

УДК 631.8

БИОТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОЧВ*Р.Р. Салеев, Л.Ю. Кошкина, А.А. Кузнецова**ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*

В работе исследуется влияние гуминовых препаратов на постпирогенные почвы. Гуминовые вещества составляют самую большую часть органического вещества почвы (около 60%) и считаются ключевым компонентом наземной экосистемы, ответственным за многие сложные химические реакции в почве. Изучена возможность восстановления постпирогенной почвы биотехнологическими способами, а именно, с использованием гуминовых препаратов. Выполнен агрохимический анализ постпирогенной почвы, проведен тест на рост и развитие проростков в постпирогенной почве с внесением гуминовых препаратов, выполнен анализ.

Ключевые слова: постпирогенные почвы, гуминовые препараты, агрохимический анализ, биотестирование

POST-PYROGENIC SOIL REMEDIATION BIOTECHNOLOGY*R.R. Saleev, L.Yu. Koshkina, A.A. Kuznetsova**Kazan National Research Technological University*

The work examines the effect of humic drugs on post-pyrogenic soils. Humic substances make up the largest portion of soil organic matter (about 60%) and are considered a key component of the terrestrial ecosystem responsible for many complex chemical reactions in the soil. The possibility of restoring post-pyrogenic soil by biotechnological methods, namely, the use of humic drugs, has been studied. An agrochemical analysis of post-pyrogenic soil was performed, a test for the growth and development of seedlings in post-pyrogenic soil with the introduction of humic preparations was carried out, an analysis was performed.

Keywords: post-pyrogenic soils, humic preparations, agrochemical analysis, biotesting

Для скорейшего восстановления почвы после пожаров существуют различные способы, которые основаны на восстановлении её физико-химических показателей, на насыщении питательными веществами. К традиционным можно отнести следующие: пересыпание опилками, внесение минеральных удобрений, использование навоза, перегноя, укрывание ветками хвойных пород, которые быстро укореняются в постпирогенной почве, добавление сидератов. В Средней полосе России наиболее популярными сидератами, восстановителями питательных свойств почвы являются: горох, ледвенец, люцерна, донник, клевер, горчица, люпин, рапс, овес и т.д. [1,2].

В ряде работ отмечается, что «...обработка постпирогенных почв комплексным удобрением на основе гуминовых кислот выполняет стресс-протекторную роль не только для растений, но и для микробного сообщества корнеобитаемого слоя почвы, что может иметь значение для восстановления почвенного плодородия» [3, 4].

Цель работы изучить возможность восстановления постпирогенной почвы биотехнологическими способами, а именно, внесением гуминовых препаратов. Для этого: выполнить агрохимический анализ постпирогенной почвы, провести тест на рост и развитие проростков в постпирогенной почве с внесением гуминовых препаратов, провести анализ.

Место отбора почвы после пирогенного воздействия (пожара): Республика Татарстан, Нижнекамский район, близ с. Афанасово. Дата проведения анализа: 05.06.2023 г. Тип пробы: почва, относящаяся к дерново-подзолистым почвам, постпирогенная.

В соответствии с действующими нормативными актами в области анализа почвы и методов отбора проб, образцы могут отбираться методом «конверта», либо методом «сетки». Отбор проб произведен в соответствии с: ПНД Ф 12.1:2:2.2:2.3:3.2-03, ГОСТ 17.4.02-2017, ГОСТ 17.4.3.01-2017.

Цель агрохимических исследований — выполнение комплекса анализов, проводимых для определения степени обеспеченности почвы основными элементами минерального питания (в частности, подвижных соединений азота, фосфора и калия), определения механического состава почвы, водородного показателя и степени насыщения органическим веществом, т.е. тех элементов, которые определяют ее плодородие [5].

Таблица 1

Результаты агрохимического анализа почвы

№ п/п	Определяемые показатели, единицы измерения	Результаты анализа, $C \pm \Delta$, $P=0,95$, $n=2$	Уровень содержания
1	pH солевой вытяжки, ед. pH	6,7	нейтральная
2	Азот нитратный, мг/кг	17,8	средний
3	Азот аммонийный, мг/кг	9,2	очень низкий
4	Общий фосфор, мг/кг	20,6	очень низкий
5	Калий, мг/кг	34,7	низкий
6	Кальций, мг/кг	27,4	средний
7	Магний, мг/кг	7,9	низкий
8	Органическое вещество, %	1,5	очень низкий

Пояснения к табл. 1.

При pH до 4,5 кислотность сильная, pH 4,6-5 — средняя, pH 5,1-5,5 — слабая, pH 5,6-6,0 — реакция, близкая к нейтральной, >6,0 — нейтральная.

Концентрации азота нитратного и азота аммонийного в почвах исчисляются сравнимыми величинами одного порядка.

Содержание азота нитратного в почвенных образцах показало невысокое значение равное 17,8 мг/кг, что не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК) величины нитратного азота в почве 130 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06), рекомендуемое содержание азота аммонийного 30–45 мг/кг.

Регламентирующих документов по оценке загрязнения почв калия и фосфора не существует. Общий фосфор в почве рекомендуемый $\leq 27,2$ мг/кг.

Магний считается полифункциональным элементом питания растений, является структурообразующим агентом, играет важную функциональную роль для ферментов. Норма в пределах от 12 до 48 мг/л. Избыток магния может повлиять на растения при преобладании содержания магния над содержанием кальция, т. е. когда соотношение [магний : кальций] > 1.

Кальций поступает в растения в течение всего периода вегетации. При наличии в растворе нитратного азота проникновение его в растения усиливается, а в присутствии аммиачного азота — снижается. Содержание кальция определяется типом почвы. Содержание кальция в почве (в % сухого вещества): на подзолистых почвах - 0,73; на серых лесных - 0,90; на черноземах - 1,44; на сероземах - 6,04. Чем выше уровень pH, тем больше в почве доступного для растений кальция.

Характеризуя элементарный состав органического вещества почв, обычно определяют общее содержание углерода. В зависимости от количества углерода органического вещества рассчитывается содержание гумуса, поскольку в почвах нет надежных методов

непосредственного определения гумуса. Полученные данные указывают на низкое содержание органического вещества в пробе постпирогенной почвы.

В табл. 2 приведены оценки почв по различным показателям.

Таблица 2

Оценка потенциального плодородия почв по содержанию гумуса и доступных для растений фосфора, калия и азота

Уровень содержания	Подвижный фосфор P ₂ O ₅ , млн ⁻¹	Обменный калий K ₂ O, млн ⁻¹	Нитратный азот N - NO ₃ , млн ⁻¹	Аммонийный азот N-NH ³⁺ , N-NH ₄ , млн ⁻¹	Содержание гумуса (С орг*1,724), % от массы почвы
Очень высокий	Более 250	Более 250	–	–	Более 10
Высокий	250–150	250–170	> 20	> 40	6–10
Повышенный	150–100	170–120	–	–	–
Средний	100–50	120–80	15–20	20–40	4–6
Низкий	50–25	80–40	10–15	10–20	2–4
Очень низкий	< 25	< 7	< 10	< 10	< 2

Как видно из полученных результатов (табл. 1, 2) многие показатели агрохимического анализа имеют низкие значения.

Дальнейшим этапом работы является проведение теста по ГОСТ 33061-2014 с целью оценки влияния гуминовых препаратов на постпирогенную почву.

Для эксперимента были выбраны два удобрения с гуминовыми препаратами в составе.

Гумин 1 (Гуми-Оми) – органоминеральное удобрение на основе ферментированного куриного помета, сбалансированное по органическим, минеральным, гумусным веществам и микроэлементам. Класс опасности – IV (малоопасное вещество).

Состав (%): азот – 3,0, фосфор – 7,0, калий – 6,0; микроэлементы: бор – 100-300 мг/кг, медь – 100-300 мг/кг; эликсир плодородия Гуми – 0,6, ферментированная органика – 20.

Гумин 2 (Гумат+7 Йод) – удобрение на основе гуминовых кислот с микроэлементами для предпосевной обработки и подкормки растений. Улучшает структуру и повышает плодородие почвы. Класс опасности – IV.

Состав (%): гуминовые кислоты – 37; азот – 1,5; калий – 5; бор – 0,2; железо – 0,4; кобальт – 0,02; марганец – 0,17; медь – 0,2; молибден – 0,018; цинк – 0,2; йод – 0,005.

Оценить степень влияния гуминовых препаратов на растения-биоиндикаторы в почве контрольной и постпирогенной. Для этого:

1. выбрать растение-биоиндикатор на основе анализа источников информации [6-8];
2. провести биотестирование [9];
3. оценить эффект использования гуминовых препаратов на выбранные растения-биоиндикаторы.

В эксперименте использовался ячмень яровой Вереск (*Hordeum vulgare L.*), один из видов ячменя, который отличается своей способностью расти на бедных почвах и в условиях низких температур.

Результаты изучения влияния гуминовых препаратов на рост растений-биоиндикаторов представлены на рис.1, рис. 2, рис. 3, рис. 4.

Наибольший прирост биомассы тестового растения отмечен под воздействием Гуми-Оми, если сравнивать одновременно результаты контрольной почвы и пирогена (рис. 1, рис. 2).

Как видно из рис. 3 наилучший результат контрольного образца в контрольной почве по длине ростка у ячменя под воздействием Гуми-Оми, а корневого ростка – под воздействием Гумат+7 йод.

В случае постпирогенной почвы, лучший результат показали ростки под воздействием Гуми-Оми, что наблюдается на рис. 4. Однако корневая система в случаях с использованием гуминовых препаратов развита хуже по сравнению с контрольной группой.

Проведенный согласно ГОСТ 33061-2014 тест выявил следующее: в контрольной почве наибольший прирост биомассы ячменя был замечен при использовании препарата Гуми-Оми по сравнению с препаратом Гумат+7 Йод. В то же время у ячменя в постпирогенной почве использование гуминовых препаратов также показало положительные результаты.

Чтобы понять и использовать здоровье почвы в качестве инструмента для обеспечения устойчивости, необходимо использовать физические, химические и биологические свойства, чтобы проверить, какие из них реагируют на использование и управление почвой в желаемых временных рамках. Малые дозы применения, невысокая цена, совмещение обработок определяют высокую экономическую эффективность гуминовых препаратов препарата [5].

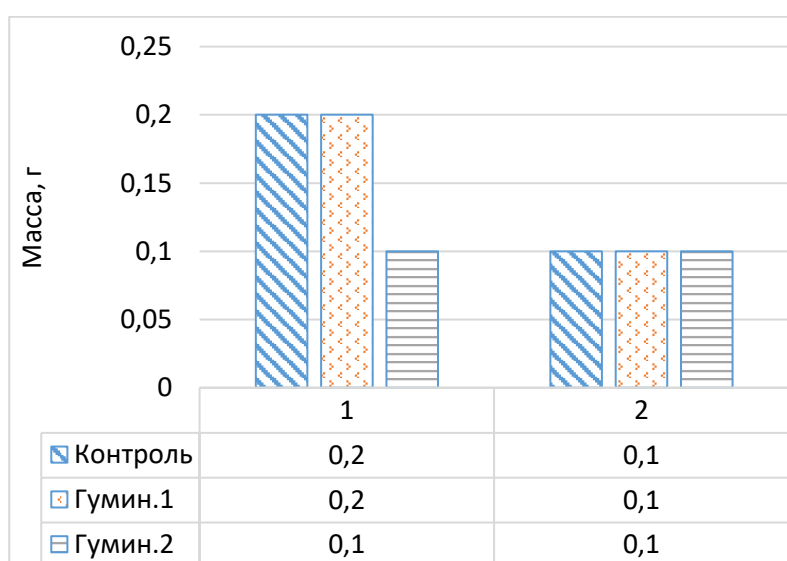


Рисунок 1. Биомасса растений в контрольной почве после обработки гуминовыми препаратами

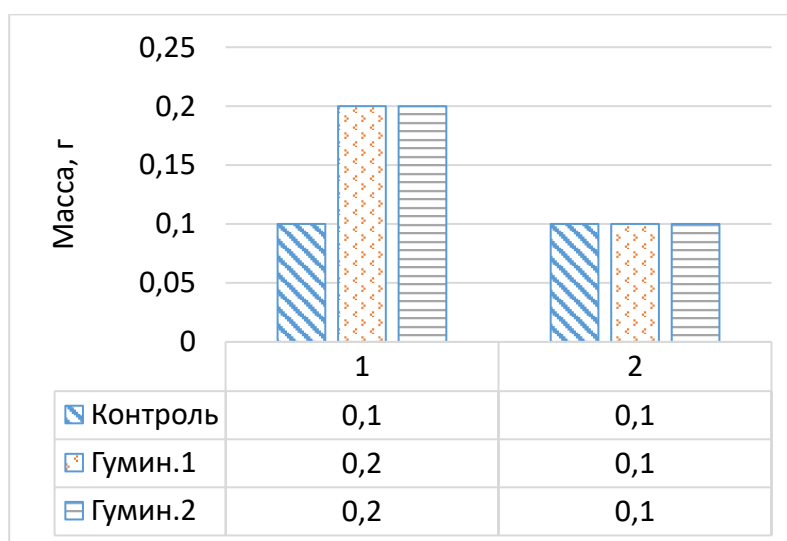


Рисунок 2. Биомасса растений в постпирогенной почве после обработки гуминовыми препаратами

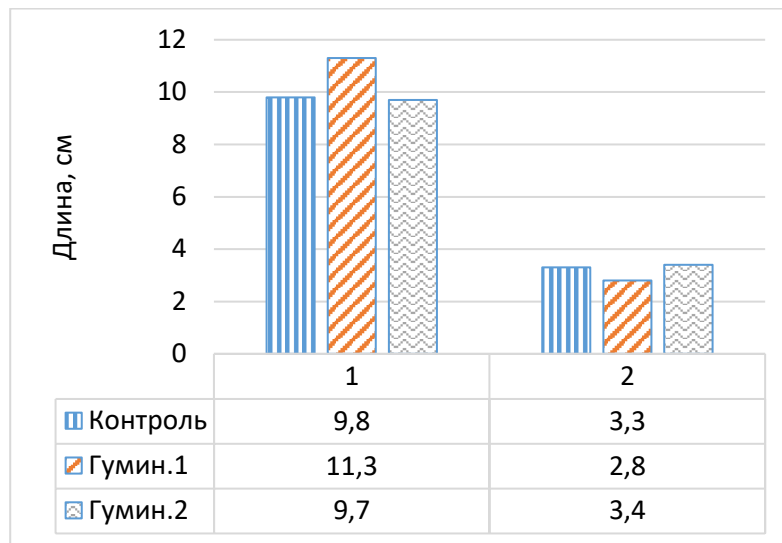


Рисунок 3. Длина стебля и корня проростков тестовых растений в контрольной почве после обработки препаратами

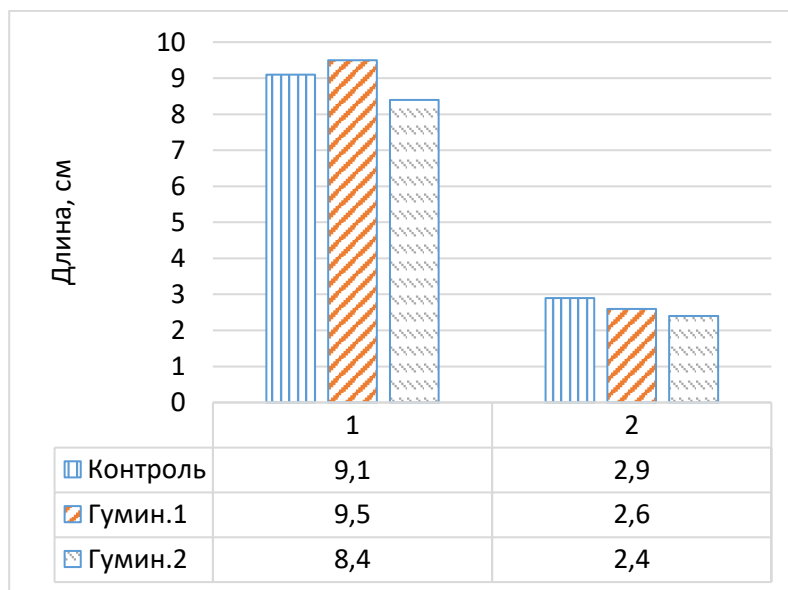


Рисунок 4. Длина стебля и корня проростков тестовых растений в постпирогенной почве после обработки препаратами

Библиографический список

1. Агапов, А.И. Влияние пирогенного фактора на растения: история и современное состояние проблемы // Горизонты цивилизации. – 2019. – № 10. – С.24-31.
2. Пирогенное воздействие на почвенный покров / Кадиханов А. И., Кузнецова А. А., Кошкина Л. Ю. // XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Пищевые технологии и биотехнологии»: материалы конференции – Казань : Изд-во КНИТУ, 2023. – С. 735-739.
3. Максимова Е.Ю., Абакумов Е.В. Оценка применения гуминовых препаратов в качестве мелиорантов для рекультивации деградированных постпирогенных почв // Агрехимический вестник, № 1 – 2018. – С. 46-51.

4. Горвая А.И., Редько Е.С., Скворцова Т.В. Обоснование применения торфяных препаратов для целей экологизации сельскохозяйственного производства // Торфяная промышленность. 1992. № 2. С. 29–30.
5. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.Н. Воробьева. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
6. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для вузов / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапульцевой. // 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 288 с.
7. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений: учебное пособие. // СПб, Издательство С.-Петербургского университета, 2017. – 300 с.
8. Методы биоиндикации: учебно-методическое пособие / М.Н. Мукминов, Э.А. Шуралев. // Казань: Казанский университет, 2011. – 48 с.
9. Биотестирование в рациональном и ресурсосберегающем выборе противогололедных реагентов / Козлова Е.А., Кошкина Л.Ю. // В сборнике: Региональная экология: актуальные вопросы теории и практики. – Чебоксары, 2022. – С. 55-58.