

УДК 633.2 : 631.43
EDN JYRFSD
DOI 10.71453/3034-4174-2025-4-35



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ ГРУНТОВ ОТВАЛА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Витязь Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры¹

Ракина Мария Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры¹

Ротькина Екатерина Борисовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты определения пригодности грунтов, входящих в состав вскрышных пород отвалов, расположенных на территории Кемеровской области – Кузбасса, для выращивания многолетних злаковых и бобовых культур. В качестве объектов исследования в лабораторном опыте были использованы образцы грунта, взятые в местах нарушенного ландшафта внешнего отвала вскрышных пород угольного предприятия. Использовались следующие бобовые и злаковые культуры: *Melilotus albus* Medik., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* L. Оценка пригодности грунтов и почвообразующих пород для дальнейшего использования в процессе рекультивации закрытой части отработанного карьера производилась на основании исследований их физико-механических и химических свойств.

Установлено, что по физико-химическим свойствам и гранулометрическому составу исследуемые грунты пригодны для использования их в качестве потенциально-плодородного слоя почвы при проведении работ по рекультивации нарушенных территорий (рекреационного, санитарно-гигиенического и реставрационно-ландшафтного направлений) и выращиванию многолетних травянистых растений после проведения соответствующих агротехнических мероприятий

(внесение стартовых минеральных удобрений). Лабораторный опыт показал, что внесение минеральных и органических удобрений положительно отразилось на росте и развитии растений. Лучшие результаты в лабораторном опыте были получены на варианте с использованием в качестве стартового удобрения аммиачной селитры на травосмеси из овсяницы, мятлика, тимофеевки и донника в процентном соотношении 20 : 20 : 20 : 40 %. В перспективах авторы для дальнейшего изучения возможности использования грунтов породного отвала в качестве рекультивационного слоя ставят задачу продолжить исследования в полевых условиях.

Ключевые слова: грунты, многолетние травы, рекультивация, всхожесть, энергия прорастания семян, физико-химические свойства почв, агрегатное состояние грунтов.

DETERMINING THE SUITABILITY OF OVERBURDEN ROCK DUMPS SOILS FOR CULTIVATING PERENNIAL GRASSES

Vityaz Svetlana N., candidate of biological sciences, associate professor, head of the department of landscape architecture¹

Rakina Maria S., candidate of biological sciences, Associate Professor of the Landscape Architecture Department¹

Rotkina Ekaterina B., candidate of biological sciences, Associate Professor of the Landscape Architecture Department¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

Abstract. This article presents the results of a study evaluating the suitability of soils comprising waste rock from waste dumps located in the Kemerovo Region-Kuzbass region for growing perennial cereals and legumes. Soil samples collected from the disturbed landscape of a coal mine's external waste rock dump were used in a laboratory experiment. The following legumes and cereals were used: *Melilotus albus* Medik., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L., and *Poa pratensis* L. The suitability of the soils and parent materials for further use in the reclamation of the closed section of the abandoned quarry was assessed based on studies of their physical, mechanical, and chemical properties.

It was established that the physicochemical properties and particle size distribution of the studied soils make them suitable for use as a potentially fertile

soil layer during reclamation of disturbed areas (recreational, sanitary and hygienic, and restoration-landscape projects) and for growing perennial herbaceous plants after appropriate agricultural practices (application of starter mineral fertilizers). Laboratory testing showed that the application of mineral and organic fertilizers had a positive effect on plant growth and development. The best results in the laboratory experiment were obtained with the use of ammonium nitrate as a starter fertilizer on a grass mixture of fescue, bluegrass, timothy, and sweet clover in a ratio of 20%:20%:20%:40%. Further field research is necessary to further explore the feasibility of using waste rock waste soils as a reclamation layer.

Keywords: soils, perennial grasses, reclamation, germination, seed germination energy, physical and chemical properties of soils, aggregate state of soils.

Введение

Современная экономика Кемеровской области – Кузбасса ориентирована на использование природных ресурсов, что влечет за собой ряд проблем экологической направленности [10]. Значительная часть территории региона находится в межгорной Кузнецкой котловине, имеющей неоднородный и сложный рельеф [1]. Исторически сложилось, что большинство населения области проживает именно в этой части региона, здесь же сосредоточено основное количество угледобывающих предприятий. В совокупности все эти факторы приводят к тому, что в большом количестве формируются земли, нарушенные горными разработками, площади отвалов вскрышных пород. Негативному влиянию подвергаются не только земли, имеющие хозяйственное значение, но разрушаются экосистемные связи компонентов и процессы внутри экосистем [13].

Согласно многочисленным исследованиям, сложность восстановления техногенно-нарушенных земель и экосистем объектов горнодобывающей промышленности обусловлена главным образом нарушением и полным снятием почвенно-растительного слоя, который является источником органического вещества, необходимого для почвообразования и самовосстановления среды. Оголенные горизонты почв и пород мало пригодны для формирования растительных сообществ и плодородных слоев почвы [3; 6; 10; 16–19]. Вмешательство человека может ускорить процесс восстановления среды путем создания техноземов при внесении требуемых органических удобрений и других жизненно необходимых добавок.

Недостаток органического вещества в таких грунтах восполняется органическими удобрениями, мелиорантами или почвенными добавками [4; 7; 9; 11; 14; 15].

Почвообразование на рекультивируемых территориях начинается под воздействием микробиоты и растительности в мелкоземе отвальных пород и является начальным процессом образования эмбриозема, подготавливающего субстрат для последующего поселения пионерных видов растений. Этот процесс возможно усилить внесением органических и минеральных удобрений, способствующих увеличению роста фитомассы многолетних трав [12], а также формированием оптимального техногенного рельефа отвалов, способного создать благоприятные условия для устойчивости фитоценоза.

В соответствии с требованиями нормативно-правовых документов (СП 11-102-97), применяемых при проведении инженерно-экологических изысканий на объектах с формирующимися нарушенными землями, необходимо исследовать и проводить оценку потенциального плодородного слоя грунтов, которая в последующем станет основой для проведения биологического этапа рекультивации [28]. Также следует вести поиск новых региональных инновационных решений восстановления нарушенных земель [6].

Материалы и методы

Целью нашего исследования на данном этапе являлось изучение пригодности грунтов отвалов вскрышных пород для выращивания многолетних трав в условиях лабораторного опыта.

В качестве материалов исследования в данной работе были определены образцы грунта, взятые в местах нарушенного ландшафта внешнего отвала вскрышных пород угольного предприятия.

Грунты техногенно-поверхностных образований (ТПО) – это грунты, сформированные в результате техногенных воздействий, которые не являются почвами в «докучаевском» смысле. ТПО – это целенаправленно сконструированные почвоподобные тела или продукты хозяйственной деятельности, состоящие из природного или специфического новообразованного субстрата [2].

Грунты (субстраты) отвалов в своем большинстве малоприспособны для роста и развития растений, т.е. грунты и субстраты отвалов не обладают

основным свойством почв – эффективным плодородием. Одним из наиболее распространенных способов улучшения грунтов (субстратов) является так называемое землевание – нанесение на поверхность отвалов гумусированного слоя почвы или пригодных для выращивания растений грунтов разной мощности. Этот процесс сопряжен с рядом трудностей: недостаточное количество плодородных почв, находящихся вблизи территории отвала; высокая стоимость транспортировки таких почв к месту рекультивации и т.д.

Оценка пригодности грунтов и почвообразующих пород для дальнейшего использования в процессе рекультивации закрытой части отработанного карьера проводилась по результатам выполненных инженерных изысканий в соответствии с требованиями градостроительного, санитарного и природоохранного законодательства при проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации объектов. Оценивались физико-механические и химические свойства грунтов и почвообразующих пород [8].

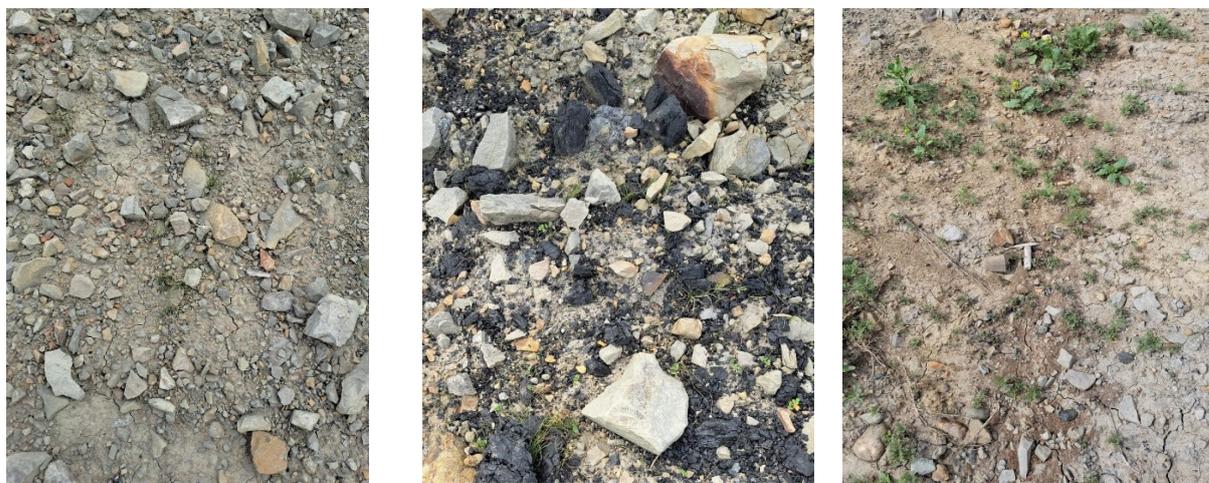


Рис. 1. Грунты породного отвала территории

Определение качественного состава грунтов отвала вскрышных пород и их пригодность для произрастания высших растений осуществлялось по результатам анализа агрохимических, агрофизических и гидрологических показателей: массовая доля гигроскопической влаги, % (ГОСТ 5180-2015) [25]; рН солевой вытяжки, ед. рН (ГОСТ 26483-85) [21]; гидролитическая кислотность, ммоль/100 г (ГОСТ 26212-2021) [27]; массовая доля органического вещества, % (ГОСТ 26213-2021) [28]; массовая доля общего азота, % (ГОСТ 58596-2019) [26]; массовая доля подвижного калия, мг K_2O_5 / кг

(ГОСТ 26204-91) [23]; массовая доля подвижного фосфора, мг P_2O_5 / кг (ГОСТ 26204-91) [23]; гранулометрический состав грунта (ГОСТ 12536-2014) [24].

С целью проверки пригодности грунтов породного отвала был поставлен лабораторный опыт с использованием растений злаковых и бобовых культур. Исследуемые грунты с нарушенных территорий были помещены в емкости по 0,5 л.

Для лабораторного опыта использовались следующие бобовые и злаковые культуры: донник белый (*Melilotus albus Medik.*), овсяница красная (*Festuca rubra L.*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense L.*), мятлик луговой (*Poa pratensis L.*). Растения использовались в виде травосмесей: 1) овсяница – донник – 60 : 40 %; 2) мятлик – донник – 60 : 40 %; 3) тимофеевка – донник – 60 : 40 %; овсяница – мятлик – тимофеевка – донник – 20 : 20 : 20 : 40 %. Перед посевом у всех семян определялся биоэнергетический потенциал, включающий оценку энергии прорастания и лабораторной всхожести в соответствии с ГОСТ 12038-84 [20].

Лабораторный опыт проводился с 12.02.2024 по 12.04.2025 года. Повторность опыта трехкратная. В ходе лабораторного опыта осуществлялся полив емкостей с высевными культурами по мере просыхания грунта. За посевами осуществлялось наблюдение. Ниже представлена схема лабораторного опыта (табл. 1).

Таблица 1

Схема лабораторного опыта по исследованию почвогрунтов нарушенных территорий на предмет пригодности для выращивания многолетних травянистых растений

Состав травосмеси	Вносимые препараты (удобрения)			
	1. Контроль	2. Мочевина	3. Аммиачная селитра	4. Биопрепарат
1. Овсяница – донник (60 : 40 %)	Вариант опыта 1.1	Вариант опыта 1.2	Вариант опыта 1.3	Вариант опыта 1.4
2. Мятлик – донник (60 : 40 %)	Вариант опыта 2.1	Вариант опыта 2.2	Вариант опыта 2.3	Вариант опыта 2.4
3. Тимофеевка – донник (60 : 40 %)	Вариант опыта 3.1	Вариант опыта 3.2	Вариант опыта 3.3	Вариант опыта 3.4
4. Овсяница – мятлик – тимофеевка – донник (20 : 20 : 20 : 40 %)	Вариант опыта 4.1	Вариант опыта 4.2	Вариант опыта 4.3	Вариант опыта 4.4

Для удобрения почвы использовались мочевины и селитры (производитель АО «Фертика»). Как альтернатива минеральным азотным удобрениям использовались «Биоторфин-Б» (Т) и «Гумариз-Т» (производитель ООО «Биофабрика», г. Кузнецк, Пензенская область).

Мочевина (карбамид) – это гранулированное удобрение, в котором содержится 46% азота. Это самое концентрированное азотное удобрение, вносимое под садово-огородные культуры. Попадая в почву, мочевина вступает в реакцию с содержащимися в земле ферментами и бактериями. В течение первых двух-трех дней происходит химическая реакция, которая преобразует карбамид в углекислый аммоний. При контакте с воздухом последний трансформируется в газообразный аммиак. Если почва щелочная или с нейтральной реакцией, то потери могут быть значительными. Поэтому при применении мочевины в качестве удобрения необходима ее заделка в почву на глубину 7–8 см. Азот из мочевины растения усваивают медленно, что объясняет более долгий питательный эффект. При внесении мочевины общая кислотность почвы не меняется. В связи с чем на закисленных почвах, а также для культур, не терпящих кислую среду, подходит лишь мочевина.

Аммиачная селитра (NH_4NO_3) – наиболее распространенное азотное удобрение. Оно содержит 34,4 % N (нитратный и аммонийный азот – 1 : 1) и предназначено для основного внесения, а также для корневых и листовых подкормок. Аммиачную селитру можно использовать в качестве основного и предпосевного удобрения, а также как подкормку. При внесении селитры повышает общую кислотность почвы. Эффективность обработки селитрой чем, чем при обработке мочевиной, потому что в селитре содержатся две разные формы азота: нитратная и аммиачная, о чем уже упоминалось. Норма внесения аммиачной селитры – 30 г на 1 м².

«Биоторфин-Б» (Т) производителя ООО «Биофабрика», г. Кузнецк, Пензенская область – торфяная форма, инокулянт для бобовых культур на основе *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*, для обработки семян бобовых и зернобобовых культур. Улучшает азотное питание растений (бобово-ризобиальный симбиоз), стимулирует их рост и развитие. Может заменить от 30 до 150 кг минерального азота. Используется при выращивании чечевицы, донника, эспарцета, фасоли, люпина, нута, лядвенца, гороха, клевера, вики, люцерны. Норма расхода 0,4–0,6 кг (л)/га (на гектарную норму семян).

«Гумариз-Т» того же производителя – торфяная форма, инокулянт для бобовых и зернобобовых культур с добавлением гуматов и микроэлементов, улучшает азотное и минеральное питание бобовых и зернобобовых культур, способствует накоплению биологического азота в почве, применяется как альтернатива минеральным азотным удобрениям, повышает количество и качество урожая, используется для обработки семян и в период вегетации.

Препарат рекомендуется при выращивании чечевицы, донника, эспарцета, фасоли, люпина, нута, лядвенца, гороха, клевера, вики, люцерны. Норма расхода 0,4–0,5 кг(л)/га (на гектарную норму семян).

Результаты

Согласно результатам агрохимического и агрофизического анализа, исследуемые грунты характеризуются слабощелочной средой, отличаются средним и повышенным уровнем обеспеченности органическим веществом, низким и средним уровнем обеспеченности подвижным калием и низким уровнем обеспеченности подвижным фосфором и общим азотом (табл. 2). Содержание органического вещества (углистые частицы) составляет 12–13%.

Таблица 2

Результаты исследований грунтов

Наименование показателя	Среднее значение	Характеристика
Массовая доля гигроскопической влаги, %	3,36±0,29	Низкая водоудерживающая способность
pH солевой вытяжки, ед. pH	7,52±0,10	Слабощелочная среда
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	0,26±0,03	Нейтральная среда
Массовая доля органического вещества, %	12,56±0,51	Высокое содержание
Массовая доля общего азота, %	0,07±0,02	Дефицит
Массовая доля подвижного калия, мг K ₂ O /кг	114,36±10,58	Средний уровень обеспеченности
Массовая доля подвижного фосфора, мг P ₂ O ₅ /кг	38,72±5,55	Дефицит

В.И. Уфимцев с соавторами (2017) определили, что глубинные горные породы, поднимаемые на поверхность при добыче угля, – песчаники, алевролиты и аргиллиты – несут в себе следы плодородия былых древних

экосистем, однако содержание доступных форм основных элементов питания растений – фосфора и калия – очень низкое, практически отсутствует азот [5]. Исследуемые грунты характеризуются также низкой водоудерживающей способностью.

Согласно данным анализа агрегатного состояния грунтов (табл. 3), исследуемые грунты отличаются высокой каменистостью и низким содержанием мелкозема (частиц размером менее 1 мм). Отсюда – низкая водоудерживающая способность. Сочетание олиготрофности и ксероморфности создает совершенно особые, по сравнению с естественными ландшафтами, условия произрастания растений, что необходимо учитывать при подборе состава травянистых растений, используемых для биологической рекультивации.

Таблица 3

Агрегатный состав грунтов исследуемых проб

Наименование образца	Агрегаты			Примечание
	более 300 мм, %	0,25–10 мм, %	менее 0,1 мм, %	
Проба 1	3,20	96,04	0,76	Необходимо проведение агротехнических мероприятий
Проба 2	3,87	95,89	0,24	
Проба 3	4,52	94,21	1,27	
Проба 4	5,45	94,00	0,55	
Проба 5	2,15	97,69	0,16	

Таким образом, изучение грунтов территории отвала для оценки их рекультивационного потенциала и дальнейшей разработки методов биологической рекультивации показало, что на исследуемой территории типы техногенного рельефа представлены собственно отвалами пустых пород и создаются жесткие (олиготрофные) экологические условия, а с учетом климатических характеристик это позволяет утверждать, что территория достаточно сложна для проведения работ по восстановлению растительности. С другой стороны, по химическому составу исследуемые грунты породного отвала, согласно классификации вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель, относятся к пригодным плодородным породам [22] и, следовательно, могут использоваться в качестве потенциально плодородного слоя почвы для проведения работ по рекреационному, санитарно-гигиеническому и реставрационно-ландшафтному направлениям биологической рекультивации. Однако для

корректировки жестких олиготрофных экологических условий необходимо внесение в данные грунты органических и азотно-калийно-фосфорных удобрений.

Для определения биоэнергетического потенциала качества посадочного материала необходима проверка на предмет всхожести и энергии прорастания семян. Данные показатели характеризуют способность семян давать в полевых условиях дружные и ровные всходы, а значит, хорошую выровненность и выживаемость растений. Результаты изучения биоэнергетического потенциала используемых в лабораторном опыте семян изучаемых культур представлены в таблице 4.

Таблица 4

Биоэнергетический потенциал посевного материала

Посевной материал	Сроки определения показателя, сутки		Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
	энергии прорастания	лабораторной всхожести		
Тимофеевка луговая	4	8	67,2±1,2	84,4±3,1
Клевер луговой	3	7	65,6±8,1	83,7±2,2
Ежа сборная	7	14	58,8±3,2	76,5±1,9
Люцерна посевная (синяя)	4	7	61,3±2,5	86,6±2,4
Костер (кострец) безостый	4	10	62,3±2,7	82,5±2,5
Донник белый	4	10	66,8±3,2	85,2±2,1
Мятлик луговой	7	21	64,2±3,1	73,5±2,2
Овсяница красная	7	14	67,8±2,2	76,6±1,8

Результаты анализа по потенциалу показали, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян у изучаемых культур варьировалась в пределах 58,8–67,8% и 76,5–86,6% соответственно. Лучшая лабораторная всхожесть семян была отмечена у люцерны посевной, наименьшая – у ежи сборной. Полученные результаты свидетельствуют, что посевной материал характеризуется высоким биоэнергетическим потенциалом.

Вариант 1.1	Вариант 1.2	Вариант 1.3	Вариант 1.4
			
Вариант 2.1	Вариант 2.2	Вариант 2.3	Вариант 2.4
			
Вариант 3.1	Вариант 3.2	Вариант 3.3	Вариант 3.4
			
Вариант 4.1	Вариант 4.2	Вариант 4.3	Вариант 4.4
			

Рис. 2. Фотофиксация результатов лабораторного опыта

В ходе лабораторного опыта первые всходы были обнаружены на 3–4-е сутки. Первыми во всех вариантах опыта проклюнулись семена донника белого, в вариантах 3.1–3.4 – семена тимофеевки луговой. Однако по мере появления всходов и роста злаковых культур наблюдалось угнетение растений донника белого.

В результате к завершению опыта единичные экземпляры донника белого были зафиксированы в вариантах 2.2; 2.4 и 3.4. В остальных вариантах все растения донника белого погибли. Полученные результаты можно объяснить тем, что между растениями наблюдается высокая конкуренция за питательные вещества, поскольку площадь питания ограничена емкостью. В то же время злаки, в отличие от бобовых культур (к которым относится донник белый), образуют мочковатую корневую систему, что позволяет им увеличивать площадь всасывающей поверхности и тем самым получать конкурентные преимущества.

Растения были извлечены из емкостей 21.03.2024 года, после чего проведены замеры их наземной вегетативной части и изучено состояния корневой системы. В ходе изучения особенностей формирования корневой системы было установлено, что во всех вариантах опыта злаковые растения сформировали обильно ветвящуюся корневую систему, прочно связанную и пронизывающую весь объем грунта (рис. 2).

Таблица 5

Биометрические показатели наземной части растений, см

Состав травосмеси в процентном соотношении	Вносимые препараты			
	Контроль (без препарата)	Мочевина	Аммиачная селитра	Биопрепарат
Овсяница – донник 60 : 40 %	Вариант 1.1	Вариант 1.2	Вариант 1.3	Вариант 1.4
	16,67±2,25	19,23±3,55	18,95±4,95	20,72±3,6
Мятлик – донник 60 : 40%	Вариант 2.1	Вариант 2.2	Вариант 2.3	Вариант 2.4
	8,17±1,6	9,62±2,45	15,82±4,9	13,93±2,3
Тимофеевка – донник 60 : 40%	Вариант 3.1	Вариант 3.2	Вариант 3.3	Вариант 3.4
	15,50±5,6	15,42±4,25	12,82±2,1	14,68±4,85
Овсяница – мятлик – тимофеевка – донник 20 : 20 : 20 : 40%	Вариант 4.1	Вариант 4.2	Вариант 4.3	Вариант 4.4
	17,33±5,95	18,97±5,62	23,98±3,90	22,13±5,60

Изучение морфометрических данных наземной вегетативной части показало, что на контроле лучшие результаты были отмечены в варианте травосмеси «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» в соотношении 20 : 20 : 40%, где длина побегов (или надземной части) составила 17,33 см.

Травосмесь «овсяница – донник», соотношение – 60 : 40 %, также имела высокий показатель – 16,67 см. Наименьшими побегами отличались растения варианта травосмеси «мятлик – донник» в соотношении 60 : 40% – 8,17 см, также в данном варианте была отмечена гибель части растений (одна повторность) (табл. 5).

При внесении препаратов наблюдалась аналогичная тенденция: длина побегов у растений варианта с травосмесью «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» была самой большой, при этом с аммиачной селитрой опытные растения показали максимальный (с учетом всех вариантов опыта) прирост – 23,98 см. На 1,85 см ниже этот показатель был при внесении биопрепарата – 22,13 см.

При внесении мочевины вариант с травосмесью «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» имел схожий показатель с вариантом «овсяница – донник», соотношение – 60 : 40%, – 18,97 и 19,23 см соответственно. Самый низкий показатель наблюдался в варианте «мятлик – донник», соотношение – 60 : 40%, – 9,62 см.

При внесении аммиачной селитры лучшие результаты были получены на вариантах с травосмесью «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» и «овсяница – донник», где длина побегов составила 23,98 и 18,95 см соответственно. Минимальный прирост побегов был отмечен в варианте с травосмесью «тимофеевка – донник», соотношение – 60 : 40%», – 12,82 см.

При внесении биопрепарата лучшие результаты показали варианты «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» и «овсяница – донник», длина побегов – 22,13 см и 20,72 см соответственно. Вариант с травосмесью «мятлик – донник» в соотношении 60 : 40% показал минимальный прирост побегов – 13,93 см, также здесь была отмечена гибель части растений (одна повторность).

Заключение

По результатам исследования и полученным данным по физико-химическим свойствам грунтов территории угольного отвала на предмет пригодности для выращивания многолетних травянистых растений можно

утверждать, что данные грунты потенциально пригодны после проведения соответствующих агротехнических мероприятий (вспашка, внесение стартовых минеральных удобрений) для произрастания растений. Химический состав грунтов, согласно ГОСТам, вполне позволяет проводить рекреационное, санитарно-гигиеническое и реставрационно-ландшафтное направления биологической рекультивации. Однако следует учитывать, что наряду с низким потенциальным плодородием низкая водоудерживающая способность исследуемых грунтов в условиях резко-континентального климата со значительной амплитудой температур и инсоляционной и циркуляционной асимметрией склонов разной экспозиции может создавать дополнительно жесткие экологические условия (недостаток продуктивной влаги, провальная водопроницаемость, контрастный температурный режим на разных элементах рельефа, неравномерность распределения суточного, сезонного, годового тепла и влаги на склонах разной экспозиции) для произрастания растений. В результате чего растительный покров после проведенного биологического этапа рекультивации может длительное время носить островной характер, иметь низкие показатели площади проективного покрытия и заселяться рудеральными видами растений. Процессы эмбриогенеза почв и формирования фитоценоза будут проходить медленнее и в большей степени зависеть от погодных условий.

В ходе лабораторного опыта по пригодности изучаемых грунтов для выращивания многолетних трав лучшие результаты были отмечены на варианте 4 с травосмесью «овсяница – мятлик – тимофеевка – донник» в соотношении 20 : 20 : 20 : 40%. Исследование морфометрических показателей растений показало, что наибольшая длина побегов была сформирована при внесении аммиачной селитры.

Таким образом, далее возможности использования грунтов породного отвала в качестве рекультивационного слоя необходимо исследовать в полевых условиях. В ассортимент высеваемых растений рекомендуется включить все используемые в данном опыте культуры, а в качестве удобрения вносить аммиачную селитру.

Список источников

1. Алябьева, Г. Н., Фахрина, М. В. Природный потенциал Кемеровской области // Фундаментальные исследования. 2007. № 11. С. 41–43.

URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=3675> (дата обращения: 12.12.2025).

2. Артамонова, В. С. Научные подходы к выбору терминов и определений техногенных поверхностных образований // Антропогенная трансформация природной среды. 2016. № 2. С. 31–38.
3. Брагина, П. С., Герасимова, М. И. Техногенные поверхностные образования на отвалах и хвостохранилищах в Кемеровской области: опыт классификации // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. № 89. С. 90–103. DOI 10.19047/0136-1694-2017-89-90-103. EDN ZCMHSP.
4. Коваленко, В.С., Артемьев, В.Б., Опанасенко, П.И. Землесберегающие и землевоспроизводящие технологии на угольных разрезах. Москва : Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2013. 440 с.
5. Уфимцев, В. И., Манаков, Ю. А., Куприянов А. Н. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Фед. иссл. центр угля и углехимии СО РАН ; [под общ. ред. Ю.А. Манакова]. Кемерово : КРЭОО «Ирбис», 2017. 44 с.
6. Остапова, Н. А., Евсеева, И. Н. Биологическая рекультивация верхнего вскрышного уступа на отвалах разреза «Черногорский» // Уголь. 2019. № 6 (1119).
7. Патент № 2478165 С2 Российская Федерация, МПК E21C 41/32. Способ формирования корнеобитаемого слоя поверхности отвалов, образованных открытой разработкой полезных ископаемых для биологической рекультивации : № 2011127273/03 : заявл. 01.07.2011 : опубл. 27.03.2013 / А. Т. Лавриненко, В. А. Андроханов // Бюл. 2013. № 9. 4 с. EDN EOAVNI.
8. Оценка пригодности техногенных грунтов для рекультивации нарушенных территорий / Е. А. Пендюрин, Л. М. Смоленская, В. Г. Рыбин, С. Ю. Рыбина // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2013. № 3. URL: <http://dspace.bstu.ru/jspui/handle/123456789/1038> (дата обращения: 23.11.2025).
9. Петрова, Т. А., Рудзиш, Э. Рекультивация техногенно-нарушенных земель с применением осадков сточных вод в качестве мелиорантов // Записки Горного института. 2021. Т. 251. С. 767–776. DOI: 10.31897/PMI.2021.5.16.
10. Попов, А. А., Хорошилова, Л. С. Влияние негативных факторов на экосистему Кузбасса // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2011. № 1. С. 162–169. EDN NTZZDJ.

11. Роткина, Е.Б., Ракина, М. С. Растительный покров отвально-карьерного ландшафта Караканского хребта // Инновационные технологии в машиностроении : Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции, Юрга, 23–25 мая 2024 года. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2024. С. 143–145. EDN YCAQNK.
12. Первичное почвообразование на естественно зарастающих техногенных ландшафтах отсыпанных горными породами михайловского горно-обогатительного комбината КМА / А. И. Стифеев, О. В. Никитина, В. Н. Недбаев, Н. Н. Трутаева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 48–56.
13. Тимофеева, С. С., Луговцова, Н. Ю. Анализ экологического состояния горнодобывающей отрасли Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). 2017. № 6. С. 350–361. EDN YTSRGZ.
14. Исследование грунтов породного отвала после проведения биологической рекультивации / М. А. Яковченко, О. Б. Константинова, Л. А. Филипович, А. А. Косолапова // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3(11). С. 145–147. EDN TEJBLP.
15. Vityaz, S. N., Rakina, M. S., Yakovchenko M. A. Monitoring the state of the man-made landscape after reclamation // Современные технологии в сфере сельскохозяйственного производства и образования : Мат-лы XV Международ. науч.-практич. конф. на ин. яз. Кемерово, 2024. С. 178–183.
16. Gendler, S. G., Rudakov, M. L., Kuznetsov, V. S. Evaluation Principles of the Dust Influence of Mining Enterprises on the Environment // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. 2019. Vol. 56, Is. 3. P. 62–69. DOI 10.2478/lpts-2019-0020. EDN UJJYIK.
17. Lytaeva, T. A., Isakov A. E. Environmental impact of the stored dust-like zinc and iron containing wastes // Journal of Ecological Engineering. 2017. Vol. 18, Is. 3. P. 37–42. DOI 10.12911/22998993/69355. EDN XMXFOY.
18. Pashkevich, M. A., Petrova, T. A. Technogenic Impact of Sulphide-Containing Wastes Produced by Ore Mining and Processing at the Ozernoe Deposit: Investigation and Forecast // Journal of Ecological Engineering. 2017. Vol. 18, Is. 6. P. 127–133. DOI 10.12911/22998993/76700.
19. Strizhenok, A., Tsvetkov, P. Ecology-Economical Assessment of new Reclamation Method for Currently Working Technogenic Massifs // Journal of Ecological

- Engineering. 2017. Vol. 18, Is. 1. P. 58–64. DOI: 10.12911/22998993/66251.
20. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: межгосударственный стандарт // СПС «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023365> (дата обращения 23.09.2025).
21. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО : государственный стандарт РФ / Министерство сельского хозяйства СССР // СПС «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения 23.09.2025).
22. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации : межгосударственный стандарт : изд. официальное : дата введения 10.11.1986 / Государственный агропромышленный комитет СССР. Москва : Издательство стандартов, 2002. 28 с.
23. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО : государственный стандарт СССР: изд. официальное / Всесоюзное производственно-научное объединение «Союзсельхозхимия». Москва : Издательство стандартов, 1992. 8 с.
24. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное / Открытое акционерное общество «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве» (ОАО «ПНИИС»). Москва : Стандартинформ, 2019. 23 с.
25. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик : межгосударственный стандарт / Технический комитет по стандартизации ТК 465 «Строительство» : дата введения 1.04.2016 / СПС «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200126371> (дата обращения 23.09.2025).
26. ГОСТ 58596-2019. Почвы. Методы определения общего азота : национальный стандарт Российской Федерации: изд. офиц. / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова» (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»). Москва : Стандартинформ, 2019. 8 с.
27. ГОСТ 26212-2021. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО : межгосударственный стандарт : издание официальное / Федеральное государственное бюджетное научное

учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»). Москва : Российский институт стандартизации, 2021. 10 с.

28. ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества: межгосударственный стандарт : изд. официальное / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова» (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»). Москва : Российский институт стандартизации, 2021. 10 с.
29. СП 11-102-97. Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства / Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС), ГО «Росстройизыскания», Научно-производственный центр «Ингеодин», НИИ строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, НПП «ВНИИЯГГ» Министерства природных ресурсов Российской Федерации, ТОО «ЛентИСИЗ» // СПС «КонтурНорматив». URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId> (дата обращения 23.09.2025).