

УДК 630*181.351

DOI: 10.25684/NBG.boolt.131.2019.01

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭМБРИОЗЁМОВ В ПОНИЖЕНИЯХ И СУЛЬФИДНОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ НА ОТВАЛАХ ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Максим Леонидович Новицкий, Юрий Владимирович Плугатарь

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52

E-mail: maxim.novickiy@bk.ru

Было установлено, что за счёт оптимизации поверхности на вершине сульфидсодержащих шахтных отвалов, заключающегося в создании бугристо-западинного мезорельефа ускорился процесс формирования молодой почвы (эмбриозём). Нами дана характеристика и оценка водно-физическим свойствам и водному режиму молодых почв понижений в возрасте 13-14 лет и сульфидной горной породы на шахтных отвалах Западного Донбасса. Выделены наиболее перспективные для целей биологической рекультивации отвалов древесно-кустарниковые растения.

Ключевые слова: *оптимизация рельефа; сульфидная горная порода; молодые почвы понижений (эмбриозёмы); водный режим; водно-физические свойства; Robinia pseudoacacia L.*

Введение

Почва как многофазная система способна поглощать и удерживать воду, которая поступает из атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы и при орошении [11].

Почвенная вода является жизненной основой растений, фауны и микрофлоры почвы. От её содержания зависят интенсивность протекающих биологических, химических и физико-химических процессов, передвижение веществ и формирование почвенного профиля, водно-воздушный, питательный и тепловой режимы, физико-механические свойства как важнейшие показатели плодородия. Почвенная вода оказывает прямое и косвенное влияние на развитие и урожайность растений [10].

О водном режиме сульфидных шахтных отвалов Западного Донбасса известно очень мало. Важным фактором, определяющим темпы зарастания сульфидсодержащих отвалов, являются их водные свойства. Для их улучшения на отвалах была проведена оптимизация ландшафтов, что в значительной мере улучшило эдафические свойства эмбриозёмов [10]. Изменения в понижениях в результате дополнительного делювиального сноса мелкозёма и накопления влаги ускорили процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования, снизили кислотность почвенного раствора. Фитомелиорация таких отвалов и создание на них устойчивых фитоценозов играют важную роль для водообеспеченности эдафотопов [3,8].

Целью нашей работы было сравнение водно-физических свойств сульфидной горной породы и эмбриозёмов в понижениях.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2011-2012 гг. рекультивированном участке под древесно-кустарниковыми насаждениями ($S \sim 0.8$ га), расположенном на вершине трапециевидного отвала сульфидной горной породы, рекультивированного

рельефоформирующим способом на закрытой ПСП «Шахта «Першотравнева» «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ».

В исследования включены заросшие травами молодые почвы (эмбриозёмы) межбугорных понижений, на которых в 1999 г. были высажены 14 видов деревьев и кустарников. Контролем служила не заросшая растениями сульфидная порода вершин бугров, окружающих понижения. Для определения физических, физико-химических и водно-физических свойств в понижениях под различными деревьями были заложены три опытных площадки и две на вершинах бугров. Образцы молодых почв отбирали до глубины 60 см, породы – до 20 см.

Водопроницаемость и наименьшую влагоемкость почв определяли методом рам [1, 2], максимальную гигроскопичность – по Николаеву [1], состояние эмбриозёмов по количеству продуктивной влаги (классификация А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной) [1], гранулометрический состав молодых почв и сульфидной породы (с подготовкой их к анализу пиррофосфатом натрия) и микроагрегатный состав определяли методом пипетки Н.А. Качинского [4], макроагрегатный состав почв – по Саввинову [2]. Почву для определения объемной массы мелкозема отбирали цилиндром Качинского. По содержанию скелета (% от объема почвы) в слое 0-50 см почвы на видовом уровне классифицировались как слабо- (до 10% скелета), средне- (10-25%), сильно- (25-50%) и очень сильноскелетные (>50%) [9], оценку общего состояния деревьев и кустарников проводили по 4-х балльной шкале [5].

Результаты и их обсуждение

Установлено, что гранулометрический состав мелкозема молодых почв межбугорных понижений и сульфидной горной породы вершины бугров неоднороден и колеблется от легкоголинистого до среднесуглинистого. В эмбриозёме преобладают мелко- и крупнопылеватые фракции, в горной породе – песчано-крупнопылеватые. Содержание ила в горной породе в среднем 14,8%, что на 4,3% меньше, чем в почвах понижений. Почвы понижений в слое 0-40 см отличались от горной породы по количеству песка, крупной, средней, мелкой пыли и ила, лучшей сбалансированностью этих гранулометрических частиц. Соотношение фракций (песок, пыль, ил) в почвах понижений 1:2:2, в горной породе – 1:1,5:1. Нами ранее было установлено, что молодые почвы понижений по содержанию физической глины благоприятны для древесно-кустарниковых насаждений [7].

Из физических свойств почвы наиболее значимым в экологическом отношении является плотность сложения (объемная масса). От нее зависит освоенность профиля корнями растений. Во взятых на вершине бугра образцах объемная масса мелкозема составляла 1,43-1,49 г/см³, что говорит о высокой плотности сульфидной горной породы. Объемная масса мелкозема в слое 0-20 см межбугорных понижений низкая (1,05 г/см³), с глубиной она увеличивается до 1,32 г/см³ в слое 40-60 см (табл. 1).

Воздушный и водный режимы почв определяет и общая порозность. От неё зависят воздухоёмкость и влагоёмкость, физическое испарение, водопроницаемость почвы. Порозность молодых почв понижений снижается с глубиной от 58% до 49% и по шкале Н.А. Качинского считается удовлетворительной. Удельная масса сульфидной породы и эмбриозёмов под всеми породами деревьев и кустарниками отличается между собой незначительно и колеблется от 2,48 до 2,58 г/см³ (табл. 1).

Таблица 1

Физические свойства эмбриозёмов и сульфидной горной породы на опытно-производственном участке шахтного отвала, рекультивированного рельефоформирующим способом (ПСП "Шахта "Першотравнева")

Местоположение разреза	Слой почвы, см	Скелет, % от объема	Запасы мелкозема, т/га	Объёмная масса мелкозема, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Общая порозность мелкозема, %
Межбугорное понижение (Эмбриозём) n=3	0-20	14	1802	1,05	2,48	58
	20-40	26	1758	1,19	2,58	54
	40-60	45	1547	1,32	2,50	49
	0-60	$\overline{X}^* = 28$	$\Sigma^* = 5103$			
Вершина бугра (контроль) n=2	0-20	58	1202	1,43	2,53	44
	20-40	64	1083	1,49	2,53	42
	0-40	$\overline{X} = 61$	$\Sigma = 2285$			

* $\overline{X}$ - среднее арифметическое; Σ – сумма, n – количество разрезов.

В слое 0-40 см эмбриозёмов понижений среднее содержание скелета составляет 14-26%. Такие молодые почвы классифицируются как среднескелетные, хотя имеют достаточное для нормального роста деревьев и кустарников запасы мелкозема (3560 т/га). В том же слое на контроле скелетность составляет 58-64%, запасы мелкозема – 2285 т/га, что на 36% меньше, чем в почвах понижений.

Состояние, декоративность и долговечность растений на отвалах во многом зависят и от водообеспеченности, которая определяется климатическими условиями и водно-физическими свойствами сульфидной горной породы и молодой почвы.

Важной почвенно-гидрологической характеристикой является максимальная гигроскопичность (МГ). Эта влага недоступна растениям, так как всасывающая сила корней не может преодолеть силы поверхностного натяжения. МГ влага в молодых почвах понижений во многом зависит от степени раздробленности твёрдой фазы почвы и от содержания коллоидов и гумуса. Определение МГ показало, что она незначительно уменьшается с глубиной (разрезы 39, 41) и лишь в одном случае увеличивается (разрез 44). Это соответствует распределению по профилю, в первую очередь, илестых частиц (13,20 % в слое 0-20 см и 20,2 % в слое 40-60 см) и гумуса. В горной породе (разрезы 39а и 41а) МГ по отношению к молодой почве в слое 0-20 см была немного больше (4,8 и 5,1 соответственно). Сульфидная горная порода содержала значительное количество общего органического углерода, вместе с тяжёлым гранулометрическим составом повлияло на МГ (таблица 2)

Влажность завядания (ВЗ) – это влажность почвы, при которой начинается устойчивое увядание растений. Показатель ВЗ в молодых почвах понижений и в сульфидной горной породе колеблется незначительно – от 5,0 до 7,3%, что связано с содержанием общего органического углерода и небольшой разницей в содержании илестых частиц в эмбриозёмах и в горной породе (табл. 2).

Важнейшей характеристикой водных свойств почвы является наименьшая влагоёмкость (НВ). Она даёт представление о наибольшем количестве воды, которая почва способна накопить и длительное время удерживать. На молодых почвах понижений в 20-см слое среднее значение НВ было на 10% выше, чем в горной породе, а в некоторых случаях и вдвое. С глубиной в молодой почве понижений НВ уменьшалась до 11,7%, что объясняется высокой плотностью сложения и низкой порозностью эмбриозёмов (табл. 2).

Таблица 2
Показатели водно-физических свойств мелкозёма сульфидной горной породы эмбрионов на опытно-производственном участке шахтного отвала, рекультивированного рельефоформирующим способом (ПСП "Шахта"Першотравнева")

Номер разреза и его местоположение	Слой, см	Водопроницаемость за первый час наблюдений, мм	Максимальная гигроскопическая влага (МГ), %	Влажность завядания (ВЗ), %	Наименьшая влагосмкость (НВ), %	Доступная влага, %	Содержание недоступной влаги, мм	Запасы влаги при НВ, мм	Диапазон активной влаги (ДАВ), мм
39 межбугорное понижение	0-20	183,84	4,18	5,60	30,50	24,90	9,87	56,68	46,81
	20-40	73,03	3,97	5,31	11,31	6,00	7,96	16,96	9,00
	40-60	32,13	3,76	5,03	11,69	6,66	6,05	14,06	8,01
39а вершина бугра (контроль)	0-20	58,33	4,82	6,45	13,92	7,47	7,46	16,09	8,63
41 межбугорное понижение	0-20	136,49	4,30	5,76	21,15	15,39	9,49	34,85	25,36
	20-40	53,33	4,17	5,58	17,06	11,48	9,48	28,98	19,50
	40-60	43,75	3,76	5,03	14,62	9,59	10,98	31,93	20,95
41а вершина бугра (контроль)	0-20	45,48	5,13	6,87	18,94	12,07	8,75	23,61	14,86
44 межбугорное понижение	0-20	73,21	4,08	5,46	25,82	20,36	13,56	64,11	50,55
	20-40	45,83	4,49	6,01	24,50	18,49	10,90	44,41	33,51
	40-60	16,02	5,44	7,29	14,36	7,07	7,06	13,90	6,84

Для растений доступна только та часть почвенной влаги, которая может быть усвоена в процессе жизнедеятельности. В горной породе в слое 0-20 см содержание доступной влаги было не более 10%. В том же слое почв понижений этот показатель составлял 15-25% (табл. 2). С глубиной его величина уменьшалась. Так как доступной влаги для растений в эмбриозёмах было в 2,5 раза больше, чем на контроле, ее оказалось достаточно для нормального роста и развития деревьев и кустарников. В результате визуального осмотра на растениях не было замечено признаков завядания [6].

При отмеченных ранее показателях физических свойств, порода характеризуется удовлетворительной в агрономическом аспекте водопроницаемостью по шкале Н.А. Качинского: за первый час наблюдений в слое 0-20 см она пропустила в среднем 51,9 мм воды (табл. 2). После первого часа опыта водопроницаемость породы резко снизилась и в дальнейшем опустилась до 1 мм/мин. Молодая почва понижений в верхних слоях во всех разрезах за это же время имела хорошую и наилучшую водопроницаемость – 73,2-183,8 мм воды, но с глубиной водопроницаемость значительно уменьшалась. В слое 40-60 см в разрезе 44 она была неудовлетворительной, а во всех остальных была удовлетворительной и составляла в среднем за первый час наблюдений 37,9 мм воды. Такое снижение водопроницаемости связано в первую очередь с высокой плотностью нижележащих горизонтов.

Состояние эмбриозёмов по количеству продуктивной влаги (классификация А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной) в 2010-2012 гг. было неудовлетворительным почти под всеми породами. В 2012 г под робинией лжеакацией (*Robinia pseudoacacia* L.) этот показатель был удовлетворительным. Это растение хорошо себя зарекомендовало на отвалах для улучшения эдафических условий. Жизненное состояние большинства насаждений хорошее. Высаженная группа растений робинии лжеакации в понижениях начинала давать молодую корневую поросль. Под несколько разреженным пологом формируется гидрологический и температурный режимы, благоприятные для развития устойчивого травянистого покрова с доминированием злаков.

Запасы влаги в молодой почве зависят от количества осадков и от её температурного режима. В осенне-зимне-весенний период в почве накапливается достаточно влаги для растений к началу вегетации. Летом резко возрастает расход влаги за счет физического испарения, вызванного изреженным травостоем и слабой затенённостью, что приводит к снижению количества влаги в верхней части профиля под всеми культурами. Осенью, даже при незначительном количестве осадков, происходит накопление влаги в нижней части почвенного профиля за счет снижения физического испарения, температуры воздуха и резкого уменьшения водопотребления растениями.

Сульфидная горная порода, несмотря на значительное количество осадков в разные годы (418-564 мм за годы наблюдений), обладала низким запасом влаги, что связано с её неблагоприятными физическими свойствами. На опытно-производственном участке после оптимизации рельефа за счет дополнительного привнесения мелкозёма с прилегающих склонов и накопления влаги в заросших травами понижениях значительно увеличился запас продуктивной влаги, что положительно сказалось на росте древесно-кустарниковых растений.

Для целей фиторекультивации и озеленения сульфидсодержащих отвалов нами были выделены 11 наиболее устойчивые к таким экотопам виды растений: дуб черешчатый (*Quercus rubra* L.), тамарикс четырехтычинковый (*Tamarix tetrandra*), клён остролистный (*Acer platanoides* L.), снежниковидный белый (*Sumphoricarpos albus* (L.)), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), сирень обыкновенная (*Syringe vulgaris*), форзиция промежуточная (*Forsythia*

intermedia), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos*), роза собачья (*Rosa canina* L.) и лох серебристый (*Elaeagnus commutata*).

Заключение

Для сульфидсодержащих шахтных горных пород характерно не только развитие кислотного комплекса на дневной поверхности под воздействием биотических и абиотических факторов, но и наличие ряда неблагоприятных для растений физических и водно-физических свойств.

Сульфидная горная порода обладает высокой плотностью сложения, низкой порозностью, водопроницаемостью и наименьшей влагоёмкостью. Содержание мелкозёма в горной породе значительно ниже по сравнению с молодой почвой из-за высокой скелетности.

На опытно-производственном участке после оптимизации рельефа в заросших травами понижениях интенсивно начали развиваться процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования за счет дополнительного привнесения мелкозёма с возвышений и накопления влаги. Улучшение физических, водно-физических свойства мелкозёма молодых почв понижений и повышение их плодородия позволяет успешно выращивать 11 наиболее устойчивых к таким экотопам видов древесно-кустарниковых растений.

Список литературы

1. Агрофизические методы исследования почв / Отв. ред. С.И. Долгов. – М.: Наука, 1966. – 259 с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов: в поле и лаборатории. – М.: Высшая школа, 1961. – 346 с.
3. Гуртовая В.Н., Шоба С.А. Особенности почвообразования на карбонатных суглинках при рекультивации отвалов // Биологические науки. – 1978. – №3 (171). – С. 125-130.
4. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
5. Котелова Н.В., Виноградова О.Н. Оценка декоративности деревьев и кустарников по сезонам года // Физиология и селекция растений и озеленение городов. – М. МЛТИ, 1974. – С. 37-44.
6. Новицкий М.Л. Почвообразование на сульфидсодержащих отвалах шахт Западного Донбасса и пригодность молодых для декоративных насаждений // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. / под ред. Н.В. Бышова. – Рязань: ФГБОУ ВО РГТУ, 2016. – Вып. 12. – С. 284-288.
7. Новицкий М.Л. Гранулометрический, микроагрегатный и структурный состав молодых почв на сульфидных шахтных отвалах // Бюллетень ГНБС – 2013. – Вып. 109. – С. 55–64.
8. Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Корженевский В.В., Халеменик Ю.М., Бабич И.В., Кайданович О.А. Основные итоги почвенно-биологических исследований и рекультивации сульфидных отвалов Западного Донбасса // Проблеми збереження, відновлення та збагатшення біорізноманітності в умовах антропогенного середовища. Мат-ли Міжнар. наук. конф. (Кривий Ріг, 16-19 травня 2005 р.). – Дніпропетровськ: Проспект, 2005. – С. 49-51.
9. Опанасенко М.Є. Класифікація скелетних плантажованих ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2008. – Вип. 69. – С. 68-74.

10. Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В. Создание и оптимизация защитных насаждений в Крыму // Бюллетень ГНБС – 2014. – Вып. 113. – С. 7–17.

11. Плюснин И.И., Голованов А.И. Мелиоративное почвоведение / Под ред. А.И. Голованова. – М.: Колос, 1983. – 318 с.

Статья поступила в редакцию 26.03.2019 г.

Novitsky M.L., Plugatar Yu.V. Water-physical properties of sulphide rocks and embryonic soils in the depressions on mine dumps in the western Donbass // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 131. – P. 9-15.

By optimizing the relief at the top of the sulphide-containing mine dumps, the process of forming a young soil was accelerated. We have given a characteristic and assessment of the water-physical properties and the water regime of sulfide rock and young soils of depressions at the age of 12 years in the mine dumps of Western Donbass.

Key words: *sulfide rock; young soils of depressions (embryozems); water regime; water-physical properties; Robinia pseudoacacia*

УДК 631.4: 632.11:635.6

DOI: 10.25684/NBG.boolt.131.2019.02

ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЗАКЛАДКИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

**Ольга Евгеньевна Клименко, Таисия Ивановна Орёл,
Максим Леонидович Новицкий**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: olga.gnbs@mail.ru

Дана агроэкологическая оценка территории и детально обследованы почвы участка площадью 30 га, расположенного на угодьях отделения «Крымская опытная станция садоводства» Никитского ботанического сада у с. Новый сад Симферопольского района. Выделены два вида чернозёмов южных карбонатных и определена степень их пригодности под плодовые культуры. Разработаны мероприятия по улучшению плодородия исследованных почв и даны рекомендации по проведению мелиоративных мероприятий для подготовки этих почв к использованию под закладку коллекционных насаждений плодовых и орехоплодных культур.

Ключевые слова: *чернозём южный карбонатный; агроэкологические условия; пригодность почв; плодовые культуры*

Введение

При планировании размещения сельскохозяйственных растений, особенно многолетних плодовых культур, очень важно максимально рационально использовать природные условия применительно к конкретным породам и сортам. В последнее время появились работы, в которых на основе сопряжённых исследований физико-химических параметров климата, состава, свойств почв Крыма и урожайности сортов плодовых культур [11], эфиромасличных и лекарственных растений [12], выделены благоприятные для них территории.

В настоящее время коллекционные, маточно-черенковые и научно-демонстрационные насаждения плодовых и орехоплодных культур отделения «Крымская опытная станция садоводства» Никитского ботанического сада у с. Новый сад Симферопольского района (ранее степное отделение ГНБС) размещены и