

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202491016 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.08.14

(22) Дата подачи заявки
2022.10.18

(51) Int. Cl. C05B 7/00 (2006.01)
C05B 9/00 (2006.01)
C05B 17/00 (2006.01)
C05B 21/00 (2006.01)
C05G 5/12 (2020.01)

(54) УДОБРЕНИЕ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

(31) 63/262,968

(32) 2021.10.23

(33) US

(86) PCT/CA2022/051536

(87) WO 2023/065025 2023.04.27

(71) Заявитель:

ОСТАРА НЬЮТРИЕНТ РИКАВЕРИ
ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (СА)

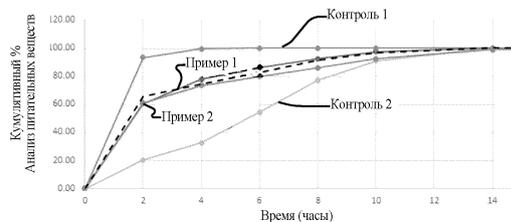
(72) Изобретатель:

Бриттон Арен, Веригин Микаэла,
Лэзервуд Роланд, Сатхьянараяна Рам
Прасад Мелахалли (СА)

(74) Представитель:

Тагбергенова М.М., Тагбергенова А.Т.
(КЗ)

(57) Удобрение содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением. Источником фосфора с промежуточным высвобождением может быть шертелит. В одном из вариантов осуществления источник фосфора с промежуточным высвобождением может содержать практически весь фосфор, имеющийся в удобрении. В других вариантах осуществления удобрение дополнительно содержит один или оба источника фосфора с медленным и быстрым высвобождением. Удобрение может быть в форме гомогенной гранулы-прилла. Для получения таких удобрений можно использовать несколько способов.



A1

202491016

202491016

A1

УДОБРЕНИЕ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

Перекрестные ссылки на родственные заявки

[0001] Настоящая заявка испрашивает приоритет заявки США № 63/262968, поданной 23 октября 2021 г. под названием "УДОБРЕНИЯ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ", содержание которой включено в настоящую заявку посредством ссылки во всей полноте во всех отношениях. Применительно к Соединенным Штатам Америки данная заявка испрашивает приоритет в соответствии с § 119 Статьи 35 Кодекса США (U.S.C.) по заявке на патент США № 63/262968, поданной 23 октября 2021 г. под названием "УДОБРЕНИЯ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ВЫСВОБОЖДЕНИЕМ И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ", которая включена в настоящий документ посредством ссылки во всех отношениях.

Область техники, к которой относится изобретение

[0002] Настоящее изобретение относится к удобрениям для растений. Некоторые варианты осуществления изобретения предусматривают высвобождение питательных веществ в промежуточный период времени. Некоторые варианты осуществления изобретения предусматривают способы получения таких удобрений.

Предшествующий уровень техники

[0003] Азот (N), фосфор (P) и калий (K) являются основными питательными веществами, необходимыми для роста и развития растений. Например, фосфор помогает передавать энергию солнечного света растениям, стимулирует начальный рост корней и растений в целом, а также ускоряет созревание. Удобрения обеспечивают растения такими питательными веществами в доступных формах, которые они по мере необходимости усваивают для стимулирования их роста и развития. Удобрения могут дополнительно содержать другие активные вещества, включая вторичные питательные вещества, такие как магний (Mg), сера (S) и кальций (Ca), микроэлементы, такие как бор (B), хлор (Cl), медь (Cu), железо (Fe), марганец (Mn), молибден (Mo), цинк (Zn) и никель (Ni), пестициды, гербициды и т.д.

[0004] Недостаток некоторых удобрений заключается в том, что в их состав входит одно или несколько веществ, которые при внесении могут привести к повреждению корней и/или ростков растений. Это может снизить всхожесть или повредить развивающиеся корни и, таким образом, снизить урожайность.

[0005] Наиболее подходящее удобрение эффективно высвобождает питательные вещества, обеспечивая оптимальный рост растений в целом или на протяжении определенного промежутка вегетационного периода. Некоторые удобрения содержат водорастворимые компоненты. Хорошо растворимые в воде компоненты быстро

проникают в почву и могут быть утрачены в результате вымывания, стекания или химического связывания с почвенными минералами. Некоторые удобрения содержат практически нерастворимые в воде компоненты. Практически нерастворимые в воде компоненты могут высвобождаться в течение более длительного времени, что обеспечивает растения питательными веществами на длительный период. Удобрение, которое обеспечивает растения питательными веществами с оптимальной скоростью, может предоставить растениям лучшую возможность усваивать питательные вещества. Такое удобрение способствует меньшему вымыванию, стеканию или химическому связыванию компонентов удобрения.

[0006] Существует потребность в усовершенствованных составах удобрений, способных эффективно снабжать растения питательными веществами (особенно фосфором). Также существует потребность в усовершенствованных составах удобрений, которые позволят устранить повреждения корней и/или проростков, вызванные внесением удобрений.

[0007] Приведенные выше примеры соответствующего уровня техники и связанные с ними ограничения носят иллюстративный, а не исключающий характер. Другие ограничения в соответствующей области техники станут очевидны специалистам в этой области после прочтения описания изобретения и изучения чертежей.

Краткое изложение сущности изобретения

[0008] Настоящее изобретение имеет ряд аспектов. Одним из аспектов изобретения является удобрение, которое при использовании обеспечивает более быстрое высвобождение фосфора в доступной для растений форме, по сравнению с удобрениями с медленным высвобождением, в которых фосфор содержится в виде соединений, слабо растворимых в воде, таких как струвит, и более медленное высвобождение, по сравнению с удобрениями с быстрым высвобождением, в которых фосфор содержится в виде соединений, хорошо растворимых в воде, таких как моноаммонийфосфат (МАФ) или диаммонийфосфат (ДАФ). Такие удобрения можно назвать удобрениями с «промежуточным высвобождением». Удобрения с промежуточным высвобождением могут содержать один или несколько источников фосфора с «промежуточным высвобождением». Источник фосфора с промежуточным высвобождением обладает большей растворимостью в воде, по сравнению с труднорастворимыми соединениями, такими как струвит, и меньшей, чем у хорошо растворимых в воде соединений, таких как МАФ или ДАФ. Удобрения с промежуточным высвобождением, как описано в настоящем изобретении, могут высвобождать доступный растениям фосфор и другие питательные вещества для сельскохозяйственных культур в количестве, превышающем таковое для удобрений, которые содержат только источники фосфора с медленным высвобождением, и меньшем количестве, по сравнению с удобрениями, содержащими только источники фосфора с быстрым высвобождением.

[0009] Авторы изобретения установили, что хорошим источником фосфора с промежуточным высвобождением является шертелит. Шертелит представляет собой соединение, имеющее следующую формулу: $Mg(NH_4)_2H_2(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.

[0010] В некоторых вариантах осуществления:

удобрение состоит из частиц, которые содержат источник фосфора с промежуточным высвобождением (например, шертелит);

удобрение состоит из частиц, которые содержат как источник фосфора с промежуточным высвобождением (например, шертелит), так и источник фосфора с медленным высвобождением (например, струвит);

удобрение состоит из частиц, которые содержат как источник фосфора с промежуточным высвобождением (например, шертелит), так и источник фосфора с быстрым высвобождением (например, водорастворимый фосфорсодержащий материал, такой как МАФ и/или ДАФ); и

удобрение состоит из частиц, которые содержат источник фосфора с промежуточным высвобождением (например, шертелит), источник фосфора с медленным высвобождением (например, струвит) и источник фосфора с быстрым высвобождением (например, водорастворимый фосфорсодержащий материал, такой как МАФ и/или ДАФ).

[0011] В дополнение к иллюстративным аспектам и вариантам осуществления, описанным выше, другие аспекты и варианты осуществления станут очевидными при ознакомлении с чертежами и при изучении следующего подробного описания.

Краткое описание чертежей

[0012] Иллюстративные варианты осуществления представлены на чертежах в виде рисунков со ссылками. Предполагается, что варианты осуществления и рисунки, описанные в настоящем изобретении, следует рассматривать как иллюстративные, но не ограничивающие.

[0013] ФИГ. 1 представляет собой график, показывающий кривые высвобождения образцов удобрений в соответствии с вариантом осуществления.

[0014] ФИГ. 2 представляет увеличенные частицы удобрения в соответствии с первым вариантом осуществления.

[0015] ФИГ. 3 представляет увеличенные частицы удобрения согласно второму варианту осуществления.

[0016] ФИГ. 4 представляет увеличенные частицы удобрения согласно третьему варианту осуществления.

[0017] ФИГ. 5 представляет увеличенные частицы удобрения согласно четвертому варианту осуществления.

[0018] ФИГ. 6 это технологическая схема, иллюстрирующая первый пример способа получения частиц удобрения.

[0019] ФИГ. 7 это технологическая схема, иллюстрирующая второй пример способа

получения частиц удобрения.

[0020] ФИГ. 8 представляет собой график, показывающий всхожесть канолы в зависимости от нормы внесения фосфата для различных источников фосфора, приведенных в Таблице 2.

Описание

[0021] Нижеприведенное описание содержит конкретные детали, обеспечивающие более полное понимание специалистами в данной области техники. Однако хорошо известные элементы, возможно, не были показаны или описаны подробно, чтобы избежать излишнего усложнения описания изобретения. Соответственно, описание и чертежи следует рассматривать как иллюстративные, но не ограничивающие.

Удобрения, содержащие источники фосфора с промежуточным высвобождением, в частности, шертелит.

[0022] Один из аспектов изобретения относится к удобрению, которое содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением. Источник фосфора с промежуточным высвобождением высвобождает фосфор для усвоения растениями со скоростью, имеющей промежуточное значение между скоростями высвобождения фосфора из источников с быстрым высвобождением (например, MAP или DAP) и источников с медленным высвобождением (например, струвита). В некоторых вариантах осуществления источник фосфора с промежуточным высвобождением содержит шертелит или состоит из него.

[0023] Химическая формула скерлетита - $(\text{NH}_4)_2\text{MgH}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$. Шертелит состоит примерно из 8,6% азота, 43,8% P_2O_5 и 7,5% магния по массе. Шертелит может образовываться в результате взаимодействия источника фосфора с источником магния. Источником фосфора может быть, например, моноаммонийфосфат (МАФ), диаммонийфосфат (ДАФ), струвит (или магний-аммонийфосфат с химической формулой $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и/или сырье, из которого образуются эти соединения, такое как фосфорная кислота и аммиак. Источником магния может быть, например, периклаз (также известный как оксид магния с химической формулой MgO) и/или брусит (также известный как гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$).

[0024] В некоторых вариантах осуществления, содержание шертелита в удобрении составляет от приблизительно 2% до приблизительно 80% по массе или от приблизительно 5% до приблизительно 80% по массе. В некоторых вариантах осуществления, содержание шертелита в удобрении составляет, по меньшей мере, 10% по массе или превышает приблизительно 10% по массе. В некоторых вариантах осуществления содержание шертелита в удобрении составляет приблизительно 45% по массе.

[0025] Источники фосфора с быстрым высвобождением обладают хорошей растворимостью в воде, что позволяет им быстро проникать в почву при внесении.

Источники фосфора с быстрым высвобождением могут, например, иметь растворимость, превышающую 300 г/л (например, в диапазоне от приблизительно 300 г/л до приблизительно 600 г/л или более) при 20°C в воде.

[0026] Источники фосфора с медленным высвобождением имеют слабую растворимость в воде, что позволяет им поступать в почву в течение более длительного периода времени. Источники фосфора с медленным высвобождением могут, например, иметь растворимость в диапазоне от приблизительно 170 мг/л или менее до приблизительно 180 мг/л при 25°C в воде.

[0027] Источник фосфора с промежуточным высвобождением может иметь растворимость в воде при температуре 20°C, находящейся в пределах диапазонов растворимости для источников фосфора с быстрым и медленным высвобождением. Например, источник фосфора с промежуточным высвобождением может обладать растворимостью в воде при 20°C, находящейся в диапазоне от более чем 180 мг/л до менее чем 300 г/л, в диапазоне от приблизительно 200 мг/л до приблизительно 200 г/л или в диапазоне приблизительно от 400 мг/л до приблизительно 40 г/л.

[0028] В некоторых вариантах осуществления, источник фосфора с промежуточным высвобождением имеет процентное содержание водорастворимого фосфора по отношению к общему содержанию фосфора в диапазоне 20-80%, или в диапазоне 40-75%, или в диапазоне 50-70%, или приблизительно 58%.

[0029] В некоторых вариантах осуществления, источник фосфора с промежуточным высвобождением имеет процентное содержание водорастворимого фосфора по отношению к общему содержанию фосфора, которое составляет, по меньшей мере, две трети от содержания МАФ. В некоторых вариантах осуществления, источник фосфора с промежуточным высвобождением имеет процентное содержание водорастворимого фосфора по отношению к общему содержанию фосфора, которое находится в диапазоне от приблизительно 25% до приблизительно 95% от содержания МАФ.

[0030] В некоторых вариантах осуществления, практически все фосфорсодержащие питательные вещества, присутствующие в удобрении, содержатся в источнике фосфора с промежуточным высвобождением. В некоторых вариантах осуществления, удобрение содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением в качестве основного источника фосфора (т.е. источник фосфора с промежуточным высвобождением обеспечивает более половины общего количества фосфора, содержащегося в удобрении). В некоторых вариантах осуществления, источник фосфора с промежуточным высвобождением составляет более 70%, или более 80%, или более 90% от общего доступного фосфора в удобрении.

Удобрения, сочетающие в себе источники фосфора с промежуточным высвобождением и другие источники фосфора

[0031] В других вариантах осуществления, удобрение содержит другие источники

фосфора в дополнение к источнику фосфора с промежуточным высвобождением. Удобрение может, например, содержать один или пару источников фосфора с медленным высвобождением и источник фосфора с быстрым высвобождением в сочетании с источником фосфора с промежуточным высвобождением.

Удобрения, сочетающие в себе источники фосфора с промежуточным и быстрым высвобождением

[0032] В вариантах осуществления, в которых удобрение содержит источник фосфора с быстрым высвобождением, источником фосфора с быстрым высвобождением может быть, например, водорастворимый фосфорсодержащий материал, который включает подходящий фосфат или получен из него. К подходящим фосфатам относятся, например, фосфорная кислота, простой суперфосфат (SSP), двойной суперфосфат (DSP), тройной суперфосфат (TSP), моноаммонийфосфат (МАФ), диаммонийфосфат (ДАФ), дикальцийфосфат или комбинация двух или более из вышеперечисленных веществ. В иллюстративных вариантах осуществления источником фосфора с быстрым высвобождением является МАФ. В других вариантах осуществления источником фосфора с быстрым высвобождением является комбинация МАФ и ДАФ. Источник фосфора быстрого высвобождения, может, например, содержаться в удобрении в диапазоне от чуть более 0% до приблизительно 75% по массе.

[0033] В некоторых вариантах осуществления, которые сочетают один или несколько источников фосфора с промежуточным высвобождением и один или несколько источников фосфора с быстрым высвобождением, содержание водорастворимого пентаоксида фосфора (P_2O_5) в источнике фосфора с промежуточным высвобождением меньше, чем содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с быстрым высвобождением. В некоторых вариантах осуществления, содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с промежуточным высвобождением примерно на 5-70% меньше, чем содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с быстрым высвобождением. В некоторых вариантах осуществления, содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с промежуточным высвобождением примерно на 40-70% меньше, чем содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с быстрым высвобождением. В некоторых вариантах осуществления, содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с промежуточным высвобождением на 10% или более ниже, чем содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с быстрым высвобождением.

Удобрения, сочетающие в себе источники фосфора с промежуточным и медленным высвобождением

[0034] В некоторых вариантах осуществления, в которых удобрение содержит источник фосфора с медленным высвобождением, источником фосфора с медленным высвобождением может быть или включать, например, струвит или диттмарит, химическая

формула которого $(\text{NH}_4)\text{Mg}(\text{PO}_4)\cdot\text{H}_2\text{O}$. В некоторых вариантах осуществления, удобрение дополнительно или альтернативно содержит один или несколько других источников фосфора с медленным высвобождением, таких как фосфатная руда или гидроксипатит.

[0035] В некоторых вариантах осуществления удобрение содержит как один или несколько источников фосфора с промежуточным высвобождением, так и один или несколько источников фосфора с медленным высвобождением, таких как струвит, или диттмарит, или фосфатная руда, или гидроксипатит. Например, удобрение может содержать шертелит вместе со струвитом или диттмаритом в желаемом соотношении. Например, удобрение может содержать или состоять, по существу, из шертелита вместе со струвитом или шертелита вместе с диттмаритом в молярном соотношении в диапазоне от 10:90 до 90:10.

[0036] В некоторых вариантах осуществления, которые сочетают один или несколько источников фосфора с промежуточным высвобождением и один или несколько источников фосфора с медленным высвобождением, содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с промежуточным высвобождением, по меньшей мере, в 2 раза превышает содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с медленным высвобождением. В некоторых вариантах осуществления, содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с промежуточным высвобождением примерно в 2-5 раз превышает содержание водорастворимого P_2O_5 в источнике фосфора с медленным высвобождением.

Другие характеристики удобрений

[0037] В некоторых вариантах осуществления, описанные в настоящем изобретении удобрения включают водорастворимый пентаоксид фосфора (P_2O_5), содержание которого составляет более 25% от общего количества P_2O_5 в удобрении. В некоторых вариантах осуществления, содержание водорастворимого P_2O_5 в удобрении составляет от приблизительно 15% до приблизительно 85%, или от 25% до 75%, или от 40 до 70% от общего количества P_2O_5 в удобрении.

[0038] В некоторых вариантах осуществления, описанные в настоящем изобретении удобрения имеют содержание свободной влаги или грунтовой влаги меньше чем приблизительно 10% по массе. В некоторых вариантах осуществления, содержание свободной влаги или содержание грунтовой влаги в удобрении составляет менее приблизительно 4% по массе.

[0039] В некоторых вариантах осуществления, удобрения, как описано в настоящем изобретении, содержат дополнительные материалы для получения других неорганических питательных веществ или микроэлементов (например, цинка, бора и серы) и/или дополнительных источников азота, калия и магния, полезных для роста или здоровья растений. Например, полигалит, природный испаряющийся минерал с формулой $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, может быть смешан с другими материалами в удобрении, чтобы обеспечить сельскохозяйственные культуры источниками серы (S) и кальция (Ca), а также

дополнительными источниками калия (K) и магния (Mg). В состав удобрения, при необходимости, могут входить другие активные вещества, такие как пестициды, селективные гербициды и тому подобное.

[0040] ФИГ. 1 представляет собой график, показывающий кривые высвобождения (кумулятивное высвобождение питательных веществ в зависимости от времени), определенные в результате испытаний на ускоренное высвобождение, например, удобрений, содержащих источник фосфора с промежуточным высвобождением (пример 1 - композиция №3 в Таблице 1 и пример 2 – композиция №1 в Таблице 1). В качестве контрольных приведены кривые высвобождения для удобрения, содержащего источник фосфора с быстрым высвобождением (контроль 1 - МАФ), и удобрения, содержащего источник фосфора с медленным высвобождением (контроль 2 - чистый струвит).

[0041] В ходе испытания на ускоренное высвобождение колонну, содержащую удобрение или другой тестируемый материал, несколько раз промывают слабокислым раствором, чтобы определить, сколько циклов промывки требуется для полного растворения удобрения. Испытание на ускоренное высвобождение имитирует высвобождение питательных веществ из удобрений в пахотных почвах и обеспечивает основу для сравнения ожидаемых показателей высвобождения различных удобрений в пахотных почвах.

[0042] Данные на ФИГ. 1 получены в результате тестирования методом ANRT. Каждый из материалов (Пример 1, Пример 2, Контроль 1, Контроль 2) был испытан в двух экземплярах. Для всех материалов в нижнюю часть каждой колонны помещали по три грамма полифила. Трехграммовый образец каждого материала взвешивали и загружали в каждую колонну. В верхнюю секцию каждой колонки было помещено дополнительно три грамма полифила, чтобы предотвратить выведение твердых частиц при испытании.

[0043] Колонны нагревали непрямой способ (колонна с водяной рубашкой) до 50°C с использованием системы циркуляции горячей воды. 0,2%-ный раствор лимонной кислоты непрерывно циркулировал по каждой испытательной колонне с помощью перистальтического дозирующего насоса со скоростью потока 4,017 мл/мин для высвобождения питательных веществ из продукта. После каждого цикла испытаний с временным интервалом раствор лимонной кислоты откачивали и сохраняли для анализа. По мере возобновления испытаний в каждую испытательную колонну заправляли свежий раствор лимонной кислоты. Такая непрерывная замена раствора лимонной кислоты производилась через следующие промежутки времени:

Первая экстракция = через 2 часа при температуре 50°C

Вторая экстракция = через 2 часа при температуре 50°C

Третья экстракция = через 2 часа при температуре 50°C

Четвертая экстракция = через 2 часа при температуре 50°C

Пятая экстракция = через 2 часа при температуре 50°C

Шестая экстракция = через 4 часа при температуре 50°C

Седьмая экстракция = через 8 часов при температуре 50°C

Восьмая экстракция = через 4 часа при температуре 50°C

Девятая экстракция = через 4 часа при температуре 50°C

[0044] После завершения 30-часового испытания на ускоренное высвобождение питательных веществ каждый образец фильтрата лимонной кислоты был проанализирован на содержание общего фосфора и магния с помощью утвержденных аналитических методов. Для определения магния использовали оптико-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Perkin-Elmer, а для измерения P_2O_5 - скалярный анализатор сегментированного потока.

[0045] Кривые высвобождения на ФИГ. 1 показывают процент общего количества пентаоксида фосфора (P_2O_5), высвобождаемого из каждого удобрения с течением времени. Кривые высвобождения на ФИГ. 1 показывают, что источник фосфора с промежуточным высвобождением должен выделять фосфор в почву со скоростью, находящейся между скоростями высвобождения фосфора в источнике с быстрым высвобождением и в источнике с медленным высвобождением.

[0046] Описанные в настоящем изобретении удобрения могут обеспечить высокоэффективное поступление фосфатов в сельскохозяйственные культуры в течение всего вегетационного периода. По сравнению с обычными водорастворимыми фосфорными удобрениями, такое удобрение позволяет получать культуры с улучшенным развитием корней и/или повышенной всхожестью и/или урожайностью. При внесении такого удобрения также наблюдалось меньшее вымывание и/или стекание водорастворимого фосфора из почвы по сравнению с применением обычных водорастворимых фосфорных удобрений. Это удобрение особенно полезно для выращивания чувствительных культур, склонных к повреждению всходов, или в районах, где близлежащие водоемы чувствительны к стоку питательных веществ или эвтрофикации.

[0047] Удобрение может поставлять, по крайней мере, одно из основных неорганических питательных веществ - азот (N), фосфор (P), калий (K) и магний (Mg), необходимых культуре. В некоторых вариантах осуществления, удобрение содержит азот в диапазоне от приблизительно 3% до приблизительно 20% по массе. В некоторых вариантах осуществления, содержание фосфора в удобрении, выраженное в виде P_2O_5 , находится в диапазоне от приблизительно 20% до приблизительно 50% по массе. В некоторых вариантах осуществления, содержание калия в удобрении находится в диапазоне от приблизительно 0% до приблизительно 20% по массе. В некоторых вариантах осуществления, магний в удобрении содержится в диапазоне от приблизительно 1% до приблизительно 20% по массе. В иллюстративном варианте осуществления, удобрение имеет соотношение N-P-K, равное приблизительно 8-43-0 + 3,5 мг, где N - содержание азота в процентах по массе, P - содержание фосфора в процентах по массе в виде P_2O_5 , и K - содержание калия в процентах по массе в виде K_2O . В другом иллюстративном варианте

осуществления, удобрение имеет соотношение N-P-K приблизительно 5-28-0 ± 10 мг.

[0048] В Таблице 1 ниже приведены примеры композиций удобрений, содержащих шертелит, один или оба струвит и источник фосфора с быстрым высвобождением и один или несколько других промежуточных продуктов. Содержание каждого из присутствующих веществ выражено в процентах от массы удобрения.

Пример	% Струвит	% Шертелит	% МАФ	% ДАФ	% Полигалит	% Периклаз	% Брусит	% Диттмарит	% Ганнаит	% Масканьит	% Ньюберит	% Бассанит
№1	4,3	60,9	19,0			1,8		7,6	4,0		2,3	
№2	2,9	52,4	35,9					4,6	4,3			
№3	21.	54,7	0,2			5,0		18,5				
№4		57,4	35,6							1,3		1,1
№5		23,1	58,6						5,3	0,0		5,4
№6	2,8	28,9	53,3			0,2	2,1	2,3	1,7	2,4		3,8
№7	2,3	22,3	55,5	0,5		0,1	3,0	3,2	6,2	1,9		2,9
№8	1,4	7,7	59,9	0,4			2,6	13,3	6,3	3,3		2,5
№9	69.	2,1					15,0	12,2				15,0
№10	36.	3,1					11,7	45,8				11,7
№11	24.	59,9		0,8		0,7	6,9	1,3	1,0	1,4		2,1
№12	72.	1,9				2,4		9,8	6,1	2,1		3,1
№13	7,2	69,4	4,9			8,3		10,3				
№14	2,8	15,2	2,4	59,5		1,0		15,8		2,9		
№15	2,2	6,0	0,3	70,1		2,7	0,5	14,4		2,7		
№16		16,5	22,0		31.			6,3	10,1			2,2

[0049] В Таблице 1А приведены некоторые дополнительные иллюстративные композиции удобрений. Значения масс% в Таблице 1а не учитывают непитательные материалы, такие как непитательные связующие вещества, которые могут присутствовать в некоторых вариантах осуществления.

Назва ние	Шертелит (масс%)	Струвит (масс%)	Всего медлен. (масс%)	ДАФ (масс%)	МАФ (масс%)	Всего быстр. (масс%)	Полигалит (масс%)	Прочее (масс%)
А	Прибл. 100							<5
В	25-50	0-30	10-30	0-65	0-65	0-65		<10
С	35-60	0-65	30-65	0-35	0-35	0-35		<5
Д	40-50	0-40	0-40	0-50	0-50	20-50		<20

E	10-90						10-90	<20
F	25-50		0-30			30-65		<10
G	10-90	10-90	10-90	0-90	0-90	10-90		<20
H	20-60	40-70	40-80	0-40	0-40	0-40		<10

Формы удобрений

[0050] Описанные в настоящем изобретении удобрения могут иметь форму гранул или однородных гранулированных частиц. На ФИГ. 2-5 приведены схематические изображения, показывающие примеры частиц удобрений 10, 20, 24, 28, соответственно. На ФИГ. 2 показана частица 10 удобрения, которая содержит частицы шертелита 12. Частицы шертелита 12 могут равномерно распределяться по всей частице удобрения 10. В некоторых вариантах осуществления, шертелит 12 содержит практически все фосфорные питательные вещества, доступные в частицах удобрения 10.

[0051] На ФИГ. 3 показана частица 20 удобрения, которая содержит частицы струвита 22, перемешанные с частицами шертелита 12.

[0052] На ФИГ. 4 показана частица 24 удобрения, которая содержит частицы источника быстрорастворимого фосфора 26, перемешанные с частицами шертелита 12.

[0053] На ФИГ. 5 показана частица 28 удобрения, которая содержит частицы источника фосфора с быстрым высвобождением 26 и источника фосфора с медленным высвобождением (например, струвита) 22, перемешанные с частицами шертелита 12.

[0054] В иллюстративных вариантах осуществления частицы удобрения 10, 20, 24, 28 имеют диаметр в диапазоне от приблизительно 0,2 мм до приблизительно 20 мм. В некоторых вариантах осуществления, частицы удобрения 10, 20, 24, 28 имеют диаметр в диапазоне от приблизительно 2 до приблизительно 4 мм. Размеры частиц можно определить с помощью расчетного среднего диаметра частицы (SGN). SGN определяется как средний диаметр гранул в миллиметрах, умноженный на 100. Например, SGN, равный 311, соответствует среднему диаметру частиц, равному 3,11 мм. В некоторых вариантах осуществления, частицы удобрения 10, 20, 24, 28 имеют размер, равный или находящийся между расчетным средним диаметром частицы (SGN) от 250 до 350 SGN.

[0055] Размеры частиц также можно определить с помощью индекса однородности. Коэффициент однородности — это сравнение крупных частиц с мелкими частицами. Коэффициент выражается в виде целого числа в диапазоне от 1 до 100, причем более высокие значения указывают на лучшую однородность и более узкий диапазон размеров. В одном варианте осуществления, коэффициент однородности частиц удобрения 10, 20, 24, 28 больше, чем приблизительно 45. В другом варианте осуществления, коэффициент однородности частиц удобрения 10, 20, 24, 28 больше, чем приблизительно 50.

[0056] Частицы удобрения 10, 20, 24, 28 с SGN, равным приблизительно 300, могут иметь твердость или прочность на раздавливание, по меньшей мере, около 3 фунт-фут. В иллюстративных вариантах осуществления, частицы удобрения 10, 20, 24, 28 с SGN,

равным приблизительно 300, могут иметь твердость или прочность на раздавливание, превышающую приблизительно 5 фунт-фут.

[0057] В некоторых вариантах осуществления частицы удобрения 10, 20, 24, 28 имеют сферическую форму или по существу являются сферическими по форме. В некоторых вариантах осуществления, частицы удобрения 10, 20, 24, 28 имеют эллиптическую форму или по существу являются эллиптическими по форме. Частицы удобрения 10, 20, 24, 28 могут иметь углообразную форму (т.е. форму, имеющую один или несколько углов). Частицы удобрения 10, 20, 24, 28 могут иметь другие формы.

[0058] Частицы удобрения 10, 20, 24, 28 могут иметь степень кристалличности в диапазоне от приблизительно 87% до приблизительно 94%.

[0059] В некоторых вариантах осуществления, частицы струвита 22 и/или источника фосфора с быстрым высвобождением 26 и частицы шертелита 12 присутствуют в виде различных частиц внутри частиц удобрения 20, 24, 28. Частицы удобрения 20, 24, 28 могут быть, например, представлены в виде слоев струвита 22 и/или источника фосфора с быстрым высвобождением 26 и шертелита 12. Частицы удобрения 20, 24, 28 могут иметь структуру, включающую чередующиеся слои минералов.

[0060] В других вариантах осуществления, частицы струвита 22 и/или источника фосфора с быстрым высвобождением 26 и шертелита 12 находятся в форме неразличимых частиц в удобрении 20, 24, 28 (т.е. в форме очень мелких частиц, которые неразличимы без микроскопа). В таких вариантах осуществления струвит 22 и/или источник фосфора с быстрым высвобождением 26 и шертелит 12 могут быть объединены для образования по существу однородной смеси минеральных частиц внутри частиц 20, 24, 28 удобрения.

[0061] Шертелит 12 и/или струвит и/или фосфор с быстрым высвобождением 26 могут обладать свойствами самосвязывания (т.е. частицы могут связываться друг с другом с образованием частиц удобрения 10, 20, 24, 28), так что для связывания частиц друг с другом не используются дополнительные материалы. В других вариантах осуществления, частицы удобрения 10, 20, 24, 28 в некоторых случаях содержат связующее вещество для связывания вместе частиц шертелита 12 и струвита 22 и/или фосфора с быстрым высвобождением 26 (при его наличии). К соответствующим связующим веществам могут относиться, например, лигносульфонаты кальция, крахмал, меласса и/или МАФ.

[0062] Частицы удобрения 10, 20, 24, 28 могут в некоторых случаях быть покрыты оболочкой. В некоторых вариантах осуществления покрытие включает в себя противопылевой материал. Противопылевой материал способствует уменьшению или улавливанию пыли, которая образуется при производстве, транспортировке и внесении частиц удобрений 10, 20, 24, 28. В некоторых вариантах осуществления покрытие содержит добавку, предотвращающую слеживание и комкование. Добавка, предотвращающая слеживание и комкование, помогает снизить склонность частиц удобрения 10, 20, 24, 28 к слипанию и образованию крупных объемных комков. Противопылевой материал и/или добавка, предотвращающая слеживание и комкование, могут содержать, например, воски,

нефтепродукты и полимеры.

[0063] Другая иллюстративная форма удобрения, описанная в настоящем изобретении, представляет собой смесь первых частиц, состоящих в основном из одного или нескольких источников фосфора с промежуточным высвобождением, и вторых частиц, которые содержат один или несколько источников фосфора с быстрым высвобождением и/или один или несколько источников фосфора с медленным высвобождением. Первые частицы могут, например, состоять в основном из шертелита или смеси шертелита с одним или более струвитом и диттмаритом.

[0064] Гранулированное удобрение может, например, содержать:
шертелит (от 5% до 85% по массе),
струвит (от 0% до 80% по массе) и
источник фосфора с быстрым высвобождением (от 0% до 65% по массе)
в соответствии с требованиями для конкретного применения.

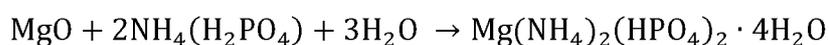
[0065] В некоторых вариантах осуществления, частицы удобрения содержат около 100% шертелита по массе. В некоторых вариантах осуществления, частицы удобрения содержат шертелит в диапазоне от приблизительно 2% до приблизительно 100% по массе, струвит в диапазоне от приблизительно 0% до приблизительно 70% по массе и источник фосфора с быстрым высвобождением в диапазоне от приблизительно 0,2% до приблизительно 70%. по массе.

Источники материала

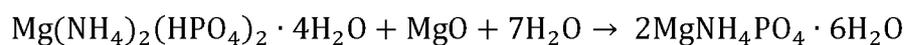
[0066] Источник фосфора с медленным высвобождением может быть получен путем взаимодействия двух или нескольких видов сырья. Источник фосфора с медленным высвобождением может быть альтернативно или дополнительно получен в качестве побочного продукта процессов очистки сточных вод. В качестве примера, струвит может быть получен при взаимодействии источника фосфора с источником магния. Струвит также может быть извлечен из сточных вод, содержащих достаточную концентрацию питательных веществ. Струвит из одного или обоих указанных источников струвита может быть использован в удобрениях, как описано в настоящем изобретении. В таких вариантах осуществления, источника фосфора с медленным высвобождением в удобрении содержится в диапазоне от 0% до приблизительно 70% по массе.

[0067] Обычно шертелит можно получить в качестве промежуточного продукта в ходе реакции с образованием струвита. Кроме того, реакцией можно управлять для получения желаемой смеси шертелита и струвита.

[0068] В иллюстративном варианте осуществления, шертелит образуется при взаимодействии МАФ и MgO в присутствии воды. Теоретический механизм реакции образования шертелита из MAP (т.е. источника фосфора) и MgO (т.е. источника магния) выглядит следующим образом:



Шертелит нестабилен в присутствии воды. При избытке магния и воды шертелит превращается в струвит. Ниже показан теоретический механизм реакции перехода шертелита в струвит:



[0069] Шертелит является промежуточным продуктом, образующимся при получении струвита, как показано в приведенном выше примере теоретических механизмов реакции. В некоторых вариантах осуществления, описанное в настоящем изобретении удобрение содержит струвит в сочетании со шертелитом. Струвит в этих вариантах может быть источником фосфора с медленным высвобождением. Желаемая концентрация шертелита в удобрении может быть достигнута путем благоприятного или неблагоприятного перехода шертелита в струвит. К факторам реакции, которые могут влиять на результирующие концентрации струвита и шертелита, относятся, например:

дозы добавления магния и фосфора;

содержание свободной влаги;

условия протекания реакции, такие как температура, pH и т.д.;

количество и/или тип и/или форма другого исходного сырья.

Реакционная способность и гранулометрический состав исходных материалов

Форма исходных материалов (т.е. сухие частицы в сравнении с растворенными или суспензиями)

[0070] Желаемая концентрация шертелита в удобрении может быть достигнута за счет регулирования молярного соотношения магния и фосфора (соотношение Mg:P). Уменьшение соотношения Mg:P может повысить образование шертелита и, таким образом, снизить образование струвита. Увеличение соотношения Mg:P может уменьшить образование шертелита и, таким образом, увеличить образование струвита. В некоторых вариантах осуществления соотношение Mg:P в удобрении меньше, чем приблизительно 1,5. В некоторых вариантах осуществления, соотношение Mg:P в удобрении составляет от приблизительно 0,1 до приблизительно 1,5. В некоторых вариантах осуществления, соотношение Mg:P в удобрении составляет от приблизительно 0,2 до приблизительно 1,2.

[0071] Кроме шертелита, удобрение может содержать один или несколько других промежуточных продуктов. Один или несколько других промежуточных продуктов могут образовываться при получении источников фосфора с промежуточным и/или медленным высвобождением. Один или несколько других промежуточных продуктов могут служить дополнительными источниками питательных веществ, которые могут быть полезны для сельскохозяйственных культур. Такие промежуточные продукты могут включать, например, один или несколько из следующих компонентов: диттмарит с формулой $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ханнаит с формулой $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_3\text{H}_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, ньуберит с формулой $\text{Mg}(\text{HPO}_4) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

[0072] В некоторых вариантах осуществления, удобрение может содержать некоторые примеси, которые могут присутствовать в сырье, такие как незначительные количества

масканьита и/или бассанита, которые обычно содержатся в МАФ и ДАФ.

[0073] В некоторых вариантах осуществления, удобрение не содержит значительных количеств (например, более 4% по массе) любого из других промежуточных продуктов, перечисленных выше. В некоторых вариантах осуществления общее содержание одного или нескольких других промежуточных продуктов в удобрении составляет, например, менее приблизительно 20% по массе. В некоторых вариантах осуществления, большее количество таких промежуточных продуктов накапливается в удобрении. Диттмарит может содержаться в удобрении в диапазоне от приблизительно 0% до приблизительно 60% по массе. Соотношение диттмарита и струвита можно регулировать, применяя более высокие температуры в системе гранулирования. Например, температура выше приблизительно 56 градусов Цельсия способствует более интенсивному образованию диттмарита больше чем струвита. Ханнаит, ньюбериит в удобрении (если присутствует какое-либо одно или более из этих соединений) может, например, каждое содержаться в диапазоне от 0% до приблизительно 10% по массе.

Способы получения

[0074] Гранулы или гомогенные гранулы-приллеры, такие как частицы 10, 20, 24, 28 удобрений, можно получить различными способами. Ниже приведены некоторые неограничивающие примеры процессов получения удобрений, описанных в настоящем изобретении.

[0075] На ФИГ. 6 представлен процесс 100 в соответствии с одним примером осуществления. Процесс 100 включает химическое гранулирование. В процессе 100 путем срастания могут образовываться гранулы или гомогенные гранулы-приллеры. В процессе 100 сырье 102 измельчают в порошок, например, путем дробления или размола в соответствующей мельнице 104 (если только сырье 102 уже не находится в виде подходящих мелких частиц). В некоторых вариантах осуществления, сырье 102 может иметь гранулометрический состав менее приблизительно 200 меш. В некоторых вариантах осуществления, сырье 102 может иметь гранулометрический состав менее приблизительно 325 меш.

[0076] Сырье 102 может содержать мелкие частицы шертелита 12 и, в некоторых случаях, мелкие частицы струвита 22 и/или источник фосфора 26 с быстрым высвобождением. В другом варианте осуществления, сырье 102 может содержать комбинацию неорганических соединений, которые вступают в реакцию с образованием шертелита 12 и/или струвита 22 и/или источника фосфора с быстрым высвобождением 26.

[0077] Например, в некоторых вариантах осуществления сырье 102 содержит источник фосфора и источник магния для получения шертелита 12 и/или струвита 22. Источником фосфора может быть один или более из моноаммонийфосфат (МАФ), диаммонийфосфат (ДАФ), струвит (или магний-аммонийфосфат с химической формулой $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) и/или сырье, из которого образуются эти соединения, такое как фосфорная кислота и

аммиак. Источником магния может быть один или более из периклаз (также известный как оксид магния с химической формулой MgO) и/или брусит (также известный как гидроксид магния $Mg(OH)_2$), или он может быть получен в виде примесей в фосфорной кислоте или МАФ/ДАФ, особенно при производстве из низкосортных руд с повышенным содержанием магния. Исходный струвит может быть получен, например, как побочный продукт при переработке сточных вод.

[0078] В вариантах осуществления, в которых удобрение содержит источник фосфора с быстрым высвобождением 26, сырье 102 может включать, например, моноаммонийфосфат ($NH_4H_2PO_4$), диаммонийфосфат ($(NH_4)_2HPO_4$), тройной суперфосфат (также известный как монокальцийфосфат с химической формулой ($CaH_4P_2O_8$)), безводный аммиак, фосфорную кислоту, или комбинацию двух или нескольких таких неорганических соединений для получения источника фосфора с быстрым высвобождением 26. Сырье 102 может иметь любую подходящую форму, это может быть, например, твердое вещество, газ, жидкость или суспензия (т.е. полужидкая смесь).

[0079] Сырье 102 вводят в гранулятор 10. Соответствующие требованиям грануляторы, которые можно использовать, включают вращающийся барабан, лотковый гранулятор, механическое перемешивающее устройство и роликовый пресс/уплотнители. В некоторых вариантах осуществления, сырье 102 предварительно смешивают перед загрузкой в гранулятор 106. Для предварительного смешивания можно использовать механическое перемешивающее устройство, такое как мопсовая мельница или трубчатый реактор (не показан). В некоторых вариантах осуществления, сырье 102 смешивается непосредственно в грануляторе 106. Перемешивание способствует равномерному распределению сырья, ускоряет химические реакции при образовании шертелита и/или струвита и/или источника фосфора с быстрым высвобождением, приводя компоненты сырья в тесный контакт друг с другом, и способствует капсулированию или агрегации частиц в гранулы. В некоторых вариантах осуществления, один или несколько компонентов сырья 102 вводят в гранулятор 106 в виде суспензии (т.е. смеси одного или более компонентов сырья и воды) или связующего материала.

[0080] В некоторых вариантах осуществления, воду и/или водяной пар 108 вводят в гранулятор 106 в количестве, достаточном для образования из сырья желаемого количества шертелита, и/или струвита, и/или источника фосфора с быстрым высвобождением, и агломерации в гранулы, имеющие желаемый размер и свойства. Вода и/или пар 108 могут подаваться в гранулятор 106 впрыскиванием с использованием, например, распылителей или оросителей. В некоторых вариантах осуществления, к сырью 102 добавляют достаточное количество воды и/или пара 108 для образования гранул (гранул, получаемых в грануляторе 106).

[0081] Конкретный состав гранулированного удобрения зависит от условий реакции в процессе гранулирования. Неисчерпывающие условия реакции включают 1) температуру, 2) pH, 3) содержание влаги, 4) время реакции. В иллюстративных вариантах осуществления,

рабочие температуры процесса гранулирования поддерживаются на уровне приблизительно от 10°C до 70°C. Рабочую температуру процесса гранулирования можно регулировать, изменяя температуру сырья и/или регулируя температуру в грануляторе 106.

[0082] Процесс 100 может включать период отверждения. В течение периода отверждения некоторая часть промежуточных продуктов может продолжать вступать в реакцию с образованием струвита. Отверждение обычно приводит к повышению твердости гранул удобрения. Воздействие на гранулы удобрений повышенной влажности в течение периода отверждения, как правило, ускоряет отверждение. Период отверждения может составлять, например, приблизительно от 24 до 96 часов.

[0083] В некоторых случаях в гранулятор 106 добавляют связующее вещество 112. В качестве связующих веществ можно использовать такие соединения, как лигносульфонат кальция, крахмал, гуаровая камедь, мелассные связующие и т.п. Связующее (связующие) вещества могут повышать прочность и сцепляемость гранул, ускорять формирование гранулированного продукта и/или наделять гранулы улучшенными физическими свойствами (например, плотностью, твердостью, устойчивостью к разрушению/крошению при транспортировке и хранении).

[0084] Гранулы, получаемые из гранулятора 106, высушиваются в сушильне 114 для повышения прочности гранул, остановки химических реакций и снижения содержания избыточной влаги в гранулах. В некоторых вариантах осуществления, содержание избыточной влаги в высушенном гранулированном продукте 116 составляет менее приблизительно 10%. В некоторых вариантах осуществления, содержание избыточной влаги в высушенном гранулированном продукте 116 составляет менее приблизительно 4%.

[0085] Затем высушенные гранулы просеивают в 118 для получения материала определенного размера. Гранулы, размеры которых выходят за пределы желаемого диапазона (крупноразмерные и/или гранулы меньшего размера), можно отправить обратно в гранулятор 106. В некоторых вариантах осуществления, крупноразмерные и/или гранулы меньшего размера можно измельчить или раздробить в порошок перед возвратом в гранулятор 106.

[0086] В некоторых случаях продукт 116 покрывают покрывающим агентом в 120, чтобы снизить образование пыли и/или слеживания и повысить прочность продукта. К подходящим покрывающим агентам можно отнести воски, нефтепродукты и полимеры.

[0087] На ФИГ. 7 представлен способ 200 в соответствии с другим примером осуществления, который позволяет получать гранулы удобрений путем парового/влажного гранулирования. В процессе 200 сырье 202 измельчают в порошок, например, посредством дробления или размолла в подходящей мельнице 204 (за исключением случаев, когда сырье 202 уже в форме соответствующих мелких частиц). Связующее вещество 212 (например, МАФ, лигносульфонаты кальция, крахмал или меласса и т.д.) можно вводить в гранулятор 106 для улучшения агломерации.

[0088] В некоторых случаях, сырье, которое необязательно может включать одну или

более жидкостей, предварительно смешивают, например, в мопсовой мельнице или подобном устройстве (не показано) перед подачей в гранулятор 206. Сырье 202 также можно добавлять в гранулятор 206 через контур рециркуляции (контур рециркуляции может содержать, например, переработанный сухой продукт и/или измельченный материал слишком большого и/или слишком маленького размера).

[0089] Пар и/или вода 208 и/или связующее вещество 212 вводятся в гранулятор 206 в количестве, достаточном для того, чтобы вызвать агломерацию сухого сырья в гранулы, имеющие желаемый размер и свойства.

[0090] Гранулы сушат в сушилке 214 и просеивают на сите 218 или другом размерном селекторе, чтобы отделить гранулы продукта от крупноразмерных гранул или гранул меньшего размера. Крупноразмерные гранулы и гранулы меньшего размера можно измельчать и возвращать в гранулятор 206. При необходимости, на продукт можно нанести оболочку, чтобы уменьшить образование пыли и/или слеживания и повысить прочность продукта.

Результаты испытаний в полевых условиях

Канола

[0091] В ходе полевых опытов по выращиванию канола применяли удобрение, описанное в настоящем изобретении, содержащее гомогенные гранулы шертелита, гранулированные совместно со струвитом, диттмаритом и МАФ. На контрольном участке применяли удобрение, состоящее из смеси частиц струвита с гранулами МАФ. Было установлено, что удобрение, содержащее шертелит, дает урожайность на 12,3% выше, чем смесь струвита и МАФ. Общее количество фосфата и количество фосфата, предоставленного в виде струвита и МАФ, были одинаковыми в обоих случаях.

[0092] Это полевое испытание показало, что МАФ в меньшей степени ингибирует прорастание семян канола, когда МАФ смешивают со струвитом и шертелитом в одной грануле. Проростки, выращенные на среде, содержащей повышенные концентрации фосфата из гомогенных гранул с добавлением 25% или 38% струвита в сочетании с 75% или 62% МАФ, соответственно, показали статистически сходную всхожесть с проростками, выращенными на трех различных типах 100%-ного струвита. Прорастание проростков на средах, содержащих только ДАФ или МАФ, было ингибировано даже при самой низкой норме внесения.

[0093] В Таблице 2 представлены источники фосфата, использованные в этих полевых испытаниях.

Таблица 2 – Источники фосфата		Содержание	минеральных
Источник фосфата	Примечания	веществ	

ДАФ	Диаммоний фосфат	ДАФ
МАФ	Моноаммоний фосфат	МАФ
25/75 Syn	Совместное гранулирование (гомогенная гранула-прилл) 25 % струвита + 75 % МАФ, в результате чего получают гранулы, содержащие шертелит и диттмарит, а также сырье.	Струвит + Шертелит + Диттмарит + МАФ
38/62 Syn	Совместное гранулирование (гомогенная гранула-прилл) 38 % струвита + 62 % МАФ, в результате чего получают гранулы, содержащие шертелит и диттмарит, а также сырье.	Струвит + Шертелит + Диттмарит + МАФ
CGO		Струвит
ADMIX		Струвит + Шертелит + Диттмарит
CGNXT	измельченный и спрессованный продукт размером 300 SGN	Струвит + диттмарит (< 2%)

[0094] На ФИГ. 8 представлен график, показывающий всхожесть канолы в зависимости от нормы внесения фосфатов для различных источников фосфора, перечисленных в Таблице 2.

Сахарная свекла

[0095] В ходе полевых опытов по выращиванию сахарной свеклы были применены удобрения, описанные в настоящем изобретении, содержащие гомогенные гранулы-приллы шертелита, гранулированные совместно со струвитом, диттмаритом и МАФ, и гомогенные гранулы-приллы шертелита, гранулированные совместно со струвитом, диттмаритом и ДАФ. Удобрение, содержащее гомогенные гранулы-приллы шертелита и МАФ, было изготовлено с использованием 25% струвита и 75% МАФ, выраженных как общее процентное содержание P_2O_5 . Удобрение, содержащее гомогенные гранулы-приллы шертелита и ДАФ, было изготовлено с использованием 27% струвита и 73% ДАФ, выраженных как общее процентное содержание P_2O_5 . Контрольный участок обрабатывали удобрением, содержащим смесь частиц струвита с гранулами МАФ. Смесь струвита-МАФ содержит 25% струвита и 75% МАФ, выраженное как общее процентное содержание P_2O_5 . Струвит в смеси струвит-МАФ получен как побочный продукт переработки сточных вод. Было установлено, что удобрение, содержащее гомогенные гранулы-приллы шертелита и МАФ, дает урожайность на 4,8% выше, чем удобрение, содержащее гомогенные гранулы-приллы шертелита и ДАФ, и на 5,2% выше, чем смесь струвита-МАФ.

Пшеница

[0096] В ходе полевых опытов по выращиванию пшеницы применяли удобрение, описанное в настоящем изобретении, содержащее гомогенные гранулы-приллы шертелита, гранулированные совместно со струвитом, диттмаритом и МАФ. Контрольный участок обрабатывали удобрением, содержащим смесь частиц струвита с гранулами МАФ. Было установлено, что удобрение, содержащее шертелит, дает урожайность на 2,6% выше, чем

смесь струвита и МАФ. Общее количество фосфата и количество фосфата, предоставленного в виде струвита и МАФ, были одинаковыми в обоих случаях.

[0097] Эти испытания показали, что гомогенный гранулированный продукт, содержащий шертелит (т.е. гомогенный продукт с фосфором медленного, промежуточного и быстрого высвобождения в каждой грануле), более эффективен в плане высвобождения фосфора, чем сопоставимое смешанное удобрение, не содержащее шертелита (т.е. продукт с фосфором медленного и быстрого высвобождения, содержащимся в отдельных гранулах).

[0098] Одно из применений удобрения, описанного в настоящем изобретении, заключается в выращивании сельскохозяйственных культур, которые собирают для получения углеводов, таких как зерновые, крахмалы, сахар и тому подобное. К таким культурам относятся кукуруза, пшеница, рис, ячмень, овес, картофель, батат, сахарный тростник, сахарная свекла или другие подобные растения. Другое применение удобрения, описанного в настоящем изобретении, заключается в выращивании семян масличных культур, таких как канола и соевые бобы, или других подобных растений. Еще одно применение удобрения, описанного в настоящем изобретении, заключается в выращивании дернового покрова или других подобных растений. Такое удобрение предпочтительно вносить ниже уровня почвы вблизи корневой зоны. Удобрение можно насыпать рядом с семенами.

Толкование терминов

[0099] Если из контекста явным образом не вытекает иное, то в описании и формуле изобретения:

“включать”, “включающий в себя” и т.п. должны толковаться во всеобъемлющем смысле, в противоположность исключительному или исчерпывающему смыслу; то есть в смысле “включая, без ограничения”;

“подключенный”, “сопряженный” или любой их вариант означает любое соединение или взаимосвязь, прямую или косвенную, между двумя или более элементами; связь или взаимосвязь между элементами может быть физической, логической или их комбинацией; элементы, выполненные как единое целое, могут рассматриваться как соединенные или взаимосвязанные;

“здесь”, “выше”, “ниже” и слова аналогичного значения, используемые для описания данного изобретения, должны относиться к данному изобретению в целом, а не к каким-либо отдельным частям этого изобретения;

“или”, относящееся к списку из двух или более элементов, охватывает все следующие толкования этого слова: любой из элементов в списке, все элементы в списке и любую комбинацию элементов в списке;

формы единственного числа также включают в себя значение любых соответствующих форм множественного числа.

“и/или” используется для обозначения одного или обоих указанных случаев, которые могут

иметь место, например, А и/или В включает в себя как (А и В), так и (А или В).

“приблизительно” применительно к числовому значению означает числовое значение $\pm 10\%$.

когда признак описывается как “необязательный” или “необязательно” или описывается как присутствующий “в некоторых вариантах осуществления”, подразумевается, что настоящее изобретение охватывает варианты осуществления, в которых этот признак присутствует, и другие варианты осуществления, в которых этот признак присутствует необязательно, а также другие варианты осуществления, в которых этот признак исключен. Кроме того, если в настоящем изобретении описана какая-либо комбинация признаков, такое представление служит основой для использования исключительной терминологии, такой как “исключительно”, “только” и т.п., в отношении комбинации признаков, а также для использования “отрицательных” ограничений”, чтобы исключить наличие других признаков.

“первый” и “второй” используются в описательных целях и не могут быть истолкованы как указывающие или подразумевающие относительную важность или количество указанных технических характеристик.

[0100] Слова, обозначающие направления, такие как “вертикальный”, “поперечный”, “горизонтальный”, “вверх”, “вниз”, “вперед”, “назад”, “внутри”, “наружу”, “вертикальный”, “поперечный”, “левый”, “правый”, “передний”, “сзади”, “сверху”, “снизу”, “ниже”, “над”, “под” и т.п., используемые в данном описании и любых сопутствующих пунктах формулы изобретения (где они присутствуют), зависят от конкретной ориентации описанного и проиллюстрированного элемента. Описанный здесь объект изобретения может иметь различные альтернативные ориентации. Соответственно, эти термины, указывающие направление, не имеют строгого определения и не должны толковаться ограниченно.

[0101] Если указан диапазон значения, то указанный диапазон включает в себя все подгруппы диапазона. Предполагается, что указание диапазона соответствует значению, находящемуся в конечной точке диапазона, а также любому промежуточному значению с точностью до десятой доли единицы нижнего предела диапазона, а также любой подгруппе или множествам подгрупп диапазона, если из контекста явно не вытекает иное или какая-либо часть(части) приведенного диапазона специально не исключена. Там, где приведенный диапазон включает в себя одну или обе конечные точки диапазона, в изобретение также включены диапазоны, исключаяющие одну или обе из этих включенных конечных точек.

[0102] Некоторым числовым значениям, описанным в настоящем изобретении, предшествует “приблизительно”. В этом контексте “приблизительно” обеспечивает буквальную привязку точного числового значения, которому оно предшествует, точного числового значения $\pm 5\%$, а также всех других числовых значений, которые близки к этому числовому значению или примерно равны ему. Если не указано иное, конкретное числовое

значение включается в “приблизительно” конкретно названного числового значения, где конкретное числовое значение обеспечивает существенный эквивалент конкретно названного числового значения в контексте, в котором представлено конкретно названное числовое значение. Например, определение того, что что-либо имеет числовое значение “приблизительно 10”, следует толковать как: набор определений:

в некоторых вариантах осуществления числовое значение равно 10;

в некоторых вариантах осуществления числовое значение находится в диапазоне от 9,5 до 10,5;

и если из контекста специалист в данной области техники поймет, что значения в пределах определенного диапазона, по существу, эквивалентны 10, поскольку значения в этом диапазоне будут поняты как представляющие по существу тот же результат, что и значение 10, то “приблизительно 10” также включает:

в некоторых вариантах осуществления числовое значение находится в диапазоне от С до D, где С и D являются соответственно нижней и верхней конечными точками диапазона, который охватывает все те значения, которые обеспечивают существенный эквивалент значения 10.

[0103] Конкретные примеры систем, способов и устройств были описаны здесь в иллюстративных целях. Это всего лишь примеры. Представленная здесь технология может быть применена к системам, отличным от примеров систем, описанных выше. В рамках практического применения этого изобретения возможно множество изменений, модификаций, дополнений, опущений и перестановок. Это изобретение включает в себя разновидности описанных вариантов осуществления, которые были бы очевидны для квалифицированного специалиста, включая разновидности, полученные путем: замены признаков, элементов и/или действий эквивалентными признаками, элементами и/или действиями; смешивания и сопоставления признаков, элементов и/или действий из разных вариантов осуществления; комбинирования признаков, элементов и/или действий из вариантов осуществления, описанных в настоящем изобретении, с признаками, элементами и/или действиями другой технологии; и/или опущения комбинируемых признаков, элементов и/или действий из описанных вариантов осуществления.

[0104] Таким образом, предполагается, что последующая приложенная формула изобретения и представленная здесь, толкуется как включающая все такие модификации, перестановки, дополнения, опущения и субкомбинации, которые можно обоснованно предположить. Объем формулы изобретения не должен быть ограничен предпочтительными вариантами осуществления, изложенными в примерах, но должно быть дано максимально широкое толкование, соответствующее описанию в целом.

[0105] Различные признаки описаны здесь как присутствующие в “некоторых вариантах осуществления”. Такие признаки не являются обязательными и могут присутствовать не во всех вариантах осуществления. Варианты осуществления изобретения могут включать в себя ноль, любой один или любую комбинацию из двух или более таких

признаков. Это ограничено только тем, что некоторые из таких признаков несовместимы с другими из таких признаков в том смысле, что специалисту среднего уровня квалификации в данной области техники было бы невозможно разработать практический вариант осуществления, сочетающий в себе такие несовместимые признаки. Следовательно, описание того, что “некоторые варианты осуществления” обладают признаком А, а “некоторые варианты осуществления” обладают признаком В, следует истолковывать как прямое указание на то, что авторы изобретения также рассматривают варианты осуществления, которые сочетают признаки А и В (если в описании не указано иное или признаки А и В принципиально несовместимы). Это имеет место даже в том случае, если элементы А и В представлены на разных рисунках и/или упоминаются в разных абзацах, разделах или предложениях.

[0106] Хотя здесь обсуждается ряд иллюстративных аспектов и вариантов осуществления, специалисты в данной области техники распознают некоторые их модификации, перестановки, дополнения и подкомбинации.

[0107] Хотя выше рассматривался ряд иллюстративных аспектов и вариантов осуществления, специалисты в данной области техники способны определить некоторые их модификации, перестановки, дополнения и субкомбинации. Таким образом, предполагается, что последующая приложенная формула изобретения, предложенная здесь, толкуется как включающая все такие модификации, перестановки, дополнения и субкомбинации, которые соответствуют ее истинной сущности и объему.

[0108] Следует отметить, что изобретение относится ко всем комбинациям вышеуказанных признаков, даже если они указаны в разных пунктах формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Композиция удобрения, содержащая частицы шертелита, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения составляет, по меньшей мере, 10% по массе композиции удобрения.
2. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения находится в диапазоне от 10% до 80% по массе.
3. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет менее 1.5.
4. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет от 0,2 до 1,1.
5. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание водорастворимого P_2O_5 превышает 25% от общего количества P_2O_5 , имеющегося в композиции удобрения.
6. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание водорастворимого P_2O_5 находится в диапазоне от приблизительно 25% от общего количества P_2O_5 , имеющегося в композиции удобрения.
7. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание влаги в удобрении составляет менее 10% по массе.
8. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание влаги в удобрении составляет менее 4% по массе.
9. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая частицы источника фосфора с медленным высвобождением.
10. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что источником фосфора с медленным высвобождением включает струвит.
11. Композиция удобрения по п. 9 или 10, отличающаяся тем, что содержание источника фосфора с медленным высвобождением в композиции удобрения находится в диапазоне от

0% до 40%

12. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая частицы источника фосфора с быстрым высвобождением.

13. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что источником фосфора с быстрым высвобождением является одно или более из фосфорной кислоты, простой суперфосфат (SSP), двойной суперфосфат (DSP), тройной суперфосфат (TSP), моноаммонийфосфат (МАФ), диаммонийфосфат (ДАФ) и дикальцийфосфат.

14. Композиция удобрения по п. 12 или 13, отличающаяся тем, что содержание источника фосфора с быстрым высвобождением в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 65% по массе.

15. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая один или более промежуточных продуктов, причем один или более промежуточных продуктов образуются при получении одного или более из шертелита, источника фосфора с медленным высвобождением и источника фосфора с быстрым высвобождением.

16. Композиция удобрения по п. 15, отличающаяся тем, что общее содержание одного или более промежуточных продуктов составляет менее 20% по массе композиции удобрения.

17. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что композиция удобрения содержит или более из диттмарита, ханнаита, ньюбериита, масканьита и бассанита.

18. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание диттмарита в композиции удобрения находится в диапазоне от 1% до 20%.

19. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание азота в композиции удобрения находится в диапазоне от 3% до 20% по массе.

20. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание магния в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 15% по массе.

21. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержание магния в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 20% по массе.
22. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что соотношение N-P-K в композиции удобрения составляет 8-43-0.
23. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что соотношение N-P-K в композиции удобрения составляет 5-28-0.
24. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая частицы одного или более дополнительных минералов.
25. Композиция удобрения по п. 24, отличающаяся тем, что один или несколько дополнительных минералов содержат полигалит.
26. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что композиция удобрения находится в форме частиц удобрения.
27. Удобрение по предшествующему пункту, отличающееся тем, что частицы удобрения представляют собой гранулы или гомогенные гранулы-приллы.
28. Удобрение по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита.
29. Удобрение по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита и источника фосфора с медленным высвобождением.
30. Удобрение по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита и источника фосфора с быстрым высвобождением.
31. Удобрение по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита, источника фосфора с медленным высвобождением и источника фосфора с быстрым высвобождением.
32. Удобрение по п. 26 или 31, дополнительно содержащее слой оболочки, окружающий внешний слой частиц удобрения.

33. Удобрение по предшествующему пункту, отличающееся тем, что слой оболочки содержит противопылевой материал и/или добавку, предотвращающую слеживание и комкование.
34. Удобрение по любому из пп. 26 - 33, отличающееся тем, что диаметр частиц удобрения находится в диапазоне от 0,2 мм до 20 мм.
35. Удобрение по любому из пп. 26 - 34, отличающееся тем, что диаметр частиц удобрения находится в диапазоне от 2 мм до 4 мм.
36. Удобрение по любому из пп. 26 - 35, отличающееся тем, что расчётный средний диаметр (SGN) частиц удобрения находится в диапазоне от 250 SGN до 350 SGN.
37. Удобрение по любому из пп. 26 - 36, отличающееся тем, что коэффициент однородности частиц удобрения больше 45.
38. Удобрение по любому из пп. 26 - 36, отличающееся тем, что коэффициент однородности частиц удобрения больше 50.
39. Удобрение по любому из пп. 26 - 38, отличающееся тем, что прочность на раздавливание частиц удобрения составляет, по меньшей мере, приблизительно 3 фунт-фут.
40. Удобрение по любому из пп. 26 - 39, отличающееся тем, что частицы удобрения имеют степень кристалличности в диапазоне от 87% до 94%.
41. Композиция удобрения, содержащая:
частицы источника фосфора с промежуточным высвобождением, причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,
при этом содержание источника фосфора с промежуточным высвобождением в композиции удобрения составляет более 10% по массе композиции удобрения.
42. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что источник фосфора с медленным высвобождением обладает растворимостью в воде при 25°C менее 100 г/л.
43. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что

источник фосфора с быстрым высвобождением обладает растворимостью в воде при 20°C более 300 г/л.

44. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением на 15-50% меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением.

45. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением на 30-60% выше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением.

46. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что источник фосфора с промежуточным высвобождением образуется в результате реакции источника фосфора с источником магния.

47. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что источником фосфора является один или более из моноаммонийфосфата (МАФ), диаммонийфосфата (ДАФ), струвита, фосфорной кислоты и аммиака.

48. Композиция удобрения по предшествующему пункту, отличающаяся тем, что источником магния является один или более из оксида магния и гидроксида магния.

49. Композиция удобрения по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет менее 1.5.

50. Способ получения удобрения, включающий:
добавление двух или более видов сырья вместе, причем два или более видов сырья содержат источник фосфора и источник магния;
смешивание двух или более видов сырья с образованием смеси, причем смесь содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением;
гранулирование смеси в частицы удобрения; и
отбор частиц удобрения в зависимости от размера.

51. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что норма добавления источника фосфора на 80-99% больше, чем норма добавления источника магния.

52. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что норма добавления источника фосфора на 90-97% больше, чем норма добавления источника магния.

53. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что источником фосфора является одно или более из моноаммонийфосфата (МАФ), диаммонийфосфата (ДАФ), струвита, фосфорной кислоты и аммиака.
54. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что источником магния является один или более из оксида магния и гидроксида магния.
55. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что смесь содержит один или оба источника фосфора с медленным высвобождением и источник фосфора с быстрым высвобождением.
56. Удобрения, обладающие любым новым признаком изобретения, комбинацией признаков или субкомбинацией признаков, как описано в настоящем изобретении.
57. Способы, имеющие какие-либо новые и изобретательские уровни, действия, комбинацию уровней и/или действий или субкомбинацию уровней и/или действий, как описано в настоящем изобретении.

Формула изобретения

1. Композиция удобрения, содержащая частицы шертелита, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения составляет, по меньшей мере, 10% по массе композиции удобрения.
2. Композиция удобрения по п. 1, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения находится в диапазоне от 10% до 80% по массе.
3. Композиция удобрения по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет менее 1.5.
4. Композиция удобрения по любому из пп. 1-3, отличающаяся тем, молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет от 0,2 до 1,1.
5. Композиция удобрения по любому из пп. 1-4, отличающаяся тем, что содержание водорастворимого P_2O_5 превышает 25% по массе от общего количества P_2O_5 , имеющегося в композиции удобрения.
6. Композиция удобрения по любому из пп. 1-5, отличающаяся тем, что содержание водорастворимого P_2O_5 составляет приблизительно 25% по массе от общего количества P_2O_5 , имеющегося в композиции удобрения.
7. Композиция удобрения по любому из пп. 1-6, отличающаяся тем, что содержание влаги в удобрении составляет менее 10% по массе.
8. Композиция удобрения по любому из пп. 1-7, отличающаяся тем, что содержание влаги в удобрении составляет менее 4% по массе.
9. Композиция удобрения по любому из пп. 1-8, дополнительно содержащая частицы источника фосфора с медленным высвобождением.
10. Композиция удобрения по п. 9, отличающаяся тем, что источник фосфора с медленным высвобождением содержит струвит.
11. Композиция удобрения по п. 9 или 10, отличающаяся тем, что содержание источника фосфора с медленным высвобождением в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 40% по массе.

12. Композиция удобрения по любому из пп. 1-11, дополнительно содержащая частицы источника фосфора с быстрым высвобождением.
13. Композиция удобрения по п. 12, отличающаяся тем, что источником фосфора с быстрым высвобождением является одно или более из фосфорной кислоты, простого суперфосфата (SSP), двойного суперфосфата (DSP), тройного суперфосфата (TSP), моноаммонийфосфата (МАФ), диаммонийфосфата (ДАФ) и дикальцийфосфата.
14. Композиция удобрения по п. 12 или 13, отличающаяся тем, что содержание источника фосфора с быстрым высвобождением в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 65% по массе.
15. Композиция удобрения по любому из пп. 1-14, дополнительно содержащая один или более промежуточных продуктов, причем один или более промежуточных продуктов образуются при получении одного или более из шертелита, источника фосфора с медленным высвобождением и источника фосфора с быстрым высвобождением.
16. Композиция удобрения по п. 15, отличающаяся тем, что общее содержание одного или более промежуточных продуктов составляет менее 20% по массе композиции удобрения.
17. Композиция удобрения по любому из пп. 1-16, отличающаяся тем, что композиция удобрения содержит или более из диттмарита, ханнаита, ньюбериита, масканьита и бассанита.
18. Композиция удобрения по любому из пп. 1-17, отличающаяся тем, что содержание диттмарита в композиции удобрения находится в диапазоне от 1% до 20% по массе.
19. Композиция удобрения по любому из пп. 1-18, отличающаяся тем, что содержание азота в композиции удобрения находится в диапазоне от 3% до 20% по массе.
20. Композиция удобрения по любому из пп. 1-19, отличающаяся тем, что содержание магния в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 15% по массе.
21. Композиция удобрения по любому из пп. 1-20, отличающаяся тем, что содержание магния в композиции удобрения находится в диапазоне от 0% до 20% по массе.
22. Композиция удобрения по любому из пп. 1-21, отличающаяся тем, что соотношение N-P-K в композиции удобрения составляет 8-43-0.

23. Композиция удобрения по любому из пп. 1-22, отличающаяся тем, что соотношение N-P-K в композиции удобрения составляет 5-28-0.
24. Композиция удобрения по любому из пп. 1-23, дополнительно содержащая частицы одного или более дополнительных минералов.
25. Композиция удобрения по п. 24, отличающаяся тем, что один или несколько дополнительных минералов содержат полигалит.
26. Композиция удобрения по любому из пп. 1-25, отличающаяся тем, что композиция удобрения находится в форме частиц удобрения.
27. Композиция удобрения по п. 26, отличающееся тем, что частицы удобрения представляют собой гранулы или гомогенные гранулы-приллы.
28. Композиция удобрения по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита.
29. Композиция удобрения по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита и источника фосфора с медленным высвобождением.
30. Композиция удобрения по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита и источника фосфора с быстрым высвобождением.
31. Композиция удобрения по п. 26 или 27, отличающееся тем, что частицы удобрения состоят в основном из шертелита, источника фосфора с медленным высвобождением и источника фосфора с быстрым высвобождением.
32. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 31, дополнительно содержащее слой оболочки, окружающий внешний слой частиц удобрения.
33. Композиция удобрения по п. 32, отличающееся тем, что слой оболочки содержит одно или оба противопылевой материал и добавку, предотвращающую слеживание и комкование.
34. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 33, отличающееся тем, что диаметр частиц удобрения находится в диапазоне от 0,2 мм до 20 мм.

35. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 34, отличающееся тем, что диаметр частиц удобрения находится в диапазоне от 2 мм до 4 мм.

36. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 35, отличающееся тем, что расчётный средний диаметр (SGN) частиц удобрения находится в диапазоне от 250 SGN до 350 SGN.

37. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 36, отличающееся тем, что коэффициент однородности частиц удобрения больше 45.

38. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 36, отличающееся тем, что коэффициент однородности частиц удобрения больше 50.

39. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 38, отличающееся тем, что прочность на раздавливание частиц удобрения составляет, по меньшей мере, 3 фунт-фут (1,36 кгс).

40. Композиция удобрения по любому из пп. 26 - 39, отличающееся тем, что частицы удобрения имеют степень кристалличности в диапазоне от 87% до 94%.

41. Композиция удобрения, содержащая:

частицы источника фосфора с промежуточным высвобождением, причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,

при этом содержание источника фосфора с промежуточным высвобождением в композиции удобрения составляет более 10% по массе композиции удобрения,

и при этом растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением меньше чем растворимость фосфорной кислоты, простого суперфосфата (SSP), двойного суперфосфата (DSP), тройного суперфосфата (TSP), моноаммонийфосфата (МАФ) или диаммонийфосфата (ДАФ), и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше чем 170 мг/л при 25°C.

42. Композиция удобрения, содержащая:

частицы источника фосфора с промежуточным высвобождением, причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,

при этом содержание источника фосфора с промежуточным высвобождением в

композиции удобрения составляет более 10% по массе композиции удобрения,
и при этом источник фосфора с быстрым высвобождением имеет растворимость в воде при 20°C, по меньшей мере, 120 г/л,
и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше чем 170 мг/л при 25°C.

43. Композиция удобрения по пп. 41 или 42, отличающаяся тем, что растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением на 15-50% меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением.

44. Композиция удобрения по любому из пп. 41-43, отличающаяся тем, что растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением на 30-60% выше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением.

45. Композиция удобрения по любому из пп. 41-44, отличающаяся тем, что источник фосфора с промежуточным высвобождением образуется в результате реакции источника фосфора с источником магния.

46. Композиция удобрения по п. 45, отличающаяся тем, что источником фосфора является один или более из моноаммонийфосфата (МАФ), диаммонийфосфата (ДАФ), струвита, фосфорной кислоты и аммиака.

47. Композиция удобрения по п. 45 или 46, отличающаяся тем, что источником магния является один или более из оксида магния и гидроксида магния.

48. Композиция удобрения по любому из пп. 45-47, отличающаяся тем, что молярное соотношение магния к фосфору в композиции удобрения составляет менее 1.5.

49. Способ получения удобрения, включающий:
добавление двух или более видов сырья вместе, причем два или более видов сырья содержат источник фосфора и источник магния;
смешивание двух или более видов сырья с образованием смеси, причем смесь содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением, и при этом источник фосфора с промежуточным высвобождением содержит шертелит;
гранулирование смеси в частицы удобрения; и
отбор частиц удобрения в зависимости от размера.

50. Способ получения удобрения, включающий:
добавление двух или более видов сырья вместе, причем два или более видов сырья

содержат источник фосфора и источник магния;
смешивание двух или более видов сырья с образованием смеси, причем смесь содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением,
причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,
и при этом растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением меньше, чем растворимость фосфорной кислоты, простого суперфосфата (SSP), двойного суперфосфата (DSP), тройного суперфосфата (TSP), моноаммонийфосфата (МАФ) или диаммонийфосфата (ДАФ), и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше, чем 170 мг/л при 25°C;
гранулирование смеси в частицы удобрения; и
отбор частиц удобрения в зависимости от размера.

51. Способ получения удобрения, включающий:

добавление двух или более видов сырья вместе, причем два или более видов сырья содержат источник фосфора и источник магния;
смешивание двух или более видов сырья с образованием смеси, причем смесь содержит источник фосфора с промежуточным высвобождением,
причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,
и при этом источник фосфора с быстрым высвобождением имеет растворимость в воде при 20°C, по меньшей мере, 120 г/л,
и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше, чем 170 мг/л при 25°C;
гранулирование смеси в частицы удобрения; и
отбор частиц удобрения в зависимости от размера.

52. Способ по любому из пп. 49-51, отличающийся тем, что норма добавления источника фосфора на 80-99% больше, чем норма добавления источника магния.

53. Способ по любому из пп. 49-51, отличающийся тем, что норма добавления источника фосфора на 90-97% больше, чем норма добавления источника магния.

54. Способ по любому из пп. 49-53, отличающийся тем, что источником фосфора является одно или более из моноаммонийфосфата (МАФ), диаммонийфосфата (ДАФ), струвита, фосфорной кислоты и аммиака.

55. Способ по любому из пп. 49-54, отличающийся тем, что источником магния является один или более из оксида магния и гидроксида магния.

56. Способ по любому из пп. 49-55, отличающийся тем, что смесь содержит один или оба источника фосфора с медленным высвобождением и источник фосфора с быстрым высвобождением.

57. Композиция удобрения, содержащая частицы шертелита, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения составляет, по меньшей мере, 2% по массе композиции удобрения.

58. Композиция удобрения по п. 57, отличающаяся тем, что содержание шертелита в композиции удобрения составляет, по меньшей мере, 5% по массе композиции удобрения.

59. Композиция удобрения, содержащая:

частицы источника фосфора с промежуточным высвобождением, причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,

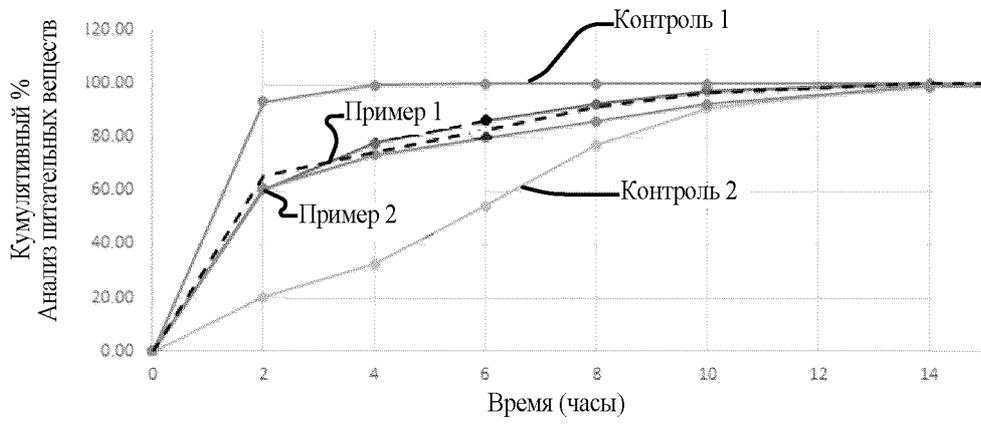
при этом растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением меньше, чем растворимость фосфорной кислоты, простого суперфосфата (SSP), двойного суперфосфата (DSP), тройного суперфосфата (TSP), моноаммонийфосфата (МАФ) или диаммонийфосфата (ДАФ), и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше чем 170 мг/л при 25°C.

60. Композиция удобрения, содержащая:

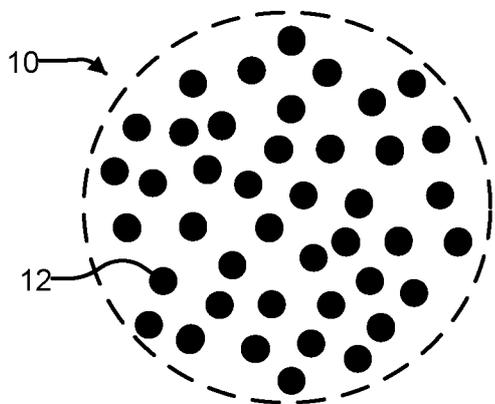
частицы источника фосфора с промежуточным высвобождением, причем растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением больше, чем растворимость источника фосфора с медленным высвобождением, характеризующегося слабой растворимостью в воде, и меньше, чем растворимость источника фосфора с быстрым высвобождением, характеризующегося хорошей растворимостью в воде,

при этом источник фосфора с быстрым высвобождением имеет растворимость в воде при 20°C, по меньшей мере, 120 г/л,

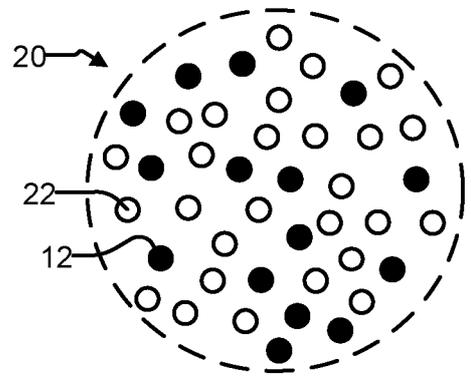
и растворимость источника фосфора с промежуточным высвобождением в воде больше, чем 170 мг/л при 25°C.



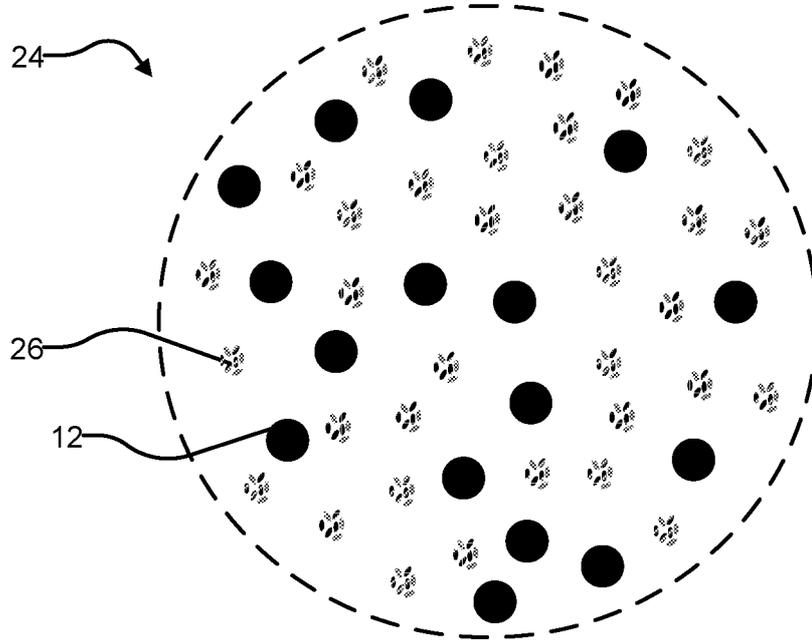
ФИГ.1



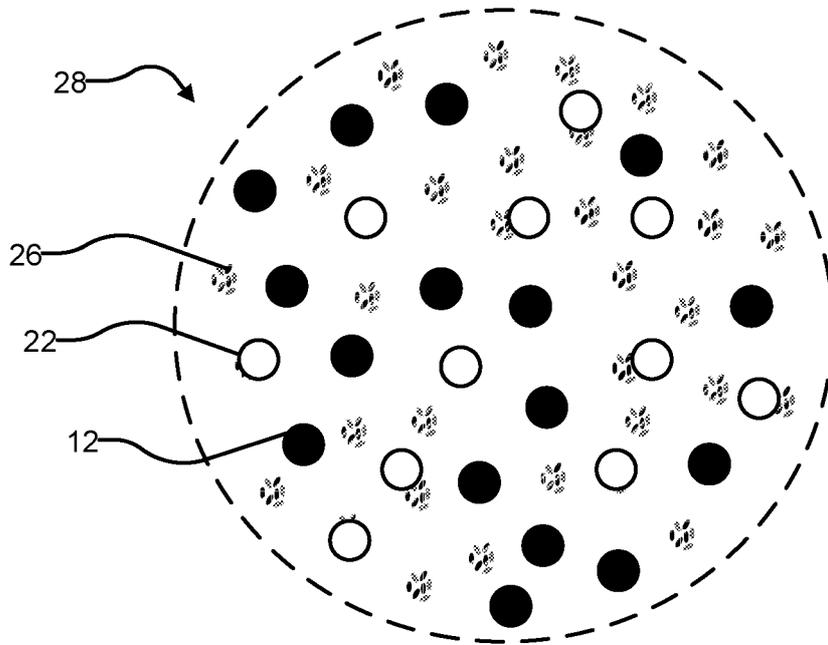
ФИГ. 2



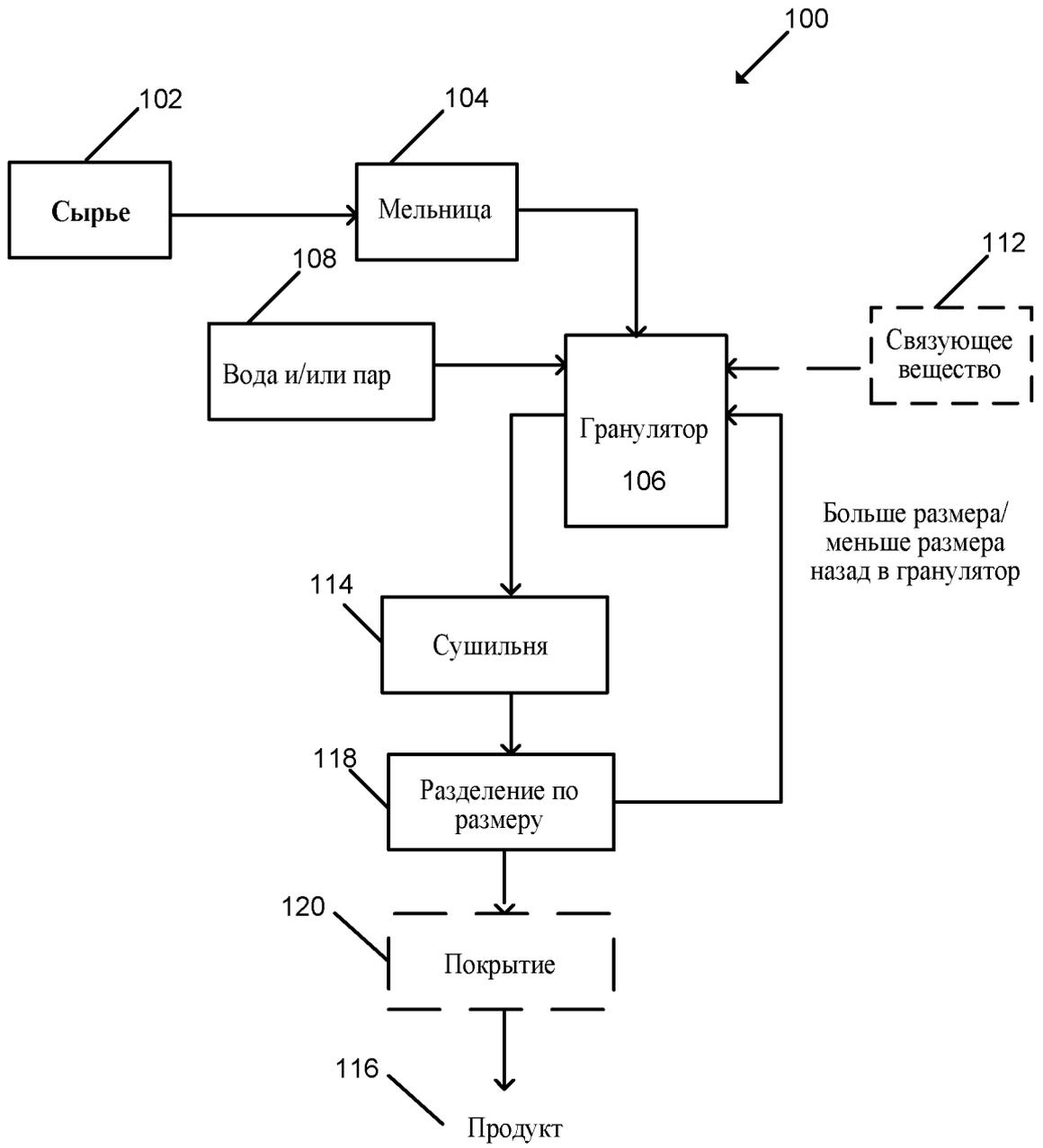
ФИГ. 3



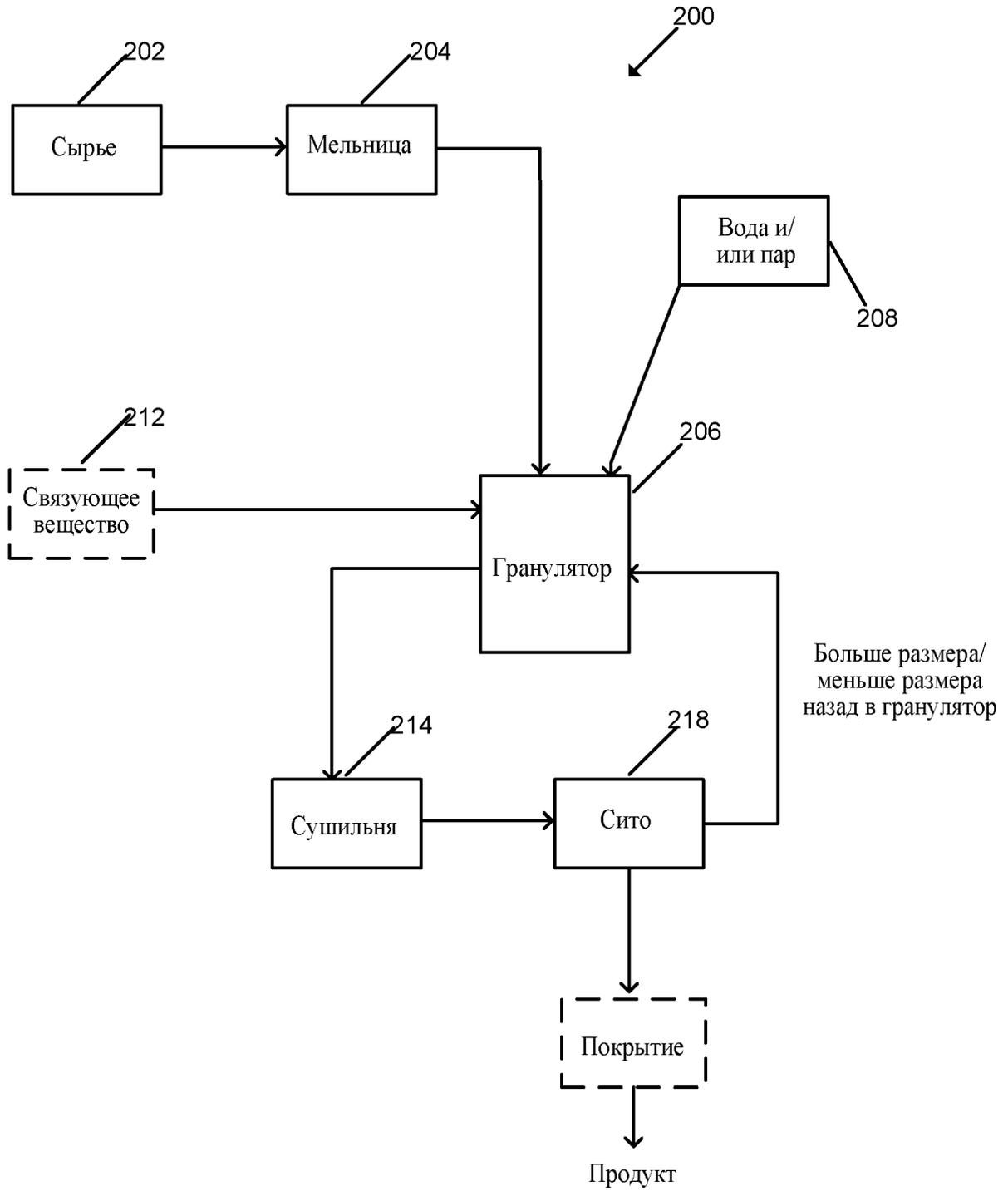
ФИГ. 4



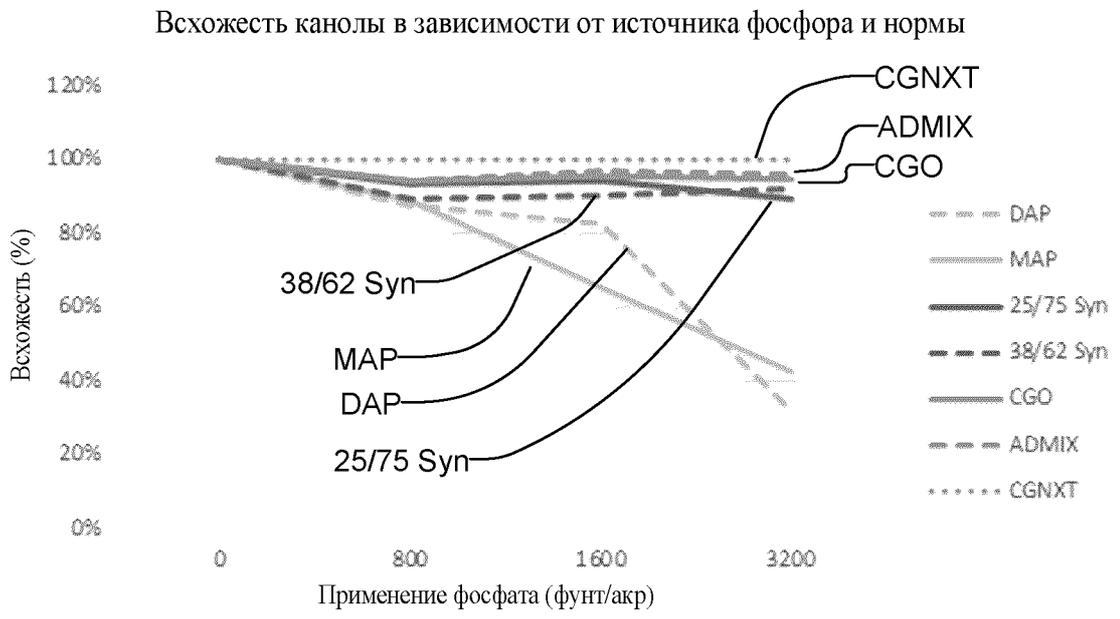
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8