



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01C 1/06 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2020120024, 19.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.05.2020

Дата регистрации:
01.02.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.05.2020

(43) Дата публикации заявки: 19.11.2021 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 01.02.2022 Бюл. № 4

Адрес для переписки:
197227, Санкт-Петербург, а/я 405, Воропаю
Сергею Александровичу

(72) Автор(ы):

Шилова Ольга Алексеевна (RU),
Панова Гаянэ Геннадьевна (RU),
Хамова Тамара Владимировна (RU),
Галушко Александр Сергеевич (RU),
Удалова Ольга Рудольфовна (RU),
Аникина Людмила Матвеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Ордена Трудового
Красного Знамени Институт химии
силикатов им. И.В. Гребенщикова
Российской академии наук (ИХС РАН) (RU),
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Агрофизический
научно-исследовательский институт"
(ФГБНУ АФИ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2618143 C1, 02.05.2017. RU
2234828 C1, 27.08.2004. BY 18026 C1, 28.02.2014.
KR 101862362 B1, 01.06.2018.

(54) Способ предпосевной обработки семян ярового ячменя

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сельского хозяйства для активации произрастания семян и защиты растений при выращивании зерновых культур. Тетраэтоксисилан $\text{Si}(\text{OEt})_4$ в количестве 1 об.% смешивают при интенсивном перемешивании с 0,25-молярным раствором соляной кислоты с образованием кремнезоля с рН~2-3 с добавкой водного раствора минеральных добавок, при этом в кремнезоли добавляют наночастицы диоксида титана в количестве 0,003 г/мл кремнезоля и органические модификаторы - полиэтиленгликоль или глицерин

- в количестве 1 об.%. Техническим результатом является обеспечение за счет синергетического действия кремнезоля, наночастиц диоксида титана и модифицирующей органической добавки благотворного действия на морфологические параметры проростков ячменя, на их устойчивость к поражению фитопатогеном - возбудителем корневой гнили, обеспечение условий для развития полезных эпифитных бактерий, перерабатывающих органические и неорганические азотные соединения в доступные для растений формы. 4 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A01C 1/06 (2021.08)

(21)(22) Application: **2020120024, 19.05.2020**

(24) Effective date for property rights:
19.05.2020

Registration date:
01.02.2022

Priority:

(22) Date of filing: **19.05.2020**

(43) Application published: **19.11.2021 Bull. № 32**

(45) Date of publication: **01.02.2022 Bull. № 4**

Mail address:

**197227, Sankt-Peterburg, a/ya 405, Voropayu
Sergeyu Aleksandrovichu**

(72) Inventor(s):

**Shilova Olga Alekseevna (RU),
Panova Gayane Gennadevna (RU),
Khamova Tamara Vladimirovna (RU),
Galushko Aleksandr Sergeevich (RU),
Udalova Olga Rudolfovna (RU),
Anikina Lyudmila Matveevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
uchrezhdenie nauki Ordena Trudovogo
Krasnogo Znameni Institut khimii silikatov im.
I.V. Grebenshchikova Rossijskoj akademii nauk
(IKHS RAN) (RU),
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
nauchnoe uchrezhdenie "Agrofizicheskij
nauchno-issledovatel'skij institut" (FGBNU AFI)
(RU)**

(54) **METHOD FOR PRE-SOWING TREATMENT OF SPRING BARLEY SEEDS**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to the field of agriculture for the activation of seed growing and plant protection, when growing grain crops. Tetraethoxysilane $\text{Si}(\text{OEt})_4$ in the amount of 1 vol.% is mixed at intensive stirring with a 0.25-molar solution of hydrochloric acid to form silica with pH~2-3 with the addition of an aqueous solution of mineral additives, while nanoparticles of titanium dioxide are added to silica in the amount of 0.003 g/ml of silica, as well as organic

modifiers – polyethylene glycol or glycerin – in the amount of 1 vol.%.

EFFECT: providing, due to the synergetic effect of silica, nanoparticles of titanium dioxide and modifying organic additive, favorable effect on morphological parameters of barley sprouts, on their resistance to damage by phytopathogen – the causative agent of root rot, providing conditions for the development of useful epiphytic bacteria recycling organic and inorganic nitrogen compounds to forms available for plants.

1 cl, 4 tbl

Изобретение относится к области сельского хозяйства для активации произрастания семян и защиты растений при выращивании зерновых культур. Способ осуществляется обработкой семян ярового ячменя в суспензиях, получаемых смешением кремнезоля на основе тетраэтоксисилана с нанопорошком диоксида титана и органических модификаторов - глицерина или полиэтиленгликоля. Лабораторные испытания показали высокую эффективность применения таких суспензий, полученных смешением кремнезоля на основе гидролизованного тетраэтоксисилана (1 об. % ТЭОС), нанопорошка диоксида титана (0.003 г TiO_2 /мл кремнезоля) с добавками глицерина или полиэтиленгликоля (ПЭГ-400) - 1 об. %.

Данный способ обработки семян способствует ускорению развития проростков и корней растений на ранних этапах их развития, благоприятствует развитию полезных эпифитных микроорганизмов - бактерий, перерабатывающих органические и неорганические соединения азота в доступные для растений формы, и защите растений от фитопатогенов.

Известны различные способы предпосевной обработки семян для их стимуляции и более быстрого прорастания. Так, авторы [Булгакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Павлова В.А. Увеличение всхожести семян с твердой семенной кожурой предпосевной обработкой ацетоном // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - №6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15475> (дата обращения: 24.02.2020)] предлагают для семян растений, имеющих очень твердые оболочки, непроницаемые для воды, использовать обработку семян в ацетоне. В результате этой обработки на поверхности семян появлялись трещины и за счет этого всхожесть семян увеличивалась на 20%. Однако известно, что ацетон является токсичным веществом, к тому же появление трещин в оболочке, защищающей семена, может негативно отразиться на их стойкости к бактериальным заболеваниям.

Известно применение наночастиц различной природы для предпосевной обработки семян растений. Например, семена фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L., сорта Бийчанка) и пшеницы мягкой яровой (*Triticum aestivum* L., сорта Новосибирская 29) перед посевом замачивали в суспензиях наночастиц TiO_2 , полученных методом электровзрыва, размером 5 нм, имевших концентрацию 8,9 мг/л в течение 2 суток - для фасоли, и в течение 1 суток - для пшеницы. Дополнительно, в течение вегетационного опыта растения дважды опрыскивали суспензиями наночастиц TiO_2 : в 18-дневном возрасте в концентрациях 8,7 мг/л и в 27-дневном возрасте - 9,5 мг/л. Суспензии подвергали ультразвуковому диспергированию с последующей выдержкой до стабилизации турбидности. У 21-дневных контрольных растений (семена по той же схеме замачивали в воде) и опытных растений измеряли высоту стебля: у пшеницы - в фазе кущения, у фасоли - в фазе первого настоящего листа. Однако, как показали результаты измерений высоты: у 21-дневных растений, замачивание семян и последующая однократная обработка растений суспензиями наночастиц оксидов титана и алюминия не оказали влияния на скорость роста растений фасоли и пшеницы на начальной стадии их развития по сравнению с контрольными растениями. Положительное влияние предпосевной обработки семян и последующих внекорневых подкормок водными суспензиями наночастиц проявилось лишь на более поздних этапах развития растений [Т.П. Астафурова, Ю.Н. Моргалёв, А.П. Зотикова, Г.С. Верхотурова, С.И. Михайлова, А.А. Буренина, Т.А. Зайцева, В.М. Постовалова, Л.К. Цыцарева, Г.В. Боровикова Влияние наночастиц диоксида титана и оксида алюминия на морфофизиологические параметры растений // Вестник Томского государственного

университета. Биология. 2011. №1 (13), с. 113-122].

Авторы ряда работ отмечают, что эффекты воздействия наночастиц диоксида кремния на прорастание семян растений были концентрационно зависимыми. Так, авторы [Siddiqui, M. H. Role of nano-SiO₂ in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds Mill.). / M.H. Siddiqui, M.H. Al-Whaibi // Saudi Biol. Sci. - 2014. Vol. 21. P. 13-17] установили, что низкие концентрации наночастиц кремния увеличивали всхожесть семян томатов, а высокие подавляли. Увеличение всхожести обработанных наночастицами SiO₂ семян кукурузы, как отмечено в работе [R. Suriyaprabha [et al.] Silica nanoparticles for increased silica availability in maize (*Zea mays* L) seeds under hydroponic conditions // Curr Nanosci. 2012. 8. P. 902-908], происходило из-за большей доступности питательных веществ и изменения pH питательной среды, однако наночастицы SiO₂ замедляли прорастание семян фасоли в низких концентрациях (0,2%), тогда как более высокие концентрации тормозили рост корней проростков. Улучшение всхожести семян сои при обработке наночастицами диоксида кремния и титана происходило за счет увеличения активности нитратредуктазы [Lu [et al.] Research on the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of *Glycine max* and its mechanism // Soybean Sci. -2002. Vol. 21. P. 68-172], а также за счет лучшего поступления воды и питательных веществ [L. Zheng [et al. Effect of nano-TiO₂ on strength of naturally aged seeds and growth of spinach // Biol. Trace Elem. Res. 2005. Vol. 104 (1). P. 83-91].

Для улучшения сопротивляемости растений пшеницы фитопатогенам предложена предпосевная обработка семян фунгицидной композицией (патент РФ №2656965), включающей тебуконазол, прохлораз, крезоксимметил, а также вспомогательные компоненты. При этом фунгицидная композиция представлена в форме суспензии. Изобретение обеспечивает расширение спектра фитопатогенов, которые поддаются контролю. Однако в данном случае использованы биоцидные добавки сильного действия, которые могут повышать нежелательную нагрузку на окружающую среду.

Из приведенных примеров, ряд которых можно было бы продолжать, следует, что в каждом конкретном случае, для каждого вида растения в определенных условиях необходимо изучать влияния состава наночастиц, их концентрации, а также технологических особенностей обработки семян.

Известен способ предпосевной обработки семян ячменя по патенту РФ №2618143, который включает физико-химическое воздействие на семена, которое осуществляют с использованием тетраэтоксисилана Si(OEt)₄ в количестве от 10 до 30 масс. %, который предварительно гидролизуют в водно-спиртовом растворе при недостатке воды в присутствии щелочи с образованием кремнезоля с pH ~7-8, а также с добавкой раствора необходимых минеральных добавок. В данном способе используется золь-гель технология, благодаря чему на поверхности семян формируется покрытие, структура которого представляет собой кремнеземную или полисилоксановую матрицу, в которую можно дополнительно ввести полезные для растения минеральные вещества. Это облегчает прорастание семян и рост растений на начальном этапе их развития, повышает их конкурентоспособность по отношению к семенам сорняков и защищает семена культурных растений от вредных воздействий.

Данное техническое решение, как наиболее близкое к заявленному по техническому существу и достигаемому результату, принято в качестве его прототипа. Данный способ хорошо показал себя при лабораторных исследованиях на семенах зерновых и овощных культур на этапе раннего развития растений.

В тоже время данный способ позволяет обеспечить благоприятные условия только

на стадии развития растений ярового ячменя.

Задачей заявляемого изобретения является создание технологии предпосевной обработки семян ячменя, которая была бы в состоянии обеспечить благоприятные условия не только для развития растений ярового ячменя, но и для дальнейшего роста растений, а также повысить их устойчивость к фитопатогенам.

Сущность заявленного технического решения выражается в следующей совокупности существенных признаков, достаточной для решения указанной заявителем технической проблемы и получения обеспечиваемого изобретением технического результата.

Согласно изобретению способ предпосевной обработки семян ячменя, включающий химическое воздействие на семена ячменя, которое осуществляют с использованием тетраэтоксисилана $\text{Si}(\text{OEt})_4$, характеризуется тем, что тетраэтоксисилан $\text{Si}(\text{OEt})_4$ в количестве 1 об. % смешивают при интенсивном перемешивании с 0.25-молярным раствором соляной кислоты, с образованием кремнезоля с $\text{pH} \sim 2-3$ с добавкой водного раствора необходимых минеральных добавок, при этом в кремнезоли добавляют наночастицы диоксида титана в количестве 0.003 г/мл кремнезоля и органические модификаторы - полиэтиленгликоль или глицерин в количестве 1 об. %.

Заявленная совокупность существенных признаков обеспечивает достижение технического результата, который заключается в том, предпосевная обработка семян в кремнезолях, обогащенных минеральными добавками и дополнительно наночастицами диоксида титана, способствует защите от фитопатогенов, но не всегда обеспечивает высокие показатели всхожести ярового ячменя. Поэтому для смягчения действия активного фотокатализатора диоксида титана в кремнезоли были дополнительно добавлены модифицирующие добавки - глицерин или полиэтиленгликоль. При этом синергетическое действие кремнезоля, наночастиц диоксида титана и модифицирующей органической добавки - глицерина или полиэтиленгликоля, оказывает благотворное действие и на морфологические параметры проростков ячменя и на их устойчивость к поражению фитопатогеном - возбудителем корневой гнили (*Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur) и обеспечивает условия для развития полезных эпифитных бактерий, перерабатывающих органические и неорганические азотные соединения в доступные для растений формы.

Заявленный способ реализуют следующим образом.

Для обработки семян были приготавливают кремнезоли на основе гидролизованного в кислой среде тетраэтилового эфира ортокремниевой кислоты - тетраэтоксисилана (ТЭОС), которые различались вариантами модифицирующих добавок (допантов): нанопорошок диоксида титана, глицерин и полиэтиленгликоль ПЭГ-400. В качестве прекурсоров золь также используют соляную кислоту HCl в виде 0.25 М водного раствора и дистиллированную воду. В качестве питательных для растений добавок макро- и микроэлементов в кремнезоли вводят водный раствор, содержащий следующие соединения - микро и макроэлементы (см. табл. 1). Методика приготовления золь заключалась в последовательном смешивании водного раствора макро- и микроэлементов, ТЭОС, 0.25 М раствора HCl и модифицирующих добавок глицерина или ПЭГ-400. в результате чего получали кремнезоли с $\text{pH} \sim 2-3$, составы которых представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Составы для предпосевной обработки семян ячменя

№ опыта	маркировка	Исходные компоненты кремнезоля, об%					TiO ₂ г/мл золя
		М*	ТЭОС	HCl 0.25M водный раствор	глицерин	ПЭГ-400	
1	ТЭОС+М	98.5	1	0.5	—	—	—
2	ТЭОС+М+TiO ₂	98.5	1	0.5	—	—	0.003
3	ТЭОС+М+Гл.+ TiO ₂	97.5	1	0.5	1	—	0.003
4	ТЭОС+М+ПЭГ +TiO ₂	97.5	1	0.5	—	1	0.003

*ТЭОС – тетраэтоксисилан; М – водный раствор питательных для растений микро- и макроэлементов: Ca(NO₃)₂, KNO₃, KH₂PO₄, MgSO₄, Fe(NH₄)₃(C₆H₅O₇)₂, H₃BO₃, ZnSO₄, CuSO₄, H₂SO₄ и MnSO₄; Гл. – глицерин.

Полученные кремнезоли выдерживают в течение 1 суток перед дальнейшим использованием. Для предпосевной обработки семян были выбраны семена ячменя ярового двух сортов - «Ленинградский» и «Атаман». Предпосевная обработка семян осуществлялась в результате перемешивания в течение 10 минут простым взбалтыванием семян ячменя в емкостях с водой (контроль), а также с исходным кремнезолом (опыт 1); и с суспензиями на основе этого кремнезоля: с добавкой нанопорошка диоксида титана (0.003 г TiO₂/мл кремнезоля) - опыт №2; с добавкой нанопорошка диоксида титана (0.003 г TiO₂/мл кремнезоля) и глицерина - опыт №3; с добавкой нанопорошка диоксида титана (0.003 г TiO₂/мл кремнезоля) и ПЭГ-400 - опыт №4.

В качестве нанопорошка диоксида титана использовали коммерческий фотокаталитический нанопорошок TiO₂ P25 (Degussa®), который содержит анатаз и рутил в соотношении примерно 1/3, средний размер наночастиц анатаза и рутила ~85 и 25 нм, соответственно [Т. Ohno., К. Sarukawa, К. Tokieda, М. Matsumura Hi. Catal. 2001. Vol. 203. No 1. P. 82-86]. Порошок диоксида титана смешивали с кремнезолом в соотношении 0.003 г TiO₂ на 1 мл кремнезоля и подвергали полученные смеси ультразвуковому диспергированию в течение 10 мин. Семена сушили при комнатной температуре на воздухе и затем при 30°C в течение 60 мин в сушильном шкафу. Режимы сушки семян соответствовали указанным в ГОСТ 12038. Обработанные семена перед посевом хранились при комнатной температуре. Повторность опыта - 400 семян на каждый вариант опыта.

Изучение биологической активности тестируемых веществ заключалось в определении их влияния на морфологические показатели роста проростков. Семена ячменя проращивали в чашках Петри диаметром 10 см на фильтровальной бумаге, смоченной 10 мл водного раствора тестируемого вещества. В контрольных вариантах семена

проращивали на дистиллированной воде. На 3-день измеряли длину ростков и корней проростков. Все эксперименты повторяли трижды.

Оценку влияния предпосевной обработки семян ячменя приготовленными кремнеземом и суспензиями на численный состав эпифитных микроорганизмов проводили следующим образом. Навески предварительно обработанных сухих семян (по 10 г) помещали в колбы со 100 мл натрий-фосфатного буферного раствора (рН 7.2). Колбы подвергали воздействию ультразвука в течение 18 мин. Длительность воздействия ультразвуком была выбрана на основании результатов предварительно выполненных экспериментов по определению зависимости количества смываемых с поверхности семян клеток микроорганизмов от временного периода ультразвукового воздействия. Далее с применением общепринятого метода серийных разведений, заключающегося в высеве 0.1 мл (или 1 мл) водных суспензий - смывов из соответствующих разведений в твердые и жидкие питательные среды с последующим их культивированием в термостате при 28°C, определяли численность микроорганизмов.

Оценка влияния предпосевной обработки семян ярового ячменя на устойчивость к возбудителю корневой гнили *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur проводили по следующей известной методике [Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л. ВАСХНИЛ, ВИР, 1976]. Для опытов использовали стерильный песок, смоченный до 50-60% полной влагоемкости. В 500 мл пластиковые стаканы вносили мицелий *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur, в каждый стакан вносили мицелий с $\frac{1}{4}$ чашки Петри. Стаканы выдерживали трое суток в помещении с температурой 24°C. Затем для равномерного распределения мицелия в плошках песок тщательно перемешивали и увлажняли. В каждый стакан высевали по 12 семян ячменя. Стаканы помещали в световой комнате под лампы дневного света, с режимом 16 часов день, 8 часов ночь. Учет проводили на 8-е сутки. Определяли массу выживших растений, визуально оценивали степень поражения каждого растения, давали оценку поражения в баллах по шкале Гоймана [Гойман Э. Инфекционные болезни растений / Пер. с нем. И.Г. Семенковой; Под ред. проф. М.С. Лунина. М.: Изд-во иностр. лит., 1954. 608 с.].

Результаты исследования влияния предпосевной обработки семян ярового ячменя на морфологические характеристики его проростков представлены в таблице 2.

35

40

45

Таблица 2.

Влияние предпосевной обработки на прорастание семян ярового ячменя сорта Атаман и ростовые характеристики проростков растений

№ опыта	Состав для обработки семян	Длина корня		Длина ростка	
		мм	% от контроля	мм	% от контроля
контроль	Вода	64,3	100	83,2	100
1	ТЭОС+М	69,2	108	94,5*	114*
2	ТЭОС+М+TiO ₂	65,6	102	76,9	92
3	ТЭОС+М+Гл.+ TiO ₂	72,5*	113*	100,1*	120*
4	ТЭОС+М+ПЭГ+TiO ₂	73,7*	115*	94,1*	113*

* – значение достоверно отличается от контрольного на 5%-м уровне значимости;

ТЭОС – тетраэтоксисилан; М – водный раствор питательных для растений микро- и макроэлементов: Ca(NO₃)₂, KNO₃, KH₂PO₄, MgSO₄, Fe(NH₄)₃(C₆H₅O₇)₂, H₃BO₃, ZnSO₄, CuSO₄, H₂SO₄ и MnSO₄; Гл. – глицерин; ПЭГ – полиэтиленгликоль, TiO₂ – диоксид титана.

Как видно из таблицы 2, как исходный кремнезоль, так и кремнезоль с добавкой наночастиц диоксида титана достоверно не увеличивают длину проростков и корней ячменя. В отличие от этих результатов, достоверное увеличение как длины проростков, так и длины корней зафиксировано для вариантов №№3 и 4, где в суспензии были дополнительно добавлены органические модификаторы глицерин или ПЭГ-400. Исходя из этой информации, следующие эксперименты по определению численности полезных бактерий на поверхности семян ячменя (см. табл. 3) и устойчивости его проростков к фитопатогену (возбудителю корневой гнили *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur) (см. табл. 4) проводили только для исходного кремнезоля и для суспензий с добавками глицерина и ПЭГ-400.

Таблица 3

Численность эпифитных микроорганизмов на поверхности семян ярового ячменя сорта Ленинградский после предпосевной обработки

№ опыта	Составы для обработки семян	Количество эпифитных микроорганизмов**			
		Бактерии, использующие органические формы азота ¹		Бактерии, использующие минеральные формы азота ²	
		х1000, КОЕ /г семян	% от контроля	х1000, КОЕ /г семян	% от контроля
контроль	вода	155	100	491	100
1	ТЭОС +М	232*	150*	1245*	254*
3	ТЭОС +М+Гл.+TiO ₂	1376*	888*	1550*	316*
4	ТЭОС +М+Гл.+TiO ₂	1611*	1039*	1645*	335*

Примечание: * - значение достоверно отличается от контрольного на 5%-м уровне значимости; ** определение численности микроорганизмов осуществляли методом высева на твердые питательные среды (глубинный посев); ¹ – количество микроорганизмов на капустном агаре, ² – на крахмало-аммиачном агаре; ТЭОС – тетраэтоксисилан; М– водный раствор питательных для растений микро- и макроэлементов: Ca(NO₃)₂, KNO₃, K₂HPO₄, MgSO₄, Fe(NH₄)₃(C₆H₅O₇)₂, H₃BO₃, ZnSO₄, CuSO₄, H₂SO₄ и MnSO₄; Гл. – глицерин; TiO₂ – диоксид титана.

Как видно из табл. 3, предпосевная обработка в суспензиях составов 3 и 4, содержащих смесь кремнезоля, наночастиц диоксида титана и добавок глицерина или полиэтиленгликоля достоверно повысило количество полезных бактерий, перерабатывающих соединения азота в легко усвояемую растениями форму. Этот факт будет способствовать улучшению физиологического состояния растений ярового ячменя и, в конечном итоге, - повышению его урожайности.

Таблица 4

Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя сорта Атаман на устойчивость растений к возбудителю корневой гнили *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur.

№ опыта	Варианты обработки семян	Масса одного растения	Балл поражения по шкале Гоймана

		Без заражения		С заражением			
		г	% от контроля	г	% от контроля		
5	контроль	вода	0,020	100	0,013*	65*	3
	1	ТЭОС	0,050*	250*	0,033*	165*	1
	3	ТЭОС+М+Гл.+TiO ₂	0,033*	165*	0,050*	250*	2
10	4	ТЭОС+М+ПЭГ+TiO ₂	0,043*	215*	0,038*	190*	1

Примечание: * - значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о повышении устойчивости растений ячменя к фитопато гену - возбудителю корневой гнили при использовании предлагаемых суспензий с добавками диоксида титана и глицерина или полиэтиленгликоля.

(57) Формула изобретения

Способ предпосевной обработки семян ячменя, включающий химическое воздействие на семена ячменя, которое осуществляют с использованием тетраэтоксисилана Si(OEt)₄, отличающийся тем, что тетраэтоксисилан Si(OEt)₄ в количестве 1 об.% смешивают при интенсивном перемешивании с 0,25-молярным раствором соляной кислоты с образованием кремнезоля с рН~2-3 с добавкой водного раствора минеральных добавок, при этом в кремнезоли добавляют наночастицы диоксида титана в количестве 0,003 г/мл кремнезоля и органические модификаторы - полиэтиленгликоль или глицерин - в количестве 1 об.%.