



УДК 504.06:579.63

ИЗУЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ, ОКИСЛЯЮЩИХ ЖЕЛЕЗО, ДЛЯ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В BIOTEKHOLOGII OЧИСТКИ ВОДЫ



К. Т. Нгун, Д. А. Рагузина, Е. В. Плешакова, М. В. Решетников

Нгун Клемент Такон, ассистент, аспирант кафедры биохимии и биофизики биологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, clementngun@yahoo.com

Рагузина Дарья Алексеевна, студент кафедры биохимии и биофизики биологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, raguzina@gmail.com

Плешакова Екатерина Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии и биофизики биологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, plekat@yandex.ru

Решетников Михаил Владимирович, старший научный сотрудник отделения геологии НИИ ЕН СГУ, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, кандидат географических наук, rnv85@list.ru

Изучена способность ряда бактерий, выделенных из почвы г. Медногорска с повышенным уровнем магнитности, к окислению железа (II) в условиях периодического культивирования в жидкой среде. Оценка суммарного прироста биомассы по сырому весу и анализ абсолютного прироста биомассы бактерий через 7 и 14 сут. культивирования способствовали выявлению двух микробных штаммов с максимальными показателями роста. Вес сырой биомассы у данных штаммов (69.3 и 69.5) составил 15,3 и 14,7 г/л через 14 сут. культивирования. Результаты определения прироста активной части биомассы с помощью фотометрического метода свидетельствовали об увеличении оптической плотности культуральной жидкости штаммов 69.3 и 69.5 в 8,7 и 6,9 раз по сравнению с исходной посевной дозой. Полученные результаты исследования железоокисляющей активности бактерий показали, что два выявленных штамма активно окисляли железо и позволяли за 14 сут. на 30–40% снизить его высокое содержание в среде. Результаты проведенных экспериментов указывают на перспективность использования данных бактерий в биотехнологии очистки воды с повышенным уровнем железа.

Ключевые слова: железо, железоокисляющие микроорганизмы, культивирование, прирост биомассы, очистка воды.

DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-204-210

Введение

Во всем мире достаточно остро стоит проблема качества питьевой воды, загрязнение которой в основном происходит из-за антропогенных факторов. Одним из основных загрязнителей воды среди тяжелых металлов является железо,

главным образом, потому, что его техногенное накопление в окружающей среде идет высокими темпами [1]. Антропогенными источниками железа могут являться сточные воды и шламы металлургического, химического, нефтехимического, фармацевтического, лакокрасочного, текстильного производств; коррозия. Предельно допустимая концентрация (ПДК) суммарного железа в питьевой воде, согласно СанПиН, составляет 0,3 мг/дм³, третий класс опасности [2].

Известно, что избыток железа отрицательно влияет на состояние здоровья человека. Возникают дерматиты, аллергические реакции, происходит увеличение размера печени, постепенное изменение морфологического состава крови, утрата веса, наблюдаются высокая утомляемость, слабость, нарушения нормального сердечного ритма, ухудшение памяти, частые расстройства желудка, воспаления органов пищеварительной системы, проблемы со щитовидной железой [3]. При систематическом употреблении воды с высоким содержанием железа этот элемент аккумулируется в почках, печени, сердце, легких, кишечнике и поджелудочной железе. В зрелом возрасте (примерно к 50 годам) повышенное содержание железа в питьевой воде может привести к патологиям ЦНС, развитию сахарного диабета, артрозов. Крайним проявлением избытка железа является гемохроматоз – заболевание, при котором поражается система кроветворения, печень и селезенка.

По данным Роспотребнадзора, на территории Саратовской области в 2016 г. 39,3% поверхностных источников питьевого водоснабжения не соответствовало санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. Согласно результатам исследований показатель концентрации железа в питьевой воде Красноармейского, Петровского, Татищевского районов превышал уровень ПДК в 1,1–1,4 раза; Ершовского района – в 1,6 раза. В пробах питьевой воды г. Новоузенска Саратовской обл., исследованных в 2017 г., содержание железа превышало норму в 1,6 раза [4].

Используемые водоочистные сооружения основываются на применении аэрации, сильных окислителей и коагулянтов, фильтров. В основ-



ном на водоподъемных станциях применяются песчаные фильтры, которые малоэффективны, так как, к сожалению, не могут сорбировать растворимые формы железа и марганца, которые доминируют в грунтовой воде. Одним из современных направлений в этой отрасли является применение биотехнологических способов очистки питьевых и сточных вод с использованием микроорганизмов [5, 6].

Бактерии могут прямо и косвенно окислять или восстанавливать железо [7, 8]. Прямое окисление включает ферментативные преобразования железа в окисленную или восстановленную форму для получения энергии. Косвенное окисление включает локализованное изменение pH и Eh условий в результате метаболизма, которые затем способствуют осаждению минералов или солюбилизации с последующей мобилизацией металла. Кроме того, бактерии могут накапливать железо при пассивной физико-химической сорбции ионов Fe (III) и Fe (II) на поверхности отрицательно заряженных микробных клеток и внеклеточных полимерных веществ [9], которые могут ускорять осаждение железа.

Литературные данные свидетельствуют о широком ареале распространения железобактерий и большом диапазоне условий, в которых они могут существовать. Показано, что наиболее распространенным видом железобактерий в водоемах закрытого типа является вид *Siderocapsa=Arthrobacter*. Этим микроорганизмам принадлежит основная роль в осаждении железа из комплексных соединений гуматов железа в природных водах [10]. Такой вид, как *Gallionella* осаждает только окислы железа, но не марганца и чаще всего встречается в виде обрастаний в грунтах. Преобладающим в озерах является вид *Metallogenium personatum* [11].

К морфотипам железобактерий, доминирующих в природных ассоциациях обрастаний песчаных фильтров очистных сооружений, относятся *Leptothrix*, *Siderocapsa*, *Gallionella*, реже встречаются *Sphaerotilus*, *Metallogenium*, *Huiphomicrobium*, *Micromonospora* [6].

Авторы сообщали о присутствии в грунтах Севастопольской бухты микрофлоры, окисляющей и аккумулирующей железо и марганец, среди которой преобладали представители родов *Arthrobacter*, *Metallogenium*, *Naumanniella*, *Siderocapsa*, *Leptothrix* [12]. Обнаружено, что микроорганизмы, отнесенные к родам *Arthrobacter*, *Naumanniella*, *Caulococcus*, *Metallogenium*, *Huiphomicrobium*, *Gallionella*, способны аккумулировать окислы железа и марганца в виде микроконкреций в таких экстремальных условиях,

как термальные рассолы на дне Красного моря и глубоководные осадки Индийского океана [13].

В настоящее время спектр бактерий, окисляющих железо, расширяется благодаря активным исследованиям в этой области. Однако поиск наиболее перспективных бактерий на сегодняшний день остается актуальным.

В связи с вышесказанным целью исследования было изучение способности выделенных ранее бактерий к окислению Fe (II) при периодическом культивировании в жидкой среде. На основе проведенных исследований предполагалось выявление наиболее перспективных бактериальных штаммов для использования их в биотехнологии очистки воды от повышенного содержания железа.

Материалы и методы

В работе использовали микроорганизмы, выделенные ранее [14] из образцов почвы, отобранных на территории г. Медногорска (Оренбургская область). Как показали исследования, данные почвенные образцы (урбаноземы с нейтральной реакцией среды) характеризовались чрезвычайно высоким уровнем коэффициента магнитности. Магнитная восприимчивость является показателем наличия в почве магнитных минералов, в первую очередь минералов группы железа (магнетита, гематита и др.), то есть в химическом отношении является показателем, отражающим концентрацию железа [15].

Бактерии культивировали в 50 мл жидкой среды [16] в 0,25-л колбах Эрленмейера в условиях аэрации на круговой качалке или в настольном шейкере-инкубаторе PSU-10i (BioSan) при 160 об/мин и комнатной температуре в течение 14 сут. Состав среды, г/л: FeSO₄×7H₂O – 5,9; (NH₄)₂SO₄ – 0,5; NaNO₃ – 0,5; K₂HPO₄ – 0,5; MgSO₄×7H₂O – 0,5; лимонная кислота – 10,0; сахароза – 2,0; пептон – 1,0; pH 7,0. В качестве посевного материала использовали смыв суточной культуры бактерий с агаризованной селективной среды стерильным физиологическим раствором. Оптическая плотность исходной посевной дозы составляла 1,0 ед. при λ=540 нм. В качестве контроля использовали жидкую среду для культивирования без микроорганизмов. Каждый вариант изучали в трех повторностях.

Показатели роста железобактерий определяли через 7 и 14 сут. культивирования двумя методами: прямым (1) и косвенным (2). 1) весовой метод – оценка прироста биомассы по сырому весу (г/л); 2) анализ абсолютного прироста биомассы путем измерения оптической плотности культуральной жидкости.



Весовой метод включал следующие процедуры: 1) предварительное взвешивание центрифужных пробирок; 2) отделение клеток микроорганизмов от культуральной жидкости центрифугированием. Для этого центрифугировали 1 мл культуральной жидкости в пробирках (5 шт.) на центрифуге Eppendorf в течение 5–7 мин при 10 тыс. об/мин. После центрифугирования надосадочную жидкость (супернатант) осторожно сливали; 3) определение веса биомассы. Взвешивали центрифужные пробирки с осадком клеток микроорганизмов. Вес сырой биомассы определяли по формуле:

$$M = \frac{(A - B)}{V} \cdot 1000,$$

где M – вес сырой биомассы в г/л, A – вес центрифужной пробирки с осадком в г, B – вес центрифужной пробирки без осадка в г, V – объем культуральной жидкости, взятый для центрифугирования, в мл.

Использовали также один из косвенных методов оценки биомассы – фотометрический метод измерения мутности бактериальной суспензии, основанный на ее способности поглощать свет пропорционально количеству бактерий. Измерение оптической плотности культуральной жидкости производили при $\lambda=540$ нм на фотокориметре КФК-2 в кювете с длиной оптического пути 1,0 см. В культурах с высокой плотностью производили соответствующие разведения образцов. Абсолютный прирост биомассы выражали в единицах оптической плотности суспензии клеток микроорганизмов [17].

Массовую концентрацию общего железа в культуральной среде измеряли согласно ГОСТу 4011-72 фотометрическим методом, который основан на качественной реакции железа с сульфосалициловой кислотой в щелочной среде [18]. После проведения качественной реакции регистрировали оптическую плотность при $\lambda = 400\text{--}430$ нм, массовую концентрацию железа находили по предварительно построенному градуировочному графику.

Все опыты проводили в нескольких повторностях. Статистическая обработка представленных в работе данных осуществлялась с помощью программы Microsoft Office Excel 2010 с использованием распределения Стьюдента. Расчет доверительных интервалов проводился при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В настоящей работе использовали железокисляющие бактерии, выделенные из почвы г. Медногорска [14], которые хранились в музей-

ной лабораторной коллекции в течение нескольких лет. Поэтому на первом этапе исследований производился пересев бактерий, хранящихся при 4°C на столбиках 6%-ной агаризованной селективной среды [16] под стерильным вазелиновым маслом, на агаризованную селективную среду в чашки Петри методом штриха обжигом петли. После получения изолированных колоний и проверки культур на чистоту производили их посев с помощью бактериологической петли методом распределения по поверхности твердой питательной среды (МПА) шпателем в чашках Петри.

На следующем этапе экспериментов исследуемые железокисляющие бактерии вносили в жидкую селективную среду для культивирования [16] и выращивали бактерии в условиях периодического культивирования.

Как известно, прирост биомассы зависит от двух величин: от изменения размеров отдельных бактериальных клеток и от увеличения числа клеток [19]. Эти величины не всегда взаимосвязаны, и поэтому прирост биомассы, измеряемый разными способами, может дать разные результаты. Так, в период увеличения размеров клеток перед началом деления биомасса увеличивается, и это увеличение регистрируется нефелометром. Если при этом одновременно вести подсчет клеток в культуре под микроскопом, то увеличения количества клеток не обнаруживается. Таким образом, первый анализ покажет прирост, а второй – нет. Поэтому при определении суммарного прироста рекомендуется определять прирост биомассы весовым методом, который дает наилучшие результаты. В тех же случаях, когда требуется определить прирост активной части биомассы, этот метод непригоден. Дело в том, что многие виды бактерий образуют мощную капсулу, состоящую из полисахаридов. Такая капсула входит в суммарную биомассу бактерий, но не принимает участия в обмене.

В связи с вышесказанным мы определяли прирост биомассы через 7 и 14 сут культивирования двумя методами: весовым и фотометрическим.

Из рис. 1 видно, что наибольший прирост биомассы через 7 сут культивирования продемонстрировали микробные штаммы с лабораторными шифрами 69.5 и 32.3. Вес сырой биомассы составил 5,4 и 3,2 г/л соответственно. Остальные изученные штаммы росли менее интенсивно. Наименьший прирост биомассы через 7 сут наблюдался у штаммов 32.6 и 69.1. Обращает на себя внимание тот факт, что у микробного штамма 69.3 на 7-е сут вес сырой



биомассы был в 1,5 раза меньше среднего значения (8 исследованных культур), а на 14-е сут – в 3,2 раза был выше среднего значения. Через 14 сут культивирования вес сырой биомассы штамма 69.3 был максимальным, составляя 15,3 г/л. Близкое значение наблюдалось также у микробного штамма 69.5 – 14,7 г/л. При этом следует отметить, что в отличие от штамма 69.3,

вес биомассы у штамма 69.5 был выше среднего значения (8 исследованных культур) как на 7-е сут эксперимента (в 2,2 раза), так и на 14-е сут (в 3 раза). Незначительное увеличение биомассы через 14 сут культивирования наблюдалось у микробного штамма 69.1, у остальных исследованных бактерий показатели роста уменьшились, свидетельствуя об окончании активного роста.

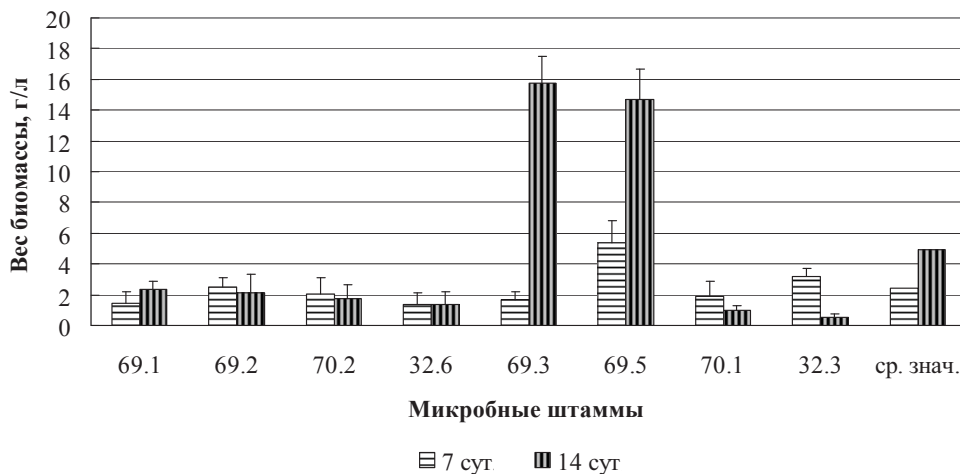


Рис. 1. Прирост биомассы по сырому весу у исследованных бактерий

На рис. 2 представлены результаты оценки оптической плотности культуральной жидкости восьми изученных микробных штаммов через 7 и 14 сут культивирования. Из рис. 2 видно, что через 7 сут наиболее активно росли бактериальные культуры 69.1, 32.6, 70.1 и 70.2, что отличается от результатов, полученных с помощью весового метода оценки прироста биомассы. Через 14 сут. культивирования у штаммов 69.1 и 32.6 наблюдалось некоторое увеличение оптической

плотности, что не противоречит данным весового метода. Активный рост штаммов 69.3 и 69.5 обнаруживался через 14 сут культивирования, как было показано ранее при оценке прироста биомассы по сырому весу. По сравнению с анализами на 7-е сут эксперимента биомасса увеличилась у штаммов 69.3 и 69.5 в 2.2 и 1,7 раза соответственно. У бактерий 69.2, 70.1, 70.2 и 32.3 рост через 14 сут культивирования прекратился.

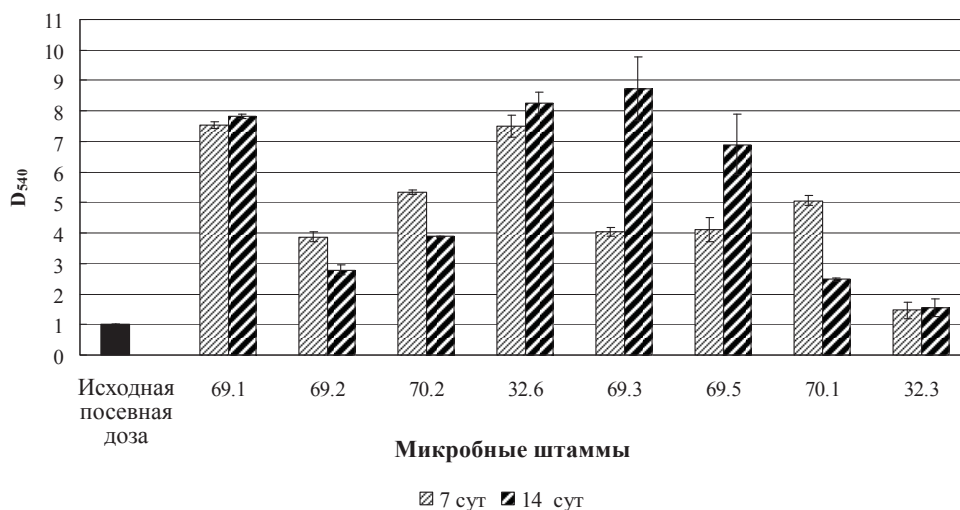


Рис. 2. Абсолютный прирост биомассы у исследованных бактерий



Таким образом, при определении суммарного прироста биомассы весовым методом, который позволяет оценивать и размеры, и количество микробных клеток, максимальные показатели роста обнаружены у культур 69.3 и 69.5. По результатам определения прироста активной части биомассы с помощью фотометрического метода можно выделить аналогичные микробные штаммы 69.3 и 69.5 и в дополнение к ним штаммы 69.1 и 32.6.

Концентрация Fe (II) в среде культивирования исследованных нами бактерий составляла

1,19 г/л, эта концентрация соответствовала содержанию Fe (II) в селективной среде, с помощью которой данные бактерии были изолированы из почвы, и была значительно выше, чем ПДК железа в водопроводной воде [20]. Результаты оценки убыли железа в жидкой среде при культивировании железобактерий представлены на рис. 3. Убыль железа рассчитывали в процентах по отношению к абиотическому контролю (селективная среда без бактерий). В контроле, как показали эксперименты, через 7 и 14 сут не наблюдалось убыли железа в среде.

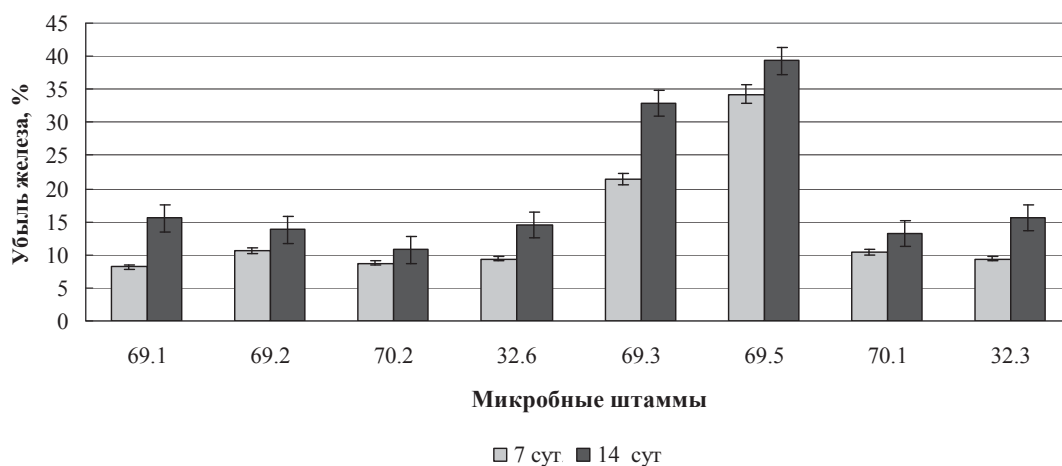


Рис. 3. Убыль железа при культивировании исследованных бактерий

Согласно полученным результатам, через 7 сут культивирования большинства исследованных бактерий убыль железа в жидкой среде составила 8–10%, через 14 сут – 11–15%. Такие невысокие значения связаны, несомненно, с очень высокой концентрацией железа в среде культивирования, которая на несколько порядков превышает ПДК в питьевой воде. В то же время тот факт, что бактерии хорошо росли в такой среде, свидетельствует об их уникальных экологических свойствах.

Среди исследованных бактерий по результатам убыли железа в среде культивирования заметно выделялись микробные штаммы 69.3 и 69.5, что согласуется с результатами, полученными при анализе показателей роста (весовым и фотометрическим методом). Убыль железа при культивировании штамма 69.3 составила 21 и 33% за 7 и 14 сут, при культивировании штамма 69.5 – 34 и 39%.

Заключение

Микробиологическому способу очистки воды придается особое значение, так как он считается наиболее эффективным, экономичным

и экологичным в сравнении с химическими, физическими и электрохимическими методами очистки [21]. В связи с этим использование железобактерий для удаления железа из питьевой воды представляет большой научно-прикладной интерес.

На основе проведенных скрининговых исследований нами выявлено 2 бактериальных штамма (69.3 и 69.5), которые могут послужить основой для технологии очистки природных и сточных вод от повышенного содержания железа.

При оценке показателей роста бактерий двумя независимыми методами (весовым и фотометрическим) у данных штаммов были зафиксированы максимальные значения по сравнению с другими изученными бактериями. Суммарный прирост биомассы, проанализированный через 14 сут культивирования штаммов 69.3 и 69.5 весовым методом, который позволяет учитывать размеры и количество микробных клеток, составил 15,3 и 14,7 г/л соответственно. Результаты определения прироста активной части биомассы с помощью фотометрического метода показали увеличение оптической плотности культуральной жидкости штаммов 69.3 и 69.5 в 8,7 и



6,9 раз по сравнению с исходной посевной дозой. Результаты исследования железоокисляющей активности бактерий продемонстрировали, что два выявленных штамма активно окисляли железо и позволяли за 14 сут на 30–40% снизить его высокое содержание в среде.

Учитывая, что данные бактерии являются природными и обладают уникальным свойством – способностью окислять железо в чрезвычайно высокой концентрации, будет целесообразно использовать их не только для очистки питьевой воды, но и промстоков, мест локального загрязнения. Поэтому отобранные бактериальные штаммы требуют более детального изучения, включая прежде всего идентификацию штаммов с помощью исследования культурально-морфологических, морфометрических, физиолого-биохимических признаков, анализа нуклеотидной последовательности, получение сведений о безопасности штаммов, исследование механизмов удаления тяжелых металлов из загрязненной воды.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-77-10040).

Список литературы

1. Su C., Jiang L., Zhang W. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques // *Environmental Skeptics and Critics*. 2014. Vol. 3, № 2. P. 24–38.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01: Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. М.: Минздрав России, 2002. 104 с.
3. Иванов В. П., Васильева О. В., Иванова Н. В. Общая и медицинская экология: учебник / ред. В. П. Иванов. Ростов н/Д: Феникс, 2010. 508 с.
4. Постановление № 1 от 17.02.2017 г. Об обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения области в период паводка в 2017 г. Саратов: Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области. Саратов, 2017. 106 с.
5. Шаяхметова С. Г., Назаров В. Д., Шаяхметов Р. З., Яковлев В. В. Роль железобактерий при очистке воды от марганца Патраковского водозабора Краснокамского района РБ // *Башкир. хим. журн.* 2007. Т. 14, № 2. С. 126–130.
6. Букреева В. Ю., Трубицын И. В., Дубинина Г. А., Грабович М. Ю., Епринцев А. Т. Биологическая активность ассоциатов железобактерий при лабораторном моделировании песчаных фильтров в зависимости от условий внешней среды // *Вестн. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация*. 2011. № 1. С. 75–79.
7. Fortin D., Langley S. Formation and occurrence of biogenic iron-rich minerals // *Earth-Science Reviews*. 2005. Vol. 72. P. 1–19.
8. Филина Н. Ю., Верховцева Н. В. Экологическая физиология микроорганизмов: учеб. пособие. Ярославль: Яросл. гос. ун-т, 2001. 92 с.
9. McLean R. J. C., Fortin D., Brown D. A. Microbial metal-binding mechanisms and their relation to nuclear waste disposal // *Canad. J. Microbiol.* 1996. Vol. 42. P. 392–400.
10. Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология: учебник. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 376 с.
11. Яхонтова Л. К., Зверева В. П. Основы минералогии гипергенеза: учеб. пособие. Владивосток: Дальнаука, 2000. 331 с.
12. Ковальчук Ю. Л., Полтаруха О. П., Жданова Г. В. Железо-марганцевые микроорганизмы в донных отложениях Севастопольской бухты и прилегающих участков юго-западной части Крымского побережья // *Вода: химия и экология*. 2012. № 11. С. 55–59.
13. Новожилова М. И., Попова Л. Е., Березина Ф. С., Семенченко Г. В., Величко Е. Ф., Тастанов А. Л. Углеродородокисляющие микроорганизмы в морских водоемах // *Океанология*. 1982. Т. 22, вып. 2. С. 281–286.
14. Плешакова Е. В., Решетников М. В., Нгун К. Т., Шувалова Е. П. Микробиологическая и биохимическая индикация почв города Медногорска // *Агрехимия*. 2016. № 1. С. 66–73.
15. Бабанин В. Ф., Трухин В. И., Карпачевский Л. О., Иванов А. В., Морозов В. В. Магнетизм почв. М.; Ярославль: ЯГТУ, 1995. 222 с.
16. Захарова Ю. Р., Парфенова В. В. Метод культивирования микроорганизмов, окисляющих железо и марганец в донных осадках оз. Байкал // *Изв. РАН. Сер. Биол.* 2007. № 3. С. 290–295.
17. Оценка параметров роста микроорганизмов в условиях периодического и непрерывного культивирования: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы микробиологии и биотехнологии» для студентов специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / сост. Л. А. Гаретова, О. А. Кириенко. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. 16 с.
18. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. М., 1974.
19. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды. М.: Высш. шк., 1978. 268 с.
20. Буракаева А. Д., Русанов А. М., Лантух В. П. Роль микроорганизмов в очистке сточных вод от тяжелых металлов: метод. пособие. Оренбург: ОГУ, 1999. 53 с.
21. Кузнецов А. Е., Чеботаева М. В., Энгельхарт М., Градова Н. Б., Лушиников С. В., Вайссер Т. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. Т. 2. 485 с.



**A Study of Iron-oxidizing Microorganisms
for Possible Use in Biotechnology
of Water Purification**

**C. T. Ngun, D. A. Ragusina,
E. V. Pleshakova, M. V. Reshetnikov**

Clement T. Ngun, ORCID 0000-0002-8969-1041, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, clementngun@yahoo.com

Daria A. Raguzina, ORCID 0000-0003-0654-0369, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, raguzina@gmail.com

Yekaterina V. Pleshakova, ORCID 0000-0003-3836-0258, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, plekat@yandex.ru

Michael V. Reshetnikov, ORCID 0000-0001-8298-029X, Saratov State University, 161, Moskovskaya Str., Saratov, 410012, Russia, rmv85@list.ru

The ability of a variety of bacteria isolated from soil samples with high levels of magnetism of the city Mednogorsk to oxidize iron (II) in conditions of periodic cultivation in a liquid medium was studied. Investigating the increase in total biomass using its wet weight and analyzing its absolute bacterial biomass growth after 7 and 14 days of cultivation resulted in the identification of two microbial isolates with maximum growth rates. The wet biomass weight of these isolates (69.3 and 69.5) was 15.3 and 14.7 g/l after 14 days of cultivation. The Results obtained from determining the growth of the active part of the biomass using photometric method showed an increase in the optical density of the liquid culture of isolates 69.3 and 69.5 by 8.7 and 6.9 times compared to the initial seeded dose. The results obtained from this study of bacterial iron-oxidizing activity showed that two detected isolates actively oxidized iron (II) when cultured for 14 days reducing its high concentration in the medium by 30–40%. Results of the conducted experiment indicate prospects in using these bacteria in biotechnology of purifying water with high levels of iron.
Key words: iron, iron-oxidizing microorganisms, cultivation, biomass growth, water purification.

Acknowledgements: This work was supported by the Russian Scientific Foundation (project no. 17-77-10040).

Образец для цитирования:

Нгун К. Т., Рагузина Д. А., Плевакова Е. В., Решетников М. В. Изучение микроорганизмов, окисляющих железо, для возможного использования в биотехнологии очистки воды // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 204–210. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-204-210.

Cite this article as:

Ngun C. T., Ragusina D. A., Pleshakova E. V., Reshetnikov M. V. A Study of Iron-oxidizing Microorganisms for Possible Use in Biotechnology of Water Purification. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2018, vol. 18, iss. 2, pp. 204–210 (in Russian). DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-204-210.