

ӘОЖ 579.26  
ГТАХР 34.27.19; 34.27.23  
DOI 10.37238/1680-0761.2022.86(2).108

Ибатова А.А.\*, Бахытұлы Қ., Ондасынова Д., Төлеген Н.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан  
\*Корреспондент-авторы: anara\_ibatova@mail.ru

E-mail: anara\_ibatova@mail.ru

## МҰНАЙ ТҮТҚЫРЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУГЕ ҚАБІЛЕТТІ МИКРООРГАНИЗМДЕР АССОЦИАЦИЯЛАРЫНЫҢ МАҚСАТТЫ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Мақалада өңделген пласттардан мұнай шығаруды жоғарылатудың микробиологиялық әдісін құрастыру үшін объект-кандидаттар ретінде мақсатты метаболиттерді бөлуге қабілетті микроорганизмдердің зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу жұмысының мақсаты өңделген мұнай пласт суларынан бөлініп алынған мұнай сұйылту және мұнай ығыстыру, мұнай тұтқырлығын төмендетуге қабілетті микроорганизмдер қауымдастықтарының мақсатты белсенділігін анықтау. Мұнай пласт суларының микроорганизмдері үлкен биотехнологиялық потенциалға ие. Сондай-ақ олар мұнай сұйылту және мұнай ығыстыру метаболиттерін (органикалық қышқылдар, биосурфактанттар, еріткіштер, газдар) өндіреді. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша меласса қосылған минималды ортада зерттелген 25 қауымдастық микроорганизмдерінен белсенді қышқылтүзуші 3 ассоциация *Bacillus sp.* және *Pseudomonas aeruginosa* (D7X + D8; D8 + C11; D1X + D7 + D7X + D8 + C11.) анықталынды, солай дақылданған ортаның рН көрсеткіші (бастапқы 7,0 бір.) максималды төмен түсу көрсеткіші 4,1- 4,2 бір. аралығында байқалды. Максималды мұнайэмульгирлеу индексі 60,6-61 % аралығында 4 қауымдастық – D1X + D7; D7 + D7X; D1X + D7 + D7X; D1X + D7 + D7X + D8 + C11 дақылдарында көрсетілген.

Микроорганизм қауымдастықтары мұнай тұтқырлығын төмендетуге қабілетті екі және бес монодақылдан құралған екі микроорганизмдер ассоциациясы іріктелініп алынды: *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8; *Bacillus sp.* D1X + *P. aeruginosa* D7 + *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8 + *Bacillus sp.* C11 және оларды одан әрі мұнай шығаруды жоғарылатудың микробиологиялық әдістерін құрастыру үшін перспективті микроорганизмдері ретінде зерттеуді қажет етеді.

**Кілт сөздер:** микроорганизмдер; пласттардан мұнайды жоғарылатудың микробиологиялық әдісі (MEOR); мұнай өндірудің ұлғаюы (EOR); микроорганизмдер ассоциациялары; мұнай-пласт сулары; эмульсия түзу белсенділігі; қышқыл түзілу; тұтқырлық; биологиялық беттік-белсенді зат; биоэмульгатор.

### *Kipicne*

Қазақстан Республикасында ғылыми- техникалық даму саласының қазіргі жағдайын да орташа есеппен 35-40% ғана мұнай қоры пласттардан шығарылады. Сол себепті, мұнай қорының айтарлықтай бөлігі жер астында қалып қояды. Мұнай құрамында асфальт-смолалы, парафинді және күкіртті қосындылардың жоғары мөлшері бар. Көмірсу көзінің терең жатуы, пласттағы қысымдар, жоғарғы температуралар және т.б ерекшеліктер мұнай шығаруды қиындатады [1].



Мұнайды алудың қабатындағы қысым түрі және шығару технологиясына байланысты 3 негізгі әдістері белгілі: біріншілік; екіншілік; үшіншілік.

Біріншілік әдісте, мұнай үлкен қиындықпен ғана ағып шығады (егер ұңғыма резервуардың қажетті аймағында бұрғыланса), мұнайды ұңғымадан «бастапқы механизмдер» деп аталатын бір немесе бірнеше жолмен айдайды. Қақпақтағы газ (әдетте айтарлықтай қысыммен) кеңейеді, газ ерітіндіден, мұнайдан шығуы мүмкін, ал айналадағы тау жыныстарынан су келіп түседі. Мұнайды бетіне шығару үшін қысым жеткілікті болуы керек немесе оны көтеру үшін сорғы қолданылуы мүмкін.

Екіншілік әдіс жер қойнауынан мұнай алуға мүмкіндік беретін энергияның қажетті мөлшерін қамтамасыз ету үшін қабаттарға сұйықтар мен газдарды енгізу есебінен жүзеге асырылады. Ең жиі тұщы су қолданылады.

Мұнай өндірудің ұлғаюы (Enhanced oil recovery - EOR), бұл үшінші деңгей деп те аталады, бұл басқаша өндіруге болмайтын мұнай кен орнынан шикі мұнайды өндіру болып табылады.

Қазіргі кезде қолданыстағы кен орындарынан мұнай шығаруды ұлғайтудың перспективті бағыттарының бірі – микроорганизмдердің тіршілік ету процесінде әр түрлі метаболиттер түзу қабілетіне негізделген, мұнайдың негізгі жыныстардан ығыстырылуына ықпал ететін мұнай алудың жоғарылауының микробиологиялық әдістері (Microbial enhanced oil recovery - MEOR) [2-4].

Микробиологиялық тәсіл дегеніміз микроорганизмдердің тіршілік әрекеті өнімдерін немесе қоректік субстраттарды қабатқа енгізу арқылы қабаттық биоценоз белсенділігін ынталандыру. MEOR аз капитал сыйымдылығымен, жоғары тиімділігімен және қоршаған орта үшін қауіпсіздігімен ерекшеленеді [5].

Әлемде ауыр және жоғары тұтқыр мұнай қоры төменгі және орташа тұтқырлықтағы өндірілетін мұнай қорларының көлемінен шамамен 5 есе жоғары, сондықтан қалпына келтіру қиын мұнай әлемдік мұнай өндірісінің негізгі резерві болып саналады [6].

Мұнайды шығаруды күшейтудің биотехнологиялық әдістері микроб нысандарын қолданатын биологиялық процестерге негізделген. Резервуарға құйылған микроорганизмдер мұнай көмірсутектерін метаболиз дейді және метаболиттерді шығарады [7].

MEOR механизмі жаһандық пайдаға әкелетін бір қатар әсерлерді қарастырылып, түсіндірілуі мүмкін:

- үлкен молекулалардың биодеградациясы тұтқырлықты төмендетеді;
- биологиялық беттік – белсенді заттардың (биоББЗ) өндірісі фаза аралық тартылуын төмендетеді;
- газ өндірісі қысымның қосымша қозғалатын күшін қамтамасыз етеді;
- микробтық метаболиттер немесе микробтардың өздері ағынның екінші жолдарын белсендіру жолымен өткізгіштікті төмендетуі мүмкін [3].

Осы әдіс көмегімен пласттарда терең орналасқан тұтқыр мұнайды шығарып алу жеңілдетіледі, сонымен қатар әдіс әсерін жоғарылату мақсатында бір-біріне антогонистік қасиет көрсетпейтін микроорганизм ассоциацияларын қолданған тиімді.

#### *Зерттеу материалдары мен әдістері*

Зерттеу объектілері ретінде «Ақіңген» кен орнының мұнай пластсуларынан бөлініп алынған мақсатты белсенділігі жоғары келесі микроб дақылдары қолданылды: *Bacillus sp.* D1X, *P. aeruginosa*D7, *Bacillus sp.* D7X, *Bacillus sp.* D8, *Bacillus sp.* C11. Зерттелетін 5 дақылдың антагонистік қасиеттері негізінде микроорганизмдер дақылдарының 26 ассоциациялары құрастырылды.

Зерттеу материалдары ретінде ЕПА, ЕПС, микроорганизмдерді өсіруге арналған меласса және глицерин қосылған синтетикалық орта - E8 қолданылды. E8 қоректік ортасының құрамы (г/л):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 0,7;  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  - 1,5;  $\text{MgSO}_4$  - 0,8;  $\text{NaCl}$  - 0,5;



Микроорганизмдер жаңадан даярланған ет-пептонды агар (ЕПА) қоректік ортасында белсендірілді, содан кейін ет-петонды сорпа (ЕПС) сұйық қоректік ортасына ауыстырылып, 30°C (неге осы градус? 40°C емес пе?) кезінде 24-48 сағат бойы өсірілді.

Содан кейін инокулят көлемі 10% 1:1 есебімен, 2 дақылды пайдаланған жағдайда қосылды, 1:1:1, 1:1:1:1, 1:1:1:1:1- тиісінше 3 дақыл, 4 дақыл және 5 дақыл пайдалану кезінде қосылып отырды. Ортаның рН мәні потенциометриялық әдіспен, эмульсиялану көрсеткіші Купер әдісімен анықталды [8,9].

Эмульгирлік белсенділікті эмульсияның белгілі уақытта сұйықтық көлеміне байланысты пайыздық деңгейде көрсетіліп 100 ге көбейтілді [11].

$$E (\%) = (V_e / V_n) \times 100$$

Мұндағы:  $V_e$  – эмульсия көлемі,  $V_n$  – сұйықтықтың толық көлемі (бұл материалы и методы бөлімде жазылады).

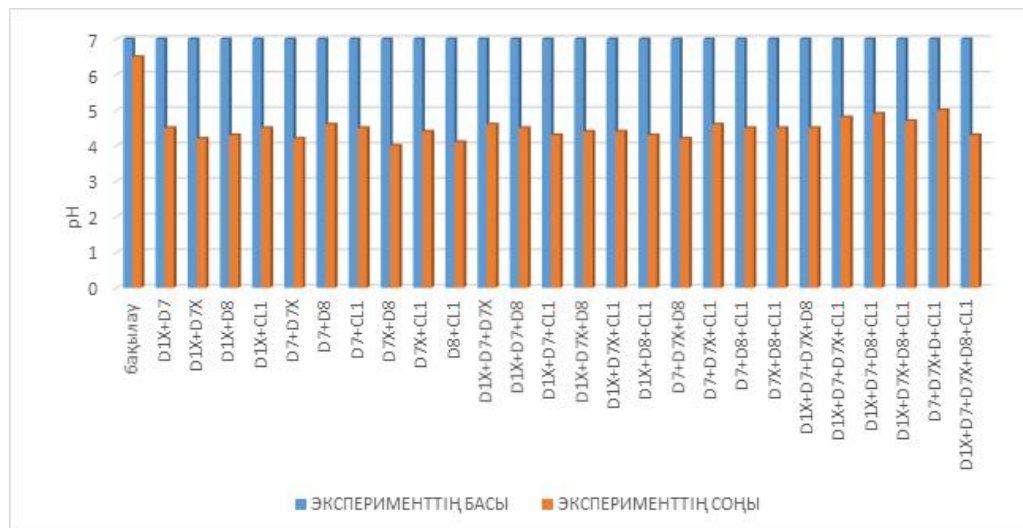
Статистикалық есептеулер Windows ортасында Microsoft Excel-2019 қолданбалы бағдарламалары арқылы орындалды.

Зерттеу жұмысы әл-Фараби атындағы ҚазҰУ «Экология мәселелері» ҒЗИ аккредитацияланған лабораториясында жүргізілді.

*Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау*

Мұнай беруді арттырудың негізгі міндеті мұнай тұтқырлығын азайту және қабаттағы қысымды арттыру болып табылады. MEOR биотехнологиясында мұнайды қосымша ығыстыру физика-химиялық әдістерде сияқты тетіктерді тудырады, бірақ микробтық метаболиттер тікелей қабаттың ішінде түзіледі, бұл олардың әсер ету тиімділігін арттырады. Мұнай кенішіне әсер етудің микробиологиялық әдістерінің негізгі мақсаты бактериялардың өмірлік маңызы бар өнімдерін қолдана отырып, мұнайдың тұтқырлығын төмендету болып табылады.

Осы мақсатта қауымдастықтардың газ түзу қасиеті зерттелді және микроорганизм штамдарының биомассасын алу үшін 10% көлемді концентрацияда меласса қосылған Е8 синтетикалық ортасы қолданылды [10]. Бақылау ретінде микроорганизмдер жоқ нұсқа қолданылды. Тәжірибе 10 тәулік бойы жүргізілді.



Сурет – Микроорганизмдерді өсіру кезіндегі ортаның рН өзгеру динамикасы

Ассоциацияны өсіру кезінде ортаның рН төмендеуі ортаның қышқылдығының арттырумен қатар жүретіні белгілі. рН сутегі иондарының концентрациясының көрсеткіші су ерітінділерінің қышқылдық немесе сілтілік ортасына көрсетеді. Диаграмма деректерінен көрініп тұрғандай, ортаның рН максималды төмендеуі – бастапқы 7,0 бір. 4,0-4, бір. дейін, яғни, ең жоғары микробтардың қышқылдар түзуі 3 ассоциация үшін байқалады, оның ішінде:



- 1) D7X + D8;
- 2) D8 + C11;
- 3) D1X + D7 + D7X + D8 + C11.

Эмульгирлеу индексін анықтау беттік белсенді зат продуценті ретінде микроорганизм штамдарының маңызды сипаттамасы болып табылады. Биосурфактивті заттар мұнайды жұқартып, оны жылжымалы етеді және мұнай мен қабат арасындағы кернеуді азайтады [2-4]. Бактерия дақылдары бірнеше күн бойы Е8 сұйық минералды ортада көміртегі мен энергияның жалғыз көзі (20 г/л глицерин) ретінде көмірсутек субстратының қосындысымен өсі. Эмульсияны анықтау үшін гидрофобты фаза ретінде мұнай пайдаланылды.

Кесте - Микроорганизмдердің құрастырылған ассоциацияларының эмульгациялық белсенділігі

1	2	3	4
3	D1X + D7X	28±1,4	50±2,5
4	D1X + D8	26,5±1,3	51,6±2,6
5	D1X + C11	25±1,2	49±2,5
6	D7 + D7X	34,2±1,7	60,8±3,0
7	D7 + D8	27,7±1,4	54±2,7
8	D7 + C11	26,3±1,3	51±2,6
9	D7X + D8	25,5±1,3	48,5±2,4
10	D7X + C11	26,6±1,3	50,2±2,5
11	D8 + C11	17,3±1	33±1,7
12	D1X + D7 + D7X	34,3±1,7	61±3
13	D1X + D7 + D8	26,7±1,3	53,3±2,7
14	D1X + D7 + C11	28,6±1,4	56,6±2,8
15	D1X + D7X + D8	25,8±1,3	50±2,5
16	D1X + D7X + C11	26,3±1,3	53,6±2,7
17	D1X + D8 + C11	25,6±1,3	49,2±2,5
18	D7 + D7X + D8	27,5±1,4	55±2,8
19	D7 + D7X + C11	26,8±1,3	50,3±2,5
20	D7 + D8 + C11	26±1,3	48±2,4
21	D7X + D8 + C11	26±1,3	49±2,5
22	D1X + D7 + D7X + D8	28,5±1,4	56,6±2,8
23	D1X + D7 + D7X + C11	26,6±1,3	56,6±2,8
24	D1X + D7 + D8 + C11	25,9±1,3	51,6±2,6
25	D1X + D7X + D8 + C11	26±1,3	50±2,5
26	D7 + D7X + D8 + C11	26,3±1,3	50,2±2,5
27	D1X + D7 + D7X + D8 + C	28,5±1,4	60,6±3,0

Микроорганизмдердің құрастырылған ассоциацияларының микроағзалар үшін мұнай көмірсутектерінің биожетімділігін арттыра отырып, мұнайды диспергациялайтын биоэмульгаторлар (биоПАВ) өнімдеріне қабілеттілігі микроорганизмдер жасушаларын центрифугалаусыз дақылды сұйықтықта 48 сағаттан кейін эндогенді мұнайэмульгирлік белсенділікті (Е24) анықтаумен зерттелді. Кестеде микроорганизмдердің құрастырылған ассоциацияларының эндогенді мұнайэмульгирлік белсенділігін зерттеу нәтижелері берілген.

Кестеде көрсетілгендей, мұнай эмульгирлеу белсенділігі құрастырылған 26 микроорганизмдер ассоциациясында бақыланды. Көрсеткіш 33-61 % аралығын құрады.



Максималды мұнай эмульгирлеу белсенділігі 60-61 % 4 түрлі микроорганизм қауымдастықтарынан байқалды:

- 1) D1X + D7 - 60,6%;
- 2) D7 + D7X - 60,8%;
- 3) D1X + D7 + D7X - 61%;
- 4) D1X + D7 + D7X + D8 + C11 – 60,6%.

#### Қорытынды

Зерттеу нәтижелері бойынша келесідей тұжырымдар жасалды:

Меласса қосылған ортада зерттелген 25 микроб қауымдастықтарынан 3 жоғары белсенді қышқылтүзуші ассоциация анықталды:

- D7X + D8;
- D8 + C11;
- D1X + D7 + D7X + D8 + C11.

Құрастырылған ассоциациялардың ішінде максималды мұнайэмульгирлік белсенділігі E48 көрсеткішінде 4 қауымдастыққа тән екені көрсетілді:

- D1X + D7;
- D7 + D7X;
- D1X + D7 + D7X;
- D1X + D7 + D7X + D8 + C11.

Осылайша мұнай тұтқырлығын төмендетуге қабілетті екі микроорганизмдер ассоциациясы іріктелініп алынды: *Bacillus sp. D7X + Bacillus sp. D8*; *Bacillus sp. D1X + P. aeruginosa D7 + Bacillus sp D7X + Bacillus sp D8 + Bacillus sp. C11*

Бұл нәтиже MEOR әдістерін әрі қарай зерттеу және дамыту үшін перспективалық объект болып табылады.

#### ӘДЕБИЕТ

[1] Kurbanbayev M.I., Miroshnikov V.Ya., Tolokonsky S.I. Enhancement of oil recovery in Kazakhstan deposits // III International Scientific Symposium “Theory and Practice of Application of Enhanced Oil Recovery Techniques”, September 20-21, Moscow. (2011): 243 p.

[2] Яценко И.Г. О роли трудноизвлекаемых нефтей как источнике углеводородов в будущем на основе информационно-вычислительной системы по нефтехимической геологии Музея нефтей ИХН СО РАН / Яценко И.Г. // Материалы международной научно-практической конференции «Культурное наследие и информационные технологии на постсоветском пространстве АДИТ-15», 10-14 мая 2011 г., г. Минск / Институт культуры Беларуси; под ред. И.Б. Лаптенко. – 2011. – С. 39 – 41.

[3] Г.П. Косачук, Д.В. Вести газовой науки / Г.П. Косачук, Д.В. Изюмченко, С.В. Буракова // 4, 50-58 (2014).

[4] Высоковязкие нефти и природные нефти / Башкирцева Н. Ю. // Вестник Казан. технол. ун-та, 2014, т.17, № 19, с. 296 – 299

[5] Башкирцева Н.Ю. Биометоды увеличения нефтеотдачи / Башкирцева Н.Ю., Еремин Н.А., Ибатулин Р.Р., Назина Т.Н., Ситников А.А.// – Москва, 2003. –125с.

[6] Н.А. Еремин Биометоды увеличения нефтеотдачи / Н.А. Еремин, Р.Р. Ибатулин, Т.Н. Назина, А.А. Ситников//, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, 2003, 125с.

[7] Сарсенова А.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* Ж105-11, СПОСОБНОГО К СИНТЕЗУ БИОПАВ, НА ВЫТЭСНЕНИЕ НЕФТИ/ Сарсенова А.С., Гуссейнов И.Ш, Нагметова Г.Ж., Аюпова А.Ж., Аипова Р., Кудайбергенов С.Е., Курманбаев А.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017.

[8] Netrusov A.I. «Praktikum po mikrobiologii [Microbiology Workshop] М.: Akademiia, 2005, 603.



[9] Egorov N.S «Praktikum po mikrobiologii [Microbiology Workshop] » M. 1976, 307. (In Russian)

[10] Temizel, CenK; Canbaz, Celal Hakan; Tran, Minh; Abdelfatah, Elsayed; Jia, Bao; Putra, Dike; Irani, Mazda; Alkough, Ahmad (10 December 2018). "A Comprehensive Review Heavy Oil Reservoirs, Latest Techniques, Discoveries, Technologies and Applications in the Oil and Gas Industry". Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/193646-MS.

[11] Елисеев С.А. Поверхностно-активные вещества и биотехнология/ Елисеев С.А., Кучер Р.В.// Киев: Науковадумка, 2001.-60 с.

## REFERENCES

[1] Kurbanbayev, M.I., Miroshnikov, V.Ya., Tolokonsky, S.I. (2011) Enhancement of oil recovery in Kazakhstan deposits // III International Scientific Symposium “*Theory and Practice of Application of Enhanced Oil Recovery Techniques*”, September 20-21, Moscow. 243 p. [in English]

[2] Jashhenko I.G. (2011) O roli trudnoizvlekaemyh neftej kak istochnike uglevodorodov v budushhem na osnove informacionno-vychislitel'noj sistemy po neftehimicheskoy geologii Muzeja neftej IHN SO RAN [On the role of hard-recovering oils as a source of hydrocarbons in the future on the basis of the information-computational system for petrochemical geology of the Oil Museum of the Institute of Petroleum Chemistry of the IHN SO RAN] I.B. Laptinok (Ed.). Preceedings from «Cultural Heritage and Information Technologies in the Post-Soviet Space ADIT-15»: *mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaja (10-14 maja 2011 g.) - the International Scientific and Practical Conference* (pp. 39 – 41) Minsk: Institut kul'tury Belarusi [in Russian].

[3] Kosachuk, G.P., Izyumchenko, D.V. & Burakova, S.V. (2014) Vesti gazovoy nauki [News of gas science], 4, 50-58. [in Russian].

[4] Bashkirtseva, N.Yu. (2014) Vysokovjazkie nefti i prirodnye nefti [High-viscosity oils and natural oils] Vestnik Kazan. technol. un-ta, 17, 19, 296-299 [in Russian].

[5] Bashkirtseva, N.Yu., Eremin, N.A., Ibatulin, R.R., Nazina, T.N. & Sitnikov, A.A. (2003) Biometody uvelichenija nefteotdachi [Biomethods for enhanced oil recovery] Moscow, 125p. [In Russian].

[6] Eremin, N.A., Ibatulin, R.R., Nazina, T.N. & Sitnikov, A.A. (2003) Biometody uvelichenija nefteotdachi [Biomethods for enhanced oil recovery] Russian State University of Oil and Gas. THEM. Gubkina, Moscow, 125p. [In Russian].

[7] Sarsenova, A.S., Guseinov, I.Sh., Nagmetova, G.Zh., Ayupova, A.Zh., Aipova R., Kudaibergenov, S.E. & Kurmanbaev, A.A. (2017) IZUCHENIE VLIJANIJA SHTAMMA BACILLUS SUBTILIS Zh105-11, SPOSOBNOGO K SINTEZU BIOPAV, NA VYTESNENIE NEFTI [STUDYING THE INFLUENCE OF BACILLUS SUBTILIS G105-11 STRAIN, CAPABLE OF BIOPAV SYNTHESIS, ON OIL DISPLACEMENT] International Journal of Applied and Fundamental Research [In Russian].

[8] Netrusov, A.I. (2005) Praktikum po mikrobiologii [Microbiology Workshop] Moscow: Akademiia, p.603. [In Russian].

[9] Egorov, N.S (1976) Praktikum po mikrobiologii [Microbiology Workshop] Moscow, p.307. [In Russian].

[10] Temizel, CenK; Canbaz, Celal Hakan; Tran, Minh; Abdelfatah, Elsayed; Jia, Bao; Putra, Dike; Irani, Mazda; Alkough, Ahmad (December 10, 2018). "A Comprehensive Review of Heavy Oil Reservoirs, Latest Techniques, Discoveries, Technologies and Applications in the Oil and Gas Industry". Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/193646-MS. [In English]

[11] Eliseev, S.A. & Kucher, R.V. (2001) Poverhnostno-aktivnye veshchestva i biotekhnologija [Surfactants and biotechnology] Kyiv: Naukovadumka, 60 p. [In Russian]



А.А Ибатова, К. Бахытұлы, Д. Ондасынова, Н. Толеген  
**ИЗУЧЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АССОЦИАЦИЙ  
МИКРООРГАНИЗМОВ, СПОСОБНЫХ СНИЖАТЬ ВЯЗКОСТЬ НЕФТИ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований микроорганизмов, способных выделять целевые метаболиты, в качестве объектов-кандидатов для разработки микробиологического метода увеличения добычи нефти из перерабатываемых пластов. Целью исследования было определение целевой активности ассоциаций микроорганизмов, способных к обезжириванию нефти извлекаемой из очищенных нефтепластовых вод. Микроорганизмы вод нефтяных пластов обладают большим биотехнологическим потенциалом. Они также производят метаболиты (органические кислоты, биосурфактанты, растворители, газы) для добычи нефти. По результатам исследования 3 ассоциации активных кислотообразующих *Bacillus sp.* и *Pseudomonas aeruginosa* (D7X + D8; D8 + C11; D1X + D7 + D7X + D8 + C11) были выбраны. Так, максимальное снижение рН питательной среды (исходные 7,0 ед.) наблюдалось в диапазоне 4,1-4,2 ед. Максимальный индекс эмульгирования нефтипоказан в культурах D1X + D7; D7 + D7X; D1X + D7 + D7X; D1X + D7 + D7X + D8 + C11 в пределах 60,6-61% .

Были выделены две ассоциации микроорганизмов, состоящие из двух и пяти монокультур, способных снижать вязкость нефти: *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8; *Bacillus sp.* D1X + *P. aeruginosa* D7 + *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8 + *Bacillus sp.* C11 и их дальнейшее изучение в качестве перспективных микроорганизмов для разработки микробиологических методов повышения нефтеотдачи.

**Ключевые слова:** микроорганизмы; микробиологический метод извлечения нефти из пластов (MEOR); повышенная добыча нефти (EOR); ассоциации микроорганизмов; нефтяные воды; эмульсионная активность; кислотообразование; вязкость; биологически поверхностно-активное вещество; биоэмульгатор.

Ibatova A.A., K. Bakhytuly, D. Ondasynova, N. Tolegen  
**STUDYING THE TARGET ACTIVITY OF ASSOCIATIONS OF MICROORGANISMS  
CAPABLE OF REDUCING OIL VISCOSITY**

**Annotation.** The article presents the results of studies of microorganisms capable of isolating target metabolites as candidate objects for the development of a microbiological method for increasing oil production from processed reservoirs. The aim of the study was to determine the target activity of associations of microorganisms capable of degreasing oil extracted from treated oil reservoir waters. Microorganisms in oil reservoir waters have a great biotechnological potential. They also produce metabolites (organic acids, biosurfactants, solvents, gases) for oil production. According to the results of a study of 3 associations of active acid-forming *Bacillus sp.* and *Pseudomonas aeruginosa* (D7X + D8; D8 + C11; D1X + D7 + D7X + D8 + C11) were selected. Thus, the maximum decrease in the pH of the nutrient medium (initial 7.0 units) was observed in the range of 4.1-4.2 units. The maximum oil emulsification index is shown in cultures D1X + D7; D7+D7X; D1X + D7 + D7X; D1X + D7 + D7X + D8 + C11 within 60.6-61%.

Two associations of microorganisms were isolated, consisting of two and five monocultures capable of reducing oil viscosity: *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8; *Bacillus sp.* D1X + *P. aeruginosa* D7 + *Bacillus sp.* D7X + *Bacillus sp.* D8 + *Bacillus sp.* C11 and their further study as promising microorganisms for the development of microbiological methods for enhanced oil recovery.

**Keywords:** microorganisms; microbiological oil recovery (MEOR); enhanced oil recovery (EOR); associations of microorganisms; oil waters; emulsion activity; acid formation; viscosity; biological surfactant; bioemulsifier.