

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C05C 9/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02829162. X

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100343201C

[22] 申请日 2002.6.17 [21] 申请号 02829162. X

[86] 国际申请 PCT/NO2002/000214 2002.6.17

[87] 国际公布 WO2003/106376 英 2003.12.24

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.17

[73] 专利权人 亚拉国际有限公司

地址 挪威奥斯陆

[72] 发明人 S·科恩克 U·拉德维希

J·马茨 U·施塔克

[56] 参考文献

CN 1135745A 1996.11.12

US 4636242A 1987.1.13

US 4330319A 1982.5.18

US 4026695A 1977.5.31

US 4565564A 1986.1.21

审查员 白优爱

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 范 赤 庞立志

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

含单质硫的尿素肥料的制备方法及其产品

[57] 摘要

本发明涉及由液态硫和液态尿素熔体生产含单质硫的尿素肥料的方法。通过提供温度稳定并对液态硫/尿素熔体呈两性的添加剂,在熔点以上的温度下影响液态硫和尿素两相之间的表面张力以获得均匀混合相,随后进行分配和固化。本发明还涉及一种尿素-硫肥料,其中所述肥料包含尿素和单质硫以及温度稳定并呈两性的添加剂。

1. 由液态硫和液态尿素熔体生产含单质硫的尿素肥料的方法，其特征在于通过提供包括温度稳定的 $C_6 - C_{30}$ 直链脂肪酸和其酯的添加剂而在熔点以上的温度下影响液态硫和尿素两相之间的表面张力，从而获得均匀混合相，随后进行分配和固化。

2. 权利要求 1 的方法，其特征在于所述添加剂以 5-300ppm 的浓度存在。

3. 权利要求 2 的方法，其特征在于所述添加剂以 45-100ppm 的浓度存在。

4. 权利要求 1 的方法，其特征在于所述添加剂包含十四烷酸。

5. 权利要求 1 的方法，其特征在于向液态硫/尿素熔体中加入锌和/或镁和/或钙和/或硼的无机化合物。

6. 权利要求 1 的方法，其特征在于向液态硫/尿素熔体中加入铜和/或锰和/或硒和/或钼的无机化合物。

7. 权利要求 5 或 6 的方法，其特征在于以 1.0-2.5 重量%的量加入所述无机化合物。

8. 权利要求 5 或 6 的方法，其特征在于以 1.5-2.1 重量%的量加入所述无机化合物。

9. 权利要求 1 的方法，其特征在于从注入点到固体成粒的停留时间 < 180 秒。

10. 权利要求 1 的方法，其特征在于所述熔点以上的温度 > 140°C。

11. 尿素-硫肥料，其特征在于所述肥料包含尿素和单质硫以及包括温度稳定的 $C_6 - C_{30}$ 直链脂肪酸和其酯的添加剂的均匀混合相。

12. 权利要求 11 的尿素-硫肥料，其特征在于所述添加剂以 5-300ppm 的浓度存在。

13. 权利要求 12 的尿素-硫肥料，其特征在于所述添加剂以 45-100ppm 的浓度存在。

14. 权利要求 11 的尿素-硫肥料，其特征在于所述添加剂包含十四烷酸。

15. 权利要求 11 的尿素-硫肥料，其特征在于所述肥料包含锌和/或镁和/或钙和/或硼的无机化合物。

16. 权利要求 11 的尿素-硫肥料，其特征在于所述肥料包含铜和

/或锰和/或硒和/或钼的无机化合物。

17. 权利要求 15 或 16 的尿素-硫肥料, 其特征在于所述无机化合物以 1.0-2.5 重量%的量存在。

18. 权利要求 15 或 16 的尿素-硫肥料, 其特征在于所述无机化合物以 1.5-2.1 重量%的量存在。

19. 权利要求 11 的尿素-硫肥料, 其特征在于所述 S 的颗粒尺寸分布为 10-200 μm 。

20. 权利要求 19 的尿素-硫肥料, 其特征在于所述 S 的颗粒尺寸分布为 50-90 μm 。

21. 权利要求 19 的尿素-硫肥料, 其特征在于所述 S 的颗粒尺寸分布使得在添加剂浓度>150ppm 的情况下, 90%的颗粒为 10 μm 。

含单质硫的尿素肥料的制备方法 及其产品

本发明涉及含单质硫的颗粒状尿素肥料的制备方法和由该方法得到的产品。

在世界上许多地区普遍存在硫缺乏现象，尤其是沙质、有机物含量低并受到淋洗的土壤。在世界范围内，S 缺乏日益严重，这是因为含有石膏 (CaSO_4) 的普通磷酸钙 (single super phosphate) 使用的减少，还由于产率的提高以及侵蚀和淋洗造成的土壤储量的下降，更多的 S 从土地中流失了。同时，在工业化国家中，以降雨和粉尘沉积的形式，从燃烧化石燃料排放的二氧化硫 (SO_2) 向土壤中输入了大量 S。随着排放的降低，S 缺乏日益加剧。如今，通常采用富含 S 的肥料来补充 S。

液态硫是生产氨气/氨水的重烃部分氧化工艺或天然气脱硫产生的废物。与可用的工业 CO_2 一起，这些原料是生产颗粒尿素的先决条件，与众所周知的基于硫酸盐的尿素硫肥料如，例如硫酸铵/磷酸钙不同，我们致力于发现一种方法，其中直接采用熔融状态的单质硫作为氮-硫植物营养物生产中熔融硫的来源。

单质硫不能被植物直接利用，不能用作含 S 植物营养物生产中充分的硫源。相反，曾将其用作转鼓加肥工艺中的配料，其中在转鼓中将硫喷涂在温热的颗粒表面上形成包围尿素颗粒的封闭壳（硫涂覆的尿素，SCU），由于尿素被该壳体对环境“密封”，建立了缓释机制。在这种情况下，水分只能通过小裂纹吸收，随着在吸收水分的水中溶解，将尿素“泄露”出去。

从 US 4,330,319 知悉了一种生产尿素硫肥料的方法。将尿素和熔化的硫混合获得一种熔融混合物，随后固化该熔融混合物得到均匀的固态颗粒状尿素硫肥料，其中硫的颗粒尺寸小于约 $100\ \mu\text{m}$ 。在高于熔点的温度使熔融的尿素和熔融的硫经由混合装置输送，从而生成在尿素中分散的细碎的硫。以足以生成所述尿素硫肥料的量加入熔融的硫。在所述混合装置中保持至少 200KPa 的压降以形成均匀的尿素和硫的熔体。最后，通过造粒或凝聚使所述均匀化的熔体固化。

在该专利中，通过采用 T 形管进行预混施加了强机械力，这是由扼流孔板(restricted orifice)造成的，由于两个熔体流的 90° 角(T形管)和由扼流孔板实现的压降，所述扼流孔板产生出紊流(turbulent flow)。结果，硫进料泵必须在 5-9bar 范围内工作，在一个实施例中为 14bar。需要均匀静态混合器来乳化 $<100\mu\text{m}$ 的 S 颗粒。这一均匀化作用消耗了更多的机械能。由于两个不相溶只能机械混合这一事实，各个相部分的再结合速度极高(亚稳乳液)，而且 $10-30\mu\text{m}$ 的颗粒仅占颗粒尺寸分布的一小部分。该专利未证实固化的乳液是怎样提高 S 缺乏土壤的农业产率的。必须使用抗结块剂使颗粒粉末化以对抗尿素的吸湿性。

本发明的主要目的是提供将液态单质硫乳化到液态的尿素熔体中的方法。

本发明的另一个目的是使单质硫成为植物可用的颗粒尺寸足够低的 S 源，并提供能够获得优选范围颗粒尺寸的添加剂以增进生物氧化作用。

另一个目的是提供无需抗结块剂的尿素-硫肥料。

另一个目的是降低尿素-硫肥料中的氮挥发损失。

另一个目的是所述添加剂应是可生物降解的，在环境中作为天然化合物以生态方式存在。

另一个目的是获得作为添加剂浓度函数的不同 S 颗粒尺寸，使所述肥料适合于各种气候条件。

本发明的这些和其它目的是通过以下描述的方法和产品获得的。通过本专利权利要求进一步定义和表征本发明。

要求保护的本发明解决了如何在熔化状态混合硫和尿素的问题，并提供了具有所需颗粒尺寸的含硫肥料。抗结块剂不是必需的。添加剂调节颗粒尺寸分布。

本发明的方法包括：将液态单质硫乳化到液态的尿素熔体之中，并在高于熔点的温度下，通过提供温度稳定并对液态硫/尿素熔体呈两性的添加剂来影响液体状态中的硫和尿素两相之间的表面张力以获得均匀混合相。

优选将液态单质硫乳化到液态尿素熔体之中。使用单质硫的农业原因是单质硫能够在高浓度 S 存在下，在肥料中提供更高的含氮量，

例如，在 $>8\text{wt}\%S$ 的浓度下， $>42\text{wt}\%$ 的 N 。对大部分植物用途而言， $N:S$ 重量比为 $6:1-4:1$ ，优选约 $5:1$ 。对动物饲料用途而言， $N:S$ 重量比为 $10:1-15:1$ 。

由于两种主要成分不是固态/液态的，而是均为液态，本发明与加肥(fattening)/ S 涂层不同。由于两种液体的表面张力和密度明显不同并会立即分离成两个分离相，不能获得稳定的乳液，即使是在将液相迅速冷却或者甚至在用液氮(-194℃)来直接骤冷的情况下也是如此。

硫(140℃): 密度: $1,787\text{kg}/\text{m}^3$, 粘度: 0.008PaS

尿素(140℃): 密度: $1,214\text{kg}/\text{m}^3$, 粘度: 0.002PaS

在已出版的文献中，常用技术采用搅拌器或静态混合器来混合两种液态化合物并能使之形成乳液。基本原理是潜在机械力的传输。这在技术和工业规模上都进行了实验，但是结果是，在尿素/液态 S 混合相的情况下，以工业规模应用高效静态混合器提高了两相的分离速度，这与通常的预想完全相反。

在从主熔体系到熔体分配系统的传统两阶段真空系统之后，采用尿素工艺作为试验装置，在该情况下是旋转吊斗。在 $15/19\text{m}$ 直径的造粒塔中，从 60m 高度开始，通过不变的环境空气中的自然通风冷却，确立了冷却/结晶作用。第二液相即单质硫($99,9\%$ 纯度)的供应通过添加一个包括控制速度的供料泵的进料槽来进行。

为了能够测试在与基础 $N-S$ 级颗粒尿素结合时用作痕量营养物的无机固体化合物，应用了一种固体配料设备。为了研究颗粒尺寸分布，在从混合点到固化的造粒颗粒的工艺流程之外应用了取样装置。通过静态混合器实施的对于尿素熔体中硫熔滴的颗粒尺寸分布的大量测量反映了为什么机械力不能提高混合液相的均匀性/稳定性。分散速度/性能不是形成具有小直径 S -熔滴的均匀相的驱动因素，相反，该工艺受再结合速度/概率的控制。由于从静态混合器的入口到出口，颗粒尺寸分布增加，在静态混合器中为 S 颗粒对提供了更高的再结合概率。

为了将从注入点到传送带上的固体成粒的停留时间缩短至 <180 秒，对试验装置(如上所说明的)进行了优化。还测试了是否无机物会影响液态分散硫相的表面张力并由此影响再结合概率和乳化硫的颗粒尺寸。研究了锌、镁、钙和硼化合物。溶解的 ZnO 改变了混合熔体

的颜色，并以有利的方式影响了表面张力，得到的颗粒尺寸 $<200\ \mu\text{m}$ 。以 1-2%施加的 ZnO 能够在短停留时间内稳定。作为附加的痕量化合物，研究了 ZnS 和 MgO ，它们能够定量分配在均匀的液态体系内而不会对颗粒尺寸带来负面影响。 CaO 、 CaSO_4 、 $\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 可以进行配料，造成了一定程度的相分离 (phase segregation)， $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 和 Borax 在熔体中保持悬浮状态，不被均匀地分散。

无机化合物的浓度为 1.0-2.5 重量%，优选 1.5-2.1 重量%。也可以将铜、锰、硒和钼悬浮到尿素和单质硫的乳液中，不会带来分解和其它不利影响。

一个目的是提供可生物降解的化合物，其可以影响液体 S 相的表面张力以实现足够高的排斥相应从而在 $<0.1\text{wt}\%$ 添加剂的低添加剂浓度下，在试验设备的停留时间内使小颗粒稳定。将要获得的颗粒范围应为 $20-30\ \mu\text{m}$ ，以在较低温的环境条件下提高生物氧化作用。所述化合物应承受所需的 140°C 的温度，以使得在其液态保持两相。通过采用强力搅拌器并研究作为时间函数的 S 的颗粒尺寸分布，在实验室规模进行了对物质的筛选。对最后优选的物质在一浓度范围 ($0-150\text{ppm}$) 进行了试验。

C_6-C_{30} 直链脂肪酸组可用作添加剂。发现最优选的添加剂是十四烷酸 $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$ ，分子量为 228.36g，熔点为 58.8°C ，沸点为 199°C 。十四烷酸是在肉豆蔻脂 (70-80%)、椰油 (cocofat) (20%) 和鲸蜡油 (15%) 中以甘油酯形式存在的天然衍生物。对硬脂酰乳酸钙和硬脂酰乳酸钠以 $100-1000\text{ppm}$ 的浓度进行了试验，但这些化合物发生了分解，而且所述化合物还产生了发泡的负面效应。对十二烷胺和油胺 (cleylamin) 也进行了试验， 1000ppm 的浓度产生了 $100\ \mu\text{m}$ 的颗粒尺寸。十四烷酸异丙酯和甘油三酯、甘油酸甲酯这些酯类化合物也是适用的添加剂。

可以通过添加剂的浓度来调节单质硫的颗粒尺寸分布，并进行了试验以显示这一效果。结果示于表 1 中。

表 1

十四烷酸浓度 ppm	结合单质S相的颗粒尺寸 μm
8	150
10	200
16	150
19	150
23	120
24	120
45	60
60	80
90	10
95	10
100	10
104	10
108	15
112	10
118	10
145	10
148	10
281	10

工艺效果:

在添加剂浓度 $>75\text{ppm}$ 条件下获得了颗粒尺寸 $<50\mu\text{m}$ 的单质硫颗粒。

颗粒尺寸越小,土壤中的氧化性细菌 *Thiobacillus Thiooxidans* 将硫从单质状态转化为植物可利用的硫酸盐(在恒定的温度、湿度和物质浓度下)的氧化速度越高:



因此,可以使硫以时间函数的形式(缓释)被植物所利用。由于单质状态的硫的不溶解性,在大雨(冲洗效应)中不会使硫沉积浓度受损。

采用温室中的标准盆栽试验技术进行农艺试验测定了植物对 S 的吸收作用。结果是：细菌 *Thiobacillus* 的生物氧化速度与颗粒尺寸有关。较大颗粒尺寸实现的氧化速度较低。同样，该速度在 >25℃ 的较高温度下受到有利影响，与预想相同。

还在试验田区内进行了农艺试验和产率试验。露地试验证实了颗粒尺寸与氧化速度之间预期的牢固关系。在德国和南非的农田测试了产品。应用的产品级别为：尿素+单质 S：42.7wt%N，8wt%S，N:S 重量比为 5.3:1。添加剂浓度为约 50ppm。平均的 S 颗粒尺寸为 70 μm。通过提高添加剂浓度可以实现较低的水平。还可以获得更高的 S 浓度，然而会降低可利用的 N 含量。

由于会向空气中损失营养物质含量，从尿素施加产生的氨挥发损失是人们关注的问题，特别是在较温暖的气候中。由于可以从土壤的原地生物氧化得到预计，单质状态的元素硫向硫酸盐的转化（参考上述的化学反应类型）将会在 μm S 颗粒沉积物的微环境中局部地降低 pH 水平，对比常规颗粒尿素（无单质 S）测量了发生的氨损失。

本发明从液态硫和液态尿素熔体生产含有单质硫的尿素肥料的方法包括：通过供应温度稳定且对液态硫/尿素熔体呈两性的添加剂，在熔点以上的温度下影响液态硫和尿素两相之间的表面张力，以获得均匀混合相，随后进行分配和固化。

所述添加剂可以以 5-300ppm 的浓度存在，优选 45-100ppm 的浓度。所述添加剂可以包含 C₆-C₃₀ 直链脂肪酸，所述添加剂优选包含十四烷酸。可以向液态硫/尿素熔体中加入锌和/或镁和/或钙和/或硼的无机化合物，还可以加入铜和/或锰和/或硒和/或钼的无机化合物。可以以 1.0-2.5 重量%的量加入无机化合物，优选 1.5-2.1 重量%。从注入点至固体成粒的停留时间 < 180 秒。温度 > 140℃。

本发明的尿素-硫肥料包含尿素和单质硫以及温度稳定和两性的添加剂。所述添加剂以 5-300ppm 的浓度存在，优选 45-100ppm。所述添加剂包含 C₆-C₃₀ 直链脂肪酸，该添加剂优选包含十四烷酸。所述肥料可以包含锌和/或镁和/或钙和/或硼的无机化合物。该肥料还可以包含铜和/或锰和/或硒和/或钼的无机化合物。该无机化合物可以以 1.0-2.5 重量%，优选 1.5-2.1 重量%的量存在。S 的颗粒尺寸分布为约 10-200 μm，优选 50-90 μm。优选这样的 S 颗粒尺寸分布，在添加

剂浓度>150ppm 情况下使 90%的颗粒为约 10 μ m。

在以下的图和实施例 1 中，进一步说明和展示本发明。

图 1 显示了在德国的两块试验田中，与尿素 (Urea) 和尿素/硫 (UreaS) 相比，尿素和单质硫 (Urea+eS) 对油菜产率和硫含量的影响。

图 2 显示了在德国的试验田中，与尿素 (Urea) 和尿素/硫 (UreaS) 相比，尿素和单质硫 (Urea+eS) 对冬小麦产率和硫含量的影响。

图 3 显示了在南非的试验田中，与 CAN (硝酸钙铵)、CAN+ASN (硫酸铵/硝酸铵) 和尿素 (Urea) 相比，尿素和单质硫 (Urea+eS) 对油菜产率的影响。

图 4 显示了在南非的试验田中，与试验级 24-10-10 过磷酸钙 (Super Phosphate) NPS 肥料和尿素相比，尿素和单质硫 (Urea+eS) 对玉米产率的影响。

图 5 显示了与尿素颗粒相比，德国 (Hhof) 的试验田和南非 (RSA) 的试验田中尿素和单质硫 (Urea+eS) 的氮损失。

图 6 显示了尿素 (Urea)、尿素+S (Urea+S) 和尿素+单质 S+添加剂 (Urea+S+Add) 的粉尘形成、耐磨性、破碎强度和结块指数。

图 7 显示了与尿素和尿素+S 相比，尿素+单质 S+添加剂 (Urea+S+Add) 的粉尘形成、结块指数、耐磨性和破碎强度的改进。

实施例 1

在德国北部的两块试验田中，通过加入尿素、尿素+硫酸铵 (尿素+S) 和尿素+单质 S (尿素+es)，对油菜进行了实验。试验中所用的尿素+单质硫肥料包含 42.7%的 N 和 8%的 S，添加剂浓度为 50ppm，S 的颗粒尺寸为约 70 μ m。施加了 36kg/ha 的 S。试验持续了 3 天-1 周。测定了油菜的产率和硫含量并将结果示于图 1 中。图 1 说明对油菜而言，尿素+单质硫 (Urea+eS) 和含有硫酸铵形式的硫酸盐的尿素 (UreaS) 产生出几乎相同的产率增加，即 6-20%。温度范围为 7-15 $^{\circ}$ C。GS51 是试验田的地区代号。

实施例 2

在德国北部的两块试验田中，通过加入尿素、尿素+硫酸铵

(UreaS) 和尿素+单质 S (尿素+eS), 对冬小麦进行了实验。试验中所用的尿素+单质硫肥料包含 42.7%的 N 和 8%的 S, 添加剂浓度为 50ppm, S 的颗粒尺寸为约 70 μm 。施加了 26kg/ha 的 S。试验持续了 3 天-1 周。测定了冬小麦的产率和硫含量, 并将结果示于图 2 中。图 2 说明对冬小麦而言, 尿素+单质硫(Urea+eS)和尿素+硫酸铵(UreaS)产生出几乎相同的增产效果, 即 7-8%。温度范围为 7-15 $^{\circ}\text{C}$ 。GS31 是试验田的地区代号。

实施例 3

对南非实验田中的油菜进行了实验。对油菜施加了 10kg/ha 的 S, 将尿素+单质硫(Urea+eS)与 CAN、CAN+ASN 和尿素进行了对比。结果示于图 3 中。图 3 显示了使用 CAN、尿素、尿素+单质硫(Urea+eS)和 CAN+ASN 的油菜产率, 以 t/ha 为单位。

实施例 4

在南非的试验田中对玉米进行实验。S 的施加通常依赖于施加的 N/ha。将尿素+单质硫(Urea+eS)与试验级 24-10-10 过磷酸钙 NPS 肥料和尿素进行了对比。施加了 58、83 和 108kgN/ha。对尿素+单质硫而言, 加入 S 的对应量为 10、14 和 18kgS/ha, 对于 NPS 肥料, 加入了 25、35 和 45kgS/ha。结果示于图 4 中。图 4 显示了以 kg/ha 为单位, 使用了尿素+单质硫(Urea+eS), NPS-肥料和尿素的玉米产率。

在南非的较高的环境温度下, 玉米产率提高了 14%, 油菜产率提高了 71%。

实施例 5

在德国北部(Hhof)的试验田和南非(RSA)的试验田中进行了氨挥发试验。在两个地点进行了尿素+单质硫(Urea+eS)的氨损失的测量并与尿素颗粒的氨损失进行对比, 结果示于图 5 中。与标准级尿素颗粒相比, 尿素+单质 S(Urea+eS)的氨挥发损失减少了约 15%。

实施例 6

对尿素、尿素+S 和尿素+S+添加剂进行了粉尘形成、耐磨性能、

破碎强度和结块指数的测量和计算。

粉尘的形成，其为游离粉尘和摩擦产生的粉尘之和，定义为特定的时间和气流条件下肥料在喷射床中的质量损失。通过在暴露于喷射床中的气流达特定时间之前和之后对肥料称重，来确定粉尘的形成。

耐磨性能定义为经在耐磨试验中处理后破碎颗粒的百分数。通过测定通过将颗粒样品引入采用了控制气流的旋风器而产生的破碎颗粒的量（尿素颗粒<1mm 的部分，尿素颗粒<1.6mm 的部分，尿素牛饲料<1.5mm 的部分）来测定耐磨性能。

颗粒的破碎强度（硬度）定义为破碎颗粒所需的力。通过试验测定破碎强度，其中使单个的颗粒承受由金属冲杆（plunger）施加的经计量的力。将颗粒破碎时的力（单位：kg 力（Kgf））确定为强度的测量值。

肥料的结块趋势是破碎压缩肥料的结块所需的力（kgf）。在精确确定的温度、力和精确确定的时间段下进行样品的压缩。通过试验测定结块趋势，其中将一部分肥料颗粒放入模具中，并通过作用于活塞上的压缩空气向肥料施加压力。当样品在 2bar 压力之下 24 小时后，将压力去掉。移开模具的顶板和底板。将气动活塞重新放置在结块的顶部，逐渐地提高压力直至结块破碎。

图 6 显示了尿素、尿素+S 和尿素+S+添加剂的粉尘形成（mg/kg）、耐磨性（%）、破碎强度（g）和结块指数（kg）。

图 7 显示了与尿素和尿素+S 相比，尿素+S+添加剂的粉尘形成、结块指数、耐磨性和破碎强度的改进。

常规标准颗粒的磨擦粉尘形成测定为 10%。

均匀结合的硫有力地降低了尿素基体的吸水性能，因而降低了尿素的结块趋势。该产品使自由的施加成为可能。在颗粒基质中可以对植物和动物瘤胃实现包括最佳 N : S 比的各种 S 浓度水平（N : S 分别为 5 : 1 或 10 : 1）。

生物氧化作用的效果是降低了氨的挥发损失。由于颗粒尺寸小，实现了尿素基质晶体结构中的高度结合，提高了所述颗粒对抗外部冲击的机械强度。

作为不含甲醛的植物营养物或饲料级用 N/S 化合物的施加成为可

能。由于单质状态的硫的缓慢释放和不溶性，在大雨的情况下，施加 S 的量得到保护，免受淋洗损失。

通过本发明，可以使单质硫以充分低的颗粒尺寸成为植物可利用的 S 源。通过在高于熔点的温度下影响液态两相（尿素/硫）之间的表面张力，还可以获得低 μm 范围的不同颗粒尺寸。对具有两性特征的温度稳定化合物进行了评估和施加，使得在低添加剂浓度下能够形成 10-50 μm 范围的颗粒尺寸。施加的表面活性化合物的分子结构是可生物降解的，在向农田里连续施加植物营养物的情况下，避免了在土壤中的浓集。以能够确定 S 颗粒尺寸范围的浓度施加添加剂，而 S 颗粒尺寸范围还控制了氧化速度，这样以经微生物氧化的硫酸盐的形式向植物根部供应 S。有可能获得无需表面涂层或甲醛调理即能自由流动的产品。

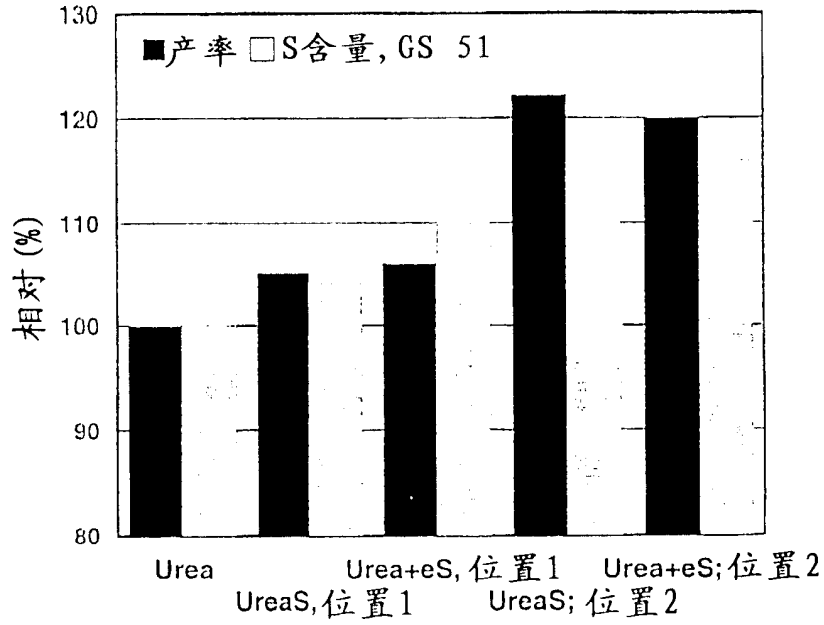


图 1

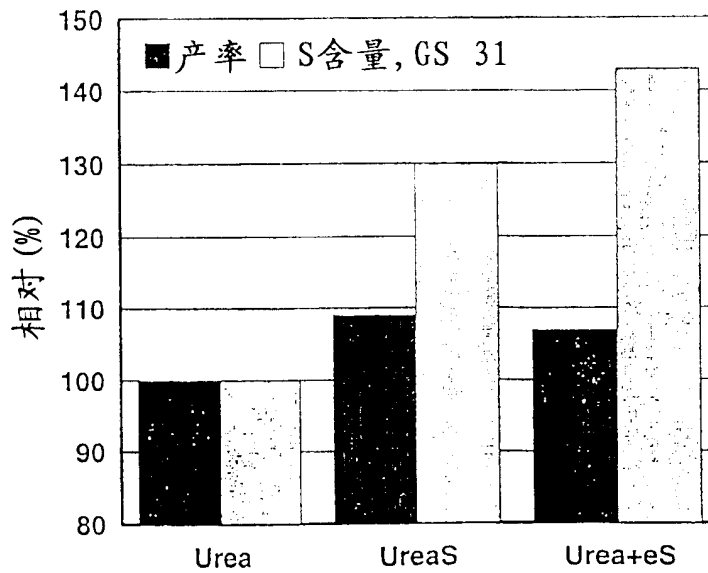


图 2

各种产品对油菜产率的影响
(在增加的S处理中,加入10kg S/ha)

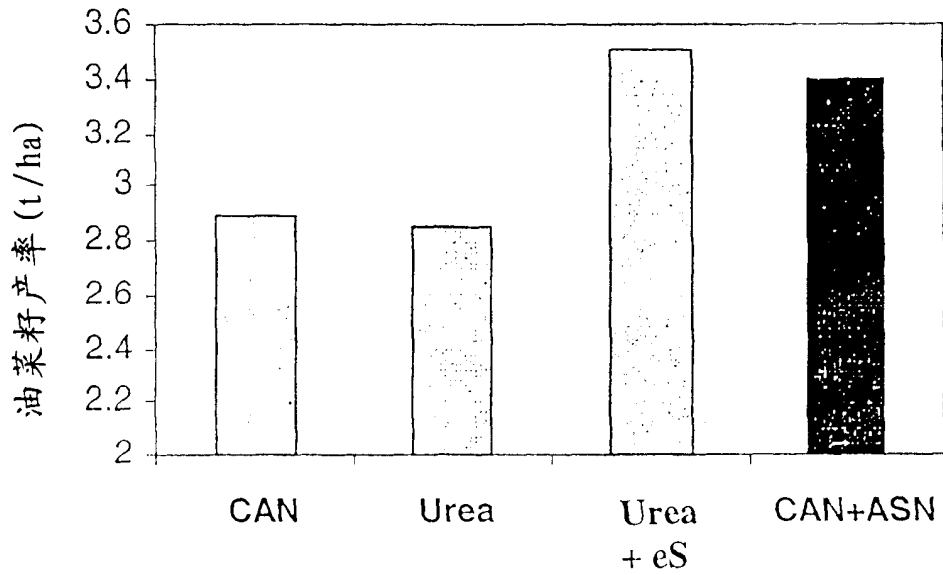


图 3

各种产品对玉米产率的影响

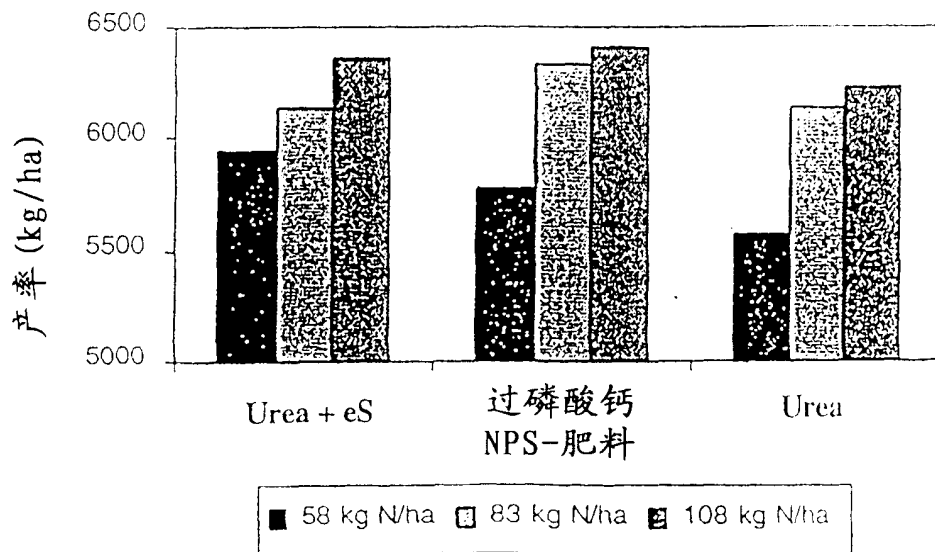


图 4

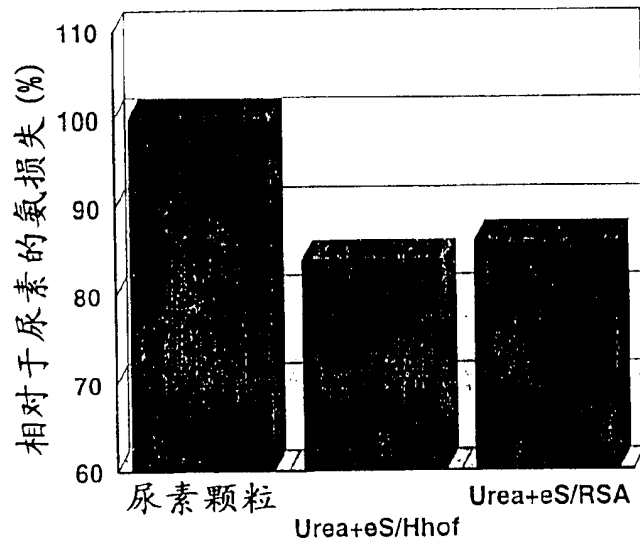


图 5

硫浸渍尿素的物理性能

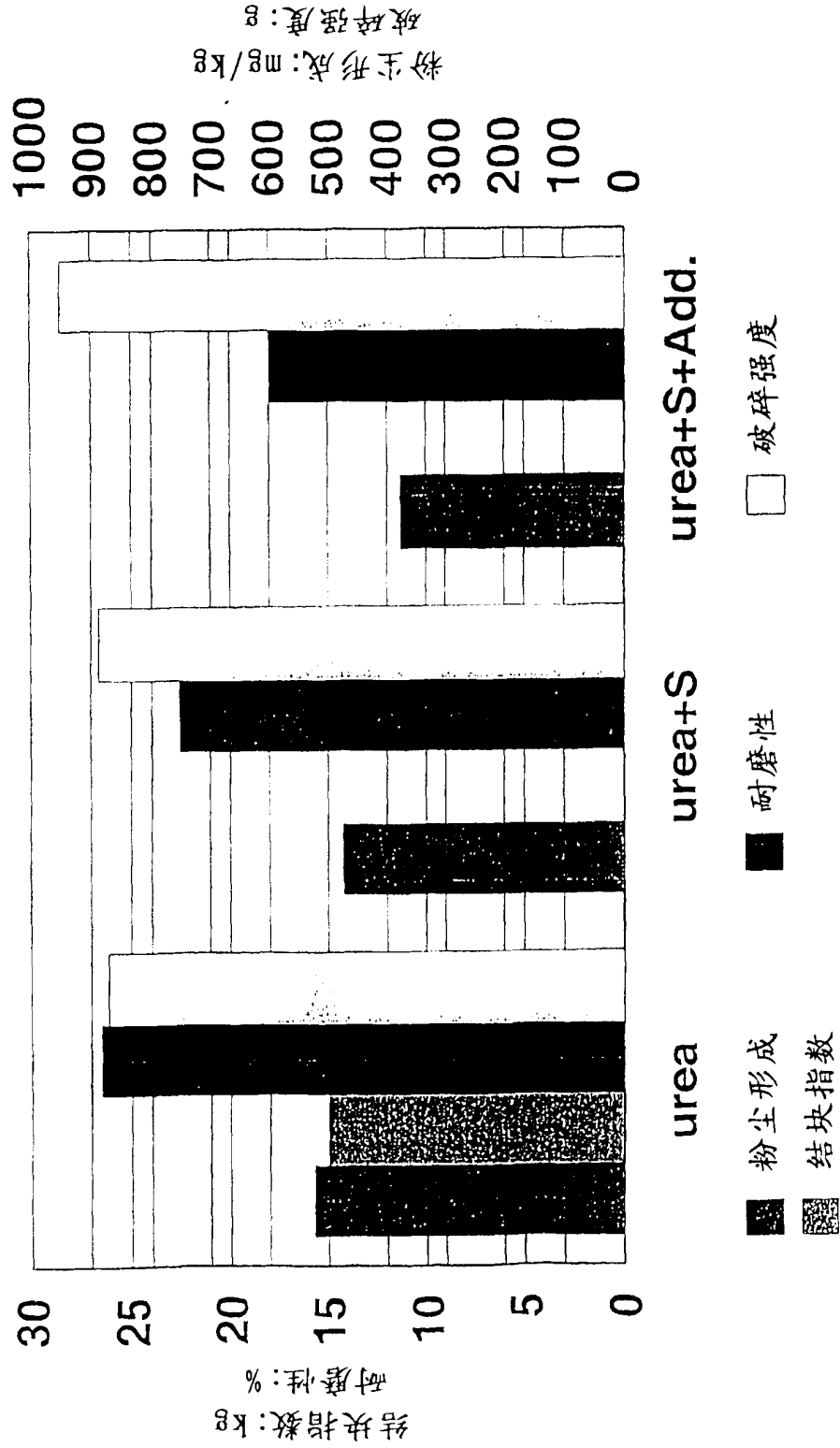


图 6

硫浸渍尿素的物理性质

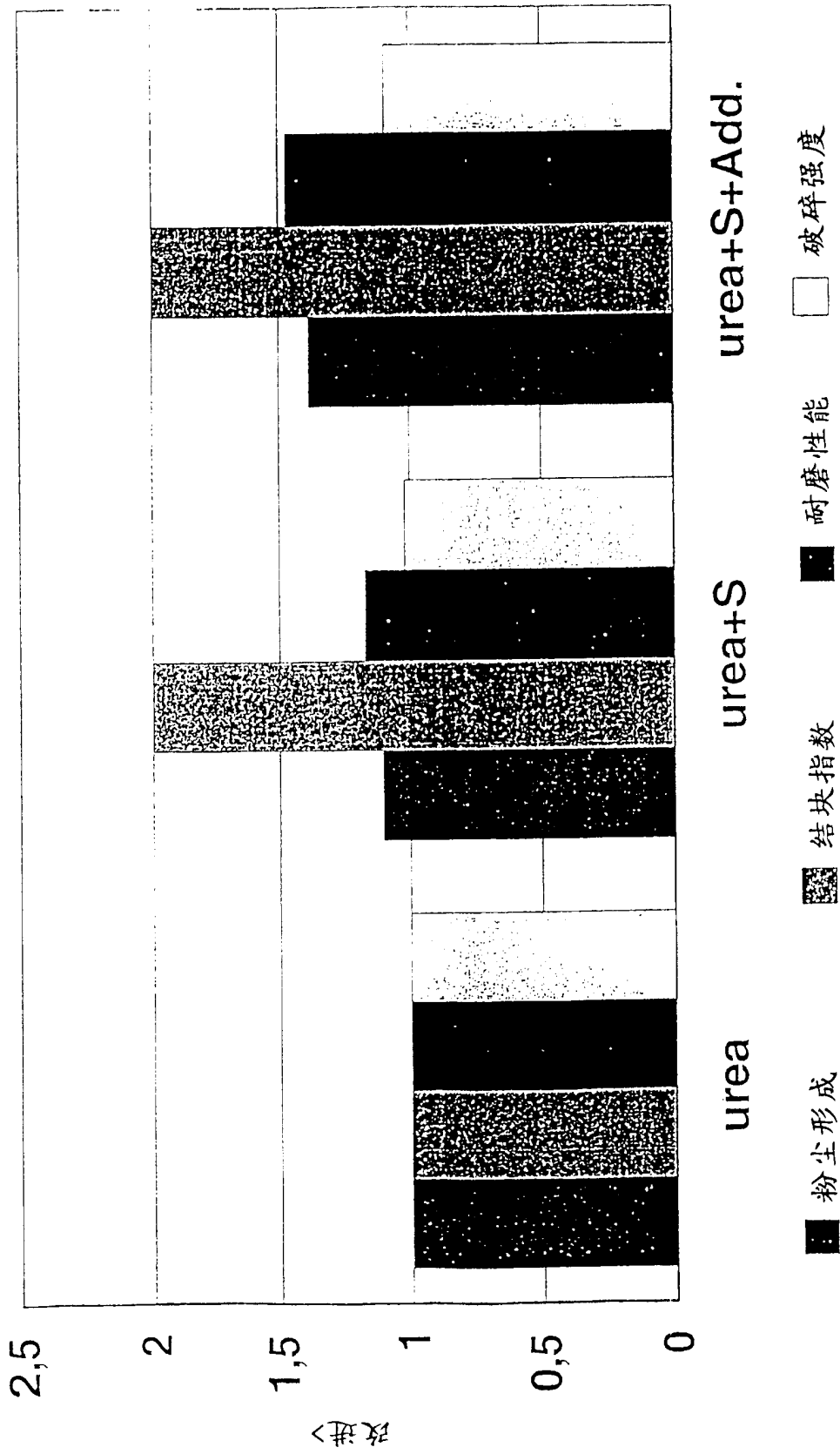


图 7