

**ДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НЕФТЬЮ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ****Осипова Р.А., Гилязов М.Ю., Галаветдинов С.М.**

**Реферат.** Работа посвящена оценке влияния однократного нефтяного загрязнения почвы на урожайность и химический состав растений ярового ячменя в течение четырех ротаций севооборота. Исследование проведено в 2004-2018 гг. на опытном поле кафедры агрохимии и почвоведения Казанского государственного аграрного университета, расположенном в предкамской зоне Республики Татарстан (РТ). Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, являющаяся преобладающей почвенной разностью для данной зоны. Незагрязненная почва характеризовалась низким содержанием гумуса и слабокислой реакцией среды, повышенным содержанием подвижного фосфора и средней обеспеченностью подвижных форм калия и микроэлементов (В, Мо, Мп, Сu, Zn, Со). Почва была искусственно загрязнена товарной нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup>, что, как показали предыдущие исследования кафедры, соответствует среднему уровню загрязнения. Изучено действие нефтяного загрязнения серой лесной почвы на урожайность ячменя, посеянного через 2, 6, 10 и 14 лет после загрязнения. Установлено статистически достоверное снижение урожая ярового ячменя в течение 14 лет с момента загрязнения. По мере старения загрязнения происходило постепенное приближение урожаев на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы. Во все годы наблюдения снижение урожая зерна от нефтяного загрязнения почвы было более значимым, чем снижение урожая соломы. Старое нефтяное загрязнение серой лесной почвы оказало слабое влияние на содержание в растениях ярового ячменя общего азота, фосфора и калия. Коэффициенты использования яровым ячменем минерального азота и подвижного фосфора серой лесной почвы под влиянием старого нефтяного загрязнения снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5.

**Ключевые слова:** нефть, серая лесная почва, давность загрязнения, яровой ячмень, урожайность, коэффициенты использования питательных веществ из почвы.

**Введение.** Более 90 % продовольствия человечество получает от сельского хозяйства, где основным средством производства выступают земельные ресурсы. К сожалению, количество и качество сельскохозяйственных земель стремительно снижается с каждым годом. В мире ежегодно из сельскохозяйственного оборота выбывает 6-7 млн га земель, в том числе в результате разрушения и загрязнения при добыче и переработке полезных ископаемых [1].

Сильное негативное влияние на земельные ресурсы оказывает нефтедобывающая промышленность. Объем добычи нефти и газового конденсата в Российской Федерации в 2018 году повысился на 1,6 % по сравнению с 2017 годом и составил 555,84 млн тонн [2]. К сожалению, немалая часть добытой нефти попадает в окружающую среду как загрязнитель [3-6]. По некоторым данным [7], в нашей стране от общего объема добытой нефти на разных этапах её добычи и транспортировки может теряться до 1,5-10 %. Большие территории нефтедобывающих регионов по экологическому состоянию окружающей среды приближаются к районам экологического бедствия и кризиса. [3, 8, 9]. Проблемы охраны земель от отрицательного воздействия нефтедобывающего комплекса весьма актуальны и для Республики Татарстан, из недр которой добыто

более 3,3 млрд. тонн нефти. Несмотря на серьезные успехи нефтяников республики в деле охраны окружающей среды, значительные площади земель нефтедобывающих районов РТ загрязнены нефтью, нефтепромысловыми сточными водами и разрушены механически [10-12].

Имеющиеся публикации о влиянии нефтяного загрязнения на продуктивность растений отрывочны и отзывчивость растений на одни и те же уровни загрязнения существенно отличается в зависимости от почвенно-климатических условий, особенностей поллютанта и возраста загрязнения. В подавляющем большинстве случаев загрязнение почв нефтью приводит к полной гибели растений или резкому снижению величины и качества урожая, хотя некоторые культуры проявляют относительную устойчивость к нефтяному загрязнению [4, 9, 13, 14].

Исходя из вышеизложенного, целью нашей работы явилась оценка влияния нефтяного загрязнения на продуктивность ярового ячменя и коэффициенты использования питательных веществ из серой лесной почвы. Яровой ячмень – важнейшая зерновая культура для многих регионов мира, в том числе для нашей страны, прежде всего в связи с тем, что зерно ячменя содержит много белка, крахмала и является прекрасным концентрированным кормом. Ячмень используется также для продо-

вольственных целей и особую ценность представляет для пивоваренного производства [15].

**Условия, материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2004-2018 гг. на опытном поле кафедры агрохимии и почвоведения Казанского государственного аграрного университета, расположенном в Предкамской агропроизводственной зоне (Предкамье) Республики Татарстан.

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, являющаяся преобладающей почвенной разностью Предкамья РТ, на долю которой приходится более 61 % сельскохозяйственных угодий данной зоны. Фоновая (незагрязненная) почва характеризовалась низким содержанием гумуса и слабокислой реакцией среды, повышенным содержанием подвижного фосфора и средней обеспеченностью подвижных форм калия и микроэлементов (В, Мо, Мп, Сu, Zn, Со).

Почву искусственно загрязнили товарной нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup>. Микроделянки представляют собой бездонные ящики, углубленные в почву на глубину 30 см. Площадь микроделянок 0,50 м<sup>2</sup>. Предыдущие исследования сотрудников кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ [11] показали, что указанная доза нефти соответствует среднему уровню загрязнения.

В 2004 году, на 3-й день после загрязнения, посеяли викоовсяную смесь. В последующие годы объектами исследования были культуры полевого севооборота со следующим чередованием: яровая пшеница – ячмень – яровой рапс – просо. Такой набор культур обусловлен малой площадью участков, где возделывание пропашных культур, имеющих большую площадь питания, практически невозможно. С

момента закладки опыта прошли три ротации севооборота: в 2005-2008 гг. – первая, в 2009-2012 гг. – вторая и в 2013-2016 гг. – третья, с 2017 года идет четвертая ротация севооборота.

Объектом нашего исследования является яровой ячмень, который возделывался в 2006, 2010, 2014 и 2018 годах. Норма высева 5,5 млн шт. всхожих семян на гектар, глубина заделки – 4-5 см. Перед посевом семена были обработаны препаратами «Дивиденд» (2006 г.), «Кинто Доу» (2010 и 2014 гг.) и «Доспех-3» (2018 г.). Средства защиты растений и удобрения во время роста и развития растений не использовали.

Агрохимические анализы почв и растений выполнены в ФГБУ ЦАС «Татарский» и на кафедре агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ в соответствии с общепринятыми методами (ГОСТ 5180-84; ГОСТ 28268-89; ГОСТ 26213-91; ГОСТ 17.4.4.01-84; ГОСТ 26212-91; ГОСТ 26484-85; ГОСТ 26207-91; ГОСТ Р 50682-94; ГОСТ Р 50686-94; ГОСТ Р 50684-94; ГОСТ Р 50687-94; ГОСТ Р 50689-94; ГОСТ Р 50688-94; ГОСТ 13496.4-93; ГОСТ 26657-97; ГОСТ 30504-97).

Статистическая обработка результатов экспериментов проведена методом дисперсионного анализа [16] с использованием программ для Microsoft Excel 97, корреляционно-регрессионный анализ – с помощью программы Statistica ver. 5.5 A for Windows.

**Анализ и обсуждение результатов.** Действие однократного нефтяного загрязнения на урожайность ярового ячменя по ротациям севооборота демонстрируется данными табл. 1.

На незагрязненной почве урожайность зерна ячменя по ротациям севооборота колебалась от 81 до 206 г/м<sup>2</sup>, что обуславливалось, прежде всего, погодными условиями вегетаци-

Таблица 1 – Действие однократного нефтяного загрязнения на урожайность ярового ячменя по ротациям севооборота

Ротации севооборота	Зерно			Солома		
	Доза нефти, л/м <sup>2</sup>		НСП <sub>05</sub> (г/м <sup>2</sup> )	Доза нефти, л/м <sup>2</sup>		НСП <sub>05</sub> (г/м <sup>2</sup> )
	0*	20		0	20	
2006 г., давность загрязнения 2 года						
1-ая ротация	$\frac{164^{**}}{100}$	$\frac{50}{30}$	17	$\frac{184}{100}$	$\frac{103}{56}$	18
2010 г., давность загрязнения 6 лет						
2-ая ротация	$\frac{81}{100}$	$\frac{42}{52}$	9	$\frac{145}{100}$	$\frac{121}{83}$	15
2014 г., давность загрязнения 10 лет						
3-ая ротация	$\frac{206}{100}$	$\frac{124}{60}$	18	$\frac{243}{100}$	$\frac{203}{84}$	21
2018 г., давность загрязнения 14 лет						
4-ая ротация	$\frac{191}{100}$	$\frac{133}{70}$	15	$\frac{218}{100}$	$\frac{186}{85}$	18

Прим.: \* - незагрязненная почва (контроль); \*\* - в числителе г/м<sup>2</sup>, в знаменателе - в процентах к уровню контроля.

онных периодов. Особенно наглядно влияние погодных условий проявилось во второй ротации (2010 г.), когда из-за чрезвычайной засухи урожайность составила только 81 г/м<sup>2</sup>. В целом, величины урожайности на фоновой почве следует признать неплохими, так как они получены без применения удобрений.

Однократное нефтяное загрязнение, проведенное в 2004 году из расчета 20 л/м<sup>2</sup>, привело к существенному снижению урожайности ячменя. В первой ротации севооборота урожайность зерна ячменя, посеянного спустя два года после загрязнения, снизилась, по сравнению с контролем, в 3,28 раза. Снижение урожайности зерна от нефтяного загрязнения в последующие ротации севооборота составило от 1,44 раза (четвертая ротация) до 1,93 (вторая ротация), то есть по мере старения нефтяного загрязнения его негативное влияние на урожайность зерна ячменя постепенно убывало.

Урожайность соломы на незагрязненной почве по ротациям севооборота колебалась от 145 (вторая ротация, чрезвычайно засушливый 2010 г.) до 243 г/м<sup>2</sup> (третья ротация). Негативное влияние нефтяного загрязнения почвы на урожайность соломы в целом напоминает таковое на зерно ярового ячменя. По отношению к уровню контроля урожайность соломы на нефтезагрязненной почве составила 56-85 %. Наибольшее снижение урожая соломы от нефтяного загрязнения обнаружилось в первой ротации, а наименьшее – в последней ротации севооборота.

Представленные на рисунке графики зависимости урожая зерна и соломы ярового ячменя от давности загрязнения (времени, прошедшей со времени загрязнения почвы до посева растений) достаточно четко показывают постепенное приближение урожая на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы.

При этом наиболее ускоренными темпами к контрольному уровню приближалась урожайность соломы. Особенно быстрыми темпами происходило приближение урожайности соломы к уровню контроля за годы второй ротации. Как видно, за этот период, по отношению к контролю, урожайность соломы ячменя выросла с 56 до 83 %. В последующие годы статистически достоверный рост урожайности соломы не наблюдался, в то время как постепенное приближение урожая зерна на нефтезагрязненной почве к фоновому уровню продолжалось в течение всех лет наблюдений.

Зависимость урожайности (У) ярового ячменя от давности нефтяного загрязнения серой лесной почвы (х) описывалась линейными уравнениями (1, 2):

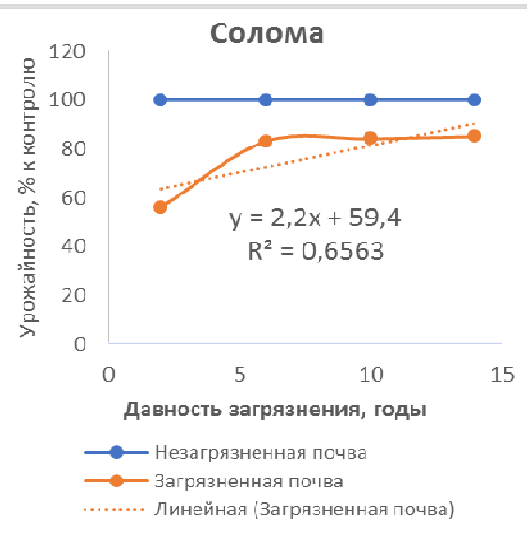
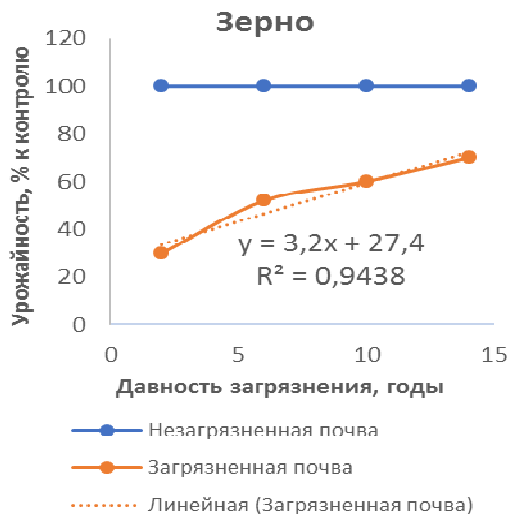


Рисунок – Зависимость урожайности ярового ячменя от давности нефтяного загрязнения серой лесной почвы

- а) урожайность зерна  $Y = 3,2 \cdot x + 27,4$ ; (1)
- б) урожайность соломы  $Y = 2,2 \cdot x + 59,4$ . (2)

Коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) урожайности зерна и соломы от давности загрязнения равнялись соответственно 0,9438 и 0,6563, то есть давность нефтяного загрязнения наиболее сильное влияние оказала на урожайность зерна ярового ячменя.

Таким образом, однократное загрязнение серой лесной почвы нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> приводило к статистически достоверному снижению урожая в течение 14 лет с момента загрязнения почвы. По мере старения загрязнения происходило постепенное приближение урожая на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы. Во все годы наблюдения снижение урожая зерна от нефтяного загрязнения серой лесной почвы было более значимым, чем снижение урожайности соломы.

Влияние старого нефтяного загрязнения на содержание основных макроэлементов в зерне и соломе ярового ячменя в 2018 г. демонстрируется данными табл. 2.

Общее содержание азота, фосфора и калия в зерне, выращенном на незагрязненной почве, составило соответственно 2,35; 0,78 и 0,64 %. Как видно, содержание азота оказалось больше фосфора и калия в 3,01 и 3,67 раза. Совершенно иное соотношение питательных элементов наблюдается в соломе ярового ячменя, где больше всего содержится калия (1,09 %). По сравнению с калием, азота и фосфора в соломе обнаружилось меньше соответственно в 2,02 и 7,27 раза.

Старое нефтяное загрязнение оказало слабое влияние на химический состав растений ярового ячменя. Так, в зерне содержание изученных макроэлементов под влиянием нефтяного загрязнения повысилось на 1-5 относительных процента. Можно предположить, что задержка накопления органических веществ растениями под действием нефтяного загрязнения оказалась более значимой, чем подавление процессов поглощения указанных питательных веществ из почвы.

По сравнению с зерном состав соломы ячменя под действием старого нефтяного загрязнения изменился несколько заметнее: в соломе ячменя, полученной на нефтезагрязненной почве, превышение значений контроля (незагрязненная почва) составило 2-7 %. Таким образом, старое нефтяное загрязнение

Таблица 2 – Влияние старого нефтяного загрязнения на содержание основных макроэлементов в зерне и соломе ярового ячменя в 2018 г.

Почва	Общее содержание*, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Зерно			
Незагрязненная (контроль)	<u>2,35</u> 100	<u>0,78</u> 100	<u>0,64</u> 100
Нефтезагрязненная	<u>2,40</u> 102**	<u>0,79</u> 101	<u>0,67</u> 105
Солома			
Незагрязненная (контроль)	<u>0,54</u> 100	<u>0,15</u> 100	<u>1,09</u> 100
Нефтезагрязненная	<u>0,55</u> 102	<u>0,16</u> 107	<u>1,11</u> 102

Прим.: \* - на абсолютно сухой вес; \*\* - в процентах по отношению к уровню контроля.

оказало слабое влияние на содержание общего азота, фосфора и калия в растениях ячменя, особенно в зерне.

Важными агрохимическими показателями являются хозяйственные выносы питательных элементов сельскохозяйственными культурами. Именно они представляются базовыми нормативными параметрами для определения норм удобрений. Поэтому установление значений этих показателей для каждой зоны, почвенного типа и подтипа в полевых опытах имеет не только научное и большое практическое значение.

В табл. 3 представлены расчеты хозяйственных выносов азота, фосфора и калия яровым ячменем в зависимости от нефтяного загрязнения серой лесной почвы. Хозяйственный вынос, как известно, показывает количество тех или иных веществ, отчуждаемых в составе основной и побочной продукции с единицы площади, но не включает то их количество, которое остается в поле в составе корневых и пожнивных остатков. В практике применения удобрений именно размеры хозяйственных выносов, чаще всего, используются для расчета норм удобрений и баланса питательных веществ в земледелии.

Хозяйственные выносы азота, фосфора и калия яровым ячменем на незагрязненной почве (контроль) составили соответственно 4,82; 1,54 и 3,02 г/м<sup>2</sup>. Как видно, больше всего с урожаем ячменя было вынесено азота. Его доля от суммы этих трех основных элементов питания составило 51 %, а доля фосфора и калия соответственно – 17 и 32 %. Интересно, что азот и фосфор в основном были отчуждены в составе зерна (80-82 % от хозяйственного выноса), а калий в составе соломы

Таблица 3 – Действие старого нефтяного загрязнения серой лесной почвы на хозяйственные выносы основных питательных элементов яровым ячменем в 2018 г.

Почва	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вынос зерном, г/м <sup>2</sup>			
Незагрязненная (контроль)	3,84	1,27	1,05
Нефтезагрязненная	2,73	0,90	0,76
Вынос соломой, г/м <sup>2</sup>			
Незагрязненная (контроль)	0,98	0,27	1,97
Нефтезагрязненная	0,85	0,25	1,71
Хозяйственный вынос			
Незагрязненная (контроль)	<u>4,82*</u> 100	<u>1,54</u> 100	<u>3,02</u> 100
Нефтезагрязненная	<u>3,58</u> 74	<u>1,15</u> 75	<u>2,47</u> 82

Прим.: \* - в числителе - г/м<sup>2</sup>, в знаменателе - проценты к уровню контроля.

(65 % от хозяйственного выноса).

Под действием старого нефтяного загрязнения хозяйственные выносы азота, фосфор и калия уменьшились по отношению к контролю соответственно на 26, 25 и 18 %. Это произошло несмотря на то, что, как было отмечено выше, процентное содержание всех трех питательных элементов как в зерне, так и соломе ячменя на загрязненной почве несколько повысилось. Другими словами, уменьшение хозяйственных выносов основных питательных элементов яровым ячменем на нефтезагрязненной почве, по сравнению с контролем, произошло только за счет снижения урожайности.

При определении норм минеральных удобрений весьма важными агрохимическими показателями, наряду с хозяйственными выносами, являются коэффициенты использования питательных веществ из почвы, которые подвержены сильным колебаниям в зависимости от множества факторов [17]. Действие старого нефтяного загрязнения на коэффициенты использования азота, фосфора и калия яровым ячменем из почвы показано в таблице 4. Коэффициенты использования питательных элементов яровым ячменем из почвы (КИП) рассчитаны путем деления хозяйственных выносов на запасы их доступных форм в пахотном слое. При этом запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы составили соответственно 6,60; 38,4 и 37,8 г/м<sup>2</sup>.

На незагрязненной почве, взятой в качестве контроля, коэффициенты использования яровым ячменем минерального азота, подвижных форм фосфора и калия равнялись соответственно 0,730; 0,040 и 0,080. Сравнивая эти величины с зональными справочными данными [18], можно отметить, что фактические значения КИП подвижных форм фосфора и калия оказались меньше справочных значений, а минерального азота – больше.

Под действием старого нефтяного загряз-

Таблица 4 – Действие старого нефтяного загрязнения на коэффициенты использования азота, фосфора и калия яровым ячменем из почвы в 2018 г.

Почва	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Незагрязненная (контроль)	0,730*	0,040	0,080
	100	100	100
Нефтезагрязненная	0,542	0,030	0,065
	74	75	81
Зональные справочные данные для незагрязненных почв(в долях от единицы)	0,450-	0,050-	0,110-
	0,650	0,070	0,130

Прим.: \* - в числителе – в долях от единицы, в знаменателе – в процентах к уровню контроля.

нения коэффициенты использования минерального азота и подвижного фосфора серой лесной почвы снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5.

**Выводы.** Однократное загрязнение серой лесной почвы нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> приводило к статистически достоверному снижению урожая ярового ячменя в течение 14 лет.

По мере старения загрязнения происходило постепенное приближение урожая на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы. Во все годы наблюдения снижение урожая зерна от нефтяного загрязнения серой лесной почвы было более значимым, чем снижение урожая соломы.

Старое нефтяное загрязнение серой лесной почвы оказало слабое влияние на содержание в растениях ярового ячменя общего азота, фосфора и калия.

Коэффициенты использования растениями ярового ячменя минерального азота и подвижного фосфора серой лесной почвы под влиянием старого нефтяного загрязнения снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5.

#### Литература

1. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. - М.: КолосС, 2010. - 687 с.
2. Добыча нефти в РФ в 2018 году повысилась на 1,6 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/644895>. Дата обращения 12.05.2019.
3. Солнцева, Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - 376 с.
4. Оборин, А. А. Нефтезагрязненные биоценозы / А. А. Оборин, В. Т. Хмурчик, С. А. Иларионов, М. Ю. Маркарова. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2008. - 511 с.
5. Ezeji, U.E. Clean up of Crude Oil-Contaminated Soil / U.E. Ezeji, S.O. Anyadoh, V.I. Ibekwe // *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*. – 2007. – Vol.1 (2). – P.54-59.
6. Lim, M.W. A comprehensive guide of remediation technologies for oil contaminated soil – Present works and future directions / M.W. Lim, E.V. Lau, Ph.E. Poh // *Mar. Pollut. Bull.* – 2016. – Vol.109 (1). – P. 14-45
7. Мажайский, Ю.А. Нефть и нефтепродукты – токсичные загрязнители почв / Ю.А. Мажайский и др. // *Нейтрализация загрязненных почв. Под общей редакцией Ю.А. Мажайского.* - Рязань, 2008. - С. 149-152.
8. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / М.И. Герасимова, Н.М. Строганова, Н.В. Макарова, Т.В. Прокофьева. – М.: Агропромиздат, 2003. – 224 с.
9. Леднёв, А.В. Изменение свойств почв европейской части Нечерноземной зоны РФ под действием продуктов нефтедобычи и приемы их ремедиации / А. В. Леднёв. – Ижевск: Цифра, 2018. - 229 с.

10. Маликов, А. «Татнефть» вновь стала абсолютным ЭКОлидером Татарстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2016/12/16/reg-pfo/tatneft-vnov-stala-absolutnym-ekoliderom-tatarstana.html>. Дата обращения 05.04.2017.

11. Гилязов, М.Ю. Агроэкологическая характеристика и приемы рекультивации нефтезагрязненных черноземов Республики Татарстан / М.Ю. Гилязов, И.А. Гайсин. – Казань: Фэн, 2003. – 228 с.

12. Осипова, Р.А. Влияние нефтяного загрязнения и приемов рекультивации серой лесной почвы на урожайность яровой пшеницы / Р.А. Осипова, А.Р. Равзудинов, М.Ю. Гилязов, С.Ж. Кужамбердиева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – №.5. – С. 6–9.

13. Golan, S. The effect of petroleum hydrocarbons on seed germination, development and survival of wild and cultivated plants in extreme desert soil / S. Golan, T. Faraj, E. Rahamim [et al.] // International Journal of Agriculture and Environmental Research. – 2016. – V.2. – Is.6. – P. 1743-1767.

14. Tran, Th. H. Germination, physiological and biochemical responses of acacia seedlings (*Acacia raddiana* and *Acacia tortilis*) to petroleum contaminated soils / Th. H. Tran, E.M. Gati, A. Eshel, G. Winters // Environ. Pollut. – 2018. – Vol.234. – P.642-655.

15. Пакуль, В.Н. Потенциальные возможности ярового ячменя в условиях северной лесостепи Западной Сибири. / В.Н. Пакуль, Н.А. Лапшинов, В.П. Буренок, Л.А. Язева // Кормопроизводство. – 2008. - № 1. – С. 20-24.

16. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела. 5-е изд., перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

17. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.

18. Гилязов, М.Ю. Агрономическая химия: методические указания /М.Ю. Гилязов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. – 96 с.

**Сведения об авторах:**

Осипова Регина Анатольевна – аспирант, e-mail: [Reginka300894@mail.ru](mailto:Reginka300894@mail.ru)

Гилязов Миннегали Юсупович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: [mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru)

Галаветдинов Салават Маратович – аспирант, e-mail: [galay005@mail.ru](mailto:galay005@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

**INFLUENCE OF POLLUTION OF GRAY FOREST SOIL BY OIL ON SPRING BARLEY PRODUCTIVITY AND COEFFICIENTS OF USE OF NUTRIENT SUBSTANCES FROM SOIL**

**Osipova R.A., Gilyazov M.Yu., Galavetdinov S.M.**

**Abstract.** The work is devoted to assessing the effect of a single oil pollution of the soil on the yield and chemical composition of spring barley plants during four rotations of crop rotation. The study was conducted in 2004-2018 on the experimental field of Agrochemistry and Soil Science Department of Kazan State Agrarian University, located in the ancestral zone of the Republic of Tatarstan. The soil of the experimental plot is gray forest medium loamy, which is the prevailing soil difference for this zone. Uncontaminated soil was characterized by a low humus content and a slightly acidic reaction of the medium, an increased content of mobile phosphorus and an average supply of mobile forms of potassium and trace elements (B, Mo, Mn, Cu, Zn, Co). The soil was artificially contaminated with salable oil at the rate of 20 l/m<sup>2</sup>, which, as shown by previous studies of the department, corresponds to the average level of pollution. The effect of oil pollution of gray forest soil on the productivity of barley sown 2, 6, 10 and 14 years after pollution was studied. A statistically significant decrease in the yield of spring barley was established within 14 years from the moment of contamination. As the pollution ages, the yields on contaminated soil gradually approach the yield level of the control (uncontaminated) soil. In all years of observation, a decrease in grain yield from oil pollution of the soil was more significant than a decrease in straw yield. Old oil pollution of gray forest soil had a weak effect on the content of total nitrogen, phosphorus and potassium in the plants of spring barley. The spring barley utilization rates of mineral nitrogen and mobile phosphorus in gray forest soil under the influence of old oil pollution decreased by about 1/4, and mobile potassium by 1/5.

**Key words:** oil, gray forest soil, prescription of pollution, spring barley, productivity, utilization of nutrients from the soil.

**References**

1. Kiryushin V.I. *Agronomicheskoe pochvovedenie*. [Agronomic soil science]. / V.I. Kiryushin. - М.: KolosS, 2010. – P. 687.

2. *Dobycha nefiti v RF v 2018 godu povysilas na 1,6 %*. [Oil production in the Russian Federation in 2018 increased by 1.6%]. – Available at: <https://www.interfax.ru/business/644895>. Date of access 12.05.2019.

3. Solntseva N.P. *Dobycha nefiti i geokhimiya prirodnykh landshaftov*. [Oil production and geochemistry of natural landscapes]. / N.P. Solntseva. - М.: Izd-vo MGU, 1998. – P. 376.

4. Oborin A.A. *Neftezagryaznennyye biotsenozy*. [Oil-contaminated biocenoses]. / A.A. Oborin, V.T. Khmurchik, S.A. Ilarionov, M.Yu. Markarova. – Perm: Izd-vo PGU, 2008. – P. 511.

5. Ezeji U.E. Clean up of Crude Oil-Contaminated Soil / U.E. Ezeji, S.O. Anyadoh, V.I. Ibekwe // *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*. – 2007. – Vol.1 (2). – P.54-59.

6. Lim M.W. A comprehensive guide of remediation technologies for oil contaminated soil – Present works and future directions / M.W. Lim, E.V. Lau, Ph.E. Poh // *Mar. Pollut. Bull.* – 2016. – Vol.109 (1). – P. 14-45

7. Mazhayskiy Yu.A. *Neft i nefteprodukty - toksichnyye zagryaznieli pochv. // Neytralizatsiya zagryaznennykh pochv*. [Oil and oil products - toxic soil pollutants. / Yu.A. Mazhayskiy and others // Neutralization of contaminated soils. Edited by Yu.A. Mazhayskiy]. - Ryazan, 2008. - P. 149-152.

8. Gerasimova M.I. *Antropogennyye pochvy (genesis, geografiya, rekultivatsiya)*. [Anthropogenic soils (genesis, geography, reclamation)]. / M.I. Gerasimova, N.M. Stroganova, N.V. Makarova, T.V. Prokofeva. – М.: Агропромиздат, 2006. – P. 224.

9. Lednov A.V. *Izmenenie svoystv pochv evropeyskoy chasti Nechernozemnoy zony RF pod deystviem produktov neftedobychi i priemy ikh remediatsii*. [Change of soil properties in the European part of chernozem zone of the Russian Federation under the influence of oil production products and methods of their remediation]. / A.V. Lednov. – Izhevsk: Tsifra, 2018. – P. 229.
10. Malikov A. “*Tatneft*” vnov stala absol'yutnym EKOliderom Tatarstana. (“*Tatneft*” again became the absolute eco-leader of Tatarstan). – Available at: <https://rg.ru/2016/12/16/reg-pfo/tatneft-vnov-stala-absol'yutnym-ekoliderom-tatarstana.html>. Date of access 05.04.2017.
11. Gilyazov M.Yu. *Agroekologicheskaya kharakteristika i priemy rekultivatsii neftezagryaznennykh chernozemov Respubliki Tatarstan*. (Agroecological characteristics and methods of reclamation of oil-contaminated chernozems of the Republic of Tatarstan). / M.Yu. Gilyazov, I.A. Gaysin. – Kazan: Fen, 2003. – P. 228.
12. Osipova R.A. The effect of oil pollution and methods of reclamation of gray forest soil on the yield of spring wheat. [Vliyaniye neftyanogo zagryazneniya i priemov rekultivatsii seroy lesnoy pochvy na urozhaynost yarovoy pshe-nitsy]. / R.A. Osipova, A.R. Ravzutdinov, M.Yu. Gilyazov, S.Zh. Kuzhamberdieva // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2019. - T. 33. -№5. – P. 6–9.
13. Golan S. The effect of petroleum hydrocarbons on seed germination, development and survival of wild and cultivated plants in extreme desert soil / S. Golan, T. Faraj, E. Rahamim [et al.] // *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. – 2016. – V.2. – Is.6. – P. 1743-1767.
14. Tran Th. H. Germination, physiological and biochemical responses of acacia seedlings (*Acacia raddiana* and *Acacia tortilis*) to petroleum contaminated soils / Th. H. Tran, E.M. Gati, A. Eshel, G. Winters // *Environ. Pollut.* – 2018. – Vol.234. – P. 642-655.
15. Pakul V.N. Potential spring barley in the northern forest-steppe of Western Siberia. [Potentsialnye vozmozhnosti yarovogo yachmenya v usloviyakh severnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri. / V.N. Pakul', N.A. Lapshinov, V.P. Burenok, L.A. YAzeva // *Kormoproizvodstvo. - Feed production*. – 2008. - № 1. – P. 20-24.
16. Dospekhov B.A. *Metodika opytnogo dela. 5-e izd., pererab. i dop.* [Methods of field experience]. / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – P. 351.
17. Mineev V.G. *Agrokhiimiya*. [Agrochemistry]. / V.G. Mineev. – M: Izd-vo MGU, Izd-vo “Koloss”, 2004. – P. 720.
18. Gilyazov M.Yu. *Agromicheskaya khimiya: metodicheskie ukazaniya*. [Agronomic chemistry: guidelines]. / M.Yu. Gilyazov. – Kazan: Izd-vo Kazanskogo GAU, 2011. – P. 96.

**Authors:**

Osipova Regina Anatolevna – post-graduate student, e-mail: [Reginka300894@mail.ru](mailto:Reginka300894@mail.ru)  
 Gilyazov Minnegali Yusupovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: [mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru)  
 Galavetdinov Salavat Maratovich – post-graduate student, e-mail: [galay005@mail.ru](mailto:galay005@mail.ru)  
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.