



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105307478 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

---

(21) 申请号 201480035814. 7 *A01G 31/00*(2006. 01)  
(22) 申请日 2014. 05. 26 *C08G 18/76*(2006. 01)  
(30) 优先权数据 *C08G 18/10*(2006. 01)  
13173338. 8 2013. 06. 24 EP *C09K 17/30*(2006. 01)  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2015. 12. 23  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2014/060795 2014. 05. 26  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02014/206667 EN 2014. 12. 31  
(71) 申请人 亨茨曼国际有限公司  
地址 美国犹他州  
(72) 发明人 A. 范德维德 H. E. G. 毛里奥  
F. 恩维尼兹 R. 维格拉亚尔  
(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001  
代理人 孟慧岚 李炳爱  
(51) Int. Cl.  
*A01G 9/10*(2006. 01)

权利要求书1页 说明书15页 附图4页

---

(54) 发明名称  
用作土壤改良剂的聚氨酯泡沫

(57) 摘要  
用作土壤和 / 或其它天然的植物生长介质的  
添加剂以改善保水性和 / 或减少甲烷排放的聚氨  
酯泡沫薄片。

1. 植物生长基质,其包含:

- 土壤和 / 或其它天然的生长介质,和
- 作为添加剂的聚氨酯泡沫薄片,

其中所述聚氨酯泡沫具有 25-100 kg/m<sup>3</sup>的密度、在 40% 下的 5-50 kPa 的压缩载荷挠度 (CLD)、水饱和下的至多 25% 的体积增加和 35-80% 的水缓冲容量,并且其中所述薄片具有 0.1-100 mm 的尺寸。

2. 如权利要求 1 所述的植物生长基质,其中所述聚氨酯泡沫具有 5-15 kPa 的 CLD、25 至最高达 70 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度和 40-60% 的水缓冲容量。

3. 如权利要求 1 所述的植物生长基质,其中所述聚氨酯泡沫具有至少 20 kPa,优选至少 25 kPa 的 CLD,20 至最高达 50 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度,至多 30% 的回弹率,并且水饱和下的体积增加为至多 20%。

4. 如权利要求 1 所述的植物生长基质,其中所述聚氨酯泡沫具有至多 40%,优选至多 30% 的回弹率,在 40% 下的至少 16 kPa,优选至少 20 kPa 和更优选至少 25 kPa 的压缩载荷挠度 (CLD),至少 20 kg/m<sup>3</sup>,优选 20 至最高达 50 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度和水饱和下的至多 25%,优选至多 20% 的体积增加。

5. 如权利要求 1-4 任一项所述的植物生长基质,其中所述薄片具有 1-50 mm,优选 10-30 mm,更优选 12-20 mm 的尺寸。

6. 如权利要求 1-5 任一项所述的植物生长基质,其中所述聚氨酯薄片涂有添加剂,例如肥料、硬化剂……。

7. 如权利要求 1-6 任一项所述的植物生长基质,其中所述薄片以 15-60 体积%,优选 15-50 体积% 和更优选 20-30 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于所述植物生长基质中,所述量以薄片体积相对于包含薄片的植物生长基质的总体积来计算。

8. 如权利要求 1-6 任一项所述的植物生长基质,其中所述泡沫薄片在所述植物生长基质中的体积比为 10:90 至 90:10 (体积%),优选 80:20 至 40:60 (体积%),其中所述体积% 以薄片体积相对于包含薄片的植物生长基质的总体积来计算。

9. 如权利要求 8 所述的植物生长基质用于减少甲烷和其它温室气体的排放的用途。

10. 如权利要求 8 所述的植物生长基质用于栽培水稻的用途。

11. 如权利要求 7 所述的植物生长基质用于在需氧条件下使植物生长和由此改善保水性的用途。

## 用作土壤改良剂的聚氨酯泡沫

### 发明领域

[0001] 本发明涉及聚氨酯泡沫作为植物生长基质中的添加剂以改善例如该植物基质内的吸水性和保水性的用途。

[0002] 更具体地,本发明涉及可以添加到土壤或其它天然的植物生长介质中以改善该植物生长基质内的吸水性和保水性的聚氨酯薄片。

[0003] 本发明的聚氨酯泡沫,更具体为聚氨酯薄片可以用于作用于使植物,例如蔬菜和悬挂水果生长的植物生长基质中的添加剂,由此显著提高水果和蔬菜的产量。

[0004] 本发明的聚氨酯泡沫,更具体为聚氨酯薄片可以用于作用于生长水稻植株的植物生长基质中的添加剂,由此显著减少甲烷气体的排放(减少温室气体排放)。

### [0005] 发明背景

包含聚氨酯泡沫的植物生长介质是已知的。

[0006] EP 939092 公开了用于固定和支承植物的开孔聚异氰脲酸酯泡沫。

[0007] US 3798836 公开了具有分散在其中的热塑性粒子的水不溶性开孔式发泡聚氨酯基体。

[0008] US 3889417 通过使预聚物与大量水反应制备了亲水性泡沫。这种泡沫可用于园艺应用中。应用的水指数为 1300-78000。类似方法已经公开在 WO 96/16099 中,其中没有就异氰酸酯指数和水指数给出特别指导;在实施例,水指数大于 1700,并且异氰酸酯指数小于 6。所用的预聚物由具有至少 1000 的分子量的多元醇制得。

[0009] US 3970618 公开了用于栽培植物的基质,该基质是通过使多异氰酸酯和多元醇在低 NCO 指数下反应制得的低密度(18 kg/m<sup>3</sup>)亲水性聚氨酯泡沫,该多元醇具有 900-1800 的羟基值,并且该多异氰酸酯是甲苯二异氰酸酯(TDI)型多异氰酸酯。

[0010] US 5155931 使用泡沫作为植物垫(plant mat),该泡沫通过使有机异氰酸酯(其优选为 TDI)和多元醇在 90-120 的 NCO 指数下反应来制得。

[0011] US 6479433 公开了通过使预聚物和水在选择的填料材料存在下反应制得的园艺生长介质。

[0012] WO2011/042284 描述了用作植物基质的软质聚氨酯泡沫。这些泡沫具有 25-70 kg/m<sup>3</sup>的密度,在 40% 下的 5-15 kPa 的压缩载荷挠度(CLD)和水饱和下的至多 25% 的体积增加。这些泡沫在 20-70 的低异氰酸酯指数下和 200-400 的高水指数下制得,这意味着该制剂中要与可用异氰酸酯组分反应的异氰酸酯反应性组分之间存在着巨大的竞争,这可以导致当该泡沫用作基质材料时的(排水)的喷沫。

[0013] US 6460473 和 EP 823203 公开了低密度软质聚氨酯泡沫用于水稻育秧的用途。

[0014] 在 WO 2010/099431 中已经公开了用于筛选植物的水栽装置。尤其提及了水稻,并且聚氨酯可以用作发芽基质。

[0015] 以上引用的现有技术并未触及与其中从栽培环境中释放甲烷气体的传统水稻栽培方式相关的严重环境问题和减少甲烷气体排放的解决方案。

[0016] 此外,现有技术没有公开适于在土壤或其它天然的植物基质中混合以改善土壤的

保水性并由此降低在可用水有限的例如半干旱和干旱气候条件下使植物生长或种植作物(番茄、小麦、草和橄榄)所需的水量,并同时提高或至少保持植物产量的聚氨酯泡沫(块)。

#### [0017] 发明概述

根据本发明,公开了一种植物生长基质,所述植物生长基质包含土壤和/或其它天然的生长介质和作为添加剂的聚氨酯泡沫薄片。

[0018] 根据实施方案,该聚氨酯薄片由具有 25-100 kg/m<sup>3</sup>的密度、在 40% 下的 5-50 kPa 的压缩载荷挠度(CLD)、水饱和下的至多 25% 的体积增加和 35-80% 的水缓冲容量的聚氨酯泡沫制得,并且其中该薄片具有 0.1-100 mm 的尺寸。

[0019] 根据实施方案,用于制备根据本发明的薄片的聚氨酯泡沫具有 5-15 kPa 的 CLD、25 至最高达 70 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度(free-rise core density)和 40-60% 的水缓冲容量。

[0020] 根据实施方案,用于制备根据本发明的薄片的聚氨酯泡沫具有至少 20 kPa,优选至少 25 kPa 的 CLD,20 至最高达 50 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度,至多 30% 的回弹率,并且在水饱和下,体积增加为至多 20%。

[0021] 根据实施方案,用于制备根据本发明的薄片的聚氨酯泡沫具有至多 40%,优选至多 30% 的回弹率,至少 16 kPa,在 40% 下的优选至少 20 kPa 和更优选至少 25 kPa 的压缩载荷挠度(CLD),至少 20 kg/m<sup>3</sup>,优选 20 至最高达 50 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度和水饱和下的至多 25%,优选至多 20% 的体积增加。

[0022] 根据实施方案,根据本发明的薄片优选具有 1-50 mm,优选 10-30 mm,更优选 12-20 mm 的尺寸。

[0023] 根据实施方案,根据本发明的薄片可以涂有添加剂,例如肥料、硬化剂……。

[0024] 根据实施方案,该聚氨酯薄片以 15-60 体积%,优选 15-50 体积% 和更优选 20-30 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于植物生长基质中,所述量以薄片体积相对于植物生长基质(包含薄片与土壤和/或其它天然的生长介质)总体积来计算。

[0025] 根据实施方案,公开了根据本发明的植物生长基质用于在需氧条件下使植物生长的用途,其中聚氨酯泡沫薄片以 15-60 体积%,优选 15-50 体积% 和更优选 20-30 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于该植物生长基质中,所述量以薄片体积相对于植物生长基质总体积来计算。

[0026] 根据实施方案,公开了根据本发明的植物生长基质用于改善植物生长基质的保水性的用途,其通过将聚氨酯薄片添加到土壤和/或其它天然的生长介质中,其中聚氨酯泡沫薄片以 15-60 体积%,优选 15-50 体积% 和更优选 20-30 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于该植物生长基质中,所述量以薄片体积相对于植物生长基质总体积来计算。

[0027] 根据实施方案,该聚氨酯薄片存在于植物生长基质中,使得泡沫薄片在该植物生长基质中的体积比为 10:90 至 90:10 (体积%),优选 80:20 至 40:60 (体积%)。

[0028] 根据实施方案,公开了根据本发明的植物生长基质用于减少甲烷和其它温室气体的排放的用途,其中聚氨酯泡沫薄片存在于植物生长基质中,使得泡沫薄片在该植物生长基质中的体积比为 10:90 至 90:10 (体积%),优选 80:20 至 40:60 (体积%)。

[0029] 根据实施方案,根据本发明的植物生长基质用于减少甲烷排放的用途用于栽培水稻,所述方法包括使水稻在水、营养物、根据权利要求 1-6 任一项的聚氨酯泡沫薄片和土壤

的混合物中生长,其中泡沫薄片在该植物生长基质中的体积比为 10:90 至 90:10 (体积%),优选 80:20 至 40:60 (体积%)。

[0030] 独立和从属权利要求阐述了本发明的特定和优选的特征。来自从属权利要求的特征可以适当地与独立权利要求或其它从属权利要求的特征组合。

[0031] 本发明的上述及其它特性、特征和优点将结合附图从以下详述变得明显,所述详述以举例的方式举例说明了本发明的原理。

#### [0032] 定义和术语

在本申请的上下文中,以下术语具有以下含义:

1) 异氰酸酯指数或 NCO 指数或指数:

制剂中存在的 NCO 基团相对于异氰酸酯反应性氢原子的比率,以百分比形式给出:

$$\frac{[\text{NCO}] \times 100}{[\text{活性氢}]} \quad (\%)$$

[0033] 换言之,NCO 指数表示制剂中实际使用的异氰酸酯相对于与制剂中使用的量的异氰酸酯反应性氢反应在理论上所需要的异氰酸酯量的百分比。

[0034] 应当观察到,本文中所述的异氰酸酯指数是从实际发泡过程的角度来考虑,涉及在该反应步骤中使用的异氰酸酯成分和异氰酸酯反应性成分。仅考虑了在实际发泡阶段存在的游离异氰酸酯基团和游离异氰酸酯反应性氢(包括水的那些氢)。

[0035] 水指数是比率  $100Y/X(\%)$ ,其中 Y 是制剂中实际使用的以克计的水量,并且 X 是在相同制剂中获得 100 的异氰酸酯指数在理论上需要的以克计的水的总量。

[0036] 2) 本文中所述的用于计算异氰酸酯指数的表述“异氰酸酯反应性氢原子”是指多元醇、聚酰胺和 / 或水形式的反应性组合中存在的羟基和胺的氢原子的总数。这意味着,为了计算实际发泡过程中的异氰酸酯指数,一个羟基基团视为包含一个反应性氢,并且一个水分子视为包含两个活性氢。

[0037] 3) 本文中所述的表述“聚氨酯泡沫”通常是指通过使用发泡剂使多异氰酸酯与含有异氰酸酯反应性氢的化合物反应获得的多孔产物,并特别包括用水作为反应性发泡剂获得的多孔产物(涉及水与异氰酸酯基团的反应,其产生脲键(urea linkage)和二氧化碳并生成聚脲-聚氨酯泡沫)。

[0038] 4) 术语“标称羟基官能度”或“标称官能度”或“羟基官能度”在本文中用于表示多元醇组合物的官能度(每分子的羟基基团的数目),假定这是在其制备中使用的一种或多种引发剂的官能度(每分子的活性氢原子的数目),尽管在实践中由于一些末端不饱和和它将通常略小。术语“当量”是指该分子中每个异氰酸酯反应性氢原子的分子量。

[0039] 5) 词语“平均”是指“数量平均”。

[0040] 6) “密度”是对不使用辅助发泡剂在大气条件下制备的泡沫样品,并根据 ISO 845 来测量。

[0041] 7) “硬度”CLD:根据 ISO 3386/1 测量的在 40% 下的压缩载荷挠度,条件是在第一循环期间对干燥和非压碎的样品测量该硬度。

[0042] 8) “泡沫溶胀  $\Delta V$ ”是在 100% 水饱和和下以 % 计的泡沫样品的体积增加:

$$\Delta V = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100(\%)$$

其中  $V_2$  是未吸水的泡沫体积, 并且  $V_1$  是在 23°C 和 50% 相对湿度二者下, 在最大吸水率下该泡沫的体积。为了测定  $V_1$ , 将该泡沫在环境压力和 23°C 下浸在水中 24 h。

[0043] 9) 根据 ISO 8307 测量“回弹率”, 条件是对干燥和非压碎的样品测量该回弹率。

[0044] 10) “保水性值”在本发明中借助 pF 值来测量。在本发明的上下文中, pF 值对应于将泡沫样品在浸在水中预定时间段以获得水饱和的泡沫样品并随后使该水饱和的泡沫经历预定时间段的不同真空压力之后, 保留在该泡沫中的水体积。在 pF 曲线中, 相对于(负) X 轴上的施加的真空压力, 在 Y 轴上绘制测量的保留在该泡沫中的体积水含量。在该 pF 曲线上,  $pF_0$  值对应于在使所述泡沫样品经历预定时间段的 0 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后, 保留在水饱和的泡沫样品中的水体积。在该 pF 曲线上,  $pF_1$  值对应于在使所述泡沫样品经历预定时间段的 -10 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后, 保留在水饱和的泡沫样品中的水体积。在该 pF 曲线上,  $pF_{1.5}$  值对应于在使所述泡沫样品经历预定时间段的 -32 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后, 保留在水饱和的泡沫样品中的水体积。

[0045] 取自该 pF 曲线的  $pF_0$  和  $pF_1$  值适于计算保水性和由此计算聚氨酯泡沫中水的可用性。  $pF_0$  和  $pF_1$  进一步定义为:

$$pF_0 = \frac{V_u}{V_f} \times 100(\%)$$

$$pF_1 = \frac{V_{r-1}}{V_f} \times 100(\%)$$

其中  $V_f$  是(干燥)泡沫样品的初始体积(以 ml 计),  $V_u$  是当用水饱和时该泡沫样品以 ml 计的吸水量(指的是使所述泡沫样品经历预定时间段的 0 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后保留在水饱和的泡沫样品中的水体积), 并且  $V_{r-1}$  是使水饱和的泡沫样品经历预定时间段的 -10 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后以 ml 计的保留的水的体积。

[0046] 如下测定  $V_f$ 、 $V_u$  和  $V_{r-1}$ : 切割泡沫样品以获得指定尺寸, 例如 100×120×75 mm 或 100×120×60 mm(长度×宽度×高度)。因此, 样品的  $V_f$  为 900 ml 或 720 ml。在 105°C 下测定该泡沫样品的干重量。随后将该泡沫样品在大气压力和 23°C 下以使得 1 cm 的该样品在高度方向上延伸高于水表面的方式浸在水浴中 6 小时的预定时间段。

[0047] 随后将该样品在大气压力和 23°C 下完全浸在水浴中 18 小时。随后在相同的压力和温度下将该样品放置在具有 0.5-1cm 的网目的筛上, 并使其释放水 30 分钟。最后, 再次测定该泡沫样品(含有保留的水)的重量并计算  $V_u$ , 假定 H<sub>2</sub>O 的密度为 1 kg/dm<sup>3</sup>。

[0048] 随后将水饱和的样品在 23°C 下的封闭环境中放置 24h, 并对样品底表面施加低于一大气压的压力(例如由泡沫样品半高度处测得的 -10 cm H<sub>2</sub>O 柱压力以测量  $pF_1$ )。

[0049] 最后, 再次测定样品的重量, 并计算保留在样品中的水的体积  $V_{r-1}$  (假定水密度为 1 kg/dm<sup>3</sup>)。

[0050] 可以用于测量 pF 值并适于在样品底表面上产生低于一大气压的环境的装置是所谓的 Sandbox, 其可获自 Dutch firm Eijkelkamp ([www.eijkelkamp.com](http://www.eijkelkamp.com)), 并用于 pF 测定。

[0051] 使土壤样品经历公制压力后,对土壤样品的以体积为基础的水含量的计算还描述在 ISO 11274 中(参见第 5.5 章),并也可应用于计算本发明的泡沫样品中的水含量。公制压力在这里是指以 cm H<sub>2</sub>O 柱计的施加的真空压力。

[0052] 11)“水缓冲容量(WBC,%)”可以定义为  $pF_0 - pF_{1.5}$ (在现有技术中也称为  $\Phi_0 - \Phi_{32}$ ),其中

$$pF_0 = \Phi_0 = \frac{V_u}{V_f} \times 100(\%) \text{ 和}$$

$$pF_{1.5} = \Phi_{32} = \frac{V_{r-1.5}}{V_f} \times 100(\%), \text{ 和}$$

其中  $V_f$  是(干燥)泡沫样品的初始体积(以 ml 计),  $V_u$  是当用水饱和时该泡沫样品的吸水量(以 ml 计),并且  $V_{r-1.5}$  是使该水饱和的泡沫样品经历预定时间段的 -32 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力后,以 ml 计的保留的水的体积。如 10) 中所述测定  $V_f$ 、 $V_u$  和  $V_{r-1.5}$ 。

[0053] 12) 根据本发明的方法中使用的多元醇混合物的“不饱和度”通过 ISO 17710 来测定,其表述为 meq/g (每克多元醇的不饱和基团的毫克当量)。

[0054] 13) “需氧条件”指的是在氧的存在下或在氧的存在下生长。需氧土壤具有充氧空气以进行氧化反应,例如土壤有机物质分解和营养物循环。大多数天然存在的土壤是需氧的。

[0055] 14) “厌氧条件”指的是不存在氧或在不存在氧的情况下生长。被水淹没或饱和的土壤具有厌氧条件,因为它们几乎没有充氧空气以进行氧化反应。“湿地土壤”(例如用于稻田)是在生长季期间在饱和、淹没或待定(pending)足够长时间以在上部发展厌氧条件的条件下形成的土壤。

[0056] 15) “再粘合聚氨酯泡沫薄片”是根据本发明的聚氨酯泡沫,首先将其切碎成聚氨酯泡沫薄片,并随后涂以基于多异氰酸酯(或预聚物)的粘合剂制剂(其包含例如亚甲基二异氰酸酯)并随后压缩和固化。

[0057] 16) “植物生长基质”是指适于使植物生长的基质,该基质含有至少土壤和 / 或其它天然的植物生长介质。天然的植物生长介质和土壤因此在本文中被视为该植物生长介质的主要组分。根据本发明的植物生长基质总是含有聚氨酯泡沫薄片作为该植物生长基质中的额外组分。

#### [0058] 发明详述

我们已经令人惊讶地找到改善土壤(或其它天然介质)的保水性并同时减少用于使植物生长所需的水量的方法。这通过使用某种聚氨酯泡沫与土壤(或其它天然生长介质)的组合,特别是通过以特定量向土壤(或其它天然生长介质)中添加和 / 或混合专门研发的聚氨酯泡沫的薄片(具有预定尺寸的块)来实现。这在下文的详细描述中称为在“需氧条件”下的植物生长基质中使用聚氨酯泡沫薄片。

[0059] 我们已经令人惊讶地找到减少与传统水稻栽培相关的甲烷产生量的方法。这通过某种聚氨酯泡沫与土壤(或其它天然生长介质)的组合,特别是通过以特定量向栽培水稻的土壤中添加和 / 或混合专门研发的聚氨酯泡沫的薄片(具有预定尺寸的块)来实现。额外使用该泡沫薄片可以导致更经济的与水稻栽培相关的水消耗。这在下文的详细描述中也称为

在“厌氧条件”下的植物生长基质中使用聚氨酯泡沫薄片。

[0060] 本发明的聚氨酯薄片可以是碎屑或薄片形式,或任何其它具有不同或相同尺寸的规则或不规则成形的块,或为任何其它合适的形式。通常,该薄片的平均粒度将为 0.1-100 mm,优选 1-50 mm (更小或等于 50 mm),更优选 10-30 mm,并最优选 12-20 mm。具有 15 mm 范围内的平均直径的薄片理想地适于与土壤和 / 或其它天然基质混合。

[0061] 根据实施方案,可以将根据本发明的聚氨酯薄片再粘合(再粘合薄片)以形成可以是平板片材或蛋壳形片材形式的片材。这种形式的再粘合薄片可以在植物介质的强度与硬度重要的应用中非常有用,例如用于绿化屋顶应用。

[0062] 根据实施方案,用于需氧条件的聚氨酯泡沫薄片的量使得该薄片以 15-60 体积%,优选 15-50 体积% 和更优选 20-30 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于该植物生长基质中,所述量以薄片体积相对于植物生长基质(包含薄片与土壤和 / 或其它天然的生长介质)总体积来计算。

[0063] 当正常浇水时,与在未添加聚氨酯薄片的对照植物生长基质(土壤)上生长作物相比,该聚氨酯泡沫薄片以植物生长基质中 15-60 体积% 的聚氨酯薄片的量存在于该植物生长基质中可以导致最高达 200% 和更高的作物产量增加——取决于品种(特别是对于喜水植物,例如番茄植株和黄瓜植株)。当应用 40-75% 的水减少时,与其中正常浇水(取决于品种)的对照植物生长基质(土壤)相比,在土壤中具有 15-60 体积% 聚氨酯薄片的植物生长基质上生长的作物产量保持为 100%。

[0064] 根据实施方案,用于厌氧条件以减少甲烷( $\text{CH}_4$ ) 排放的聚氨酯泡沫薄片的量为  $\geq 20$  体积%,优选  $\geq 40$  体积% 和最优选  $\geq 50$  体积%,所述量以薄片体积相对于植物生长基质(包含薄片与土壤和 / 或其它天然的生长介质)总体积来计算。与未添加聚氨酯薄片的对照土壤相比,土壤中大于 50 体积% 的聚氨酯薄片没有显示明显的(例如水稻植株的)生长差异。当应用于厌氧条件时,在不考虑水体积的情况下,当以 75 体积% 的聚氨酯薄片(剩余 25% 为土壤或其它天然的生长介质)使用时,该聚氨酯薄片可以减少最高达 80% 的  $\text{CH}_4$  产生量。

[0065] 根据实施方案,在厌氧条件下使用根据本发明的聚氨酯薄片可以包括在聚氨酯薄片与水、营养物和土壤的混合物中栽培水稻。本领域技术人员以通常方式选择水和营养物的量以最优化水稻的生长。营养物选自通常使用的那些,如生物质和肥料,如硝酸盐和磷酸盐。该土壤同样选自通常使用的土壤类型。该植物生长基质中土壤(或其它天然的生长介质)和泡沫薄片的量使得泡沫薄片在该植物生长基质中的体积比为 10:90 至 90:10 (体积%),优选 80:20 至 40:60(体积%),其中该体积% 以薄片体积相对于包含薄片的植物生长基质总体积来计算。

[0066] 可以未经处理地使用根据本发明的泡沫薄片,或者它们可以经过处理,例如在将根据本发明的聚氨酯泡沫压碎或切碎之前和 / 或之后,该薄片可以具有包含添加剂的涂层,如淀粉涂层、肥料涂层……。

[0067] 适于用作根据本发明的聚氨酯薄片的聚氨酯泡沫

适用于根据本发明的植物基质的聚氨酯泡沫,优选作为聚氨酯薄片,必须具有良好的保水特性和 100% 水饱和下的低溶胀。因此适用于根据本发明的土壤的聚氨酯泡沫必须具有良好的润湿性、保水性和水释放性质。



[0068] 聚氨酯泡沫的吸水性并特别是保水性可以通过测定 pF 值(当施加压力时测量的保留在该泡沫中的体积水含量,例如 pF<sub>0</sub>值给出了在向该泡沫施加 0 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力 30 分钟后,该泡沫中保留的水的量)来测得。

[0069] 适用于根据本发明的植物基质的聚氨酯泡沫可以是软质聚氨酯泡沫,其具有 25-70 kg/m<sup>3</sup>的密度,在 40% 下的 5-15 kPa 的压缩载荷挠度(CLD),水饱和下的至多 25% 的体积增加和 40-60% 的水缓冲容量(在本申请中称为 I 型聚氨酯泡沫)。该泡沫优选具有 26-60 kg/m<sup>3</sup>的密度和在 40% 下的 5-12 kPa 的压缩载荷挠度(CLD)。更优选该泡沫额外地具有水饱和下的至多 15% 的体积增加。这种聚氨酯泡沫描述在 W02011042284 中并通过引用并入本文。

[0070] 适于在根据本发明的植物基质中用作聚氨酯薄片的 I 型聚氨酯泡沫优选具有至少 60%, 优选 60-80% 的 pF<sub>0</sub>值,其中在使具有尺寸 100×120×75 mm 的水饱和的泡沫样品经历 0 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力 30 分钟后测量该 pF<sub>0</sub>值。

[0071] 下表 1 总结了适于制备根据本发明的聚氨酯薄片的泡沫的典型性质。

表 1:适于制备根据本发明的聚氨酯薄片的 I 型聚氨酯泡沫的典型性质

典型性质	测试方法	值
泡沫密度 (kg/m <sup>3</sup> )	ISO 845	29-39
泡沫硬度 (首次循环测量的 40%压缩)	ISO 3386-1	7-12 kPa
溶胀测试 (24 h 后的体积增加)		10-20%
吸水量 (24 h 后的克数)		≥ 25
pH 值		6-8
pF <sub>0</sub> 值	ISO 11274 (*)	60-80%
水缓冲容量(WBC) (pF <sub>0</sub> - pF <sub>1.5</sub> )	ISO 11274	40-60%
测定抗微生物性	DIN EN 12225	100%
测定抗氧化性	DIN EN 13438	100%
测定抗化学性	DIN EN 14030	100%

(\*) 在 10×12×7.5 cm 的泡沫样品上测试。

[0072] 或者,适用于根据本发明的植物基质的聚氨酯泡沫可以是具有至多 40% 的回弹率,在 40% 下的至少 16 kPa 的压缩载荷挠度(CLD),至少 20 kg/m<sup>3</sup>的自由起发芯密度,水饱

和下的至多 25% 的体积增加和至少 40% 至最高达 80% 和更高的水缓冲容量的聚氨酯泡沫(在本申请中称为 II 型聚氨酯泡沫)。该聚氨酯泡沫优选具有至少 20 kPa 和更优选至少 25 kPa 的 CLD, 20 至最高达 50 kg/m<sup>3</sup> 的密度, 至多 30% 的回弹率和水饱和下的至多 20% 的体积增加。

[0073] 适于在根据本发明的植物基质中用作聚氨酯薄片的 II 型聚氨酯泡沫优选具有至少 70%, 优选至少 80%, 更优选至少 90% 的 pF<sub>0</sub> 值, 其中在使具有尺寸 100×120×75 mm 的水饱和的泡沫样品经历 0 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力 30 分钟后测量该 pF<sub>0</sub> 值。

[0074] 根据本发明的 II 型聚氨酯泡沫可以具有 10% 至最高达 90% 的 pF<sub>1</sub> 值, 其中在使 100×120×75 mm 的水饱和的泡沫样品经历 -10 cm H<sub>2</sub>O 柱的压力 24 小时后测量该 pF<sub>1</sub> 值。

[0075] 适于用作根据本发明的聚氨酯薄片的聚氨酯泡沫的制备方法

下面描述了用于制备适于制备用于需氧和 / 或厌氧条件下的植物基质的聚氨酯薄片的 I 型和 II 型聚氨酯泡沫的工艺方法。这些方法以举例的方式给出, 而非意在将本发明限于这些方法。

[0076] 可以在下面列举的方法中用作多元醇的多元醇包括通过环氧乙烷和环氧丙烷在多官能引发剂的存在下(如果必需)的聚合获得的产物。

[0077] 可以在下面列举的方法中用作多异氰酸酯或以多异氰酸酯预聚物的形式使用的多异氰酸酯在本领域中是已知的。它们通过由苯胺和甲醛的酸缩合获得的多胺混合物的光气化来制得。合适的市售多异氰酸酯的实例包括例如 SUPRASEC<sup>®</sup> MPR (购自 Huntsman, 4, 4'-二苯甲烷二异氰酸酯) 和 SUPRASEC<sup>®</sup> 2185 (购自 Huntsman, 包含大约 37.7 重量 % 的二异氰酸酯的具有 30.7 重量 % 的 NCO 值的聚合 MDI) 以及所述产品的混合物。

[0078] 适于在根据本发明的植物基质中用作聚氨酯薄片的 I 型聚氨酯泡沫可以通过以下方法来制备, 所述方法包括在 20-70 的异氰酸酯指数下和 200-400 的水指数下使以下物质反应:

- 具有 20-30 重量 % 的 NCO 值并通过使包含 30-80 重量 % 的二苯甲烷二异氰酸酯(MDI) 和 20-70 重量 % 的该二异氰酸酯的同系物(该同系物具有 3 或更大的异氰酸酯官能度, 两个量都基于多异氰酸酯的量计算)的多异氰酸酯与具有 62-1000 的平均分子量和 2-4 的平均标称羟基官能度的多元醇反应制得的多异氰酸酯预聚物,

- 聚氧亚乙基聚氧亚丙基多元醇或这样的多元醇的混合物, 该多元醇或该混合物具有 2-4 的平均标称羟基官能度、2000-8000 的平均分子量和 25-50 重量 % 的平均氧亚乙基含量(分别基于该多元醇或混合物的重量计算),

- 水, 和

- 任选的具有 60-1999 的平均分子量的异氰酸酯反应性增链剂和 / 或交联剂, 和

- 任选在聚氨酯领域中使用的助剂和添加剂的存在下。

[0079] 适于在根据本发明的植物基质中用作聚氨酯薄片的 II 型聚氨酯泡沫可以通过以下方法来制备, 所述方法包括在 90-150 的异氰酸酯指数下, 优选在 95-120 的指数下, 更优选在大约 100-110 的指数下使以下物质反应:

- 多异氰酸酯和 / 或多异氰酸酯制成的预聚物(具有 10-30% 的 NCO 值), 其包含二苯甲烷二异氰酸酯(MDI) 及其具有 3 或更大的异氰酸酯官能度的同系物, 其中基于该二异氰酸酯与该同系物的总量计算的二异氰酸酯的量为 20-80 重量 %, 优选 25-70%, 更优选 25-55 重

量%的MDI和80-20%,优选75-30%和更优选75-45重量%的MDI的同系物,其中两个量都基于多异氰酸酯的重量总量计算,和

- 第一聚氧亚乙基聚氧亚丙基多元醇,该多元醇具有2-6的平均标称羟基官能度、2000-12000的平均分子量、基于该多元醇重量计算的大于50重量%的氧亚乙基含量,和
- 第二聚氧亚乙基聚氧亚丙基多元醇,该多元醇具有2-6的平均标称羟基官能度、2000-6000的平均分子量、基于该多元醇重量计算的20-45重量%的氧亚乙基含量,和
- 2-7 pbw的水含量,并且

其中所用第一和第二多元醇的重量比为60:40至20:80,优选49:51至20:80。

[0080] 以上列举的方法中第一和第二多元醇中的总氧亚乙基含量优选低于50重量%,基于第一和第二聚醚的总重量计算。在将其添加到多异氰酸酯组合物中之前,可以首先混合该第一和第二聚醚多元醇以形成聚醚多元醇的稳定分散体。该第一和第二聚醚多元醇在本领域是已知的和/或商购可得。第一类型的聚醚多元醇的实例是Daltocel<sup>®</sup> F442、F444和F555,均购自Huntsman并具有大于60重量%的氧亚乙基含量。第二类型的聚醚多元醇的实例是购自Huntsman的Jeffol<sup>®</sup> G11-56。Daltocel和Jeffol是已经在一个或多个但并非所有国家注册的Huntsman Corporation或其子公司的商标。

[0081] 用于制备II型聚氨酯泡沫的多异氰酸酯可以通过以适当的相对量混合SUPRASEC<sup>®</sup> MPR(购自Huntsman,4,4'-二苯甲烷二异氰酸酯)和SUPRASEC<sup>®</sup> 2185(购自Huntsman,包含大约37.7重量%的二异氰酸酯的具有30.7重量%的NCO值的聚合MDI)来制得。还可以使用SUPRASEC<sup>®</sup> 2185与SUPRASEC<sup>®</sup> MI 20(可购自Huntsman)的混合物,该混合物含有大约80重量份的4,4'-MDI和大约20重量份的2,4'-MDI和小于2重量份的2,2'-MDI。

[0082] 在用于制备II型聚氨酯泡沫的方法中使用具有3和更大的官能度的多异氰酸酯有利于获得高pF<sub>1</sub>值(pF<sub>1</sub>值 > 50%),因为具有3和更大的官能度的异氰酸酯导致具有相对更多闭孔(泡孔膜)并因此具有更好的保水特性的泡沫。

[0083] 此外,可以将具有60-1999的平均分子量的异氰酸酯反应性增链剂和/或交联剂添加到以上列举的用于制备I型&II型聚氨酯泡沫的方法中。这样的化合物的实例是丁二醇、乙二醇、丙二醇、二乙二醇、三乙二醇、二丙二醇、乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、环己烷二甲醇、甘油、三羟甲基丙烷、1,2,6-己三醇、季戊四醇、山梨糖醇和聚氧亚乙基多元醇、聚氧亚丙基多元醇、聚氧亚乙基聚氧亚丙基多元醇及其具有大约200、600和1000的平均分子量的混合物,以及这样的化合物的混合物。这些增链剂和/或交联剂的使用量为每100 pbw的具有2000和更高的平均分子量的上述聚醚多元醇混合物,最高达20 pbw和优选最高达10 pbw。

[0084] 用于根据本发明的用于制备I型&II型聚氨酯泡沫的方法中的水量(水含量)优选为2-7 pbw,和更优选为3.5-6 pbw。

[0085] 此外,催化剂可以用在用于制备I型&II型聚氨酯泡沫的方法中,其提高了氨基甲酸酯基团的形成。其优选以0.1-2重量%(基于所有异氰酸酯反应性成分)的量使用。这样的催化剂通常在本领域是已知的。实例是胺催化剂,如三亚乙基二胺、N,N-二甲基乙醇胺、双(N,N-二甲基氨基乙基)醚、2-(2-二甲基氨基乙氧基)-乙醇、N,N,N'-三甲基-N'-羟乙基双氨基乙基-醚、N-(3-二甲基氨基丙基)-N,N-二异丙醇胺、N,N'-二乙基哌嗪和1-(双(3-二甲基-氨基丙基)氨基)-2-丙醇,和有机金属化合物,如辛酸亚锡和二月桂酸

二丁基锡。也可以使用催化剂的混合物。

[0086] 任选地,可以在聚氨酯领域中使用的添加剂和助剂,如阻燃剂、表面活性剂、其它发泡剂、烟雾抑制剂、着色剂、炭黑、抗微生物剂、抗氧化剂、脱模剂、填料和肥料的存在下制备根据本发明的 I 型 & II 型聚氨酯泡沫。

[0087] 通过组合和混合所有成分并使反应发生制备根据本发明的 I 型 & II 型聚氨酯泡沫。可以根据自由起发法、模塑法、块料法、层压法或喷雾法制备该泡沫。当在模具中制备该泡沫时,使用至多 100%, 优选至多 50% 的过充量(overpack)。当使用模塑法时,该泡沫可以显示有利的形态:当两块相同的泡沫叠置时,二者均用水饱和,随后下面的块将从上面的泡沫比未采用该过充量制备的现有技术的泡沫吸收更少的水。

[0088] 可以将用于制造根据本发明的 I 型 & II 型聚氨酯泡沫的成分独立地进料到发泡机的混合头中。在将它们与多异氰酸酯混合前,优选将异氰酸酯反应性成分,任选与聚氨酯领域中使用的添加剂和助剂一起预混合。

[0089] 附图

图 1 图示说明了与在未添加聚氨酯薄片的土壤上生长水稻植株时的甲烷气体排放相比,当通过向土壤中添加 75 体积 % 的根据本发明的聚氨酯薄片,根据本发明生长水稻植株时甲烷气体排放的减少。

[0090] 图 2 图示说明了根据实验 2 的地块的设置。

[0091] 图 3 图示说明了与不同的水分状况(water regime)对于未添加聚氨酯薄片的植物基质上生长的植物产量的影响相比,不同的水分状况对于添加聚氨酯薄片的植物基质上生长的植物产量的影响。

[0092] 图 4 图示说明了对在具有不同的根据本发明的聚氨酯薄片添加的植物基质上生长的橄榄植物所获得的产量和生长结果。

## 实施例

[0093] 用下列实验和实施例进一步举例说明本发明。

[0094] 实验 1:水稻栽培

如下制备聚氨酯泡沫。

[0095] 使多异氰酸酯与 7.9 pbw 的 Daltocel<sup>®</sup> F442、47.5 pbw 的 Daltocel<sup>®</sup> F489、0.6 pbw 的 Jeffcat<sup>®</sup> DPA 和 0.05 pbw 的 Jeffcat<sup>®</sup> ZF-10 (可获自 Huntsman ;Daltocel<sup>®</sup> 和 Jeffcat<sup>®</sup> 是已经在一个或多个但并非所有国家注册的 Huntsman Corporation 或其子公司的商标)和 0.25 pbw 的 Tegostab<sup>®</sup> B 8724 LF (购自 Evonik 的表面活性剂)和 5.1 pbw 的水的混合物在 39.5 的异氰酸酯指数和 280 的水指数下反应。

[0096] 所用的多异氰酸酯是通过使 54 pbw 的 Suprasec<sup>®</sup> 2185 和 36 pbw 的 Suprasec<sup>®</sup> MPR (购自 Huntsman 的多异氰酸酯)和 10 pbw 的 Polyol 3380 (购自 Perstorp 的聚氧亚乙基三醇,具有 382 mg KOH/g 的 OH 值)反应所获得的预聚物,并具有大约 25.9 重量 % 的 NCO 值。

[0097] 该泡沫具有大约 30 kg/m<sup>3</sup> 的密度、在 40% 下的 8.4 kPa 的 CLD、水饱和下的大约 17% 的体积增加和大约 67% 的 WBC。

[0098] 将这样获得的泡沫切割成具有至多 25 mm (网筛)的平均粒度的薄片。

[0099] 如下栽培水稻(实施例 1,其为不使用泡沫的比较例):在 100×100×15 cm 的矩形

容器中,施加 12 cm 腐殖质的土壤层,并在腐殖质顶部施加大约 1 cm 的粘土层。该土壤用 2 cm 的水淹没并播种 500 粒水稻种子。用 Bio Green 植物灯 Sirius X400 (UV 灯)和 2000W 的 Tansun RI0 IP 红外加热器模拟日光。该 UV 灯每天使用 12 小时。

[0100] 在另一栽培实施例(实施例 2)中,用 25/75 体积比的相同土壤与上述聚氨酯泡沫薄片的混合物替代该土壤。该栽培实施例与前一个同时进行。

[0101] 在栽培期间,以与 Acta Meteorologica Sinica (1990) 第 4 卷, 第 3 期, 第 265-275 页中所述方法类似的方式测量排放的甲烷的量。在实施例 1 中,排放的甲烷的量比实施例 2 中的量高大约 9 倍。

[0102] 实验 2:向土壤中添加聚氨酯薄片和对该土壤上生长的番茄植株的产量的影响

该研究的主要目的是确定当在土壤中使用各种浓度的根据本发明的薄片(使用 I 型聚氨酯泡沫制得)时,植物产量和用水量(灌溉)的减少。为了设置该实验,设置不同的地块,由此使用不同量(体积%)的土壤中的薄片和不同量的用根据本发明的薄片处理过的土壤(深度分布(depth profile))。

[0103] 该田间实验中使用的土壤的主要特性是具有以下组成的土壤:

- 38% 的泥沙(2-50  $\mu\text{m}$ );
- 42% 的粘土(0-2  $\mu\text{m}$ );
- 20% 的沙子(50-2000  $\mu\text{m}$ )。

[0104] 对各地块(样品),进行以下五个步骤:

- 除去 10 cm 的土壤层,并将其放在一边用作 UV 防护层,
- 使用“手扶拖拉机”开垦土壤直至对应于要与该薄片混合的土壤量的深度;
- 将这样的开垦过的土壤放入混合机(“bétonnière”)中;
- 将所需体积/重量的薄片添加入该混合机中,略微加水以避免其被风吹走;
- 混合两种组分;
- 将获得的混合物均匀地铺撒在相关地块上;
- 使用放在一边的土壤(步骤 1),用 10 cm 厚的 UV 防护层覆盖该地块。

[0105] 为了简化布局,将不同的地块组织成 12 列  $\times$  15 行的阵列。地块具有 16  $\text{m}^2$  大的尺寸,并应当在两个方向上由大约 2 m 的缓冲区隔开(图 2 图示说明了地块的设置)。在各地块中存在 3 个区域:

1. “缓冲区”是不用于实验,而是用于将不同的地块彼此隔开的区域。该区域将不具有嵌入到土壤中的薄片。

2. “采样区”是其中将优选靠近“测量区”边界以便不干扰产量和其它参数的真正测量区采取土壤和作物样品的区域。该区域将在土壤中添加薄片,并具有如模型所述的灌溉制度。

3. “测量区”是其中将进行产量和其它参数的测量的区域。该区域将向土壤中添加薄片,并具有如模型所述的灌溉制度。

[0106] 考虑各地块的灌溉需求,由此安装灌溉系统。将通过“逐滴”法,使用刺穿有小孔和每个灌溉区(限定了 21 个这样的区)一个阀门的管道进行灌溉。通过安装在主管道上的流量计来测量水量。所有阀门将同时开启,并在当已经向各个单独的灌溉区提供预期的水量时关闭。为了便于灌溉系统的安装和控制,已经并排对齐需要相同灌溉水平的地块。

[0107] 将番茄植株种植到各地块中。当种植在该土壤中时,所有番茄植株为 10-12 cm 高和 2 周龄。在前 2-3 周期间,在所有地块上以 100% 最佳供水量进行灌溉以确保植物发育根系。随后,如下面的灌溉需求表(表 2)中所规定的进行不同地块上的灌溉。表 3 总结了各地块中添加到土壤中的根据本发明的薄片的量(体积%)。

[0108] 表 2 :实验 2 中各地块的灌溉需求

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	20%	20%	20%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	20%	20%	20%
2	35%	35%	35%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	35%	35%	35%
3	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
4	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
5	100%	100%	100%	100%	100%	备用	100%	100%	100%	100%	100%	备用
6	备用	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	备用
7	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
8	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
9	35%	35%	35%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	35%	35%	35%
10	20%	20%	20%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	20%	20%	20%
11	20%	20%	20%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	20%	20%	20%
12	35%	35%	35%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	35%	35%	35%
13	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
14	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
15	100%	100%	100%	100%	100%	备用	备用	100%	100%	100%	100%	100%

表 3 :实验 2 中在各地块中添加到土壤中的薄片的体积 %。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	-	40%	-	55%	-	25%	-	25%	55%	-	40%	-
2	55%	-	25%	40%	40%	15%	40%	40%	-	25%	-	55%
3	40%	-	65%	40%	40%	-	40%	-	65%	40%	15%	40%
4	55%	-	25%	55%	-	25%	-	55%	55%	25%	-	25%
5	40%	-	40%	75%	-	备用	65%	-	40%	65%	-	备用
6	备用	40%	-	40%	75%	-	40%	-	75%	40%	-	备用
7	55%	-	25%	55%	-	25%	-	55%	55%	25%	-	25%
8	40%	-	65%	40%	40%	-	40%	-	65%	40%	15%	40%
9	55%	-	25%	40%	40%	15%	40%	40%	-	25%	-	55%
10	-	40%	-	55%	-	25%	-	25%	55%	-	40%	-
11	-	40%	-	55%	-	25%	-	25%	55%	-	40%	-
12	55%	-	25%	40%	40%	15%	40%	40%	-	25%	-	55%
13	40%	-	65%	40%	40%	-	40%	-	65%	40%	15%	40%
14	55%	-	25%	55%	-	25%	-	55%	55%	25%	-	25%
15	-	65%	-	40%	65%	备用	备用	40%	-	75%	40%	-

[0109] 下表 4 总结了实验 2 的结果。该表中的每个值对应于番茄植株上的番茄产量(仅果实重量 = 番茄产量)。



[0110] 表 4:实验 2 的结果的总结。平均产量是在具有相同灌溉条件的地块上几次测量的结果。

	100% ETM		85% ETM		60% ETM		35% ETM		20% ETM	
	有薄片	无薄片	有薄片	无薄片	有薄片	无薄片	有薄片	无薄片	有薄片	无薄片
平均产量 (T/ha)	85.7	42.0	50.2	36.3	41.3	31.7	31.8	23.7	24.1	17.3
灌溉 (mm)	603	603	500	500	399	399	248	248	202	202

[0111] 图 3 图示说明了与未添加聚氨酯薄片的土壤上生长的植物的产量相比,不同的水分状况对添加聚氨酯薄片的土壤上生长的植物的产量的影响。换言之,该图表明,当使用相同的浇水量(100% ETM)时,向土壤中添加薄片时可以实现大约 200% 的产量提高。与未添加薄片的参比土壤相比(由此未添加薄片的土壤具有 100%ETM 的浇水量),向土壤中添加根据本发明的薄片时,可以实现 60%ETM 的浇水量降低和相似的产量。

[0112] 实验 3:向土壤添加聚氨酯薄片对橄榄树上的橄榄产量的影响

图 4 图示说明了向土壤添加根据本发明的聚氨酯薄片对橄榄产量的影响的结果。

[0113] 向土壤添加 20 体积 % 的根据本发明的聚氨酯薄片(以薄片体积 / 薄片 + 土壤体积计算)导致最佳产量(提供了最高橄榄数目)。20 体积 % 的聚氨酯薄片的量看起来促进了橄榄的生产量,采用土壤中 20 体积 % 的聚氨酯薄片的量获得了最大橄榄数目,而采用土壤中 30 体积 % 的聚氨酯薄片的量获得了更大的果实(但是更小的量)。

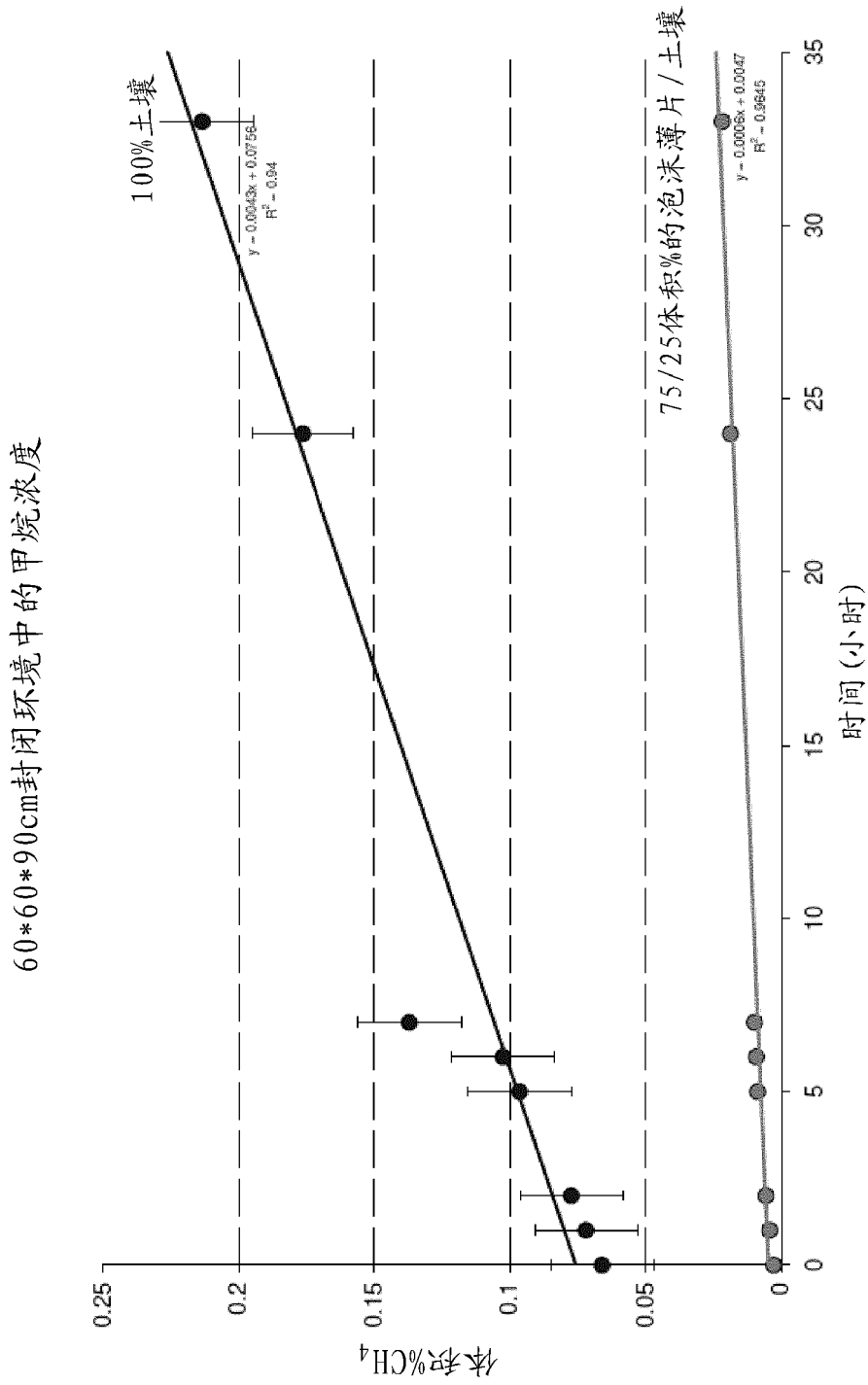


图 1

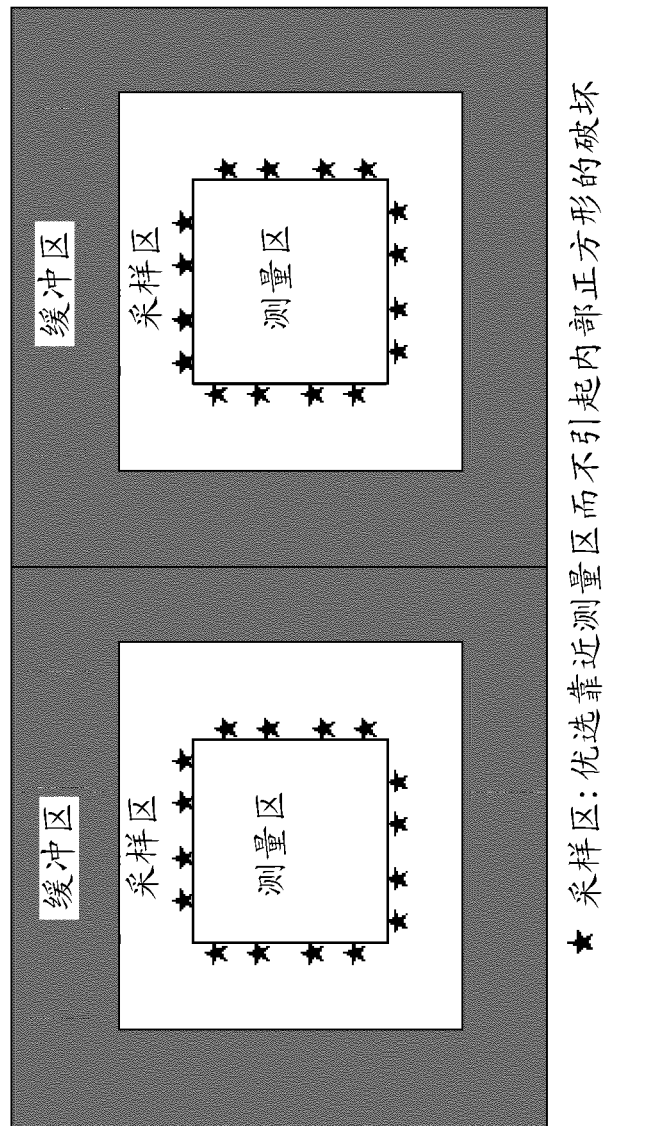


图 2

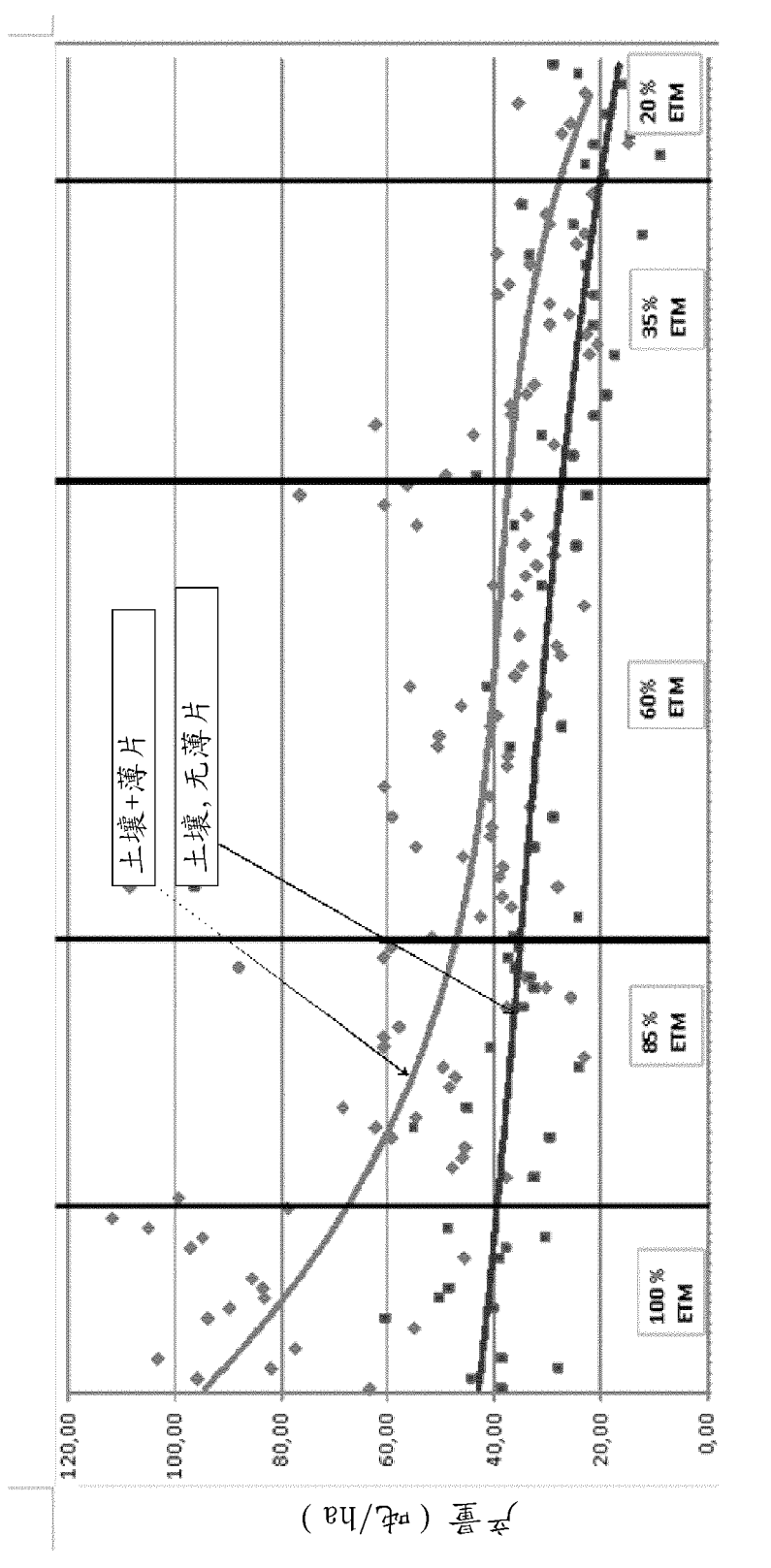


图 3

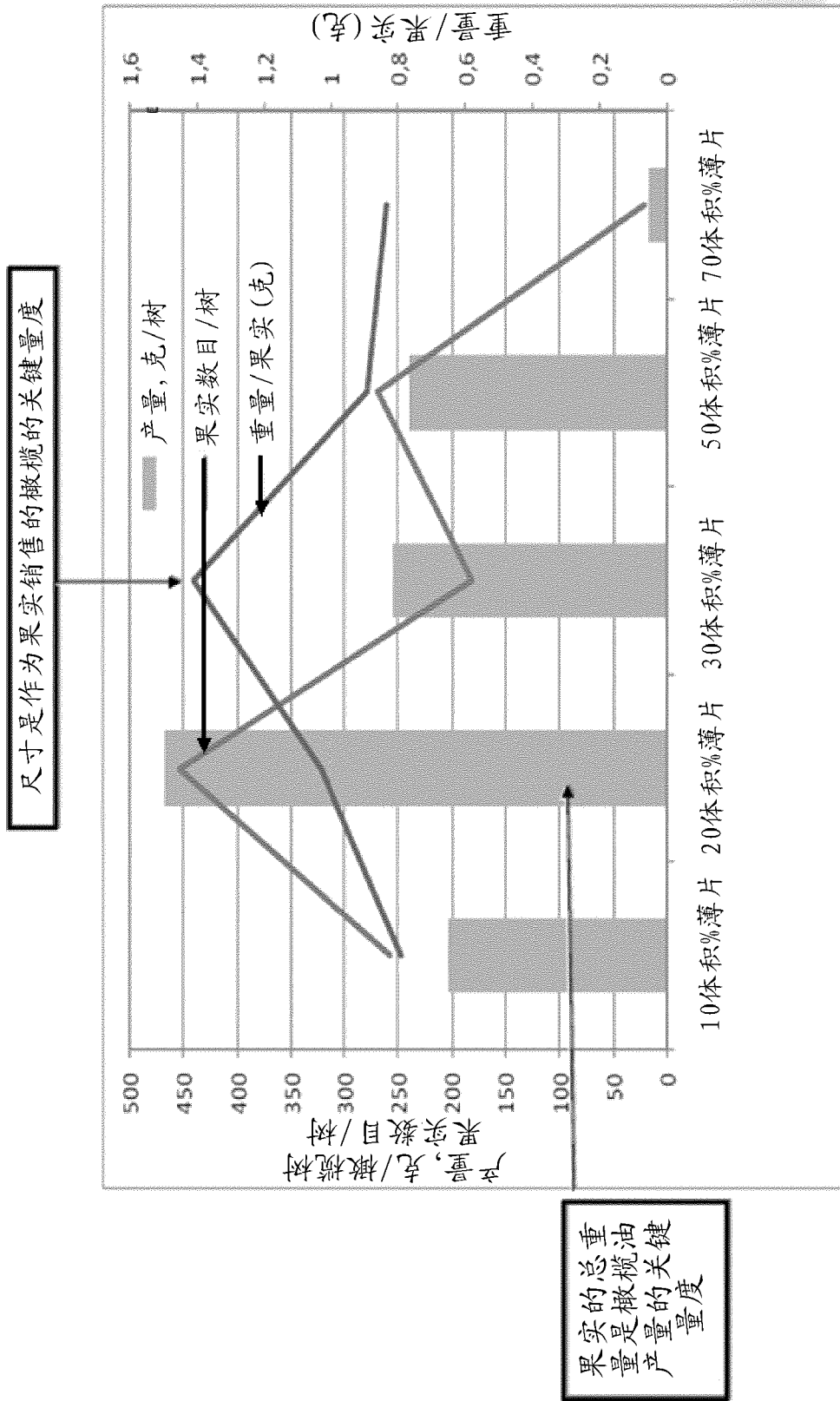


图 4