

- jekstraktov buryh vodoroslej Laminaria cichorioides, Costaria costata i Fucus evanescens // Biologija morja. – 2009. – T. 35, № 2. – S. 140–146.
6. Fukoidany – sul'fatirovannye polisaharidy buryh vodoroslej: struktura, fermentativnaja transformacija i biologicheskie svojstva / otv. red. N.N. Besednova, T.N. Zvjaginceva. – Vladivostok: Dal'nauka, 2014. – 379 s.
 7. Smertina E.S., Fedjanina L.N., Ljah V.A. Ispolzovanie othodov proizvodstva BAD iz morskikh vodoroslej v kachestve funkcional'nogo ingredijenta v sostave hlebobulochnyh izdelij // Vestn. DVFU. Ser. «Jekonomika i upravlenie». – 2012. – № 4. – S. 94–102.
 8. Fedjanina L.N., Smertina E.S., Ljah V.A. i dr. Aktoprotektoornoe dejstvie funkcional'nogo produkta s vodno-jetanol'nyim jekstraktom buryh vodoroslej // Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja. – 2013. – № 7. – S. 15–18.
 9. Kurakin V.A., Kulagin O.L., Dodonov N.S. Antioksidantnaja aktivnost' nekotoryh tonizirujushhih i gepatoprotektoornyh fitopreparatov, sodержashhih flavonoidy i fenilpropanoidy // Rastitel'nye resursy. – 2008. – T. 44, № 1. – S. 122–130.
 10. Vengerovskij A.I., Markova I.V., Saratikov A.S. Doklinicheskoe izuchenie gepatozashhitnyh sredstv // Vedomosti Farmakologicheskogo komiteta. – 1999. – № 2. – S. 9–12.
 11. MUK 2.3.2.721-98. Opredelenie bezopasnosti i jeffektivnosti biologicheski aktivnyh dobavok k pishhe / Minzdrav Rossii. – M., 1999. – 89 s.
 12. Kosovan A.P., Chubenko N.T. Vremja kardinal'no reshat' problemu kachestva hleba // Hlebopechenie Rossii. – 2015. – № 5. – S. 4–5.



УДК 57.021

**М.К. Гармашова, Е.Я. Мучкина,
М.А. Субботин**

РЕАКЦИЯ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ (ДАФНИИ, ХЛОРЕЛЛА, КРЕСС-САЛАТ) НА ДЕЙСТВИЕ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИГИДРИТА

**М.К. Garmashova, E.Ya. Muchkina,
M.A. Subbotin**

THE REACTION OF TEST OBJECTS (WATER FLEA, HLORELL, GARDEN CRESS) ON THE ACTION OF BIOGENOUS NANOPARTICLES OF FERRIHYDRATE

Гармашова М.К. – магистрант каф. экологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: rulezzadidas@yandex.ru

Мучкина Е.Я. – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и природопользования Института экологии и географии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: emuchkina@yandex.ru

Субботин М.А. – ст. преп. каф. экологии и природопользования Института экологии и географии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: submich@gmail.com

Garmashova M.K. – Magistrate Student, Chair of Ecology and Environmental Management, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: rulezzadidas@yandex.ru

Muchkina E.Ya. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Ecology and Environmental Management, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: emuchkina@yandex.ru

Subbotin M.A. – Senior Lecturer, Chair of Ecology and Environmental Management, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: submich@gmail.com

Цель исследования – изучение реакции стандартных тест-организмов на биогенные наночастицы ферригидрита. Исследование свойств биогенных наночастиц ферригидрита в отношении ряда живых организмов проводили с применением стандартных тест-объектов (беспозвоночные, одноклеточная водоросль, двудольное растение) и

стандартных методик. Как тест-реакции на действие биогенных наночастиц ферригидрита оценивали выживаемость дафний, рост культуры хлореллы, прорастание семян кресс-салата. Исходная концентрация суспензии биогенных наночастиц ферригидрита составляла 0,996 г/дм³. Диаметр наночастиц равен 2–10 нм. Для проведения

токсикологического анализа с использованием в качестве тест-объекта дафнии (*Daphnia magna* Straus) применяли методику измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. Изучение реакции водорослей в присутствии биогенных наночастиц вели на примере хлореллы (*Chlorella vulgaris* Beijer). Анализировали изменение численности клеток по оптической плотности культуры. Экспозиция опыта составляла 22 часа. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. У такого тест-объекта, как кресс-салат (*Lepidium sativum* L.), при выявлении токсичности среды учитывают всхожесть семян, сравнивая контрольные и опытные варианты. Проращивали семена кресс-салата сорта Забава с экспонированием во влажной камере в течение 5 суток. Во всех вариантах опыта применяли три повторности для каждого тест-организма. Установлено, что наночастицы не оказывают токсического воздействия на выживаемость *Daphnia magna*, рост *Chlorella vulgaris* и всхожесть *Lepidium sativum*.

Ключевые слова: тест-объекты, биогенные наночастицы, ферригидрит, выживаемость, всхожесть, рост.

The research objective was studying of reaction of standard test organisms to biogenous nanoparticles of ferrihydrate. The research of properties of biogenous nanoparticles of ferrihydrate concerning a number of live organisms was conducted with application of standard test objects (invertebrates, monocelled alga, two-submultiple plant) and standard techniques. As test reactions to the effect of biogenous nanoparticles of ferrihydrate the survival of water fleas, the growth of culture of hlorella, germination of seeds of a garden cress were estimated. Initial concentration of suspension of biogenous nanoparticles of ferrihydrate made 0.996 g/dm³. The diameter of nanoparticles was equal to 2–10 nanometers. For carrying out toxicological analysis with use as test object of the water flea (*Daphnia magna* Straus) measurement technique of quantity of *Daphnia magna* Straus was applied to determination of toxicity drinking, fresh natural and sewage, water extracts from the soil, soils, sewage, production wastes and consumption by method of direct account. Studying the reaction of seaweed in the presence of biogenous nanoparticles was conducted on the example of hlorella (*Chlorella vulgaris* Beijer). The change of the number of cells on the optical density of culture was analyzed. The exposition of the experiment made 22 hours. Distilled water

was used as control. At such test object as a garden cress (*Lepidium sativum* L.), at the detection of toxicity of environment viability of seeds were considered, comparing control and experimental options. Couched grade garden cress seeds Entertainment with exhibiting in a damp chamber within 5 days. In all options of the experiment three frequencies to each test organism were applied. It was established that nanoparticles do not make toxic impact on the survival of *Daphnia magna*, growth *Chlorella vulgaris* and viability of *Lepidium sativum*.

Keywords: test objects, biogenous nanoparticles, ferrihydrate, survival, viability, growth.

Введение. Для организмов значимым элементом является железо. Железо распространено в средах обитания и в живых организмах. Например, в составе растений составляет до 0,08 %. Железо усваивается растениями в большом количестве. И по физиологическим функциям это типичный микроэлемент. В водной среде и почвенных субстратах железо находится в виде ряда соединений, включая ферригидрит [3]. Железо входит в состав ферментных систем растений. Его значение велико в образовании хлорофилла, окислительных процессах, энергетическом обмене [7].

Для стабильного получения растительных ресурсов постоянно идет поиск подходов к расширению спектра применяемых средств. Используются удобрения, вещества со свойствами защиты растений от вредителей, возбудителей заболеваний [4], стимуляторов ростовых функций [1]. Эти средства применяются в виде растворов, суспензий, порошков. В настоящее время возможно их использование на уровне наночастиц [10]. Наночастицы имеют большую адсорбционную способность и транспортную активность, что определяет реальность положительного эффекта при стимулировании растительных организмов с использованием минимальных доз элементов. Установлено, что в природной среде биогенным путем наночастицы продуцируются рядом бактерий, обитающих в донных отложениях водоемов [11]. Подбор необходимых средств ускорения роста растений, усиления устойчивости культур к патогенным организмам определяет применение таких веществ в виде наночастиц.

Актуальные исследования свойств предлагаемых препаратов проводятся на ряде тест-объектов [2]. Расширение спектров и объемов применения наночастиц определяет необходимость изучения реакции стандартных тест-объектов на наночастицы ферригидрита для выявления возможного эффекта токсичности.

Цель исследования: изучение реакции стандартных тест-организмов на биогенные наночастицы ферригидрита.

Методы исследования. Исследование свойств биогенных наночастиц ферригидрита в отношении ряда живых организмов проводили с применением стандартных тест-объектов (беспозвоночные, одноклеточная водоросль, двудольное растение) и стандартных методик. Как тест-реакции на действие биогенных наночастиц ферригидрита оценивали выживаемость дафний, рост культуры хлореллы, прорастание семян кресс-салата. Суспензия наночастиц предоставлена доктором физ.-мат. наук, Ю.Л. Гуревичем (Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»). Исходная концентрация суспензии биогенных наночастиц ферригидрита составляла 0,996 г/дм³. Диаметр наночастиц равен 2–10 нм [11]. Характеристика получения и структуры наночастиц, синтезируемых бактериями, описана в работе В.П. Ладыгиной [6].

Для проведения токсикологического анализа с использованием в качестве тест-объекта дафнии (*Daphnia magna* Straus) применяли методику [9]. В опытные емкости помещали по 10 одновозрастных особей, экспонирование вели в течение 48 часов. Контролем служила культивационная вода. В качестве показателя реакции учитывали выживаемость рачков. Изучение реакции водорослей в присутствии

биогенных наночастиц вели на примере хлореллы (*Chlorella vulgaris* Beijer). Анализировали изменение численности клеток по оптической плотности культуры [8]. Экспозиция опыта составляла 22 часа. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. У такого тест-объекта, как кресс-салат (*Lepidium sativum* L.), при выявлении токсичности среды учитывают всхожесть семян [5], сравнивая контрольные и опытные варианты. Проращивали семена кресс-салата сорта Забава с экспонированием во влажной камере в течение 5 суток. Во всех вариантах опыта применяли три повторности для каждого тест-организма.

Результат исследования и их обсуждение. Проведенное исследование на тест-организмах различного уровня организации – представителей ракообразных, одноклеточных водорослей, двудольных растений показало сходные результаты по реакции тест-объектов на биогенные наночастицы ферригидрита. Культивирование ракообразных проводили при температуре среды 22 °С. Значение pH в контрольном варианте составляло 7,2, в варианте с наночастицами – 6,2.

В ходе экспериментов по определению выживаемости дафний в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита было установлено, что у всех особей не наблюдалось реакции токсического действия на выживаемость (табл. 1).

Таблица 1

Результаты токсикологического анализа биогенных наночастиц ферригидрита на тест-объекте *Daphnia magna*

Вариант эксперимента	Показатель пробы			Выживаемость дафний, %	Оценка тестируемой пробы
	t, °C	pH	Содержание наночастиц		
Контроль (культивационная вода)	22 °C	7,2	–	100	Не оказывает токсического действия
Суспензия наночастиц 0,5 %		6,2	4,48 мг/дм ³		
Суспензия наночастиц 1,0 %		6,2	9,96 мг/дм ³		

Выживаемость рачков во всех вариантах эксперимента составляла 100 %. Это свидетельствует об отсутствии токсического действия биогенных наночастиц ферригидрита при разбавлении суспензии до 0,5 и 1,0 %.

При изучении свойств бактериального ферригидрита по отношению к одноклеточным водорослям учитывали рост культуры хлореллы по показателю

оптической плотности. Водоросли культивировали при температуре 36 °С, в контрольной пробе значение pH составляло 7,0; в пробах с биогенными наночастицами – 6,2.

Результаты исследований показали, что биогенные наночастицы не оказывают токсического действия на прирост хлореллы (табл. 2).

**Результат токсикологического анализа биогенных наночастиц ферригидрита
на тест-объекте *Chlorella vulgaris***

Вариант эксперимента	Показатели пробы			Критерий токсичности пробы по оптической плотности	Оценка тестируемой пробы
	t, °C	pH	Содержание наночастиц		
Контроль (дистиллированная вода)	36 °C	7,0	–	–	Не оказывает токсического действия
Суспензия наночастиц 0,5 %		6,2	4,48 мг/дм ³	-0,56	Не оказывает токсического действия; стимулирует рост
Суспензия наночастиц 1,0 %		6,2	9,96 мг/дм ³	-0,08	Не оказывает токсического действия

Обработка полученных данных по приросту численности клеток водоросли показала, что критерий токсичности составил -0,56 для суспензии 0,5 % и 0,08 – для суспензии 1,0 % разведения. На культуру хлореллы при данных условиях токсического действия биогенные наночастицы не оказывали. Зарегистрировано проявление эффекта стимулирования

по сравнению с контролем, прирост культуры составил более 50 %.

Реакцию кресс-салата на действие биогенных наночастиц ферригидрита регистрировали по прорастанию семян в лабораторных условиях при комнатной температуре (22–24 °C) и естественном освещении (табл. 3).

Таблица 3

**Энергия прорастания и всхожесть семян кресс-салата сорта Забава
в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита**

Вариант эксперимента	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	x±m	Отличие от контроля по критерию Фишера	x±m	Отличие от контроля по критерию Фишера
Контроль (водопроводная вода)	95,5±1,9	–	98,9±1,6	–
Суспензия наночастиц 0,5 % (4,48 мг/дм ³)	95,6±1,3	Нет	96,7±1,7	Нет
Суспензия наночастиц 1,0 % (9,96 мг/дм ³)	93,3±1,6	Нет	95,5±1,8	Нет

Энергия прорастания семян кресс-салата в контрольном варианте составила 95,5 %, в присутствии наночастиц 0,5 % суспензии – 95,6; в варианте 1,0 % суспензии – 93,3 %. Применение критерия Фишера при сравнении контрольного и опытных вариантов не выявило достоверных различий. Всхожесть семян имела наиболее высокие значения в контрольном варианте – 98,8 %, при разведении суспензии наночастиц до 0,5 % составляла 96,7 % и разведении биогенных наночастиц до 1,0 % всхожесть была на уровне 95,5 %. По критерию Фишера не установлено достоверного отличия всхожести кресс-салата между контрольными и опытными вариантами.

Не наблюдалось эффекта изменения всхожести семян кресс-салата при наличии биогенных наночастиц ферригидрита.

Выводы. По результатам проведенных исследований установлено, что биогенные наночастицы ферригидрита в разбавлении суспензии до 0,5 и 1,0 % не оказывают токсического действия на стандартные тест-объекты.

Реакция дафний по уровню выживаемости не отличалась от контрольной и составляла 100 %. Рост культуры одноклеточной водоросли хлорелла имел незначительный стимулирующий эффект при разбавлении суспензии наночастиц 1,0 %, прирост кле-

ток не превышал 30 % от контрольного. При разбавлении 0,5 % суспензии наночастиц проявился выраженный стимулирующий эффект с повышением более, чем на 50 % от контрольного прироста клеток. Прорастание семян кресс-салата в присутствии наночастиц не имело значимых отличий от контрольного варианта по энергии прорастания и всхожести. Полученные данные позволяют предположить, что наночастицы ферригидрита, синтезируемого бактериями, не имеют токсического действия на организмы и могут быть использованы в целях стимулирования развития растений и микроорганизмов.

Литература

1. Бопп В.Л., Гуревич Ю.Л., Мистратова Н.А. и др. Эффективность применения наночастиц биогенного ферригидрита при зеленом черенковании чубушника // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 50–55.
2. Быбин В.А. Влияние вермипрепаратов на различные тест-объекты: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 2012. – 21 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Соединения железа и биодegradация нефти в переувлажненных загрязненных почвах (обзор литературы) // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1364–1374.
4. Гончар Е.Н., Щербаков А.В., Лопатко К.Г. и др. Повышение эффективности микробно-растительного симбиоза путем создания композиционных биопрепаратов с использованием биогенных металлов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 30.
5. ГОСТ 12038-84. Методы сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 1986. – 20 с.
6. Ладыгина В.П. Получение, структура и магнитные свойства железосодержащих наночастиц, синтезируемых бактериями: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Красноярск, 2011. – 22 с.
7. Лебедев С.В., Короткова А.М., Осипова Е.А. Оценка влияния наночастиц железа Fe, наночастиц магнетита Fe₃O₄ и сульфата железа (II) FeSO₄ на содержание фотосинтетических пигментов *Triticum vulgare* // Физиология растений. – 2014. – Т. 61, № 4. – С. 603–607.
8. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. – М., 2014. – 36 с.
9. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06, Т 16.1:2:2.3:3.9-06. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. – М., 2014. – 39 с.
10. Хижняк С.В., Шевелёв Д.И., Самойлова В.А. Влияние биогенных наночастиц ферригидрита на эффективность протравливания семян пшеницы // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 10. – С. 179–182.
11. Teremova M.I., Petrakovskaya E.A., Romanchenko A.S. et al. Ferritization of industrial waste water and microbial synthesis of iron-based magnetic nanomaterials from sediments // Environmental Progress and Sustainable Energy. – 2016. – Т. 35, № 5. – 2016. – С. 1407–1414.

Literatura

1. Bopp V.L., Gurevich Ju.L., Mistratova N.A. i dr. Jefferktivnost' primenenija nanochastic biogenogo ferrigidrita pri zelenom cherenkovanii chubushnika // Uspehi sovremennoj nauki. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 50–55.
2. Bybin V.A. Vlijanie vermipreparatov na razlichnye test-ob'ekty: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Irkutsk, 2012. – 21 s.
3. Vodjanickij Ju.N. Soedinenija zheleza i biodegradacija nefi v pereuvlazhnennyh zagrjaznennyh pochvah (obzor literatury) // Pochvovedenie. – 2011. – № 11. – С. 1364–1374.
4. Gonchar E.N., Shherbakov A.V., Lopat'ko K.G. i dr. Povyszenie jefferktivnosti mikrobno-rastitel'nogo simbioza putem sozdanija kompozicionnyh biopreparatov s ispol'zovaniem biogennyh metallov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2013. – № 12. – С. 30.
5. GOST 12038-84. Metody sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Metody opredelenija vshozhesti. – M.: Standartinform, 1986. – 20 s.
6. Ladygina V.P. Poluchenie, struktura i magnitnye svojstva zhelezosoderzhashhih nanochastic, sintetiziruemyh bakterijami: avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. – Krasnojarsk, 2011. – 22 s.
7. Lebedev S.V., Korotkova A.M., Osipova E.A. Ocenka vlijanija nanochastic zheleza Fe, nanochastic magnetita Fe₃O₄ i sul'fata zheleza (II) FeSO₄ na sodержание fotosinteticheskikh pigmentov *Triticum vulgare* // Fiziologija rastenij. – 2014. – Т. 61, № 4. – С. 603–607.
8. PND F T 14.1:2:3:4.10-04, T 16.1:2:2.3:3.7-04. Metodika izmerenij opticheskoy plotnosti kul'tury vodorosli hlorella (*Chlorella vulgaris* Beijer) dlja opredelenija toksichnosti pit'evykh, presnykh prirod-

- nyh i stochnyh vod, vodnyh vytjazhek iz gruntov, pochv, osadkov stochnyh vod, othodov proizvodstva i potreblenija. – M., 2014. – 36 s.
9. PND F T 14.1:2:3:4.12-06, T 16.1:2:2:3:3.9-06. Metodika izmerenij količestva *Daphnia magna* Straus dlja opredelenija toksichnosti pit'evyh, presnyh prirodnyh i stochnyh vod, vodnyh vytjazhek iz gruntov, pochv, osadkov stochnyh vod, othodov proizvodstva i potreblenija metodom prjamogo scheta. – M., 2014. – 39 s.
10. Hizhnjak S.V., Shevel'ov D.I., Samojlova V.A. Vlijanie biogennyh nanochastic ferrigidrita na jeffektivnost' protravlivaniya semjan pshenicy // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 10. – S. 179–182.
11. Teremova M.I., Petrakovskaya E.A., Romanchenko A.S. et al. Ferritization of industrial waste water and microbial synthesis of iron-based magnetic nanomaterials from sediments // Environmental Progress and Sustainable Energy. – 2016. – T. 35, № 5. – 2016. – S. 1407–1414.

УДК 631.4-631.82

И.И. Шепелев, Е.Н. Еськова, А.М. Немеров,
И.С. Стыглиц, Р.В. Кочетков

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ФИТОСАНАЦИИ
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ

I.I. Shepelev, E.N. Eskova, A.M. Nemerov,
I.S. Styglits, R.V. Kochetkov

THE DEVELOPMENT OF COMPLEX ACTIONS ON PHYTOSANITATION FOR RESTORATION OF
AGROECOSYSTEMS IN INDUSTRIAL REGION

Шепелев И.И. – д-р техн. наук, проф. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Ekoing@mail.ru

Еськова Е.Н. – канд. биол. наук, доц., зав. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: nikeskov@mail.ru

Немеров А.М. – директор по экологии и качеству АО «РУСАЛ Ачинск», Красноярский край, г. Ачинск, асп. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Ekoing@mail.ru

Стыглиц И.С. – асп. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: styglic@mail.ru

Кочетков Р.В. – специалист по обращению с отходами АО «РУСАЛ Ачинск», Красноярский край, г. Ачинск. E-mail: Ekoing@mail.ru

Shepelev I.I. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Ekoing@mail.ru

Eskova E.N. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: nikeskov@mail.ru

Nemerov A.M. – Director in Ecology and Quality, JSC “RUSAL”, Achinsk, Krasnoyarsk Region, Achinsk. Post-Graduate Student, Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Ekoing@mail.ru

Styglits I.S. – Post-Graduate Student, Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: styglic@mail.ru

Kochetkov R.V. – Specialist in Dealing with Waste, JSC “RUSAL”, Achinsk, Krasnoyarsk Region, Achinsk. E-mail: Ekoing@mail.ru

Цель исследования – определение перспективных видов многолетних травянистых растений для фитосанации почвенного покрова на загрязненных территориях в районе шламохранилища АО «РУСАЛ Ачинск». Задачи исследования: проанализировать химический состав техногенных промпродуктов, используемых для санации загрязненных почв; оценить в лабораторно-вегетационном опыте адаптацию разных травосмесей многолетних трав для произрастания на экспериментальных субстратах. Исследования

проводились в Красноярском ГАУ согласно типовым методикам. Из адаптированных к условиям Сибири многолетних трав – *Poa pratensis* L., *Phleum pratense* L., *Melilotus officinalis* и *Trifolium repens* L. составлено три варианта травосмесей. Эффективность их использования для фиторемедиационных целей изучалась в лабораторно-вегетационном эксперименте. В качестве субстратов для проращивания смешивался почвогрунт с 4 реперных участков с илом со дна пруда-охладителя сбросных вод ТЭЦ АО «РУСАЛ