

DOI  
УДК 631.412:631.453

## ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА

**Нигматуллина Регина Анатольевна**, аспирант кафедры «Агрохимия и почвоведение», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: Reginka300894@mail.ru

**Гилязов Миннегали Юсупович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Агрохимия и почвоведение», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: mingilyazov@yandex.ru

**Ключевые слова:** почва, загрязнение, рапс, рекультивация, урожайность.

*Цель исследований – повышение урожайности ярового рапса в предкамской зоне Республики Татарстан. Загрязнение почв влияет на продовольственную безопасность как за счет снижения продуктивности растений, так и за счет ухудшения качества урожая. Нефть и нефтепродукты – распространенные источники загрязнения окружающей среды. Работа посвящена оценке влияния нефтяного загрязнения почвы на урожайность ярового рапса. Исследование проводили на опытном поле кафедры «Агрохимия и почвоведение» Казанского государственного аграрного университета, расположенном в предкамской зоне Республики Татарстан. 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 подвижных форм фосфора и калия. Почва была преднамеренно загрязнена товарной нефтью заливкой с поверхности из расчета 10, 20 и 40 л/м<sup>2</sup>. Указанные уровни загрязнения почвы, как показали предыдущие исследования авторов, оценивались, соответственно, как низкий, средний и сильный. Установлена тесная положительная корреляционная связь урожайности ярового рапса с давностью загрязнения почвы ( $R^2=0,763\div 0,940$ ). Испытаны приемы рекультивации: механическая обработка почвы, известкование, внесение минеральных удобрений и биопрепарата Байкала ЭМ-1. Урожайность маслосемян ярового рапса тесно коррелировалась с уровнем однократного загрязнения серой лесной почвы товарной нефтью в течение не менее 15 лет. Получение максимальной урожайности ярового рапса на нефтезагрязненной серой лесной почве обеспечило комплексное применение рыхления почвы, известкования и внесения полного минерального удобрения.*

## AFFECT OF OIL POLLUTED GRAY FOREST SOIL ON THE SPRING RAPE YIELD

**R. A. Nigmatullina**, Graduate Student of the Department «Agrochemistry and Soil Science», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420015, Kazan, K. Marks street, 65.

E-mail: Reginka300894@mail.ru

**M. Y. Gilyazov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Agrochemistry and Soil Science», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420015, Kazan, K. Marks street, 65.

E-mail: mingilyazov@yandex.ru

**Key words:** soil, pollution, rape, reclamation, yield.

The purpose of the research is increasing the yield of spring rape in the Tatarstan pre-Kama zone. Soil pollution affects food safety both by reducing plant performance and yield class. Oil and petrochemicals are common contamination sources of environment. The work is devoted to the assessment of the impact of oil pollution of the soil on the yield of spring rapeseed. The study was conducted on the experimental field of the Department of «Agrochemistry and Soil Science» of the Kazan State Agrarian University, located in the pre-Kama zone of Tatarstan. The experimental site is

presented by gray forest medium loamy soil, which is the predominant difference for this zone. The area unpolluted soil was characterized by a low content of humus and a weak acidic medium, high concentration of phosphorus and potassium active forms. The soil was purposely contaminated with commercial crude oil by spreading over the surface at the rate of 10, 20 and 40 l/m<sup>2</sup>. These levels of soil pollution, as shown by previous studies, were estimated, respectively, as low, medium and high. A close positive correlation was established between the yield of spring rapeseed and the limitation of soil contamination ( $R^2=0.763\pm 0.940$ ). Mechanical soil treatment, liming, application of mineral fertilizers and Baikal EM-1 biologics was tested for recultivation. The yield of oilseeds of spring rapeseed was closely correlated with the level of single contamination of gray forest soil with commercial crude oil for at least 15 years. Obtaining the maximum yield of spring rapeseed on oil-polluted gray forest soil was provided by comprehensive application of soil loosening, liming and application of full mineral fertilizer.

Почвенный покров – основное средство производства в сельском хозяйстве и одновременно важнейший незаменимый компонент окружающей среды, обладающий уникальными экологическими функциями, которые обеспечивают устойчивое и стабильное функционирование всей биосферы [14].

Загрязнение почвы представляет серьезную угрозу нормальному функционированию почвенного покрова и обеспечению продовольственной безопасности [3].

Загрязнение почв влияет на продовольственную безопасность как за счет снижения продуктивности растений, так и за счет ухудшения качества урожая [5].

Нефть и нефтепродукты остаются весьма распространенными источниками загрязнения окружающей среды [10, 13, 18] несмотря на то, что в 2020 г. объем мирового потребления нефти и жидкого топлива снизилось, по сравнению с предыдущим годом, на 9 % [6].

Нефтяное загрязнение вызывает негативные изменения морфологических, физических, физико-химических и микробиологических свойств почв, оказывает непосредственное токсичное влияние на произрастающую растительность [9, 10, 13, 16, 17, 20] и приводит к заметному росту уровня заболеваемости населения [11].

В современных условиях наиболее безопасным, относительно дешевым и достаточно эффективным следует считать агроэкологические приемы восстановления загрязненных почв, которые включают ряд агрохимических и агротехнических мероприятий [1, 2, 7-9, 12, 15, 19].

**Цель исследований** – повышение урожайности ярового рапса в предкамской зоне Республики Татарстан.

**Задачи исследований** – изучить влияние нефтяного загрязнения серой лесной почвы разных уровней и приемов рекультивации на урожайность ярового рапса.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили на опытном поле кафедры «Агрохимия и почвоведение» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», которое расположено в предкамской зоне Республики Татарстан.

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, имеющая слабокислую реакцию среды ( $pH_{\text{сол.}}=5,4$ ).

Исходная незагрязненная почва характеризовалась низким содержанием гумуса (2,9 %) и повышенным содержанием подвижных форм фосфора (123 мг/кг) и калия (126 мг/кг).

Почву искусственно загрязнили товарной нефтью, добытой и подготовленной на НГДУ «Джалильнефть» ОАО «Татнефть», из расчета 10, 20 и 40 л/м<sup>2</sup>.

Почва была равномерно загрязнена товарной нефтью заливкой микроделянок с поверхности. Микроделянки представляют собой бездонные дощатые ящики, углубленные в почву на глубину 30 см. Площадь микроделянок 0,50 м<sup>2</sup>, ширина защитных полос 1 м.

Предыдущие исследования сотрудников кафедры «Агрохимия и почвоведение» Казанского ГАУ [2] показали, что указанные дозы нефти примерно соответствуют слабому, среднему и сильному уровню загрязнения.

Преднамеренное загрязнение почвы товарной нефтью было проведено в мае 2004 года. Действие нефтяного загрязнения на продуктивность культур изучали в севообороте: яровая пшеница – ячмень – яровой рапс – просо.

С указанного времени 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.

Объект исследований – яровой рапс, который возделывался в 2007, 2011, 2015 и 2019 гг.

В 2019 году, то есть через 15 лет после однократного загрязнения, посев ярового рапса провели 13 мая, с заделкой семян на глубину 2 см.

Перед посевом семена были обработаны протравителем Витарос из расчета 2,5 л/т. Норма высева ярового рапса (сорт Юмарт) составила 3 млн шт. всхожих семян на гектар или 14,8 кг/га с учетом массы 1000 семян (4,45 г) и лабораторной всхожести (90%).

Вегетационный период в 2019 году характеризовался превышением среднеголетних значений температуры в мае и июне.

В дальнейшем среднемесячная температура воздуха была ниже климатической нормы, атмосферные осадки превышали её в 1,28 (июль) и 1,52 (август) раза.

Особенно много атмосферных осадков выпало в первой декаде августа (131% по отношению к норме).

Агрохимические анализы почв выполнены на кафедре «Агрохимия и почвоведение» Казанского ГАУ и в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» общепринятыми методами: гумус по ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества», обменная кислотность по ГОСТ 26484-85 «Почвы. Метод определения обменной кислотности», подвижные формы фосфора и калия по ГОСТ 26207-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО». Статистическая обработка результатов экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа [4] с использованием программ для Microsoft Excel 97. Корреляционно-регрессионный анализ выполнен с помощью программы Statistica 5.5A.

**Результаты исследований.** Зависимость урожайности маслосемян ярового рапса от давности нефтяного загрязнения серой лесной почвы при различных уровнях исходного однократного загрязнения показана на рисунке 1.

Наблюдалась тесная положительная корреляционная связь урожайности маслосемян ярового рапса с загрязнением почвы нефтью независимо от уровня старого нефтяного загрязнения серой лесной почвы.

Коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) в зависимости от доз нефти, колебались в пределах от 0,763 до 0,940. Наибольшая теснота связи была обнаружена на сильно загрязненной почве (40 л/м<sup>2</sup>).

Линии тренда четко показывали постепенное снижение фитотоксичности нефтезагрязненной серой лесной почвы по мере старения загрязнения при всех уровнях исходной дозы нефти. Особенно стабильное приближение урожайности к контрольному уровню за четыре ротации севооборота наблюдалось на сильнозагрязненной почве (40 л/м<sup>2</sup>): если в первой ротации урожайность маслосемян приблизилась к нулю, то в последующих ротациях она составила соответственно 25, 41 и 47% от контрольного уровня.

Представленные данные свидетельствуют и о наличии тесной отрицательной корреляционной связи урожайности ярового рапса с уровнем однократного нефтяного загрязнения. Так, в первой ротации севооборота (давность загрязнения 3 года), если урожайность рапса на слабозагрязненной почве (10 л/м<sup>2</sup>) составила 32% от контрольного уровня, то на средне- и сильнозагрязненных почвах – соответственно, 22 и 2%.

Аналогичная, но ещё более заметная, ответная реакция растений ярового рапса на уровни нефтяного загрязнения наблюдалась на два последующих уровня загрязнения (20 и 40 л/м<sup>2</sup>). Таким образом, урожайность ярового рапса одновременно обуславливалась как исходным загрязнением, так и старым нефтяным загрязнением серой лесной почвы.

На рисунке 2 показана зависимость урожайности ярового рапса 2019 г. от уровня нефтяного загрязнения серой лесной почвы, преднамеренно загрязненной в 2004 г.

На диаграммах наглядно показано наличие тесной отрицательной корреляции между дозами нефти и урожайностью маслосемян ( $R^2=0,987$ ) и соломы ( $R^2=0,954$ ) ярового рапса даже по истечении 15 лет с момента загрязнения.

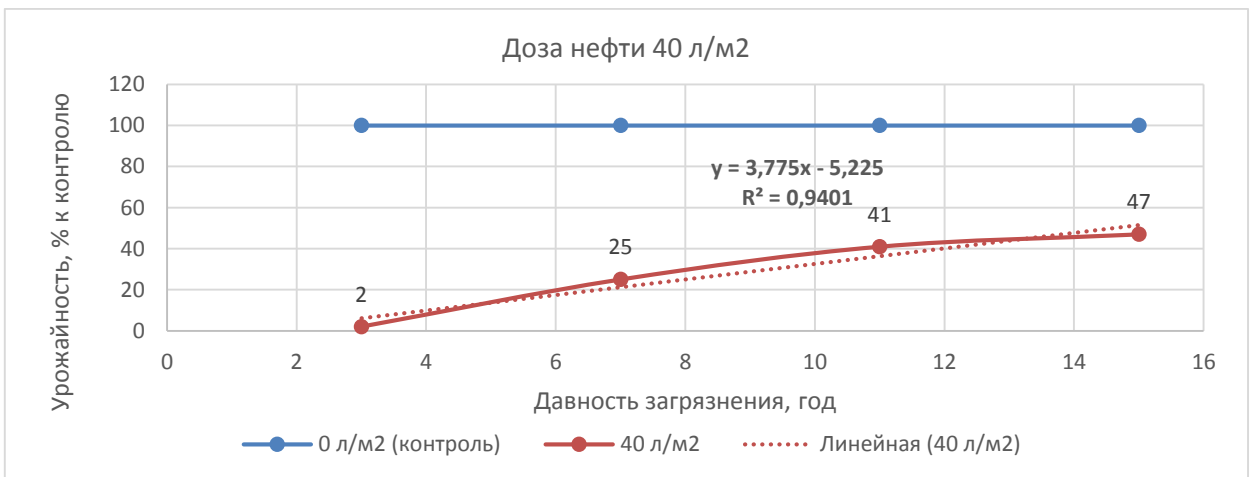
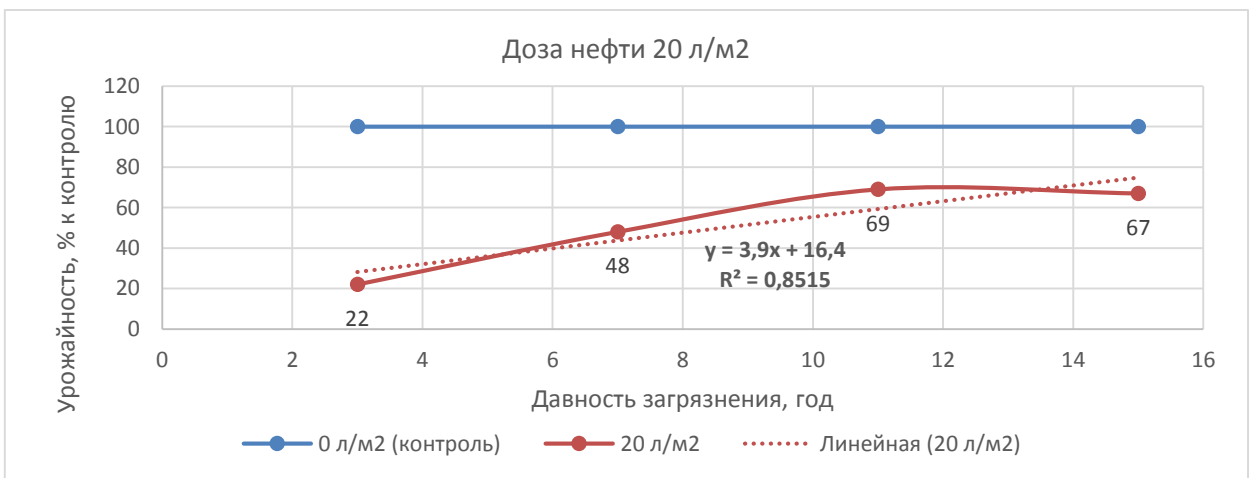
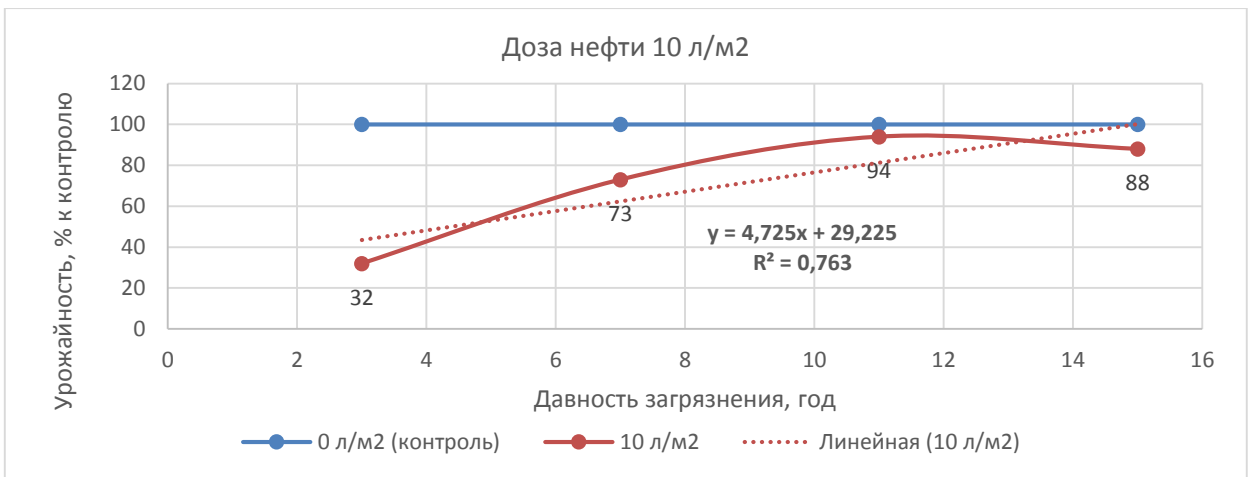


Рис. 1. Зависимость урожайности маслосемян ярового рапса от давности нефтяного загрязнения при различных уровнях исходного загрязнения

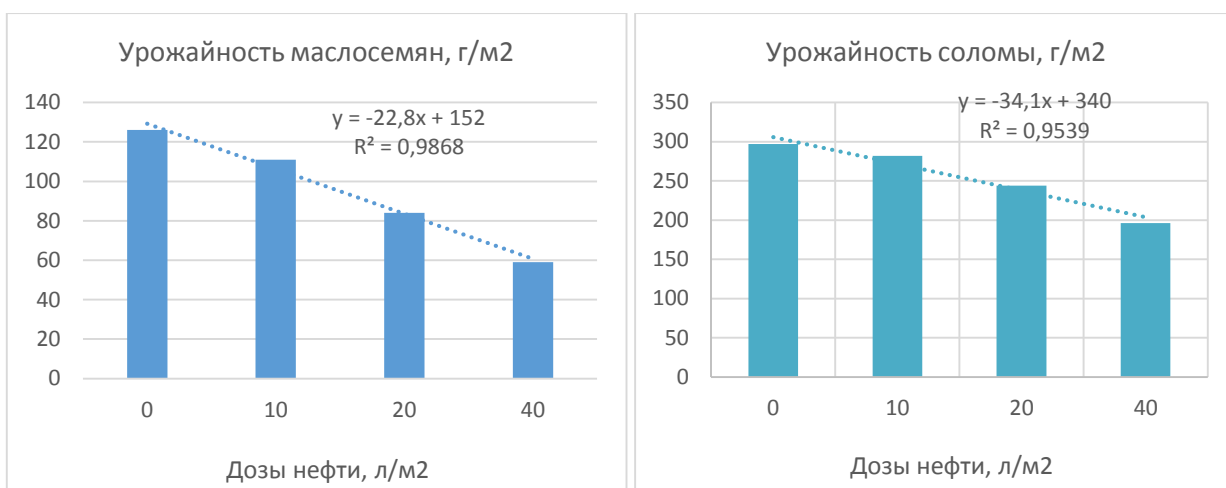


Рис. 2. Корреляционная связь урожайности ярового рапса (2019 г.) и уровня нефтяного загрязнения серой лесной почвы

Результаты испытания эффективности агроэкологических приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы в условиях стационарного полевого опыта по материалам учета урожайности маслосемян ярового рапса приведены в таблицах 1 и 2.

В первой ротации севооборота (давность загрязнения 3 года) от нефтяного загрязнения урожайность маслосемян снизилась по сравнению с контролем в 4,5 раза. Повышение урожайности маслосемян рапса от известкования нефтезагрязненной почвы оказалось статистически не существенным. Прибавка урожая от внесения полного минерального удобрения составила 33 г/м<sup>2</sup>, что в 2,86 раза меньше прибавки от рыхления почвы. Минимальная статистически доказуемая прибавка урожая маслосемян ярового рапса (19 г/м<sup>2</sup>) была получена от инокуляции почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1.

Таблица 1

Влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность маслосемян ярового рапса в зависимости от временного фактора (ротаций севооборота)

Варианты опыта	1 ротация (2007 г.)	2 ротация (2011 г.)	3 ротация (2015 г.)	4 ротация (2019 г.)
1. Незагрязненная почва (контроль)	$\frac{153^*}{100}$	$\frac{164}{100}$	$\frac{137}{100}$	$\frac{126}{100}$
2. Нефтезагрязненная почва (НЗП)	$\frac{34}{22}$	$\frac{79}{48}$	$\frac{95}{69}$	$\frac{84}{67}$
3. НЗП + рыхление	$\frac{92}{60}$	$\frac{88}{54}$	$\frac{100}{73}$	$\frac{99}{79}$
4. НЗП + известкование + рыхление	$\frac{96}{63}$	$\frac{95}{58}$	$\frac{103}{75}$	$\frac{103}{82}$
5. НЗП + известкование + рыхление + NPK	$\frac{129}{84}$	$\frac{167}{102}$	$\frac{186}{136}$	$\frac{179}{142}$
6. НЗП + известкование + рыхление + инокуляция биопрепаратом Байкал ЭМ-1	$\frac{115}{75}$	$\frac{123}{75}$	$\frac{134}{98}$	$\frac{117}{93}$
НСР <sub>05</sub> (г/м <sup>2</sup> )	10	11	13	12

Примечание: \* – в числителе урожайность маслосемян ярового рапса в г/м<sup>2</sup>; в знаменателе – в процентах к уровню контроля.

Во второй ротации севооборота урожайность маслосемян на нерекультивируемой загрязненной почве составила, по отношению к контролю, 48%, что более чем в два раза выше показателя в первой ротации севооборота (22%). Прибавка урожая от рыхления нефтезагрязненной почвы оказалась меньше наименьшей существенной разницы. Лишь сочетание рыхления с известкованием обеспечило получение достоверной прибавки урожая. В то же время, селективная прибавка урожая только от известкования была несущественной. Максимальная прибавка урожая (72 г/м<sup>2</sup>) была получена от внесения полного минерального удобрения. Прибавка урожая маслосемян

рапса

от инокуляции биопрепаратом Байкал ЭМ-1 составила 28 г/м<sup>2</sup>, что в 2,57 раза меньше прибавки от полного минерального удобрения.

В третьей ротации севооборота рыхление нефтезагрязненной почвы, как селективное, так и в сочетании с известкованием, не дало статистически достоверной прибавки урожая маслосемян. Как и в предыдущей ротации севооборота, максимальная прибавка урожая маслосемян (83 г/м<sup>2</sup>) была получена от внесения минеральных удобрений. Использование на фоне рыхления и известкования биопрепарата Байкал ЭМ-1 обеспечило получение 31 г/м<sup>2</sup> прибавки урожая маслосемян, что в 2,68 раза меньше прибавки от внесения полного минерального удобрения.

В четвертой ротации севооборота прибавка урожая маслосемян рапса от рыхления почвы вновь стала статистически значимой, однако прибавка урожая от известкования оказалась меньше наименьшей существенной разности. Наибольшая прибавка урожая (76 г/м<sup>2</sup>), как и в предыдущих двух ротациях севооборота, была получена от внесения полного минерального удобрения. Прибавка урожая маслосемян от инокуляции нефтезагрязненной почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1 составила 14 г/м<sup>2</sup>, что в 5,43 раза меньше прибавки, полученной от внесения минеральных удобрений.

Испытанные приемы рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы примерно одинаково действовали как на урожайность маслосемян, так и на урожайность соломы ярового рапса. Урожайность соломы ярового рапса по вариантам опыта, приведенная в таблице 2, свидетельствует об этом.

Таблица 2

Влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность соломы ярового рапса в зависимости от временного фактора (ротаций севооборота)

Варианты опыта	1 ротация (2007 г.)	2 ротация (2011 г.)	3 ротация (2015 г.)	4 ротация (2019 г.)
1. Незагрязненная почва (контроль)	$\frac{188^*}{100}$	$\frac{207}{100}$	$\frac{191}{100}$	$\frac{297}{100}$
2. Нефтезагрязненная почва (НЗП)	$\frac{62}{33}$	$\frac{147}{71}$	$\frac{142}{74}$	$\frac{244}{82}$
3. НЗП + рыхление	$\frac{117}{62}$	$\frac{156}{75}$	$\frac{153}{80}$	$\frac{252}{85}$
4. НЗП + известкование + рыхление	$\frac{121}{64}$	$\frac{156}{75}$	$\frac{156}{82}$	$\frac{252}{85}$
5. НЗП + известкование + рыхление + NPK	$\frac{164}{87}$	$\frac{225}{109}$	$\frac{275}{144}$	$\frac{437}{147}$
6. НЗП + известкование + рыхление + инокуляция биопрепаратом Байкал ЭМ-1	$\frac{138}{73}$	$\frac{182}{88}$	$\frac{195}{102}$	$\frac{294}{99}$
НСР <sub>05</sub> (г/м <sup>2</sup> )	11	13	16	20

Примечание: \* – в числителе урожайность маслосемян ярового рапса в г/м<sup>2</sup>; в знаменателе – в процентах к уровню контроля.

В первой ротации севооборота наиболее действенным приемом рекультивации проявилось рыхление почвы, в последующих ротациях наибольшие прибавки соломы были получены от внесения полного минерального удобрения. Известкование, проведенное на фоне рыхления, в течение всего периода наблюдения статистически достоверной прибавки урожая соломы не дало. Сопоставление прибавок урожая соломы ярового рапса от минеральных удобрений и биопрепарата показывает, что прибавки от минеральных удобрений в 2,5-4,4 раза превышали таковые от биопрепарата Байкал ЭМ-1, причем по мере роста давности загрязнения данное различие усилилось.

**Заклучение.** Однократное загрязнение серой лесной почвы нефтью из расчета 10, 20 и 40 л/м<sup>2</sup> приводило к снижению урожая маслосемян и соломы ярового рапса в течение всех 15 лет наблюдения. Установлена тесная положительная корреляционная связь урожайности ярового рапса и давности загрязнения нефтью серой лесной почвы. Коэффициенты детерминации (R<sup>2</sup>) в зависимости от доз нефти колебались в пределах от 0,763 до 0,940. Значимость отдельных приемов рекультивации нефтезагрязненной почвы менялась во времени: если в первой ротации (давность загрязнения 3 года) наиболее действенным приемом рекультивации было рыхление, то в дальнейшем главным фактором повышения урожайности ярового рапса стало внесение полного

минерального удобрения. Известкование, проведенное на фоне рыхления, в течение всего периода наблюдения статистически достоверной прибавки урожая ярового рапса не дало. Прибавки урожая от минеральных удобрений в 2,5-4,4 раза превышали таковые от биопрепарата Байкал ЭМ-1, причем по мере роста давности загрязнения данное различие усилилось.

#### Библиографический список

1. Габбасова, И. М. Изменение свойств почв и состава грунтовых вод при загрязнении нефтью и нефтепромысловыми сточными водами в Башкирии / И. М. Габбасова, Р. Ф. Абдрахманов, И. К. Хабиров, Ф. Х. Хазиев // Почвоведение. – 1997. – №11. – С. 1362-1372.
2. Гилязов, М. Ю. Агроэкологическая характеристика и приемы рекультивации нефтезагрязненных черноземов Республики Татарстан / М. Ю. Гилязов, И. А. Гайсин. – Казань : Фэн, 2003. – 228 с.
3. Добровольский, Г. В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия : монография / Г. В. Добровольский, И. Ю. Чернов А. А. Бобров [и др.]. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 273 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Загрязнение почв: авторы доклада бьют тревогу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1127228/icode/> (дата обращения: 04.01.2021).
6. Историческое обрушение нефти в 2020 году, опасения по поводу 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.finam.ru/analysis/newsitem/istoricheskoe-obrushenie-nefti-v-2020-godu-opaseniya-po-povodu-2021-goda-20201229-174947/> (дата обращения: 04.01.2021).
7. Кудеяров, С. И. Изменение ферментативной активности чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью и нефтепродуктами в модельных экспериментах / С. И. Кудеяров, М. Л. Татосян, Д. К. Азнаурьян // Доклады Россельхозакадемии. – 2007. – № 5. – С. 32-34.
8. Куликова, И. Ю. Современные технологии очистки почвенных территорий и водных акваторий от нефтяного загрязнения / И. Ю. Куликова, И. С. Дзержинская // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2008. – Вып. 25. – С. 72-75.
9. Леднёв, А. В. Изменение свойств почв европейской части Нечерноземной зоны РФ под действием продуктов нефтедобычи и приемы их ремедиации : монография / А. В. Леднёв. – Ижевск : Цифра, 2018. – 229 с.
10. Оборин, А. А. Нефтезагрязненные биоценозы : монография / А. А. Оборин, В. Т. Хмурчик, С. А. Иларионов, М. Ю. Маркарова. – Пермь : Изд-во ПГУ, 2008. – 511 с.
11. Петров, И. В. Онкологическая заболеваемость в нефтедобывающих районах Республики Татарстан: многолетний эпидемиологический анализ / И. В. Петров // Вестник современной клинической медицины. – 2017. – Т. 10, №5. – С. 40-46.
12. Станкевич, Д. С. Использование углеводородокисляющей бактерии *Pseudomonas* для биоремедиации нефтезагрязненных почв : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.07 / Станкевич Дарья Сергеевна. – Москва, 2002. – 18 с.
13. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления : учеб. пособие / Д. Ю. Ступин. – СПб. : Издательство «Лань», 2009. – 432 с.
14. Хомяков, Д. М. Почва в биосфере и в современном российском праве. Сообщение 3. «Почва» и «плодородие» в вопросах землеустройства [Электронный ресурс] / Д. М. Хомяков, Г. Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2020. – №1. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st\\_108.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_108.pdf) (дата обращения: 10.01.2021).
15. 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.
16. 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. – Vol. 2, Iss. 6. – P. 1743-1767.
17. Gilyazov, M. Yield and Chemical Composition of Spring Wheat Harvest on Oil-contaminated Grey Forest Soil [Electronic resource] / M. Gilyazov, R. Osipova, A. Ravzutdinov, S. Kuzhamberdieva // *AgroSMART – Smart solutions for agriculture : International scientific and practical conference*. – KnE Life Sciences, 2019. – P. 338-346. – Access mode: <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/5620> (date of request: 10.01.2021).
18. 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.
19. Nwankwegu, A. S. Use of rice husk as bulking agent in bioremediation of automobile gas oil impinged agricultural soil / A. S. Nwankwegu, C. G. Anaukwu, C. O. Onwosi [et al.] // *Soil and Sediment Contamination*. – 2017. – Vol. 26,

20. Saraeian, Z. Phytoremediation effect and growth responses of cynodon spp. and agropyrondesertorum in a petroleum-contaminated soil / Z. Saraeian, M. Haghighi, N. Etemadi [et al.] // *SoilandSedimentContamination*. – 2018. – Vol. 27, № 5. – P. 393-407.

#### References

1. Gabbasova, I. M., Abdрахmanov, R. F., Khabirov, I. K., & Khaziev, F. Kh. (1997). Izmenenie svoystv pochv i sostava gruntovih vod pri zagriaznenii neftii i neftepromislovimi stochnimi vodami v Bashkirii [Changes in soil properties and ground water composition during oil pollution and oil-field effluent in Bashkiria]. *Pochvovedenie – Edaphology*, 11, 1362-1372 [in Russian].
2. Gilyazov, M. Yu., & Gaisin I. A. (2003). Agroekologicheskaya karakteristika i priemi rekultivatsii neftezagriaznennih chernozemov Respubliki Tatarstan [Agroecological characteristics and methods of recultivation of oil-contaminated chernozems of the Republic of Tatarstan]. Kazan: Fen [in Russian].
3. Dobrovolskii, G. V., Chernov, I. Yu., Bobrov, A. A., Dobrovolskaya, T. G., Lysak, L. V., Onipchenko, V. G., Gongalsky, K. B., Zaitsev, A. S., Terekhova, V. A., Sokolova, T. A., Terekhin, V. G., Shamrikova, E. V., & Chernova, O. V. (2011). Rol pochvi v formirovani i sohraneni biologicheskogo raznoobrazia [The Role of soil formation and conservation of biological diversity]. Moscow: Association of scientific publications KMK [in Russian].
4. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika opitnogo dela [Experimental case methodology]. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
5. Zagriaznenie pochv: avtorii doklada biut trevogu [Soil pollution: the authors of the report sound the alarm]. [www.fao.org](http://www.fao.org). Retrieved from <http://www.fao.org/news/story/ru/item/1127228/icode/> [in Russian].
6. Istoricheskoe obrushenie nefii v 2020 godu, opaseniia po povodu 2021 goda [Historical collapse of oil in 2020, concerns about 2021]. [www.finam.ru](http://www.finam.ru). Retrieved from <https://www.finam.ru/analysis/newsitem/istoricheskoe-obrushenie-nefti-v-2020-godu-opaseniya-po-povodu-2021-goda-20201229-174947/> [in Russian].
7. Kudeyarov S. I., Tatosyan M. L., & Aznauryan D. K. (2007). Izmenenie fermentativnoi aktivnosti chernozema obiknovennogo pri zagriaznenii neftii i nefteproduktami v modelinikh eksperimentakh [Changes in the enzymatic activity of ordinary chernozem under oil and petroleum products contamination in model experiments]. *Doklady Rossiiskoi Akademii sel'skokhoziaistvennikh nauk – Reports of the Russian Agricultural Academy*, 5, 32-34 [in Russian].
8. Kulikova, I. Yu., & Dzerzhinskaya, I. S. (2008). Sovremennye tekhnologii ochistki pochvennikh territorii i vodnikh akvatorii ot neftianogo zagriazneniia [Modern area and water remediation technologies from oil contamination]. *Zashchita okruzhaiushchei sredi v neftegazovom komplekse – Environmental protection in oil and gas complex*, 25, 72-75 [in Russian].
9. Lednev, A. V. (2018). Izmenenie svoystv pochv evropeiskoi chasti Nechernozemnoi zoni RF pod deystviem produktov nefteobochi i priemi ih remediacii [Changes in the properties of soils in the European part of the non-Chernozem zone of the Russian Federation under the influence of oil production and the methods for their remediation]. Izhevsk: Cifra [in Russian].
10. Oborin, A. A., Khmurchik, V. T., Ilarionov, S. A., & Markarova, M. Yu. (2008). Neftezagriaznennii biotsenozi [Oil contaminated biocenoses]. Perm: PSU Publishing House [in Russian].
11. Petrov, I. V. (2017). Onkologicheskaya zabolvaemost v nefteoboiavaiushchih raionakh Respubliki Tatarstan: mnogoletnii epidemiologicheskii analiz [Cancer cases in oil producing areas of the Republic of Tatarstan: long-term epidemiological analysis]. *Vestnik Sovremennoi Klinicheskoi Mediciny – The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*, 10, 5, 40-46 [in Russian].
12. Stankevich, D. S. (2002). Ispolizovanie uglevodorodokisliaiushchei bakterii Pseudomonas dlia bioremediatsii neftezagriaznennih pochv [The use of the Pseudomonas hydrocarbon-oxidizing bacterium for biological remediation of oil-contaminated soils]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
13. Stupin, D. Yu. (2009). Zagriaznenie pochv i noveishie tekhnologii ih vosstanovleniia [Soil pollution and the latest technologies of their restoration]. St. Petersburg: Publishing house «Lan» [in Russian].
14. Khomyakov, D. M., & Gogmachadze G. D. (2020). Pochva v biosfere i v sovremennom rossijskom prave. Soobshchenie 3. «Pochva» i «plodorodie» v voprosakh zemleustrojstva [Soil in the Biosphere and in modern Russian law. Message 3. «Soil» and «Fertility» in land management issues]. *AgroEkoInfo – AgroEcoInfo*, 1. *Agroecoinfo.narod.ru*. Retrieved from [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st\\_108.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_108.pdf) [in Russian].
15. Ezeji, U. E., Anyadoh, S. O., Ibekwe, V. I. (2007). Clean up of Crude Oil-Contaminated Soil. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*, 1 (2), 54-59.
16. Golan, S., Faraj, T., & Rahamim, E. et al. (2016). The effect of petroleum hydrocarbons on seed germination, development and survival of wild and cultivated plants in extreme desert soil. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 2, 6, 1743-1767.
17. Lim, M. W., Lau, E. V., & Poh, Ph. E. (2016). A comprehensive guide of remediation technologies for oil



contaminated soil – Present works and future directions. *Mar. Pollut. Bull*, 109 (1), 14-45.

18. Gilyazov, M., Osipova, R., Ravzutdinov, A., & Kuzhamberdieva, S. (2019). Yield and Chemical Composition of Spring Wheat Harvest on Oil-contaminated Grey Forest Soil. *AgroSMART – Smart solutions for agriculture '19: International scientific and practical conference*. *KnE Life Sciences*, 338-346. *Knepublishing.com*. Retrieved from <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/5620>.

19. Nwankwegu, A. S., Anaukwu, C. G., Onwosi, C. O., Azi F., & Azumini, P. (2017). Use of rice husk as bulking agent in bioremediation of automobile gas oil impinged agricultural soil. *Soil and Sediment Contamination*, 26, 1, 96-114.

20. Saraeian, Z., Haghghi M., & Etemadi N. et al. (2018). Phytoremediation effect and growth responses of *Cynodon* spp. and *Agropyrondesertorum* in a petroleum-contaminated soil. *SoilandSedimentContamination*, 27, 5, 393-407.