

**ЭКОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**ENVIRONMENTAL SCIENCES**

*Конурбаева М.У., Кулчабаев Э.Н.*

**ПЕСТИЦИД МЕНЕН БУЛГАНГАН ТОПУРАКТАРДЫ БИОДЕГРАДАЦИЯЛОО  
 ҮЧҮН ЭФФЕКТИВДҮҮ ШАРТТАРДЫ ТҮЗҮҮ**

*Конурбаева М.У., Кулчабаев Э.Н.*

**СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ БИОДЕГРАДАЦИИ  
 ПОЧВ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ**

*M.U. Konurbaeva, E.N. Kulchabaev*

**CREATING EFFECTIVE CONDITIONS FOR THE BIODEGRADATION  
 OF SOIL CONTAMINATED BY PESTICIDES**

УДК: 502.2: 574:579. 841.1

Сузак районундагы жайгашкан уу сактагычынан топурактары 40 жылдан ашык эскирген жана тыюуга салынган пестициддери менен булганган. Табиятта баардык химиялык кошулмалар, абиотикалык жана биотикалык факторлордун жардамы менен деструкцияга учурайт. Химиялык кошулма менен булганган топурактын микрофлорасы, биотикалык факторлар катары эсептелет. Ошондуктан, биз, Сузак уу сактагычтын топурактарынын үлгүлөрү алынып, аларга лабораториялык шартта моделдик тажрыйба жүргүздүк. Алынган топурактын үлгүлөрүнүн рН көрсөткүчү абдан жогору болгондон, аларды азайтуу максатында ар кандай кошулмаларды киргизип, андан башка абorigineндүү микроорганизмдерди дагы киргизип, 3 айдан кийин, топурактын үлгүлөрүндө хлорорганикалык пестициддин кармалышын, хроматографиялык анализи менен жыйынтыктадык.

**Негизги сөздөр:** пестициддер, эффективдүү шарттар, топурак үлгүлөрү, хлорорганикалык пестициддер, микроорганизмдердин ассоциациясы.

Почвы ядомогильника Сузакского района уже более 40 лет заражены устаревшими и запрещенными пестицидами. В природе все химические соединения подвергаются деструкции, как, абиотическими, так и биотическими факторами. В качестве биотических факторов выступает сама микрофлора почв, загрязненная теми или иными химическими соединениями. Так, нами были отобраны образцы почв с ядомогильников Сузакского района. Так как, показания рН были высокими, для снижения показателя, а также создания эффективных условий для биодegradации, в лабораторных условиях были проведены модельные эксперименты. В целях снижения показателя рН, были внесены некоторые соединения, а также была внесена аборигенная микрофлора. По истечении 3-х месяцев, все варианты были проверены на содержание хлорорганических пестицидов, хроматографическим анализом.

**Ключевые слова:** пестициды, эффективные условия, почвенные образцы, хлорорганические пестициды, ассоциация микроорганизмов.

The soil of the Suzak district has been contaminated with obsolete and forbidden pesticides for more than 40 years. In nature, all chemical compounds are subject to biodestruction, both by abiotic and biotic factors. The soil microflora itself, contaminated by various chemical compounds, acts as biotic factors. So, by us, soil samples were taken from the toxic burials of the Suzak district. Since the pH readings were high, in order to reduce the index, as well as create effective conditions for biodegradation, model experiments were carried out under laboratory conditions. In order to reduce the pH, some compounds were introduced, and the native microflora was also introduced. After 3 months, all variants were tested for the content of organochlorine pesticides, chromatographic analysis.

**Key words:** pesticides, effective conditions, soil samples, organochlorine pesticides, association of microorganisms.

**Введение.** В последнее время проблема загрязнения природных объектов отходами техногенного происхождения становится более острой. Различные виды отходов промышленных предприятий отравляют воздушный бассейн, водную акваторию и почвы, оказывая пагубное воздействие на живые организмы, обитающие в них. Серьезной экологической катастрофой, требующее безотлагательного решения является загрязнение грунтовых вод и почвы нефтью и нефтепродуктами, пестицидами, тяжелыми металлами и другими веществами.

В XX веке появились синтетические пестициды, в основном хлорорганических и фосфорорганических соединений. Известно, что на территории СССР за 20 лет (1950-1970 гг.) только ДДТ было использовано около 4,5 млн тонн [1].

Негативное воздействие хлорорганических пестицидов на окружающую среду проявилось спустя несколько десятилетий их использования. Эти средства оказались очень устойчивыми, в окружающей среде они не разлагаются десятилетиями, плохо растворимы в воде. Они также, надолго задерживаются в жи-

ровых тканях животных и человека, вызывая серьезные заболевания и даже гибель. Сейчас в большинстве стран мира, производство и использование хлорорганических пестицидов запрещено [1,4,5,9].

В то же время, возникла проблема пестицидов, которые из-за отсутствия финансовых и технических средств, к сожалению не уничтожались. В дополнение к этому, плановая система хозяйствования в республике способствовала продолжению завоза еще новых партий препаратов, что и привело к значительному накоплению больших количеств устаревших пестицидов.

Проблему по уничтожению этих веществ, как и везде, пытались решить путем сооружения так называемых "могильников". Так, в 1973 году в траншеях и железобетонных бункерах было захоронено 1313 тонн непригодных к использованию и запрещенных пестицидов, а в 1980 году - 375 тонн [4,5].

В естественных условиях все химические соединения, используемые в качестве пестицидов, в той или иной мере подвержены деструкции, обусловленной абиотическими и биотическими факторами и процессами. Из биотических факторов ведущая роль в данном процессе принадлежит микрофлоре почвы.

Микробная минерализация является наиболее эффективным и экологически приемлемым способом удаления органических ксенобиотиков. Для этого чаще всего используются гетеротрофные микроорганизмы аборигенной микрофлоры, то есть микрофлора загрязненной пестицидом почвы. И конечно, этот метод является безопасным как для окружающей среды, так и для человека в целом [6,7,8].

Целью данного исследования, являлось, создание эффективного условия для микробной биодegradации, путем внесения различных соединений для снижения показателей pH, а также внесение аборигенной микробной ассоциации в модельном эксперименте, в лабораторных условиях.

**Материал и методы исследования.** Материалом исследования были взяты почвенные образцы ядомогильников Сузак А и Сузак В. Ядомогильник Сузак А находится вблизи с. Сузак, а могильник Сузак Б находится неподалеку от села Кызыл-Байрак Сузакского района.

В 2017 году были отобраны образцы почвы с ядомогильников Сузак А и Сузак В, которые сразу же были анализированы на содержание хлорорганических пестицидов (*Chromatogram Master GC*, газохроматографический метод определения хлорорганических пестицидов в воде, почве: МУ №4120-86 от 01.07.86).

Для выявления основных почвенных групп микроорганизмов эти же почвенные образцы исследовали общепринятыми микробиологическими методами. Использовали накопительные жидкие минеральные среды 2-х видов, разные по составу среды и инкубировали в течение 3-х суток при  $t=26^{\circ}\text{C}$  и 180 об/м. Далее высевали на питательные среды: МПА (мясопептонный агар, для выявления бактерий), Чапека

(для выявления микромицетов) и КАА (крахмал-амиачная среда, для выявления актиномицетов).

Так, для снижения показателя pH, нами было решено, внесение некоторых соединений, в почву, загрязненных пестицидами. Для модельного эксперимента были взяты следующие варианты опыта:

Таблица 1

Варианты модельного опыта

№	Варианты опыта
1.	Ассоциация аборигенных микроорганизмов
2.	Гуминовые кислоты на основе препарата «Эконат» + ассоциация микроорганизмов
3.	Аммоний+ассоциация микроорганизмов
4.	Мочевина ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )+ассоциация микроорганизмов
5.	Контроль

**Результаты и обсуждения.** Всего в нашей республике три места захоронения сельскохозяйственных химикатов. Один находится в Кочкорке и два в Сузакском районе. Были выбраны места, находящиеся вдали от населенных пунктов, где грунтовые воды находятся очень глубоко. Однако, теперь могильник Сузак-Б находится всего лишь в 2 км от села. Пестициды, уже более 40 лет хранятся в Кыргызстане. За это время к могильникам вплотную приблизились сёла, неподалёку от захоронений пасётся скот. Периодически фиксируются отравления среди сельчан, падеж скота [9].



Рис. 1. Ядомогильники Сузакского района.

Так, отобранные почвенные образцы, были исследованы на содержание хлорорганических пестицидов. Как видно, из таблицы в образце почвы **SuzacB**, максимальное содержание **Гептахлор-эпокс** -

**15418,160**; **гептахлор** - **1371,921**; **альдрин** - **1326,939**; **D-BHC** - **2283,103**.

В образце почвы **Suzac A**, максимальное количество **Эндосульф+4.4 DDT**-**73,873**; **эндрин-альдегид**-**43,469**; **4.4 DDD**-**35,621**.

Таблица 2

Результаты хроматографии образцов почвы **SuzacA** (справа) и **SuzacB** (слева) **на хлорорганические соединения**

№	Количество [мг/кг]	Наименование групп пестицидов	Наименование групп пестицидов	Количество [мг/кг]
1.	13,801	A-BHC	A-BHC	979,504
2.	<b>52,740</b>	<b>B-BHC</b>	B-BHC	577,502
3.	19,079	G-BHC	G-BHC	910,548
4.	<b>52,661</b>	<b>D-BHC</b>	<b>D-BHC</b>	<b>2283,103</b>
5.	4,537	Гептахлор	<b>Гептахлор</b>	<b>1371,921</b>
6.	7,353	Альдрин	<b>Альдрин</b>	<b>1326,939</b>
7.	18,000	Гептахлор-эпокс	<b>Гептахлор-эпокс</b>	<b>15418,160</b>
8.	12,122	Эндосульфан-1	Эндосульфан-1	462,358
9.	27,567	4.4 DDE	4.4 DDE	654,768
10.	17,778	Дельдрин	Дельдрин	268,031
11.	<b>35,621</b>	<b>4.4 DDD</b>	4.4 DDD	266,593
12.	25,601	Эндосульфан-2	Эндосульфан-2	743,211
13.	<b>43,469</b>	<b>Эндрин-альдегид</b>	Эндосульф+4.4 DDT	567,780
14.	<b>73,873</b>	<b>Эндосульф+4.4 DDT</b>		

Как видно, по результатам хроматографического анализа, количество хлорорганических видов пестицидов превышают ПДК в тысячные доли. Показатели рН, в пределах 8,08-9,20. Но, несмотря на это, было выявлено очень скудное аборигенное микробиологическое биоразнообразие. Так, были выявлены, виды бактерии: *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.* Согласно исследованиям [10], наличие бактерий *Pseudomonas*, в загрязненных ксенобиотиками объектах, говорит о самоочищающейся способности этих объектов. Также свидетельствует, что является, наиболее эффективным бактериальным родом для деградации токсичных соединений. Способность этих бактерий разрушать эти соединения связана с временем контакта с соединением, условиями окружающей среды, в которых они развиваются, и их физиологической универсальностью. В другом отчете [6,7] были оценены три вида *Pseudomonas* для биodeградации гербицида agoslor 1242, что свидетельствует о том, что эти бактерии обладают большой способностью деградировать его в соответствии с их процентом деградации 99,8, 89,4 и 98,4 соответственно.

Ранее, публиковались работы по углеводородо-окисляющей способности культур *Pseudomonas fluorescens*, выделенные из различных почв Кыргызстана [2,3].

Для проведения модельных опытов, были взяты образцы почв ядомогильника **Suzac B**. Условия которые необходимы для микробиологической биоремедиации, определил ещё Таусон в 1928 году:

- наличие воды и минеральных солей;
- наличие источников азота и фосфора;

- присутствие свободного кислорода;
- нейтрального значения рН;

Для снижения показателя рН, исследовали следующие варианты опытов (табл. 3):

Таблица 3

№	Варианты опыта	Показатель рН, до начала опыта	Показатель рН, в конце опыта
1.	Ассоциация аборигенных микроорганизмов	8,05	7,82
2.	Гуминовые кислоты на основе препарата «Эконат» + ассоциация микроорганизмов	8,05	7,72
3.	Аммоний + ассоциация микроорганизмов	8,05	7,85
4.	Мочевина (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O) + ассоциация микроорганизмов	8,05	7,62
5.	Контроль	8,05	8,05

Каждые 2-3 дня почву увлажняли и вели наблюдения за изменением показателя рН. Так, изначально показатель рН, во всех вариантах составлял - 8,05. В конечном итоге самый низкий показатель рН, наблюдался в варианте с внесением мочевины - 7,62.

Опыты проводили в течение 3-х месяцев (январь-март 2018 г.), по истечении которых, образцы почв анализировали на хроматографии, на содержание хлорорганических пестицидов. Были получены, следующие результаты:

Результаты хроматографии образцов почвы модельного опыта *Suzac B* на хлорорганические соединения

№	Количество [мг/кг]	Наименование групп пестицидов
<b>1. Гуминовые кислоты</b>		
1.	0,004	Альфа-ГХЦГ
2.	0,020	Гамма-ГХЦГ
3.	0,031	Дельта-ГХЦГ
4.	0,068	Альдрин
5.	<b>0,055</b>	<b>Гептахлор</b>
6.	0,543	Эндосульфан-1
7.	0,990	4.4 DDE
8.	0,339	Эндосульфан-2
9.	0,312	4.4 DDD
10.	1,153	Эндрин альдегид
11.	<b>2,073</b>	<b>Метоксихлор</b>
<b>2. Мочевина</b>		
1.	0,069	Бета-ГХЦГ
2.	0,012	Бета-ГХЦГ
3.	0,016	Гамма-ГХЦГ
4.	0,016	Дельта-ГХЦГ
5.	<b>1,961</b>	<b>Гептахлор</b>
6.	0,087	Альдрин
7.	0,244	Эндрин
8.	0,551	Эндосульфан-2
9.	0,652	4.4 DDD
10.	0,292	Эндрин альдегид
11.	4,071	4.4 DDT
12.	<b>0,157</b>	<b>Метоксихлор</b>
<b>3. Аммоний</b>		
1.	0,074	Бета-ГХЦГ
2.	0,007	Гамма-ГХЦГ
3.	0,017	Дельта-ГХЦГ
4.	<b>2,013</b>	<b>Гептахлор</b>
5.	0,091	Альдрин
6.	1,038	Эндосульфан-1
7.	0,336	Эндрин
8.	0,571	Эндосульфан-2
9.	0,685	4.4 DDD
10.	0,545	Эндрин альдегид
11.	3,292	4.4 DDT
12.	<b>0,113</b>	<b>Метоксихлор</b>
<b>4. Ассоциация бактерий</b>		
1.	d-BHC	0,006
2.	<b>Гептахлор</b>	<b>0,003</b>
3.	Эндосульфан-1	0,028
4.	4.4 DDE	0,003
5.	Эндрин	0,054
6.	Эндосульфан-2	0,012
7.	4.4 DDD	0,241
8.	4.4 DDT	0,022
9.	<b>Метоксихлор</b>	<b>0,976</b>

5. Контроль		
1.	Бета-ГХЦГ	0,080
2.	Гамма-ГХЦГ	0,006
3.	Дельта-ГХЦГ	0,017
4.	<b>Гептахлор</b>	<b>1,853</b>
5.	Альдрин	0,079
6.	Эндосульфан-1	0,970
7.	Эндосульфан-2	0,558
8.	4.4 DDD	0,550
9.	4.4 DDT	3,747

Как показывают данные таблицы 4, в контрольном варианте, почти все виды хлорорганических пестицидов имеют высокое содержание. Так, гептахлор в варианте с ассоциацией аборигенных бактерий составлял - 0,003 мг/кг; в то же время, в варианте с гуминовыми кислотами составил - 0,055 мг/кг; а самое высокое содержание с использованием аммония, где, в количественном содержании составил - 2,013 мг/кг; когда как в контрольном варианте составляет всего 1,853 мг/кг. Эти исследования имеют продолжение.

#### Литература:

1. Джумаев И., Хаджамбердиев И. Что такое СОЗ? Эко-бюллетень «Мурок» - медицинская экология, 2004, №3-4, - с. 14-19.
2. Конурбаева М.У. Углевородородоксиляющая способность культур *Pseudomonas fluorescens*, в почве (модельные опыты) / Республиканский научно-теоретический журнал «Наука и новые технологии», №5. - Бишкек, 2009. - С. 113-117.
3. Конурбаева М.У. Технология получения опытных препаратов на основе бактерий рода *Pseudomonas* / Республиканский научно-теоретический журнал «Известия вузов», №1. - Бишкек, 2011. - С. 39-41.
4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2006-2011 годы. - Бишкек. 2012. - 120 с.
5. Национальный профиль. Оценка национальной инфраструктуры по управлению химическими веществами в Кыргызской Республике. Бишкек. 2005. - 98 с.
6. Shivaramaiah H.M. and Kennedy I.R. «Biodegradation of endosulfan by a soil bacterium» / Journal of Environmental Science and Health Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, vol. 41, no. 6, pp. 895-905, 2006. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
7. Kazuhiro TAKAGI<sup>1,2\*</sup>, Ryota KATAOKA<sup>1</sup> and Kenichi YAMAZAKI<sup>2,1</sup> 1 Organochemicals Division, National Institute for Agro-Environmental Sciences (NIAES) (Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan) 2 Graduate School of Agricultural Chemistry, Tokyo University of Agriculture (Setagaya, Tokyo 156-8502, Japan), JARQ 45(2), 129-136(2011) <http://www.jircas.affrc.go.jp> REVIEW Recent Technology on Bio-remediation of POPs and Persistent Pesticide.
8. Tallur P.N., Megadi V.B., and Ninnekar H.Z. «Biodegradation of Cypermethrin by *Micrococcus* sp. strain CPN 1», Biodegradation, vol. 19, no. 1, pp. 77-82, 2008. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.
9. Pak V.A., Shakirov K. The review of a problem and a plan of action on destruction of the forbidden and unsuitable pesticides in Kyrgyzstan, as potential sources Persistent Organic Pollutants (POPs). The State Department on Chemicalization and Plant Protection of the Ministry Rural and a Water Management and a Process Industry of Kyrgyz Republic. UNEP, the Subroutine chemical substances. 2002.
10. Kumar S., Anthonisamy A., Arunkumar S. «Biodegradation of methyl parathion and endosulfan using: *Pseudomonas aeruginosa* and *Trichoderma viridae*» Journal of Environmental Science and Engineering, vol. 53, no. 1, pp. 115-122, 2011. View at Google Scholar.

Рецензент: к.биол.н. Бобушова С.Т.