(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 043213 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.04.28

(21) Номер заявки
202000282

(22) Дата подачи заявки
2018.10.17

(51) Int. Cl. ***C05F 11/00*** (2006.01)
C12N 3/00 (2006.01)
C05F 11/08 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО БИОУДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПОЧВЫ И/ИЛИ РАСТЕНИЙ, САМО ТАКОЕ УДОБРЕНИЕ И СПОСОБ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

(31) **a201710006**
(32) **2017.10.17**
(33) **UA**
(43) **2021.08.04**
(86) **PCT/UA2018/000114**
(87) **WO 2019/078806 2019.04.25**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
ОСИПЕНКО СЕРГЕЙ БОРИСОВИЧ (UA)

(74) Представитель:
Салинник Е.А., Ляджин А.В. (KZ)

(56) WO-A1-2009009805
US-A1-2015299055

(57) Изобретение касается получения и применения экологически чистых органических биоудобрений для почвы и/или растений, заселенных природными почвенными микроорганизмами. Предложен способ получения жидкого органического биоудобрения, в котором благодаря уникальной обработке природной плодородной почвы, имеющей определенный видовой состав природных почвенных микроорганизмов с применением предлагаемой технологии контролируемого, "мягкого" турбулизированного воздействия без кавитационных эффектов на обрабатываемую среду в замкнутом объеме без доступа кислорода реализованы условия размножения и сохранения первоначального видового состава природных почвенных микроорганизмов именно в среде их существования и создан конечный продукт в виде однородной мелкодисперсной суспензии с размерами твердых частиц 10-50 мкм, превышающих размер 5-10 мкм относительно крупных микроорганизмов. Этот продукт, который в своем составе содержит водорастворимого азота не менее 40 мг и водорастворимого углерода - не менее 470 мг на 100 г биоудобрения, а также равномерно заселенные в нем колонии закаленных природных почвенных микроорганизмов по сути исходного видового состава, находящиеся в состоянии анабиоза и в споровых формах в максимально возможных концентрациях, пригоден для фасовки и длительного хранения. При обработке почвы, семян растений или самих растений с использованием полученного органического биоудобрения достигают улучшения урожайности растительных культур, повышения плодородия обедненной почвы и восстановления плодородия почвы песчаного и супесчаного профиля.

043213 B1

043213 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к сельскому хозяйству и, более конкретно, к получению и использованию экологически чистых органических биоудобрений, а именно жидких органических биоудобрений для почвы и/или растений, заселенных природными почвенными микроорганизмами. Это изобретение может быть использовано для восстановления плодородия почв, обедненных питательными веществами и природными микроорганизмами в результате интенсивного использования удобрений и ядохимикатов, подтопления почв и т.п., а также для улучшения всхожести семян растений и увеличения урожайности этих растений, особенно в условиях засух и заморозков.

Предшествующий уровень техники

На сегодня уже на уровне постулатов доказано, что без симбиозов и ассоциаций микроорганизмов с растениями существования последних практически невозможно.

Корешки растений вместе с микроорганизмами создают своеобразный "чехол"-ризосферу, которая создает необходимые условия для полноценного питания растений и защиты их от патогенов. Так что в системе "почва-растение-микроорганизм" именно комплексы полезных микроорганизмов позволяют оптимально реализовать потенциальные возможности почв и растений и получить максимально качественный урожай.

Именно эта причина привела к интенсивному развитию микробиологических подходов к увеличению плодородия почвы и получению высокой производительности в аграрном секторе в разных странах мира.

В основе этих подходов - селекция отдельных полезных штаммов почвенных микроорганизмов и создание оптимальных условий для их выращивания на искусственно созданных питательных средах до высоких концентраций на уровне 109-1010 микроорганизмов на 1 г среды. К "полезным" в первую очередь относятся азотфиксирующие микроорганизмы, такие как Rizobium, Bradirizobium, Azotobacter, фосформобилизующие в основном из вида Bazilus Subtilus, молочнокислые и другие "полезные", по мнению исследователей, бактерии. В то же время сами ученые-практики утверждают, что эффективность искусственно созданных биопрепаратов не превышает 65-70%, особенно в экстремальных природных условиях, засух, высоких и низких температур, подтопления почв. Искусственно созданные на богатых на органику культуральных средах бактерии не могут быстро приспосабливаться к истощенным и загрязненным химизацией современным почвам и быстро погибают, уменьшая в тысячи раз начальную концентрацию. Например, искусственно выращенные бактерии на МПА (мясо-пектоном агаре) с уровнем аминного азота 120-130 мг/100 г уменьшаются от начального титра $5 \cdot 10^9$ до $2 \cdot 10^6$ в 1 г на протяжении всего 1-2 дней после попадания в торфяную смесь с естественным уровнем водорастворимого азота 30-40 мг.

Известен способ получения высококонцентрированных азотфиксирующих бактериальных препаратов, включающий смешивание бактериальной суспензии, выращенной классическим способом, с торфом, в которую добавляют водную вытяжку биогумуса в качестве источника биологически активных соединений для ограничения развития грибковой микрофлоры (UA 47304 A) В предпочтительном варианте осуществления этого известного способа торф используется не стерильный, и для увеличения энергии роста к смеси добавляют еще около 2% декстрина.

Срок приготовления конечного продукта составляет более 20 дней, не считая времени приготовления культуры бактерий в жидкой питательной среде. Зависимость от мало контролируемого качества биогумуса не гарантирует стабильности конечного продукта, к тому же долгий срок приготовления является недостатком способа.

Известны также альтернативные способы получения биокомпозиций для увеличения урожайности и борьбы с фитопатогенами, мало агрессивные для окружающей среды, безвредные для животных и человека и содержащие полезные природные микроорганизмы. Характерным примером таких способов является способ получения биокомпозиций на основе штаммов бацилл Bazilus, Bevibacillus и/или Paenibacillus (WO 2008/025108 A1). Композиции микроорганизмов, как это описано в данной международной заявке, создают из бактерий "дикого типа", что требует непростого способа выделения нужных штаммов этих бактерий из натуральной среды.

Пример использования другой природной бактерии - уничтожителя фитопатогенов Pseuelomonas fluoresces, предназначенного для борьбы с болезнями бобовых растений и увеличения их урожайности, описан в патенте US 6495362.

Наряду с высокой степенью биологизации указанных способов с целью использования именно естественных (диких) бактерий почв можно отметить непростую технологию выделения нужных штаммов этих бактерий из природной среды, а также значительную селективность этих бактерий в уничтожении только отдельных видов природных фитопатогенов.

Выращивание концентратов этих бактерий на искусственно созданных питательных средах, далеких по своему составу от природных почв, значительно усложняет процесс и время приспособления "чужаков" на новом месте и создание необходимых биокомплексов "почва-растение-микроорганизм".

Производители таких концентратов не учитывают тот факт, что искусственные бактерии не могут быстро адаптироваться к новым условиям существования, что значительно увеличивает так называемую лаг-фазу, уменьшая существенную эффективность биологического препарата.

К тому же при выделении того или иного штамма полезного микроорганизма не учитываются симбиотические, метаболические и антагонистические взаимоотношения между микроорганизмами, живущими в естественных условиях. Так, развитие анаэробов в хорошо аэрированных почвах невозможно без аэробов, которые поглощают свободный кислород.

Именно по этой причине целесообразно не уничтожать микробиоту, проживающую в достаточной численности и естественном симбиозе в плодородных почвах, торфяниках, сапропелевых отложениях и подобных средах, а создать необходимые условия для ее сохранения и размножения. Именно поэтому с целью увеличения урожайности, особенно бобовых культур, еще в начале прошлого века агропроизводители сеяли семена вместе с частицами почвы и корней, взятых из прошлогоднего участка выращивания подобных бобовых культур. Внесение части плодородной почвы для обогащения новых участков полезной микрофлорой используется в некоторых случаях и сейчас, в основном на приусадебных участках. Понятно, что подобная технология малоэффективна, поскольку среднее количество микробиоты на плодородных почвах редко превышает 10^4-10^5 микроорганизмов/г, и к тому же снятие верхнего слоя почвы нарушает сложившееся равновесие окружающей среды.

Известны различные способы размножения микробиоты исходного сырья. Так, известен способ получения удобрений из ила, в котором ил нагревают перегретым паром для гигиенических целей и уничтожения патогенных микроорганизмов, при этом температура пара составляет от 200 до 600°С для активизации растворимого углерода и для повторного биологического разложения ила путем использования непатогенных микроорганизмов, которые остаются в иле после нагрева. Недостатками этого известного способа являются значительное загрязнение окружающей среды паровыми выбросами в атмосферу, неравномерность прогрева больших массивов ила на открытых полигонах и, соответственно, малоэффективное уничтожение патогенной микрофлоры для получения качественного удобрения.

Более экологичным является способ переработки сточных вод и органических материалов этих вод методом кавитации с помощью роторно-статорного миксера или мельницы в садовую мульчу "Биосолидз" (US 20050108930 A1). К сожалению, указанные удобрения не могут использоваться как органические из-за обилия химических примесей, опасных для основных сельскохозяйственных растений, поэтому рассматриваются они, скорее, как питательная среда для декоративных городских насаждений и газонов. К тому же их естественная микробиота далека от симбиотически приспособленных друг к другу микроорганизмов плодородной почвы.

Известно также биологическое удобрение, содержащее биогумус, в состав которого входит азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, марганец, медь, водорастворимые гуматы и агрономически полезная биофлора биогумуса (RU 2181710).

Недостатком этого продукта является низкое содержание агрономически полезной биофлоры биогумуса, что существенно снижает эффективность удобрения. Причиной низкого содержания биофлоры является то, что в процессе перемешивания смеси биогумуса и торфа в реакторе значительное количество микроорганизмов просто погибает за счет добавления химического раствора щелочи калия, а большое количество жизнеспособной микрофлоры остается в осадке при ее фильтрации.

Содержащиеся в готовом продукте частицы твердых включений действующего вещества - биогумуса и торфа - становятся причиной забивания отверстий распылителей вследствие слишком больших размеров. Кроме того, твердые включения могут оседать на дне емкости, в которой хранится удобрение. Таким образом, физическое состояние удобрения можно представить как суспензию неорганического происхождения с низкой степенью дисперсности и стабильности, использование которой с целью опрыскивания растений весьма проблематично.

В приведенных примерах использовались достаточно "жесткие" способы воздействия на ту или иную обрабатываемую биологически активную среду для увеличения доступности ее полезных компонентов и одновременного снижения количества фитопатогенных микроорганизмов и грибов.

Подобная "селективность" подходов, т.е. желание разработчиков удалить из обрабатываемой среды все "вредное" и оставить и культивировать все "полезное", является, по мнению автора, достаточно сложной и вряд ли осуществимой на практике задачей.

В подтверждение можно привести многочисленные исследования и патенты прямо противоположного направления, в частности пастеризацию пищевых жидкостей с помощью эффектов кавитации (CA 2511744). Тонкие оболочки бактерий не выдерживают кавитационных пульсаций, давления и эффективно разрушаются.

Приведены убедительные доказательства уничтожения бактериальной микрофлоры с помощью "жесткого" воздействия на обрабатываемую текучую среду кавитационных эффектов. Можно привести и другие известные технологические средства и способы воздействия на обрабатываемую среду, в частности:

ультразвуковую кавитацию (RU 2109688 C1; US 20080257830 A1; US 9174189 B2; WO 2009/118002A2); акустическую кавитацию (EP 1800744 A1; RU 2396216 C1);

кавитационное воздействие с помощью роторно-пульсационных диспергаторов, в том числе работающих в режиме резонансных акустических колебаний (RU 2396216 C1; RU 2305073 C2; RU 2420500 C2; RU 2304561 C2);

проточные гидродинамические кавитаторы типа трубки Пито с препятствиями, которые имеют острые кромки и щели, и т.п. (RU 2585635 C1, RU 2603391 C1, WO 2012/005631).

Авторы указанных публикаций, как правило, в качестве критерия, вызывающего схлопывание кавитационных пузырьков с соответствующим уничтожением бактериальной микрофлоры, указывают на различные параметры процесса переработки, в частности: на большой размер удельной энергии на единицу площади или на единицу объема в активной зоне акустического воздействия.

На практике это означает, что чем энергоемкость процесса выше, тем более интенсивно кавитационный процесс вызывает уничтожение бактерий, особенно в отношении бактерий большого размера.

Из описания к патенту UA 87342 C1 известен способ получения жидкого биоудобрения и само такое биоудобрение. Этот способ наиболее близкий к заявляемому изобретению. В составе этого известного биоудобрения присутствует частично не уничтоженная агрономически полезная биофлора биогумуса, но для получения этого удобрения биогумус также подвергают диспергированию с помощью гидродинамического кавитационного диспергатора для получения мелкодисперсной водяной взвеси с размером частиц биогумуса 3-10 мкм, и, соответственно, после такой обработки, которая приводит к мелкому и агрессивному измельчению твердых частиц питательной среды, уничтожается существенная часть уникальной бактериальной микрофлоры обрабатываемой среды, содержащей гумус, и в первую очередь - микроорганизмы большого размера.

В описании к этому патенту указано, что "с уменьшением размеров частиц увеличивается площадь поверхности, на которой могут иммобилизироваться микроорганизмы".

Известно, что размеры различных видов полезных почвенных микроорганизмов могут значительно отличаться друг от друга. Так, размер азотфиксирующих бактерий типа Rhiobium и Bradirhizobium больше, чем размер фосформобилизирующих бактерий типа Bazilus, и составляет около 3-5 мкм.

Это означает, что сохранение и селекция начального видового состава полезной микробиоты, в частности полезных природных (диких) почвенных бактерий, населяющих природные гумуссодержащие почвы, торфяники, сапропелевые отложения и т.д., невозможно для этого известного способа, поскольку предлагаемая технология предусматривает для измельчения "жесткое" и агрессивное влияние на обрабатываемую среду кавитации, что существенно меняет первоначальный видовой состав природных почвенных микроорганизмов.

В описании к патенту UA 87342 C2 указано также, что "контакт микроорганизмов с мелкодисперсным включением биогумуса происходит под действием эрлифтных потоков воздушных пузырьков, в которых содержится кислород".

Но влияние кавитации на растворенные газы в текучих жидких средах типа твердая фаза-жидкость в условиях постоянного доступа кислорода является и химически, и биологически очень агрессивным. Последнее в силу своей непредсказуемости и неуправляемости имеет негативные последствия для эффективного изменения видового состава природной микробиоты, например в сторону аэробных видов бактерий, и переокисления полезных компонентов природных почв, и, как результат, приводит к существенному искажению бактериального профиля конечного продукта по сравнению с первоначальным бактериальным профилем обрабатываемой среды.

Именно эти причины и привели к необходимости создания такого способа получения жидкого органического биоудобрения для почв и/или растений, заселенного природными грунтовыми микроорганизмами, в котором благодаря оптимальной обработке природной плодородной почвы, характеризующейся определенным видовым составом природных почвенных микроорганизмов, с использованием предлагаемой технологии контролируемого, "мягкого" турбулизированного влияния без кавитационных эффектов на обрабатываемую среду в замкнутом объеме без доступа кислорода удалось бы реализовать условия размножения и сохранения первоначального видового состава природных почвенных микроорганизмов именно в среде их существования и в результате создать конечный продукт в виде однородной мелкодисперсной взвеси с размерами твердых частиц 10-50 мкм, превышающих размер 5-10 мкм относительно крупных микроорганизмов. Такой продукт пригоден для фасовки и длительного хранения и содержит углерод и азотсодержащие вещества в водорастворимых формах, а также равномерно заселенные в этом продукте колонии закаленных природных почвенных микроорганизмов по сути первоначального видового состава, которые находятся в состоянии анабиоза и споровых формах, в максимальных возможных концентрациях.

Краткая сущность изобретения

Поставленная задача решается тем, что предлагаемый способ получения жидкого органического биоудобрения для почв и/или растений, заселенного природными почвенными микроорганизмами, содержит следующие операции:

а) подготовка, сортировка и измельчение порции исходной гумуссодержащей почвы или смеси различных почв, по меньшей мере одна из которых является гумуссодержащей, причем указанная почва или смесь почв имеет полезные компоненты, содержащие органический углерод в количестве не ниже 10% и органический азот не ниже 1%, рассчитывая по сухому веществу, а также колонии природных почвенных микроорганизмов определенного видового состава, концентрация которых в этой почве или смеси почв составляет не менее 10^4 КОЕ/мл;

b) перемешивание измельченной порции указанной почвы или смеси почв с водой и получение водной суспензии;

c) создание потока указанной водной суспензии в замкнутом пространстве без доступа кислорода;

d) циклическая обработка созданного текучего потока водной суспензии в замкнутом пространстве без доступа кислорода турбулизированным воздействием в режиме, исключающем кавитацию и обеспечивающем в результате турбулентного трения и сдвиговых напряжений в потоке дальнейшее измельчение твердых частиц и равномерный нагрев всего объема обрабатываемой среды со скоростью роста температуры, не превышающей 2град/мин; указанная циклическая обработка включает по меньшей мере два этапа: первый этап и второй этап.

Первый этап обеспечивает начальный нагрев обрабатываемой среды, извлечение углерода и азотсодержащих веществ из этой среды, перевод этих веществ в водорастворимые формы и как результат получение однородной обрабатываемой среды с водорастворимым углеродом и азотсодержащими веществами, обеспечивающей размножение колоний природных почвенных микроорганизмов, находящихся в обрабатываемой среде. При достижении конечной температуры на первом этапе указанной обработки, зависящей от видового состава природных микроорганизмов, имеющихся в исходной гумуссодержащей почве или смеси почв, обеспечивается размножение по сути всех видов колоний микроорганизмов, имеющихся в исходном видовом составе, до концентраций, превышающих 10^8 КОЕ/мл, а также равномерное заселение однородной обрабатываемой среды с водорастворимым углеродом и азотсодержащими веществами этими микроорганизмами.

Второй этап обеспечивает дальнейшее нагревание однородной обрабатываемой среды и дальнейшее измельчение твердых частиц, находящихся в ней, приводя в результате к закаливанию всех видов природных почвенных микроорганизмов, находящихся в однородной обрабатываемой среде, к переходу этих микроорганизмов в состояние анабиоза и споровые формы и к измельчению твердых частиц в этой среде до размеров в пределах 10-50 мкм.

Способ согласно изобретению завершается выполнением операции e), предполагающей вывод однородной обработанной среды из указанного замкнутого пространства после завершения второго этапа с последующим охлаждением, получая в результате конечный продукт в виде жидкого органического биоудобрения для почв и/или растений, пригодного для фасовки и длительного хранения, который содержит углерод и азотсодержащие вещества в водорастворимых формах, твердые частицы с размерами в пределах 10-50 мкм, а также равномерно заселенные в этом удобрении колонии закаленных природных почвенных микроорганизмов по сути исходного видового состава, находящихся в состоянии анабиоза и споровых формах, в концентрациях более 10^7 КОЕ/мл.

Способ согласно изобретению полностью исключает переход течения обрабатываемой суспензии в кавитационное с характерными полостями и кавитационными разрывами, что предотвращает уничтожение ряда относительно крупных микроорганизмов, например, таких как Rizobii или клубеньковых бактерий.

Нижняя граница измельчения (10 мкм) должна быть больше максимального размера типичных бактерий плодородных почв, что делает невозможным их разрушение, а верхняя - 50 мкм - позволяет отвечать требованиям работоспособности фильтров современной техники опрыскивания.

Необходимо также подчеркнуть важность получения конечного продукта в виде однородной мелкодисперсной взвеси, поскольку именно при ее создании происходит переход полезных составляющих исходного сырья в водорастворимую форму, служащую как для активного роста микрофлоры, так и для макро- и микроподкормки прорастающих семян и вегетирующих растений при использовании этого продукта в качестве биоудобрения.

Согласно различным предпочтительным вариантам осуществления заявленного способа предложены оптимальные температуры нагрева в процессе циклической обработки: на первом этапе циклической обработки - до 50°C, на втором - в диапазоне от 50 до 80°C, а также оптимальные температуры охлаждения конечного продукта - от 40 до -4°C, причем охлаждение до минусовых температур дополнительно обеспечивает закалку микроорганизмов, заселенных в получаемом биоудобрении. Лучше всего при осуществлении способа согласно изобретению в качестве исходной гумуссодержащей почвы использовать почву, выбранную из группы, состоящей из торфа, лесной почвы, сапропели, донных отложений пресноводных лиманов и озер, водорослей, биогумуса, чернозема, серозема и леонардита, причем при выборе исходной гумуссодержащей почвы или смеси почв, по меньшей мере одна из которых является гумуссодержащей, с содержанием лигнина в количестве более 2%, считая по сухому веществу, конечный продукт возможно получить в гелеобразной форме, достаточно удобной для дальнейшего применения, а при использовании исходной почвы, содержащей гумус, или смеси почв с содержанием гумуса в количестве более 3% в расчете по сухому веществу, возможно получить конечный продукт, содержащий более 0,1% гуминовых водорастворимых кислот.

В еще одном из предпочтительных вариантов осуществления заявленного способа целесообразно, чтобы природными почвенными микроорганизмами, переходящими при закаливании в состояние анабиоза и споровые формы, были микроорганизмы, выбранные из группы, состоящей из азотфиксирующих бактерий или нитрификаторов типа Rhizobium, бактерий, усваивающих органический азот почвы типа

Azotobacter, фосформобилизующих бактерий типа Bacillus Subtilis, олиготрофных бактерий, хорошо растущих на обедненных почвах, и грибной микрофлоры, включая микромицет.

Предлагаемую согласно изобретению операцию циклической обработки потока водной суспензии в замкнутом контуре без доступа кислорода турбулизированным влиянием в режиме, исключающем кавитацию, наилучшим образом возможно реализовать, например, с помощью устройств, разработанных автором данного изобретения - Сергеем Осипенко и защищенных, в частности, патентами CA 2511744; UA 42365.

В таких устройствах замкнутый контур, образованный подключением вертикального цилиндрического резервуара к насосу через всасывающий патрубок, присоединен или к нижней части резервуара в центре на продолжении оси симметрии - патент CA 2511744 (в этом случае резервуар имеет конусообразную нижнюю часть, связанную с цилиндрической поверхностью резервуара), или к насосу по касательной к нижней части резервуара в направлении вращения жидкости (патент UA 42365) и тангенциально через нагнетательный патрубок верхней части резервуара. Средство турбулизации закреплено на нагнетательном патрубке.

Автором было установлено, что предлагаемый согласно изобретению режим мягкого турбулизированного влияния с медленным нагреванием со скоростью, не превышающей 2 град/мин., на обрабатываемую среду, который исключает кавитацию и появление застойных зон в замкнутом контуре, может быть реализован с применением указанных выше устройств при соблюдении следующих трех условий их работы:

$$0{,}1\ \text{Bar} \le \Delta P \le 0{,}2\ \text{Bar} \qquad (1)$$

$$0{,}1\frac{\text{Квт}}{\text{кг}} \le \bar{N} \le 0{,}2\frac{\text{Квт}}{\text{кг}} \qquad (2)$$

$$T_1 = T_2 = T_n \qquad (3)$$

где $\Delta P=(P_1-P_2)$ - перепад давлений до и после турбулентного сопла (бар);

$\bar{N} = \frac{N}{M}$ - удельная энергоемкость процесса (кВт/кг);

N - мощность электропривода насоса (кВт);

M - масса обрабатываемой текучей среды (кг);

T_1, T_2, ..., T_n - текущая температура нагрева в точках измерения, распределенных по наружной поверхности вертикального цилиндрического резервуара, которые служат для контроля равномерности нагрева всего объема среды, обрабатываемой в замкнутом контуре.

Превышение показателей разности давлений $\Delta P=(P_1-P_2)$ более чем на 0,2 бар свидетельствует о начале кавитации. В этом случае снижение давления на выходе из насоса P_1 с целью предотвращения возникновения кавитации можно осуществить за счет регулировки оборотов привода насоса.

Снижение величины ΔP ниже 0,1 бар приводит к снижению эффективности воздействия турбулизатора на обрабатываемую среду и получению некондиционного конечного продукта.

Датчики температуры T_1, T_2, ..., T_n служат для контроля за возникновением застойных зон. Отличие показаний на 2-3°C свидетельствует о появлении такой зоны в области датчика с более низкой температурой. По мере роста температуры вязкость среды возрастает и вероятность появления таких зон увеличивается.

Таким образом, предлагаемый согласно заявленному способу оптимальный режим обработки с использованием известных устройств позволяет обеспечить контролируемость и надежность ведения процесса циклической обработки без кавитационных эффектов и появления застойных зон с ограниченной скоростью нагрева, что в конечном итоге повышает качество конечного продукта.

Вторым аспектом данного изобретения, который решает поставленную задачу, является само жидкое органическое биоудобрение для почв и/или растений, полученное согласно заявляемого способа и включающее в себя водорастворимый азот и водорастворимый углерод, твердые частицы с размерами в пределах 10-50 мкм, а также равномерно заселенные в этом удобрении закаленные природные почвенные микроорганизмы исходного видового состава, находящиеся в состоянии анабиоза и споровых форм в концентрациях, превышающих 10^7 КОЕ/мл, причем лучшим для такого биоудобрения является состав компонентов, в котором количество водорастворимого азота составляет не менее 40 мг, а водорастворимого углерода - не менее 470 мг на 100 г биоудобрения, рассчитывая по сухому веществу.

Третьим аспектом данного изобретения, решающим поставленную задачу, является способ обработки почвы, семян растений или самих растений с использованием жидкого органического биоудобрения, заключающийся в том, что в исходное жидкое органическое биоудобрение, полученное заявляемым способом, добавляют жидкость или измельченный сухой природный грунт, уменьшая концентрацию имеющихся в нем закаленных природных почвенных микроорганизмов, находящихся в состоянии анабиоза и споровых формах, до концентраций, превышающих 10^4 КОЕ/мл, и обрабатывают почву таким биоудобрением в предпосевной или посевной период или обрабатывают таким биоудобрением семена растений и сами растения в процессе их вегетации до уборки урожая. Возможно также для улучшения урожайности конкретной культуры заявляемое жидкое органическое удобрение получать с использованием в качестве исходной почвы почву, взятую с поля, на котором эту же или подобную культуру ус-

пешно выращивали в предыдущие периоды времени, или же для повышения плодородия почвы заявляемое жидкое органическое биоудобрение получать с использованием плодородного грунта такого же или подобного типа, что и почва, в которую вносят указанное удобрение. Кроме того, для восстановления плодородия почвы песчаного и супесчаного профиля целесообразно использовать жидкое органическое биоудобрение, полученное с использованием в качестве основного компонента супесчаной почвы, населенной олиготрофными бактериями.

Подробное описание лучшего варианта осуществления заявляемого изобретения

В дальнейшем заявленное изобретение будет более подробно описано со ссылкой на предпочтительные примеры осуществления заявляемых аспектов изобретения.

В этом документе термин "природные почвенные микроорганизмы" означает по сути всю нативную микробиоту почвы, разделенную на четыре типа: бактерии и грибы как основа любых почв и актиномицеты и дрожжи как промежуточные формы между бактериями и грибами, специфические для каждого конкретного вида почв, активно меняющиеся в зависимости от изменения внешних условий.

Без преувеличения можно указать на доминирующую роль именно бактерий в плодородии почвы и урожайности растений. Так, если грибы больше действуют на растение, то бактерии - и на растение, и на грунт, т.е. прямо участвуют в преобразованиях и круговороте органического вещества в цепочке "почва-растение-атмосфера-почва". Бактерии более чувствительны к химизации почв. Популяции грибов менее чувствительны к антропогенному воздействию.

Именно по этой причине в данном документе бактерии выбраны в качестве основных представителей микроорганизмов плодородных почв, и для целей данного изобретения исследованы их основные виды. Контроль грибной микрофлоры осуществлялся только по ее общему количественному составу, без разделения на классы и виды.

Согласно современным трактовкам количество основных видов бактерий давно превысило тысячу, причем их классификация вызывает большие сложности и часто является предметом серьезных дискуссий и научных противоречий. Поэтому по причине отсутствия возможности чисто научного доказательства сохранения всего бактериального профиля природных почв в дальнейшем в примерах приведены исследования как общей картины сохранения основного исходного видового состава микроорганизмов (микробиотического "портрета") плодородных почв в конечном продукте - жидком органическом биоудобрении, полученном согласно заявленному способу (Пример 1), так и сохранения отдельных значимых видов бактерий, что подтверждает правильность выбранного способа получения конечного продукта в виде биоудобрения с минимальным искажением естественного равновесия почвенных микроорганизмов (Примеры 2-11).

Пример 12 представлен для сравнения результатов обработки торфяной взвеси с влажностью 80% до и после обработки с помощью явлений кавитации и турбулентности, а пример 13 представлен с целью демонстрации повышения плодородия и урожайности при выращивании сои сорта "Аратта" в условиях орошаемого земледелия. Во всех примерах в качестве бактерий с "большими" размерами (до 5 мкм и выше) были выбраны азотфиксирующие бактерии типа Rhizobium и Bradirhizobium. Еще больших размеров могут достигать олиготрофные бактерии - микроорганизмы, широко распространенные на обедненных почвах, торфе, супесчаниках и т.п. Для того чтобы приспособиться к суровым условиям выживания с ограниченным питанием, эти бактерии имеют большую поверхность контакта с окружающей средой, т.е. большие размеры (до 10 мкм включительно) за счет образования особых наростов, жгутиков и т.п.

В качестве примера относительно "мелких" бактерий с размером 1-2 мкм и ниже выбраны многочисленные представители фосформобилизующих бактерий вида Bacillus Subtilis. Эти бактерии играют огромную роль в преобразовании органического фосфора, содержащегося в растениях в почве, в минеральную форму, доступную для растущих растений.

Многочисленные бактерии из вида Azotobacter в основном относятся к микроорганизмам, которые хорошо растут в присутствии кислорода, т.е. к аэробным бактериям. В то же время часть из них - условные аэробы, другая часть - анаэробы, например Clostridium Azotobacter.

Следует отметить, что именно из-за наличия в природных почвах большого количества условных аэробных и анаэробных бактерий искусственная аэрация питательных субстратов, а также суспензий из биогумуса, вермикомпоста и т.п., используемая в известных технологиях, приводит к существенному искажению бактериального профиля почв, сдвигая его в сторону аэробных бактерий.

Для получения микробиотического "портрета" до и после применения способа согласно изобретению исследовались следующие характерные микроорганизмы, традиционно тестируемые на соответствующих питательных средах:

1. Азотофиксирующие бактерии, или нитратофиксаторы, включающие Rizobium, тестируемые на питательной среде Эшби.

2. Бактерии, способные усваивать органические формы азота почв, типа Azotobacter, тестируемые на питательной среде КАА (крахмал-аммиачный агар).

3. Олиготрофные бактерии, которые хорошо растут на обедненных почвах, тестируемые на питательной среде ГА (голодный агар).

4. Фосформобилизующие бактерии типа Bacillus Subtilis, тестируемые на питательной среде Гаузе.

5. Грибная микрофлора, в том числе Trichoderma и микромицеты, тестируемая на питательной среде Чапека.

6. Общее количество микроорганизмов тестировалось на питательной среде Звягинцева.

Пример 1.

Проведено исследование с использованием в качестве исходного сырья органического низинного торфа, разбавленного водой в соотношении 1:1,25. Полученная суспензия была обработана по способу согласно изобретению.

В процессе обработки с повышением температуры последовательно проводились исследования обрабатываемой среды микробиологическим и фитопатологическим методами. Согласно традиционной оценке состава обрабатываемого почвенного препарата проверяли качественный и количественный состав микробиоты в титрах: грибы и микромицеты $1:10^{-3}$ и бактериальной $1:10^{-4}$.

Полученные результаты представлены в табл. 1-4.

Таблица 1

Грибная микробиота и микромицеты исследуемых жидких вариантов почв (титр $1:10^{-3}$, сусло Агар)

№, п/п	Температура t° (град.)	Среднее количество колоний	Примечание
0.	Сырье до обработки 20 °С	$2,1 \cdot 10^3$	4 колонии *Aspergillus* – 50 мм в диаметре
1.	30 °С	$4 \cdot 10^3$	- « -
2.	40 °С	$7,5 \cdot 10^3$	Больше *Penicillium*
3.	50 °С	$4 \cdot 10^4$	- « -
4.	60 °С	$3,1 \cdot 10^6$	Резкое увеличение количества микромицетов и грибов
5.	70 °С	$2 \cdot 10^3$	
6.	80 °С	$1,2 \cdot 10^2$	Споровые и неактивные формы
7.	90 °С	след	Практическое отсутствие

Таблица 2

Численность азотофиксирующей микробиоты (Rizobium, Bradirizobium и др.) исследуемых жидких вариантов почв (титр $1:10^{-4}$, среды Эшби)

№, п/п	Температура t°(град.)	Среднее количество колоний	Примечание
0.	Сырье до обработки 20 °С	$3,2 \cdot 10^5$	Преимущественно *Rizobium*
1.	30 °С	$2 \cdot 10^6$	- « -
2.	40 °С	$3,5 \cdot 10^7$	- « -
3.	50 °С	$2,2 \cdot 10^8$	Преимущественно *Rizobium и Bradirizobium*
4.	60 °С	$1,7 \cdot 10^7$	- « -
5.	70 °С	$2,3 \cdot 10^7$	Преимущественно споровые формы
6.	80 °С	$1,3 \cdot 10^7$	- « -

Таблица 3

Общая численность бактериальной микробиоты исследуемых жидких вариантов почв, содержащих преимущественно органические соединения азота (титр $1:10^{-4}$, среды МПА)

№, п/п	Температура t°(град.)	Среднее количество колоний	Примечание
0.	Сырье до обработки 20 °С	$1,4 \cdot 10^4$	7 основных морфотипов, правильные формы
1.	30 °С	$2,5 \cdot 10^4$	- « -
2.	40 °С	$7,4 \cdot 10^7$	- « -
3.	50 °С	$8,2 \cdot 10^8$	- « -
4.	60 °С	$3 \cdot 10^8$	- « -
5.	70 °С	$4.1 \cdot 10^8$	2 бацилярные морфотипы (10–15 мм в диаметре)
6.	80 °С	$5.6 \cdot 10^7$	превалируют ярко желтого типа *Sarcina*, 3 вида других сапрофитов белого цвета
7.	90 °С	$3.5 \cdot 10^5$	1 морфотип жизнеспособных бактерий

Таблица 4

Общая численность микробиоты исследуемых жидких вариантов почв (титр $1:10^{-4}$, среды Звягинцева)

№, п/п	Температура t°(град.)	Среднее количество колоний	Примечание
0.	Сырье до обработки 20 °С	$1.8 \cdot 10^5$	Практически все морфотипы
1.	30 °С	$2,3 \cdot 10^5$	- « -
2.	40 °С	$7,1 \cdot 10^7$	- « -
3.	50 °С	$3,4 \cdot 10^8$	- « -
4.	60 °С	до $3 \cdot 10^{10}$	наиболее широкий качественный спектр всех морфотипов
5.	70 °С	$7 \cdot 10^9$	образование споровых форм
6.	80 °С	до $6,7 \cdot 10^7$	споровые и нетипичные формы
7.	90 °С	$2,1 \cdot 10^7$	бацилярные формы + споровые формы

Из табл. 1 видно резкое увеличение количества микромицетов и грибов в диапазоне температур от 50 до 60°С до $3,1 \cdot 10^6$ по сравнению с контролем $2,1 \cdot 10^3$, т.е. наблюдалось увеличение более чем в тысячу раз.

В табл. 2-4 приведен рост численности бактерий классов Azotobacter и Rizobium (среда сусло Агар) и общей микробиоты (твердая среда Звягинцева).

Из приведенных данных табл. 1-4 хорошо видно резкое увеличение численности микроорганизмов в диапазоне температур от 50 до 60°С. Повышение температур более 60°С приводит к подавлению бактерий, переходу их в состояние анабиоза и споровые формы существования для возрождения при благоприятных для жизнедеятельности условиях.

При этом концентрация жизнеспособных бактерий снижалась в среднем на один-два порядка, но меньше чем 10^7 КОЕ.

Поднятие температуры выше 80°С приводит к гибели большего количества микробиоты и уменьшению ее количества.

Пример 2.

Для повышения плодородия супесчаных почв и увеличения их водоудерживающих свойств используют смесь 200 кг низинного торфа и 40 кг биогумуса калифорнийского червя. Торф имеет 60% влажности и содержит 20% золы, 80% органического вещества с содержанием углерода в основном в виде гуминовых веществ около 30%, рассчитывая по количеству сухого органического вещества. Общее количество азота в торфе составляет около 2,8%. Общее содержание микроорганизмов после перемешивания в смеси - $2,2 \times 10^4$ КОЕ/мл, органического углерода - 25,6%, азота - 1,6% на 100 г сухой смеси. Сырье тщательно просеивали, удаляя механические примеси в виде камешков и древесных остатков, загружали в отдельную емкость, в которую предварительно было налито 400 л воды, и тщательно перемешивали с помощью насоса, осуществляя круговую циркуляцию. В результате получали "грубую" водную суспен-

зию: плодородная почва-вода. Перекачивали суспензию насосом в устройство в виде замкнутого контура, состоящего из вертикального резервуара 670 л с системой трубопроводов, подключенных к электрическому насосу с производительностью 90 $м^3$/ч и давлением на выходе из насоса 4 бар и электроприводом мощностью 90 кВт. Между насосом и резервуаром установлен турбулизатор в виде гидродинамического сопла с относительным сужением, близким к двум, и плавно обтекаемым препятствием в виде шара с коэффициентом загромождения потока, близким к 65%. Обычно шаровидная форма препятствий традиционно используется для создания развитых турбулентных течений до достижения критических чисел Рейнольдса, характеризующих степень турбулентности потока.

Для контроля работы сопла в турбулентном режиме, без кавитационных разрывов, до и после сопла установлены манометры P1 и P2, которые измеряли давление до и после сопла соответственно. В случае появления кавитационных разрывов разница показаний манометров скачкообразно менялась в сторону увеличения показаний.

После загрузки порции обрабатываемой суспензии включали насос и осуществляли циркуляцию жидкой среды по замкнутому контуру: резервуар-насос-турбулентная насадка-резервуар. В результате турбулентного трения частиц в сопле, сдвиговых напряжений в жидкости, а также трения о стенки резервуара и трубопроводов суспензия нагревалась. Показания манометров $P1 \approx 7{,}43$ бар, $P2 \approx 7{,}33$ бар, т.е. их разница $\Delta P = 0{,}1$ бар, соответствует условию $0{,}1 \text{ бар} \leq \Delta P \leq 0{,}2$ бар, которая контролирует отсутствие кавитационных течений.

В силу того, что удельная энергоемкость процесса близка к $W = 0.134$ кВт/кг, что соответствует условию (2), указанному в п.8, скорость нагрева обрабатываемой суспензии - 1,8 град/мин не превышает величины 2 град/мин. Поэтому в процессе циклической переработки обрабатываемая суспензия достаточно медленно нагревается, что способствует переходу полезных компонентов сырья в водорастворимую форму. Использование бактериями этих полезных компонентов, которые перешли в доступную форму, приводило к их интенсивному росту.

Таблица 5

Общие и водорастворимые формы азота и углерода (по сухому веществу)

Температура обработки (С°)	Общий азот (мг/100 г)	Водорастворимый азот (фильтрат мг/кг)				Общий углерод (г/100 г)	Растворимый углерод (г/100 г)	Относительная часть растворимого от общего углерода, %
	N	нитратный NO_3	амонийный NH_4	нитритный NO_2	всего азота N			
Контроль (сырье) 20 °С	1633	94,7	35,1	0,55	130,3	25,86	0,173	0,67
46 °С	1591	122,0	50,3	0,74	173,04	27,24	0,571	2,13
52 °С	1562	85,3	25,3	1,4	112,0	26,83	0,734	2,74
60 °С	1640	79,0	30,3	2,2	111,5	26,72	1,241	4,62
70 °С	1587	69,7	52,0	2,2	123,9	27,24	1,730	6,40
80 °С	1631	58,0	45,8	2,2	106,0	25,86	1,927	7,51

Из табл. 5 видно увеличение водорастворимой части углеводов и азота по мере увеличения температуры обработки.

Водорастворимый азот измерялся в трех формах: нитратной NO_3, нитритного NO_2 и аммонийного NH_4. Из табл. 1 видно, что за короткое время при достижении температуры 46°С от начальной 20°С общее количество водорастворимого азота 173 мг/кг выросло примерно на 35% по отношению к водорастворимому азоту необработанного сырья 130,3 мг/кг, взятому при 20°С. Все анализы здесь и далее (если не предусмотрено иное) приведены в расчете к сухому веществу.

Особо следует отметить активный рост аммонийного азота - основного строительного материала оболочек бактерий. Количество этого азота NH_4 возросло более чем на 50% уже при достижении температуры около 46°С. Вследствие этого в диапазоне температур от 40°С до 50°С бактерии начинают активно размножаться в сотни раз быстрее, чем в естественных условиях. Поэтому при температуре, близкой к 52°С, количество аммонийного азота резко снижается, ниже уровня аммонийного азота в используемом сырье, так как азот не тратится на построение оболочек бактерий. Дальнейший рост температуры приводит к снижению упругости оболочек бактерий, потери их форм и перехода в состояние анабиоза и споровые формы. Соответственно, строительный материал деформированных оболочек становится доступным для химического определения количества водорастворимого азота, что объясняет его рост от величины 25,3 мг при 52°С до 52,0 мг при 70°С. Такое поведение аммонийного азота характерно для описываемого способа.

Нерастворимые гуминовые соединения углерода сырья переходят в водорастворимые, в первую

очередь гуминовые и фульвовые кислоты. Именно поэтому полученное органическое удобрение после разведения водой имеет непрозрачный темный цвет.

Активное перемешивание, комфортная, медленно растущая температура питательной среды, легкоусвояемый корм с доступными формами сложных сахаров в виде водорастворимых углеводов и минералов интенсифицируют процесс роста бактерий до максимально возможных величин. "Мягкое" турбулентное влияние на обрабатываемую среду исключает селективный рост мелких и гибель относительно больших форм бактерий, что свойственно известным способам, которые используют для этих же целей "жесткое" механическое воздействие, например, с помощью кавитации. Вышеприведенные признаки, характеризующие изобретение, позволяют максимально сохранить бактериальный профиль или "портрет" аборигенных микроорганизмов исходного сырья.

Результаты роста концентрации бактерий представлены в табл. 6. Из этой таблицы видно, что при приближении к 60°С интенсивный рост микрофлоры прекращается, ограничиваясь величиной $3{,}0 \cdot 10^8$, что можно считать окончанием первого этапа обработки.

Таблица 6

Общая численность бактериальной микробиоты исследуемых жидких вариантов почв (титр $1{:}10^{-4}$, среды Звягинцева)

№ п/п	Температура	Среднее число колоний	Примечание
1.	20 °С (сырье)	$2{,}2 \cdot 10^4$	До 7 колониальных морфотипов
2.	30 °С	$3{,}5 \cdot 10^6$	До 7 колониальных морфотипов
3.	50 °С	$2{,}5 \cdot 10^8$	До 7 колониальных морфотипов
4.	60 °С	до $3{,}0 \cdot 10^8$	Наиболее широкий качественный спектр морфотипов
5.	70 °С		колон. типы *Pseudomonas* и другие в состоянии анабиоза
6.	80 °С		бациллярные формы в споровых формах и состоянии анабиоза

После 60°С начинается второй этап закаливания бактерий и одновременный переход их в споровые формы и/или состояние анабиоза.

При этом концентрация микроорганизмов снижается на порядок, с $3 \cdot 10^8$ при 60°С до $4 \cdot 10^7$ при 80°С, из-за гибели части бактерий и переход других в состояние анабиоза.

На этом этапе особенно важно избежать появления застойных зон внутри резервуара, т.е. участков с недостаточной степенью измельчения твердых частиц почвы, и появления более низких температур, недостаточных для перехода микроорганизмов в состояние анабиоза и споровые формы. Соответственно, это может привести к резкому снижению срока хранения удобрения, вздутию, бомбажу упаковки и т.п.

Поэтому условие равенства температур $T_1=T_2$, ..., T_n на внешней поверхности резервуара служит для контроля равномерности нагрева всего объема суспензии, обрабатываемой в резервуаре. Совпадение температур на поверхности и внутри всего объема происходит из-за высокой степени коэффициента тепломассопереноса в результате активной прокачки и турбулентного перемешивания всей массы обрабатываемой жидкости.

Особенно важно отметить совпадение величин температур в вертикальном направлении, в частности в верхней и нижней части резервуара, где вероятность появления застойных зон наиболее высока. Это связано с тем, что вязкость обрабатываемой суспензии растет по мере роста температуры и после достижения 50°С может вырасти в десятки раз. Это происходит из-за перехода углерода в доступную для бактерий, т.е. водорастворимую форму и в первую очередь в лигнин и гуминовые соединения, а также перехода целлюлозы в декстрины, протопектина в пектин и т.п., что приводит к существенному увеличению реологических свойств жидкой среды.

Рост температуры на втором этапе целесообразен до температур, близких к 80°С. Дальнейшее ее увеличение, как показали эксперименты, приводит к необратимым процессам гибели споровых форм ряда микроорганизмов и "сварке" высокомолекулярных полисахаров типа лигнина. В этом случае конечный продукт становится малорастворимым и некондиционным по признаку содержания бактерий ниже 10^7 КОЕ. Естественно, бактериальный профиль такого удобрения существенно отличается от первоначального профиля натурального сырья, сдвигаясь в сторону термофильных бактерий.

Отметим, что обычно переход бактерий в споровые формы начинается при температурах, близких к 60°С, при температуре выше 70°С активизируется и при температуре 75-80°С практически заканчивается.

Для увеличения количества микроорганизмов в конце первого этапа в некоторых случаях целесообразно сделать временную паузу как дополнительный этап обработки, зафиксировав тем самым оптимальную температуру размножения бактерий. Для этого достаточно выключить перекачивающий насос

на некоторое время.

В любом случае целесообразность паузы определяется в каждом случае экспериментально, исходя из анализа микробиологических тестов.

Пример 3.

То же, что и в примере 2. Мощность привода насоса увеличена до 150 кВт. Размерный коэффициент энерговооруженности $\bar{N}$=0,22 кВт/кг выходит за верхнюю допустимую границу = 0,2 кВт/кг неравенства (2) п.8 формулы.

Получен некачественный конечный продукт из-за слишком высокой скорости нагрева (более 2 град/мин). Общее количество бактерий не превышает 10^5 КОЕ/мл, что свидетельствует о невозможности микроорганизмов приспособиться к слишком быстрому нагреву среды.

Пример 4.

То же, что и в примере 2. Мощность привода насоса уменьшена до 30 кВт. Получен некондиционный продукт вследствие неоднородности частиц полученной дисперсии. Размерный коэффициент $\bar{N}$=0,045 выходит за нижнюю допустимую границу энерговооруженности $\bar{N}$=0,1 кВт. Отдельные частицы суспензии имеют размер более 50 мкм, что может привести к забиванию фильтров опрыскивателей и форсунок капельной ленты. Энергии потока недостаточно для эффективного измельчения обрабатываемой среды.

В данном примере в процессе нагревания температура в разных точках поверхности резервуара различалась. Поэтому при достижении температуры 80°С в верхней части резервуара в нижней температура достигала лишь 68°С, что свидетельствует о наличии застойных зон вследствие недостаточного обеспечения энергией процесса производства удобрения.

Пример 5.

То же, что в примере 2. Давление на выходе из насоса увеличено до P1=12 бар. В результате перепад давлений на турбулентном сопле увеличился до ΔP=P1-P2=0,27 бар. Устройство перешло в режим кавитации, так как нарушено условие (1), указанное в п.8 формулы, согласно которой максимальный перепад давления на сопле не должен превышать ΔP=0,2 бар. Появляется высокочастотный шум на частотах, близких к ($17{,}5\cdot10^3$ Гц), что соответствует разрушению кавитационных пузырьков. В полученном продукте уменьшен процент относительно "больших" азотфиксирующих бактерий типа Rhizobium (клубеньковые бактерии) больше чем в 3 раза по сравнению с естественным профилем (см. табл. 6). Это свидетельствует о гибели важных для жизнедеятельности растений и почв микроорганизмов, которые накапливают атмосферный азот в грунтовых клубеньках. Конечный продукт был некондиционный из-за смещения бактериального профиля природных почв в сторону преобладания мелких бактерий с размерами 1-2 мкм и меньше, поэтому он не обеспечит необходимого питания для роста растений.

Пример 6.

То же, что в примере 2. Давление P1 на выходе из насоса уменьшено до 5 бар. Перепад давлений на сопле ΔP соответственно снизился до 0,08 бар, что нарушает условие (1) п.8 формулы, переходя за нижнюю границу ΔP=0,1 бар. Получен некондиционный продукт, потому что размер частиц удобрения превышает 50 мкм, что приведет к забиванию фильтров опрыскивателей. Гидродинамического воздействия на обрабатываемую жидкую среду было недостаточно. Полученный продукт имел жидкую консистенцию, что объясняется тем, что лигнин, содержащийся в торфе, не перешел в водорастворимую форму. Соответственно, и природные гуминовые соединения остались недоступными для почвенных микроорганизмов. Конечная концентрация микроорганизмов занижена и составляет 10^5-10^6 КОЕ/мл. Этого недостаточно для эффективной предпосевной обработки семян (инокуляции).

Пример 7.

Удобрение планировалось использовать для выращивания сои на светлых сероземах с низким содержанием гумуса 1,5%. Используется то же устройство, что и в примере 2. В качестве сырья используется 200 кг светлого серозема с первичным содержанием естественной микрофлоры $2{,}7\cdot10^4$ КОЕ/мл, с содержанием общего азота 0,52% и углерода 8%, считая по сухому веществу.

В конце первого этапа обработки содержание водорастворимого углерода увеличилось до 370 мг, а водорастворимого азота - до 25 мг на 100 г продукта. Это ниже нижней границы 40 мг кондиционного продукта в соответствии с п.10 изобретения. Соответственно, из-за низкой концентрации питательных веществ в сероземах концентрация почвенных микроорганизмов в готовом продукте выросла всего до $1.2\cdot10^6$, что ниже границы целесообразности использования предложенной технологии, потому что конечная концентрация микроорганизмов в конечном продукте, согласно изобретению, должна быть не менее 10^7 КОЕ/мл.

В то же время увеличение количества серозема в загруженной порции до 240 кг для увеличения полезных свойств конечного продукта приводит к существенному увеличению вязкости суспензии и невозможности ее активной циркуляции из-за возникновения застойных зон.

Вывод: исходное сырье в виде только серозема не может использоваться для получения качественного биоудобрения. Необходимо добавление биогумуса, навоза, сапропелей и т.п. с более высоким содержанием микроорганизмов и органических веществ.

Пример 8.

То же, что в примере 7. К 200 кг серозема добавляют 20 кг биогумуса на основе коровьего навоза 32%-й влажности, с начальным содержанием углерода 25,3% и общего азота 2,63%, считая по сухому веществу. Начальная концентрация бактерий биогумуса-$3,2 \cdot 10^8$ КОЕ/мл.

В результате переработки получен конечный продукт достаточно высокого качества с выраженными фунгицидными свойствами, обусловленными конкурентным замещением грибов-фитопатогенов природными бактериями. Высокие питательные свойства полученного продукта в качестве органического удобрения объясняются значительным количеством растворимого углерода 980 мг и растворимого азота 65 мг на 100 г продукта, повышенным содержанием микроэлементов.

В результате использования полученного продукта на глинистых почвах юга Украины урожайность поливной сои выросла на 12% при инокуляции (1 л удобрения на 1000 кг семян) и на 18,2% при добавлении одного опрыскивания в дозе 2 л/га на 200 л воды в фазе 4-6 настоящих листочков растений.

Растения сои практически не болели. Активность почвенной микрофлоры, которая определяется выделением углекислого газа из почвы, увеличилась практически в 2,5 раза. Важно отметить, что в условиях июльской жары температура почвы поднималась до 60°С, однако "закаленные" в процессе приготовления на втором этапе природные бактерии, содержащиеся в сырье, выжили и активно размножились при экстремальных температурах юга Украины.

Как показали многочисленные опыты, традиционные биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий, так называемые "инокулянты", выращенные на искусственных средах, практически полностью теряли эффективность в подобных экстремальных условиях использования.

Пример 9.

Для выращивания бахчевых культур на обедненных супесчаных почвах целесообразно использовать обедненные органическими веществами смеси почв, заселенные олиготрофными бактериями, характерными для супесчаных почв. Для получения удобрений используется смесь почв: 40% супесчаной почвы, 30% торфа, 20% сапропеля, 10% биогумуса. Смесь содержит около 19,7% общего углерода и 2,3% азота, считая по сухому веществу.

Концентрация микроорганизмов этой смеси грунтов составляет $1,2 \cdot 10^5$ КОЕ/мл. Сырье содержит относительно большое количество олиготрофных бактерий, характерных для супесчаников и низменных торфов. Эти бактерии способны развиваться при низких концентрациях азота, для песчаных почв с хорошей аэрацией.

В результате использования описываемой технологии и режима обработки, описанной в примере 2, получен кондиционный продукт с содержанием бактерий $1,7 \cdot 10^9$, водорастворимого углерода 690 мг и азота 78 мг на 100 г сухого вещества, который имеет однородную высокогомогенную структуру. Частицы песка были отфильтрованы перед фасовкой. Продукт содержит большое количество биологически активных веществ, свойственных сапропелю и органическому биогумусу.

Конечный продукт использовался на песчаных полигонах для органического выращивания арбузов и дынь. Результаты исследований по выращиванию органического неполивного арбуза представлены в табл. 7. Удобрение, изготовленное согласно изобретению, названо "Продуктом".

Таблица 7

Выращивание органического арбуза

№	Вариант опыта	Урожайность, т/га	± к контролю 1		± к контролю 2	
			т/га	%	т/га	%
1	Контроль 1	17,2	–	–	–0,6	–3,5
2	Контроль 2 (обработка семян водой)	17,8	+0,6	+3,5	–	–
3	Обработка семян «Продуктом» (1 л/т)	18,9	+1,7	+9,9	+1,1	+ 6,2
4	Обработка семян «Продуктом» (2 л/т)	19,4	+2,2	+12,8	+1,6	+ 9
5	Опрыскивание растений «Продуктом» (2 л/га)	20,2	+3	+17,4	+2,4	+13,5
6	Опрыскивание растений «Продуктом» (4 л/га)	20,6	+3,4	+19,8	+2,8	+15,7
7	Обработка семян «Продуктом» (1 л/т) + опрыскивание растений «Продуктом» (2 л/га)	21,2	+4	+23,2	+3,4	+19,1
8	Обработка семян «Продуктом» (1 л/т) + опрыскивание растений «Продуктом» (4 л/га)	22,1	+4,9	+28,5	+4,3	+24,1
9	Обработка семян «Продуктом» (2 л/т) + опрыскивание растений «Продуктом» (2 л/га)	22,6	+5,4	+31,4	+4,8	+27
10	Обработка семян «Продуктом» (2 л/т) + опрыскивание растений «Продуктом» (4 л/га)	22,8	+5,6	+32,5	+5	+28,1
	НІР05т = 0,51					

Основные краткие выводы по использованию продукта представлены ниже:

получение всходов на 2 суток и созревание плодов на 8 суток раньше, чем в контроле;

повышение биологической активности почвенных микроорганизмов в 2-2,5 раза, что свидетельствует об интенсивности почвенных процессов и улучшении питательного режима;

уменьшение коэффициента водопотребления, т.е. количества грунтовых вод на формирования 1000 кг плодов на 20-22%;

повышение урожайности при предпосевной обработке семян на 9,9%, а при комбинированном применении препарата - до 32,5%.

Пример 10.

Биоудобрение используется для выращивания яблоневого сада на глинистой почве. В качестве сырья использовался торф низинный с показателем кислотности Ph 6,8. Начальная концентрация микроорганизмов в порции сырья $1,5 \cdot 10^4$ КОЕ/мл. Количество лигнина в торфе 3,6%, считая по сухому веществу.

В результате использования предложенного способа и конечного нагрева на втором этапе до 80°С получили однородный продукт гелеобразной консистенции. Конечная общая концентрация микроорганизмов, которые перешли в состояние анабиоза и споровые формы, около $2,2 \cdot 10^8$ КОЕ/мл. После фасовки продукт подвергли охлаждению до температуры 2°С. Это сделано с целью закаливания микроорганизмов.

Препарат, кроме свойств органического удобрения, обладает всеми свойствами природного адаптогена, способного за короткое время восстанавливать растения после химических обработок, неблагоприятных погодных условий, включая вымерзания посевов в зимний период. В первую очередь это связано с. переходом общего углерода в водорастворимые формы в виде гуминовых кислот. Как показали исследования, содержание водорастворимых гуматов (см. табл. 5) увеличивается в десятки раз, достигая 0,1-1% от сухого веса удобрения.

Трехкратное использование препарата в общей дозе 6 л/га методом опрыскивания деревьев позволило за летний период восстановить плодородие яблоневого сада, утраченное после весенних заморозков 2017 года.

Гелеобразная форма удобрения снизила расход препарата на 30-40% за счет повышенного прилипания к листовой поверхности деревьев.

Пример 11.

То же, что в примере 9. Процесс приготовления ограничили первым этапом переработки и прервали при достижении температуры среды 55°С, после чего сразу фасовали. Концентрация живых бактерий

превышала величину 10^{11}.

Бактерии не успели перейти в споровые формы и состояние анабиоза, поэтому полученный продукт был некондиционным. Из-за продолжающегося активного роста почвенной микрофлоры происходило раздувание и разгерметизация упаковок, что исключало транспортировку биоудобрения.

Пример 12.

Для сравнения конечного продукта, изготовленного с помощью явлений кавитации и турбулентности, использовалась одна и та же последовательность операций и устройство, описанное в Примере 2, включая одинаковый состав смеси. Турбулентное сопло для реализации целей данного примера было заменено на прямоточный кавитационный смеситель с кавитатором в виде усеченного конуса, который загромождает поток на 85%, считая по площади минимального поперечного сечения сопла.

Давление на выходе из насоса Р1 было увеличено до 11,2 бар. Соответственно перепад давлений на сопле ΔР увеличился до 0,35 бар, что свидетельствовало о переходе работы сопла в кавитационный режим обтекания. Возникновение кавитации сопровождалось появлением характерного кавитационного шума. Все остальные параметры процессов совпадали. Для получения бактериального профиля до и после применения данного изобретения, то есть после турбулентной и кавитационной обработки, использовались такие микроорганизмы, которые традиционно тестируются на соответствующих питательных средах:

1. Азотфиксирующие бактерии, или нитратофиксаторы, включающие Rhizobium. Питательная среда Эшби.

2. Бактерии, способные усваивать органические формы азота почвы. Питательная среда КАА (крахмал-аммиачный агар).

3. Олиготрофные бактерии, которые хорошо растут на бедных почвах. Питательная среда ГА (голодный агар).

4. Фосформобилизующие бактерии типа Bacillus Subtilis. Питательная среда Гаузе.

5. Грибная микрофлора, включая микромицеты, питательная среда Чапека.

6. Общее количество бактерий. Питательная среда Звягинцева.

В табл. 8 приведены сравнительные округленные результаты полученных концентраций микроорганизмов исходного сырья, разбавленного водой и перемешанного до состояния суспензии, влажностью 80%, до и после переработки с помощью явлений кавитации и турбулентности.

Таблица 8

№	Среда	Исходная суспензия торф-вода	r_1 (%)	А Турбулентность (КОЕ/мл)	r_2 (%)	В Кавитация (КОЕ/мл)	r_3 (%)
1.	ЕШБИ	$3{,}0 \cdot 10^5$	10	$1{,}1 \cdot 10^8$	12	$0{,}2 \cdot 10^7$	3
2.	КАА	$6{,}1 \cdot 10^5$	20	$2{,}2 \cdot 10^8$	24	$0{,}9 \cdot 10^7$	12
3.	ГА	$7{,}6 \cdot 10^5$	25	$1{,}8 \cdot 10^8$	21	$1{,}2 \cdot 10^7$	17
4.	ГАУЗЕ	$1{,}1 \cdot 10^6$	35	$2{,}8 \cdot 10^8$	32	$4{,}1 \cdot 10^7$	56
5.	ЧАПЕКА	$3{,}2 \cdot 10^4$	1.0	$6{,}9 \cdot 10^6$	0.8	$1{,}5 \cdot 10^6$	2.1
6.	ЗВЯГИНЦЕВА	$3{,}1 \cdot 10^6$	100	$8{,}7 \cdot 10^8$	100	$7{,}3 \cdot 10^7$	100

Здесь величины r1, r2, r3 (%) означают процент тех или иных бактериальных составляющих по отношению к общему количеству микроорганизмов, размноженных на твердой среде Звягинцева и принятых за 100% (табл. 8).

После турбулентной (А) и кавитационной обработки (В) это количество меняется, однако при турбулентной обработке процент относительно "больших" бактерий, культивируемых на средах Эшби (азотфиксаторы) - 12% и ГА (олиготрофы) - 21% практически сохраняется по сравнению с их содержанием в начальной суспензии (10 и 25% соответственно). В то же время доля этих же бактерий резко падает после кавитационной обработки до 3% и 17% соответственно.

Одновременно с этим доля относительно "мелких" фосформобилизующих бактерий (среда Гаузе) практически не меняется (35% в начальной почвенной суспензии и 32% после процесса турбулизации). Отметим, что после кавитационной обработки она резко возрастает более чем в 1,6 раза, достигая 56%.

В то же время процентное содержание грибов у микромицетов практически не меняется (с 1% в исходном сырье до 0,8% под влиянием турбулентности) и меняется сильно под влиянием кавитации, вырастая вдвое до величины 2,1% от общего количества микробиоты.

Это свидетельствует о том, что предлагаемый способ "мягкой" обработки почвенной суспензии с помощью эффекта турбулизации потока позволяет сохранить естественный профиль ("портрет") плодородных почв, в то время как "жесткие" режимы воздействия, основанные на явлении кавитации, значительно деформируют его, уничтожая относительно большие бактерии с размерами 3-10 мкм и культивируя мелкие с размерами 1-2 мкм.

Появление кавитации сопровождалось появлением характерного кавитационного шума. Все остальные параметры процессов совпадали. В то же время патентуемый способ с использованием предлагаемых мягких режимов обработки среды с помощью турбулентности увеличивает доступность полезных компонентов плодородных почв, увеличивая эффективность использования конечного продукта

также и в качестве минерального органического биоудобрения.

Предлагаемые различные аспекты патентуемого изобретения наиболее эффективны для восстановления плодородия почв, обедненных питательными веществами, микроорганизмами в результате интенсивного использования удобрений и ядохимикатов, подтопления почв и т.п.

Пример 13.

С целью увеличения урожайности и восстановления плодородия загрязненных химизацией почв использовали биоудобрение согласно изобретению при выращивании сои сорта "Аратта" в условиях орошаемого земледелия.

Микробиота в почве под посевы почти отсутствовала и находится на низком уровне 10^2-10^3 КОЕ. Количество гумуса почвы не превышает 1,2%, что недостаточно для эффективного выращивания сои.

Для увеличения производительности выращивания сои использовали плодородный органический грунт черноземного профиля после выращивания сои такого же сорта в прошлом году.

Количество азотфиксирующих пузырьковых бактерий Rizobium в этой почве находилось на уровне $8 \cdot 10^7$. Общее количество микробиоты было не ниже 10^8-10^9, углерода - 12%, азота - более 2,5% по сухому веществу. То есть потенциальное плодородие такой почвы было очень высоко.

После обработки по предложенной технологии был получен высококачественный продукт с бактериальным профилем с преимуществом в сторону азотфиксирующих бактерий на уровне $2 \cdot 10^8$ и количеством водорастворимого азота и углерода 120 и 570 мг соответственно, по сухому веществу.

Результаты исследований действия полученного органического биоудобрения представлены в табл. 9.

Таблица 9

Показатели азотфиксирующей способности и продуктивности растений сои сорта Аратта

	Варианты	Масса клубеньков на 1 растение, г	Масса клубеньков на 1 га, кг	Урожайность, ц/га	Прирост, %
1	Обработка водой (контроль)	0,10	66,0	18,1	0
2	Обработка семян «Продуктом» (1 л/т)	0,26	171,6	19,8	9,4
3	1%-й раствор «Продукта» по вегетации (2 настоящих листочка)	0,45	317,0	20,5	13,3
4	Обработка семян «Продуктом» (1 л/т) + 1%-й раствор «Продукта» по вегетации (2 настоящих листочка)	0,65	432,0	20,7	14,4

Проведенные исследования установили, что применение предложенного биоудобрения существенно влияет на урожайность, формирование количества клубеньков и их массы.

Так, обработка семян "Продуктом" (1 л/т) + опрыскивание 1%-ным раствором "Продукта" по вегетации (два настоящих листочка) привели к приросту массы клубеньков на 1 растение до 0,55 г по сравнению с контролем, а масса клубеньков на 1 га выросла на 366,0 кг/га.

Прирост урожая по отношению к контрольным результатам колебался от 9,4 до 14,4%, что в пересчете на экономические показатели дает ориентировочно 10-15 гривен дополнительной прибыли на каждую гривну, вложенную в органическое удобрение.

Промышленная применимость

Проведенные исследования показывают, что исходя из состояния почвы, вида и сорта растения, технологии его выращивания и т.п. предлагаемое изобретение позволяет подобрать состав компонентов исходного сырья, оптимизировав способы его применения для достижения коммерчески значимого промышленного применения. Патентуемая технология особенно актуальна в современных условиях на истощенных нерациональными севооборотами, химически загрязненных землях, в условиях природных катаклизмов в виде засух и внезапных заморозков, глобального потепления на планете.

Естественность и органичность предлагаемых технических решений по получению жидкого органического биоудобрения и его дальнейшего применения заключается в том, что, перенося незначительное количество плодородной почвы с одного места на другое, можно восстановить плодородие и повысить урожайность на больших площадях за короткое время с минимальными трудовыми и материальными затратами. Важно также отметить, что применение полученного согласно изобретению биоудобрения определенного микробиотического портрета приводит также к реальному снижению используемых гербицидов и фунгицидов до 30% от рекомендованных доз.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения жидкого органического биоудобрения для почв и/или растений, заселенного природными почвенными микроорганизмами, содержащий следующую последовательность операций:

a) подготовка, сортировка и измельчение порции исходной гумуссодержащей почвы или смеси почв, по крайней мере одна из которых является гумуссодержащей, причем указанная почва или смесь почв имеет полезные компоненты, включающие органический углерод в количестве не ниже 10% и органический азот не ниже 1%, рассчитывая по сухому веществу, а также колонии природных почвенных микроорганизмов, концентрация которых в этой почве или смеси почв составляет не менее 10^4 КОЕ/мл;

b) перемешивание измельченной порции указанной почвы или смеси почв с водой и получение водной суспензии;

c) создание текучего потока указанной водной суспензии в замкнутом пространстве без доступа кислорода;

d) циклическая обработка созданного текучего потока водной суспензии в замкнутом пространстве без доступа кислорода турбулизированным воздействием в режиме, исключающем кавитацию и обеспечивающем в результате турбулентного трения и сдвиговых напряжений в потоке дальнейшее измельчение твердых частиц и равномерный нагрев всего объема обрабатываемой среды со скоростью роста температуры, не превышающей 2 град /мин; указанная циклическая обработка включает по меньшей мере два этапа, первый этап и второй этап, при этом

первый этап обеспечивает начальный нагрев обрабатываемой среды, извлечение углерода и азотсодержащих веществ из этой среды, перевод этих веществ в водорастворимые формы и как результат получение однородной обрабатываемой среды с водорастворимым углеродом и азотсодержащими веществами, обеспечивающей размножение колоний природных почвенных микроорганизмов, находящихся в обрабатываемой среде, и при достижении конечной температуры на первом этапе указанной обработки, зависящей от видового состава природных микроорганизмов, имеющихся в исходной гумуссодержащей почве или смеси почв, обеспечивается размножение по сути всех видов колоний микроорганизмов, имеющихся в исходном видовом составе, до концентраций, превышающих 10^8 КОЕ/мл, а также равномерное заселение однородной обрабатываемой среды с водорастворимым углеродом и азотсодержащими веществами этими микроорганизмами; а

второй этап обеспечивает дальнейшее нагревание однородной обрабатываемой среды и дальнейшее измельчение твердых частиц, находящихся в ней, приводя в результате к закаливанию всех видов природных почвенных микроорганизмов, находящихся в однородной обрабатываемой среде, переход этих микроорганизмов в состояние анабиоза и споровые формы и измельчению твердых частиц в этой среде до размеров в пределах 10-50 мкм; и

e) вывод однородной обработанной среды из указанного замкнутого пространства после завершения второго этапа с последующим охлаждением, получая в результате конечный продукт в виде жидкого органического биоудобрения для почв и/или растений, пригодного для фасовки и длительного хранения, который содержит углерод и азотсодержащие вещества в водорастворимых формах, твердые частицы с размерами в пределах 10-50 мкм, а также равномерно заселенные в этом удобрении колонии закаленных природных почвенных микроорганизмов по сути исходного видового состава, находящихся в состоянии анабиоза и споровых формах в концентрациях более 10^7 КОЕ/мл.

2. Способ по п.1, в котором конечная температура начального нагрева однородной обрабатываемой среды на первом этапе циклической обработки при выполнении операции d) составляет порядка 50°C.

3. Способ по п.1, в котором конечная температура дальнейшего нагрева однородной обрабатываемой среды на втором этапе ее циклической обработки при выполнении операции d) находится в пределах приблизительно от 50 до 80°C.

4. Способ по п.1, в котором охлаждение при выполнении операции e) осуществляют в диапазоне температур от 40 до -4°C.

5. Способ по п.1, в котором в качестве исходной гумуссодержащей почвы используют почву, выбранную из группы, состоящей из торфа, лесной почвы, сапропели, донных отложений пресноводных лиманов и озер, водорослей, биогумуса, чернозема, серозема и леонардита.

6. Способ по п.1, в котором получают конечный продукт гелеобразной формы при условии использования исходной гумуссодержащей почвы или смеси почв, содержащей лигнин в количестве более 2%, рассчитывая по сухому веществу.

7. Способ по п.1, в котором получают конечный продукт, содержащий более 0,1% гуминовых водорастворимых кислот при условии использования исходной почвы или смеси почв, содержащей гумус в количестве более 3%.

8. Способ по п.1, в котором природными почвенными микроорганизмами, переходящими при закаливании в состояние анабиоза и споровые формы, являются микроорганизмы, выбранные из группы, состоящей из азотфиксирующих бактерий типа Rizobium, бактерий, усваивающих органический азот почвы типа Azotobacter, фосформобилизующих бактерий типа Bacilus Suptilius, олиготрофных бактерий,

растущих на обедненных почвах, и грибной микрофлоры, включая микромицеты.

9. Способ по п.1, в котором циклическую обработку, осуществляемую при выполнении операции d), проводят в замкнутом контуре без доступа кислорода, содержащем вертикальный цилиндрический резервуар, насос с электроприводом, подключенный к нижней части цилиндрического резервуара, и средство турбулизации, имеющее турбулентное сопло, установленное после насоса и тангенциально подключенное к верхней части цилиндрического резервуара, причем режим турбулизирующего воздействия на обрабатываемую среду, исключающую кавитацию и появление застойных зон в таком замкнутом контуре, обеспечивают при соблюдении следующих трех условий:

$$0{,}1\ \text{Bar} \le \Delta P \le 0{,}2\ \text{Bar}, \quad (1)$$

$$0{,}1\frac{\text{Квт}}{\text{кг}} \le \bar{N} \le 0{,}2\frac{\text{Квт}}{\text{кг}}, \quad (2)$$

$$T_1 = T_2 = \ldots\ldots. T_n, \quad (3)$$

где $\Delta P=(P_1-P_2)$ - перепад давлений до и после турбулентного сопла (бар),

$\bar{N} = \frac{N}{M}$, - удельная энергоемкость процесса (кВт/кг),

N - мощность электропривода насоса (кВт),

M - масса обрабатываемой текучей среды (кг),

T_1, T_2, ..., T_n - текущая температура нагрева в точках измерения, распределенных по наружной поверхности вертикального цилиндрического резервуара, служащая для контроля равномерности нагрева всего объема среды, обрабатываемой в замкнутом контуре.

10. Жидкое органическое биоудобрение для почв и/или растений, полученное способом по пп.1-9, содержащее водорастворимый азот и водорастворимый углерод, твердые частицы, имеющие размеры в пределах 10-50 мкм, а также равномерно заселенные в этом удобрении закаленные турбулентным воздействием в потоке природные почвенные микроорганизмы, видовой состав которых близкий к исходному и которые находятся в состоянии анабиоза в концентрациях, превышающих 10^7 КОЕ/мл.

11. Биоудобрение по п.10, в котором содержание водорастворимого азота составляет не менее 40 мг, а содержание водорастворимого углерода - не менее 470 мг на 100 г биоудобрения, рассчитывая по сухому веществу.

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2