

s/l. То есть экспрессия этих генов сильно зависит от miRNA. Наибольшую плотность сайтов связывания имеет mRNA гена *BBC3*, которая связывает miRNA в 16 сайтах (таблицы 1, 5, 7). Средняя плотность сайтов связывания miRNA с mRNA гена *BBC3* равна 8,8 s/l, которая значительно больше, чем в mRNA приведенных выше генов. В последние годы интерес к этому гену вырос в связи с участием его в регуляции апоптоза [10]. Некоторые из изученных miRNA действуют на mRNA только одного гена, что можно использовать для селективной модификации экспрессии соответствующих генов-мишеней.

1. Liu J., Jennings S.F., Tong W., Hong H. Next generation sequencing for profiling expression of miRNAs: technical progress and applications in drug development // J. Biomedical Science and Engineering. – 2011. – Vol. 4. – P. 666-676.
2. Grimson A., Fahr K.K., Johnston W.K., Garrett-Engele P., Lim L.P., Bartel D.P. MicroRNA targeting specificity in mammals: determinants beyond seed pairing. // Mol. Cell. – 2007. – Vol. 27. – P. 91-105.
3. Lee I., Ajay S., Yook J. et al. New class of microRNA targets containing simultaneous 5'-UTR and 3'-UTR interaction sites. // Genome Research. – 2009. – Vol. 19. – P. 1175-1183.
4. Tay Y., Zhang J., Thompson A., Lim B. et al. MicroRNAs to Nanog, Oct4 and Sox2 coding regions modulate embryonic stem cell differentiation. // Nature. – 2008. – Vol. 455. – P. 1124-1128.
5. Tsai N.-P. et al., MicroRNA mir-346 targets the 5'UTR of RIP140 mRNA and up-regulates its protein expression. // *Biochem J.* – 2009. – Vol. 424. – P. 411-418.
6. Shirdel E.A., Xie W., Mak T.W., Jurisica I. NAViGaTing the micronome-using multiple microRNA prediction databases to identify signaling pathway-associated microRNAs. // PLoS ONE. – 2011. – Vol. 6 (2). – e17429. doi:10.1371/journal.pone.0017429.
7. Lewis B.P., Burge C.B., Bartel D.P. Conserved seed pairing, often flanked by adenosines, indicates that thousands of human genes are microRNA targets // Cell. – 2005. – Vol. 120. – P. 15-20.
8. Kowarsch A., Marr C., Schmid D., Ruepp A., Theis F.J. Tissue-specific target analysis of disease-associated microRNAs in human signaling pathways. // PLoS ONE. – 2010. – Vol. 5 (6). – e11154. doi:10.1371/journal.pone.0011154.
9. Patel N., Sauter E.R. Body fluid micro(mi)RNAs as biomarkers for human cancer. // J. Nucl. Acids Investigation. – 2011. – Vol. 2. – e1.
10. Qiu W., Wu B., Wang X., Buchanan M.E., Regueiro M.D. et al., PUMA-mediated intestinal epithelial apoptosis contributes to ulcerative colitis in humans and mice. // J. Clin. Invest. – 2011. – Vol. 121. – P. 1722-1732.

784 генералық miRNA, 686 интронды miRNA мен 49 экзонды miRNA байланысу сайттары 52 интронды miRNA кодтайтын гендерде зерттелді. miRNA-ның әрбір геннің mRNA-ның 5'UTR, CDS мен 3'UTR-мен байланысу ерекшеліктері анықталды. miRNA-лар mRNA-ның 5'UTR-не CDS пен 3'UTR салыстырғанда туыстығы жоғары. 52 геннің mRNA байланысу сайттарының орналасу тығыздығы және байланысатын miRNA саны бойынша ерекшеленеді. miRNA-ның 5'- пен 3'- соңының байланысу энергиясына қосқан үлесі бойынша miRNA мен mRNA бірнеше байланысу түрлері анықталған. Интронды miRNA өздерін кодтайтын гендердің mRNA реттемейді. Алынған нәтижелер miRNA мен mRNA байланысу механизмін түсінуге көмектеседі.

Interaction sites of 784 intergenic miRNAs, 686 intronic miRNAs and 49 exonic miRNAs with mRNAs of 52 genes which are coded intronic miRNAs were studied. Feature interactions of miRNA with mRNA 5'UTR, CDS and 3'UTR of each gene are revealed. The raised affinity of miRNA sites to mRNA 5'UTRs in comparison with CDSs and 3'UTRs is established. mRNAs of 52 genes considerably differ on density of interaction sites and number of binding miRNAs. Various types of miRNAs interaction with mRNAs were revealed. They variously bring the contribution to interaction energy 5'- and 3'-parts miRNA were determined. Intronic miRNAs do not interact with mRNA of genes, which are coded by them. These data promotes understanding of the interaction mechanism miRNA and mRNA.

УДК 581.55:582.24-155.724

К.К. Богуснаев, Д.Г. Фалеев, И.А. Перова, Д.А. Ережепов

ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА НА ПОГЛОЩЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Cd, Zn) ГИПЕРАКУМУЛЯТОРОМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ *Helianthus annuus L.*

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*Проведенные нами исследования по изучению влияния биогумуса на поглощение тяжелых металлов (Cd, Zn) на примере *Helianthus annuus L.* показали, что внесение биогумуса способствует снижению количества поллютантов накапливающихся как в надземной, так и в подземной части исследованных растений.*

Загрязнение биосферы, вследствие усиливающегося антропогенного воздействия, тяжелыми металлами является одной из основных экологических проблем современности. Техногенное загрязнение окружающей среды оказывает неблагоприятное действие на многие физиологические процессы растений. Активная роль в поглощении растением элементов питания принадлежит корневой системе, а значит, влияние почвенных загрязнений играет одну из главных ролей в комплексном

воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе и антропогенных загрязнений. Вместе с тем, известно положительное влияние биогумуса на плодородие почв и как следствие на улучшение ростовых параметров растений, органические вещества в значительной степени способствуют связыванию поллютантов антропогенного происхождения, что способствует снижению токсического воздействия на растения. Данные свойства органических компонентов почв могут быть использованы при разработке технологий рекультивации земель загрязненных поллютантами антропогенного происхождения, в частности тяжелых металлов [1-7].

Целью нашего исследования явилось изучение влияния биогумуса на поглощение тяжелых металлов (Cd, Zn) гипераккумулятором тяжелых металлов *Helianthus annuus* L.

Материалы и методы

Объектами исследования являлся подсолнечник масличный (*Helianthus annuus* L., сем. *Asteraceae*) – сорт Казахстанский №341 и Казахстанский №3124. Изучение влияния гумуса на поглощение подсолнечником ТМ проводилось в лабораторных условиях. Просеянный песок подвергался термической обработке в сушильном шкафу в течение 3 часов, при температуре 200 С°. После обработки песок помещался в пластиковые горшки объемом 400мл. Затем в половину горшков вносился биогумус – 30%. Таким образом, одна половина горшков содержала почвосмесь с биогумусом, другая была без него.

Для получения проростков отобранные семена промывали мыльным раствором, стерилизовали 2% раствором КМnO₄ в течение 15 мин., промывали дистиллированной водой и высаживали в приготовленные емкости по 10 г в каждую. При проведении эксперимента был использован дигидрат ацетата цинка – Zn(CH₃COO)₂·2H₂O и дигидрат ацетата кадмия - Cd(CH₃COO)₂·2H₂O. Опыты ставили в трёхкратной повторности. Результаты эксперимента были сняты на 60 день проведения опыта.

Результаты и их обсуждение

Внесение в почву биогумуса, способствующего повышению плодородия почвы, приводило к повышению ростовых параметров растений: масса надземной и подземной части, высота растений (рисунок 1).

В условиях загрязнения почв различными поллютантами антропогенного происхождения, в частности тяжелыми металлами, органические вещества, в том числе гуминовые кислоты, содержащиеся в больших количествах в биогумусе, способствуют образованию комплексных соединений с тяжелыми металлами, малоподвижных в почве, что в итоге снижает токсический эффект поллютантов.

Проведенные нами исследования по изучению влияния биогумуса на поглощение тяжелых металлов (на примере Cd, Zn) таким гипераккумулятором тяжелых металлов, как *Helianthus annuus* L. (подсолнечник масличный) показали, что внесение биогумуса влияет на накопление поллютантов как в надземной, так и в подземной части исследованных растений. Так, при внесении Cd в почву (150мг/кг) (песок без добавления биогумуса) наблюдалось накопление в больших концентрациях кадмия в надземной части исследованных растений подсолнечника: 363,0мг/кг (сорт Казахстанский - 3124) и 558,31мг/кг (сорт Казахстанский - 341). При этом, в подземной части изученных представителей *Helianthus annuus* L. сорта Казахстанский – 341 выращенных без внесения биогумуса кадмий был выявлен в сравнительно небольших количествах – 5,13 мг/кг, в то время как в корнях исследованных растений сорта Казахстанский – 3124 аналогичный показатель достигал 958,15мг/кг (рисунок 2).

Внесение биогумуса, при загрязнении почвы кадмием, приводило к существенному снижению поступления данного поллютанта в растения. Так, в целом для растений выращенных без внесения биогумуса концентрация кадмия в надземной и подземной части достигала 368,13 мг/кг (сорт Казахстанский - 341) и 1516,46 мг/кг (сорт Казахстанский - 3124), в то время как при внесении биогумуса аналогичный показатель существенно падал, составив, соответственно 304,69 и 301,71 мг/кг (рисунок 3, 4).

При этом у изученных растений обоих сортов наиболее активно Cd накапливался в корневой системе, не исключено, что внесение биогумуса способствовало накоплению и блокированию поллютанта в корневой системе. В корнях сорта Казахстанский – 341 в среднем накапливалось 45,03 мг/кг, сорта Казахстанский – 3124 – 52,92 мг/кг, в то время как в надземной части, соответственно 259,66 и 248,79 мг/кг (рисунок 3, 4).



сорт Казахстанский №3124



сорт Казахстанский №341

Рисунок 1 - Внешний вид растений *Helianthus annuus* L. выращенных без биогумуса (1) и с добавлением биогумуса (2)

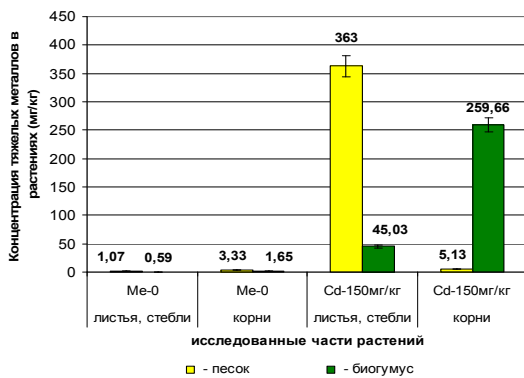


сорт Казахстанский - 3124

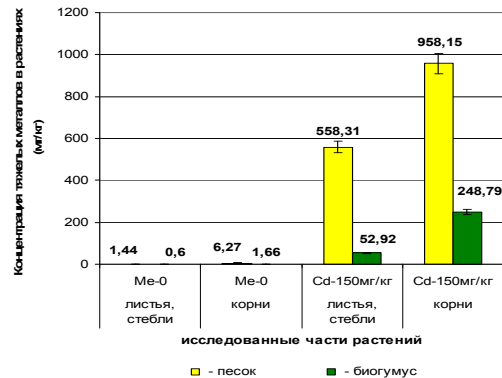


сорт Казахстанский - 341

Рисунок 2 - Внешний вид растений *Helianthus annuus* L. выращенных без биогумуса (1) и с добавлением биогумуса (2) при внесении в почву кадмия (150мг/кг)

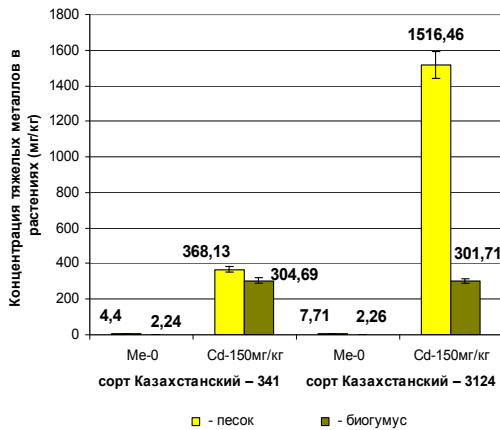


сорт Казахстанский №341

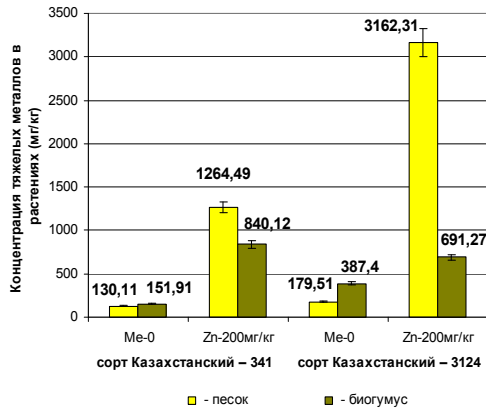


сорт Казахстанский №3124

Рисунок 3 - Концентрация кадмия в растениях *Helianthus annuus* L. при внесении в почву Cd (150мг/кг)



Cd (150мг/кг)



Zn (200мг/кг)

Рисунок 4 - Концентрации ТМ в надземной и подземной части *Helianthus annuus* L., при внесении в почву Cd, Zn

Схожая картина наблюдалась при исследовании влияния биогумуса на накопление цинка в надземной и подземной части *Helianthus annuus* L. сортов Казахстанский – 341 и Казахстанский – 3124, т.е. внесение биогумуса способствовало снижению интенсивности поглощения цинка.

При внесении Zn в почву (200мг/кг) (без добавления биогумуса) наблюдалось накопление в больших концентрациях цинка в надземной части исследованных растений подсолнечника масличного: 1685,39 мг/кг (сорт Казахстанский - 3124) и 1134,85 мг/кг (сорт Казахстанский - 341). При этом, в подземной части изученных представителей *Helianthus annuus* L. сорта Казахстанский – 341 выращенных без внесения биогумуса Zn был выявлен в сравнительно небольших количествах – 129,64 мг/кг, в то время как в корнях исследованных растений сорта Казахстанский – 3124 аналогичный показатель достигал 1476,92 мг/кг (рисунок 5,6).

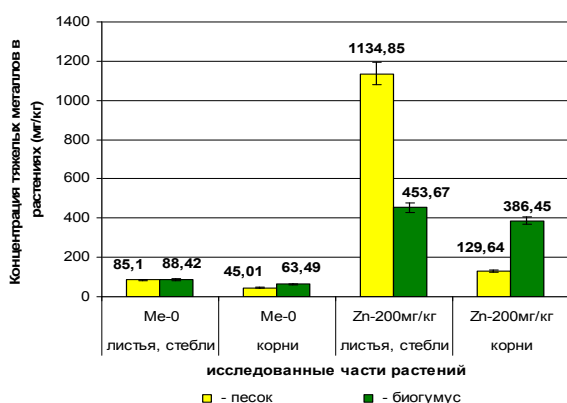


сорт Казахстанский №3124

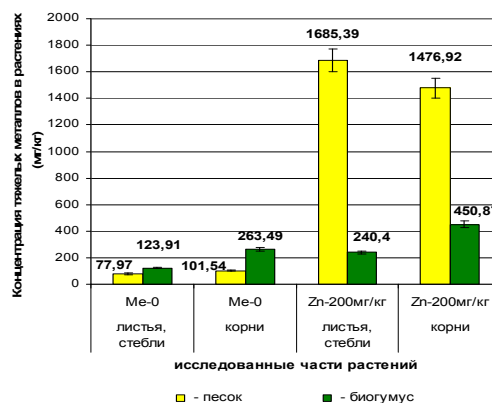


сорт Казахстанский №341

Рисунок 5 - Внешний вид растений *Helianthus annuus* L. выращенных без биогумуса (1) и с добавлением биогумуса (2) при внесении в почву цинка (200мг/кг)



сорт Казахстанский №341



сорт Казахстанский №3124

Рисунок 6 - Концентрация цинка в растениях *Helianthus annuus* L. при внесении в почву Zn (200мг/кг)

Внесение биогумуса, в условиях загрязнения почвы цинком, приводило к существенному снижению поступления этого поллютанта в растения. Так, в целом для растений выращенных без внесения биогумуса концентрация Zn в надземной и подземной части достигала 1264,49 мг/кг (сорт Казахстанский - 341) и 3162,31 мг/кг (сорт Казахстанский - 3124), в то время как при внесении биогумуса аналогичный показатель существенно падал, составив, соответственно 840,12 и 691,27 мг/кг (рисунок 4,7). При этом у изученных растений обоих сортов наиболее активно цинк накапливался в корневой системе, не исключено, что внесение биогумуса, как и в случае внесения кадмия, способствовало накоплению и блокированию цинка в корневой системе исследованных растений. В корнях сорта Казахстанский – 341 в среднем накапливалось 386,45 мг/кг, сорта Казахстанский – 3124 – 450,87 мг/кг, в то время как в надземной части, аналогичный показатель достигал соответственно 453,67 и 240,4 мг/кг (рисунок 29-30).

Способность растений к поглощению ТМ зависит не только от его рода или вида, но и от сорта. Так, способность к поглощению Cd и Zn у *Helianthus annuus* L. сорта Казахстанский – 3124 была в 1,5 раза выше, чем у растений сорта Казахстанский – 341. Полученные данные могут быть использованы в технологии фиторемедиации, земель загрязненных тяжелыми металлами.

Проведенные нами исследования по изучению влияния биогумуса на поглощение тяжелых металлов (на примере Cd, Zn) таким гипераккумулятором тяжелых металлов, как *Helianthus annuus* L. (подсолнечник масличный) показали, что внесение биогумуса способствует снижению количества поллютантов накапливающихся как в надземной, так и в подземной части исследованных растений. Очевидно, что биогумус образует труднорастворимых комплексных соединений с ТМ, способствуя связыванию и переводу ТМ в малоподвижные формы. При этом биогумус способствует накоплению ТМ в подземной части растения. Полученные данные могут быть использованы при разработке технологий фитостабилизации, рекультивации и восстановления земель загрязненных поллютантами антропогенного происхождения, в частности тяжелых металлов (Cd, Zn).

1. Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. - М.: Мысль, 1983. - 272с.
2. Фурсов В.И. Экологические проблемы окружающей среды // Алма-Ата.-1991.-С.23-64.
3. Wu L., Antonovics J. Zinc and copper tolerance of *Polycarpha spirostylis* in tissue culture // Amer.J.Bot.-1989.-Vol.65, N7.- P.268-271.
4. Алексеев Ю.Т. ТМ в почвах и растениях. Л.- Агропромиздат.- 1987.- С.142.
5. Духовский П., Юкнис Р., Бразайтите А., Жукаускайте И. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений – 2003. – Т. 50, №2. - С. 165-173.
6. Титов И.Н., Шишова Т.И. Гуминовые препараты из вермикомпоста и их применение при выращивании различных сельскохозяйственных культур//Мат. I-й Междуна. конф. «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 16-19 марта 2002 г. Владимир, 2002, с. 187-189.
7. Титов И.Н. Вермикомпост – основа приготовления почвогрунтов для тепличных хозяйств и залог высококачественных урожаев//В сб.: Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Тр. Междуна. науч.-практич. конф. Минск, 4-8 июня 2007 г. Минск: УП Камет, 2007, с. 151-152.

Ауыр металдармен (Cd, Zn) ластанған топыраққа биогумусінің енгізуі *Helianthus annuus* L. өсімдіктердің поллютанттардың жинақтауын төмендейтіні көрсетілді.

It was comparing a biogumus and non biogumus plant, growing on heavy metal (Cd, Zn) polluted soil. Biogumus increased plants tolerance to heavy metal.

УДК 581.55:582.24-155.724

К.К. Богуснаев, Б.К. Касымбеков, Д.Г. Фалеев, С.Б. Оразова, С.С. Ишангалиева, И.А. Перова
ВЛИЯНИЕ ЭНДОМИКОРИЗЫ НА НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
РАСТЕНИЙ *Avena sativa* L. И *Phaseolus vulgaris* L.
ПРИ ПОЧВЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*В настоящей работе изучено влияние микоризных грибов на некоторые биохимические показатели растений *Avena sativa* L. и *Phaseolus vulgaris* L. Микотрофные растения при внесении в почву Pb, Cu, Zn отличались более высокими показателями площади листьев, содержанием хлорофилла и каротиноидов по сравнению с немикоризными, содержание пероксида у микотрофных растений, напротив, было ниже, что свидетельствует о протекторной роли эндомикориз.*

Исследование степени и механизмов воздействия грибов микоризообразователей на растение-хозяина имеет большое теоретическое и прикладное значение. Исследователи связывают более высокую устойчивость микоризных растений (по сравнению с немикоризными) к стрессовым факторам с улучшением их питания, обусловленного трофическим взаимодействием с грибами-микоризообразователями. Эндомикориза повышает устойчивость растения-хозяина к различным неблагоприятным факторам окружающей среды: недостатку влаги и питательных веществ, засолению, загрязнению почв ТМ и т.д. [1-3].

Результаты исследований протекторной роли эндомикориз в жизнедеятельности растений в условиях загрязнения почвенного покрова различными поллютантами антропогенного происхождения могут стать основой при разработке биотехнологий направленных на повышение устойчивости растений к высокому содержанию тяжелых металлов и разработки технологий фиторемедиации загрязненных почв [1-3].

Целью наших исследований явилось изучение влияния эндомикоризных грибов на рост и развитие растений овса посевного (*Avena sativa* L.) и фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), выращенных в почвах с различными концентрациями тяжелых металлов (цинк, медь, свинец).

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: