

УДК 504.53.062.4

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕМЕДИАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ (*BRASSICA JUNCEA* L.) В ОТНОШЕНИИ К ЦИНКУ

© 2013 Н.П. Неведров, Е.П. Проценко, П.Л. Медянцев, А.В. Пученкова

Курский государственный университет

Поступила в редакцию 17.12.2012

Представлены данные по влиянию применения различных приемов внесения микроудобрений на аккумуляцию цинка горчицей сарептской выращенной на серой лесной почве Курской области. Отмечен высокий биологический вынос цинка растениями горчицы сарептской, который зависел от биомассы растений, фитоэкстракции и приема внесения удобрений.

Ключевые слова: фитоэкстракция, горчица сарептская, биологический вынос, биомасса, удобрение.

Ежегодно в окружающей среде, в частности в почве, увеличивается содержание различных поллютантов, выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом. Токсичные вещества, аккумулированные средой, мигрируют в живые организмы и пагубно влияют на их состояние [1, 3, 5].

Опасными загрязнителями почвы являются тяжелые металлы, в частности цинк, который в небольших количествах необходим живым организмам, а в чрезмерном вызывает различного рода заболевания [1, 2].

Очистка почв от тяжелых металлов - фиторемедиация является очень перспективным, экологичным и экономичным методом, успешно используемым за рубежом и в России [4, 6].

Фиторемедиация представляет собой выращивание в течение определенного периода времени на участке специально подобранных видов растений-гипераккумуляторов, накапливающих тяжелые металлы корневой системой и переносящих их в наземную биомассу. Для увеличения подвижности тяжелых металлов в почве, их транслокацию из корневой системы в наземную биомассу растений с последующим накоплением, в фиторемедиации, применяют эффекты фитоэкстракции [1, 2, 6].

Одним из важных критериев при выборе фиторемедиантов является биомасса растений, которая должна иметь высокие показатели. При выращивании растений на сильно загрязненных участках их биомасса зачастую уменьшается с ростом содержания ТМ в почве. Что, соответственно, уменьшает биологический вынос ТМ из почвы. Но при внесении удобрений и стимуляторов роста

растений можно нивелировать снижение биомассы и, соответственно, увеличить вынос ТМ [2, 5].

В работе изучалось влияние удобрений на фитоэкстракцию цинка горчицей сарептской, выращенной на серой лесной почве с уровнем загрязнения 10 ПДК (1000 мг/кг). Выращивание растений проводили в вегетационных сосудах.

Для исследования были взяты растения горчицы сарептской и серая лесная почва (Агробиостанция КГУ г. Курска). Почва отбиралась с глубины 0-20 см. (верхний горизонт). Исходное содержание цинка в почве составляло 13 мг/кг. Лабораторный опыт проводился в трехкратной повторности при искусственно созданном уровне загрязнения серой лесной почвы 10 ПДК (1000 мг/кг). В качестве загрязнителя использовали сернокислый цинк ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Семена горчицы сарептской замачивались в 0,5% растворе микроудобрения «Аквамикс» (состав (%): $Fe_{3,84}$, $Mn_{2,57}$, $Zn_{0,53}$, $Cu_{0,53}$, $Ca_{2,57}$ (хелаты), $B_{0,52}$, $Mo_{0,13}$). Проводилась некорневая обработка растений (один раз в неделю; всего две обработки) 1% раствором комплексного удобрения «Акварин-4» (состав (%): N_6 , P_{12} , K_{33} , $Fe_{0,54}$, $Mn_{0,042}$, $Zn_{0,014}$, $Cu_{0,01}$, $Ca_{2,57}$ (хелаты), $B_{0,02}$, $Mo_{0,004}$), раствором органоминерального удобрения «Биогумус» (в $1г/дм^3$ содержится %: гуматы калия – 12, N_{20} , P_{10} , K_{15} , $S_{0,1}$, $Mg_{0,12}$, $Cu_{0,12}$, $Zn_{0,07}$, $Mn_{0,1}$, $Fe_{0,05}$, $B_{0,05}$, $Mo_{0,005}$, $Co_{0,002}$, аскорбиновая кислота, витамины – В1, В3, В12), раствором микроудобрения «Гумат +7йод» (состав (%): гуминовые кислоты - 37, $N_{1,5}$, K_5 , $Mg_{0,12}$, $Cu_{0,2}$, $Zn_{0,02}$, $Mn_{0,17}$, $Fe_{0,4}$, $B_{0,2}$, $Mo_{0,018}$, $Co_{0,02}$, $I_{0,005}$).

Измерение массовых концентраций цинка в образцах проводилось методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА 4. Пробоподготовка и анализ проб выполнены в соответствии с методикой МУ 31-04/04 [7].

По окончании опыта проводилось измерение биологических показателей горчицы сарептской.

При анализе полученных данных (табл. 2) выяснили, что при раздельном внесении удобрений наблюдается значительное увеличение биомассы горчицы сарептской. При комбинированном вне-

Неведров Николай Петрович, аспирант. E-mail: 9202635354@mail.ru

Проценко Елена Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

Медянцев Павел Львович, кандидат биологических наук. E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

Пученкова Анна Викторовна, магистрант. E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

сении удобрений (замачивание семян в растворе «Аквамикса» совместно с некорневой обработкой растворами «Акварина», «Биогумуса» и «Гумат+7йод») прирост биомассы либо незначителен, либо совсем не наблюдается. Наиболее высокие показатели отмечены при некорневой обработке горчицы сарептской удобрением «Акварин-4», биомасса достигает 39,8 граммов, что приблизительно в два раза выше чем на контроле.

Таблица 1. Схема опыта

№ Варианта опыта	Предпосевная обработка семян	Некорневое опрыскивание			
	«Аквамикс» р-р 0,5%	Контроль (без опрыскивания)	«Акварин-4»	«Биогумус»	«Гумат+7 йод»
1	+	-			
2	+		+		
3	+			+	
4	+				+
5	-	-			
6	-		+		
7	-			+	
8	-				+

*отсутствие приема (-), применение приема (+)

Необходимо отметить, что при применении одного приема (замачивание семян или некорневая обработка) длина проростка увеличивается значительно, чем при совместном внесении

удобрительных средств. Наибольшая длина проростков наблюдалась в варианте 5 опыта. Из этого следует, что «Аквамикс» является наиболее эффективным стимулятором роста по сравнению с другими изучаемыми удобрениями.

Статистическая обработка полученных данных показала, что биомасса и длина проростка горчицы сарептской тесно коррелируют, полученный коэффициент корреляции равен 0,87.

При внесении удобрений «Биогумус» и «Гумат+7 йод», а также при комплексном использовании удобрений «Акварин»+«Аквамикс» и «Биогумус»+«Аквамикс» содержание цинка в корнях горчицы сарептской увеличивается, по сравнению с контролем. Ярко выражено повышение содержания цинка в побегах в вариантах опыта с применением удобрения «Аквамикс» отдельно и совместно с удобрением «Акварин». При использовании «Гумат+7 йод» содержание цинка растет незначительно. Коэффициент отношения содержания тяжелого металла цинка в побегах к его содержанию в корнях больше единицы только в варианте эксперимента с применением «Аквамикс». Во всех остальных случаях он значительно меньше. Это говорит о том, что в данном варианте опыта интенсивность переноса ТМ из корней в побеги выше, чем в остальных.

Биологический вынос цинка побегами горчицы сарептской из пахотного слоя (глубина пахотного слоя условно принята 0-20 см) загрязненной почвы, представлен в табл. 3.

Таблица 2. Биометрические показатели горчицы сарептской

Биометрические показатели	Варианты опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Контроль	Аквамикс	Акварин	Биогумус	Гумат+7йод	Аквамикс+Акварин	Аквамикс+Биогумус	Аквамикс+Гумат+7йод
Средняя длина побега (см)	6,39	8,74	7,97	7,89	7,38	6,68	6,69	6,69
Сырая биомасса, (гр/на сосуд)	18,9	35,3	39,8	28,8	32,8	19,6	18,7	21,0
Абсолютно-сухая биомасса (гр/на сосуд)	2,415	3,311	3,597	3,056	3,417	2,398	2,054	1,896

Таблица 3. Выноса цинка побегами горчицы сарептской в кг/га в условиях загрязнения

Загрязнение почвы	Без загрязнения содержание цинка 13 мг/кг	Уровень загрязнения почвы 10 ПДК (1000 мг/кг) по цинку								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
№ Варианта опыта										
Применение удобрений	Контроль	Контроль без удобрения	Аквамикс	Акварин	Биогумус	Гумат+7йод	Аквамикс+Акварин	Аквамикс+Биогумус	Аквамикс+Гумат+7йод	
Биологический вынос цинка (кг/га)	0,43	9	18	10,4	10,8	13,6	14,2	5,4	6,4	



Рис. Содержание цинка в корнях и побегах горчицы сарептской»

Стоит отметить, что при применении раздельных приемов фитоэкстракционная способность горчицы сарептской возрастает. Пересчет выноса цинка на 1га площади показал, что самый высокий результат 18 кг/га (в два раза превосходит контроль) зафиксирован в варианте опыта с применением удобрения «Аквамикс». При комбинированном внесении удобрений стимуляции фитоэкстракции не наблюдается, за исключением варианта «Аквамикс»+«Акварин» 14,2 кг/га.

По всей видимости низкие показатели: биомасса, длина побегов и фитоэкстракция цинка растениями горчицы сарептской при комбинированном использовании удобрений связаны с излишком вносимых микро- и макроэлементов. Выбранные нами приемы внесения удобрений целесообразнее применять раздельно.

ВЫВОДЫ

1. Замачивание семян в 1% растворе микроудобрения «Аквамикс» является наиболее эффективным приемом, повышающим ремедиационную способность горчицы сарептской по отношению к цинку. Биологический вынос цинка растениями достигает 18кг/га.

2. Как применение замачивания семян в растворе микроудобрений, так и некорневая обработка, при раздельном внесении стимулируют рост побегов в длину, увеличивают биомассу и стимулируют фитоэкстракцию цинка горчицей сарептской, тем самым повышая биологический вынос цинка побегами растения.

3. При комбинированном внесении удобрений (замачивание семян в растворе «Аквамикс» совместно с некорневой обработкой растворами «Акварин-4», «Биогумус» и «Гумат+7 йод») наблюдается снижение их эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф.* Устойчивость растений к тяжелым металлам [отв. ред. Н.Н. Немова]: Институт биологии КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. С. 6-16.
2. Физиологическая устойчивость сельскохозяйственных культур: учебник / Е.И. Кошкин. М.: Дрофа, 2010. с. 395-441.
3. *Янин Е.П.* Основные способы ремедиации загрязненных ртутью почв и грунтов (зарубежный опыт)// Проблемы окружающей природной среды и природных ресурсов. 2011. № 5. С. 16-22.
4. *Прасад М.Н.* Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами // Физиология растений. 2003.Т. 50, № 5. С. 768–780.
5. *Неведров Н.П.* Влияние удобрений на биомассу и длину проростка горчицы сарептской *Brassica juncea(L.)* при выращивании ее на загрязненной цинком серой лесной почве // Проблемы современной биологии: материалы V Международной научно-практической конференции (20.07.2012). М.:Издательство «Спутник+», 2012. С. 45-48.
6. *Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунишвили Т.А., Евстигнеева З.Г.* Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях; Ин-т биохимии им. А.Н. Баха. М.: Наука, 2005. С. 63-68.
7. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА.- Томск.: Изд-во ТПУ, 2004. 23 с.

**REGULATION OF ABILITY OF *BRASSICA JUNCEA* L.
BY REMEDIATION IN THE RELATION TO ZINC**

© 2013 N.P. Nevedrov, E.P. Protsenko, P.L. Medyantsev, A.V. Puchenkova

Kursk state university

Are submitted data on influence of application of various receptions of introduction of microfertilizers on *Brassica juncea* L. zinc accumulation the kursk area grown up on the gray wood soil. High biological carrying out of zinc by plants of *Brassica juncea* L. which depended on a biomass of plants, a phitoextraction and reception of application of fertilizers is noted.

Key words: phitoextraction, *Brassica juncea* L., biological carrying out, biomass, fertilizer.

Nevedrov Nikolay Petrovitch, post-graduate student.

E-mail: 9202635354@mail.ru

Protsenko Elena Petrovna, doctor of sciences, professor.

E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

Medyantsev Pavel Lvovich, candidate of Biology.

E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru

Puchenkova Anna Viktorovna, undergraduate.

E-mail: kaf-ecolbiol@yandex.ru