

Е. А. ДЕНИСЮК, И. А. КУЗНЕЦОВА, Р. А. МИТРОФАНОВ

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Ключевые слова: гуминовые удобрения, микробиологические технологии, минерализация, органическое вещество, поток, торф, электрогидравлическая технология, no-till.

Аннотация. В статье изложено краткое описание различных технологий производства гуминовых удобрений на основе торфа. Анализ различных технологий позволяет определить самый эффективный способ производства биоудобрения для применения в сельском хозяйстве при технологии no-till (электрогидравлическая технология). Предлагаемая технология может быть использована, где необходимо эффективное измельчение (до микро- и нано-размеров частиц), диспергация и прочее.

Учитывая объемы запасов торфа и его доступность, нет достойной альтернативы торфу для крупномасштабного улучшения агротехнических свойств почв.

Биологизация и экологизация земледелия является одной из актуальных задач сельскохозяйственного производства, которая может быть решена при использовании биологически активных органических и органоминеральных удобрений на основе торфа, которые также называются гуминовыми препаратами. Дело в том, что органические вещества торфа состоят из гуминовых и фульвовых кислот, битумов, целлюлозы, лигнина, а минеральная часть торфа в основном состоит из кремния, кальция, железа, алюминия и микроэлементов. Органическое вещество торфа и входящие в него гуминовые кислоты в значительной степени определяют плодородие почв, являясь источниками физиологически активных веществ, повышающих процессы жизнедеятельности живых организмов. Однако эти свойства проявляются только после соответствующих процессов разложения органического торфа и перехода ряда его соединений в доступное для усвоения растениями состояние. В природе этот процесс идет крайне медленно, поэтому применение торфа в чистом виде эффективно лишь при очень высоких дозах его внесения в почву, что экономически невыгодно.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы «активировать» природный торф, переведя полезную органику и минеральные вещества в

легкодоступною для растений форму. Основу данного процесса «активации», как правило, составляет процесс разрушения целлюлозной и лигнинной оболочки органической клетки, содержащей в себе необходимые полезные вещества. Однако технологически этого добиться не так уж и просто. На данный момент основными технологиями активации являются биохимическая (микробиологическая), термическая ультразвуковая (кавитационная) и электрогидравлическая.

Биохимические и микробиологические технологии активации торфа

Биохимические технологии в настоящее время являются самыми распространенными. В основном биохимические технологии основаны на щелочной экстракции гуминовых веществ из почвы с последующей очисткой. Например, способ приготовления жидких кормов и установка для его осуществления: патент РФ 2316227, А23К1/00, А23N17/00 от 21.04.2006, в котором приготовление гуминовых кислот и гуматов из торфа или бурого угля осуществляют путем кавитационного диспергирования торфа или бурого угля в водном растворе щелочей до полного выхода гуминовых кислот с последующим получением гуматов.

Учёные Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа для решения задач снижения дозы применения торфа как органического удобрения, сохранения плодородия почвы, повышения валового сбора картофеля и пшеницы разработали состав микробного инокулята и способ микробиологической активации органического вещества торфа.

Доказано, что использование нативной ассоциации микроорганизмов, адаптированной на торфе, обеспечивает мягкое протекание микробиологических процессов минерализации и трансформации органического вещества торфа, обогащает его элементами питания и биологически активными веществами. Высокая биологическая активность торфа достигается при внесении 5–20 % микробного инокулята.

Минерализация азотсодержащего органического вещества торфа сопровождается повышением содержания аммонийного азота в 1,4–2,3 раза. Процессы идут настолько активно, что активация азота торфа составляет 8 % от валового его содержания.

Высокая активность использованной нативной микрофлоры обеспечивает интенсивную трансформацию органического вещества торфа, в результате которой наблюдается разрушение лигнина до 8,1 % – 27,7 % и легкогидролизуемого органического вещества (на 18 %). Кроме того, нативная микрофлора участвует в синтетических процессах, за счет которых повышается содержание негидролизуемого остатка до 31,7 %,

аминокислот в 1,2–5 раз, водорастворимого органического вещества в 4–8 раз.

Показано, что дозы 5 и 10 т/га органического удобрения ускоряют минерализацию азотсодержащего органического вещества в почве и мобилизацию азота в нитратной форме до 84 % от доли легкогидролизуемого азота. Дозы 25 и 50 т/га уравнивают процессы минерализации и иммобилизации азота.

Выявлено, что доза 5 т/га нового торфяного удобрения существенно усиливает минерализацию органического вещества почвы: потери углерода органического вещества удобрения составляют 0,98 %, потери гумуса почвы – 1,1 %. Дозы 10, 25 и 50 т/га обогащают почву органическим веществом внесенного удобрения соответственно на 0,08, 0,19, 0,38 % и увеличивают содержание гумуса в почве соответственно на 0,39, 0,22 % и более, то есть способствуют синтезу гуминоподобных веществ.

Установлено повышение биологической активности почвы по изменению численности микрофлоры. Численность аммонификаторов превышает контроль в 6–7,8 раза; в составе аммонификаторов преобладают бактериальные формы, участвующие в разложении подвижных форм органического вещества; численность денитрификаторов увеличивается в 5,8–33 раза; целлюлозоразрушающие микроорганизмы при внесении органического удобрения в дозе 5 т/га на 100 % представлены грибами, основная функция которых разложение целлюлозы; при дозе 10 т/га 65 % составляют миксобактерии, результатом жизнедеятельности которых является синтез гуминовых веществ; доза удобрения 25 т/га вызывает развитие не только миксобактерий, но и актиномицетов, содержание которых достигает 37 %, что предполагает наличие процессов глубокой трансформации органического вещества торфа.

Выявлены физиологические группы микроорганизмов, участвующие в процессах разложения трудногидролизуемого органического вещества торфа – бактерии, грибы, актиномицеты, которые наиболее активны в соотношении: бактерии: актиномицеты: грибы = 40: 50 : 10.

Высокая эффективность применения нового органического удобрения подтверждается следующими показателями: увеличением высоты растений яровой пшеницы на 28 %, ее сырой и сухой зеленой массы на 83–84 % относительно контроля; максимальной прибавкой урожая картофеля (до 39 %) при дозе 25 т/га; существенными изменениями в структуре урожая картофеля: увеличением общей продуктивности до 39 %, продуктивности товарного картофеля до 40 %, доли крупных клубней в структуре урожая до 23 % относительно контроля; улучшением качества клубней картофеля: снижением

содержания нитратов до 31 %; увеличением содержания крахмала до 3,3 %, сухого вещества до 0,7 % и до 19 % витамина «С». Применение нового органического удобрения на основе микробиологической активации низинного торфа сокращает применяемые в качестве органического удобрения дозы торфа до 10–20 т/га, обогащает почву биологически активными веществами, активизирует почвенную микрофлору, сохраняет уровень гумуса в почве, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, повышает экономическую эффективность применения торфа в качестве органического удобрения.

В монографии «Органическое вещество торфа. Микробиологическая активация торфа как основа создания нового вида органического удобрения» Касимовой Л. В., к.х.н., заведующей лабораторией биологически активных веществ, и Порываевой О. В., к.с.-х.н., с.н.с. ГНУ СибНИСХиТ РАСХН [8, с. 142–164], рассмотрены свойства торфов Томской области, являющихся сырьем для получения из них органических удобрений. Представлены оригинальные методологии получения микробных инокулятов (биозаквасок) на основе торфа, органических удобрений, микробиологической активации органического вещества торфа. Приведены данные по агрохимическим свойствам, биологической активности и эффективности применения нового вида органического удобрения: микробиологически активированного торфа (биоудобрения).

Биохимически активированные торфа являются новыми органическими удобрениями на основе торфа. В СибНИСХиТ разработано также органическое удобрение на основе биохимической активации торфа мочевиной в присутствии биокатализатора в мезофильном температурном режиме (15–25 С).

Торфяное удобрение состава «ТУ-1,5М»:

Активация торфа обогащает торф аммонийным азотом до 1,1–1,3 % на а.с.в., водорастворимыми органическими веществами до 0,88 %, в том числе биологически активными гуминовыми кислотами до 0,15 % в экстракте. В составе удобрения содержатся 21,1 % фульвокислот, 3,4 % целлюлозы, 10,7 % лигнина, а также 0,22–0,26 мг/кг метионина, изолейцина, аргинина, 0,34–0,48 мг/кг серина, глицина, аланина, валина, тирозина, лизина, 0,53–0,57 мг/кг, глутамина, гистидина, 0,66–0,75 мг/кг лейцина, треонина, 1,11 мг/кг аспарагина. Реакция среды – нейтральная или слабощелочная 6,5–8,5.

Стимулятор роста растений «Оксидат»:

Получен методом щелочного гидролиза торфа в присутствии окислителя, представляет собой экстракт темно-коричневого цвета. Стимулятор роста растений «Оксидат» содержит гуминовые, карбоно-

вые и незаменимые аминокислоты, а также азот, фосфор, кальций, железо, микроэлементы (медь, цинк, марганец), витамины группы А, В1, В2, В5, В6, В12, С, Е.

Удобрение гуминовое из торфа «Гумостим»:

Удобрение представляет собой темно-коричневую жидкость, хорошо растворимую в воде. Содержит гуминовые кислоты, аминокислоты, карбоновые кислоты, макроэлементы (азот, фосфор, кальций, железо), микроэлементы (медь, цинк, марганец), витамины групп А, В, витамины С, Е. «Гумостим» изготовлен по технологии СибНИСХиТ методом гидролиза торфа перекисью водорода и аммиаком на основе торфов Томской области. Аналогами продукции являются гуминовые стимуляторы роста растений из торфа или бурого угля (гуматы натрия): жидкие и твердые, полученные механоактивацией твердых смесей торфа или угля со щелочными реагентами: натриевой или калиевой щелочью, содой. «Гумостим» по сравнению с гуматом натрия имеет более высокую физиологическую активность (30–60 и 10–15 % соответственно) и высокое содержание гуминовых кислот в концентрате (4–4,5 и 1–2 % соответственно), значительно более низкую эффективную концентрацию гуминовых кислот в рабочем растворе (0,001 и 0,01–0,05 % соответственно). У Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа имеется техническая документация для производства «Гумостима» (ТУ, технологический регламент), опытное производство объемом 15 т. в год, разрешительные документы на использование в РФ (Свидетельство о государственной регистрации гуминового удобрения из торфа Гумостим № 2167 от 03.03.2011. Автор разработки: Касимова Л. В., кандидат химических наук [7, с. 1–3]).

Торфяное удобрение ТОГУФ:

ТОГУФ является новым органоминеральным удобрением на основе торфа. Введение в торф минеральных удобрений обеспечивает растения необходимыми элементами питания. Использование отхода производства гуминового препарата, обогащенного азотом, гуминовыми кислотами, аминокислотами, витаминами, микроэлементами повышает эффективность применения органоминерального удобрения. Разработка способа получения и применения органоминерального удобрения ТОГУФ – одно из перспективных направлений утилизации отхода производства гуминового препарата из торфа «Гумостим», осуществляемого в СибНИСХиТ. Органоминеральное удобрение содержит торф, азотные, фосфорные и калийные минеральные соли, преимущественно мочевины, суперфосфат, соль калия и остаток от гидролиза торфа перекисью водорода и аммиаком, являющихся отходом производства стимулятора роста растений. Органоминеральное

удобрение обладает высокой биологической активностью, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур при его использовании. Эффективность применения удобрения изучена в полевых опытах зернового севооборота на серой оподзоленной почве стационара института «Лучаново» по урожайности яровой пшеницы в год действия и по урожайности ячменя в первом последствии удобрений. Учитывая низкую дозу применяемого нового удобрения из торфа, по сравнению со стандартными органическими удобрениями, можно считать его более эффективным, чем традиционно используемые торфо-навозная смесь, навоз. При расчете экономической эффективности применения ТОГУФ в севообороте стоимость 1 т. удобрения ТОГУФ и биогумуса составляла соответственно 800 и 1000 руб. Она складывается из стоимости исходного сырья – торфа, навоза и дополнительных затрат на их активирование или переработку. Использование ТОГУФ в качестве органического удобрения на серой оподзоленной почве без минерального фона в дозе 1,64 т/га: экономический эффект составил 1 688 руб. на 1 га пашни. Окупаемость затрат на приобретение ТОГУФ: 1,29 руб./руб. (Авторы изобретения: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Алексеева Т. П., кандидат химических наук, Терещенко Н. Н., доктор биологических наук, Сыроева Л. Н., Трунова Н. М. Патентообладатель: Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа СО Россельхозакадемии [10, с. 1–3.]).

Средство для защиты растений от грибных заболеваний:

Препарат для защиты растений от грибных заболеваний изготовлен из верхового слаборазложившегося торфа, содержит в своем составе микроэлементы. Препарат проявляет свойства иммуномодулятора, обладает антисептическими свойствами, что обеспечивает снижение заболеваемости растений, способствует повышению урожайности зерновых культур и картофеля на 20–30 %. (Патент РФ, 2002. Патентообладатель – ГНУ СИБНИИСХиТ СО Россельхозакадемии. Авторы разработки: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Сыроева Л. Н., к.х.н., Терещенко Н. Н., д.б.н., Трунова Н. М. [9, с. 1–3]).

Ультразвуковое кавитационное диспергирование торфа как высокотехнологичная альтернатива химическому способу активации

Применяя щелочную экстракцию торфа, добываются доступности ряда веществ питанию растения. Однако химический способ выделения гуминовых веществ не достаточно эффективен. Так, например, содержание суммы фульвовых и гуминовых кислот в препарате Эдагум СМ, произведенного с применением химического (микробиологического) способа активации, составляет всего лишь 2,5 %. Кроме

этого разрушается природная структура гуминовых препаратов, полученных химической экстракцией. Поэтому актуальна задача разработки эффективных технологий переработки торфа, в которых органические вещества становятся водорастворимыми и содержат большие дозы фульвовых и гуминовых кислот.

В технологии производства гуминовых препаратов (торфогелей), где не используется щелочная экстракция, успешно могут быть применены так называемые кавитационные диспергаторы.

Использование кавитации в технологиях получения гуминовых препаратов дает возможность достижения их высокой физиологической активности, большого выхода водорастворимых органических веществ, протекания реакций гидротермального синтеза. В кавитаторе синхронно идут процессы диспергации, экстракции, растворения, дезинтеграции клеточных структур, деструкция целлюлозы. Физиологическая активность гуминовых препаратов с неупорядоченными полимерными структурами гуминовых кислот и их солей, получаемых с использованием кавитации, увеличивается, поскольку чем мельче неупорядоченная полимерная структура таких веществ с условным понятием молекулярной массы, тем эффективнее усваивается мембранами клеточной структуры растений.

Для обработки водо-торфяного потока разработано устройство интенсификации тепломассоэнергообмена, состоящее из одной и более камер, в которых обрабатываемый в потоках продукт диспергируется, эмульгируется и другое, за счет волновой энергии большой интенсивности газоструйных генераторов. Устройство и способ зарегистрированы: патент РФ № 2392046 от 25.01.2008 – «Устройство деструкции углеводов», заявка на патент РФ № 2010148726 от 29.11.2010 – «Способ акустической обработки многофазного продукта и устройство для его осуществления» [11, с. 1–3].

Разработан способ акустического воздействия на поток многофазного продукта, в котором:

- создается интенсивность волновой энергии (более 10 Вт/см^2) достаточная для достижения деструкции дисперсно-агрегатного состояния продукта и необходимого преобразования химических связей;

- используется акустическая кавитация в вихревом или струйном потоке, за счет энергии газоструйных генераторов;

- используется тепломассоэнергообменный процесс потока для проведения преобразований продукта.

Между жидкой фазой потока и газовой, особенно при вихревом движении, создается большая площадь соприкосновения, увеличива-

ющаяся в процессе взаимодействия за счет диспергирования в возникающих сверхдавлениях волнового кластерного процесса кавитации. Твердая фаза продукта так же за счет сверхдавлений подвергается диспергированию и различным преобразованиям исходного вещества. При обработке вихревого водно-торфяного потока, активированного выходным воздушным или паровым потоком газоструйного генератора с интенсивностью ультразвука более 10 Вт/см², получается ценное вещество с большим содержанием фульвовых и гуминовых кислот (более 65 % в сухом веществе), а также другие органические и минеральные компоненты, доступные для питания растений.

Основной задачей разработки устройства обработки многофазного продукта является достижение максимальной интенсивности ультразвука в рабочих камерах, достаточной для деструкции обрабатываемого продукта.

Поставленная задача решается с помощью тепломассоэнергообменного процесса методом акустического резонансного возбуждения одного или нескольких потоков, создаваемых в струйных камерах или вихревых трубах. Газовый ввод или ввод пара, составляющей смеси обрабатываемого продукта, выполнен в виде газоструйных генераторов. Предлагаемый способ ввода газовой составляющей за счет большой акустической мощности газоструйных генераторов приводит к интенсивной акустической кавитации жидкой составляющей продукта. В газовой и жидкой фазах продукта возникают пульсирующие сверх давления, приводящие к диспергированию, эмульгированию и другим физико-химическим процессам. За счет большой площади соприкосновения акустической волны газового потока с жидкой и твердой компонентами обрабатываемого продукта возможна передача энергии большой интенсивности, что не возможно при передаче энергии от твердой поверхности генераторов (пьезокерамика, магнитострикторы) в жидкий продукт. Основной проблемой передачи волновой энергии большой интенсивности (10 Вт/см² и более) от излучающей поверхности в жидкость является эффект появления «кавитационного облака» на границе сред, препятствующего передачи энергии. Поэтому необходим способ передачи в жидкость и дисперсный твердый продукт энергии большой интенсивности, что осуществляется в предлагаемом способе с помощью газоструйных генераторов.

Сложной задачей, которая решается при проектировании многокамерных реакторов, является синхронизация нескольких волновых процессов в рабочих камерах.

Большую производительность можно получить только в многокамерных реакторах. С помощью описанных процессов и реакторов с интенсивностью ультразвука в рабочих камерах 50 Вт/см^2 при обработке срединного торфа получено вещество – ультрадисперсная эмульсия торфа (УДЭТ) – ультрагумат. Растворимого органического вещества в ультрагумате 87 %, математическое ожидание распределения дисперсности – 1 мкм.

В установке для получения ультрагумата торф подается в открытую камеру, расположенную в емкости, из которой водо-торфяная смесь подается насосом в реактор. Ультразвук в реакторе генерируется газоструйными генераторами, работающими от воздуха, который подается компрессором. Выход реактора направляется в приемную трубу, где происходит разделение жидкого продукта и воздуха. В начале емкость частично заполняется водой. Затем, в процессе работы, происходит сгушение ультрагумата до требуемой консистенции. Большая производительность промышленной установки строится по проточной схеме с непрерывными процессами смешения и обработки водо-торфяного потока в реакторе.

Полученный в установке ультрагумат может применяться в качестве регуляторов роста и удобрения при обработке семян, корневой и внекорневой подкормке растений, в системах капельного орошения, а также как кормовая биодобавка в животноводстве. Подсушенный ультрагумат, а также исходное вещество могут быть в виде гранул или порошка. Гранулированный ультрагумат целесообразно использовать при корневой подкормке, поскольку большое содержание фульвовых кислот в ультрагумате способствует их быстрому вымыванию.

Ультрагумат имеет высокую биологическую активность и может применяться не только в растениеводстве и животноводстве, но и в медицине. При применении ультразвуковой технологии обработки торфа при интенсивности более 10 Вт/см^2 недоступный для усвоения растениями торф становится в виде ультрагумата усваиваемым растениями веществом, эффективным удобрением и регулятором роста. Комбинированное органо-минеральное удобрение наиболее эффективно в растениеводстве и его применение способствует восстановлению гумусового слоя почвы.

Электрогидравлические устройства для производства торфяной пульпы и обогащения торфа

По простоте исполнения, дешевизне и эффективности особо отличается электрогидравлическая технология обработки торфа (в настоящее время не заслуженно забытая и практически не используемая).

Начиная с 1933 года учеными исследовались явления, возникающие в зоне высоковольтного искрового разряда в жидкой среде. В начальной стадии эти исследования подтвердили существующие данные о том, что такой разряд легко возникает только в диэлектрических жидкостях, а в жидкостях с ионной проводимостью происходит лишь в случаях очень малой длины искрового промежутка и всегда сопровождается обильным газо- и парообразованием.

Механическое воздействие жидкости на объекты, помещенные вблизи канала разряда, получаемого по традиционной схеме с прямым подключением конденсатора на разрядный промежуток в жидкости, практически ничтожно для жидкостей с ионной проводимостью и сравнительно ощутимо лишь в среде жидких диэлектриков. Оно определяется весьма незначительными давлениями внутри парогазового пузыря, возникающего вокруг зоны разряда. Создающиеся в жидкости гидравлические импульсы имеют пологий фронт и значительную длительность протекания, при этом обладают небольшой мощностью.

В связи с этим необходимо было найти условия, в которых действие гидравлических импульсов могло бы быть резко усилено. Для этого требовалось уменьшить толщину парогазовой оболочки и сократить продолжительность разряда, в течение которого она создается. Одновременно необходимо было повысить мощность единичного импульса.

Решить эту задачу оказалось возможным путем разработки принципиальной электрической схемы, которая обеспечила подачу тока на рабочий промежуток в виде короткого импульса при помощи мгновенного «ударного» подключения накопителя энергии [12, с. 25].

С этой целью был введен в электрическую схему формирующий воздушный искровой промежуток, что позволило в жидкостях с ионной проводимостью изменить характер искрового разряда, резко усилить его механическое действие [1, с. 1–3].

Дополнительный формирующий воздушный промежуток позволяет накапливать заданное количество энергии с импульсной подачей ее на основной промежуток, значительно сократить длительность импульса и предотвратить возникновение колебательных процессов, создавать крутой фронт импульса, исключая возможность перехода к дуговому разряду, получать при заданном основном межэлектродном промежутке любые из допустимых для используемого источника питания значения тока и напряжения, регулированием длины формирующего промежутка изменять форму импульса и характер разряда на основном рабочем промежутке в жидкости. Именно формирующий промежуток явился обострителем импульса тока, поз-

волившим перейти к напряжениям много большим, чем напряжение пробоя рабочего промежутка в жидкости [13, с. 249–270].

Таким образом, для создания электрогидравлических ударов была предложена схема, включающая источник питания с конденсатором в качестве накопителя электрической энергии. Напряжение на конденсаторе повышается до значения, при котором происходит самопроизвольный пробой воздушного формирующего промежутка, и вся энергия, запасенная в конденсаторе, мгновенно поступает на рабочий промежуток в жидкости, где и выделяется в виде короткого электрического импульса большой мощности. Далее процесс при заданных емкости и напряжении повторяется с частотой, зависящей от мощности питающего трансформатора.

В дальнейшем были предложены и другие схемы, однако формирующий промежуток (в различных его модификациях, например, в виде игнитрона) применяются во всех современных электрогидравлических силовых установках.

Опытным путем была установлена возможность широкого варьирования параметрами принципиальной электрической схемы, воспроизводящей электрогидравлический эффект. Это дало основание ввести понятие «режим работы» силовой установки, подразумевая под этим значения основных параметров схемы – емкости и напряжения.

Таким образом, были определены три основных режима работы установок:

жесткий – $U > 50$ кВ; $C < 0,1$ мкФ;

средний – 20 кВ $< U < 50$ кВ; $0,1$ мкФ $< C < 1,0$ мкФ;

мягкий – $U < 20$ кВ; $C > 1,0$ мкФ.

Электрогидравлическая обработка обладает многофакторным физико-химическим воздействием на сложные органические структуры и является перспективным методом его активации. Данные методы описаны и запатентованы еще в СССР [2,4,5].

Для применения вышеуказанных методов используют электрогидравлические дробилки, входящие как основной агрегат в технологическую линию. Последовательность технологических операций при работе электрогидравлической установки следующая: фрезерный торф, находящийся в загрузочном бункере, подается ленточным транспортером на вибросито, где он просеивается, а затем очищается электромагнитным сепаратором от металлических включений. Интенсивность подачи торфа определяется производительностью вибросита и электрогидравлической дробилки. Просеянный торф подается ленточным транспортером в бак смесителя, куда поступает вода в количестве, регулируемом вентиляльной заслонкой с приводом и опреде-

ляемом влажностью исходного торфа и заданной консистенцией конечного продукта. Затем торфоводяная смесь поступает в камеру электрогидравлической дробилки, где подвергается воздействию электрогидравлических ударов. Обработанный субстрат-пульпа перекачивается насосом в резервуар. Эта технология легла в основу промышленной установки для электрогидравлической обработки торфа с целью получения из него качественного органического удобрения, массы для дражирования семян различных сельскохозяйственных культур и высокодисперсной торфомассы, которая используется для нанесения на поверхность торфа для предохранения его от выдувания [6].

Электрогидравлически обработанный торф может быть использован в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения, например для замены части минеральных удобрений, используемых при применении беспашотной технологии no-till, т. к. полученное удобрение может применяться в жидкой форме, и не требует вспашки почвы в отличие от природного торфа. Также электрогидравлически обработанный торф может быть использован в микробиологической, бродильной и комбикормовой промышленности.

В отдельных случаях, например при использовании электрогидравлически обработанного торфа в качестве сырья для бродильной промышленности, после электрогидравлической обработки торф засевают соответствующей микрофлорой, используя при этом эффект «бактериального взрыва» [3].

Исследования, проведенные на пяти видах торфа, показали, что в процессе электрогидравлической обработки торфа происходит его интенсивное диспергирование: содержание в нем частиц размером менее 250 мкм доходит до 80–90 %. Таким образом, описываемый метод обработки и полученный продукт могут быть отнесены практически к разряду нанотехнологий (принято считать, что наночастицами являются частицы размером менее 100 мкм).

Проведенные эксперименты позволили установить, что массовое содержание питательных веществ и микроэлементов в электрогидравлически обработанном торфе резко изменяется в сравнении с исходным в сторону повышения. Так, массовое содержание аммиачного азота возрастает в зависимости от вида торфа в 1,4–4,5 раза, а водорастворимого органического вещества – в 1,5–5 раз. Физико-химическими анализами определено, что при электрогидравлической обработке происходит гидролитическое дезаминирование свободных кислот. Экспериментально установлено, что свободное хранение электрогидравлически обработанного торфа при положительных темпе-

ратурах приводит на 10–15-й день хранения к резкому (в 5–10 раз) увеличению массового содержания в нем растворимых соединений азота МН за счет бактериального взрыва.

Это свидетельствует о том, что процессы, инициированные электрогидравлическим эффектом, продолжают еще определенное время и после его прекращения, после чего состояние стабилизируется. Это подтверждается тем, что последующее длительное (3–5 мес.) хранение электрогидравлически обработанного торфа как при отрицательных, так и при положительных температурах не ухудшает приобретенных им свойств.

Таким образом, использование электрогидравлически обработанного торфа позволяет значительно снизить потребность в минеральных удобрениях и навозе, улучшить за счет дезодорирующего эффекта санитарно-гигиенические свойства почв и восстанавливаемость гумусного слоя почв, удешевить производство сельхозпродукции.

Электрогидравлически обработанная пульпа (смесь воды с торфом) обладает бактерицидными свойствами, что очень важно при выращивании овощей в закрытых грунтах. Также эффективно может применяться в тепличном хозяйстве и электрогидравлическая стерилизация почвы с одновременным ее удобрением. Большие перспективы имеет также предложенный способ электрогидравлического обогащения торфа, включающий дробление, последовательное отстаивание, сушку и самобрикетирование торфа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство № 105011 (СССР), «Способ получения высоких и сверхвысоких давлений» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 416898 от 15.04.1950. Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1957 год, № 1. С. 1–3.

2. Авторское свидетельство № 210190 (СССР), «Способ улучшения удобрительных свойств торфа» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 949723/30-15 от 18.01.65, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 2.

3. Авторское свидетельство № 211918 (СССР), «Способ повышения содержания в среде, используемой для выращивания растений, азота в усвояемой растениями форме» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 1015897/30-15 от 02.07.65, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 1.

4. Авторское свидетельство №275028 (СССР), «Способ подготовки торфа для микробиологической, бродильной и комбикормовой

промышленности» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление № 1259290/28-13 от 16.07.68, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 18.

5. Авторское свидетельство №354683 (СССР), «Способ получения удобренной почвы» / Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова – Заявление №№ 946809/30-15 от 07.06.63, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, № 20.

6. Авторское свидетельство № 950217 (СССР), «Установка для производства органического удобрения» / Л. А. Юткин, О. Н. Мельникова, Г. К. Лейкина и др. – Заявление № 2918927/30-15 от 30.04.80, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1982 год, № 30.

7. Гуминовое удобрение из торфа Гумостим – свидетельство о государственной регистрации гуминового удобрения из торфа Гумостим № 2167 от 03.03.2011, / Касимова Л. В. С. 1–3.

8. Касимова Л. В., Порываева О. В. Органическое вещество торфа. Микробиологическая активация торфа как основа создания нового вида органического удобрения: монография. ГНУ СибНИСХиТ Российской академии сельскохозяйственных наук. 294 с.

9. Патент на средство для защиты растений от грибных заболеваний, 2002 Патентообладатель ГНУ СИБНИИСХиТ СО Россельхозакадемии. Авторы: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Сысоева Л. Н., к.х.н., Терещенко Н. Н., д.б.н., Трунова Н. М. С. 1–3.

10. Патент на Удобрение ТОГУФ – авторы изобретения: Бурмистрова Т. И., кандидат химических наук, Алексеева Т. П., кандидат химических наук, Терещенко Н. Н., доктор биологических наук, Сысоева Л. Н., Трунова Н. М. Патентообладатель: Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа СО Россельхозакадемии. С. 1–3.

11. Устройство и способ: патент РФ № 2392046 от 25.01.2008 – «Устройство деструкции углеводов», заявка на патент РФ № 2010148726 от 29.11.2010 – «Способ акустической обработки многофазного продукта и устройство для его осуществления». С. 1–3.

12. Юткин Л. А. «Электрогидравлический эффект», Москва: Машгиз. 1955 год, 52 с.

13. Юткин Л. А. глава «Перспективы применения электрогидравлической обработки» в книге «Новое в электрофизической и электрохимической обработке материалов» М, Л, Машиностроение, 1966 год.

TECHNOLOGY OF OBTAINING OF HUMIC SUBSTANCES

Keywords: *humic fertilizers, peat, no-till technology, electro-hydraulic technology, salinity, flow, microbiological techniques, organic matter.*

Annotation: *The article presents a brief description of different technologies of production of humic fertilizers on the basis of peat. Analysis of different technologies allows to determine the most effective way of biofertilizers producing for use in agriculture no-till technology (electrohydraulic technology). The proposed technology can be used where you need efficient milling (up to micro – and nano – size particles), dispersion etc.*

ДЕНИСИУК ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА – заведующая кафедрой «Технические системы и автоматизация перерабатывающих производств», профессор, кандидат технических наук, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, факультет перерабатывающих технологий (denelalex@rambler.ru).

DENISYK ELENA ALEKSEEVNA – the chair of technical systems and automation of processing productions, professor, Cand.Tech.Sci., the honourable teacher of the higher vocational education of the Russian Federation, The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, faculty of processing technologies (denelalex@rambler.ru).

МИТРОФАНОВ РОМАН АЛЕКСЕЕВИЧ – соискатель ученой степени (ramitr@rambler.ru).

MITROFANOV ROMAN ALEKSEEVICH – competitors of scientific degrees (ramitr@rambler.ru).

КУЗНЕЦОВА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА – доцент кафедры «Технические системы и автоматизация перерабатывающих производств», кандидат технических наук, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, факультет перерабатывающих технологий (nosovair@rambler.ru).

KUZNETSOVA IRINA ANATOLEVNA – dozent of the chair technical systems and automation of processing productions, Cand.Tech.Sci., The Nizhniy Novgorod state agricultural academy, faculty of processing technologies (nosovair@rambler.ru).