ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2018

УДК 628.516:531.45:622:504.75
DOI:10.23671/VNC.2018.4.20130

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ И АКТИВНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТОКСИЧЕСКИХ ПОЧВ

© 2018 С.А. Бекузарова[1], д.с.-х.н., О.Г. Бурдзиева[1], к.г.н., Д.Г. Качмазов[2], к.с.-х. н., М.В. Майсурадзе[1]

[1]Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

[2]Юго-Осетинский государственный университет им. А.А. Тибилова, Республика Южная Осетия, 100001, г. Цхинвал, ул. Московская, 8

Реабилитация территорий загрязненных солями тяжелых металлов, весьма токсических, является актуальной фундаментальной и, одновременно, важнейшей прикладной экологической задачей. При этом особую роль играют физико-механические свойства грунтов-оснований объектов подобных загрязнений. В статье рассмотрен вопрос использования травосмесей для реабилитации или рекультивации соответствующих территорий. В связи с этим, необходимо отметить, что проблема эта, в частности, в фиторемедиации почв на настоящее время изучена недостаточно. Авторы предложили некоторые варианты применения таких видов растений, которые характеризуются способностью произрастать на загрязненных землях и, при этом, аккумулировать загрязнители надземной биомассой. В случае сильного загрязнения почв тяжелыми металлами, авторами предлагается в первый год рекультивации использовать однолетние растения с большой биомассой, способные за первый год вывести из биологического круговорота до 50% загрязнителей. Изучая растения на токсических почвах, определяли их аккумулирующие способности и использовали их как фитомелиорантов. В нескольких опытах использовали растения-индикаторы: амарант, клевер, люцерну, вязель, стевию, амброзию, рыжик озимый в смеси с однолетним видом клевера и другие, которые при накоплении максимальной биомассы запахивали в почву в смеси с цеолитсодержащими глинами местного значения. Результаты опытов показали, что с помощью растений-индикаторов можно не только улучшить плодородие почв, но и значительно снизить количество тяжелых металлов, нефтепродуктов, радионуклидов, остаточные явления химических средств борьбы с сорной растительностью, болезнями и вредителями. Большое значение в снижении токсичности почв имели и органические отходы сельскохозяйственного производства: кукурузные кочерыжки, корзинки подсолнечника, отходы спиртового производства – послеспиртовая барда, а также листовой опад, заделываемые в почву с биопрепаратами. Результаты опытов показали значительное снижение токсикантов в почве при использовании органических отходов и запашке растений в качестве зеленого удобрения в смеси с цеолитсодержащими глинами и биопрепаратами.

Ключевые слова: ремедиация, фитоиндикация, растительные отходы, тяжелые металлы, токсиканты, радиация, горнодобывающая деятельность.

Реабилитация территорий загрязненных солями тяжелых металлов, весьма токсических, является актуальной фундаментальной и, одновременно, важнейшей прикладной экологической задачей. При этом особую роль играют физико-механические свойства грунтов-оснований объектов подобных загрязнений. В условиях антропогенного загрязнения большое значение придается вопросу степени исход-

ной устойчивости уже имеющихся растений к тяжелым металлам. Для проверки этого существует несколько способов, например, сравнительное измерение роста корней и метод сравнительной протоплазматики [Гукалов, 2010; Волошин, 1997; Бельченко, 2005].

Воздействие на почву неодинаково в зависимости от источника загрязнения на плотно заселенных территориях, которые обычно занимают удобные и выгодные местоположения. По этой причине очищение (восстановление) почв от избыточных масс поллютантов представляет весьма актуальную задачу. Ее практическое решение пока остается на стадии разработки. Одним из возможных путей решения этой задачи может быть фиторемедиация – очищение почвенного покрова от загрязнения посредством культивирования растений, активно поглощающих загрязняющие вещества. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических веществ. Растения можно использовать для очистки твёрдых, жидких и воздушных субстратов [Вельц, 2005; Заалишвили и др., 2013; Сокаев, Хубаева, 2014]. Фиторемедиация загрязнённых почв и осадочных пород уже применяется для очистки военных полигонов (от металлов, органических поллютантов), сельскохозяйственных угодий (пестициды, металлы, селен), промышленных зон (органика, металлы, мышьяк), мест деревообработки (ПХБ). Фиторемедиации могут быть подвергнуты городские сточные воды, сточные воды сельского хозяйства и промышленности, грунтовые воды [Бекузарова и др., 2015]. Для достижения максимальной эффективности очистки фиторемедиация может использоваться в сочетании с другими методами биоремедиации и небиологическими технологиями очистки. Например, наиболее загрязненные части субстрата могут удаляться путем экскавации, после чего дальнейшая очистка может проводиться с помощью растений [Заалишвили и др., 2015].

Такими растениями могут служить: кукуруза, рыжик, горчица, салат, овес, ячмень, горох, фасоль, многолетние травы и другие. Травосмеси должны быть подобраны для конкретных климатических условий данных регионов с учетом способности отдельных культур накапливать загрязняющие вещества в надземной биомассе [Ханиева и др., 2016; Жеруков и др., 2012; Бекузарова и др., 2004; Бекузарова, Ханиева, 2016]. Также они должны быть нетребовательны к почвенному плодородию (мезотрофы или олиготрофы) и способны к произрастанию в условиях сильного загрязнения. Основным критерием классификации предлагаемых травосмесей являлся способ нарушения или загрязнения земель.

Методика исследований. Наши исследования были направлены на реабилитацию загрязненных почв с помощью растений, обладающих сорбционной способностью. Это растения: амарант, зернобобовые культуры (их пожнивные остатки), бобовые травы, амброзия, стевия, кукурузные кочерыжки, корзинки подсолнечника, масличные культуры (рыжик, гвизоция, крамбе и другие).

Вместе с растениями для ремедиации почв вносили цеолитсодержащие глины местного происхождения (гор и предгорий Северного Кавказа), а также биоудобрения, обеспечивающие восстановление нарушенных земель. Опыты проводили на экспериментальных участках Горского ГАУ, Геофизического института ВНЦ РАН и Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства ВНЦ РАН, Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, Комплексного научно-исследовательского института РАН им Х.И. Бербекова (г. Грозный).

В другом опыте для снижения радиоактивности почв семена бобовых трав обволакивали смесью измельченных корзинок подсолнечника и кочерыжек кукурузы, глиной аланит и мелассы в соотношении 1:1:10:1. На скошенном участке в конце вегетации, размещали слой опавших листьев древесных культур в смеси с аланитом в дозе 2-2,05 т/га [Ханиева и др., 2016; Жеруков и др., 2012].

На загрязненном радионуклидами участке (стронцием, цезием, торием), где радиация превышает 1,2 микрозиверта в час, высевали мелкосеменные многолетние бобовые травы с преимуществом клевера ползучего (*Trifolium repens L.*) – 8 кг/га, люцерну изменчивую (*Medicaqo Sativa L.*) – 6 кг/га, козлятник восточный (*Galeqa orientalis Lam*) – 6 кг/га. Общая смесь бобовых трав составила 20 кг/га. Учитывая особенности клевера ползучего распространять корневые отпрыски по территории, покрывая участок уже в первый год жизни, норму высева этого вида травы увеличили, как компонента с большей ассимиляционной поверхностью для сорбирования тяжелых металлов и радионуклидов.

Перед посевом семена бобовых трав обволакивали смесью измельченных кочерыжек и корзинок подсолнечника в равной пропорции по 5 кг/га каждого компонента. К ним добавляли 50 кг/га аланита – цеолитсодержащую глину и в качестве вяжущего – мелассу – отход крахмалопаточного производства 5 кг/га [Бекузарова и др., 2004].

На сильно засоренных участках высевали смесь рыжика озимого в смеси с клевером однолетним шабдар, как культуры с высокой аллелопатической особенностью. Гербициды на этих участках не применяли.

Почвы исследуемых участков, в основном представлены среднемощным тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником с содержанием большого количества крупного песка в верхних горизонтах (8-14%). Данный тип почв обладает, как правило, большой влагоудерживающей способностью с достаточным содержанием гумуса и питательных веществ и обладает хорошими физическими свойствами. Местами на поверхность выходит галечник. Реакция почвенного раствора выщелоченных черноземов колеблется от слабокислой до близко к нейтральной (pH солевой вытяжки 5,48-6,92).

Для осуществления многочисленных исследований широко использовали цеолитсодержащие глины с содержанием макро- и микроэлементов (табл. 1).

Таблица 1.

Химический состав местных цеолитсодержащих глин, %

Химические вещества	Ирлит 1	Ирлит 7	Аланит	Лескенит	Диалбекулит	Тереклит
Кремний (SiO_2)	40,2	52,6	51,7	50,8	46,4	56,4
Алюминий(Al_2O_3)	16,2	28,1	16,05	1,1	18,1	19,4
Железо (Fe O)	1,06	4,27	5,5	4,6	5,2	5,5
Железо (Fe_2 O_3)	3,23	2,18	2,18	2,18	2,62	1,68
Фосфор (P_2O)	0,4	0,5	0,38	0,26	0,28	0,64
Кальций (CaO)	15,3	3,05	32,6	28,6	37,0	2,75
Магний (MgO)	1,82	1,71	0,8	1,4	1,6	1,6
Калий (K_2O)	1,89	2,09	0,8	0,76	0,9	2,2
Натрий (NaO)	0,78	1,1	0,82	0,64	0,96	1,4
pH	6,9	3,0	9,3	8,6	9,1	7,1

В небольших дозах (в пределах 0,2-1%) содержится серебро, олово, молибден, барит, кобальт, никель, ванадий, хром и германий.

По химическому составу эти глины также различаются, что позволяет сдерживать миграцию токсических веществ, содержащихся на нарушенных горными работами участках. Содержащийся в глинах кремний (около 50%) обладает высокой сорбционной способностью, поглощая токсические вещества. Природные источники сырья содержат глинистые частицы в пределах 30–40%, крупнозернистые включения в пределах 2–15%. Сочетания этих глин в сформированных гребнях позволяет не только снижать токсичность загрязненных веществ, но и скреплять их в агрегатное состояние за счет содержащихся глин, имеющих вяжущее свойство. В большинстве случаев использовали глину аланит со слабощелочной реакцией на почвах с кислой реакцией среды. Глина аланит, имея высокое содержание кальция и щелочную реакцию (pH=9,3), снижает на загрязненном участке кислотность металлов.

Кукурузные кочерыжки – отход крахмало-паточного производства (в 1 тонне зерновой кукурузы содержится 200 кг стержней) имеют высокую растворимость, сорбционную способность, нейтральную реакцию среды (pH=6,9-7,1), отсутствие смол, воска, полное отсутствие тяжелых металлов и комплекс микроэлементов. Все эти показатели характеризуют кукурузные кочерыжки как идеальные органические носители. Растворяясь в послеспиртовой барде, они обогащают ее комплексом питательных веществ для развития микрофлоры почвы и одновременно размягчаясь, что не требует их предварительного измельчения.

Кукурузные кочерыжки содержат 41,7% целлюлозы, 37,2% хемицеллюлозы, 8% лигнина, 0,08% жира, 1,75% протеина, БЭВ 61,7%. При измельчении содержание протеина в кочерыжках повышается до 4,34-1%, БЭВ 65,1% [Заалишвили и др., 2015; Ханиева и др., 2016].

Содержащийся в аланите кальций обеспечивает снижение кислотности барды, нейтрализуя накладываемый аланитовый субстрат. Влажная среда барды и кочерыжек снижают количество пылевых частиц на загрязненных участках [Ханиева и др., 2016; Жеруков и др., 2012].

Меласса – отход сахарного производства – содержит 20–25% воды, преимущественно амидов; 58–60% углеводов, главным образом сахара и 7–10% золы. В данном объекте как связывающие смеси кукурузных кочерыжек, корзинок подсолнечника, аланита используется в количестве 5 кг/га.

На участке, зараженном радионуклидами (Sr, Cs и Th) площадью около 1 га в районе горнодобывающей промышленности (с. Фиагдон, РСО-Алания) готовили семена к посеву из расчета клевер ползучий – 8 кг/га, люцерна изменчивая – 6 кг/га, козлятник восточный – 6 кг/га. Измельчали кукурузные кочерыжки и корзинки подсолнечника по 5 кг/га каждого. К ним добавляли 50 кг/га аланита и 5 кг/га мелассы. Все ингредиенты смешивали и обволакивали семена в дражираторе, после чего высевали обычной зерновой сеялкой.

В фазу начала бутонизации зеленую массу в год посева скашивали и утилизировали в специально приготовленные траншеи для захоронения.

В конце вегетации – осенью загрязненный участок покрывали слоем листового опада древесных культур, собранного с лесопарковых участков в количестве 1-2 тонны на гектар, который смешивали 2-2,5 тоннами аланита [Бекузарова, Ханиева, 2016].

На загрязненном радионуклидами участке площадью 0,5 га весной высевали вязель пестрый в количестве 15 кг/га. В конце вегетации массу скашивали, сгребали, вывозили и утилизировали в специальных траншеях глубиной 60-70 см. Перед уходом в зиму (конец октября) на поверхность участка наносили измельченную глину аланит местного происхождения в дозе 4-5 т/га, разбрасывая равномерно на загрязненной территории слоем 4-5 см.

На следующий год в фазе бутонизации (1 укос) биомассу вязеля скашивали сенокосилкой, утилизировали. Перед уходом в зиму скошенный травостой вязеля покрывали слоем 2-3 см аланита из расчета 2-3 т/га.

Результаты исследований. Обогащенный участок органическими веществами значительно снижает токсичность и восстанавливает плодородный слой, пригодный для возделывания сельскохозяйственных культур. Причем, восстановление загрязненных участков осуществляли на основе утилизированных отходов барды и кукурузных кочерыжек, смешивая их с местными природными цеолитсодержащими глинами. За счет добавления в аланитовый субстрат кукурузных кочерыжек улучшается аэрация участка и его фильтрация. Результаты опыта сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Снижение содержания тяжелых металлов

Варианты опыта	Содержание тяжелых металлов в почве, мгк/л.					
	Pb	Zn	Cu	Cd	Fe	P_h
Контроль (без улучшения)	12,9	136,0	78,0	0,64	28,0	4,2
Нанесения слоя аланита	8,6	8,0	39,0	0,52	22,0	5,4
Кочерыжки кукурузные + спиртовая барда	5,6	39,0	21,0	0,34	16,0	5,9
Формирование гребней + слой аланита	2,1	14,0	13,6	0,22	9,6	6,2
Глина аланит + кукурузные кочерыжки + спиртовая барда +посев многолетних трав	0,2	8,0	9,2	0,01	4,5	6,8

Следовательно, природные цеолитсодержащие глины, смешанные с кукурузными кочерыжками, измельченными в послеспиртовой барде, позволяют реабилитировать нарушенные горными работами земли, снизить количество тяжелых металлов и кислотность почв (Ph) без особенных затрат, с одновременной утилизацией продуктов растениеводства и спиртовой промышленности.

Амброзия полыннолистная, карантинный сорняк американского происхождения имеет широкое распространение в России (Дальний Восток, Сибирь, центральные и южные регионы европейской части страны и др.). Основная занятая амброзией территория приходится на Северный Кавказ, Ростовскую и Волгоградскую области и Приморский край. Вдоль железнодорожных и автомобильных дорог амброзия заносится и до северных регионов России (Коми, Карелии, Мурманской области). Растение неприхотливо, встречается массово и почти повсеместно, в различных экологических условиях, не избегая техногенно загрязненных территорий.

Вегетационный период длительный и составляет 150–170 дней. Фаза цветения продолжается более 60 дней, что позволяет осуществлять сбор надземной

массы в период максимального накопления тяжелых металлов. По их содержанию, в этой фазе легко выявить растения, обладающие высокой сорбционной способностью.

Сравнение сорбционных способностей различных растений в одинаковых фазах развития, но в разных экологических условиях позволяет выявить виды и культуры с максимальными биоиндикационными возможностями. Для количественного определения способности амброзии к накоплению тяжелых металлов в надземной массе, в сравнении с другими культурами, обладающими аналогичными сорбционными свойствами (клевером, люцерной, эспарцетом), проводились эксперименты на территории металлургического завода у автотрассы и в сельскохозяйственных угодьях. Из проведенных экспериментов выяснено, что амброзия обладает максимальной аккумулирующей способностью накапливать тяжелые металлы. Учитывая особенность сосудистых растений концентрировать тяжелые металлы в начале вегетации в минимальном количестве, с постепенным возрастанием их содержания к фазе цветения биоиндикационную оценку нескольких видов растений проводили в разные фазы развития (стеблевания, бутонизации, цветения).

Для снижения токсичности почвы (от внесения гербицидов) в междурядья кукурузы высевали растения амаранта, которые в период вегетации подкармливали смесью биопрепаратов Байкал ЭМ-1 и Байкал ЭМ-5, после чего, обрабатывая междурядья, заделывали зеленую массу амаранта в почву (табл. 3).

Таблица 3.

Ремедиация почв с помощью амаранта в смеси с биопрепаратом Байкал ЭМ-1

Варианты опыта	Содержание азота	Содержание тяжелых металлов			
	N	Ni	Pb	Cu	Zn
Контроль (без гербицидов и биопрепарата)	172,0	15,8	32,0	4,2	28,0
Внесение гербицидов	121,0	22,6	36,4	6,9	39,6
Обработка посевов гербицидами и подсев амаранта в междурядье	180,0	13,2	26,2	3,8	25,5
Обработка посевов кукурузы и внесение биопрепаратов	198,0	8,2	21,6	2,8	28,2
Посев амаранта в междурядья + внесение биопрепаратов + заделка зеленой массы амаранта в качестве сидератов	224	6,4	19,1	2,0	12,4
Предельно допустимая концентрация (ПДК)		32,0	6,8	35,0	46

Из приведенных данных следует, что в предлагаемом варианте за счет заделки растений амаранта (*Amaranthus caudatus*) в почву с биопрепаратами, увеличивается количество биологического азота, снижается содержание тяжелых металлов до предельно допустимых концентраций и ниже.

Способ позволяет снизить токсичность почвы и повысить плодородие почвы. Результаты опытов сведены в таблицу 4, в микрозивертах в час в среднем по 3-м элементам (стронций, цезий, торий).

Таблица 4.

Ремедиация почв, загрязненных радиоактивными элементами

Вариант опыта	В начале бутонизации	После скашивания и утилизации	В конце вегетации 1-го года	На второй год жизни	% снижения радиации
До посева трав (контроль)	1,82	1,66	1,42	1,28	-
Посев многолетних трав	1,64	1,48	1,36	1,16	9,1
Посев многолетних бобовых трав + обволакивание семян	1,46	1,32	1,26	1,14	11,0
Посев многолетних бобовых трав + обволакивание семян + аланит	0,92	0,84	0,78	0,72	43,8
Утилизация зеленой массы в начале бутонизации	0,78	0,64	0,62	0,58	54,7
Расположение органических отходов листьев + аланит	0,66	0,58	0,52	0,48	62,5

Приведенные данные свидетельствуют, что за один год можно снизить уровень радиации до предельно допустимой концентрации (0,48 мкЗв/час), после всех агроприёмов уровень радиации снижается на 62,5%.

Следовательно, предлагаемый агроприём позволяет снизить уровень радиации за счет утилизированных отходов растительности и цеолитсодержащей глины аланит в год посева.

Ремедиация загрязненных почв может осуществляться и с помощью посева растений вязеля пестрого – бобового компонента [Бекузарова, Ханиева, 2016].

Способ осуществляется следующим образом. Вязель пестрый в отличие от известной вики и других бобовых, высеваемых на радионуклидных загрязненных почвах, имеет корнеотпрысковую систему, и размножается как семенами, так и вегетативно (корнеотпрысками), покрывая весь участок отросшими стеблями и тем самым сохраняя почву от испарения с одновременным уничтожением сорной растительности. Высокая облиственность растений (более 60% от общей надземной массы) и множество корневых ответвлений позволяют ассимилировать значительное количество радиоактивных веществ из почвы и воздуха. В год посева количество сорбированных радионуклидов составляет около 30%.

Скошенную массу в конце вегетации удаляли с участка и утилизировали, после чего его покрывают слоем местной цеолитсодержащей глины аланит, содержащей более 30% кальция, а также микроэлементы, железо, магний, кремний, алюминий и другие. Реакция среды аланита (pH) составляет 9,3. Кроме сорбции участок обогащается питательными веществами глины аланит и биологическим азотом растений вязеля. Высеваемые растения вязеля, покрываемые аланитом, повышают свою зимостойкость за счет внесенных на поверхность глин, после их укоса. На следующий год (2-ой год жизни) растения вязеля развивают мощную надземную массу до 50 т/га, ассимилируя до 50% нуклеотидов, находящихся в почве. В фазу максимального развития (фаза бутонизации) массу скашивали, не допуская фазы цветения, так как вязель насекомоопыляемая культура и может с помощью энтомофауны переносить зараженную пыльцу радионуклидами на другие участки (в частности, пчелы могут

перенести часть радиоактивных веществ в мед). Скошенную массу, вновь утилизировали, и в конце вегетации, перед уходом в зиму, участок покрывали слоем аланита в пределах 4-5 см. В первый год жизни растений содержание радионуклидов Sr^{90} сокращается за счет сорбционной способности культуры вязеля и покрытия ее слоем цеолитсодержащей глины от 0,72 до предельно допустимых концентраций 0,42 мкЗв/час, на второй год с 0,61 до 0,38 мкЗв/ч и на третий год от 0,42 до 0,24 мкЗв/час. У цезия (Cs^{137}) отмечены снижения радиации от 0,84 до 0,72 мкЗв/час, в первый год, а во втором году – до предельно допустимых концентраций (табл. 5).

Таблица 5.

Фиторемедиация радиоактивных земель

Варианты опыта	Содержание в мкЗв/час					
	Стронций Sr^{90}			Цезий Cs^{137}		
	1 год	2 год	3-год	1 год	2 год	3-год
Вязель пестрый (без аланита)	0,72	0,61	0,42	0,84	0,78	0,62
Вязель пестрый. 1 укос+аланит	0,66	0,56	0,36	0,72	0,62	0,50
Вязель пестрый. 2 укос +аланит (на второй год жизни)	-	0,46	0,32	-	0,59	0,46
Вязель пестрый +аланит после 2 укосов (2-го года жизни)	-	0,38	0,24	-	0,45	0,32
Процент снижения от показателя без аланита	8,4	38,0	42,8	21,0	42,4	48,4

Заключение

Предлагаемый способ позволяет снизить уровень радиации за счет утилизированных отходов растительности и цеолитсодержащей глины аланит в год посева.

Используя на токсических почвах растения-аккумуляторы, такие как амарант, бобовые травы и другие можно значительно снизить токсичность почв и восстановить их плодородие.

Применяя растительные отходы кукурузные кочерыжки, корзинки подсолнечника и спиртовой промышленности в смеси с цеолитсодержащими глинами, можно значительно снизить зараженные участки почв, кислотность и, таким образом, восстановить плодородие загрязненных почв.

Литература

1. Бекузарова С.А., Бзиков М.А., Джанаев Х.Г., Цагараева Э.А., Кудзаева И.Л. Изобретение «Способ повышения плодородия почв» // Патент №2229782. Опубликован 10.06.2004. МПК Ф01В79/02. А01С21/00.

2. Бекузарова С.А., Боме Н.А., Боме А.А., Лушенко Г.В., Цомартова Ф.Т., Плиев И.Г. Изобретение «Способ оценки загрязненных земель» // Патент №2552057. Опубликован 10.06.2015.МПК G01N33/24, A01G7/00.

3. Бекузарова С.А., Ханиева Ф.М. Изобретение «Способ дезактивации почв, загрязненных радиоактивными нуклидами» // Патент №2574693. Опубликован 10.02.2016. МПК Ф01В79/02, В09С1/00,G21F9/34.

4. Белюченко И.С. Экология Кубани. – Краснодар. – 2005. – Ч. 2. – 470 с.

5. Вельц Н.Ю. Изобретение «Способ оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами». // Патент №2257597. Опубликован 27.07.2005. МПК G01V9/00,G01N33/48.

6. Волошин Е.И. Транслокация кадмия и свинца в почве и растениях // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – №2. – С. 34-35.

7. Гукалов В.Н. Тяжелые металлы в системе агроландшафтов. - Краснодар: Издательство Куб.ГАУ, 2010. – 345 с.

8. Жеруков Б.Х, Ханиева И.М., Бекузарова С.А., Ханиев М.Х., Магомедов К.Г Изобретение» Способ снижения токсичности почвы при возделывании кукурузы» // Патент №2444879. Опубликован 20.03.2012. МПК А01 В 79/02, А01G7/00, А01С21/00.

9. Заалишвили В.Б., Бекузарова С.А. Козаева О.П. Изобретение» Способ оценки загрязнения окружающей среды». // Патент № 2485477. Опубликован 20.06.2013. МПК G01N33/48.

10. Заалишвили В.Б., Алборов И.Д., Бекузарова С.А., Сидаков А.Г. Изобретение» Способ реабилитации нарушенных земель» // Патент №2567900. Опубликовано 10.11.2015. МПК В09С1/00, А01В79/02, С05G 3/04.

11. Сокаев К.Е. Хубаева Г.П. Экология окружающей природной среды города Владикавказа и его пригорода. – Владикавказ: Олимп, 2014. – 207 с.

12. Ханиева И.М., Бекузарова С.А., Ханиев М.Х., Лазаров Т.К., Бозиев А.Л. Изобретение «Способ снижения радиоактивности почв» // Патент №258027. Опубликован 20.06.2016. МПК В09С1/00.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE TERRITORIES WITH THE MINING INDUSTRY, AND ACTIVE REMEDIATION OF TOXIC SOILS

© 2018 S.A. Bekuzarova[1], Sc. Doctor (Agr.), O.G. Burdzieva[1], Sc. Candidate (Geogr.), D.G. Kachmazov[2], Sc. Candidate (Agr.), M.V. Maysuradze[1]

[1]Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz, Markov Str., 93 a, e-mail: cgi_ras@mail.ru;

[2]South Ossetian State Universyti named after A.A. Tibilov, Republic South Ossetia, 100001, Tskhinval, Moskovskaya, 8.

Rehabilitation of territories contaminated with salts of heavy metals, very toxic, is an urgent fundamental and, at the same time, the most important applied environmental task. A special role is played by the physical and mechanical properties of soils- bases of objects of such pollution. The article deals with the use of grass mixtures for rehabilitation or recultivation of the respective territories. In this regard, it should be noted that this problem, in particular, in soil phytoremediation is currently insufficiently studied. The authors proposed some variants of the use of plant species, which are characterized by the ability to grow on contaminated land and, at the same time, accumulate pollutants above-ground biomass. In the case of heavy metal contamination of soils, the authors propose to use annual plants with large biomass in the first year of reclamation, capable of removing up to 50% of pollutants from the biological cycle. Studying plants on toxic soils, determined their accumulating capacity and used them as phytomeliorants. In several experiments, indicator plants were used: amaranth, clover, alfalfa, vyazel, stevia, ambrosia, winter ginger mixed with an annual clover species and others, which, when accumulating maximum biomass, were plowed into the soil in a mixture with zeolite-containing clays of local importance. The results of the experiments showed that with the help of indicator plants it is possible not only to improve soil fertility, but also to significantly reduce the amount of heavy metals, petroleum products, radionuclides, residual effects of chemical means of weed control, diseases and pests. Of great importance in reducing the toxicity of soils were organic waste of agricultural production: corn stalks, sunflower baskets, waste alcohol production-post-alcohol bard, as well as leaf litter, embedded in the soil with biological products. The results of the experiments showed a significant reduction of toxicants in the soil when using organic waste and plowing plants as a green fertilizer in a mixture with zeolite-containing clays and biopreparations.

Keyword: remediation, phytoindication, plant waste, heavy metals, toxicants, radiation, mining activities.

References

1. Bekuzarova S.A., Bzikov M.A., Dzhanaev H.G., Cagaraeva Je.A., Kudzaeva I.L. Izobretenie «Sposob povyshenija plodorodija pochv» [Invention “A method for improving soil fertility”]. Patent No.2229782. Opublikovan 10.06.2004. MPK F01V79/02. A01S21/00. (in Russian)

2. Bekuzarova S.A., Bome N.A., Bome A.A., Lushenko G.V., Comartova F.T., Pli-ev I.G. Izobretenie «Sposob ocenki zagrjaznennyh zemel’» [Invention “A method of evaluating contaminated land”]. Patent No.2552057. Opublikovan 10.06.2015.MPK G01N33/24, A01G7/00. (in Russian)

3. Bekuzarova S.A., Hanieva F.M. Izobretenie «Sposob dezaktivacii pochv, zagrjaznennyh radioaktivnymi nuklidami» [Invention “Method of decontamination of soil contaminated with radioactive nuclides”]. Patent No.2574693. Opublikovan 10.02.2016. MPK F01V79/02, V09S1/00,G21F9/34. (in Russian)

4. Beljuchenko I.S. Jekologija Kubani [Ecology of Kuban]. Krasnodar. 2005. Part. 2. 470 p. (in Russian)

5. Vel'c N.Ju. Izobretenie «Sposob ocenki zagrjaznenija okruzhajushhej sredy tjazhelymi metallami». [Invention "A method of estimating contamination of the environment with heavy metals"]. Patent No.2257597. Opublikovan 27.07.2005. MPK G01V9/00,G01N33/48. (in Russian)

6. Voloshin E.I. Translokacija kadmija i svinca v pochve i rastenijah [Translocation of cadmium and lead in soil and plants]. Himija v sel'skom hozjajstve. 1997. No.2. Pp. 34-35. (in Russian)

7. Gukalov V.N. Tjazhelye metally v sisteme agrolandshaftov [Heavy metals in the agrolandscape system]. Krasnodar, Iz-datel'stvo Kub.GAU, 2010. 345 p. (in Russian)

8. Zherukov B.H, Hanieva I.M., Bekuzarova S.A., Haniev M.H., Magomedov K.G Izobretenie «Sposob snizhenija toksichnosti pochvy pri vozdelyvanii kukuruzy» [Invention "A method for reducing the toxicity of soil in the cultivation of maize"]. Patent No.2444879. Opublikovan 20.03.2012. MPK A01 V 79/02, A01G7/00, A01S21/00. (in Russian)

9. Zaalishvili V.B., Bekuzarova S.A. Kozaeva O.P. Izobretenie «Sposob ocen-ki zagrjaznenija okruzhajushhej sredy» [Invention "A method of evaluating environmental pollution"]. Patent No. 2485477. Opublikovan 20.06.2013. MPK G01N33/48. (in Russian)

10. Zaalishvili V.B., Alborov I.D., Bekuzarova S.A., Sidakov A.G. Izobrete-nie «Sposob reabilitacii narushennyh zemel'» [Invention "The method of rehabilitation of disturbed land"]. Patent No.2567900. Opublikovano 10.11.2015. MPK V09S1/00, A01V79/02, S05G 3/04. (in Russian)

11. Sokaev K.E. Hubaeva G.P. Jekologija okruzhajushhej prirodnoj sredy goroda Vladikavkaza i ego prigoroda [Ecology of the environment of Vladikavkaz city and its suburbs]. Vladikavkaz, Olimp, 2014. 207 p. (in Russian)

12. Hanieva I.M., Bekuzarova S.A., Haniev M.H., Lazarov T.K., Boziev A.L. Izobretenie «Sposob snizhenija radioaktivnosti pochv» [Invention "A method of reducing soils radioactivity"]. Patent No.258027. Opublikovan 20.06.2016. MPK V09S1/00. (in Russian)