

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 4 (123). - Р. 43-51. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1785

УДК 543.97

Исследовательская статья

## Влияние углеводородного ракетного топлива на прорастание и рост различных растений

Бекешев Е.А. , Джумабаева Л.С. , Бариева Б.Ш., Ермолдина Э.Т. ,  
Қылышбай Ш.Е. , Ержанов Е.Е. 

Филиал РГП «Инфракос», Алматы, Казахстан

**Автор-корреспондент:** Бекешев Е.А.: Narimax.erlan@gmail.com

**Соавторы:** (1: ЛД) djumabaevs@mail.ru; (2: ББ) barievabch@mail.ru;

(3: ЭЕ) ermoldina@mail.ru; (4: ШК) shyngys.kylyshbai@mail.ru;

(5: ЕЕ) er.asyl1008@gmail.com

**Получено:** 07-10-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

### Аннотация

Предпосылки и цель. Научные исследования направлены на изучение влияния различных концентраций углеводородного ракетного топлива (керосин) на рост и развитие растений в районах, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности на космодроме Байконур. Целью данного исследования является оценка влияния различных концентраций углеводородного ракетного топлива на миграцию (переход из почвы через корневую систему в растения) и их воздействие на рост и развитие культурных растений.

Материалы и методы. Лабораторные исследования влияния углеводородов ракетного топлива на растительность проводились на образцах естественных типов почв, привезённых из района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» в Улытауском регионе. Для проведения научного исследования влияния ракетного топлива на рост и развитие растений были исследованы такие растения как пшеница, кукуруза, горох и огурец.

Результаты. В данной работе представлен транслокационный показатель вредности, отражающий способность химического вещества перемещаться из почвы в растения через корневую систему. Результаты экспериментов показали, что увеличение концентрации керосина подавляет рост корней у пшеницы, кукурузы, гороха и огурцов. Прорастание семян наблюдали на 3-й день, а измерение корней был проведён на 7-й день. При концентрации керосина С100 мг/кг процесс замедления роста проростков огурца, пшеницы и гороха составляет 15,5%, 23% и 10,7%, соответственно, относительно модельно-почвенного эталона (МПЭ), что не оказывает фитотоксического действия на корни проростков семян. Процесс замедления роста проростков семян кукурузы составляет 41,3% относительно МПЭ, что оказывает угнетающее действие на корни растений.

Заключение. Исследования показали, что концентрация керосина С-100 мг/кг не оказывает фитотоксического воздействия для проростков огурца, пшеницы и гороха, но оказывает угнетающее действие для проростков кукурузы относительно модельно-почвенного эталона.

**Ключевые слова:** ракетно-космическая деятельность; углеводородные ракетные топлива; углеводородные горючие (УВГ); модельный почвенный эталон (МПЭ); керосиновые топлива; растительный покров.

### Введение

Территории Казахстана, отведённые для осуществления ракетно-космической деятельности (РКД), относятся к районам с техногенными загрязнениями, неблагоприятно влияющими на

здоровье населения. Загрязнение объектов окружающей среды углеводородным топливом остаётся актуальной проблемой и вызывает глобальную обеспокоенность, тем самым вызывая научный интерес из-за его вредного воздействия, высокой стойкости в окружающей среде и низкой способности к разложению.

Общеизвестно, какое влияние оказывает углеводородное топливо на сельскохозяйственные земли, свойства почвы, проницаемость и водоудерживающую способность почвы и может привести к уплотнению почвы, уменьшению инфильтрации, что пагубно влияет на производство сельскохозяйственных культур. Углеводородное топливо приводит к ухудшению аэрации почвы, создавая анаэробные условия, что наносит вред микробиоме почвы и затрудняет развитие растений. Углеводородное топливо может изменить pH почвы, делая её более кислой или щелочной, что сказывается на доступности для растений таких важных элементов, как фосфор, калий, железо и другие. В результате, химический состав почвы изменяется, что негативно влияет на её плодородие и способность поддерживать рост растений [1, 2].

В результате реализации проекта «Байтерек» [3] Казахстан перешёл на керосиново-кислородные ракеты-носители (РН). Однако, керосиновые топлива, как и другие нефтепродукты, образует углеводородные пленки на поверхности почвы, снижая ее проницаемость и газообмен. В дальнейшем такого рода загрязнения почвы могут привести к полной смене флоры и фауны уникального ландшафта.

В этой статье изучено влияние керосина в различных концентрациях на всхожесть, а также рост различных растений. Вид углеводородов, тип почвы являются одними из наиболее важных факторов, влияющих на воздействие углеводородного загрязнения на различные культуры. Некоторые культуры значительно восприимчивы к загрязнению углеводородами, чем другие, что может повлиять на их урожайность.

Загрязнение почвы углеводородным топливом оказывает значительное негативное воздействие на растительность. Это происходит из-за изменения физико-химических свойств почвы, главным образом из-за увеличения гидрофобности и заполнения почвенных капилляров нефтью [4]. Авторы работы [5] изучали поведение различных растений в зависимости от концентрации керосина в почве. Статистически изучена устойчивость растений к керосину, и показано, что при массовой концентрации керосина в почве более 5% значительно понижается всхожесть семян.

Однако в литературе [6] показано, что концентрация нефтепродуктов (НП) до 100 мг/кг сухой почвы экологической опасности для окружающей среды не представляет, даже большие количества НП (до 500 мг/кг) без вредных последствий перерабатываются почвенными микроорганизмами. Сильно загрязнённые грунты, концентрации НП более 5000 мг/кг подлежат санации.

Длительное воздействие даже небольшого количества несгоревшего топлива несёт значительный урон на экологическую ситуацию местности, также как и при аварийных сбросах, так как углеводородное топливо имеет свойство сохраняться и накапливаться в верхних слоях почвы с дальнейшей миграцией в более глубокие слои грунта [7], при этом продолжая загрязнение природной среды своим испарением [8].

Почва обладает естественным потенциалом самоочищения от углеводородных топлив, данный процесс довольно продолжительный – от 10 до 30 лет, а то и более, в зависимости от типа почвы [9]. Таким образом, техногенное воздействие на почву, в зависимости от характера, продолжительности и интенсивности, приводит к снижению плодородия растительного покрова, что выражается либо в его мгновенной гибели, либо в постепенном увядании [10-13].

### **Методы и материалы**

Исследования были выполнены в соответствии с Методическими рекомендациями по гигиеническому обоснованию предельно допустимых концентраций химических веществ в почве №2609-82. Предметом исследования выступало углеводородное топливо (керосин) и его способность мигрировать из почвы через корневую систему в растения. В качестве тест-претендентов использовали следующие растения: пшеница, огурец, кукуруза и горох.

Концентрации углеводородов ракетного топлива, вносимых в почву, составили 100, 1000, 5000 и 15000 мг/кг. Выбор концентрации загрязняющего вещества основывался на фитотоксичном воздействии, который проявляется в снижении роста корней растений на 20%.

Экспериментальное обоснование предельно допустимой концентраций (ПДК) нефтепродуктов в почве проводилось при комнатной температуре +18-20 °С на естественном типе почвы, характерной для районов падения отделяющихся частей ракет-носителей Центрального Казахстана. Использовался естественный тип почвы с наиболее лёгким механическим составом (песчаные и супесчаные), содержащий до 2% гумуса и доведённый до 60% влажности от полной влагоёмкости [14].

В подготовленный сосуд, содержащий МПЭ и естественный тип почвы, производилась посадка испытуемых растений. Почву весом 50 г поместили в чашки Петри и увлажняли до 60% от полной влагоёмкости, вносили различные концентрации керосина, хорошо перемешивали и высевали семена в количестве 10-15 шт. После этого чашки закрывали крышками и помещали в термостат при температуре +23 °С. На третий день визуально фиксировали прорастание семян, а на седьмой день измеряли длину корней проростков, предварительно вымытых от почвы. Для роста и развития семян проростков, проводился регулярный полив. Показателями фитотоксического воздействия служили прорастание семян и длина корней проростков, которые выражены в процентах торможения их развития относительно модельно почвенного эталона.

Для МПЭ применяли среднезернистый песок, который просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм, очищали от различных примесей и доводили до воздушно-сухого состояния.

Фракции среднезернистого песка подвергались обработке однонормальной соляной кислотой с целью окисления органических примесей. Затем песок промывали водой до достижения нейтрального уровня рН (рН=7,0), что помогает удалить илстую фракцию. Контроль нейтральной реакции промытого водой структурного скелета единого МПЭ осуществлялся путем измерения рН промывных вод с использованием рН-метра. Признаком удаления иловых фракций является прозрачность промывных вод, которая должна быть не менее 10 см.

Промытые частицы среднезернистого песка доводили до воздушно-сухого состояния. Высушенный до этого состояния среднезернистый песок с нейтральной реакцией служит структурным скелетом для МПЭ.

Для повышения плодородия модельно почвенного эталона в его структуру добавлялись питательные смеси Прянишникова в сухом виде из расчёта на 1 кг грунта, которая включала следующие соединения (г/кг):  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $\text{CaHPO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $\text{KCl}$ ;  $\text{FeCl}_3$ . Оценка влияния углеводородного топлива на растения проводилась на основе показателей их роста и развития, в зависимости от концентрации вносимого углеводородного топлива в почву.

### Результаты и обсуждение

Результаты проведённых исследований показывают, что на 3-й день взошли семена кукурузы при концентрации 100, 1000 и 5000 мг/кг «рисунок 1а», а семена огурца взошли при концентрации 100 мг/кг и 1000 мг/кг «рисунок 1б». На 3 сутки всхожесть семян кукурузы в МПЭ составляет 41%, огурцов 50%. При концентрации 100 мг/кг всхожесть семян кукурузы 41%, огурцов 67%. Всхожесть семян кукурузы при концентрации 1000 мг/кг 33%, огурцов 25%, при 5000 мг/кг, только семена кукурузы взошли на 17%. Проростки семян растений, проросшие на едином модельном почвенном эталоне и при концентрации 100 мг/кг, свидетельствуют о более высоком росте и развитии растений, по сравнению с растениями, загрязнёнными концентрациями 1000 мг/кг и 5000 мг/кг.

На 7-ые сутки были проведены замеры длины корней проростков семян «рисунок 2».

Показатели роста проростков семян кукурузы и огурцов на 7-й день представлены в таблице 1. Концентрация была выбрана на основе фитотоксического эффекта загрязняющего вещества, который выражался в 20% снижении роста корней по сравнению с МПЭ (контроль). Как видно из таблицы 1, торможение развития проростков огурцов по сравнению с контролем при концентрации керосина  $C=100$  мг/кг составляет 15,5%, что не оказывает существенного негативного влияния на корневую систему и не вызывает замедления их общего развития.

Процесс подавления корней проростков кукурузы при концентрации керосина  $C=100$  мг/кг составил 41,3%, относительно МПЭ, что указывает на фитотоксическое действие на корни проростков. Однако, при концентрации 1000 мг/кг наблюдалось прорастание семян на 30%.

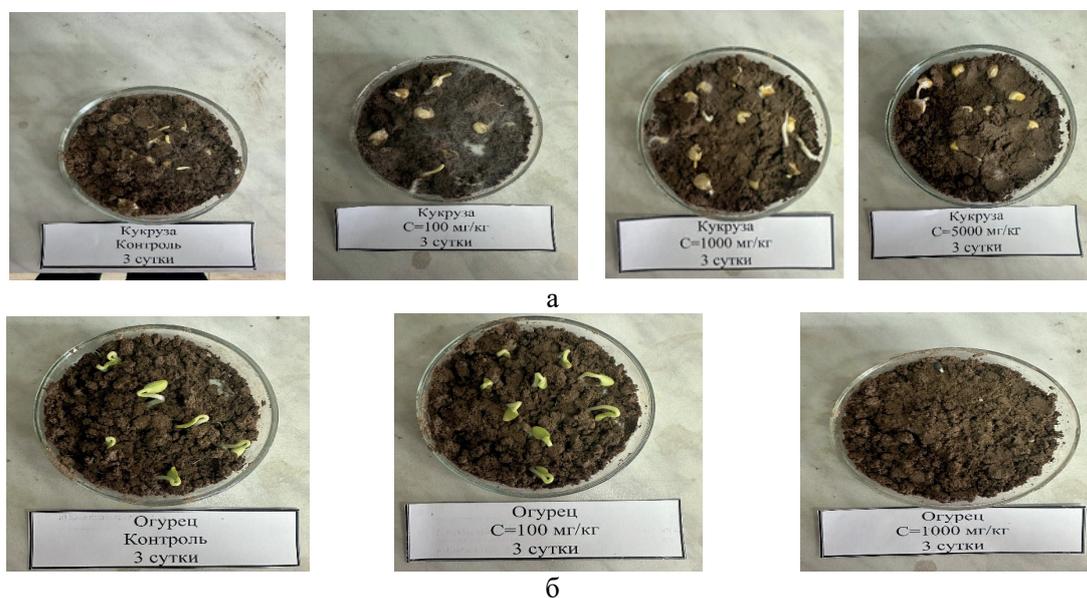


Рисунок 1 – Наблюдение прорастания семян кукурузы на 3-й день,  $C= 100,1000,5000$  мг/кг (а) и огурца  $C= 100,1000$  мг/кг (б)



Рисунок 2 – 7-й день наблюдения развития проростков семян кукурузы и огурцов, концентрация керосина: МПЭ (контроль)  $C= 100, 1000, 5000$  мг/кг

Таблица 1 – Показатели проростков семян огурцов и кукурузы на 7-й день

Концентрация керосина (мг/кг)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)
МПЭ	4,6 ±0,30	0	75	4,75±0,17	0	91
100	3,9±0,02	15,5	75	2,79±0,11	41,3	84
1000	1,42±0,07	69,2	66,6	2,42±0,25	49,1	30
5000	0	0	0	0	0	0
15 000	0	0	0	0	0	0

При загрязнении почвы керосином, где концентрация составляет  $C=5000$  мг/кг и  $C=15\ 000$  мг/кг прорастание семян огурцов и кукурузы не наблюдается.

Изучение транслокационного показателя вредности характеризует способность углеводородного топлива (керосин) мигрировать из почвы в корневую систему растений.

Прорастание семян было зафиксировано на 3-й день «рисунок 3». Семена гороха взошли при концентрации керосина 100 мг/кг, а семена пшеницы взошли при концентрации 100 мг/кг и 1000 мг/кг. На 3 сутки всхожесть семян пшеницы в МПЭ составляет 73%, гороха 50%. При концентрации 100 мг/кг всхожесть семян пшеницы составляет 60%, гороха 40%. Всхожесть семян пшеницы при концентрации 1000 мг/кг составили 53%, гороха 20%. Измерение длины корней проростков семян проводили на 7-й день «рисунок 4».

Показатели проростков семян пшеницы и гороха на 7-й день представлены в таблице 2. При концентрации керосина  $C=100$  мг/кг процесс торможения развития проростков пшеницы относительно контроля, составляет 23%, что не оказывает отрицательного влияния на корни проростков и не приводит к торможению их развития. Процесс торможения проростков корней гороха при концентрации керосина  $C=100$  мг/кг составил 10,7%, что также не оказывает отрицательное влияние на корни проростков и не приводит к торможению их развития относительно МПЭ, следовательно фитотоксическое действие на корни проростков не оказывается.

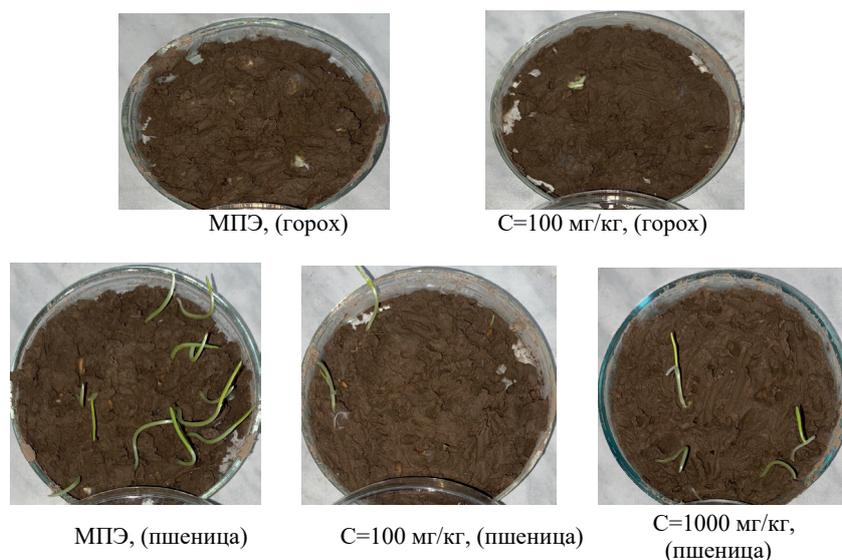


Рисунок 3 – Наблюдение проростков семян гороха и пшеницы на 3-е сутки концентарция керосина - контроль,  $C=100$  и 1000 мг/кг

Таким образом, концентрация керосина  $C=100$  мг/кг не вызывает подавления роста и развития корней растения более чем на 20%, что свидетельствует об отсутствии фитотоксического воздействия.

В процентном соотношении при концентрации керосина 100 мг/кг всхожесть семян пшеницы составила 86,6%, гороха 80% по сравнению с МПЭ. При концентрации керосина 1000 мг/кг всхожесть семян пшеницы, гороха относительно с МПЭ составила 60%.

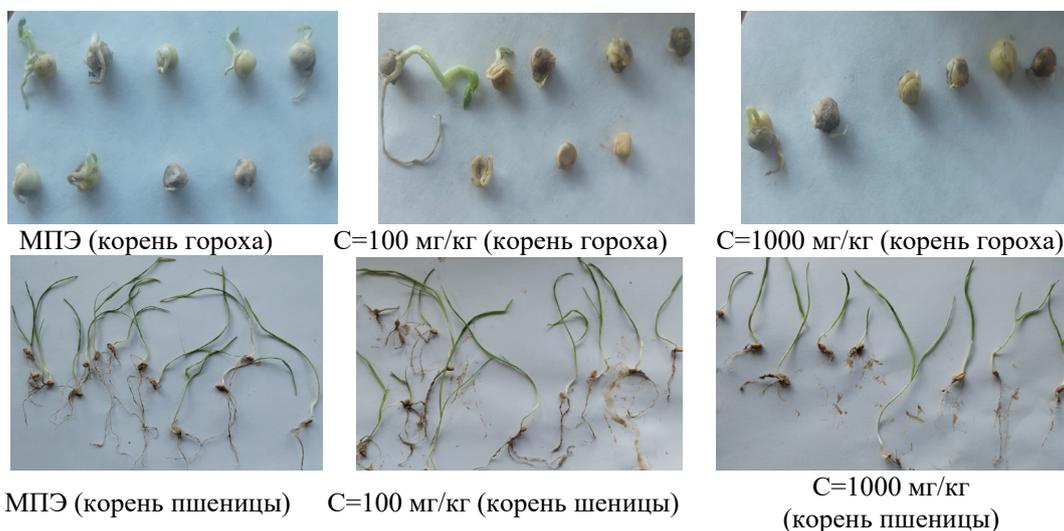


Рисунок 4 – 7-й день наблюдения роста и развития проростков семян гороха и пшеницы (МПЭ, концентрация керосина  $C=100, 1000$  мг/кг)

На рисунках 1-4 и в таблицах 1, 2 показаны количественные и процентные показатели прорастания и роста семян растений при концентрациях 100 и 1000 мг/кг.

Таблица 2 – Показатели проростков семян пшеницы и гороха на 7-й день

Концентрация керосина (мг/кг)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)
МПЭ	7,4±0,01	0	93,3	1,31±0,05	0	100
100	5,7±0,05	23	86,6	1,17±0,09	10,7	80
1000	2,7±0,29	63,9	60	1,0±0,1	23,7	60
5000	0	0	0	0	0	0
15 000	0	0	0	0	0	0

В ходе исследований было выявлено, что кукуруза и пшеница более устойчивы к керосину при концентрации 100 мг/кг. Концентрация углеводородного топлива (керосина) 1000 мг/кг, 5000 мг/кг, 15000 мг/кг, фитотоксичны для роста и развития растений. При этом рост и развитие семян огурцов, кукурузы, гороха и пшеницы, прорастающие на МПЭ с добавлением смеси Прянишникова, составили 75%, 91%, 100 % и 93,3% соответственно по сравнению с загрязненными концентрациями керосина, что свидетельствует о высоком росте и развитии проростков семян.

### **Заключение**

Таким образом, в ходе исследования транслокационного показателя вредности была проанализирована миграция углеводородного топлива (керосина) из почвы в корневую систему растений, таких семян как пшеница, огурец, кукуруза и горох.

Установлено, что при концентрации керосина 100 мг/кг фитотоксичность для роста и развития проростков семян по сравнению МПЭ не наблюдается. Концентрация 1000 мг/кг, 5000 мг/кг, 15000 мг/кг углеводородного ракетного топлива, оказывает фитотоксическое воздействие на проростки семян, что проявляется в виде задержки роста и развития семян гороха, кукурузы, огурцов и пшеницы по сравнению с МПЭ.

### **Вклад авторов**

ЕА и ЭЕ: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ББ, и ШК: сбор и обработка материала. ЛД и ЕЕ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

### **Информация о финансировании**

Исследования проведены при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках гранта № AP19679969 «Исследование процессов идентификации ракетного углеводородного топлива в почвах районов эксплуатации ракет-носителей и разработка их гигиенического норматива», послужат основой разработке гигиенического норматива.

### **Список литературы**

- 1 Колесников, СИ, Жаркова, МГ, Казеев, КШ, Кутузова, ИВ, Самохвалова, ЛС, Налета, ЕВ, Зубков, ДА. (2014). Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозёма. *Экология*, 3, 157-166.
- 2 Смирнова, ТС, Панина, ЮЮ. (2015). Мониторинг углеводородного загрязнения почвы посредством анализа ее ферментативной активности. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 12, 33-38.
- 3 Соглашение от 22 декабря 2004 года между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о создании на космодроме "Байконур" космического ракетного комплекса «Байтерек».
- 4 Мирчинк, ТГ. (1988). *Почвенная микология*. М.: Изд.-во МГУ. 220.
- 5 Potashev, K, Sharonova, N, Breus, I. (2014). The use of cluster analysis for plant grouping by their tolerance to soil contamination with hydrocarbons at the germination stage. *Sci. Total Environ*, 485-486, 71-82.
- 6 Фомин, ГС, Фомин, АГ. (2001). Почва. *Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам*. Справочник, М.: Протектор, 304.
- 7 Каменщиков, ФА, Богомольный, ЕМ. (2006). *Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта*. М.: Ижевск, 525.
- 8 Другов, ЮС, Родин, АА. (2007). *Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов*. Практическое руководство 2-е издание, переработанное и дополненное, С-Петербург, 270.
- 9 Кайыргаликызы, Ж, Шаймерденова, УТ, Мусина, УШ, Джамалова, ГА. (2018). Биоремедиация почв, загрязненных дизельным топливом и керосином. *Международный студенческий научный вестник*, 4(4), 552-555.
- 10 Неронов, ВВ, Черницова, ОВ, Королева, ТВ, Кречетов, ПП. (2012). Современное состояние растительности космодрома Байконур и оценка ее потенциальной устойчивости к воздействию ракетно-космической деятельности. *Аридные экосистемы*, 18(3):52, 72-85.
- 11 Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации компонентов жидких ракетных топлив, продуктов их трансформации в объектах окружающей среды». Утв. Минздравом РК от 18 ноября 2010 года № 899.

12 Okolelova, AA, Zheltobryuhov, VF, Tarasov, AP, Kasterina, NG. (2015) Особенности нормирования нефтепродуктов в почвенном покрове. *Фундаментальные исследования*, 12, 2.

13 Kireeva, NA, Galimzyanova, NF. (1995). Влияние загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами на численность и видовой состав микромицетов. *Почвоведение*, 2, 211-216.

14 Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве №2609-82».

## References

1 Kolesnikov, SI, Zharkova, MG, Kazeev, KSH, Kutuzova, IV, Samohvalova, LS, Naleta, EV, Zubkov, DA. (2014). Ocenka ekotoksichnosti tyazhelyh metallov i nefiti po biologicheskim pokazatelyam chernozyoma. *Ekologiya*, 3, 157-166.

2 Smirnova, TS, Panina, YUYU. (2015). Monitoring uglevodorodnogo zagryazneniya pochvy posredstvom analiza ee fermentativnoi aktivnosti. Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse, 12, 33-38.

3 Soglasenie mezhdru Pravitel'stvom Respubliki Kazahstan i Pravitel'stvom Rossijskoj Federacii o sozdanii na kosmodrome «Baikonur» kosmicheskogo raketnogo kompleksa «Baiterek» ot 22 dekabrya 2004 goda.

4 Mirchink, TG. (1988). *Pochvennaya mikologiya*. M.: Izd.-vo MGU. 220.

5 Potashev, K, Sharonova, N, Breus, I. (2014). The use of cluster analysis for plant grouping by their tolerance to soil contamination with hydrocarbons at the germination stage. *Sci. Total Environ*, 485-486, 71-82.

6 Fomin, GS, Fomin, AG. (2001). *Pochva. Kontrol' kachestva i ekologicheskoy bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam*. Spravochnik. M.: Protektor, 304.

7 Kamenshchikov, FA, Bogomolnyi, EM. (2006). *Removal of petroleum products from the water surface and soil*. M.: Izhevsk, 525.

8 Drugov, YuS, Rodin, AA. (2007). *Environmental analyses in oil and petroleum product spills Practical guide*. 2nd edition, revised and supplemented. St. Petersburg, 270.

9 Kaiyrgalikyzy, Zh, Shaimerdenova, UT, Musina, US, Dzhamalova, GA. (2018). Bioremediation of soils contaminated with diesel fuel and kerosene. *International Student Scientific Bulletin*, 4(4), 552-555.

10 Neronov, VV, Chernitsova, OV, Koroleva, TV, Krechetov, PP. (2012). The current state of vegetation at the Baikonur cosmodrome and assessment of its potential resistance to the effects of rocket and space activities. *Arid ecosystems*, 18(3): 52, 72-85.

11 Gigenicheskie normativy «Predel'no-dopustimye koncentracii komponentov zhidkih raketnyh topliv, produktov ih transformacii v ob'ektah okruzhayushchej sredy». Utv. Minzdravom RK ot 18 noyabrya 2010 goda № 899.

12 Okolelova, AA, Zheltobryuhov, VF, Tarasov, AP, Kasterina, NG. (2015) Osobennosti normirovaniya nefteproduktov v pochvennom pokrove. *Fundamental'nye issledovaniya*, 12, 2.

13 Kireeva, NA, Galimzyanova, NF. (1995). Vliyanie zagryazneniya pochv nef'tyu i nefteproduktami na chislennost' i vidovoj sostav mikromicetov. *Pochvovedenie*, 2, 211-216.

14 Metodicheskie rekomendacii po gigenicheskomu obosnovaniyu PDK himicheskikh veshchestv v pochve №2609-82».

## Көмірсутекті зымыран отынының әртүрлі өсімдіктердің өнгіштігі мен өсуіне әсері

Бекешев Е.А., Джумабаева Л.С., Бариева Б.Ш., Ермолдина Э.Т.,  
Қылышбай Ш.Е., Ержанов Е.Е.

### Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ғылыми зерттеулер Байқоңыр ғарыш айлағындағы зымыран-ғарыш қызметінің әсеріне ұшыраған аудандардағы өсімдіктердің өсуі мен дамуына көмірсутекті зымыран отынының (керосин) әртүрлі концентрациясының әсерін зерттеуге бағытталған. Бұл зерттеудің мақсаты көмірсутекті зымыран отынының әртүрлі концентрациясының миграцияға

әсерін (топырақтан тамыр жүйесі арқылы өсімдіктерге өту) және олардың мәдени өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсерін бағалау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зымыран отынының көмірсутектерінің өсімдіктерге әсерін зертханалық зерттеу Ұлытау өңіріндегі «Союз» зымыран тасығыштарының бөлінетін бөліктерінің құлау ауданынан әкелінген табиғи топырақ типтерінің үлгілерінде жүргізілді. Зымыран отынының өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсері туралы ғылыми зерттеу жүргізу үшін бидай, жүгері, бұршақ және қияр сияқты өсімдіктер зерттелді.

Нәтижелер. Бұл жұмыста химиялық заттың топырақтан өсімдіктерге тамыр жүйесі арқылы өту қабілетін көрсететін зияндылықтың транслокациялық көрсеткіші келтірілген. Тәжірибе нәтижелері керосин концентрациясының жоғарылауы бидай, жүгері, бұршақ және қиярдағы тамырдың өсуін тежейтінін көрсетті. Тұқымның өнуі 3-ші күні байқалды, ал тамырды өлшеу 7-ші күні жүргізілді. Керосин С100 мг/кг концентрациясында қияр, бидай және бұршақ өскіндерінің өсуін бәсеңдету процесі сәйкесінше 15,5%, 23% және 10,7% құрайды, бұл тұқым өскіндерінің тамырларына фитотоксикалық әсер етпейді. Жүгері тұқымының өскіндерінің өсуін бәсеңдету процесі ТМЭ-на қатысты 41,3% құрайды, бұл өсімдік тамырларына тежеу әсерін береді.

Қорытынды. Зерттеулер көрсеткендей, керосин С-100 мг/кг концентрациясы қияр, бидай және бұршақ өскіндеріне фитотоксикалық әсер етпейді, бірақ топырақ үлгісіне қатысты жүгері өскіндеріне тежеу әсерін береді.

**Кілт сөздер:** зымыран-ғарыш қызметі; көмірсутекті зымыран отындары; көмірсутекті жанармай (КСЖ); керосинді отындар; өсімдік жамылғысы.

## The effect of hydrocarbon rocket fuel on germination and growth of various plants

Erlan A. Bekeshev, Laila S. Dzhumabaeva, Bakyt Sh. Barieva, Elmira T. Ermoldina,  
Shyngys E. Kylyshbay, Erasyl E. Erzhanov

### Abstract

Background and Aim. Scientific research is aimed at studying the effect of various concentrations of hydrocarbon rocket fuel (kerosene) on the growth and development of plants in areas affected by rocket and space activities at the Baikonur cosmodrome. The purpose of this study is to assess the effect of various concentrations of hydrocarbon rocket fuel on migration (transition from soil through the root system to plants) and their impact on the growth and development of cultivated plants.

Materials and Methods. Laboratory studies of the effect of rocket fuel hydrocarbons on vegetation were carried out on samples of natural soil types brought from the area of the fall of the separating parts of the «Soyuz» launch vehicles in the Ulytau region. To conduct a scientific study of the effect of rocket fuel on plant growth and development, plants such as wheat, corn, peas and cucumber were studied.

Results. This paper presents a translocation hazard indicator reflecting the ability of a chemical to move from soil to plants through the root system. The experimental results showed that an increase in kerosene concentration suppresses root growth in wheat, corn, peas and cucumbers. Seed germination was observed on day 3, and root measurement was performed on day 7. At a concentration of kerosene C100 mg/kg, the process of slowing the growth of cucumber, wheat and pea seedlings is 15.5%, 23% and 10.7%, respectively, relative to the model soil standard (MSS), which does not have a phytotoxic effect on the roots of seed seedlings. The process of slowing down the growth of corn seed seedlings is 41.3% relative to the MSS, which has a depressing effect on plant roots.

Conclusion. Studies have shown that the concentration of kerosene C-100 mg/kg does not have a phytotoxic effect on cucumber, wheat and pea seedlings, but has a depressing effect on corn seedlings relative to the model soil standard.

**Keywords:** rocket and space activities; hydrocarbon rocket fuels; hydrocarbon fuels (HCF); kerosene fuels; vegetation cover.