0041] 1、本发明双层包膜肥料具有更好的缓释和保水的作用。

[0042] 2、本发明制备方法简单,操作容易,具有成膜性能优良,膜层干燥迅速,制备时干燥所需时间较短。

[0043] 3、包膜采用的有机溶剂对包膜剂的溶解效果好,有利于包膜的进行,适合批量化生产;另外,所用有机溶剂无毒性,更环保。

具体实施方式

[0044] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明,均为常规方法。

[0045] 下述实施例中所用的材料、试剂等,如无特殊说明,均可从商业途径得到。

[0046] 下述实施例中,使用的交联型聚丙烯酸盐粉末购于济南华迪工贸有限公司;

[0047] 使用的淀粉接枝聚丙烯酸盐粉末购于日本三洋化成工业株式会社;

[0048] 聚丙烯酸树脂为甲基丙烯酸和甲基丙烯酸甲酯的共聚物,分子量范围 100000 ~ 200000,购于连云港万泰医药材料有限公司;

[0049] 醇溶性热塑性丙烯酸树脂分子量为 78000,购于精彩东莞化工有限公司;

[0050] 微晶蜡分子量为 500 ~ 700,购于东光县海蜂蜡制品厂。

[0051] 实施例 1、双层包膜尿素

[0052] 双层包膜尿素:以尿素(粒径为 3 ~ 5mm)为核芯肥料,以 75 号微晶蜡为内层包膜材料(用量为尿素质量的 1.0%),以交联型聚丙烯酸盐粉末(保水剂)和醇溶性热塑性丙烯酸树脂(包膜剂)为外层包膜材料,交联型聚丙烯酸盐粉末用量为尿素质量的 3%,醇溶性热塑性丙烯酸树脂用量为保水剂质量的 20%。

[0053] 下述使用的包膜剂溶液为质量百分数为 10%的醇溶性热塑性丙烯酸树脂溶液,是醇溶性热塑性丙烯酸树脂溶于乙醇和醋酸丁酯混合溶液与邻苯二甲酸二丁酯(增塑剂)中,50 ~ 55℃恒温水浴振荡加速醇溶性热塑性丙烯酸树脂溶解,溶解完全配成;其中醇溶性热塑性丙烯酸树脂与邻苯二甲酸二丁酯(增塑剂)的质量比为 1:0.15,乙醇和醋酸丁酯的质量比为 5:4。

[0054] 双层包膜尿素的制备方法:

[0055] 1) 将尿素颗粒放入荸荠式包衣机中,设置转速为 40 ~ 60 转/min,开启鼓风加热,加热的温度为 75℃,并称取占尿素颗粒质量 1.0%的 75 号微晶蜡加入荸荠式包衣机中,持续加热 15min 至 75 号微晶蜡熔融包裹于肥料颗粒表面;

[0056] 2) 包裹内层包膜材料的尿素,进行 1 次下述包裹外层包膜材料过程,直至完成包膜完成,得到双层包膜尿素;

[0057] 包裹外层包膜材料过程:利用压力喷壶将预先配制好的包膜剂雾化喷涂于肥料颗粒表面,当肥料颗粒间开始相互粘连时加入占尿素质量的 3%交联型聚丙烯酸盐粉末(200 目),同时继续喷涂包膜剂至交联型聚丙烯酸盐粉末包裹完全,鼓风加热,加热的温度为 75℃,干燥时间为 15min;

[0058] 3) 将步骤 2) 得到的双层包膜尿素进行 60-65℃下,加热干燥即得到成品。

[0059] 实施例 2、双层包膜尿素

[0060] 双层包膜尿素:与实施例 1 中不同的是交联型聚丙烯酸盐粉末用量为尿素质量的 9%。

[0061] 按照实施例 1 中方法制备,与实施例 1 中不同的是进行 2 次包裹外层包膜材料过程。

[0062] 实施例 3、双层包膜尿素

[0063] 双层包膜尿素:以尿素(粒径为 3 ~ 5mm)为核芯肥料,以 70 号微晶蜡为内层包膜材料(用量为尿素质量的 1.0%),以淀粉接枝聚丙烯酸盐粉末(保水剂)和聚丙烯酸树脂

(包膜剂)为外层包膜材料,淀粉接枝聚丙烯酸盐粉末用量为尿素质量的3%,聚丙烯酸树脂用量为保水剂质量的20%。

[0064] 使用的包膜剂溶液为质量百分数为10%的聚丙烯酸树脂溶液,是聚丙烯酸树脂溶于乙醇与水的混合溶液与邻苯二甲酸二丁酯(增塑剂)中,50~55℃恒温水浴振荡加速聚丙烯酸树脂溶解,溶解完全配成;其中聚丙烯酸树脂与邻苯二甲酸二丁酯(增塑剂)的质量比为1:0.10,乙醇水溶液的质量百分浓度为85%。

[0065] 按照实施例1中方法制备,进行1次包裹外层包膜材料过程,得到双层包膜尿素。

[0066] 实施例4、双层包膜尿素

[0067] 双层包膜尿素:与实施例3中不同的是淀粉接枝聚丙烯酸盐粉末用量为尿素质量的9%

[0068] 按照实施例1中方法制备,与实施例1中不同的是重复进行3次包裹外层包膜材料过程。

[0069] 实施例1-4中双层包膜尿素的保水缓释效果的检测,检测方法和结果如下:

[0070] (1) 缓释性能检测

[0071] 供试肥料缓释性能的检测采用土柱间歇淋溶法,用200目尼龙网布将内径5cm长35cm的聚氯乙烯(PVC)管一端封住,首先向管中加入少量细砂(25g)再加入100g土壤作为缓冲层,然后按氮元素N 1g/kg风干土的标准,以同样的紧实度在其上装入400g风干土与双层包膜肥料的均匀混合物,最后在土柱上面覆盖少量细沙(25g),以免淋溶时扰乱土层。以加常规尿素的土柱作为对照,每个处理重复5次(每个处理设置5个淋溶土柱)。土柱填装完成后将其置于特制的淋溶架上,土柱下端放置漏斗,漏斗下放置350ml塑料瓶收集淋溶液。第一次先加170ml水使土壤水分接近饱和,静置24h后,将200ml水倒入PCV管中,收集淋溶液,待不再有水滴出为止,取淋溶液测定其含氮元素的量。室温下培养4d后,第5d用200ml水进行第2次淋溶,之后,在第9d、13d和17d分别按同样操作进行重复培养淋洗。并分别收集第3次、第4次和第5次淋出液,分析淋出液全氮含量并计算氮元素的溶出率。

[0072] 缓释性能检测结果如表1所示,由表1可知,第一次淋溶时,尿素处理氮素累积释放率达84.10%,而本发明双层包膜尿素氮素累积释放率分别为49.67%、32.63%、56.31%和37.44%,明显小于尿素处理。当第二次淋溶时,尿素处理氮素累积释放率已接近96.34%。证明本发明双层包膜尿素可有效减缓养分释放速率,减少养分流失,延长养分供应时间。

[0073] 表1 氮素累积释放率(%)

[0074]

肥料	淋溶次数				
	第 1 次	前 2 次	前 3 次	前 4 次	前 5 次
尿素	84.10	96.34	99.12	99.12	99.12
实施例 1	49.67	70.55	86.68	93.13	96.73
实施例 2	32.63	53.86	69.89	84.52	92.34
实施例 3	56.31	79.77	90.53	95.97	98.33
实施例 4	37.44	55.21	74.83	88.95	94.04

[0075] (2) 保水性能检测

[0076] 土壤水分蒸发率是土壤持水保水能力的重要指标之一,测定土壤水分蒸发率可直观反映肥料施入土壤后保水能力。本发明测定土壤水分蒸发率的方法如下:将 10g 不同的肥料样品和 200g 风干土(过 26 目筛)混匀后装于 250ml 烧杯中,加入 150g 自来水,称重(记为 W_i),放置在室温条件下,每隔 5 天称量烧杯总重量记为 W_n ,连续观测 30 天,同时设添加尿素处理为对照。土壤水分蒸发率($W\%$)按下式计算: $W\% = (W_i - W_n) \times 100 \div 150$ 。

[0077] 保水性能检测结果如表 2 所示,由表 2 可知,从第 5 天至 30 天,添加本发明双层包膜尿素处理土壤水分蒸发率均小于添加尿素处理。当培养至 30 天时,添加尿素处理的土壤水分蒸发率达 93.97%,而其他处理分别为 89.33%、79.12%、87.11%和 74.37%。证明本发明双层包膜尿素可减缓土壤中水分蒸发速率,增强土壤的保水能力,且随着保水剂包膜量增加,本发明双层包膜尿素对土壤的保水能力增强作用越强。

[0078] 表 2 施肥后土壤水分蒸发率(%)

[0079]

肥料	培养时间/d					
	5	10	15	20	25	30
尿素	18.97	37.64	53.71	66.46	79.44	93.97
实施例 1	17.71	35.59	51.64	63.35	75.58	89.33
实施例 2	10.79	27.23	43.41	54.93	65.48	79.12
实施例 3	14.63	29.31	47.44	60.38	74.16	87.11
实施例 4	10.46	23.74	37.89	49.05	62.59	74.37