



UOT 579

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С ТЕРРИТОРИИ АПШЕРОНА

Ирада Халид кызы Бабаева¹, Есмер Ельман кызы Маммадова²,
Лала Ариф кызы Алиева³, Вусаля Камаледдин кызы Исаева⁴

РЕЗЮМЕ

Цель исследования – количественная оценка и изучение нематофаговых свойств хищных грибов в исходных посевных почвах, в искусственно загрязнённых нефтяными углеводородами, а также в почвах после воздействия грибов-нефтедеструкторов.

Методология исследования – Исследования проводились в лабораторных условиях в контейнерах с почвой. Для исследования были взяты нематофаговые грибы с сельскохозяйственных участков территории Апшеронского полуострова, где преимущественно выращивались бахчевые культуры.

Важность исследовательского приложения - Как нам известно, нематофаговые гифомицеты являются ценным объектом, используемым в биологической борьбе с паразитическими нематодами, поэтому изучение их эко-биологических свойств в почвах является целесообразным.

Результаты исследования - В ходе исследований было выявлено, что грибы рода *Penicillium* и *Aureobasidium* обладают широкой способностью утилизировать нефтяные углеводороды. Показатель числа колоний и нематофаговой активности нематофаговых гифомицетов в выбранных вариантах почв существенно отличался. Это может явиться основой использования нематофаговых грибов в качестве индикатора в нефтезагрязнённых почвах.

Научная новизна исследования - Изучение биологического потенциала нематофаговых грибов в почве после воздействия микроорганизмов-деструкторов нефтяных углеводородов проведено нами впервые. Это исследование создает предпосылки для использования его в работах по расширению площади посевов, с дальнейшим заселением их естественными врагами фитопаразитических нематод-нематофаговыми грибами.

Ключевые слова: очистка почв, нефтедеструкторы, нефтяные углеводороды, нематофаговые грибы, нематоды.

Введение

В настоящее время нефтезагрязнение почвы является одной из глобальных проблем современного мира. Нефть и нефтяные углеводороды как органические загрязнители способны нанести существенный ущерб окружающей среде, особенно, почве и растениям (Vasilyeva, 2020). Нефтяные углеводороды пагубно действуют на почву, обедняют её микробиологическое разнообразие, что отрицательно сказывается на всех звеньях пищевой цепи. В результате заселение этих загрязнённых почв сельскохозяйственными растениями становится маловозможным. Как известно, некоторые виды рода дрожжевых грибов могут выступать в роли эмульгаторов, увеличивая поверхность углеводородной частицы.

¹Əsas müəllif/ Correspondent author: Ирада Халид кызы Бабаева, МНО Азербайджана, Институт Микробиологии, babayevairada@mail.ru, <https://orcid.org/0000-00026533-359X>

²Есмер Ельман кызы Маммадова, МНО Азербайджана, Институт Микробиологии, esmer_mammadova90@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8551-3678>

³Лала Ариф кызы Алиева, МНО Азербайджана, Институт Микробиологии, lalaalieva75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0092-8821>

⁴Вусаля Камаледдин кызы Исаева, МНО Азербайджана, Институт Микробиологии, isayevavusale33@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0092-8821>



Этим они способствуют более эффективному разложению нефти со стороны почвенных бактерий-нефтедеструкторов. В ряде же исследований для утилизации нефтезагрязнений применяются грибы рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* (Ghazali 2004; Herbes, 1978). Широкое распространение в почвах нематофаговых грибов и свойственные им экологические особенности, связанные с их действием на паразитические нематоды, делает изучение их функциональной активности одной из актуальных задач микологии. В связи с этим, целью представленной работы явилось изучение токсического действия нефтяных загрязнителей на микромицеты на примере нематофаговых грибов, а также оценка рекультивирующей активности консорциума грибов и вспомогательных веществ (калий, фосфор, азот и т.д.), добавленных в образцы почв для стимуляции лучшего роста и развития микроорганизмов-деструкторов.

Для исследования были взяты образцы почв некоторых тепличных хозяйств Апшерона. Анализ этих почвенных образцов показал высокое содержание нематофаговых микромицетов и паразитических нематод. Исследование образцов почв проводилось в 4-х вариантах: первый образец был контрольным без внесения микроорганизмов-деструкторов нефтепродуктов, остальные 3 варианта были обработаны такими углеводородами, как керосин, дизельное топливо, нефть, бензол. Во второй образец не были внесены микроорганизмы-деструкторы, он состоял только из исходной почвы и нефтезагрязнителей, 3-ий был заселен двумя штаммами рода *Penicillium*, в 4-ый вариант помимо нефтепродуктов, был добавлен консорциум штаммов рода *Penicillium* (6 шт) со штаммами дрожжеподобного гриба (6 шт.) рода *Aureobasidium*.

В третий и четвёртый образец были внесены вспомогательные вещества (азот, калий, фосфор). Грибы выращивались на жидких питательных средах с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода в концентрациях 2% ,5%, 10%. Инкубацию проводили в термостате при температуре 26-28⁰С в течении 4-5 дней. Прирост грибов рода *Penicillium* измерялся по выходу сухой биомассы. Для этого мицелий гриба отфильтровывался от культуральной жидкости, затем проводилось его высушивание при 105⁰С в течение 2 ч до постоянного веса (Билай, 1982). Прирост биомассы грибов рода *Aureobasidium* измеряли фотоколориметрическим методом (Теппер, 2005). Количество биомассы выражали в г/л. Грибы с хорошим приростом биомассы отбирались для дальнейшего эксперимента. Следующим этапом эксперимента было исследование в лабораторных условиях очистки образцов почв, предварительно загрязнённых нефтепродуктами. Для интенсификации процесса активные грибы согласно методу in-situ, а именно, биоаугментации (Chaudhary, 2019) вместе с сорбентом (активированный уголь) вносили в 3-й и 4-й варианты опыта (Мязин, 2020). Спустя 30-35 дней условно очищенные образцы почв 3 и 4 были заселены нематофаговыми грибами с целью учёта активности степени утилизации нефти внесенными ранее микроорганизмами-деструкторами. Для стимуляции роста нематофаговых грибов к почве добавлялись паразитические нематоды рода *Meloidogyne*. Через 15 дней для всех 4-х образцов почв проводился количественный учет колоний нематофаговых грибов. Учёт колоний проводился в соответствии с методом учёта грибов на питательных средах (Билай, 1982) Количество грибных зародышей рассчитывали на 1 гр. сухой почвы. Активность нематофаговых грибов определялась по способности образовывать кольца, согласно методики Кондаковой Е.И (Кондакова, 1960). Выделение нематод из почв проводилось согласно модифицированному «методу Бермана» (Cesarz, 2019).

Результаты исследований роста исследуемых грибов на испытанных субстратах по выходу биомассы показали, что лучший рост грибов наблюдается на дизельном



топливе, а наименьшие показатели роста грибов отмечаются на среде с бензолом. Данные, представленные в таблице №1 о приросте биомассы грибов на исследуемых углеводородах показали, что оптимальной концентрацией нефтепродуктов, при которой хорошо развивались грибы- деструкторы была концентрация равная 5%. Наиболее активными с лучшим приростом биомассы были штаммы *Penicillium sp3*, *Penicillium sp5*, *Aureobasidium sp1*, *Aureobasidium sp4*. Поэтому они были отобраны для дальнейшего эксперимента, в целях изучения их биологического потенциала в очистке образцов почв. Учёт колоний нематофаговых грибов (таб.2) показал, что наибольшее число колоний этих грибов было в 1-ов образце (контроль), а наименьшее - во 2-ом. В 3-м и 4-м образцах с внесенным вместе с сорбентом консорциумом нефтеразлагающих грибов прослеживалось увеличение числа колоний нематофагов. Это свидетельствует о положительном действии некоторых штаммов грибов рода *Penicillium* и *Aureobasidium* на восстановление почв. Целью этой исследовательской работы является изучение устойчивости, хищнической активности нематофаговых грибов в нефтязагрязненных почвах, а также их способности повторно развиваться в почвах после воздействия микромицетов, разлагающих нефтяные углеводороды.

Таблица 1.

Прирост биомассы грибов рода *Penicillium* и *Aureobasidium* на нефти и некоторых нефтяных углеводородах (г/л)

Название штамма	Керосин			Дизельное топливо			Нефть			Бензол		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
<i>Penicillium sp1</i>	2,15	2,63	1,70	2,15	3,94	2,5	2,15	2,66	1,45	0,22	0,5	0,77
<i>Penicillium sp2</i>	2,25	3,61	1,52	2,56	3,56	2,30	2,75	3,98	2,45	0,38	0,26	0,36
<i>Penicillium sp3</i>	2,32	3,73	1,83	3,89	3,99	2,36	2,1	2,45	2,30	0,41	0,31	0,58
<i>Penicillium sp4</i>	1,64	2,53	1,25	3,05	3,23	1,15	2,5	3,77	2,64	0,23	0,30	0,38
<i>Penicillium sp5</i>	2,42	3,85	1,94	4,46	4,45	2,45	1,6	2,11	1,25	0,52	0,45	0,40
<i>Penicillium sp6</i>	1,45	2,48	1,2	3,23	2,4	1,7	1,4	2,7	1,67	0,37	0,15	0,17
<i>Aureobasidium sp1</i>	0,44	0,58	0,22	0,54	0,59	0,45	0,41	0,46	0,25	0,10	0,12	0,05
<i>Aureobasidium sp2</i>	0,36	0,46	0,19	0,49	0,45	0,39	0,37	0,41	0,19	0,09	0,11	0,03
<i>Aureobasidium sp3</i>	0,25	0,35	0,18	0,38	0,44	0,34	0,35	0,38	0,16	0,08	0,07	0,01
<i>Aureobasidium sp4</i>	0,52	0,66	0,25	0,59	0,61	0,49	0,39	0,48	0,27	0,11	0,13	0,04
<i>Aureobasidium sp5</i>	0,39	0,47	0,23	0,31	0,43	0,26	0,29	0,37	0,22	0,07	0,08	0,02
<i>Aureobasidium sp6</i>	0,47	0,37	0,18	0,25	0,33	0,36	0,27	0,36	0,18	0,06	0,05	0,03

Таблица 2.

Учёт колоний грибов рода *Arthrobotrys* на вариантах почв.

варианты	Учёт колоний	Активность (кольца)
I	12×10^4	67
II	4×10^4	12
III	7×10^4	42
IV	10×10^4	53

Результаты исследований показали, что во 2-ом образце число колоний нематофаговых грибов было минимальным по сравнению с контрольным (1-й вариант), а их максимальные показатели наблюдались в 4-ом варианте опыта (консорциум штаммов рода *Aureobasidium* и рода *Penicillium*). Аналогичные результаты были получены при учёте кольцообразования и улавливании нематод (рис.)

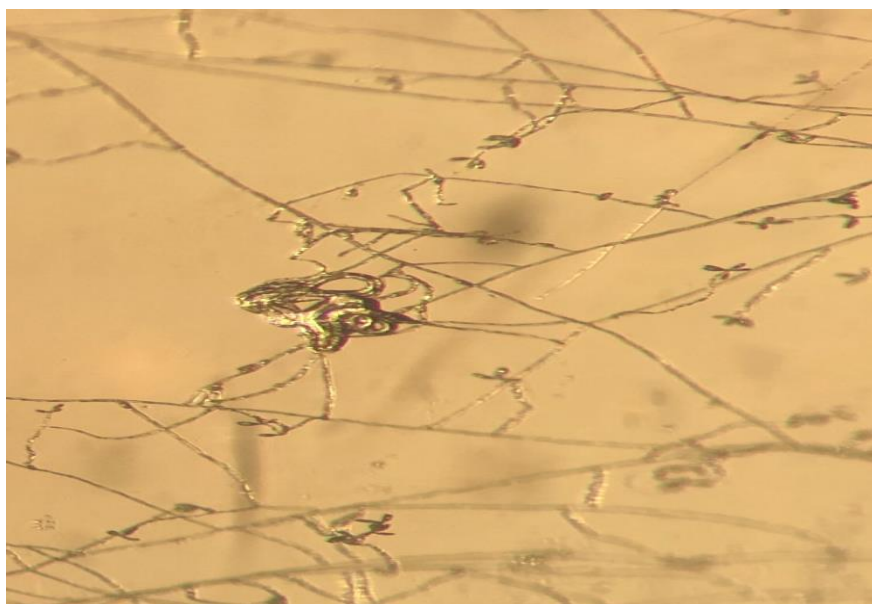


Рисунок. Кольцеобразование и улавливание нематоды хищным грибом рода *Arthrobotrys*

Таким образом, как показали проведенные исследования биологический потенциал изученных нематофаговых грибов рода *Arthrobotrys* может явиться основанием для рассмотрения их использования в мониторинге нефтезагрязнённых почв.

Литература

1. Vasilyeva G., Kondrashina V., Ortega-Calvo J.-J. Adsorptive bioremediation of soil highly contaminated with crude oil // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 706. № 135739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135739
2. Ghazali M.F., Zaliha N.R., Abdul R.N., Salleh A.B., Basri M. Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium // Intern. Biodeterat. Biodegradat. – 2004. – Vol. 54. – P. 61-67



3. *Herbes S.E., Schwa1l L. R.* Microbial transformation of polycyclic aromatic hydrocarbons in pristine and petroleum contaminated sediments. - Appl. Envir. Microbiol. – 1978. - V. 3. - С. 306.
4. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. К.: Наук. Думка, 1982, 550 с.
5. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М., 2005. 256 с.
6. Dhiraj Kumar Chaudhary, Jaisoo Kim. New insights into bioremediation strategies for oil-contaminated soil in cold environments // International Biodeterioration & Biodegradation. 2019. Vol. 142. P. 58-72. DOI: 10.1016/j.ibiod.2019.05.001
7. Мязин В.А., Исакова Е.А., Васильева Г.К. Влияние гранулированного активированного угля на скорость биоремедиации почв Мурманской области, исторически загрязненных нефтепродуктами // Проблемы региональной экологии. 2020. № 2. С. 20-26. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-12020.
8. В.И. Билай. Методы экспериментальной микологии. «Наумова думка» Киев. 1982. 439с
9. Кондакова Е.И. К видовому составу хищных грибов Подмосквья // Тр. Всес. ин-та защиты растений. - 1960. - Вып. 14. - С. 143-158.
10. Cesarz S., Schulz A.E., Beugnon R., Eisenhauer N. Testing soil nematode extraction efficiency using different variations of the Baermann-funnel method. Soil organisms. 2019;91:61–7210

ABŞERON ƏRAZİSİNDƏN AYRILMIŞ BƏZİ TORPAQ GÖBƏLƏKLƏRİNİN BİOLOJİ POTENSİALINA ÜZVİ ÇİRLƏNDİRİCİLƏRİN TƏSİRİ XÜLASƏ

Tədqiqatın məqsədi-Əkin torpaqlarında, neft karbohidrogenləri ilə süni şəkildə çirklənmiş və neft parçalayan göbələklərlə işlənmiş torpaqlarda yırtıcı göbələklərin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi və nematofaq xassələrinin öyrənilməsidir.

Tədqiqat metodologiyası- Tədqiqat laboratoriya şəraitində torpaqla doldurulmuş konteynerlərdə aparılmışdır. Tədqiqat üçün nematofaq göbələklər Abşeron yarımadasının əsasən bostan bitkilərinin becərildiyi kənd təsərrüfatı sahələrindən ayrılmışdır.

Tədqiqatın tətbiqi əhəmiyyəti - Bildiyimiz kimi, nematofaq hifomitsetlər parazit nematodlarla bioloji mübarizədə istifadə olunan qiymətli obyekt olduğundan onların torpaqlarda ekoloji-bioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi məqsədəuyğundur.

Tədqiqatın nəticələri- Tədqiqat zamanı məlum oldu ki, *Penicillium* və *Aureobasidium* cinsinə aid göbələklər neft karbohidrogenlərini parçalamaq qabiliyyətinə malikdirlər. Seçilmiş torpaq variantlarında nematofaq hifomitsetlərin koloniyalarının sayı və nematofaq effektivliyi əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmişdir. Bu, neftlə çirklənmiş torpaqlarda nematofaq göbələklərin indikator göstəricisi kimi istifadə edilməsinə əsas ola bilər.

Tədqiqatın elmi yeniliyi-ilk dəfə olaraq torpaqda neft karbohidrogenlərinin mikrooqanizm-destruktorlarının təsiri sonrası nematofaq göbələklərinin bioloji potensialının öyrənilməsinə həyata keçirilib. Bu tədqiqat əkin torpaqlarının əkin fitonematodların təbii düşmənləri - nematofaq göbələklərlə zənginləşdirilməsi ilə yanaşı sahələrinin genişləndirilməsinə zəmin yaradır.

Açar sözlər: torpaqların təmizlənməsi, neft destruktorları, neft karbohidrogenləri, nematofaq göbələklər, nematodlar.

THE INFLUENCE OF ORGANIC POLLUTANTS ON THE BIOLOGICAL POTENTIAL OF SOME SOIL FUNGI ISOLATED FROM THE TERRITORY OF ABSHERON

SUMMARY

The purpose of the research – quantitative assessment, as well as the study of the nematophagous properties of predatory fungi on the original crop soils, on artificially polluted petroleum hydrocarbons and on soils reclaimed by oil-destructing fungi.



Research methodology—The studies were carried out in laboratory conditions in containers with soil. For the study, nematophagous fungi were taken from agricultural areas of the Absheron Peninsula, where melon plants were mainly cultivated. . The growth of oil destructors grown in a liquid nutrient Chapek medium with petroleum hydrocarbons added as carbon sources was studied on the basis of biomass method. And methods for introducing these fungi into soil samples were studied. The quantitative calculation of nematophagous fungi was carried out in accordance with the standard methods used in microbiology. Separation of nematodes from soils was carried out by the Berman method.

The importance of the research application – As we know, nematophagous hyphomycetes are a valuable object used in the biological control of parasitic nematodes, therefore the study of their eco-biological properties in soils is advisable.

Research results –The research revealed that fungi of the genus *Penicillium* and *Aureobasidium* have a broad ability to utilize petroleum hydrocarbons. The number of colonies and nematophagous efficiency of nematophagous hyphomycetes in the selected soil variants differed significantly. This may be the basis for the use of nematophagous fungi as an indicator in oil-contaminated soils.

Scientific innovation of the research –For the first time the study of the biological potential of nematophagous fungi after the influence of microorganism-destructors of petroleum hydrocarbons in the soil was carried out. This study creates the preconditions for its use in work to expand the area of crops, with their further settlement by natural enemies of phytoparasitic nematodes-nematophagous fungi.

Keywords: soil purification, oil destructors, petroleum hydrocarbons, nematophagous fungi, nematodes.

Məqalə daxil olmuşdur: 21.05.2024

Təkrar işləməyə göndərilmişdir:

25.05.2024

Çapa qəbul edilmişdir: 04.06.2024

Дата поступления статьи в

редакцию: 21.05.2024

Отправлено на повторную

обработку: 25.05.2024

Принято к печати: 04.06.2024

The date of the admission of the

article to the editorial office:

21.05.2024

Send for reprocessing: 25.05.2024

Accepted for publication: 04.06.2024