
© Ю.В. Шувалов, А.П. Бульбашев,
Ю.Д. Смирнов, С.В. Ковшов,
2010

УДК 631.61

**Ю.В. Шувалов, А.П. Бульбашев Ю.Д., Смирнов,
С.В. Ковшов**

БИОГЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Проведен анализ экологически чистые биогенные направления повышения плодородия почв рекультивируемых земель: внесение сапропеля, противоэрозионное укрепление с помощью биоактивных пен, повышение плодородия почв через увеличение гумусовой составляющей на основе использования вермитехнологии.

Ключевые слова: рекультивация, сапропель, вермитехнология, карбоксиметилцеллюлоза.

Семинар № 11

Современный подход к рациональному экологически безопасному природопользованию требует отказа от многих традиционных подходов при составлении технико-экономического обоснования проектов разработки месторождений полезных ископаемых и рекультивации нарушенных земель. Такой подход ориентирован прежде всего на разработку индивидуального, практически штучного проекта, полностью учитывающего специфику природной обстановки данного месторождения, а также требует применения новых методических приемов проектирования. Анализ и разработка различных методов биологической рекультивации позволит уже на стадии проектирования диагностировать и оценивать возможные почвенно-экологические последствия разработки месторождений, хозяйственную и почвенно-экологическую эффективность проектов рекультивации, реализовать стратегию природоохранных мероприятий, оценивать.

Подобный анализ подтвердил, что одним из наиболее эффективных яв-

ляются биогенные способы повышения плодородия почв рекультивируемых земель, которые связаны с применением экологически чистых материалов, имеющих органическую основу, а также использование живой природы [1].

На базе СПГГИ (ТУ) разрабатываются три основных биогенных направления повышения плодородия рекультивируемых земель:

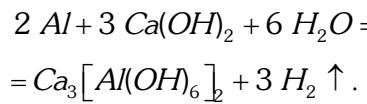
- внесение сапропеля;
- противоэрозионное укрепление с помощью экологически чистых биоактивных пен;
- повышение плодородия почв через увеличение гумусовой составляющей на основе использования вермитехнологии.

Первый способ [1] основан на укреплении верхнего слоя почвы и создании связанной структуры с помощью пропитки, например, сапропелевым раствором с концентрацией (по массе) до 10 %, которая обеспечивает коагуляцию мелкодисперсного материала и связывание его в гранулы, а также связывание гранул между собой и с более

крупными частицами, с одновременным повышением биоактивности массива. Осуществить способ возможно также запахиванием измельченного сапропеля на глубину 4—6 см в количестве 25-30 т/га.

Для повышения эффективности биологической рекультивации, когда на территории расположения техногенных массивов могут появляться высокодисперсные аэрозоли, не поддающиеся эффективному осаждению за счет орошения с добавлением связующего вещества (а в некоторых случаях они могут быть даже взрывоопасными), укреплять поверхности массивов рекомендуется биоактивной пеной на основе сапропеля, способного образовывать цепочки (склеиваться), тем самым изолируя отвалы, подготовляя поверхность к биологическому этапу рекультивации [3].

Для получения пенной смеси применена реакция газообразования на основе алюминиевой пудры, которая реагирует с гидратом окиси кальция в водной среде и выделяет водород:



Основными компонентами биопены являются сапропели, измельченные отходы мукомольной и зерноперерабатывающей промышленности (солома, листья, камыш, кора) и дополнительное связующее карбоксиметилцеллюлоза.

Лабораторные эксперименты показали высокую устойчивость и биоактивность полученной биопены. Опытами установлено, что через 3-4 часа реакция газообразования прекращается и полученная пена приобретает максимальную кратность. Пена полностью высыхает в течение 30-45 дней. На поверхности наблюдается плотная корка, которая не разрушается в процессе полива и последующего иссушения, обеспечивая

защиту поверхности почвы от пыления и разрушения вследствие осадков. Можно выделить три слоя образованной биопены: нижний — состоит из избытков воды и клея, проникающих в поверхностный слой пылящего отвала, закрепляя его, верхний — сам слой биопродуктивной пены, а между ними — продукт реакции газообразования — кристаллы алюмина-та Торвальдсона, которые дополнитель-но изолируют поверхность отвала. Всходжесть травы, посаженной в пенный слой мощностью до 3 см, в лабораторных ус-ловиях изменяется в пределах 70–100 %.

В качестве альтернативы использо-вания трудоемких операций по соз-данию высокопродуктивных почвен-ных слоев доказана возможность применения вермитехнологии — од-ного из наиболее результативных способов повышения плодородия с помо-щью дождевых червей. Появле-нию и развитию данной технологии спо-собствовали неблагоприятные из-менения в экологии почв, вызванные хозяйственной деятельностью челове-ка и неэффективностью применения определенных методов повышения природного агропотенциала рекуль-тивируемых земель.

Вермитехнология — система орга-низаціонно-технологических меро-приятий по культивированию дожде-вых компостных червей на разных субстратах в конкретных экологиче-ских условиях, обработке и приме-нению копролита и биомассы червей в сельском хозяйстве. Вермикультура — популяция дождевых компостных червей (*vermis* — в переводе с латин-ского — черви) вместе с сопутству-ющими микроорганизмами, низшими грибами, простейшими, насекомыми и некоторыми позвоночными в кон-кретном органическом субстрате. Это прогрессивное и перспективное на-

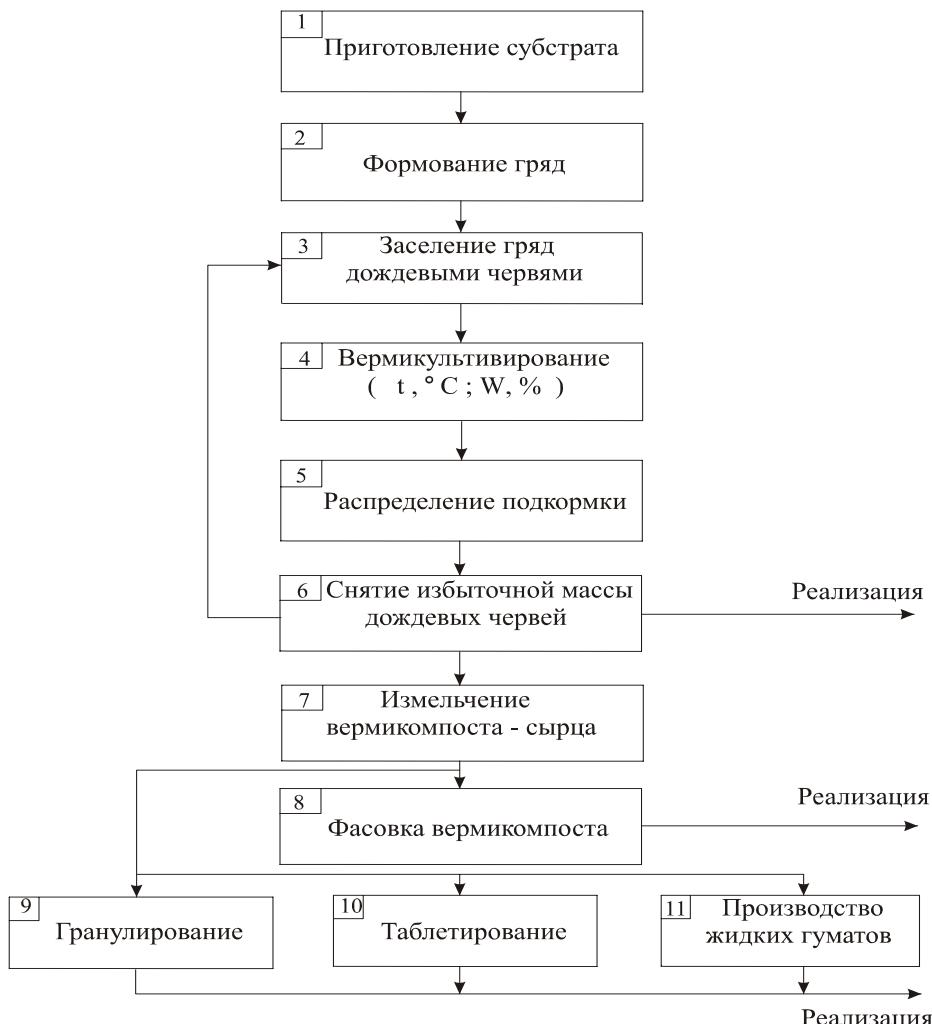


Рис. 1. Технологическая схема производства и переработки вермикомпоста

правление сельскохозяйственного производства XXI века, так как позволяет повышать продуктивность, экологическую устойчивость и саморегулирующую способность агроэкосистем. В мировой литературе её рассматривают как элемент экологически чистого сельскохозяйственного производства [2]. Она имеет два направления:

- вермикультивирование, при котором размножают полезных животных — дождевых компостных червей или получают их биомассу;

• вермикомпостирование, главной целью которого является экологически безопасная переработка различных органических отходов и получение массы экскрементов дождевых компостных червей — копролита (синонимы биогумус, вермикомпост) — ценного органического удобрения.

Существуют несколько основных способов вермикомпостирования, применяемых в разных странах. Из анализа существующих способов производства вермикомпоста (грядный,

Таблица 1

Оптимальные параметры вермикомпостирования [2]

Наименование показателя	Значение
Температура воздуха	+ 18...-20°C
Температура субстрата	+ 28...-30°C
Влажность воздуха	50—55 %
Влажность субстрата	60—70 %
pH субстрата	7,3—7,6
соотношение азота N к углероду C	30:1
Срок до заселения червей	7—10 дней

Таблица 2

Основные химические показатели биогумуса

Кислотность (рН) солевой супензии	Aзот общий	Калий общий	Фосфор общий
	% на сухой продукт		
8,06	0,84	1,62	1,41

туннельный, траншейный и др.) можно выделить основные технологические операции данного процесса, общие для различных методов вермикомпостирования. Анализ опыта работы в области вермикультивирования позволяет представить традиционную схему технологического процесса вермикультивирования в следующем виде (рис. 1):

Очень важным моментом при вермикомпостировании является поддержание оптимальных параметров (табл. 1):

В зависимости от геоэкологических условий вермикомпостирование проводят различными способами. В районах с тёплым, мягким климатом червей чаще всего содержат на площадках под открытым небом, с холодным — в помещениях, теплицах, плёночных тоннелях и пр.

В естественных условиях обитания на видовой состав и численность дождевых червей влияет тип почвы. На пастбищах в суглинках, легких суглинистых и супесчаных почвах численность червей была максимальной и составляла до 450 особей/ m^2 . В глинистых почвах значительно меньше (до 230 особей/ m^2), а в кислых — наименьшей (25 особей/ m^2). Такая

особенность должна учитываться и при создании искусственных условий вермикультивирования (особенно при вермитехнологической рекультивации карьеров, отвалов, хвостохранилищ).

Авторами создана система вермитехнологического районирования Российской Федерации, в основе которой лежит анализ агроклиматических условий соответствующих территорий. Территория РФ поделена на три зоны использования вермитехнологии в контексте создания слоя биологически активных пород. В первой, южной, зоне достаточно применять только открытый способ вермитехнологии, т. е. разведение дождевых червей на открытом воздухе в течение всего года. Во второй, средней зоне, ввиду низких зимних температур, применение только открытого способа невозможно. Поэтому в зимний период вермиультивирование предлагается осуществлять в специальных утепленных помещениях. В третьей, северной зоне, применение открытого способа невозможно вообще ввиду постоянной крайне низкой температуры почвы. Поэтому для создания слоя биологически активных пород на этой территории рекомендуется применение иных способов, например, сапропеля.

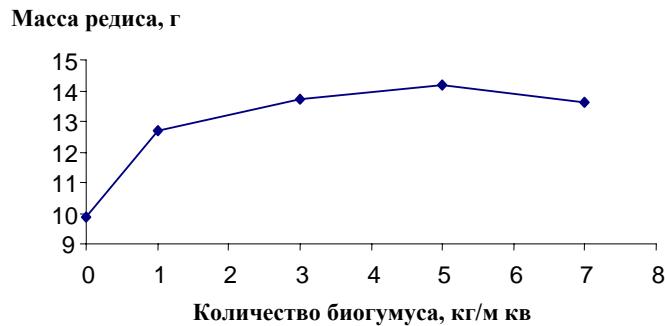


Рис. 2. Зависимость массы корнеплода редиса от количества биогумуса

Вторым вариантом вермитехнологического повышения плодородия рекультивируемых земель является закрытый способ вермикомпостирования, когда главной целью является получение готового биогумуса, который затем вносится в почву и перемешивается. Поэтому другим направлением по определению биоэффективности вермитехнологии послужила серия опытов, целью которых было получение биогумуса с наибольшей продуктивностью. В результате был получен вариант биогумуса, имеющий следующие химические характеристики (табл. 2):

Полученный биогумус в различных концентрациях был апробирован на редисе сорта «Жара».

Проведенные опыты указывают на положительное влияние биогумуса на урожайность редиса. К примеру, во всех вариантах с биогумусом наблюдалось значительное увеличение массы редиса по сравнению с контролем

(рис. 2).

Из графика видно, что наибольшая масса корнеплодов была у растений на 4 участке (5 кг/м² биогумуса). Их масса составила 14,16 г, что на 43,5 % больше чем у контрольных растений. Немного меньше эта величина у растений на участках 2, 3 и 5 – 12,69 г (128,6 %), 13,72 г (139 %) и 13,6 (137,8 %) соответственно. Внесение биогумуса привело также к увеличению диаметра корнеплодов редиса (табл. 3). У растений на 4 участке он был наибольшим – 30,13 г (117,7 %). На остальных опытных участках диаметр корнеплодов был также больше по сравнению с контролем.

Эффект биогумуса и червей в процессе почвообразования хорошо виден из опыта американских учёных. На открытых разработках угля в штате Огайо (США) ежегодно образуется 4000 га отвалов. Из них 40 % было облесено лиственными породами деревьев. Но разложение листо-

Таблица 3

Влияние биогумуса на диаметр корнеплодов редиса

Вариант	1	2	3	4	5
Количество биогумуса, кг/м ²	0	1	3	5	7
Диаметр редиса, мм	25,59	28,02	29,42	30,13	29,08
% к контролю	100	109,5	115	117,7	113,6

вого опада оказалось затруднено из-за отсутствия в почве дождевых червей. Ученые решили искусственно заселить ими участок этих площадей. Было выпущено лишь по 10 особей на каждый квадратный метр. Через пять лет растения на этом участке заметно отличались своей пышностью и здоровьем, в почве данного участка появился гумус в расчете до 16,7 т/га [2].

Еще в начале XX столетия великий ученый В. В. Докучаев сказал, что

почва – главное богатство российского народа. Поэтому повышение плодородия рекультивируемых земель – задача, имеющая государственное значение. Активное внедрение новых способов повышения плодородия позволяет системно решать проблемы эрозии почвы, излишней ее химизации. Нашиими исследованиями доказано, что применение сапропеля, экологически чистых биоактивных плен и вермитехнологии способно решать данные проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. СПб.: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), 2006. 208 с.
2. Игонин А.М. Дождевые черви: как повысить плодородие почв в десятки раз,

используя дождевого червя-«старателя». Ковров: «Маштекс». 2002. 192 с.

3. Шувалов Ю.В., Смирнов Ю.Д. Искусственная почва / Патент № 2277326 РФ. Приоритет от 11.01.2005 . Бюл. изобр. № 6, 2006. ГИАБ

Коротко об авторах

Шувалов Ю.В. — доктор технических наук, профессор, декан Горного факультета, заведующий кафедрой «Безопасность производства и разрушения горных пород» Санкт-Петербургского государственного горного института (технический университет) имени Г. В. Плеханова, e-mail: shuvalov@spmi.ru;

Бульбашев А.П. — кандидат технических наук, директор Афанасьевского карьера цементного сырья филиала ОАО «Лафарж цемент»;

Смирнов Ю.Д. — аспирант Санкт-Петербургского государственного горного института (технический университет) имени Г. В. Плеханова, e-mail: qwerik@list.ru;

Ковшов С.В. — аспирант Санкт-Петербургского государственного горного института (технический университет) имени Г. В. Плеханова, e-mail: kovshovsv@mail.ru.