

ISSN 2518-1629 (Online),  
ISSN 2224-5308 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Института биологии и биотехнологии растений

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
of the Institute of Plant Biology and Biotechnology

БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА  
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ



SERIES

OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

## 5 (317)

ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2016

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі, м. ғ. д., проф.

**Ж. А. Арзықұлов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, АҚШ),  
**Абелев С.К.** проф. (Мәскеу, Ресей),  
**Айтқожина Н.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Алшынбаев М.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Березин В.Э.**, проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Bosch Ernesto** prof. (Spain)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Қайдарова Д.Р.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Күзденбаева Р.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Мәскеу, Ресей)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Қазақстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сапарбаев Мұрат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, АҚШ)

**«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».**

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5546-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [biological-medical.kz](http://biological-medical.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
академик НАН РК, д.м.н., проф.

**Ж. А. Арзыкулов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, США),  
**Абелев С.К.** проф. (Москва, Россия),  
**Айтхожина Н.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Алчинбаев М.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Березин В.Э.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Bosch Ernesto** prof. (Spain)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Ishchenko Alexander** prof. (Villejuif, France)  
**Кайдарова Д.Р.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Кузденбаева Р.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Москва, Россия)  
**Lunenfeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Казахстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сапарбаев Мурат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, США)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

academician of NAS RK, doctor of medical science, professor

**Zh. A. Arzykulov**

**Abzhanov Arkhat** prof. (Boston, USA),  
**Abelev S.K.** prof. (Moscow, Russia),  
**Aitkhozhina N.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Akshulakov S.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Alchinbayev M.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bisenbayev A.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bishimbayeva N.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Botabekova T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bosch Ernesto** prof. (Spain)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Zhambakin K.Zh.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Kaydarova D.R.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Kuzdenbayeva R.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Los D.A.** prof. (Moscow, Russia)  
**Lunenfeld Bruno** prof. (Israel)  
**Miyerbekov Ye.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Muminov T.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Rakhypbekov T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Saparbayev Murat** prof. (Paris, France)  
**Sarbassov Dos**, prof. (Houston, USA)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.**

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz> / [biological-medical.kz](http://biological-medical.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 317 (2016), 137 – 142

**A. A. Omirbekova, T. D. Mukasheva, R. Zh. Berzhanova, R. K. Sydykbekova, L. V. Ignatova,  
N. K. Bektyleuova, N. Davenova, K. R. Baymahanova, S. Ibraimova, M. H. Shigaeva**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: togzhan.mukasheva@kaznu.kz

## INTERACTION OF BACTERIA-DESTRUCTORS AND PLANTS IN A MODEL SYSTEMS OF OIL POLLUTION

**Abstract.** Using techniques of inoculation of plants by active strains-destroyers is an effective way to improve the tolerance of plants to pollutant and contributes to increase productivity and acceleration of purification processes of oil-polluted soil. In model studies the effectiveness of plant-microbial associations composed of plants (alfalfa or barley) and microorganisms-destroyers of oil – *Rhodococcus* SP, T-RP 18 and *Gordoniarubripertincta* L-RP 20 were assessed. The decline of hydrocarbons in oil-polluted soil when using plant-microbial associations was more than 60%.

**Keywords:** plant-microbial association, alfalfa, barley, microorganisms-destroyers, proline, peroxidase, inoculation.

УДК 633.311:579.64

**А. А. Омирбекова, Т. Д. Мукашева, Р. Ж. Бержанова, Р. К. Сыдыкбекова, Л. В. Игнатова,  
Н. К. Бектилеуова, Н. Давенова, К. Р. Баймаханова, С. Ибраимова, М. Х. Шигаева**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БАКТЕРИЙ-ДЕСТРУКТОРОВ И РАСТЕНИЙ В МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ

**Аннотация.** Использование приемов инокуляции растений активными штаммами-деструкторами является эффективным способом повышения толерантности растения к загрязнителю и способствует повышению результативности и ускорению процессов очистки нефтезагрязненной почвы. В модельных исследованиях проведена оценка эффективности растительно-микробных ассоциаций, состоящих из растений (люцерна или ячмень) и микроорганизмов – деструкторов нефти – *Rhodococcus* sp. T-RP 18 и *Gordoniarubripertincta* L-RP 20. Убыль углеводов в нефтезагрязненной почве при использовании растительно-микробных ассоциаций была более 60 %.

**Ключевые слова:** растительно-микробная ассоциация, люцерна, ячмень, микроорганизмы – деструкторы, пролин, пероксидазы, инокуляция.

Растения и ассоциированные с ними микробные комплексы в условиях углеводородного загрязнения могут приводить к усилению очистки среды, с одной стороны, и изменению растительно-микробных взаимодействий – с другой. Взаимоотношение растений и микроорганизмов в ризосфере реализуется через предоставление ниши для развития микроорганизмов, а корневые выделения регулируют развитие ризомикробиоты. В свою очередь, метаболическая активность микроорганизмов, их способность к продукции биологически активных веществ обеспечивают рост и развитие растений [1-3].

Выявление влияния партнеров растительно-микробных ассоциаций под действием углеводородного загрязнения являлось задачей исследований. Изменения биохимических и физиологических характеристик растения в ответ на стресс проявляются раньше, чем становятся видны морфологические изменения. Учитывая это, в условиях загрязнения углеводородами можно ожидать отчетливые изменения биохимических и физиологических процессов, среди которых корневые выделения являются связующим звеном в сложной системе растение–микроорганизмы–загрязнитель, могут иметь важное значение для фиторемедиации [4, 5].

**Материалы и методика исследования.** Растительно-микробных ассоциаций, состоящих из растений (люцерна или ячмень) и активных микроорганизмов – деструкторов нефти – *Rhodococcus* sp. T-RP 18 и *Gordoniarubripertincta* L-RP 20 [5].

Для поддержания и выращивания микроорганизмов – деструкторов нефти использовались среды: мясопептонный агар - Titan Biotech LTD, Индия; среда 8E -  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (состав солей (г/л воды) – 1,5;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,7;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,8;  $\text{NaCl}$  – 0,5; агар – 20.

Инокуляция растений активными углеводородокисляющими микроорганизмами ризосферы и ризопланы растений. Опытные растения выращивали в 2 л сосудах, заполненных 2 кг нефтезагрязненной (20 г нефти на кг почвы) или незагрязненной углеводородами нефти (контроль) почвой. Использовались почвогрунты, взятые с месторождения Жанаозен (Узень). Предварительно проводили определение остаточного количества нефти в почве. В каждый сосуд помещали 10 семян одного растения и выращивали в ростовой комнате при условиях – 14-ти часового светового периода и 10 часов темнового периода. Продолжительность культивирования составила 36 суток.

Семена растений стерилизовали 10 % раствором гипохлорита натрия в течение 30 мин., затем промывали 4 раза стерильной водопроводной водой в течение 2 часов. Семена раскладывали на Л-агар и инкубировали 18-20 ч при 24°C, для контроля стерильности семян. Инокуляцию микроорганизмами проводили погружением семян в течение 2-3 ч в суспензию, содержащую клетки штаммов, в концентрации  $1.3 \cdot 10^8$  клеток/мл [6].

#### Схема эксперимента

1. Растение
2. Нефть + растение
3. Растения + ассоциация микроорганизмов
4. Нефть + растения+ ассоциация микроорганизмов

Через 10/30 суток оценивали: остаточное содержание нефти в почве; определение содержания свободного пролина; определение активности пероксидазы.

Определение содержания нефти в образцах гравиметрическим методом [7].

Содержание пролина определяли в вегетативных органах проростков по модифицированному методу, описанному L.Bates с соавторами [8]. Для определения содержания пролина был построен калибровочный график в интервале от 0,01 до 0,2 мМ пролина. При построении графика использовали навеску и различные разведения чистого пролина фирмы “Ajinomoto” (Япония).

Определение активности пероксидазы проводили по методу, описанному в работе [9]. Активность фермента рассчитывали по формуле:  $A = (D (\alpha + \beta + \gamma)) / td$ , где D - оптическая плотность, равная 0,250; d – толщина слоя жидкости (толщина кюветы), см; t - время, с;  $\alpha$  - отношение количества жидкости, взятой для приготовления вытяжки, мл, к массе навески, г;  $\beta$  - степень дополнительного разведения вытяжки (если это потребуется);  $\gamma$  - степень постоянного разведения вытяжки в реакционной смеси (при данных условиях).

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007).

## Результаты и обсуждение

При воздействии на растения поллютантов происходят значительные изменения в метаболизме их клеток, что, в первую очередь, связано с активностью ферментов. Среди последних пристальное внимание к себе в настоящее время привлекают пероксидазы и полифенолоксидазы, которые являются одними из широко распространенных. Им отводится важная роль в реализации

защитного и адаптивного потенциала растений, испытывающих воздействие загрязнителей или патогенов. Эти ферменты так же участвуют в регулировании процессов роста [10-12]. Установлено, что растворимые пероксидазы, представленные цитоплазматической формой фермента и слабо связанные с клеточными стенками, наиболее чувствительны к влиянию стрессовых факторов. Пероксидаза, являясь окислительно-восстановительным ферментом, контролирует уровень перекиси водорода и антиоксидантов в проростках растений, а антиоксиданты, накапливаясь в тканях, участвуют в реакциях подавления образования радикалов. Пероксидаза входит в состав антиоксидантной системы растений, активность которой определяет их уровень устойчивости к различным воздействующим факторам в процессе онтогенеза. Обладая широкой субстратной специфичностью, фермент может проявлять свойства оксидазы. Активность пероксидазы возрастает с увеличением дыхания у пшеницы при выходе их из состояния вынужденного покоя [11]. Поскольку образование некоторых активных форм кислорода, в том числе и перекиси водорода в настоящее время считается одним из основных механизмов системной устойчивости растений, то изменение активности растворимых пероксидаз может служить в качестве биоиндикатора развития устойчивости растения.

На рисунках 1, 2 представлены результаты определения пероксидазной активности, выраженные в единицах относительной активности.

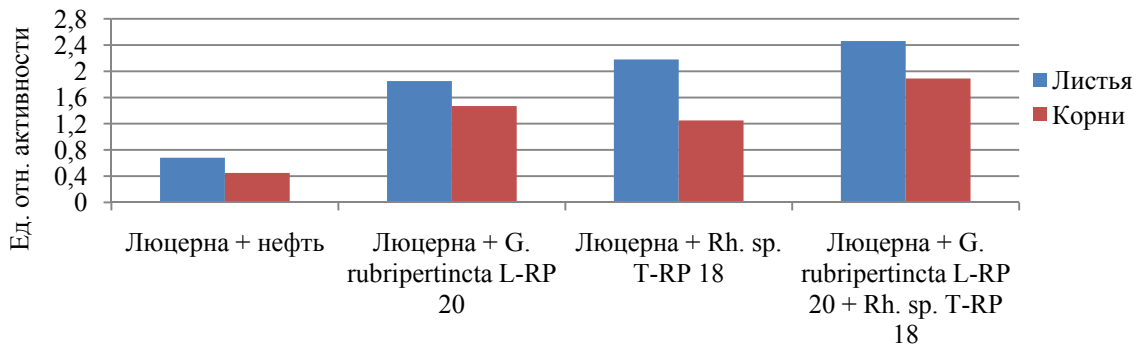


Рисунок 1 – Активность пероксидаз в листьях и корнях люцерны, выращенных на нефтезагрязненной почве в присутствии интродуцированных углеводородокисляющих микроорганизмов

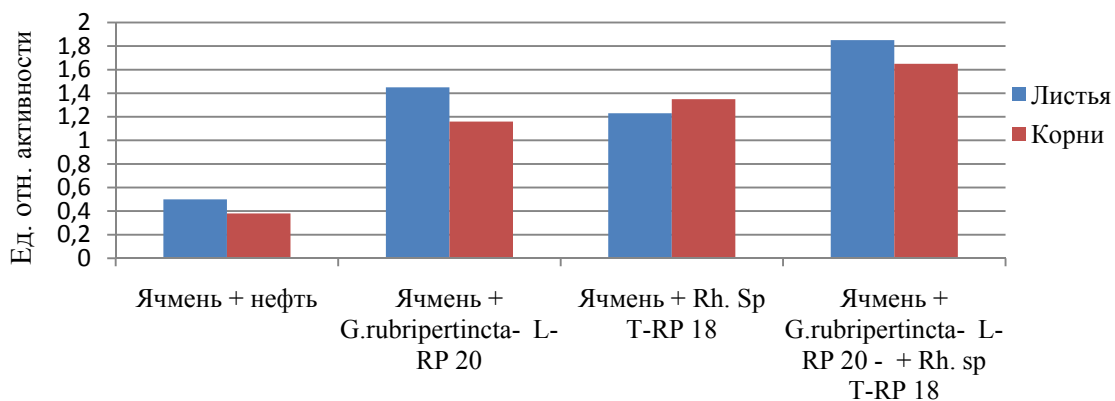


Рисунок 2 – Активность пероксидаз в листьях и корнях ячменя, выращенных на нефтезагрязненной почве в присутствии интродуцированных углеводородокисляющих микроорганизмов

Полученные данные показали, что загрязнение почвы нефтью влияло на активность пероксидаз растений ячменя и люцерны. Степень воздействия нефтяных углеводородов на активность оксидаз растений в присутствии интродуцированных микроорганизмов была неоднозначной в различных органах тестируемого растения. У 14 суточных проростков растений при 2%-ном загрязнении почвы нефтью, без внесения микроорганизмов, активность фермента возрастала в корнях в 1,5 раза, а в листьях в 2 раза. Инокулирование семян штаммами *Rhodococcus* sp. T-RP 18 и

*Gordoniarubripertincta* L-RP20 приводило к увеличению показателя пероксидазной активности растений. Кроме того, надо отметить, что при инокулировании ассоциацией микроорганизмов степень активности была в несколько раз выше в сравнении с обработкой семян монокультурами.

Вероятно, под действием нефти происходила стимуляция активности пероксидаз как неспецифической реакции растений на загрязнение почвы. Может быть, фенольные соединения, содержащиеся в нефти, транслоцировались в анализируемых растениях, и индуцировали активизацию фермента. Известно, что окисление фенольных соединений с участием пероксидазы является неспецифической защитной реакцией растений пшеницы на воздействие разных по природе стрессоров. В данном случае индукция пероксидаз, вероятно, связана с эффектом детоксикации нефтяных углеводородов растениями [11].

Учитывая важную роль пролина адаптации к абиотическим факторам среды [12-14], целью данного этапа работы явилось изучение накопления свободного пролина у ячменя и люцерны при инокулировании углеводородокисляющими микроорганизмами. Объектом исследования служили 14 дневные проростки растений. Было показано достоверное накопление свободного пролина в корнях растений при обработке семян суспензией микроорганизмов в условиях загрязнения нефтью (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние обработки семян активными микроорганизмами – деструкторами нефти на накопление свободного пролина в вегетативных органах проростков растений в условиях загрязнения нефтью

Варианты опыта	Накопление свободного пролина в вегетативных органах растений, мг/г	
	листья	корни
Ячмень		
Контроль (Растение)	0,25±0,001	0,28±0,004
Контроль (Растение + нефть)	0,60±0,002	0,60±0,004
<i>G. rubripertincta</i> L-RP-20	1,20±0,07	1,45±0,11***
<i>Rh. sp</i> T-RP 18	1,25±0,6	1,75±0,11***
<i>G. rubripertincta</i> L-RP-20 + <i>Rh. sp</i> T-RP 18	1,55±0,7	2,10±0,12***
Люцерна		
Контроль (Растение)	0,30±0,2	0,60±0,04
Контроль (Растение + нефть)	0,75±0,7	1,15±0,04
<i>G. rubripertincta</i> L-RP-20	0,40±0,3	1,45±0,11***
<i>Rh. sp</i> T-RP 18	0,80±0,7	1,25±0,11***
<i>G. rubripertincta</i> L-RP-20 + <i>Rh. sp</i> T-RP 18	0,65±0,7	1,35±0,11***
***При P < 0,001 относительно контроля.		

При использовании растительно-микробных ассоциаций *Rhodococcus sp.* T-RP 18 и *Gordoniarubripertincta* L-RP 20 с каждым из растений в отдельности снижение концентрации нефти проходило медленнее примерно на 10%, чем при использовании смеси двух штаммов *Rhodococcus sp.* T-RP 18 и *Gordoniarubripertincta* L-RP 20 с растениями (рисунок 3).

Возможно, в процессе биодegradации нефти смесью микроорганизмов между бактериями возникала кооперация, в результате которой процесс утилизации углеводородов нефти проходил эффективнее. Результаты показывали, что наибольшую эффективность растительно-микробной ассоциации по сравнению с использованием только растений или только отдельных штаммов-деструкторов углеводородов нефти. Растения вносили непосредственный вклад в работу растительно-микробных ассоциаций (от 15 до 20%) за счет своих собственных ферментных систем и механизмов детоксикации поллютантов. Ранее отмечалось, что взаимодействие корней растений с органическими соединениями (в том числе и углеводородами нефти) индуцирует пероксидазную активность, которая может иметь внутриклеточную функцию как часть защитного механизма и/или прямо влиять на деградацию поллютантов в окружающей среде [11].



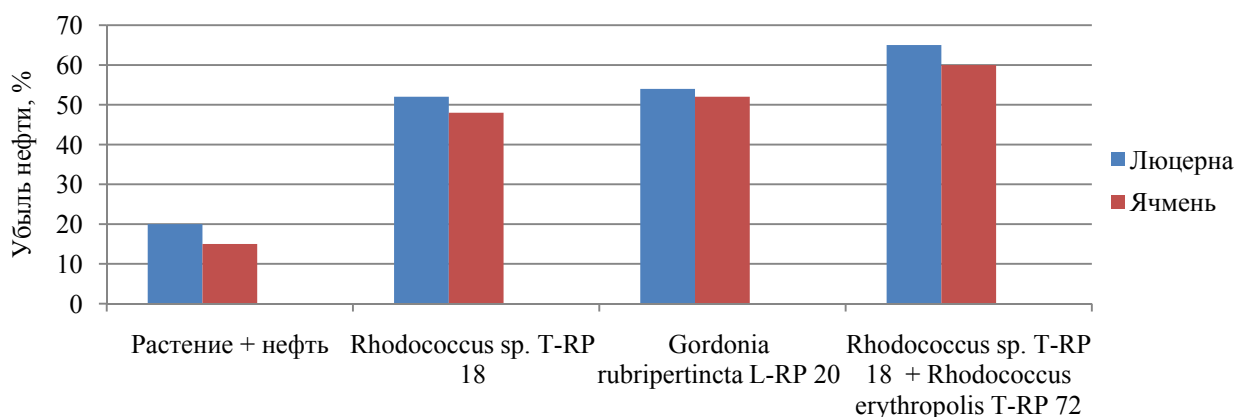


Рисунок 3 – Убыль нефти при интродуцировании растений микроорганизмами – деструкторами

Таким образом, растительно-микробная ассоциация, состоящая из штаммов-деструкторов *Rhodococcus sp. T-RP 18* и *Gordonia rubripertincta L-RP 20* и ассоциированных с ними растениями (люцерна, ячмень) является эффективным инструментом для фиторемедиации нефтезагрязненных почв, так как внутри ассоциации отсутствуют отрицательные взаимодействия, влияющие на скорость и эффективность утилизации нефти, численность микроорганизмов и развитие растений, ассоциированных со штаммами-деструкторами.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gao Y., Guo S., Wang J., Li D., Wang H., Zeng D. Effects of different remediation treatments on crude oil contaminated saline soil // *Chemosphere*. – 2014. – Vol. 117. – P. 486 – 493.
- [2] Муратова А.Ю., Турковская О.В., Хюбнер Т., Кушк П. Изучение эффективности использования люцерны и тростника для фиторемедиации загрязненного углеводородами грунта // *Прикл. биохим. и микробиол.* – 2003. – Т. 39, № 6. – С. 681-688.
- [3] Trapp S., Karlson U. Aspects of phytoremediation of organic pollutants // *Journal of Soils and Sediments*. – 2001. – Vol. 1. – P. 37-43.
- [4] Radetski C.M., Cotelle S., Ferard J.F. Classical and biochemical endpoints in the evaluation of phytotoxic effects caused by the herbicide trichloroacetate // *Environ. Exp. Bot.* – 2000. – Vol. 44. – P. 221-229.
- [5] Omirbekova A., Mikolasch A., Schumann P., Reinhard A., Sheikhan H., Berzhanova R., Mukasheva T., Schauer F. Enrichment of aliphatic, alicyclic and aromatic acids by oil-degrading bacteria isolated from the rhizosphere of plants growing in oil-contaminated soil from Kazakhstan // *Applied microbiology and biotechnology*. – 2015. – Vol. 99 (9). – P. 4071-4084.
- [6] Diab E.A., Reham K.A. Biodegradation of PAH Compounds in the Rhizosphere of *Tamarix nilotica*: A Salt tolerant wild plant // *Journal of American Science*. – 2011. – Vol. 7(X). – P. 115 – 124.
- [7] Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
- [8] Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Determination of Free Proline for Water Stress Studies // *Plant and soil*. – 1973. – Vol. 39, N 1. – P. 205-207.
- [9] Иванов В.Б., Плотникова Е.А. Практикум по физиологии растений. – Академия, 2001. – 144 с.
- [10] Kaur N., Gupta A.K. Signal transduction pathways under abiotic stresses in plants // *Curr. Sci.* – 2005. – Vol. 88. – P. 1771-1780
- [11] Eriyamremu G.E., Asagba S.O., Onyeneke E.C., Aguebor-Ogie B. Bonny light crude oil and its fractions alter radicle galactose dehydrogenase activity of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays*) // *Trends in ApplSci Res.* – 2007. – Vol. 2. – P. 433-438.
- [12] Patra H.K., Sayed S., Sahoo B.N. Toxicological aspects of chromium (VI) induced catalase, peroxidase and nitrate reductase activities in wheat seedlings under different nitrogen nutritional environment // *Polln Res.* – 2002. – N 21(3). – P. 277-287.
- [13] Cunningham S.D., Ow D.W. Promises and prospects of phytoremediation // *Plant Physiol.* – 1996. – Vol. 110. – P. 715-719.
- [14] Tammam A.A. Response of *Vicia faba* plants to the interactive effect of sodium chloride salinity and salicylic acid treatment // *Acta Agronomica Hungarica*. – 2003. – N 51. – P. 239-248.

#### REFERENCES

- [1] Gao Y., Guo S., Wang J., Li D., Wang H., Zeng D. Effects of different remediation treatments on crude oil contaminated saline soil // *Chemosphere*. 2014. Vol. 117. P. 486-493.
- [2] Muratova A.Ju., Turkovskaja O.V., Hjubner T., Kushk P. Izuchenie jeffektivnosti ispol'zovanija ljucerny i trostnika dlja fitoremediacii zagrijzennogo uglevodorodami grunta // *Prikl. biohim. i mikrobiol.* 2003. Vol. 39, N 6. P. 681-688.

- [3] Trapp S., Karlson U. Aspects of phytoremediation of organic pollutants // Journal of Soils and Sediments. 2001. Vol. 1. P. 37-43.
- [4] Radetski C.M., Cotelle S., Ferard J.F. Classical and biochemical endpoints in the evaluation of phytotoxic effects caused by the herbicide trichloroacetate // Environ. Exp. Bot. 2000. Vol. 44. P. 221-229.
- [5] Omirbekova A., Mikolasch A., Schumann P., Reinhard A., Sheikhan H., Berzhanova R., Mukasheva T., Schauer F. Enrichment of aliphatic, alicyclic and aromatic acids by oil-degrading bacteria isolated from the rhizosphere of plants growing in oil-contaminated soil from Kazakhstan // Applied microbiology and biotechnology. 2015. Vol. 99 (9). P. 4071-4084.
- [6] Diab E.A., Reham K.A. Badry Biodegradation of PAH Compounds in the Rhizosphere of *Tamarixnilotica*: A Salt tolerant wild plant // Journal of American Science. 2011. Vol. 7(X). P. 115-124.
- [7] Lur'e Ju.Ju. Analiticheskaja himija promyshlennyh stochnyh vod. M.: Himija, 1984. 448 p.
- [8] Bates L.S., Waldrtren R.P., Teare I.D. Determination of Free Proline for Water Stress Studies // Plant and soil. 1973. Vol. 39, N 1. P. 205-207.
- [9] Ivanov V.B., Plotnikova E.A. Praktikum po fiziologii rastenij. Akademija, 2001. 144 p.
- [10] Kaur N., Gupta A.K. Signal transduction pathways under abiotic stresses in plants // Curr. Sci. 2005. Vol. 88. P. 1771-1780.
- [11] Eriyamremu G.E., Asagba S.O., Onyeneke E.C., Aguebor-Ogie B. Bonny light crude oil and its fractions alter radicle galactose dehydrogenase activity of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays*) // Trends in ApplSci Res. 2007. Vol. 2. P. 433-438.
- [12] Patra H.K., Sayed S., Sahoo B.N. Toxicological aspects of chromium (VI) induced catalase, peroxidase and nitrate reductase activities in wheat seedlings under different nitrogen nutritional environment // Polln Res. 2002. N 21(3). P. 277-287.
- [13] Cunningham S.D., Ow D.W. Promises and prospects of phytoremediation // Plant Physiol. 1996. Vol. 110. P. 715-719.
- [14] Tammam A.A. Response of *Vicia faba* plants to the interactive effect of sodium chloride salinity and salicylic acid treatment // Acta Agronomica Hungarica. 2003. N 51. P. 239-248.

**А. А. Өмирбекова, Т. Д. Мұқашева, Р. Ж. Бержанова, Р. К. Сыдықбекова, Л. В. Игнатова,  
Н. К. Бектілеуова, Н. Давенова, К. Р. Баймаханова, С. Ибраимова, М. Х. Шығайева**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

#### **ӨСІМДІКТЕР МЕН ДЕСТРУКТОР-БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН МОДЕЛЬДІ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСЫ**

**Аннотация.** Өсімдіктер мен белсенді деструктор-штаммдарды инокуляциялау тәсілдерін қолдану өсімдіктің ластандырушыға төзімділігін жоғарылатудың және мұнаймен ластанған топырақты тазалау үдерістерін жылдамдатудың тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Өсімдіктер (жоңышқа немесе арпа) мен мұнайдың деструктор-микроорганизмдерінен – *Rhodococcus sp.* T-RP 18 және *Gordonia rubripertincta* L-RP 20 тұратын микробты-өсімдік бірлестіктерінің тиімділігіне модельді зерттеулерде бағалау жүргізілді. Мұнаймен ластанған топырақтағы көмірсутектердің азаюы өсімдік-микробты бірлестіктерді қолдану кезінде 60 % жоғары болды.

**Түйін сөздер:** микробты-өсімдік бірлестігі, жоңышқа, арпа, деструктор-микроорганизмдер, пролин, пероксидаза, инокуляция.

---

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print)**

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.10.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,75 п.л. Тираж 300. Заказ 5.