

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2723401

### СПОСОБ ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Пашкевич Мария Анатольевна (RU), Матвеева Вера Анатольевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Петрова Татьяна Анатольевна (RU), Сагайдак Александра (RU)*

Заявка № 2019124915

Приоритет изобретения 05 августа 2019 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 11 июня 2020 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 05 августа 2039 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C05B 17/00 (2020.02); C05F 7/02 (2020.02); A01B 79/02 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019124915, 05.08.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.08.2019Дата регистрации:  
11.06.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.08.2019

(45) Опубликовано: 11.06.2020 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Пашкевич Мария Анатольевна (RU),  
Матвеева Вера Анатольевна (RU),  
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),  
Петрова Татьяна Анатольевна (RU),  
Сагайдак Александра (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2423812 C1, 20.07.2011. DE 742580  
C, 31.12.1943. CN 101451315 B, 28.12.2011.

## (54) СПОСОБ ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству.  
Способ внесения в почву органоминеральной  
добавки характеризуется тем, что ее вносят при  
соотношении органоминеральной добавки и  
почвы 1:1, затем проводят рассеивание и запашку,  
при этом в качестве минеральной составляющей  
добавки используют фосфогипс, в качестве  
органической составляющей - шлам лигнина,

причем компоненты используют при следующем  
соотношении компонентов по массе (мас. %):  
фосфогипс - 20-25, шлам лигнина - 75-80.  
Изобретение позволяет увеличить рост  
травосмеси, а также обеспечить переход тяжелых  
металлов и редкоземельных металлов в растения.  
3 табл., 1 пр.

C 1  
1  
0  
4  
0  
1  
2  
7  
2  
3  
4  
0  
1  
R UR U  
2  
7  
2  
3  
4  
0  
1  
C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 723 401** (13) **C1**

(51) Int. Cl.  
*C05B 17/00* (2006.01)  
*C05F 7/02* (2006.01)  
*A01B 79/02* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C05B 17/00 (2020.02); C05F 7/02 (2020.02); A01B 79/02 (2020.02)*(21)(22) Application: **2019124915, 05.08.2019**(24) Effective date for property rights:  
**05.08.2019**Registration date:  
**11.06.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **05.08.2019**(45) Date of publication: **11.06.2020 Bull. № 17**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Pashkevich Mariya Anatolevna (RU),  
Matveeva Vera Anatolevna (RU),  
Smirnov Yuriy Dmitrievich (RU),  
Petrova Tatyana Anatolevna (RU),  
Sagajdak Aleksandra (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

**(54) METHOD OF ADDING ORGANOMINERAL ADDITIVE INTO SOIL**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to the agriculture.  
Method of adding to soil an organomineral additive is characterized by that it is added at ratio of organomineral additive and soil of 1:1, then dispersing and priming are carried out, wherein mineral component of additive used is phosphogypsum, organic component

is lignin sludge, wherein components are used at following ratio of components by weight (wt. %): phosphogypsum - 20–25, lignin sludge - 75–80.

EFFECT: invention allows to increase growth of grass mixtures, as well as to ensure transfer of heavy metals and rare-earth metals into plants.

1 cl, 3 tbl, 1 ex

**RU 2 723 401 C1**

**RU 2 723 401 C1**

Изобретение относится к области сельского хозяйства и может быть использовано в качестве органоминеральной добавки пролонгированного действия с целью окультуривания территорий лесных массивов, рекультивации откосов автомобильных дорог и свалок твердых коммунальных отходов (ТКО).

5 Известен способ повышения плодородия почвы (пат. RU №2178964, опубл. 10.02.2002), заключающийся во внесении в почву фосфорсодержащего сырья совместно с подкисляющей добавкой, при этом в качестве фосфорсодержащего сырья используют фосфоритную муку, а в качестве подкисляющей добавки используют фосфогипс при соотношении компонентов в физическом весе 1:1.

10 Недостатком способа является присутствие исключительно минеральной составляющей, наличие которой не обеспечивает плодородных свойств почвы и локализации возможного негативного воздействия нежелательных примесей, находящихся в компонентах смеси, в частности РЗМ в фосфогипсе, на почвы.

Известен способ мелиорации сельскохозяйственных земель (пат. RU №2516468, опубл. 15 20.05.2014), подразумевающий внесение в почву почвоудобрительного материала, в качестве которого используют органоминеральный компост, содержащий свиной навоз и навоз крупного рогатого скота, осадки сточных вод и фосфогипс при следующем компонентном соотношении (масс. %): фосфогипс с рН 5,0-5,5 - 10-13, свиной навоз - 11-13, осадки сточных вод - 6-8, навоз крупного рогатого скота - остальное, которые 20 компостируют в летний период в течение 3 месяцев в условиях высоких среднесуточных температур компоста от 35 до 45°C, ежемесячно перемешивая до созревания. Затем полученный компост вносят в почву однократно на 5 лет в дозе 60 т/га, заделывая его в конце лета-начале осени на глубину 14-18 см.

Недостатком способа является то, что для активации биохимических процессов и 25 одновременного обезвреживания вредоносной микрофлоры в полученной органоминеральной смеси необходимо обеспечивать условия высоких среднесуточных температур компостирования, а также ежемесячное перемешивание компоста в течение всего летнего периода, что увеличивает трудоемкость технологии производства почвоудобрительного материала.

30 Известен способ получения комплексного органоминерального удобрения на основе природных алюмосиликатов (пат. RU №2607600, опубл. 10.01.2017), включающий одновременное перемешивание и измельчение органических и минеральных компонентов, причем измельчение алюмосиликатного сырья и фосфогипса ведут до 35 достижения размеров частиц менее 30 мкм, после чего происходит последующее смешивание с биогумусом при следующем соотношении компонентов (масс. %): алюмосиликаты - 50-60, фосфогипс - 10-20, биогумус - 20-40.

Недостатками способа является необходимость обеспечения тонкого помола алюмосиликатного сорбционного сырья и фосфогипса до получения фракции менее 30 мкм, что подразумевает дополнительные энергетические затраты. Кроме того, 40 использование биогумуса, включающего навоз, помет, растительные остатки и др., не обеспечивает полноценной микробиологической чистоты удобрения.

Известен способ улучшения агрофизических свойств почвы (пат. RU №2423812, опубл. 20.07.2011), принятый за прототип, заключающийся во внесении в почву фосфогипса, его заделке и посеве сельскохозяйственных культур. При этом в почву на 45 глубину 10-14 см вносят компост, включающий отходы животноводства - перегной, производства фосфорных удобрений - дигидратный фосфогипс и деревообрабатывающей промышленности - опилки в соотношении компонентов 50:5:1 соответственно, после чего почвосмесь перемешивают до однородной массы.

Недостатком способа является то, что отходы животноводства, включенные в состав компоста, являются дополнительным фактором загрязнения почвы патогенными микроорганизмами. Таким образом, в случае необоснованного дозирования органической составляющей высока вероятность нарушения физико-химического баланса почвы за счет накопления следующих продуктов жизнедеятельности микроорганизмов - аммиак, сероводород и углекислый газ.

Техническим результатом является создание способа увеличения эффективности роста травосмеси, а также обеспечения перехода тяжелых металлов и РЗМ в растения в допустимых количествах.

Технический результат достигается тем, органоминеральную добавку вносят при соотношении органоминеральной добавки и почвы 1:1, затем проводят рассеивание и заправку, при этом в качестве минеральной составляющей добавки используют фосфогипс, в качестве органической составляющей - шлам лигнина причем компоненты используют при следующем соотношении компонентов по массе (мас. %):

фосфогипс - 20-25;

шлам лигнина - 75-80.

Способ осуществляется следующим образом. В качестве минерального компонента органоминеральной смеси, обеспечивающего повышенное содержание питательных элементов в смеси - азота, калия и фосфора (НКР), используется отход цеха производства экстракционной фосфорной кислоты - фосфогипс, а также в качестве органической составляющей смеси, являющейся источником органических соединений и питательных компонентов, применяется обезвоженный осадок биологической очистки сточных вод производства сульфитной целлюлозы - шлам лигнина. Несмотря на это, наличие следов тяжелых металлов и РЗМ в органоминеральной смеси фосфогипса и шлама лигнина обуславливает необходимость долевого внесения компонентов в почву. Шлам лигнина не является канцерогенным, не образует токсичных продуктов в окружающей среде, способных накапливаться в трофических цепях, не обладает мутагенными свойствами, а также не содержит патогенной микрофлоры и семян сорняков.

В качестве минеральной составляющей выступает фосфогипс, а органической компоненты - шлам лигнина, взятые в соотношениях по массе (мас. %): фосфогипс - 20-25, шлам лигнина - 75-80. Смешивание компонентов и одновременное разовое их внесение в почву дерново-подзолистого типа при соотношении по массе составляющих органоминеральной добавки и почвы 1:1 осуществляется с помощью тукоразбрасывающих машин с последующей заправкой добавки на глубину от 15 до 20 см и дальнейшей культивацией почвенной толщи.

В результате смешивания фосфогипса с органической компонентой получается комплексное гранулометрическое удобрение с образованием труднорастворимого гумата кальция, цементирующего структуру агрегатов и обеспечивающего повышение устойчивости органоминерального комплекса с, включенными в него, тяжелыми металлами и РЗМ к выщелачиванию из почвы и переходу элементов в растительные организмы. Внесение значительных долей ионов кальция в почву как с фосфогипсом, так и с органической составляющей, обуславливает задействие избыточного кальция, более не используемого на вытеснение обменного натрия в структуре почвы, в биохимических механизмах поступления тяжелых металлов и стронция в растительные организмы, тем самым замещая их.

Пример практической реализации способа. Моделирование процесса произрастания растительных организмов с включением предложенной органоминеральной добавки было осуществлено в лабораторных условиях с выявлением, наиболее подходящего,

долевого состава почвосмеси.

Для моделирования процесса произрастания растительных организмов на трехкомпонентной почвосмеси было выбрано соотношение по массе почвы и органоминеральной смеси 50/50 при соотношениях шлама лигнина и фосфогипса 0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0. Для сравнения моделируемых процессов произрастания с условиями, схожими с природными, была выбрана модель с соотношением почвы и органоминеральной смеси 100/0 (контроль).

Выбранные соотношения компонентов почвосмеси и содержания в каждой из систем питательных компонентов, а также стабильного стронция, СаО и тяжелых металлов до высадки растений представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Содержания в почвосмесях питательных компонентов

Соотношение почвы и органоминеральной смеси, %	№ ящика	Соотношение шлама лигнина и фосфогипса, %	Влажность, %	Органическое вещество, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %	N <sub>об</sub> щ., %
50:50	1	0:100	17,19	4,00	0,180	0,085	0,210
	2	25:75	16,44	16,00	0,169	0,074	0,244
	3	50:50	15,69	28,00	0,158	0,063	0,288
	4	75:25	14,94	40,00	0,147	0,051	0,321
	5	100:0	14,19	52,00	0,135	0,040	0,355
	6	0:0	20,38	8,00	0,15	0,02	0,39
		(контроль)			0	0	0

Таблица 2 – Содержания стабильного стронция, СаО и тяжелых металлов в почвосмесях до высадки растений

Соотношение почвы и органоминеральной смеси, %	№ ящика	Соотношение шлама лигнина и фосфогипса, %	Sr, %	СаО, %	Cu*, мг/кг	Zn*, мг/кг	Cd**, мг/кг
50:50	1	0:100	0,014	0,79 5	0,96	5,96	0,62
	2	25:75	0,010	0,61 4	0,91	6,55	0,60
	3	50:50	0,007	0,43 3	0,86	7,13	0,58
	4	75:25	0,003	0,25 1	0,81	7,72	0,56
	5	100:0	0,0001	0,07 0	0,77	8,30	0,54
	6	0:0 (контроль)	0,00001 5	0,01 0	0,55	9,00	0,42

\* – подвижная форма элемента

\*\* – валовая форма элемента

В качестве растительных организмов для их произрастания на почвосмесях различного компонентного состава были выбраны злаковые травы, широко распространенные в зоне смешанных лесов Северо-Западного региона РФ на дерново-подзолистых и подзолистых почвах: мятлик луговой (*Poa pratensis*) 15%, фестулолиум (*Festulolium*) 30%, полевица тонкая (*Agrostis capillaris*) 5%, райграс пастбищный (*Lolium perenne*) 10%, райграс однолетний (*Lolium multiflorum*) 10%, овсяница луговая (*Festuca pratensis*) 30%. Смесь трав вносилась в количестве 3 г/ящик.

Исходя из нормы водопотребления однолетних трав в вегетационный период, растущих при этом на дерново-подзолистых почвах, орошение трав осуществлялось 2 раза в неделю по 150 мл воды на ящик.

Для эффективного роста растительных организмов были выбраны 2 люминесцентные фитолампы Osram L 18W/77 T8 Fluora, обеспечивающие генерирование, подходящего для интенсификации фотохимических процессов, светового потока соответствующей мощности и с преобладанием красного и синего спектров. Для симуляции светового дня естественных условий произрастания растений включение ламп осуществлялось в интервале с 9:00 утра до 17:00 вечера.

Ящики размещались в хорошо проветриваемом помещении с постоянной температурой 25°C и относительной влажностью 70%.

Продолжительность эксперимента составила 7 недель после прорастания семян, в связи с наблюдением окончания вегетационного периода и увядания растений, произраставших в ящике №6 (контроль).

По результатам эксперимента было выявлено, что наибольшее значение биомассы растений относилось к ящику №2 (75<sub>фосфогипса</sub>:25<sub>шлама лигнина</sub>), наименьшее значение - к ящику №6 (контроль). Распределение значений биомасс растений в ящиках относительно контроля представлено следующим образом: степень превышения

биомассы в 1,97 раза относительно значения биомассы контроля наблюдалось в ящике №2; в 1,81 раза - в ящике №3; в 1,78 раз - в ящике №4; в 1,49 раз - в ящике №1; в 1,47 раза - в ящике №5.

Из результатов измерений видно, что наибольшую скорость роста имели растения, произраставшие в ящиках №3 и 6 (50<sub>фосфогипса</sub>:50<sub>шлама лигнина</sub> контроль), наименьшую - в ящике №5 (0<sub>фосфогипса</sub>:100<sub>шлама лигнина</sub>). Скорости роста растений в ящиках №2, 4 и 1 имели приближенно-одинаковые значения.

Подобные распределения значений биомассы и скорости роста связаны с улучшением условий для произрастания растения при добавлении к фосфогипсу органической составляющей - шлама лигнина - при соотношении компонентов 75<sub>фосфогипса</sub>:25<sub>шлама лигнина</sub> и 50<sub>фосфогипса</sub>:50<sub>шлама лигнина</sub>.

В случае включения шлама лигнина в большем количестве возможно удерживание шламом водного раствора с питательными компонентами и развитие неблагоприятных микробиологических процессов.

В результате определения степени распределения стронция, СаО и водорастворимых форм тяжелых металлов в системе растения-почвосмесь были выявлены следующие содержания элементов в растениях (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание стабильного Sr, СаО и тяжелых металлов в растительных образцах

Соотношение почвы и органоминеральной смеси, %	№ ящика	Соотношение шлама лигнина и фосфогипса, %	Sr, %	СаО, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг
50:50	1	0:100	0,012	0,38 1	0,24	1,12	0,004
	2	25:75	0,006	0,29 8	0,17	1,44	0,003
	3	50:50	0,004	0,20 5	0,22	1,11	0,0008
	4	75:25	0,001	0,13 0	0,14	3,78	0,0005
	5	100:0	0,0000 5	0,03 8	0,10	1,25	0,001
	6	0:0 (контроль)	0,0000 1	0,00 4	0,27	0,50	0,0003 1

Сопоставив значения геохимических кларков тяжелых металлов в живом веществе и выявленные значения содержания водорастворимых форм тяжелых металлов в растительных организмах, было отмечено отсутствие превышений содержания меди и цинка во всех рассматриваемых смесях, однако наблюдалось повышенное содержание кадмия в пробах №1 (100<sub>фосфогипса</sub>:0<sub>шлама лигнина</sub>) и 2 (75<sub>фосфогипса</sub>:25<sub>шлама лигнина</sub>) относительно кларка - в 4 и 2,7 раз. Следует принимать в расчет, что, в случае рассмотрения валовых форм содержания элементов в растениях, показатели будут выше тех, которые обозначены вследствие анализа.

При сопоставлении выявленных значений содержания стронция в растительных организмах со средним содержанием подвижных форм стронция в почве/растениях -

0,002% - обнаруживались превышения в растениях, выращенных в ящиках №1-3 - в 6, 3 и 2 раза.

Анализ полученных распределений стронция в системах почвосмесь-растения после проведения эксперимента подтверждал факт замещения стронция ионами кальция при их поглощении растениями (ящики №1 и 6 со степенью перехода стронция 85,7% и 61,0% и превышением количества ионов кальция над стабильным стронцием в растениях в 32 и 444 раза), а также факт наличия аккумулятивных способностей органической составляющей (снижение степени поглощения стронция растениями при уменьшении концентрации кальция и увеличении доли шлама лигнина в почвосмеси в ящиках №2-5).

По итогам проведенного эксперимента было выявлено, что соотношения компонентов в интервале  $25_{\text{фосфогипса}}:75_{\text{шлама лигнина}}$ - $20_{\text{фосфогипса}}:80_{\text{шлама лигнина}}$ , с учетом доверительного интервала в  $\pm 5\%$ , являются оптимальными для обеспечения наиболее быстрого роста растительных организмов с получением наибольшей их биомассы относительно контроля, а также в рамках критерия отсутствия превышения поглощенных стронция и тяжелых металлов растительными организмами относительно среднего их содержания в растениях. При этом степень перехода стронция варьируется от 33,3% до 35,7%, а соотношение Sr:Ca в растениях - 1:130-1:445.

По сравнению с известными решениями предлагаемый способ позволяет создать способ увеличения эффективности роста травосмеси, а также обеспечения перехода тяжелых металлов и РЗМ в растения в допустимых количествах.

#### (57) Формула изобретения

Способ внесения в почву органоминеральной добавки, характеризующийся тем, что ее вносят при соотношении органоминеральной добавки и почвы 1:1, затем проводят рассеивание и запашку, при этом в качестве минеральной составляющей добавки используют фосфогипс, в качестве органической составляющей - шлам лигнина, причем компоненты используют при следующем соотношении компонентов по массе (мас. %):

фосфогипс - 20-25;

шлам лигнина - 75-80.