DOI 10.66073/ReFocus-Conf/3010111

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Туракулова Дилноза Эгамбердиевна, **Кадырова Гулчехра Хакимовна**
Институт микробиологии АН РУз, Ташкент, kadirovagul@mail.ru

Аннотация: В работе проведена сравнительная оценка роста бактерий, устойчивых к тяжелым металлам Cd, Co, Cr и Cu, на жидких питательных средах на основе местного сырья. Установлено, что наиболее высокие показатели $ОП_{590}$ для большинства исследованных культур получены на мелассной среде, что характеризует ее как перспективную основу для получения бактериальной биомассы.
Ключевые слова: бактерии, тяжелые металлы, устойчивость, биомасса, меласса, местное сырье, питательные среды, культивирование

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot mahalliy xomashyo asosidagi suyuq ozuqa muhitlarida og‘ir metallarga (Ni, Cd, Co, Cr va Cu) chidamli bakteriyalar o‘sishining qiyosiy bahosini taqdim etadi. Aniqlanishicha, o‘rganilgan bakteriya kulturalarining aksariyati uchun eng yuqori OD_{590} qiymatlari melassa asosidagi muhitda qayd etilgan bo‘lib, bu mazkur muhitni bakterial biomassa ishlab chiqarish uchun istiqbolli substrat sifatida belgilaydi.
Kalit so‘zlar: bakteriyalar, og‘ir metallar, chidamlilik, biomassa, melassa, mahalliy xomashyo, ozuqa muhitlari, kultivatsiyalash.

Abstract: This study presents a comparative assessment of the growth of bacteria resistant to heavy metals (Ni, Cd, Co, Cr, and Cu) in liquid nutrient media based on local raw materials. It was found that the highest OD_{590} values for the majority of the studied cultures were obtained using a molasses-based medium, identifying it as a promising substrate for bacterial biomass production.
Keywords: bacteria, heavy metals, resistance, biomass, molasses, local raw materials, nutrient media, cultivation.

Введение

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является одной из актуальных экологических проблем, поскольку такие элементы характеризуются высокой токсичностью, устойчивостью и способностью накапливаться в природных экосистемах. В отличие от органических загрязнителей, тяжелые металлы не подвергаются биологическому разложению, однако микроорганизмы способны связывать, аккумулировать и трансформировать их, что создает предпосылки для применения бактерий в биоремедиации загрязненных объектов [1,3]. Бактерии, устойчивые к тяжелым металлам, представляют особый интерес благодаря способности сохранять жизнеспособность и метаболическую активность в присутствии токсичных концентраций металлов. Механизмы устойчивости включают связывание металлов клеточной стенкой, внутриклеточное накопление, активный транспорт и трансформацию металлов в менее биодоступные формы [1,4]. Поэтому получение достаточного количества бактериальной биомассы является важным этапом при разработке биотехнологических подходов к очистке загрязненных сред.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ
Туракулова Д.Э., Кадырова Г.Х. Сравнительная оценка эффективности питательных сред на основе местного сырья для культивирования бактерий, устойчивых к тяжелым металлам // Состояние и перспективы развития фундаментальной и прикладной микробиологии: точка зрения молодых учёных: материалы Республиканской научно-практической конференции. – Ташкент, 2026. – С. 386–388.
DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/3010111

Одновременно использование стандартных питательных сред может увеличивать стоимость культивирования микроорганизмов. Перспективным направлением является применение недорогого местного сырья и побочных продуктов сельскохозяйственного и пищевого производства в качестве компонентов питательных сред [2,5]. В частности, меласса и пшеничные отруби показали возможность использования в качестве источников питательных веществ для получения бактериальной биомассы. В связи с этим представляет интерес сравнительная оценка различных видов местного сырья для культивирования бактерий, устойчивых к тяжелым металлам.

Цель исследования — сравнительная оценка эффективности дешевых питательных сред на основе местного сырья для культивирования и получения биомассы бактерий, устойчивых к тяжелым металлам Ni, Cd, Co, Cr и Cu.

Методика исследования

Бактерии, устойчивые к тяжелым металлам Ni, Cd, Co, Cr и Cu, культивировали в жидких питательных средах на основе мясо-пептонной среды (МПБ), картофеля, мелассы, кукурузы и пшеничных отрубей. Культивирование проводили в течение 7 суток. После завершения культивирования определяли оптическую плотность (ОП) культуральной жидкости на спектрофотометре при длине волны 590 нм ($ОП_{590}$). Полученные значения использовали для сравнительной оценки интенсивности роста и накопления биомассы бактерий на различных питательных средах.

Результаты исследования

На 7-е сутки культивирования рост исследуемых микроорганизмов существенно различался в зависимости от состава питательной среды. Оценку накопления биомассы проводили по показателям оптической плотности культуральной жидкости при 590 нм ($ОП_{590}$). Наиболее выраженный рост большинства исследованных культур наблюдался на **мелассной среде**. Значения $ОП_{590}$ на данной среде варьировали от 0,828 до 2,467 (табл. 1). Максимальное значение отмечено у *Lactobacillus sakei* 28 — **2,467**, несколько ниже показатели были у *Acinetobacter lwoffii* 1 — **2,251** и *Pseudomonas aeruginosa* 18 — **2,235**. На МПБ наиболее высокие значения $ОП_{590}$ отмечены у *Bacillus licheniformis* 10K (**2,134**) и *Bacillus cereus* 17 (**2,029**). На картофельной среде значения $ОП_{590}$ в большинстве случаев были ниже, за исключением *Lactobacillus sakei* 28 (**1,000**). Среда на основе пшеничных отрубей обеспечивала более выраженный рост *L. sakei* 28 (**2,223**) и *A. lwoffii* 1 (**1,641**). На суспензии кукурузы максимальное значение $ОП_{590}$ отмечено у *B. licheniformis* 10K (**1,603**) и *Bacillus atrophaeus 17* (**1.681**) (табл. 1).

Таблица 1. Рост бактерий на различных питательных средах на 7-е сутки культивирования

№	Культура	Питательная среда				
		МПБ	Картофельный экстракт	Меласса	Пшеничные отруби	Суспензия кукурузы
1	*Bacillus licheniformis 10K*	**2.134**	0.487	**2.106**	0.446	**1.603**
2	*Bacillus atrophaeus 17*	1.701	0.289	1.908	0.373	**1.681**
3	*Bacillus cereus 17*	**2.029**	0.402	1.941	0.794	1.518
4	*Pseudomonas aeruginosa*	0.555	0.535	**2.235**	0.662	1.165
5	*Pseudomonas putida*	0.765	0.291	0.828	0.525	0.909
6	*Enterobacter ludwigii 11*	1.130	0.663	1.737	0.831	1.027

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010111

7	*Enterobacter cloacae 5*	1.166	**0.712**	**2.111**	1.406	1.292
8	*Acinetobacter lwoffii*	0.381	0.356	**2.251**	**1.641**	1.533
9	*Lactobacillus sakei 28*	0.583	**1,000**	**2.467**	**2.223**	0.918
10	*Rhodococcus ruber*	0.923	0.580	1.212	0.699	1.392

Примечание: $ОП_{590}$ — оптическая плотность культуральной жидкости при длине волны 590 нм. Жирным шрифтом выделены максимальные значения для каждой культуры.

Заключение

Полученные результаты показали, что эффективность исследованных питательных сред существенно зависит от вида микроорганизма. Наиболее высокие значения $ОП_{590}$ для большинства исследованных культур получены на среде на основе мелассы, что свидетельствует о ее высокой эффективности для накопления биомассы бактерий. Среды на основе пшеничных отрубей и кукурузы также обеспечивали рост ряда культур и могут рассматриваться как перспективные субстраты на основе местного сырья. Полученные данные подтверждают возможность использования недорогих питательных сред на основе местного сырья для культивирования бактерий, устойчивых к тяжелым металлам.

Список литературы

1. Jomova, K., Alomar, S.Y., Nepovimova, E., Kuca, K., Valko, M. (2025). Heavy metals: Toxicity and human health effects. *Archives of Toxicology, 99*, 153–209. https://doi.org/10.1007/s00204-024-03903-2
2. Marcelli, A., Osimani, A., & Aquilanti, L. (2025). Vegetable by-products from industrial processing: From waste to functional ingredient through fermentation. *Foods, 14*, 2704. https://doi.org/10.3390/foods14152704
3. Motrescu, I., & Luchian, C. E. (2026). Bioremediation of heavy metal-contaminated agricultural soils: Mechanisms, emerging technologies, and pathways to field-scale application. *Agriculture, 16*(11), 1215. https://doi.org/10.3390/agriculture16111215
4. Ondrasek, G., Shepherd, J., Rathod, S., Dharavath, R., Rashid, M. I., Brtnicky, M., Shahid, M. S., Horvatinec, J., & Rengel, Z. (2025). Metal contamination – A global environmental issue: Sources, implications & advances in mitigation. *RSC Advances, 15*(5), 3904–3927. https://doi.org/10.1039/D4RA04639K
5. Tchabou Tientcheu, M. L., Kaktcham, P. M., Foko Kouam, E. M., Tchamani Piame, L., Djodjeu Kamega, L. C., Aarzoo, Shekhar, A., Pratap, S. B., & Zambou Ngoufack, F. (2025). Development of a low-cost culture medium from industrial and environmental by-products for sustainable cultivation of lactic acid bacteria. *PLOS ONE, 20*(12), e0337684. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0337684