DOI 10.66073/ReFocus-Conf/3010084

ВЫДЕЛЕНИЕ И СКРИНИНГ МИКРООРГАНИЗМОВ, УСТОЙЧИВЫХ К ПЕСТИЦИДАМ

Кадырова Гулчехра Хакимовна, Шонахунов Тулкин Эркинович, Хусанов Тохир Суннатович, Ибрагимов Абдулазиз Адхамович, Ахмедова Захро Рахматовна
Институт микробиологии АН РУз, Ташкент, kadirovagul@mail.ru

Аннотация: В работе представлены результаты выделения и характеристики микроорганизмов, устойчивых к пестицидам, из загрязнённых почв Джизакской области. Методом накопительных культур на минеральной среде с γ-гексахлорциклогексаном (линданом) выделено более 90 бактериальных изолятов. Скрининг показал способность ряда изолятов к росту при концентрации пестицида 1,5%. Изучены их морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства. Установлено, что устойчивые изоляты преимущественно относятся к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*.

Ключевые слова: пестициды, γ-гексахлорциклогексан, устойчивые микроорганизмы, изоляты, *Bacillus*, *Pseudomonas*, скрининг, биодеградация.

Annotatsiya: Ushbu maqolada Jizzax viloyatidagi ifloslangan tuproqlardan pestitsidlarga chidamli mikroorganizmlarni ajratish va tavsiflash natijalari keltirilgan. γ-geksaxlorsiklogeksan (lindan) o‘z ichiga olgan mineral muhitda boyitish kulturalari yordamida 90 dan ortiq bakterial izolatlar ajratildi. Skrining ba’zi izolatlarning 1,5% pestitsid konsentratsiyasida o‘sish qobiliyatini ko‘rsatdi. Ularning morfologik, kultural, fiziologik va biokimyoviy xususiyatlari o‘rganildi. Chidamli izolatlar asosan *Bacillus* va *Pseudomonas* turkumlariga tegishli ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: pestitsidlar, γ-geksaxlorsiklogeksan, chidamli mikroorganizmlar, izolatlar, *Bacillus*, *Pseudomonas*, skrining, bioparchalanish.

Abstract: This paper presents the results of the isolation and characterization of pesticide-resistant microorganisms from contaminated soils in the Jizzakh region. More than 90 bacterial isolates were isolated using enrichment cultures on a mineral medium containing γ-hexachlorocyclohexane (lindane). Screening demonstrated the ability of some isolates to grow at a pesticide concentration of 1.5%. Their morphological, cultural, physiological, and biochemical properties were studied. It was established that the resistant isolates primarily belong to the genera Bacillus and Pseudomonas.

Keywords: pesticides, γ-hexachlorocyclohexane, resistant microorganisms, isolates, *Bacillus*, *Pseudomonas*, screening, biodegradation.

Введение

Пестициды широко применяются в сельском хозяйстве для защиты растений, однако их остатки могут накапливаться в почве и воде и оказывать неблагоприятное воздействие на нецелевые организмы и экосистемы. Глобальное изменение климата (повышение температуры, изменение влажности, экстремальные погодные явления) может значительно влиять на эффективность биоремедиации. Оно меняет условия среды (температура, влажность, pH, состав микроорганизмов и др.), что может либо усиливать, либо ослаблять деградацию [1-3]. Во всем мире пестициды используются в объеме более 5,6 миллиарда фунтов в год [4]. Микроорганизмы обладают разнообразными метаболическими

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ
Кадырова Г.Х., Шонахунов Т.Э., Хусанов Т.С., Ибрагимов А.А. и др. Выделение и скрининг микроорганизмов, устойчивых к пестицидам // Состояние и перспективы развития фундаментальной и прикладной микробиологии: точка зрения молодых учёных: материалы Республиканской научно-практической конференции. – Ташкент, 2026. – С. 294–297.
DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/3010084

механизмами, позволяющими адаптироваться к присутствию ксенобиотиков и трансформировать или разлагать различные классы пестицидов. Поэтому выделение и скрининг устойчивых к пестицидам микроорганизмов представляет интерес для разработки биологических методов детоксикации загрязнённых объектов [1–3].

Цель исследования – выделить из образцов почвы микроорганизмы, устойчивые к воздействию пестицидов, и провести их первичный скрининг для выявления штаммов с потенциальной способностью к деградации пестицидов.

Методы

Образцы почвы отбирали с участков, подвергающихся воздействию пестицидов. Выделение устойчивых микроорганизмов проводили методом обогащения на питательной среде с добавлением исследуемого пестицида. После инкубации осуществляли последовательные пересевы и выделяли чистые культуры. Таксономический статус изолятов определяли на основании их морфолого-культуральных и физиолого-биохимических характеристик [5,6]. Первичный скрининг проводили по способности микроорганизмов расти в присутствии различных концентраций пестицида.

Все эксперименты проводили в трёхкратной повторности. Результаты представлены в виде средних значений (M) ± стандартное отклонение (SD). Для обработки данных применяли методы описательной статистики с использованием стандартных программных пакетов.

Результаты и обсуждение

Из загрязнённых пестицидами почв Джизакской области (посёлок Эгизбулак) было выделено более 90 бактериальных изолятов в чистой культуре. Полученные изоляты были протестированы на способность к росту и выживаемость в присутствии органохлорсодержащего пестицида γ-гексахлорциклогексана (γ-ГХЦГ, линдан) при концентрациях 0,75% и 1,5%.

Проведённый скрининг показал, что изоляты № 5e, 2e, 21e, 7e, 4e, 1e, 6e, 28e, 20e, 22e и 16e проявили устойчивость к высокой концентрации γ-ГХЦГ (1,5%) (рис. 1). Отобранные штаммы не только сохраняли жизнеспособность, но и продолжали активный рост в условиях, токсичных для большинства других культур. Наличие подобных устойчивых микроорганизмов свидетельствует об их возможной роли в процессах биодеградации пестицидов и указывает на перспективность их использования в технологиях биоремедиации.

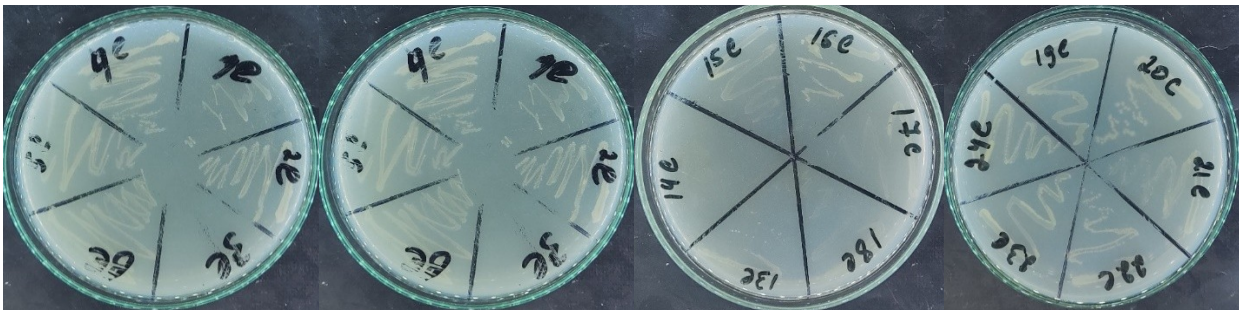


Рисунок 1. Рост и развитие изолированных культур при 1,5% концентрации пестицида (γ-ГХЦГ)

Для оценки биотехнологического потенциала устойчивых штаммов были изучены их морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства.

Установлено, что изоляты 5e, 2e, 16e и 21e представлены грамположительными спорообразующими палочками, характерными для рода *Bacillus*. Они способны расти на стандартных питательных средах (например, Nutrient Agar) при оптимальной температуре около 30 °C. Данные штаммы проявляют устойчивость к стрессовым факторам, включая повышенную концентрацию NaCl (до 7,5%), широкий диапазон pH (5–9), а также температуры

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010084

от 5 до 60 °C. Для них характерны положительные реакции на каталазу и утилизацию цитрата, при отрицательных результатах тестов на индол и метиловый красный.

Изоляты 7е и 4е также представлены грамположительными палочковидными бактериями. Изолят 7е проявляет положительные реакции на каталазу и оксидазу, тогда как у изолята 4е каталазная активность выражена слабо. Оба штамма способны ферментировать углеводы (глюкоза, арабиноза, ксилоза, маннитол, сахароза), а также гидролизовать амилозу, казеин и желатин. Выявлена выраженная липазная и протеолитическая активность. Изоляты 1е, 6е, 20е и 28е относятся к грамотрицательным, подвижным палочковидным бактериям, предположительно принадлежащим к роду *Pseudomonas* (рис.2). Они характеризуются оксидазоположительной реакцией и способностью к гидролизу желатина.

Изолят 22е представлен грамотрицательной подвижной палочкой, не образующей спор (рис.4). Колонии развиваются умеренно быстро, имеют жёлтую окраску, блестящую поверхность и куполообразную форму. Данный штамм продуцирует аммиак и липазы, а также способен расти при пониженных температурах (до 4 °C) (рис.3).

Rodríguez-Orozco et al. (2025) подчёркивают, что именно локальные штаммы лучше адаптированы к загрязнённой среде и демонстрируют повышенную эффективность в разрушении пестицидов [7]. Многочисленные работы показывают, что представители родов *Pseudomonas* и *Bacillus* являются ключевыми агентами биоремедиации. Они способны разлагать широкий спектр пестицидов благодаря разнообразию метаболических путей и ферментов [8].

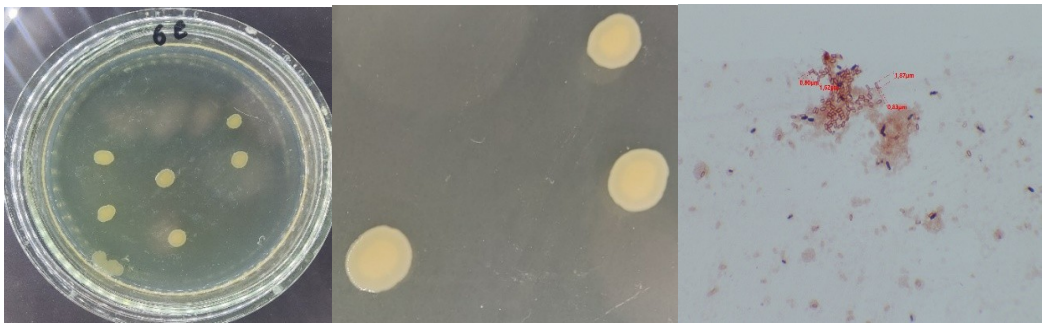


Рисунок 2. Морфолого-культуральные свойства изолята 1е: 1 – общий вид колоний, 2 – рост и развитие колоний, 3 – микрофотографии клеток (Увеличение 10х100)

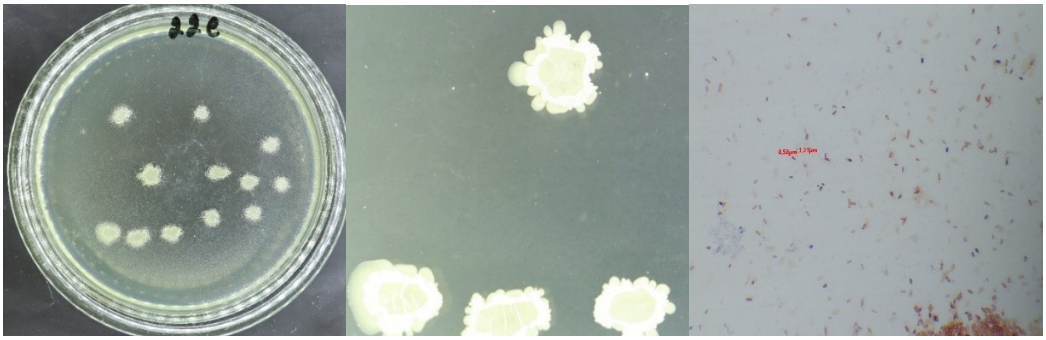


Рисунок 4. Морфолого-культуральные свойства изолята № 22е: 1 – общий вид колоний, 2 – рост и развитие колоний, 3 – микрофотографии клеток (Увеличение 10х100)

Заключение

Полученные в работе результаты согласуются с современными представлениями о том, что аборигенные микроорганизмы загрязнённых почв обладают повышенной устойчивостью к пестицидам и являются перспективными агентами биоремедиации. Подобно ранее описанным штаммам родов *Pseudomonas* и *Bacillus*, выделенные нами культуры демонстрируют способность к росту в присутствии высоких концентраций токсикантов, что указывает на их потенциальную роль в процессах биодеградации органохлоридных соединений. Таким

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010084

образом, исследованные изоляты могут рассматриваться как перспективные кандидаты для разработки биотехнологических методов очистки загрязнённых экосистем.

Список литературы

1. Kaka H, Opute PA, Maboeta MS. Potential Impacts of Climate Change on the Toxicity of Pesticides towards Earthworms. J Toxicol. 2021 Aug 20; 2021:8527991. doi: 10.1155/2021/8527991.
2. Naorem, A. (2022). Will Climate Change Alter the Efficiency of Bioremediation?. In: Malik, J.A. (eds) Advances in Bioremediation and Phytoremediation for Sustainable Soil Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89984-4_27
3. Pathak VM, Verma VK, Rawat BS, Kaur B, Babu N, Sharma A, Dewali S, Yadav M, Kumari R, Singh S, Mohapatra A, Pandey V, Rana N, Cunill JM. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. Front Microbiol. 2022 Aug 17; 13:962619. doi: 10.3389/fmicb.2022.962619.
4. Sharma P., Gaur N. Microbial biopesticides use in insect-pest management: an overview. Microbial Biotechnology in Crop Protection. 2021:123–145. doi: 10.1007/978-981-16-0049-4_5.
5. Mehta A, Bhardwaj KK, Shaiza M, Gupta R. Isolation, characterization and identification of pesticide degrading bacteria from contaminated soil for bioremediation. Biol Futur. 2021 Sep;72(3):317-323. doi: 10.1007/s42977-021-00080-6.
6. Лавренчук, Л. С. Микробиология: практикум / Л. С. Лавренчук, А. А. Ермошин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 107 с.
7. Rodríguez-Orozco, V.A.; Duarte-Restrepo, E.; Jaramillo-Colorado, B.E. Isolation of Bacteria from Agricultural Soils and Evaluation of Their Degradative Capacity for Organochlorine and Organophosphorus Pesticides. Agronomy 2025, 15, 814. https://doi.org/10.3390/agronomy15040814
8. Liu M., Chen W., Si G., Yan C., Song H., Mishra S., Ghorab M. A., Chen S. Bacillus subtilis as a powerful weapon in the removal of environmental pollutants, Journal of Environmental Management, Volume 396, 2025, 127894. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127894.