

А.З. Маметова^{1*}, **А.А. Успабаева¹**,
А.С. Бабенко², **А.К. Аденбаева¹**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, Шымкент қ.

²Ұлттық зерттеушілік Томск мемлекеттік университеті, Ресей, Томск қ.

*e-mail: Akmaral_mametova@mail.ru

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҒЫНАН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН КӨМІРСУТЕГІН ТОТЫҚТЫРУШЫ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

Қазіргі таңда әлемнің көптеген елдерінде және Қазақстанда мұнай өндірісі саласы экономикалық көрсеткіштердің өсуінің негізгі бағыты болып табылады. Алайда, мұнай өндірісінің қарқынды дамуы қоршаған ортаға айтарлықтай кері әсерін тигізуде. Мұнай өндіру технологиясының жақсы жетілдірілмеуі, тасымалдау кезіндегі апаттар және мұнай өнімдерін сақтау орындары атмосфера, ағын сулар мен топырақтың ластануына алып келеді. Мұнаймен ластанған ортаны тазарту мәселелерін шешу үшін қазіргі таңда мұнай және мұнай өнімдерінің микробиологиялық деструкциясына негізделген биологиялық әдістер сәтті қолданылуда. Әлем ғалымдарының зерттеулері бойынша, көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдер мұнай және мұнай өнімдерін ыдырата алатындығы дәлелденіп, жоғары нәтижеге қол жеткізілген.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты құрғақ климатты Оңтүстік Қазақстанның мұнаймен ластанған топырақтан бөлініп алынған көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдерді идентификациялау болып табылады.

Оңтүстік Қазақстанның мұнаймен ластанған топырағынан мұнай қалдықтарын тазалауда пайдалануға болатын көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдердің белсенді 5 штамына идентификация жасалды. Микроорганизмдердің культуралды-морфологиялық және таксономиялық белгілері анықталды.

Молекулярлық-генетикалық зерттеу нәтижелері бойынша бөлініп алынған микроорганизмдер әртүрлі физиологиялық топтарға жатқызылды: *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2. Зерттелген штамдардың ең жақын туыстас штамдармен филогенетикалық талдаулары құрылды.

Түйін сөздер: мұнай және мұнай өнімдері, *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2.

A.Z. Mametova^{1*}, A.A. Uspabaeva¹, A.S. Babenko², A.K. Adenbayeva¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, Shymkent

²National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk

*e-mail: Akmaral_mametova@mail.ru

Identification of hydrocarbon-oxidizing microorganisms isolated from oil-contaminated soils of South Kazakhstan

Currently, one of the main sources of environmental pollution is oil and oil products. To solve the problems of soil cleaning, methods of biological reclamation have recently been successfully used, which are based on the activation of microbiological destruction of oil and oils products. The use of mixed strains of microorganisms allows the complete utilization of oil and oil products. The use of active hydrocarbon-oxidizing microorganisms in the cleaning of oil-contaminated objects is a promising and effective method. The aim of the work is to identify hydrocarbon-oxidizing microorganisms isolated from oil-contaminated soils of South Kazakhstan.

From the oil-contaminated soils of South Kazakhstan, 5 active strains of hydrocarbon-oxidizing microorganisms have been isolated and identified, which can be promising for the disposal of oil-containing waste. Cultural-morphological and taxonomic features of microorganisms were revealed. Identification of the isolated cultures by molecular genetic characteristics were assigned to different physiological groups: *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis*

MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2. A phylogenetic analysis of the studied strains was carried out.

Key words: oil and oil products, *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2.

А.З. Маметова^{1*}, А.А. Успабаева¹, А.С. Бабенко², А.К. Аденбаева¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

*e-mail: Akmaral_mametova@mail.ru

Идентификация углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенных из нефтезагрязненных почв Южного Казахстана

С каждым годом возрастает добыча и переработка углеводородного сырья для решения топливно-энергетических потребностей республики. Однако интенсификация переработки и добычи нефти сопровождается загрязнением окружающей среды и, в частности, почвы. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами вызывает депрессию почвенной микрофлоры, изменяется структура биоценозов. По результатам исследования ученых мира доказано что углеводородокисляющие микроорганизмы могут использовать нефть и нефтепродукты в качестве источника энергии. Применение активных углеводородокисляющих микроорганизмов при очистке нефтезагрязненных объектов является перспективным и эффективным методом.

Цель работы – идентификация углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенных из нефтезагрязненных почв в условиях аридного климата Южного Казахстана.

Из нефтезагрязненных почв Южного Казахстана идентифицированы 5 активных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов, которые могут быть перспективны для утилизации нефтесодержащих отходов. Изучены культурально-морфологические и таксономические особенности микроорганизмов. На основании результатов изучения культуральных признаков и данных ПЦР-анализа выделенные штаммы были отнесены к таким видам бактерии, как: *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, к микромицетам – *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2. Проведен филогенетический анализ изученных штаммов.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты, *Pseudomonas thivervalensis* KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2.

Кіріспе

Табиғи ортаның мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы, қоршаған ортаға қауіп тудыратын күрделі мәселелердің бірі болып табылады [1, 2].

Мұнай және мұнай өнімдерінің ұзақ мерзімді антропогендік әсері флора мен фаунаының, биоценоз құрамының өзгеруін туғызады [3]. Сонымен бірге, топырақ микрофлорасының функционалдық белсенділігінің толығымен дерлік депрессиясын тудырып, топырақтың физико-химиялық қасиеттері өзгереді [4,5]. Қазіргі таңда табиғи ортаны мұнай және мұнай өнімдерінен тазартудың бірнеше жолдары бар. Алайда, бұл әдістердің көпшілігі қымбат және ластануды толық жоюға алып келмейді [6-9]. Мұнай және мұнай өнімдерінен ластанған табиғи ортаны тазартуда барынша озық әдіс болып – биологиялық әдіс есептеледі [10,11]. Биологиялық (микробиологиялық) әдістерді қолдану, ластанған экожүйелердегі мұнай және мұнай өнімдерінің деградациясының ең тиімді

және ең қауіпсіз әдістердің бірі болып табылады. Биологиялық әдістер микроорганизм-деструкторлардың ферментативті белсенділігіне негізделген [12,13].

Мұнаймен ластанған топырақты тазалау мәселелеріне арналған бірқатар зерттеулер бар. И.Е. Квасников және Т.М. Ключникова зерттеу жұмыстарында мұнай көмірсутектерінің әртүрлі құрамын, әртүрлі топтарға жататын микроорганизмдер ыдырата алатындығы көрсетілген. Бұл топтарға микромицеттер, ашытқылар және бактериялар жатады [14].

Мұнай шламы мен басқа да көмірсутек қосылыстарының суда төмен ерігіштігі олардың биоремедиация кезіндегі күрделі мәселелері болып табылады. Зерттеу жұмыстарында (Bezza et al., 2015) креозотпен және басқа да көмірсутектермен ластанған топырақтан *CN3* штаммы бөлініп алынып, бұл *Ochrobactrum intermedium* штаммы екені анықталған. Зерттеу жұмысында *Ochrobactrum intermedium* штаммымен утилизациялау нәтижелі екенін көрсетіп, бұл процессті патенттен өткізген [15].

Әдеби деректерге сүйене отырып, мұнаймен ластанған ортада көбінесе *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* туысының өкілдері кездесетін көруге болады [16]. Бүгінгі күнге дейін микроорганизмдердің мұнайдың түрлі көмірсутектерін ыдырата алатындығы туралы көптеген деректер жинақталған [17].

Бұл жұмыстың мақсаты – Оңтүстік Қазақстандағы мұнаймен ластанған топырақты қайта өңдеу мақсатында бөліп алынған көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдерді идентификациялау болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтан бөліп алынған көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдер изоляттары алынды.

Микроорганизмдердің молекулалық-генетикалық идентификациясы 16S r DNA консервативті локустар бойынша генотиптеу арқылы жүргізілді. Геномдық ДНК-ны бөліп алу өндіруші нұсқаулығы бойынша PureLink Genomic DNA Kit жиынтығының көмегімен бактериялардың тәуліктік дақылдарынан өндіруші нұсқаулығы бойынша жүргізілді.

Бактерия штамдарының молекулалық-генетикалық идентификациясы PureLink Genomic DNA Kit ДНК-ны бөліп алу жиынтығының көмегімен геномдық ДНК бөлініп алынды. Үлгідегі ДНК концентрациясы мен ПТР-өнімді Qubit® 2.0 флуориметрінде Qubit™ dsDNA HS Assay Kit (Life Technologies, Oregon, USA) құрылғысының көмегімен анықталды.

16S rRNA гендері фрагменттерін амплификациялау үшін әмбебап праймерлер жұбымен ПТР реакциясы жасалынды: 8F (5'-AGAGTTT-GATCCTGGCTCAG-3') және 806R (5'-GGACTACCAGGGTATCTAAT-3') [22]. Амплификация режимдері 95 °C – 30 сек, 55 °C – 40 сек, 72 °C – 50 сек. және 30 цикл, элонгация 72 °C – та 10 минут аралығында жүргізілді.

ПТР өнімі ультрафиолет транслюминаторында визуализацияланды және 1,2% агарозды геледе бөлінді, жолақтар бромды этидиймен боялды. 1 x TBE – буфері қолданылды. Clean Sweep™ (Thermo Fisher Scientific, АҚШ) реагенті көмегімен птр өнімі тазартылды.

Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit жинағын қолдану арқылы бактерияның 16S rRNA гені фрагменттерінің секвенирленуі және BigDye® XTerminator™ Purification Kit жинағы көмегімен секвенирлеу өнімдерін тазалау

өндірушінің хаттамалары бойынша жасалынды. ABI 3500 DNA Analyzer (Applied Biosystems, АҚШ) генетикалық анализаторында капиллярлы фореz жүргізілді [23].

Seq A (Applied Biosystems) бағдарламасы бойынша секвенирлеу нәтижелері өңделді. АҚШ биотехнологиялық ақпараттары Ұлттық орталығының Gene Bank Халықаралық қорындағы BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) бағдарламасы көмегімен гомологиялық нуклеотидтік бірізділігін анықтау жүзеге асырылды. MEGA 6 бағдарламалық қамтамасыздауды қолдану арқылы филогенетикалық талдау жүргізілді. Clustal W алгоритмін қолдану арқылы нуклеотидтік бірізділікті түзету жасалынды. Филогенетикалық ағашты құрастыру үшін Neighbor-Joining (NJ) «ұқсас туыстарды біріктіру» әдісі қолданылды [24].

Микромицет үлгісінің молекулалық-генетикалық идентификациясы. Жұмыста 3-7 тәуліктік микромицет штамы қолданылды. Мицелийлер -20°C температурада қатырылды. Содан кейін ұнтақ тәрізді күйге дейін 1,5 мл Eppendorff пробиркасында келсаппен үгітілді. Алынған массадан «Plant / Fungi DNA Isolation Kit» компаниясының ДНК-ны өсімдіктерден / микромицеттерден бөліп алатын жиынтықтың көмегімен ДНК бөлініп алынды және бұл жұмыс Norgen Biotek Corp. (Ontario, Canada) өндіруші хаттамасына сәйкес жүргізілді. Үлгідегі ДНК концентрациясы Qubit™ dsDNA HS Assay Kit (Life Technologies, Oregon, USA) флуориметрі көмегімен dsDNA HS шкаласы бойынша анықталды. Жұмыста ITS-аймағындағы микромицеттердің әмбебап праймерлері қолданылды: ITS1 (5'-TCCG-TAGGTGAACCTGCGG-3,) және (5'-TCCTC-CGCTTATTGATATGC-3,). Амплификациялау үшін реакционды қоспалары: 1,25 мкл Forward праймер (10 мкМ), 1,25 мкл Reverse праймер (10 мкМ), 12,5 мкл Q5® Hot Start High-Fidelity 2X Master Mix 1,5 мкл ДНК және 8,5 судан тұрады [25].

Eppendorf ProS (Hamburg, Germany) амплификаторында птр амплификация режимі жүргізілді: 94 °C – 30 сек; 72 °C – 40 сек, 55 °C – 1 мин; барлығы 30 цикл; 72°C – 10 мин. Clean Sweep™ PCR Purification reagent (Applied Biosystems, USA) реагентімен птр өнімдері тазартылды.

Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, USA) қолданумен өндіруші нұсқаулығына сәйкес (Big Dye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit Protocol Applied Biosystems АҚШ) секвенирлеу

реакциясы жүргізілді, ары қарай фрагменттер 3500 DNA Analyzer (Applied Biosystems, USA) генетикалық анализаторында бөлінді. Seq A (Applied Biosystems, USA) бағдарламасы бойынша секвенирлеу нәтижелері өңделді. *ITS*-аймақтың ДНҚ микромицеттердің алынған нуклеотидтер бірізділігі *BLAST* бағдарламасы көмегімен Gene Bank (www.ncbi.nih.gov) қорындағы мәліметтермен салыстырылды.

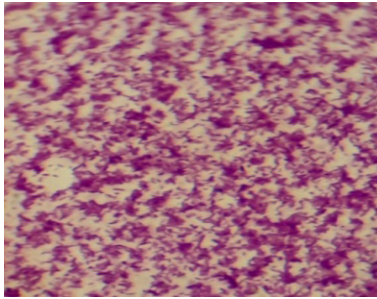
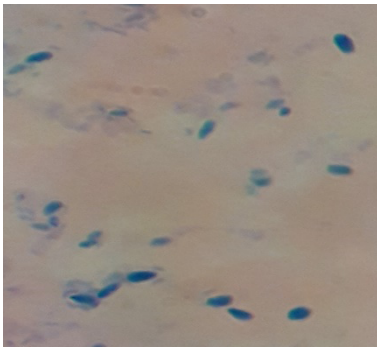
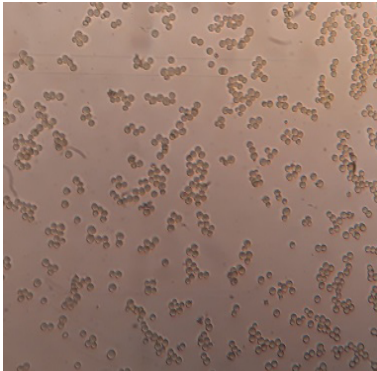
Нәтижелерді статистикалық өңдеу арифметикалық орташа мәнді және стандартты ауытқу мәнін есептеу арқылы жүзеге асырылды. Барлық анықтаулар 3 рет қайталанып жүргізілді. Мәліметтер IBM “Pentium” дербес компьютердің көмегімен “Excel” қолданбалы бағдарламалық пакеттерінің негізінде өңделді.


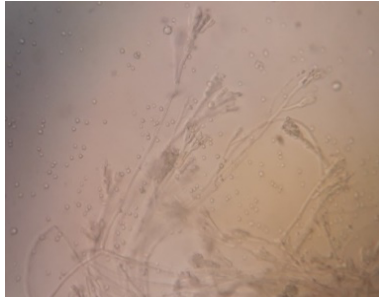
Зерттеу нәтижелері және талқылау

Оңтүстік Қазақстанның мұнаймен ластанған топырақтарын қайта өңдеу мақсатында мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтан бөліп алынған көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдерге идентификациялау жүргізілді.

Көмірсутегін тотықтырушы микроорганизм изоляттарының микроморфологиясын анықтау үшін БИОМЕД-5, №111050112129 электронды жарық микроскобы арқылы микроскоптау және «Берджи анықтауышын» (1997жыл) қолданылуымен микроорганизм изоляттарының таксономиясы мен культуралды-морфологиялық қасиеттері зерттелініп, нәтижелері 1-кестеде көрсетілді.

1-кесте – Микроорганизмдердің культуралды-морфологиялық сипаттамасы

| Изолят атауы | Жіктелуі | Таксономиялық белгілері | Микроскопиялық суреті (100x ұлғайту) |
|---------------|---|---|---|
| <i>KMA4.1</i> | <i>Bacteria</i> <i>Proteobacteria</i> <i>Gamma proteobacteria</i> <i>Pseudomonadales</i> <i>Pseudomonadaceae</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Pseudomonas thivervalensis</i> | Ет-пептонды қатты қоректік ортада жылтыр, дөңгелек, ақшыл колония түзеді. Аз ғана иілген, басы дөңгелектенген полярлы жіпшелері бар таяқшалар. Аэробтар. Грамтеріс. Амилаза, каталаза, протеиназа үшін белсенді. Оптималды температурасы 25-30 °С. |  |
| <i>RMA7</i> | <i>Bacteria</i> <i>Proteobacteria</i> <i>Alphaproteobacteria</i> <i>Rhizobiales</i> <i>Hyphomicrobiaceae</i> <i>Devosia</i> <i>Devosia neptuniae</i> | Колониялары сарғыш түсті, дөңгелек, беті тегіс, жылтыр, диаметрі 7-9мм колониялар. Қысқа таяқша тәрізді, қозғалғыш. Аэробтар. Грамтеріс бактерия. Каталаза, оксидаза, уреаз және бета-галактозидаза үшін белсенді. Оптималды температура 26-28 °С. |  |
| <i>MMA4</i> | <i>Bacteria</i> <i>Actinobacteria</i> <i>Actinobacteria</i> <i>Actinomycetales</i> <i>Micrococcaceae</i> <i>Glutamicibacter</i> <i>Glutamicibacter arilaitensis</i> | Колониялар дөңгелек, тегіс, дөнес, жұмсақ, ақшыл-сары түсті, колония диаметрі 2мм. Жасуша формасы шар тәрізді, коккалар. Аэробты, қозғалмайтын, спора түзбейтін грамтеріс бактериялар. Гелатиназа, бета-галактозидаза, фосфатаза үшін белсенді. Оптималды температурасы 25-28 °С. |  |

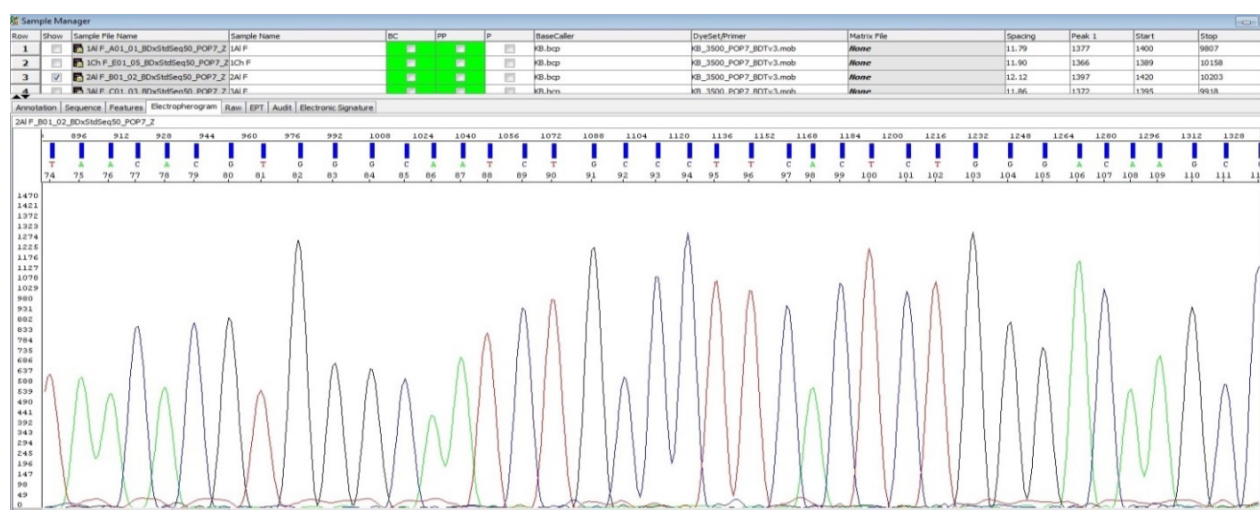
| Изолят атауы | Жіктелуі | Таксономиялық белгілері | Микроскопиялық суреті (100x ұлғайту) |
|--------------|--|---|---|
| <i>Mach1</i> | <i>Fungi.</i> <i>Ascomycota.</i> <i>Eurotiomycetes.</i> <i>Eurotiales.</i> <i>Trichocomaceae.</i> <i>Aspergillus.</i> <i>Aspergillus flavus</i> | Агарлы Чапека қоректік ортасында колониясы сарғыш жасыл түсті, 7-ші күні колония диаметрі 37мм. Ашық қоңыр түсті экссудат бар. Гифалары бөлшектенген, түссіз. Конидиялды басы радиалды. Конидиялар формасы шартәрізді. Өсуіне оптималды температура 35-37 °С. |  |
| <i>Mach2</i> | <i>Fungi.</i> <i>Ascomycota.</i> <i>Eurotiomycetes.</i> <i>Eurotiales.</i> <i>Trichocomaceae.</i> <i>Penicillium.</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> | Қатты Чапека қоректік ортасында колония түсі жасыл, сарғыш пигменті бар, 7-ші күні колония диаметрі 34-35см. Конидиялары үш деңгейлі, метулалары цилиндр тәрізді, конидия эллиптикалық. Гифалары бөлшектенген. Өсуіне оптималды температура 35-38 °С. |  |

Белсенді 5 изолятқа ПТР-талдауы бойынша идентификациялау жүргізілді. Белсенді көмірсутегін тотықтырушы микроорганизм штамдарының идентификациясын *16S rRNA* гені фрагментінің нуклеотидтік ретін анықтау әдісі арқылы жүргізілді.

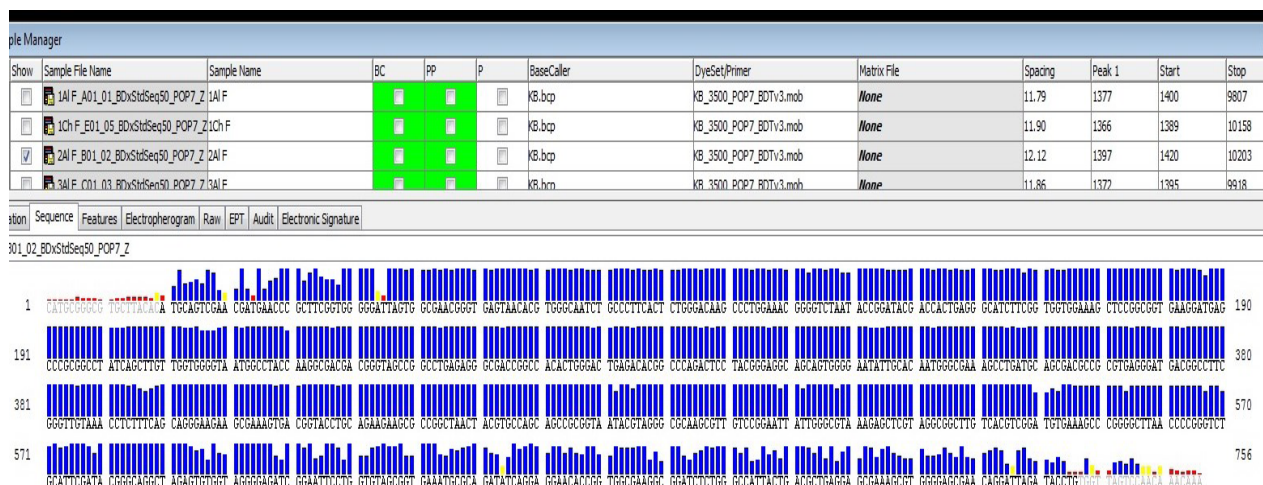
Капиллярлық форездің, үлгілердіңforeграммасы (1-сурет) және секвенирлеу кезіндегі

нуклеотидтердің реттілігінің (2-сурет) зерттеу нәтижелері келтірілді.

Зерттелінген штамдардың 16S rRNA гені бірізділігінің филогенетикалық талдау нәтижесі Neighbor-Joining генетикалық алшақтықты анықтаудың кластерлік әдісін қолдану арқылы MEGA6 бағдарламасында құрылған филогенетикалық ағаш түрінде көрсетілген.



1-сурет – ABI 3500 құрылғысынан алынғанforeграмма үлгілері

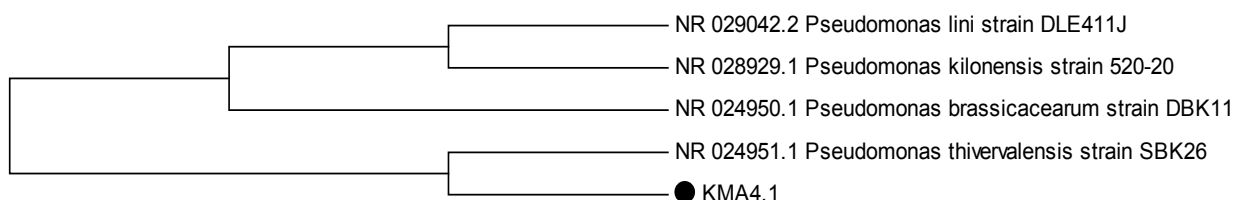


2-сурет – Секвенирлеу кезінде алынған нуклеотидтердің реттілігі

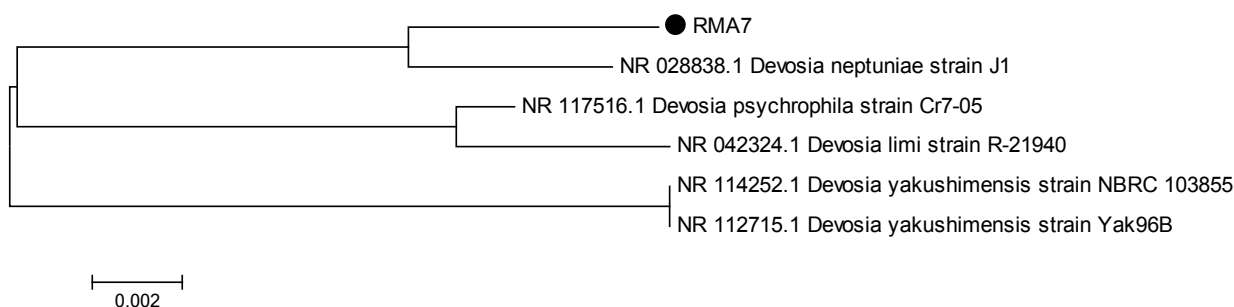
BLAST алгоритмін қолдана отырып, филогенетикалық талдаудың және халықаралық деректер базасында талданатын дәйектіліктің сәйкес келу пайызының нәтижесінде KMA4.1 штамы *Pseudomonas thivervalensis*-ке жататыны анықталып, гомологиялық дәрежесі NR 024951.1 *Pseudomonas thivervalensis* strain SBK 26 штаммен жақындығы 99,4% құрады (3-сурет).

RMA7 штамы *Devosia neptuniae*, гомологиялық дәрежесі 98,62% ең жақын штам NR 028838.1 *Devosia neptuniae* strain J1 екені анықталды (4-сурет).

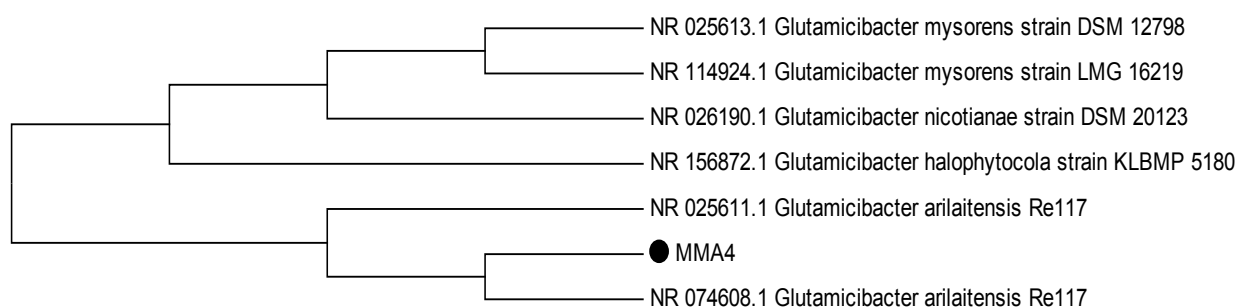
MMA4 штамы *Glutamicibacter arilaitensis*-ке жататыны анықталды, гомологиялық дәрежесі ең жақын NR 074608.1 *Glutamicibacter arilaitensis* Re117 штамына 98,83% құрады (5-сурет).



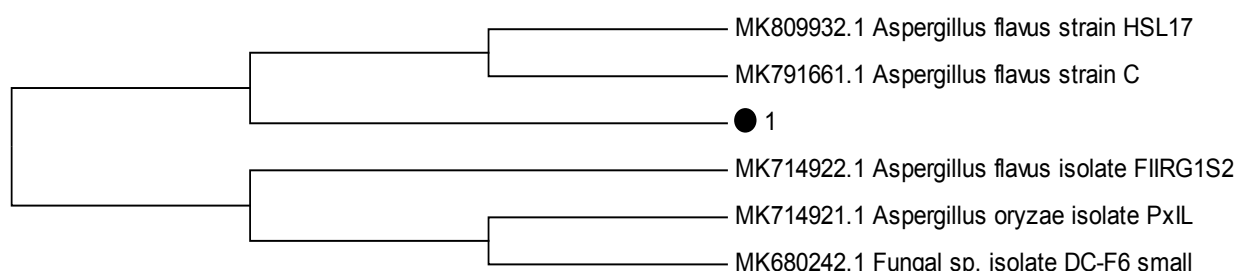
3-сурет – *Pseudomonas thivervalensis* штамының филогенетикалық талдауы



4-сурет – *Devosia neptuniae* штамының филогенетикалық талдауы



5-сурет – *Glutamicibacter arilaitensis* штамының филогенетикалық талдауы



6-сурет – *Aspergillus flavus* филогенетикалық талдауда саңырауқұлақтардың орналасуы



7-сурет – *Penicillium chrysogenum* филогенетикалық талдауында саңырауқұлақтардың орналасуы

Жүргізілген талдаулар нәтижесінде зерттелінетін саңырауқұлақ үлгілерінің ITS – аймағынан нуклеотидтік реттілігі алынған болатын. Алынған мәліметтер NCBI Халықаралық деректер қорының мәліметтерімен салыстырылды. Зерттелген штамдардың таксономиялық идентификациясын жасауға мүмкіндік беретін, ең жақын туыстас штамдармен филогенетикалық талдау құрылды. *Mach1* саңырауқұлақ штамының идентификациясы *Aspergillus flavus* штамына жататындығын көрсетті, мұнда гомологиялық дәрежесі ең жақын MK791661.1 *Aspergillus flavus strain C* және MK809932.1 *Aspergillus flavus strain HSL17* штамдары *Mach1*штамы үшін 100% құрады (6-сурет). *Mach2* штамының таксономиялық идентифи-

кациясы, ең жақын туыстық штам MK088496.1 *Penicillium chrysogenum strain 4S41* екенін көрсетеді. Зерттелуші штамның бұл түрге жатқызуға мүмкіндік беретін гомологиялық дәрежесі 100% құрады (7-сурет).

Қорытынды

Мұнаймен ластанған топырақтардан бөлініп алынған белсенді көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмнің культуралды-морфологиялық қасиеттері зерттелінді.

Молекулярлы-генетикалық зерттеулер нәтижесінде көмірсутегін тотықтырушы микроорганизм штамдары әртүрлі физиологиялық топтарға жатқызылды:

Pseudomonas thivervalensis KMA4.1, *Devosia neptuniae* RMA7, *Glutamicibacter arilaitensis* MMA4, *Aspergillus flavus* Mach1, *Penicillium chrysogenum* Mach2.

Жүргізілген зерттеулер нәтижелері мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған орталарды қайта өңдеу технологиясында келелді болып табылатын көмірсутегін тотықтырушы микроорганизм штамдары түрге дейін идентификацияланды.

Мүдделер қақтығысы

Мақаланың құрылымын барлық авторлар оқып, танысты және мүдделер қақтығысы жоқ.

Алғыс сөз

Мақала авторлары Уалиева Перизат Серикказиевнаға мақала жазу барысында берген құнды кеңестері үшін алғыс білдіреді.

Әдебиеттер

- 1 Жукова О.В. Формирование консорциума микроорганизмов для очистки сточных вод производств органического синтеза от углеводородов нефти // автореф. канд.дисс: 03.02.08-экология, -Казань, -2012, -С. 3.
- 2 Vacosa H.P., Erdner D.L., Rosenheim B.E., Shetty P, Seitz K.W., Baker B.J., et al. (2018). Hydrocarbon degradation and response of seafloor sediment bacterial community in the northern Gulf of Mexico to Light Louisiana sweet crude oil. ISME J. 12, 2532-2543. doi: 10.1038/s41396-018-01901.
- 3 Abbasian F, Lockington R, Mallavarapu M, Naidu R. (2015). A comprehensive review of aliphatic hydrocarbon biodegradation by bacteria. *Appl. Biochim. Biotechnol.* 176, 670-699. doi: 10.1007/s12010-015-1603-5
- 4 Issayeva AU, Uspabayeva AA, Sattarova AM, Shingisbayeva ZA, Isaev RA (2017) Consortium of Hydrocarbon-Oxidizing Microorganisms as a Basis for a Biological Product for Treating Petroleum Industry Waste in Southern Kazakhstan. *Ecology.* -№26(100), -С. 1-10.
- 5 Багдасарова, Ю.А. Обезвреживание нефтезагрязненных грунтов методом биодеструкции – // Экологические проблемы горнопромышленных регионов: Сб. докл. междунар. молодежной конф. – Казань: КНИТУ, -2012 . -С. 39-42.
- 6 Бахонина, Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов. Сообщение 2. Физико-химические, химические, биологические методы утилизации и обезвреживания углеводородсодержащих отходов // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 41-49.
- 7 Воеводина, Т.С. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного Южного Предуралья / Т.С. Воеводина, А.М. Русанов, А.В. Васильченко // Вестник ОГУ. – 2015. – № 10(185). – С. 157-161.
- 8 R. J. W. Brooijmans, M. I. Pastink, and R. J. Siezen, “Hydrocarbon-degrading bacteria: the oil-spill clean-up crew,” *Microbial Biotechnology*, vol. 2, no. 6, -2009, -P. 587–594.
- 9 Волченко, Н.Н. Скрининг углеводородокисляющих бактерий – продуцентов поверхностно-активных веществ биологической природы и их применение в опыте по ремедиации нефтезагрязненной почвы и нефтешлама // Биотехнология. – 2006. – № 2. – С. 57-62.
- 10 Гоголева, О.А. Углеводородокисляющие микроорганизмы природных экосистем // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. -2012. -№2. – С. 1-7.
- 11 Джусупова, Д.Б. Биоремедиация объектов окружающей среды углеводородокисляющими микроорганизмами рода *Pseudomonas*: автореф. дисс. д-ра биол. наук: 03.00.07, 03.00.16 / Джусупова Дария Бекайдаровна. – Алматы, -2010, –С. 40.
- 12 Айткельдиева С.А., Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Татаркина Л.Г., Спанкулова Г.А. Термотолерантные культуры нефтеокисляющих микроорганизмов для биоремедиации нефтезагрязненных почв западного Казахстана // Международный конгресс: Биотехнология: состояние и перспективы развития. – Минск, -2019. -С.613-614.
- 13 Курманбаев А.А. Проблемы индикации микроорганизмов, вносимых в почву // Вестник НАН РК. Серия биол.-2002.-№3. –С.29-30.
- 14 Квасников И.Е., Ключникова Т.М. Микроорганизмы-деструкторы нефти и водных бассейнов. –Киев: Наукова думка, 1981. –С. 165.
- 15 Bezza F.A., Evans Chirwa. Petroleum Hydrocarbon Spills in the Environment and Abundance of Microbial Community Capable of Biosurfactant Production // *Journal of Petroleum and Environmental Biotechnology.* -2015. -P. 8-17.
- 16 Медведева А.В. Микробная деградация полициклических ароматических углеводородов // Известия НАН РК. -2013. -№5, -Vol. 299. –С. 98-101.
- 17 Van Hamme J.D., Singh A., Ward O.P., Recent advances in petroleum microbiology // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* -2003. –Vol. 67. -№4. -P. 503-549.
- 18 Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. -Москва, -2002. -С. 8-13
- 19 Концевая И.И. Микробиология. Практическое пособие. -Гомель, -2012. -С. 18-51.
- 20 Дегтярева, И.А. Методика выделения адаптированных к местным условиям микроорганизмов / И.А. Дегтярева, И.А. Яппаров, А.Я. Хидиятуллина // – Казань, -2011. –С. 24.
- 21 Haschke M., Ahmadian J., Zeidler L., Hubrig T. *Procedia Engineerind. In-Situ Recorvery of Critical Technology Elements. “SYMPHOS 2015”*, 3rd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry. ---2016, -P. 248-257.

- 22 Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Stanley, J.T. and William, S.T. *Bergey's manual of determinative for bacteriology*. 9th ed. New York: Williams and Wilkins, -1994. –P. 787.
- 23 Wilson N.R. Preparation of genomic DNA from bacteria// *Current Protocols in Molecular Biology*. -1987. –P. 241-245.
- 24 Werle E., Schneider C., Renner M., Volker M., Fihn W. Convenient single-step, one tube purification of PCR products for direct sequencing // *Nucleic Acids Res.* -№ 28. -1994. -P. 4354-4355.
- 25 Vegas E.Z.S., Nieves B., Araque M., Velasco E., Ruiz J., Vila J. Outbreak of infection with *Acinetobacter* strain RUH 1139 in an intensive care unit // *Infection Control and Hospital Epidemiology*. -Vol. 27. -2006. –P. 397-404.

References

- 1 Zhukova O.V. Formirovanie konsorciama mikroorganizmov dlya ochistki stochnyh vod proizvodstv organicheskogo sinteza ot uglevodorodov nefiti // avtoref. kand.diss: 03.02.08-ekologiya, -Kazan', -2012, -S. 3.
- 2 Bacosa H.P., Erdner D.L., Rosenheim B.E., Shetty P, Seitz K.W., Baker B.J., et al. (2018). Hydrocarbon degradation and response of seafloor sediment bacterial community in the northern Gulf of Mexico to Light Louisiana sweet crude oil. *ISME J.* 12, 2532-2543. doi: 10.1038/s41396-018-01901.
- 3 Abbasian F, Lockington R, Mallavarapu M, Naidu R. (2015). A comprehensive review of aliphatic hydrocarbon biodegradation by bacteria. *Appl. Biochim. Biotechnol.* 176, 670-699. doi: 10.1007/s12010-015-1603-5
- 4 Issayeva AU, Uspabayeva AA, Sattarova AM, Shingisbayeva ZA, Isaev RA (2017) Consortium of Hydrocarbon-Oxidizing Microorganisms as a Basis for a Biological Product for Treating Petroleum Industry Waste in Southern Kazakhstan. *Ecology*. -№26(100), -S. 1-10.
- 5 Bagdasarova, YU.A. Obezvrezhivanie neftezagryaznennyh gruntov metodom biodestrukcii – // *Ekologicheskie problemy gornopromyshlennyh regionov: Sb. dokl. mezhdunar. molodezhnoj konf.* – Kazan': KNITU, -2012. –S. 39-42.
- 6 Bahonina, E.I. Sovremennye tekhnologii pererabotki i utilizatsii uglevodorodsoderzhashchih othodov. Soobshchenie 2. Fiziko-himicheskie, himicheskie, biologicheskie metody utilizatsii i obezvrezhivaniya uglevodorodsoderzhashchih othodov // *Bashkirskij himicheskij zhurnal*. – 2015. – T. 22, № 2. – S. 41-49.
- 7 Voevodina, T.S. Vliyanie nefiti na himicheskie svoystva chernozema obyknovennogo YUzhnogo Predural'ya / T.S. Voevodina, A.M. Rusanov, A.V. Vasil'chenko // *Vestnik OGU*. – 2015. – № 10(185). – S. 157-161.
- 8 R. J. W. Brooijmans, M. I. Pastink, and R. J. Siezen, “Hydrocarbon-degrading bacteria: the oil-spill clean-up crew,” *Microbial Biotechnology*, vol. 2, no. 6, -2009, -P. 587–594.
- 9 Volchenko, N.N. Skringing uglevodorodokislyayushchih bakterij – producentov poverhnostno-aktivnyh veshchestv biologicheskoy prirody i ih primenenie v opyte po remediacii neftezagryaznennoj pochvy i nefteshlamma // *Biotekhnologiya*. – 2006. – № 2. – S. 57-62.
- 10 Gogoleva, O.A. Uglevodorodokislyayushchie mikroorganizmy prirodnyh ekosistem // *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN*. -2012. -№2. – S. 1-7.
- 11 Dzhushupova, D.B. Bioremediatsiya ob'ektov okruzhayushchej sredy yglevodorodokislyayushchimi mikroorganizmami roda *Pseudomonas*: avtoref. diss. d-ra biol. nauk: 03.00.07, 03.00.16 / Dzhushupova Dariya Bekajdarovna. – Almaty, -2010, –S. 40.
- 12 Ajtkel'dieva S.A., Fajzulina E.R., Auezova O.N., Tatarkina L.G., Spankulova G.A. Termotolerantnye kul'tury nefteokislyayushchih mikroorganizmov dlya bioremediatsii neftezagryaznennyh pochv zapadnogo Kazahstana // *Mezhdunarodnyj kongress: Biotekhnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya*. – Minsk, -2019. -S.613-614.
- 13 Kurmanbaev A.A. Problemy indikatsii mikroorganizmov, vnosimyh v pochvu // *Vestnik NAN RK. Seriya biol.*-2002.-№3. –S.29-30.
- 14 Kvasnikov I.E., Klyuchnikova T.M. Mikroorganizmy-destruktory nefiti i vodnyh bassejnah. –Kiev: Naukova dumka, 1981. –S. 165.
- 15 Bezza F.A., Evans Chirwa. Petroleum Hydrocarbon Spills in the Environment and Abundance of Microbial Community Capable of Biosurfactant Production // *Journal of Petroleum and Environmental Biotechnology*. -2015. -P. 8-17.
- 16 Medvedeva A.V. Mikrobnaya degradatsiya policiklicheskih aromatcheskih uglevodorodov // *Izvestiya NANRK*. -2013. -№5, -Vol. 299. –S. 98-101.
- 17 Van Hamme J.D., Singh A., Ward O.P., Recent advances in petroleum microbiology // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* -2003. –Vol. 67. -№4. -P. 503-549.
- 18 Ganzhara N.F., Borisov B.A., Bajbekov R.F. Praktikum po pochvovedeniyu. -Moskva, -2002. -S. 8-13
- 19 Koncevaya I.I. Mikrobiologiya. Prakticheskoe posobie. -Gomel', -2012. -S. 18-51.
- 20 Degtyareva, I.A. Metodika vydeleniya adaptirovannyh k mestnym usloviyam mikroorganizmov / I.A. Degtyareva, I.A. Yapparov, A.YA. Hidiyatullina // – Kazan', -2011. –S. 24.
- 21 Haschke M., Ahmadian J., Zeidler L., Hubrig T. *Procedia Engineerind. In-Situ Recorvery of Critical Technology Elements. “SYMPHOS 2015”*, 3rd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry. ---2016, -R. 248-257.
- 22 Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Stanley, J.T. and William, S.T. *Bergey's manual of determinative for bacteriology*. 9th ed. New York: Williams and Wilkins, -1994. –R. 787.
- 23 Wilson N.R. Preparation of genomic DNA from bacteria// *Current Protocols in Molecular Biology*. -1987. –R. 241-245.
- 24 Werle E., Schneider C., Renner M., Volker M., Fihn W. Convenient single-step, one tube purification of PCR products for direct sequencing // *Nucleic Acids Res.* -№ 28. -1994. -R. 4354-4355.
- 25 Vegas E.Z.S., Nieves B., Araque M., Velasco E., Ruiz J., Vila J. Outbreak of infection with *Acinetobacter* strain RUH 1139 in an intensive care unit // *Infection Control and Hospital Epidemiology*. -Vol. 27. -2006. –R. 397-404.