

**Хасенова Э.Ж.<sup>1</sup>, Аюпова А.Ж.<sup>2</sup>,  
Сембаева Д.Ж.<sup>3</sup>, Сарсенова А.С.<sup>4</sup>, Молдагулова Н.Б.<sup>5</sup>,  
Дуамбеков М.С.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>e-mail: elmira\_alta@mail.ru

<sup>2</sup>e-mail: a.ibraeva@mail.ru

<sup>3</sup>e-mail: sembaeva\_1981@mail.ru

<sup>4</sup>e-mail: sarainur@mail.ru

<sup>5</sup>e-mail: m\_nazira1967@mail.ru

<sup>6</sup>e-mail: mae\_astana@mail.ru

<sup>1,2,4,6</sup>Учреждение «Международная академия экологии», Казахстан, г. Астана

<sup>3,5</sup>ТОО «Экостандарт.kz», Казахстан, г. Астана

## **СКРИНИНГ АКТИВНЫХ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ КОМПСТИРОВАНИЯ ИЛОВОГО ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД**

Компостирование ОСВ, навоза и птичьего помета является одним из методов биоконверсии органических отходов, с помощью которого можно получить экологически чистое эффективное удобрение. Наиболее рациональным способом решения данной проблемы является компостирование сброженного осадка методом твердофазной аэробной ферментации. Целью работы является скрининг активных штаммов для компостирования илового осадка сточных вод. Выделены мезофильные и термофильные бактерии из иловых осадков и сточных вод из проб, отобранных из канализационно-очистных сооружений г. Астаны и г. Караганды для переработки методом компостирования иловых осадков сточных вод с целью получения органического удобрения.

Проведен скрининг активных штаммов микроорганизмов по ферментативной активности для компостирования илового осадка сточных вод. Проведена оценка ферментативной активности выделенных штаммов (липазная, амилазная, протеолитическая, целлюлолитическая, деструктивная по отношению к нефти и ПАВ). На основании результатов было отобрано 13 наиболее активных штаммов.

В результате проведения фенотипической и генетической идентификации выделенные микроорганизмы отнесены к различным физиологическим группам: *Bacillus fusiformis*, *Pseudomonas lundensis*, *Bacillus amyloligifaciens*, *Bacillus mojavensis*, *Enterobacter* sp., *Bacillus pumilus*, *Ochrobactrum* sp., *Bacillus coagulans*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*.

Таким образом, в результате проведенных исследований были выделены микроорганизмы и проведен скрининг активных штаммов микроорганизмов для компостирования илового осадка сточных вод.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, иловые осадки, компостирование, сточные воды.

Khasenova E.Zh.<sup>1</sup>, Ayupova A.Zh.<sup>2</sup>, Sembaeva D.Zh.<sup>3</sup>,  
Sarsenova A.S.<sup>4</sup>, Moldagulova N.B.<sup>5</sup>, Duambekov M.S.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>e-mail: elmira\_alta@mail.ru

<sup>2</sup>e-mail: a.ibraeva@mail.ru

<sup>3</sup>e-mail: sembaeva\_1981@mail.ru

<sup>4</sup>e-mail: sarainur@mail.ru

<sup>5</sup>e-mail: m\_nazira1967@mail.ru

<sup>6</sup>e-mail: mae\_astana@mail.ru

<sup>1,2,4,6</sup>Establishment of the International Academy of Ecology, Kazakhstan, Astana,

<sup>3,5</sup>«Ecostandart.kz» LLP, Kazakhstan, Astana

### Screening of active strains of microorganisms for composting sewage sludge

Composting WWS, manure and poultrymanure is one of the methods of bioconversion of organic waste, with which you can get environmentally friendly effective fertilizer. The most rational way to solve this problem is the composting of fermented sludge by solid-phase aerobic fermentation. The aim of the work is to screen active strains for composting sewage sludge. Mesophilic and thermophilic bacteria were isolated from sludge and sewage from samples taken from sewage treatment plants in Astana and Karaganda for processing by composting sewage sludge to produce organic fertilizer.

Screening of active strains of microorganisms by enzymatic activity for composting sludge from sewage was carried out. The enzyme activity of the isolated strains was evaluated (lipase, amylolytic, proteolytic, cellulolytic, destructive with respect to oil and surfactant). Based on the results, 13 of the most active strains were selected.

As a result of phenotypic and genetic identification, the isolated microorganisms were assigned to different physiological groups: *Bacillus fusiformis*, *Pseudomonas lundensis*, *Bacillus amyloligifaciens*, *Bacillus mojavensis*, *Enterobacter* sp., *Bacillus pumilus*, *Ochrobactrum* sp., *Bacillus coagulans*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*.

Thus, as a result of the research, microorganisms were isolated and screening of active strains of microorganisms was carried out for composting sludge from wastewater.

**Key words:** microorganisms, sludge sediments, composting, wastewater.

Хасенова Э.Ж.<sup>1</sup>, Аюпова А.Ж.<sup>2</sup>, Сембаева Д.Ж.<sup>3</sup>,  
Сарсенова А.С.<sup>4</sup>, Молдагулова Н.Б.<sup>5</sup>, Дуамбеков М.С.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>e-mail: elmira\_alta@mail.ru

<sup>2</sup>e-mail: a.ibraeva@mail.ru

<sup>3</sup>e-mail: sembaeva\_1981@mail.ru

<sup>4</sup>e-mail: sarainur@mail.ru

<sup>5</sup>e-mail: m\_nazira1967@mail.ru

<sup>6</sup>e-mail: mae\_astana@mail.ru

<sup>1,2,4,6</sup>«Халықаралық экология академия» мекемесі, Қазақстан, Астана қ.

<sup>3,5</sup>«Экостандарт.kz» ЖШС, Қазақстан, Астана қ.

### Ағынды сулардың шламын компостациялау үшін микроорганизмдердің белсенді штамдарының скринингі

Ағын сулардың тұнбаларын, көң мен құстардың саңғырықтарын қордаландыру – органикалық қалдықтарды биоконверсиялаудың бір әдісі, сол арқылы экологиялық таза, сонымен қатар тиімді тыңайтқыш алуға мүмкіндік бар. Осы мәселені шешудің ең тиімді жолы қатты фаза аэробты ферментация арқылы ашытылған тұнбаны қордаландыру. Жұмыстың мақсаты – ағын сулардың тұнбаларын қордаландыру үшін белсенді штамдарды іріктеу. Астана мен Қарағанды қалаларындағы көріз тазарту мекемелерінен алынған ағын сулар мен лайлы тұнба сынамаларынан мезофильді және термофильді бактериялар бөлініп алынды. Бөлініп алынған бактериялар көмегімен органикалық тыңайтқыштарды алу мақсатта ағын сулардың лайлы тұнбаларын қордаландыру әдісі жүзеге асады.

Ағын сулардың лайлы тұнбаларын қордаландыру үшін ферментативті белсенділігі арқылы белсенді микроағзалар штамдарына іріктеу жасалды. Бөлініп алынған белсенді штамдарға ферментативтік белсенділікке баға беру (липазды, амилolitikalyқ, протеolitikalyқ, целлюлолитикалық, мұнай мен ББЗ ыдырату қабілеті) жұмыстары жүргізілді. Алынған нәтижелер негізінде 13 аса белсенді штамдар таңдалды.

Фенотипті және генетикалық сәйкестендіру жүргізілгеннен кейін бөлініп алынған микроағзалар келесі физиологиялық топтарға жатқызылды: *Bacillus fusiformis*, *Pseudomonas lundensis*, *Bacillus amyloligiefaciens*, *Bacillus mojavensis*, *Enterobacter sp.*, *Bacillus pumilus*, *Ochromobacterium sp.*, *Bacillus coagulans*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*. Қорыта келгенде, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде ағын сулардың лайлы тұнбаларын қордаландыру үшін микроағзалар бөлініп алып, белсенді микроағзалар штамдары іріктеліп алынды.

**Түйін сөздер:** микроағзалар, лайлы тұнба, қалдықтарды қордаландыру, ағын су.

## Введение

В настоящее время загрязнение окружающей среды, особенно в городах, достигает критической отметки. В процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях накапливаются отходы. Одним из основных видов отходов являются осадки сточных вод (ОСВ), которые можно использовать при грамотном подходе как вторичные ресурсы [1-6].

Лучшим решением проблемы утилизации отходов на сегодняшний день является биотехнологический метод компостирования [6-9]. Компостирование осадков – биотермический процесс разложения органических веществ осадков сточных вод, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью обеззараживания, снижения влажности, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрения [10-13]. Процесс компостирования представляет собой обработку отходов специально подобранными композициями полезных эффективных мезо- и термофильных бактерий. В результате разложения смеси различных органических веществ микроорганизмами получается удобрения, применяемое в сельском хозяйстве [14-18].

Для ускорения переработки обезвоженного осадка сточных вод в экологически чистый продукт биотехнологическим методом очень важно внесение в ОСВ активных штаммов микроорганизмов, способных к разложению сложных органических веществ в более простые, удалению запаха, снижению патогенной микрофлоры.

Целью работы является скрининг активных штаммов микроорганизмов для компостирования илового осадка сточных вод.

## Материалы и методы исследований

Материалы исследований: городские сточные воды, илы КОС г. Астана и г. Караганда. Микроорганизмы различных таксономических групп.

Методы исследований. Питательные среды: мясо-пептонный бульон, Nutrient Broth (Himedia), Nutrient agar (Himedia), *Pseudomonas* agar, *Lactobacillus* MRS agar, *Lactobacillus* MRS Broth, Сабуро agar.

Выделение микроорганизмов из проб осадков сточных вод и различных органических отходов проводили методом накопительных культур на питательных средах СПБ, МПБ, МРС-бульон, Сабуро [19-21]. Для выделения мезофильных бактерий инкубацию культур производили при 37°C в течение 48-72 часов. Для выделения и скрининга термофильных бактерий инкубацию культур производили при 50°C в течение 48-72 часов. Чистые культуры аэробных микроорганизмов пересевали методом истощающего штриха по Гоулду [22-24].

Чистоту выделенных культур микроорганизмов оценивали общепринятыми методами – микроскопическим контролем по Грамму и высевом на среду МПА.

Идентификацию микроорганизмов проводили генотипированием по консервативному локусу *16S r DNA* [25]. Выделение ДНК из бактериальных клеток проводили методом Вильсона. Амплификация фрагмента *16S rRNA* гена. Реакция ПЦР была выполнена с универсальными праймерами 8f 5' – AgAgTTTgATCCTggCT-CAg-3 и 806R- 5' ggACTACCAgggTATCTAAT в общем объеме 20 мкл. ПЦР смесь содержала 150 нг ДНК, 1Ед. **Maxima Hot Start Taq DNA Polymerase** (Fermentas), 0,2 mM каждого дНТФ, 1-х ПЦР буфер (Fermentas), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 пмоль каждого праймера. Программа ПЦР амплификации включала длительную денатурацию 95°C в течение 7 минут; 30 циклов: 95°C – 30 секунд, 55°C- 40, 72°C – 1 минута; заключительная элонгация 7 минут при 72°C, ПЦР программа была выполнена с применением амплификатора **GeneAmp PCR System 9700** (Applied Biosystems).

Определение нуклеотидной последовательности. Очистку ПЦР продуктов от не связавшихся праймеров проводили ферментативным методом используя, **Exonuclease I (Fermen-**

tas) и щелочную фосфатазу (Shrimp Alkaline Phosphatase, Fermentas).

Реакцию секвенирования проводили с применением BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) согласно инструкции производителя, с последующим разделением фрагментов на автоматическом генетическом анализаторе 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems).

### Результаты исследований

Отбор проб ила и сточной воды из отстойников вторичной очистки проводили на станциях очистных сооружений ГКП «Астана су арнасы» г. Астаны, очистных сооружений г. Караганды и различных органических отходов.

Всего было выделено 71 изолят, из которых к бактериям было отнесено 56 изолятов, что со-

ответствует 79% от общего количества выделенных микроорганизмов, 8 изолятов (12%) отнесено к актиномицетам и 7 культур (10%) – к дрожжам (рисунок 1).

Из выделенных изолятов 6 культур обладали способностью к росту при высоких температурах, 5 из которых отнесены к бактериальным культурам и 1 к дрожжам. Для отбора микроорганизмов, способных к переработке ОСВ, все выделенные в чистую культуру микроорганизмы (рисунок 2) были проверены на ферментативную активность (каталазная, оксидазная, протеолитическая, липолитическая, целлюлозолитическая, амилалитическая). Данные ферменты играют основную роль в ускорении разложения органических отходов. Также проведены исследования по изучению способности культур микроорганизмов к росту на иловых осадках сточных вод.

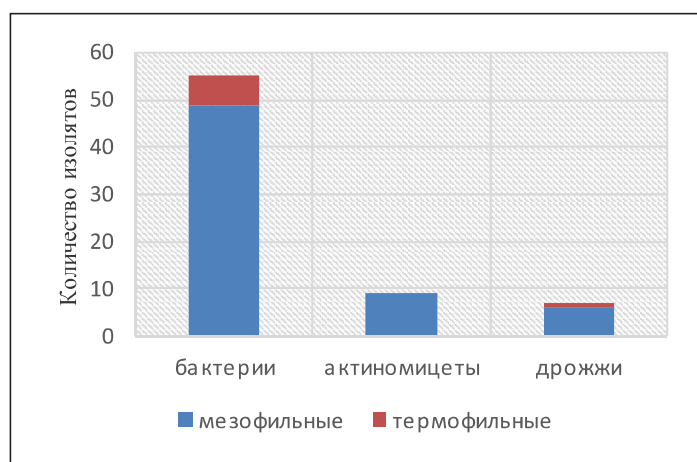
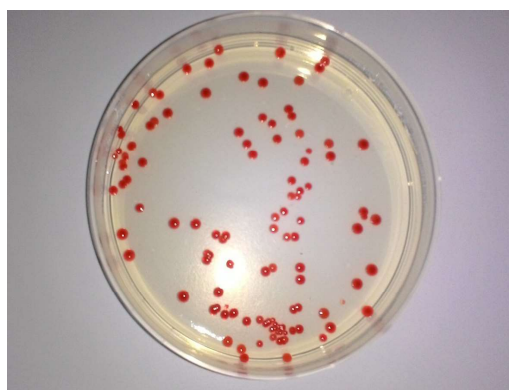


Рисунок 1 – Количество выделенных микроорганизмов



культура И12



культура С7

Рисунок 2 – Рост чистых колоний микроорганизмов на питательной среде СПА, выделенных из органических отходов и сточных вод

Липазная активность обнаружена у 20 культур микроорганизмов, 14 культур расщепляли казеин на молочном агаре. Гидролиз крахмала (амилолитическая активность) обнаружена у 24

культур, размеры зоны гидролиза колебались в пределах 0,6-1,8 мм (таблица 1). Каталазная активность отмечена у 35 культур микроорганизмов, оксидазная у 44 изолятов.

Таблица 1 – Ферментативная активность выделенных микроорганизмов

Ферментативная активность	Бактерии	Дрожжи	Актиномицеты
Каталазная	25	6	4
Оксидазная	35	4	5
Протеолитическая	9	3	2
Липолитическая	16	3	1
Целлюлолитическая	13	2	3
Амилолитическая	17	5	2

При культивировании микроорганизмов на жидкой среде Гетчинсона с добавлением фильтровальной бумаги 18 культур проявили способность разрушать целостность фильтровальной бумаги и образовывать хлопьевидное помутнение среды.

По результатам экспериментов выявлено 17 бактериальных культур с высокой ферментативной активностью. Для отбора наиболее активных бактерий нами был проведен учет способности и скорости роста микроорганизмов на обезвоженном иле. Для этого ил стерилизовали 3-х кратным автоклавированием при 0,5 атм. и засеивали исследуемыми культурами микроорганизмов. Из 17 культур на обезвоженном иле наличие роста клеток было выявлено у 13 культур микроорганизмов, при этом наибольшей скоростью роста обладали культуры ЭИ4, С20, ЭИ14. На основе полученных данных для дальнейших исследований нами было отобрано 13 культур – ЭИ4, ЭИ1К, ЭИ14, ЭИ15, ЭИРs, ЭИЗ, П-1-5, П-1-6, И5, П-1-3, П-1-2, П-1-2, С20, ЭЖ.

Далее изучали культурально-морфологические и физиолого-биохимические признаки отобранных культур. Культурально-морфологические характеристики отобранных штаммов представлены в таблице 2.

Изучение биохимических свойств микроорганизмов показало, что 8 культур – уреазоположительные, 9 – оксидазоположительные, 11 – катазазоположительные, 5 – не разжижают желатин, 7 культур не дезаминируют фенилала-

нин. Все изученные культуры микроорганизмов кроме 1 не образовывали индол, 4 культуры не восстанавливали нитраты, не образовывали сероводород и 6 не образовывали аммиак. По отношению к углеводам 2 культуры не усваивают сахарозу, лактозу, инозит, арабинозу; 3 культуры не усваивают сорбитол, ксилозу, фруктозу; 4 культуры не усваивают трегалозу, галактозу, маннозу; 6 культур не усваивают мальтозу; 2 культуры не усваивают глюкозу (таблица 3).

Видовую принадлежность активных изолятов определяли генотипированием по консервативному локусу *16S r RNA*.

Для построения филогенетических деревьев использовали программное обеспечение Mega 3.1. Использовали алгоритм ClustalW для выравнивания нуклеотидных последовательностей, построение древ проводили с использованием метода присоединения ближайших соседей (Neighbor-JoiningNJ)

Учитывая максимальный процент совпадения анализируемой последовательности в международной базе данных по алгоритму BLAST, а также результатов филогенетического анализа (рисунок 3) установлено, что образцы: ЭИ1К относятся к *Bacillus mojavensis*, штамм С20 относится к *Bacillus subtilis*, П-1-6 относится к *Bacillus licheniformis*, ЭИ15 относится к *Bacillus amyloliquefaciens*, ЭИЗ относится к *Bacillus pumilus*, П-1-5 относится к *Bacillus coagulans*, ЭЖ относятся к *Bacillus clausii*, ЭИ14 относятся к *Bacillus fusiformis*.

Таблица 2 – Макро-и микроморфология активных культур

Изолят	Макроморфология	Микроморфология
1	2	3
ЭИ4	колонии круглые и неправильной формы, средние и крупные, широко распространяющиеся по поверхности среды, выпуклые, плоские, пастообразные, мягкой консистенции	клетки прямые, располагаются одиночно, парами или короткими цепочками, грамположительные.
ЭИ1К	колонии бесцветные, красные, круглые, профиль плоский, гладкие, матовые, с ровными краями, мягкой консистенции, с плоским профилем, размер колоний 0,5-1 мкм.	грамотрицательные палочки, короткие, расположенные в виде цепочек, одиночно, парами
ЭИ14	колонии неправильной формы, с плоским профилем, гладкие, выпуклые, бежевого, серого цвета, диаметром 08-1 мкм	грамотрицательные палочки, 0,3-0,6 мкм, расположены в виде скоплений, соединенные парами
ЭИ15	круглые, плоские колонии, молочного цвета с выраженным центром, диаметром 2 мм и меньше, с неровными краями	грамположительные кокки, встречаются в виде коротких цепочек, расположение различное
ЭИРs	колонии белые, круглые, плоские, блестящие, с ровными краями, профиль выпуклый. Размер колоний 0,5- 1 мм	грамотрицательные палочки, встречаются кокковидные короткие одиночные формы
ЭИ3	колонии зернистые с выступающим плотным центром, края неровные.	крупные грамположительные аэробные палочки, скопления клеток в виде цепочек
П-1-5	круглые, непигментированные колонии, блестящие, с ровным краем	грамположительные палочки; клетки прямые, образуют цепочки
П-1-6	колоний морщинистую форму с обильным образованием слизи и выделением розоватого пигмента.	грамположительные палочки, расположены в цепочки
И5	на плотной питательной среде MRS колонии непрозрачные, белого цвета, блестящие, круглые по форме с выпуклой бугристой поверхностью, края неровные	клетки грамположительные, палочки средней длины, с закругленными концами, складываются в длинные цепочки
П-1-3	колонии с желтоватым оттенком, края неровные, консистенция однородная	грамотрицательные, клетки прямые палочковидные. Располагаются одиночно, попарно или короткими цепочками. Подвижные
П-1-2	образование колоний одинаковых размеров, слизистые бежевого цвета	прямые подвижные грамотрицательные палочки
С20	колонии сухие, морщинистые, бесцветные с волнистыми краями, вязкой консистенции	грамположительные палочки, расположенные одиночно, попарно или цепочкой
ЭЖ	колонии морщинистые, бесцветные с волнистыми краями, вязкой консистенции	прямые палочковидные бактерии, подвижные

Таблица 3 – Физиолого-биохимические признаки активных штаммов

Тест \ Штамм	ЭИ4	ЭИ1К	ЭИ14	ЭИ15	ЭИРs	ЭИ3	П-1-5	П-1-6	И5	П-1-3	П-1-2	ЭЖ	С20
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Каталаза	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
Оксидаза	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+
Уреаза	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Разжижение желатина	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
Фенилаланин	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+
Образование сероводорода	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+

Продолжение таблицы 3

Тест \ Штамм	ЭИ4	ЭИК	ЭИ14	ЭИ15	ЭИР5	ЭИ3	П-1-5	П-1-6	И5	П-1-3	П-1-2	ЭЖ	С20
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Образование аммиака	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Образование индола	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Отношение к температуре													
-5°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+28°C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+45°C	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-
Сахароза	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Лактоза	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Инозит	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Арабиноза	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Сорбитол	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Ксилоза	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
Фруктоза	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
Трегалоза	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Галактоза	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
Манноза	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Мальтоза	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
Глюкоза	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-

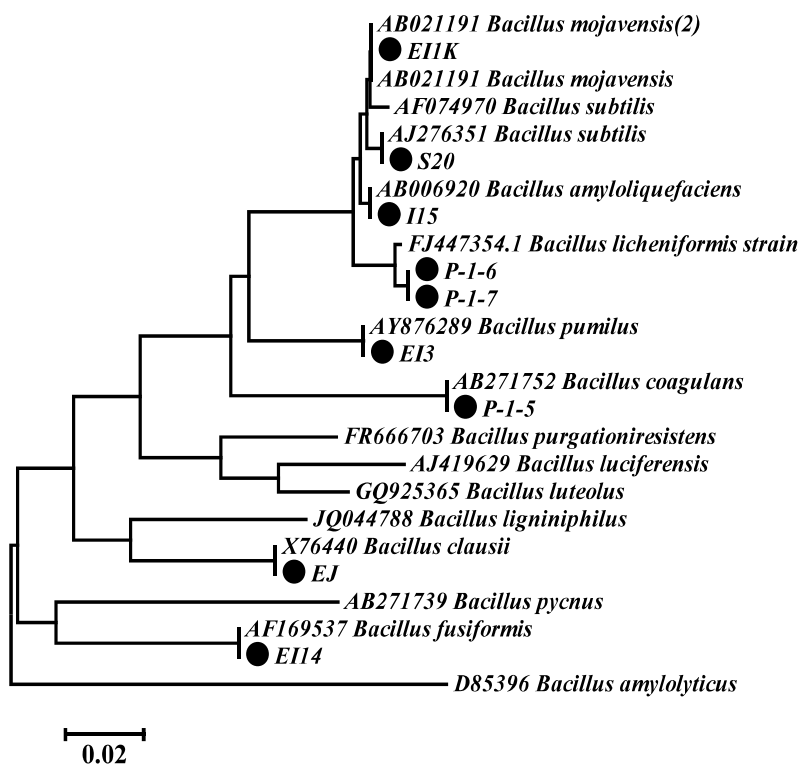


Рисунок 3 – Положение бактерий, выделенных из сточных вод и илов в филогенетическом дереве бацилл

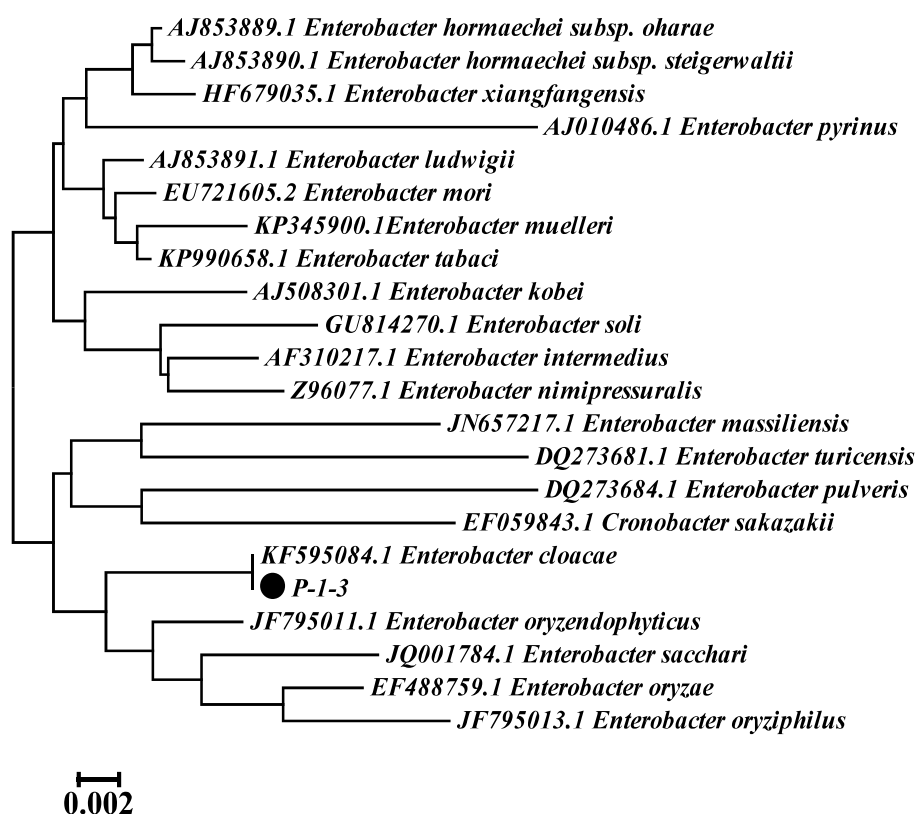


Рисунок 4 – Положение бактерий, выделенных из пластовых вод в филогенетическом дереве энтеробактерий

На рисунке 4 видно, что последовательность образца: П-1-3 расположена на одной ветви с *Enterobacter cloacae*. Учитывая максимальный процент совпадения анализируемой последовательности в международной базе данных по алгоритму BLAST, а также результатов филогенетического анализа установлено, что образец П-1-3 относится к *Enterobacter cloacae*.

По результатам филогенетического анализа установлено, что образец ЭИ4 относится к *Pseudomonas lundensis* (рисунок 5).

На рисунке 6 видно, что последовательность образца: И5 расположена на одной ветви с *Lactobacillus paracasei*. В таблице 4 приведены результаты идентификации штаммов микроорганизмов.

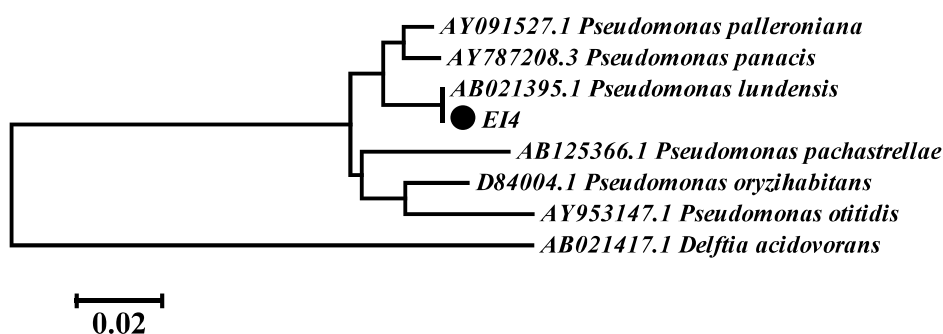


Рисунок 5 – Положение бактерий, выделенных из пластовых вод в филогенетическом дереве псевдомонад



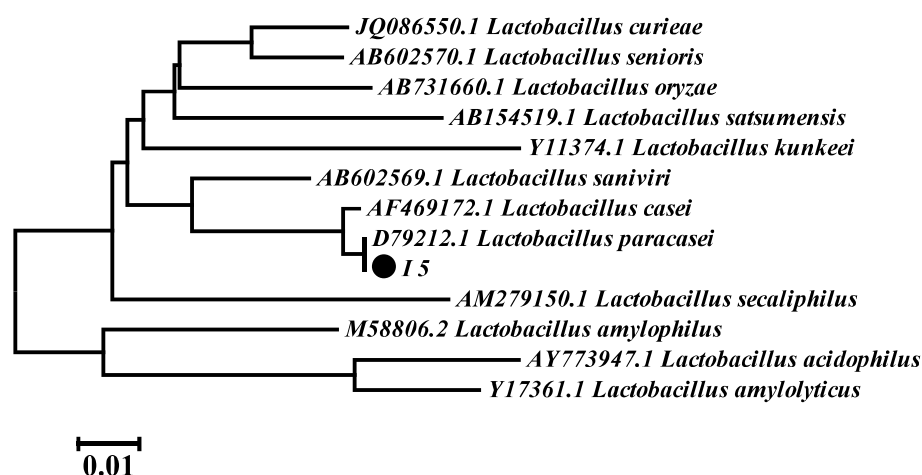


Рисунок 6 – Положение бактерий, выделенных из пластовых вод в филогенетическом дереве лактобацилл

Таблица 4 – Результаты идентификации штаммов по фрагменту 16S rRNA гена

Наименование изолятов	Результат идентификации	Гомология, %
ЭИ4	<i>Pseudomonas lundensis</i>	100
ЭИ1К	<i>Bacillus mojavensis</i>	99
ЭИ14	<i>Bacillus fusiformis</i>	100
ЭИ15	<i>Bacillus amyloliguefaciens</i>	99
ЭИРs	<i>Ochrobactrum sp.</i>	98
ЭИ3	<i>Bacillus pumilus</i>	100
П-1-5	<i>Bacillus coagulans</i>	99
П-1-6	<i>Bacillus licheniformis</i>	99
И5	<i>Lactobacillus paracasei</i>	99
П-1-3	<i>Enterobacter cloacae</i>	100
П-1-2	<i>Enterobacter sp.</i>	98
С20	<i>Bacillus subtilis</i>	98
ЭЖ	<i>Bacillus clausii</i>	99

## Выводы

В результате проведенных исследований из иловых осадков и сточных вод были выделены различные микроорганизмы. Изучены культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства бактерий. По макро- и микроморфологическим свойствам выделенные культуры принадлежат к группе грампозитивных и грамотрицательных микроорганизмов.

Проведена оценка ферментативной активности выделенных штаммов (липазная, амилолитическая, протеолитическая, целлюлолитическая). На основании результатов было отобрано 13 наиболее активных штаммов.

В результате проведения фенотипической и генетической идентификации выделенные микроорганизмы отнесены к различным физиологическим группам: *Bacillus fusiformis*, *Pseudomonas lundensis*, *Bacillus amyloliguefaciens*, *Bacillus mojavensis*, *Enterobacter sp.*, *Bacillus pumilus*, *Ochrobactrum sp.*, *Bacillus coagulans*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*.

Таким образом, в результате проведенных исследований были выделены микроорганизмы, перспективные для компостирования илового осадка сточных вод. Выделенные микроорганизмы можно использовать для получения органического удобрения методом твердофазной ферментации.

## Литература

- 1 Михайлов Л.Н., Пужайкин И.В., Марковская М.П., Марковская Г.К. Научные основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения. – Самара: Кн. изд-во, 1998. – 160 с.
- 2 Корчевская Ю.В., Кадысева А.А., Горелкина Г.А., Маджугина А.А., Троценко И.А. Обезвреживание отходов методом экологической биотехнологии // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016, №3 (137). – С.170-171.
- 3 Никовская Г.Н., Калининченко К.В. Биотехнология утилизации осадков муниципальных сточных вод // *Biotechnol. Acta* – 2014. Т.7 – №3.
- 4 Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М. Бином, 2015. – 26-32.
- 5 Туровский И.М. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. С.376.
- 6 Калужный С.В. Очистка сточных вод. Москва, 2006. – 479 с.
- 7 Кальгин А.А., Павлинова И.Г. Экологическая безопасность городов: монография. – М.: Изд-во МГАКХиС. – 2009. С.295-297.
- 8 Шуравилин А.В., Сурикова Н.В. Опыт удобрения почв осадком сточных вод в Московской области // *Агрохимический вестник*, 2006, № 1. – С. 24-27.
- 9 Большеева Т.Н., Валитова А.Р., Кижаккин П.П., Касатиков В.А. Результаты утилизации осадков сточных вод во Владимирской области // *Агрохимический вестник*, 2006, № 1. – С. 28-29.
- 10 Похил Ю.Н., Багаев Ю. Г., Иванов Н.А., Иванова М.Г. Обезвоживание кондиционированных осадков коммунальных сточных вод городов Сибири. // Тезисы шестого междунар. конгресса «Вода: экология и технология» Экватэк-2006, Москва, 2006. – с. 780.
- 11 Правкина С.Д., Карякин А.В., Левин В.И., Хабарова Т.В. Способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод с помощью компостирования. Пат. 2489414 Российская Федерация.
- 12 Карякина С.Д., Карякин А.В., Касатиков В.А. Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений. // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2014. – №3. – С.14-18.
- 13 Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Москва, 2004. – 702 с.
- 14 Капустин В.П., Уйменов А.В. Переработка отходов животноводства и птицеводства вопросы современной науки и практики // Университет им. В.И. Вернадского. – 2007. – Т.2, №4 (10). – С. 23-26.
- 15 Худякова Л. ЭМ-технологии – или эффективные микроорганизмы. – Абаканский Центр природного Земледелия: «Сияние», 2014. С.10-15.
- 16 Логинова Л.Г., Головачева Р.С., Егорова Л.А. Жизнь микроорганизмов при высоких температурах. //М. «Наука». – 1966. – С.17-19.
- 17 Неклюдов А.Д., Федотов Г.Н., Иванкин А.Н. Интенсификация процесса компостирования при помощи аэробных микроорганизмов // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2008, №1. С. 9-11.
- 18 Сухамера С.А. ЭМ-технология – биотехнология XXI века. // Сборник материалов по практическому применению препарата «Байкал ЭМ-1». – Алматы, 2006. – С. 6-15.
- 19 Нетрусов А.И. Егорова М.А. Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Изд-во Академия, 2005. – 608 с.
- 20 Егорова Н.С. Промышленная микробиология: учебное пособие / под ред. З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина. – М.: Высш.школа, 1989. – С.20-29.
- 21 Лысак В.В. Микробиология: учебное пособие. – Минск: БГУ, 2007. – С. 36.
- 22 Прунтова О.В. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – Владимир, Изд-во ВлГУ, 2005. С.13-20.
- 23 Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. С.50-55.
- 24 Сидоренко О.Д., Войно Л.И., Ванькова А.А. Микробиология. – М.: Изд-во Инфра-М, 2012. С.20-25.
- 25 Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. – М.: Изд-во МГУ, 2012. С.30-36.

## References

- 1 Bolyisheva T.N., Valitova A.R., Kizhapkin P.P., Kasatikov V.A. (2006) Rezultatyi utilizatsii osadkov stochnyih vod vo Vladimirskoy oblasti [Results of disposal of sewage sludge in the Vladimir region] *Agrochemical Bulletin*, 2006, No. 1. – P. 28-29.
- 2 Bryuhanov A.L., Ryibak K.V., Netrusov A.I. (2012) *Molekulyarnaya mikrobiologiya* [Molecular Microbiology]. – М.: Publishing House of Moscow State University. P.30-36.
- 3 Egorova N.S. (2007) *Promyishlennaya mikrobiologiya: uchebnoe posobie* [Industrial Microbiology: study guide] / ed. BEHIND. Arkadieva, A.M. Bezborodov, I.N. Blokhin. – М.: Higher School. – P.20-29.
- 4 Hudyakova L. (2014) *EM-tehnologii – ili effektivnyie mikroorganizmy* [EM technologies – or effective microorganisms]. – Abakan Center for Natural Farming: "Shining". P.10-15.
- 5 Kalgin A.A., Pavlinova I.G. (2009) *Ekologicheskaya bezopasnost gorodov: monografiya* [Ecological safety of cities: monograph]. – М.: Izd-vo MGAkHiS. P.295-297.
- 6 Kalyuzhnyi S.V. (2006) *Ochistka stochnyih vod* [Cleaning of drains]. Moscow. – 479 p.
- 7 Kapustin V.P., Uyemenov A.V. (2007) *Pererabotka othodov zhivotnovodstva i ptitsevodstva voprosy modernoy nauki i praktiki* [Processing of livestock and poultry waste issues of modern science and practice] // *University. IN AND. Vernadsky*. – Vol. 2, No. 4 (10). – С. 23-26.

- 8 Karyakina S.D., Karyakin A.V., Kasatkov V.A. (2014) Agroekologicheskaya effektivnost aerobnogo kompostirovaniya osadkov stochnyih vod pri proizvodstve organicheskikh udobreniy [Agri-environmental effectiveness of aerobic composting of sewage sludge in the production of organic fertilizers]. *Problems of agrochemistry and ecology*. – №3. – С14-18.
- 9 Korchevskaya Yu.V., Kadyiseva A.A., Gorelkina G.A., Madzhugina A.A., Trotsenko I.A (2016) Obezvrezhivanie othodov metodom ekologicheskoy biotekhnologii. [Ecological biotechnology waste disposal] *Herald of the Altai State Agrarian University*, No. 3 (137). – P.170-171.
- 10 Loginova L.G., Golovacheva R.S., Egorova L.A. (1966) Zhizn mikroorganizmov pri vyisokih temperaturah [The life of microorganisms at high temperatures]. // *M. "The science"*. – pp. 17-19.
- 11 Lysisak V.V. (2007) *Mikrobiologiya: uchebnoe posobie* [Microbiology: study guide]. – Minsk: BSU. – p. 36.
- 12 Mihaylov L.N., Puzhaykin I.V., Markovskaya M.P., Markovskaya G.K. (1998) *Nauchnyie osnovyi primeneniya osadkov gorodskih stochnyih vod v kachestve udobreniya* [The scientific basis for the use of urban sewage sludge as fertilizer] Samara: Prince. publishing house. – 160 p.
- 13 Neklyudov A.D., Fedotov G.N., Ivankin A.N. (2008) *Intensifikatsiya protsessa kompostirovaniya pri pomoschi aerobnyih mikroorganizmov* [Intensification of the composting process using aerobic microorganisms] // *Applied biochemistry and microbiology*. №1. Pp. 9-11.
- 14 Netrusov A. I., Kotova I. B. (2012) *Mikrobiologiya* [Microbiology]. – М.: Publishing Center "Academy". P. 50-55.
- 15 Netrusov A.I. Egorova M.A. Zaharchuk L.M. (2005) *Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya stud. vyissh. ucheb. zavedeniy voda* [Workshop on Microbiology: studies. allowance for stud. higher studies. institutions] / ed. A.I. Netrusova. – М.: Academy Publishing House. – 608 c.
- 16 Nikovskaya G.N., Kalinichenko K.V. (2014) *Biotehnologiya utilizatsii osadkov munitsipalnyih stochnyih vod* [Biotechnology of utilization of municipal sewage sludge] *Biotechnol.Acta*. T.7 – №3.
- 17 Pahnenko E.P. (2015) *Osadki stochnyih vod i drugie netraditsionnyie organicheskie udobreniya* [Sewage sludge and other unconventional organic fertilizers]. – М. Binom. – 26-32.
- 18 Pohil Yu.N., Bagaev Yu. G., Ivanov N.A., Ivanova M.G. (2006) *Obezvzhivanie konditsionirovannyih osadkov kommunalnyih stochnyih vod gorodov Sibiri* [Dehydration of conditioned sewage sludge from Siberian cities]. Abstracts of the sixth international. of the congress "Water: Ecology and Technology" Equvatek, Moscow, 2006. – p. 780.
- 19 Pravkina S.D., Karyakin A.V., Levin V.I., Habarova T.V. *Sposob polucheniya organomineralnogo udobreniya iz osadkov stochnyih vod s pomoschyu kompostirovaniya* [The method of obtaining organic fertilizer from sewage sludge using composting]. Pat 2489414 Russian Federation.
- 20 Pruntova O.V. (2005) *Laboratornyiy praktikum po obschey mikrobiologii* [Laboratory Workshop on General Microbiology]. – Vladimir, VISU Publishing House. P.13-20.
- 21 Shuravilin A.V., Surikova N.V. (2006) *Opyit udobreniya pochv osadkom stochnyih vod v Moskovskoy oblasti* [Experience in soil fertilization with sewage sludge in the Moscow Region] *Agrochemical Bulletin*, No. 1. – P. 24-27.
- 22 Sidorenko O.D., Voyno L.I., Vankova A.A. (2012) *Mikrobiologiya* [Microbiology]. – М.: Publishing house Infra. – М. P.20-25.
- 23 Suhamera S.A. (2006) *EM-tehnologiya – biotehnologiya X X I veka* [EM technology – biotechnology X X I century]. Collection of materials on the practical use of the drug "Baikal EM-1." – Almaty. – p. 6-15.
- 24 Turovskiy I.M. (2008) *Osadki stochnyih vod. Obezvzhivanie i obezzarazhivanie* [Sewage sludge. Dehydration and decontamination]. – М.: DeLi print. P.376.
- 25 Voronov Yu.V. (2004) *Vodootvedenie i ochestka stochnyih vod* [Wastewater and wastewater treatment]. Moscow. – 702 p.

---

## МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

### 1-бөлім    Раздел 1 Ботаника    Ботаника

Дүйсенова Н.И., Темирбаева К.Ж., Белозеров И.Ф., Иманбаева А.А.

Разработка комплексной шкалы диагностики перспективности сортов *Tulipa L.* в Мангышлакском экспериментальном ботаническом саду ..... 4

Рахимова Е.В., Ермекова Б.Д., Кызметова Л.А., Асылбек А.М., Сыпабеккызы Г.

Малоизвестные виды ржавчинных грибов Заилийского Алатау: биология, местонахождение и круг хозяев ..... 17

### 2-бөлім    Раздел 2 Өсімдіктер физиологиясы мен биохимиясы    Физиология и биохимия растений

Zhussupova A.I., Omirbekova N.Zh., Zhangissina S., Zhunusbaeva Zh.K.

Comparative study of *Brachypodium distachyon* and kazakhstan soft wheat varieties resistance to *Puccinia recondite* ..... 30

Рамазанова А.А., Ерназарова Г.И., Турашева С.К.

*Eichhornia crassipes* су өсімдігінің жапырақ және тамырындағы биологиялық белсенді заттар ..... 45

### 3-бөлім    Раздел 3 Биотехнология    Биотехнология

Олжаев Ф.С., Сафарова (Янцен) Ю.И., Цой А.К., Умбаев Б.А., Аскарова Ш.Н.

Исследование влияния **остеофильного бисфосфонатного** полимера на пролиферацию, остеогенную дифференцировку адипозных мезенхимальных стволовых клеток и изучение его способности ингибировать активность остеокластов *in vitro*..... 58

### 4-бөлім    Раздел 2 Микробиология    Микробиология

Аскарова Ш.Н., Кушугулова А.Р., Кайырлыкызы А., Цой А.К., Масуд А., Олжаев Ф.С.

Кишечный микробиом и болезнь Альцгеймера..... 74

Кайырманова Г. К., Ерназарова А. К., Тапешова Ш. Ж., Дарменкулова Ж. Б., Магмияев Р. Б., Жубанова А. А.

Биоразнообразие термофильной микрофлоры нефтепластовых вод месторождения «Акинген» ..... 86

Сапарбекова А.А., Муталиева Б.Ж., Джакашева М.А., Латиф А.С.

Извлечение ресвератрола ферментным препаратом пектинол F-rkm 0719, продуцируемый штаммом *Aspergillus awamori* F-RKM 0719..... 96

Текебаева Ж.Б., Абжалелов А.Б.

Аккумулярующие свойства микроводорослей *Chlorella vulgaris* И 2 и *Parachlorella kessleri* У 1 по отношению к поллюгантам различного происхождения ..... 107

Хасенова Э.Ж., Аюпова А.Ж., Сембаева Д.Ж., Сарсенова А.С., Молдагулова Н.Б., Дуамбеков М.С.

Скрининг активных штаммов микроорганизмов для компостирования илового осадка сточных вод ..... 116

---

## CONTENTS

### Section 1 Botany

- Duisenova N.I., Temirbaeva K.J., Belozarov I.F., Imanbaeva A.A.*  
Development of complex scale of diagnostics of perspectivity of Tulipa L. varieties in a Mangyshlak experimental botanical garden.....4
- Rakhimova E.V., Ermekova B.D., Kyzmetova L.A., Assylbek A.M., Sypabekkyzy G.*  
Little-known species of rust fungi in Trans-ili Alatau: biology, location and host plants range ..... 17

### Section 5 Plants Physiology and Biochemistry

- Zhussupova A.I., Omirbekova N.Zh., Zhangissina S., Zhumusbaeva Zh.K.*  
Comparative study of *Brachypodium distachyon* and kazakhstan soft wheat varieties resistance to *Puccinia recondite* .....30
- Ramazanova A.A., Yernazarova G.I., Turasheva S.K.*  
Biological active substances in the leaves and root of the aquatic plant *Eichhornia crassipes* .....45

### Section 5 Biotechnology

- Olzhaev F.S., Safarova (Jancen) Ju.I., Tsoy A.K., Umbaev B.A., Askarova Sh.N.*  
Cell therapy approach for correction of osteoporosis-associated fractures using adipose-derived mesenchymal stem cells functionalized with osteophilic polymer.....58

### Section 4 Microbiology

- Askarova Sh.N., Kushugulova A.R., Kaiyrlykyzy A., Tsoy A.K., Masoud A., Olzhayev F.S.*  
Intestinal Microbiome and Alzheimer's Disease ..... 74
- Kaiyrmanova G.K., Yernazarova A.K., Tapeshova Sh.Zh., Darmenkulova Zh.B., Magmiyev R.B., Zhubanova A.A.*  
Biodiversity of thermophilic microflora of oil-bearing waters of the Akingen field .....86
- Saparbekova A.A., Mutaliyeva B.Zh., Dzhakasheva M.A., Latif A.S.*  
Extraction of resveratrol with the enzyme preparation Pectinol F-RKM 0719 produced by the strain *Aspergillus awamori* F-RKM 0719.....96
- Tekebaeva Zh.B., Abzhalelov A.B.*  
The accumulating properties of the microalgae *Chlorella vulgaris* У2 and *Parachlorella kessleri* У 1 in relation to pollutants of different origin ..... 107
- Khasenova E.Zh., Ayupova A.Zh., Sembaeva D.Zh., Sarsenova A.S., Moldagulova N.B., Duambekov M.S.*  
Screening of active strains of microorganisms for composting sewage sludge ..... 116