

ВИРОЩУВАННЯ БІОПАЛИВНОЇ РОСЛИНИ ДРУГОЇ ГЕНЕРАЦІЇ **МІСКАНТУСУ** **ГІГАНТСЬКОГО** НА ГРУНТАХ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

СТЕФАНОВСЬКА Т.Р. - к.б.н., доцент (Національний університет ресурсів та природокористування);
 ПІДЛІСНОК В.В. - д.х.н., професор;
 ТОМАШКІН ЯН, к.н. - Університет Матея Бела в Банській Бистриці (Словаччина).

Вступ. Важкі метали потрапляють до навколишнього природного середовища при спалюванні пального, застосуванні добрив та засобів захисту рослин, при геохімічних процесах та техногенних аваріях. При їх наявності в ґрунтах у підвищених концентраціях біологічна активність ґрунтів знижується та негативно впливає на вирощування рослин. Також важкі метали потрапляють у біологічний кругообіг, передаються ланцюгами харчування й спричиняють захворювання людей і тварин. Тому актуальним є очищення забруднених ділянок від важких металів з подальшим поверненням їх до використання як сільськогосподарських земель.

Фіторе mediaція є методом очищення слабо та середньозабруднених неорганічними та органічними домішками земель з використанням зелених рослин, екологічно-дружнім та низьковитратним, що дає змогу зберегти родючість ґрунту після вилучення забруднюючих речовин [1-2]. Метод є досить поширеним в США й Канаді та починає набувати практичного застосування в Європі [3-6].

Останнім часом в науковій літературі з'явилися публікації стосовно використання як фіторе mediaційних агентів біопаливних рослин. При такому поєднанні вдається, з одного боку, очищати значні масиви земель, а з іншого - отримувати біомасу для подальшого виробництва енергії [6-9].

Біопаливні рослини другої генерації є досить перспективними в цьому напрямку, беручи до уваги значні обсяги продукуваної біомаси та можливості вирощування на збіднених ґрунтах та покинутих землях [10]. Для практичного використання даного підходу необхідно встановити умови найбільш ефективного поєднання процесів та можливості отримання біомаси, що не містить забруднених речовин.

Матеріали та методика. В 2012 році були започатковані дослідження з вирощу-

вання біопаливних рослин другої генерації (міскантусу гігантеусу) на слабозабруднених важкими металами ґрунтах в Словаччині, а в 2013 році аналогічні дослідження розпочалися в Україні. Для дослідних ділянок було вибрано ґрунти, що знаходяться на колишньому військовому полігоні в м. Сляч (Словаччина) та на ділянці, забрудненій важкими металами, від колишнього складу боєприпасів в м. Кам'янець-Подільський.

Забруднену ділянку в м. Кам'янець-Подільський було встановлено за результатами моніторингу ґрунтів міста, здійсненого в 2013 році [11]. Відбір зразків ґрунту здійснювався згідно методики агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та КНД «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок» [12-13]. Зразки ґрунту відбирались на глибині 90 см, аналіз здійснювався пошарово, на глибині 0-30 см, 31-60 см,

та 61-90 см, відповідно. Аналіз ґрунтів на вміст важких металів, а також концентрації важких металів в коренях та листях міскантусу гігантеусу здійснювався методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ДСТУ 4770.1:2007) [14].

Результати досліджень. Отримані результати із концентрації важких металів у відібраних для аналізу пробах ґрунтів м. Кам'янець-Подільський представлено в таблиці 1.

Аналізуючи наведені дані, можна заключити, що концентрація у ґрунтах таких важких металів, як Cu, Zn, Cd, відповідає нормам стандарту, а концентрація Co знаходиться на межі норми: максимальна концентрація цього металу у ґрунті становить 4,38 мг/кг при гранично-допустимій концентрації (ГДК) 5 мг/кг.

В той же час концентрація в ґрунтах окремих важких металів, а саме Pb та Mn, перевищує ГДК. Зокрема, максимальна концентрація свинцю стано-

Таблиця 1.
Результати аналізу відібраних проб ґрунтів на вміст важких металів

№ проби	Глибина відбору, (см)	Вага наважки, (г)	Об'єм витяжки, (мл)	Концентрація важких металів (мг/кг)					
				Cu	Zn	Co	Mn	Cd	Pb
P1	0-30	10	50	1,31	9,26	2,43	151,6	0,37	9,74
	31-60	10	50	1,63	10,5	4,38	337,0	0,36	20,6
	61-90	10	50	1,11	5,29	1,64	141,7	0,41	7,38
P2	0-30	10	50	1,09	4,25	3,47	268,8	0,20	10,5
	31-60	10	50	1,49	5,24	3,53	351,0	0,50	10,7
	61-90	10	50	1,22	5,24	3,94	517,7	0,28	8,58
P3	0-30	10	50	0,88	2,70	1,32	139,3	0,32	6,87
	31-60	10	50	0,73	0,85	1,09	26,9	0,30	3,73
	61-90	10	50	1,11	1,18	2,10	115,6	0,44	6,28
Гранично-допустима концентрація металів у ґрунті (мг/кг)				3,0	23,0	5,0	140,0	0,6	6,0

вить 20,6 мг/кг при ГДК 6 мг/кг, тобто перевищення норми складає 3,4 рази. Максимальна зафіксована концентрація марганцю становить 517,7 мг/кг при ГДК 140 мг/кг, в даному випадку перевищення вмісту важкого металу становить 3,6 рази.

Дані таблиці також свідчать про те, що концентрації важких металів є більшими для середнього прошарку досліджуваного ґрунту 31-60 см та нижнього прошарку 61-90 см, тобто, важкі метали, що спочатку знаходилися на поверхні ґрунту, поступово проникають у глибину з ґрунтовими та дощовими водами.

На модельних пробах ґрунтів, що імітували ділянки в м. Кам'янець-Подільський (з підвищеними концентраціями Pb та Mn) та м. Сляч (з підвищеними концентраціями Co), і різнилися концентрацією важких металів, було посаджено біопаливну рослину міскантус гігантеус.

Висновки. Досліди 2012-2014 рр. з вирощування біопаливної рослини на імітованих забруднених ґрунтах в м. Сляч та м. Кам'янець-Подільський, дозволили встановити можливість вирощування міскантусу гігантеусу на відібраних ґрунтах, забруднених невеликими концентраціями важких металів.

Аналіз вмісту Co в біопаливній рослині, що вирощувалася на імітованих ґрунтах в м. Сляч, здійснений в динамічних умовах, дозволив встановити, що цей метал накопичувався протягом всього періоду спостереження лише в кореневій системі рослини в слідових концентраціях. Біомаса рослини не містила домішок металу через 3 місяці після вирощування під час першого та другого року спостережень, а наприкінці вегетативного періоду зафіксовано в листях рослини лише дуже незначні домішки Co, які не перевищували ГДК. Таким чином, вирощена біомаса може бути використана для подальшого виробництва енергії.

Наразі планується продовжити вивчати процес вирощування рослини на імітованих забруднених ґрунтах м. Кам'янець-Подільський та м. Сляч, а також розглянути вплив на процес концентрації важких металів в ґрунтах та їх природи. Такі дані необхідні для більш глибокого аналізу процесу фіторемидації з використанням біопаливних рослин другої генерації [1, 8].

Отримані дані дозволяють розробити фітотехнологію для очистки забруднених ділянок ґрунтів та одночасно вирощувати біопаливну рослину другої генерації для виробництва альтернативної енергії.

Список використаної літератури:

1. Application of Phytotechnologies for Cleanup of Industrial, Agricultural and Waste Water Contamination// Edited by Peter A.Kulakow and Valentina V. Pidlisnyuk.- Springer Verlag, Netherlands, 2010.-196 pages.
2. Witters N., Mendelsohn R.O., Van Slycken S., Weyens N., Schreurs E., Meers E., Tack F., Carleer R., Vangronsveld J. Phytoremediation, a sustainable remediation technology? Conclusions from a case study. I: Energy production and carbon dioxide abatement // Biomass and Bioenergy, 2012.- 39.- p. 454-469.
3. Hegedysovб, A., Jakabovб, S., Vargovб, A., Hegedyс, O., Perneszi, T.J., Use Of Phytoremediation Techniques For Elimination Of Lead From Polluted Soils. r,)r- Nova Biotechnologica, 2009.-9 r,)r- p. 125-132.
5. Robinson B.H., Banuelos G., Conesa H.N.M., Evangelon W.H. and Schulin R. The phytomanagement of trace elements in soil// Crit. Rev.Pl.Sci.,2009.- 28.-p.240-266.
6. Van Ginneken L., Meers E., Guisson R., Ruttens A., Elst K., Tack M. G F., Vangronsveld J., Diels, L. Dejongh W. , Phytoremediation For Heavy Metal-Contaminated Soils Combined With Bioenergy Production // Journal Of Environmental Engineering And Landscape Management, 2007.- 15, 4. p.227-236.
7. Kocon A., Matyka M., Phytoextractive potential of *Miscanthus giganteus* and *Sida hermaphrodita* growing under moderate pollution of soil with Zn and Pb // Journal of Food, Agriculture & Environment, 2012.- 10, 2.-p.1253-1256.
8. Pidlisnyuk V. Expanding the potential of second generation biofuels crops by using for phytoremediation of sites contaminated by heavy metals: laboratory stage// Scientific Bulletin of Kremenchuk National University, 2012.- 74, 4.- p. 104-108.
9. Pidlisnyuk V.V., Stefanovska T.R., Lewis E., Erickson L. and Davis L. Miscanthus as a Productive Crop for Phytoremediation // Critical Reviews in Plant Sciences, 2014.-33,1.- p.1-19.
10. Kharchenko S.A., Pidlisnyuk V.V., Erickson L., Stefanovska T., Implementation of sustainable land management when using *Miscanthus x giganteus* for phytoremediation of soils contaminated by heavy metals// CASEE Conference 2013: "Food and Biomass Production - Basis for a Sustainable Rural Development", Zagreb, Croatia, 2013.-p. 4.
11. Лось Л.В., Зінченко В. О., Жайворонівський В.Р. Вирощування і газифікація біопалив- ефективного шляху вирішення «енергетичних» екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса. Вісник ЖНАЕУ №2, т.1., Житомир, 2011. -с.46-58.
12. Підліснюк В.В., Татаріна Н.М. Можливості використання біопаливної рослини другої генерації міскантусу для фіторемидації ґрунтів, забруднених важкими металами в м. Кам'янець-Подільському Хмельницької області // Proceeding of the XY International scientific-practical conference "Ideas of academician Vernadskyi and problems of regional Sustainable Development", 2013, Kremenchuk, Ukraine - p.106-108.
13. КНД «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок». За ред. Созінова О.О. -К., 1996-37 с.
12. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. За ред. С.М. Рижук, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського К., 2003.
14. Визначення вмісту рухомих сполук Cu, Zn, Co, Mn, Cd, Bb, ґрунтів в буферній атомно-ацетатній витяжці з рН 4,8. Метод атомно-абсорбційної спектроскопії. ДСТУ 4770.1:2007.

Анотація

Енергетичну культуру міскантус вирощують для фіторемидації забруднених ґрунтів. При такому поєднанні вдається, з одного боку, очищати значні масиви земель, а з іншого - отримувати біомасу для подальшого виробництва енергії. Досліди 2012-2014 рр. з вирощування біопаливної рослини на імітованих забруднених ґрунтах в м. Сляч (Словаччина) та м. Кам'янець-Подільський дозволили встановити можливість вирощування міскантусу на ґрунтах, забруднених невеликими концентраціями важких металів.

Анотация

Энергетическую культуру мискантус выращивают для фиторемидации загрязненных почв. При таком использовании удается, с одной стороны, очищать значительные массивы земель, а с другой - получить биомассу для дальнейшего производства энергии. Опыты 2012-2014 гг. выращивания биотопливного растения на имитированных загрязненных почвах в г. Сляч (Словакия) и г. Каменец-Подольский (Украина) позволили установить возможность выращивания мискантуса на почвах, загрязненных небольшими концентрациями тяжелых металлов.

Annotation

Energy crop miscanthus can be grown on contaminated soil. It makes possible two processes: phytoremediation and production of biofuel crops. Results of experiment carried out on model plots with imitated soil contamination with heavy metal in Kamianetz-Podilskiy (Ukraine) and Slyach (Slovakia) show the possibility to grow miscanthus on soil contaminated with medium concentration of heavy metals.