

УДК 57.044

<https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/17>

Акатьева Т.Г.

**ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ  
*PHLEUM PRATENSE, FESTUCA PRATENSIS, PHALARIS CANARIENSIS***

Akateva T.G.

**THE INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF  
*PHLEUM PRATENSE, FESTUCA PRATENSIS, PHALARIS CANARIENSIS***

**Аннотация.** Цель исследования: изучить влияние нефтяного загрязнения на морфологические показатели злаковых трав: канареечника, тимopheевки луговой и овсяницы луговой. Задачи: оценка влияния нефтяного загрязнения почв на всхожесть семян, рост и развитие исследуемых видов по морфологическим показателям; анализ видовой изменчивости изученных показателей. В качестве субстрата использован нефтезагрязненный верховой торф. Объекты исследований: семена злаковых трав: тимopheевки луговой *Phleum pratense* L., 1753, овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds., канареечника *Phalaris canariensis*. Оценка влияния нефтезагрязненной почвы проводилась по изменению всхожести семян и морфологическим показателям: масса растений, длина листьев, длина и количество корней. Результаты эксперимента были обработаны методом вариационной статистики. В результате изучения влияния нефтезагрязненного торфа на всхожесть семян было установлено, что в вариантах опыта с минимальным содержанием нефти отличий с контрольными значениями не отмечалось. Максимальная концентрация нефти (10 000 мг/кг) снижала всхожесть семян на 9–24%. При увеличении содержания нефти в почве снижались и морфометрические показатели у всех изученных видов злаковых трав. Наибольшие отличия по изученным тест-функциям, в сравнении с контрольным вариантом, отмечались у канареечника, наименьшие – у овсяницы луговой.

**Ключевые слова:** нефтяное загрязнение; верховой торф; метод биотестирования; злаковые травы; тест-функции; чувствительность; устойчивость.

**Сведения об авторе:** Акатьева Татьяна Григорьевна, канд. биол. наук, государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия, akatyevat@mail.ru

**Abstract.** Purpose of the study: to study the effect of oil pollution on the morphological parameters of cereal grasses: canary grass, timothy grass and meadow fescue. Tasks: assessment of the impact of oil pollution of soils on seed germination, growth and development of the studied species by morphological parameters; analysis of the species variability of the studied indicators. Oil-contaminated high-moor peat was used as a substrate. Objects of research: seeds of cereal grasses: meadow timothy *Phleum pratense* L., 1753, meadow fescue *Festuca pratensis* Huds., canary grass *Phalaris canariensis*. Evaluation of the effect of oil-contaminated soil was carried out on the basis of changes in seed germination and morphological parameters: plant mass, leaf length, length and number of roots. The experimental results were processed by the method of variation statistics. As a result of studying the effect of oil-contaminated peat on seed germination, it was found that in the variants of the experiment with the minimum oil content, no differences were noted with the control values. The maximum concentration of oil (10,000 mg / kg) reduced seed germination by 9–24%. With an increase in the oil content in the soil, the morphometric parameters of all the studied species of cereal grasses also decreased. The greatest differences in the studied test functions, in comparison with the control variant, were noted in canary grass, the smallest – in meadow fescue.

**Keywords:** oil pollution; high-moor peat; biotesting method; cereal herbs; test functions; sensitivity; sustainability.

**About the author:** Akateva Tatyana Grigorievna, Ph.D., State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia, akatyevat@mail.ru

**Введение.** Нефтеперерабатывающая отрасль промышленности является одной из ведущих в Тюменской области и оказывает решающее влияние на экологическую ситуацию региона [18, с. 98]. Особую опасность представляет химическое загрязнение местности нефтью и нефтепродуктами. Нефть в окружающую среду попадает как по геологическим причинам в подземном пространстве, так и в результате аварий на промысловом оборудовании, сооружениях по ее подготовке и при транспортировании.

В настоящее время, несмотря на предпринимаемые меры, проблема загрязнения окружающей среды нефтью и продуктами ее переработки остается все еще нерешенной. В значительной мере это связано с загрязнением почв, которое происходит практически на всех стадиях технологического процесса нефтедобычи [2, с. 222]. Основными факторами отрицательного воздействия нефтяного загрязнения на растения являются токсическое действие поллютанта и изменения физико-химических свойств почвы. Влияние нефтяного загрязнения на физикохимические свойства почвы связано, главным образом, с обволакиванием нефтью почвенных частиц в связи, с чем происходит сильное

увеличение гидрофобности почвы. Она утрачивает способность впитывать и удерживать воду, происходит вытеснение воздуха из почвенных пор, и, в конечном итоге, нарушается водный и воздушный режимы почвы [19, с. 314].

По данным Е.Е. Орловой с соавторами [16, с. 104], изучавших состояние почв и растительности участков разливов нефти разной давности месторождений, находящихся на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, показано, что на свежих разливах (2016 г.) растительный покров практически полностью отсутствовал или был представлен редкими всходами травянистой растительности, только выполненной биорекультивации. Как сырая, так и товарная нефть, оказывает сильное влияние на рост растений и состояние культурного фитоценоза в целом. Она резко снижает всхожесть семян и густоту травостоя, вызывая его сильное изреживание и оказывая ингибирующее действие на рост оставшихся (выживших) растений [20, с. 126]. Изучение механизмов адаптации растений в ответ на действие нефти позволяет выявить признаки (в том числе анатомо-морфологические, обеспечивающие их устойчивость к данному антропогенному фактору) и подобрать высокотолерантные виды местной флоры для разработки научно обоснованных методов фитомелиорации почв, загрязненных нефтью. Изучаемые признаки можно использовать как индикаторы для характеристики состояния почв при нефтяном загрязнении [10, с. 16].

Воздействие загрязнения почв нефтепродуктами на жизнедеятельность растений носит неоднозначный характер. В.В. Дмитриевой и Г.А. Петуховой [6, с. 9] показано, что негативное влияние нефти на рост и развитие растений проявляется уже при внесении ее в дозе выше 50 мг/кг. Токсичные эффекты проявляются в быстром повреждении, разрушении, а затем и отмирании всех живых, активно функционирующих тканей растений в вегетирующем состоянии, на которые попадают ее брызги. Нефть оказывает отрицательное влияние на рост, метаболизм и развитие растений, а также молодые проростки, подавляет рост надземных и подземных частей растений.

Согласно результатам хронических экспериментов, проведенных А.А. Утомбаевой и А.М. Петровым [19, с. 314], выращивание гороха на более легкой нефтезагрязненной почве активизирует прирост корневой системы. Активный прирост корневой системы наблюдался и при выращивании гороха на среднесуглинистой почве в вариантах, содержащих 5,9 г/кг и 10,8 г/кг НП, при незначительном ингибировании роста при максимальной испытанной концентрации поллютанта. Нефтяное загрязнение значительно изменяет морфологию растения осоки острой (*Carex acuta*). Наблюдается уменьшение роста стебля в высоту, уменьшается его радиальный рост, нефтяное загрязнение ингибирует ростовые процессы. В условиях загрязнения нефтью значительно снижается площадь ассимиляционной поверхности растений (у мезофитных и ксерофитных растений), биопродуктивность [10, с. 16]. Значительным изменениям подвергаются анатомические особенности растений. Увеличивается толщина листовой пластинки, исчезает кутикула, уменьшаются размеры клеток и количество хлоропластов. В условиях нефтяного загрязнения происходит утолщение эпидермы корня, что возможно является защитным механизмом на токсическое действие нефти [10, с. 17].

В результате исследования Е.С. Осиповой и Г.А. Петуховой было выявлено, что при действии нефтяного загрязнения среды растения находятся в состоянии стресса, активизируются процессы перекисного окисления липидов. При действии нефтяного загрязнения отмечено снижение концентрации пигментов фотосинтеза у большинства исследуемых растений. У рогоза узколистного и осоки сероватой выявлено увеличение концентрации хлорофилла а и b, каротиноидов, что свидетельствует об адаптации растений [17, с. 135].

При обработке растений ауксинпродуцирующими бактериями рода *Pseudomonas* (*P. plecoglossicida* 2.4- D, *P. turukhanskensis* IB 1.1, *P. hunanensis* IB C7) и штамма *Enterobacter sp.* UOM 3 на рост и гормональный баланс растений ячменя при нефтяном загрязнении почвы наблюдалось подавление роста растений и повышение массовой доли корней, что, очевидно, было связано с обнаруженным накоплением АБК в побегах растений. Бактеризация растений, хотя и в разной степени в зависимости от штамма, предотвращала накопление гормона и положительно влияла на накопление массы растений [3, с. 51].

Чаще всего опасность техногенного воздействия оценивается на основании суммарного коэффициента техногенного загрязнения, рассчитанного в соответствии с данными валового содержания химических элементов. Такой подход является не всегда эффективным. Методы биотестирования, основанные на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе почв [11, с. 84].

**Материал и методы исследования.** Работа проведена в лабораториях Государственного аграрного университета Северного Зауралья и Горыбцентра. В опытах использовали нефть, поступающую по трубопроводу из п. Шаим на нефтеперекачивающую станцию г. Тюмени. Почва органогенного типа (торф) предварительно освобождалась от посторонних включений (корни растений и пр.), измельчалась и высушивалась в соответствии с требованиями [4; 5; 12]. Дистиллированная вода пропусклась через торф, который равномерно с помощью пульверизатора загрязнялся раствором сырой нефти в петролейном эфире. Полученную смесь упаривали под вытяжкой в течение трех суток в лабораторных условиях. Объем загрязняющего раствора около 0,5 л содержал навеску нефти, необходимую для получения концентраций 300, 1000, 3000 и 10000 мг/кг. В качестве контроля использовали идентичный незагрязненный торф.

Для проведения биотестирования использовали семена травянистых растений: овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds., тимофеевки луговой *Phleum pratense* L., канареечника (двуклосточник канареечный) *Phalaris canariensis* L., используемых в составе травосмесей при рекультивации нефтезагрязненных территорий [15, с. 52]. Продолжительность наблюдений – 20 суток. Эксперименты проводили в 3-х повторностях, в каждой – по 100 штук семян. Всего в экспериментах было использовано 4500 семян растений – с учетом повторностей и сроков наблюдений, произведено более 13 тысяч измерений и 4500 взвешиваний (определение массы растений). Для взвешивания использовали технические весы.

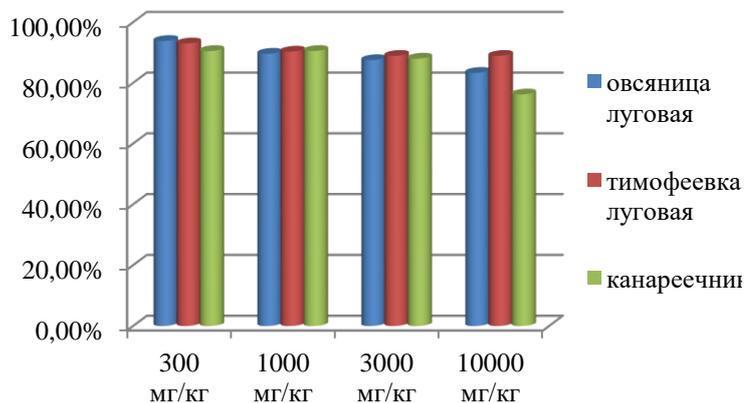
Параметры оценки: всхожесть семян, длина корня проростка, количество корней проростка, общая масса растений. На 5 сутки подсчитывали количество проросших растений в каждой чашке Петри (учет всхожести). Морфометрические характеристики растений анализировали в течение всего срока наблюдений. Для этого растения осторожно извлекали из субстрата, корни каждого растения тщательно отмывали в воде. Затем измеряли длину самого длинного корня каждого растения. Подсчитывали также количество корней и массу растений. Для каждого срока наблюдений чашки Петри с почвой готовили отдельно для каждого варианта опыта.

При определении степени токсичности почв методами биотестирования большое значение имеет чувствительность к токсикантам подопытных организмов [11, с. 85]. В нормативных документах [9] рекомендовано использовать минимум два тест-организма. Результаты исследований подвергали математической обработке методом вариационной статистики, основанном на вычислении критерия достоверности, сравниваемого затем с табличными данными (критерием достоверности Стьюдента) [1, с. 180-181].

**Результаты и их обсуждение.** В результате изучения воздействия нефтезагрязненного торфа на всхожесть семян растений было установлено, что наибольшие отличия по сравнению с контролем отмечались в максимальной концентрации 10000 мг/кг: на 11% (timoфеевка луговая) – 23,8% (канареечник), тогда как в пробах с содержанием нефти 300–1000 мг/кг количество всхожих семян не отличалось от контрольных значений (рис. 1).

Отрицательное влияние нефти сказывалось и на морфологических функциях растений. Так, в начальный период наблюдений, 5 сутки, длина проростков овсяницы луговой, в зависимости от содержания токсиканта в почве, снизилась на 10–25%. Аналогичными отличиями характеризовались и другие изучаемые параметры – на 10–40% ниже по сравнению с контролем (табл. 1).

Вероятно, растения испытывали стресс от влияния токсиканта. Как видим, по мере увеличения содержания нефти в торфе уменьшались и линейные размеры растений. С продлением срока наблюдений регистрировали увеличение негативного воздействия нефти на растения, проявляющееся в снижении массы растений и количества корней. По утверждению Л.Е. Мазуниной [10, с. 17], изменения анатомии и морфологии органов направлены на создание защитных механизмов и выполняют компенсаторную функцию в ответ на нефтяное загрязнение. Наибольшее снижение (% к контролю) длины проростков, количества корней, массы растений тимофеевки луговой наблюдалось



**Рис. 1. Изменение всхожести семян растений (% к контролю) в зависимости от концентраций нефти**

на 5 сутки опыта и составляло 24,31 и 19% соответственно при максимальной концентрации нефти 10 000 мг/кг, а наибольшее снижение длины корней составило 37% при той же концентрации на 15 сутки (табл. 2).

Таблица 1

**Морфометрические показатели овсяницы луговой**

Показатели	К	Концентрация нефти, мг/кг			
		300	1000	3000	10000
5 сутки					
Длина проростков, см	2,21±0,16	1,99±0,04	1,86±0,06	1,75±0,07	1,70±0,04
Длина корней, см	0,50±0,06	0,40±0,06	0,40±0,06	0,33±0,03	0,30±0,13**
Количество корней, шт.	12±0,71	11±0,58	11±1	11±0,41	10±0,41
Масса 10 растений, мг	73,3±0,88	71,0±0,58	65,3±2,34*	65,3±2,03*	63,3±1,77*
10 сутки					
Длина проростков, см	7,73±0,29	5,93±0,18*	5,67±0,23*	5,53±0,27*	5,17±0,18**
Длина корней, см	0,49±0,01	0,47±0,02	0,42±0,01*	0,41±0,02	0,39±0,01*
Количество корней, шт	18±0,91	17±0,41**	16±0,41***	15±0,58	14±0,58*
Масса 10 растений, мг	108,0±4,17	93,0±4,05	88,0±1,16*	85,7±1,47*	84,0±0,88*
15 сутки					
Длина проростков, см	8,24±0,16	8,07±0,18	7,95±0,07	7,83±0,09	7,81±0,16
Длина корней, см	0,56±0,02	0,55±0,03	0,53±0,01	0,41±0,02*	0,39±0,02**
Количество корней, шт.	19±0,58	16±0,58*	16±0,71*	15±1,16	15±0,91*
Масса 10 растений, мг	123,0±11,25	121,7±15,39	106,7±8,18	101,7±4,41**	95,7±0,33
20 сутки					
Длина проростков, см	8,28±0,06	8,11±0,06	7,58±0,23	7,53±0,30	7,34±0,13**
Длина корней, см	0,54±0,02	0,50±0,03	0,42±0,03	0,40±0,03*	0,40±0,02*
Количество корней, шт.	18±1	16±0,58	15±0,58	13±0,58*	13±0,91*
Масса 10 растений, мг	136,0±6,12	135,7±4,26	133,3±2,91	124,7±4,38	116,7±4,41

Примечание: здесь и далее \* – P < 0,05; \*\* – P < 0,01; \*\*\* – P < 0,001

Таблица 2

**Морфометрические показатели тимфеевки луговой**

Показатели	К	Концентрация нефти, мг/кг			
		300	1000	3000	10000
5 сутки					
Длина проростков, см	2,28± 0,08	1,95±0,06*	1,91±0,04*	1,87±0,04*	1,73±0,03**
Длина корней, см	0,22±0,01	0,16±0,01**	0,16±0,00**	0,16±0,01**	0,15±0,01**
Количество корней, шт	12±1	12±0,41	11±0,71	11±0,71	10±0,71
Масса 10 растений, мг	25,0± 1,53	21,6±1,34	21,3±1,45	21,3±0,33	20,3±0,33
10 сутки					
Длина проростков, см	5,29±0,05	4,95±0,10	4,77±0,04**	4,76±0,04**	4,30±0,15**
Длина корней, см	0,26±0,03	0,26±0,04	0,24±0,02	0,20±0,02	0,18±0,02
Количество корней, шт	16±1,16	15±1,36	14±0,41	13±1,53	12±0,58
Масса 10 растений, мг	38,0±0,91	38,0±2,52	36,0±1,23	36,0±1,16	35,0±1,53
15 сутки					
Длина проростков, см	5,68±0,13	5,37±0,02	5,27±0,12	5,19±0,10	4,85±0,10*
Длина корней, см	0,27±0,02	0,20±0,01*	0,19±0,01*	0,19±0,01*	0,17±0,02*
Количество корней, шт	16±1,36	15±1,00	13±1,00	12±0,58	12±0,58
Масса 10 растений, мг	37,3±2,67	33,3±3,18	34,0±1,73	33,3±0,67	30,3±0,88
20 сутки					
Длина проростков, см	5,28± 0,14	5,18±0,02	5,14± 0,01	5,14±0,01	4,62±0,08*
Длина корней, см	0,21±0,01	0,19±0,01	0,19±0,01	0,19±0,00	0,18±0,01
Количество корней, шт	19±1,00	18±0,91	17±0,71	17±0,91	15±1,00
Масса 10 растений, мг	35,0±1,16	34,0±0,58	33,7±1,77	31,0±1,00	31,0±0,58

Наибольшее снижение (% к контролю) длины проростков канареечника (кисточника) наблюдалось на 10 сутки и составляло 19%, количества корней на 15 сутки – 38% при максимальной концентрации нефти 10000 мг/кг, а наибольшее снижение длины корней составило 18% при той же концентрации на 5 сутки. Масса растений на протяжении всего

опыта оставалась почти на уровне контроля, лишь на 10 сутки отклонение от контроля составило 11% (табл. 3). Таким образом, было установлено, что все исследуемые у растений параметры снижаются при увеличении концентрации нефти в торфе. Анализ *всхожести семян* позволяет расположить растения по степени увеличения чувствительности в следующем ряду: *тимopheевка луговая* → *овсяница луговая* → *канареечник*.

Таблица 3

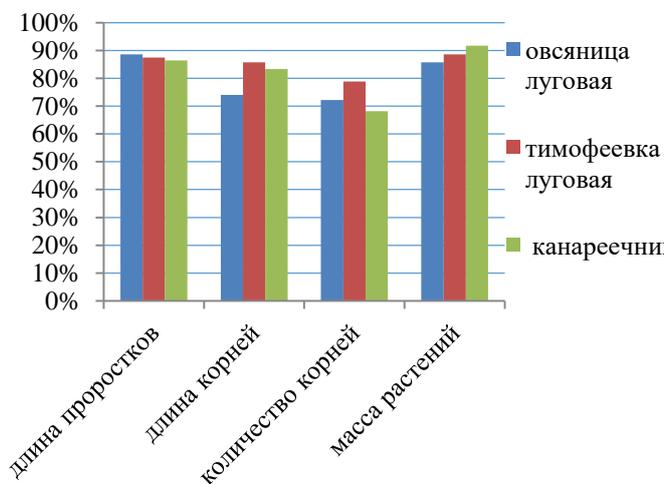
## Морфометрические показатели канареечника

Показатели	К	Концентрации нефти, мг/кг			
		300	1000	3000	10000
5 сутки					
Длина проростков, см	3,59±0,04	3,07±0,02**	3,07±0,04**	3,01±0,04**	2,97±0,03**
Длина корней, см	0,45± 0,02	0,41±0,01	0,39±0,03	0,38±0,01*	0,37±0,01*
Количество корней, шт	17±0,41	15±0,41*	14±0,41*	14±0,41*	14±0,41*
Масса 10 растений, мг	51,0±1,00	50,3±1,77	46,3±1,45	46,0±0,58*	45,7±1,20*
10 сутки					
Длина проростков, см	7,97±0,06	6,69±0,05***	6,68±0,10**	6,49±0,02***	6,45±0,09***
Длина корней, см	0,34±0,01	0,33±0,02	0,30±0,02	0,30±0,01*	0,29±0,02
Количество корней, шт	17±0,71	17±0,58	17±0,71	16±1,53	16±0,58
Масса 10 растений, мг	71,0±0,71	70,3±0,88	66,7±1,67	64,3±0,88**	63,0±0,58**
15 сутки					
Длина проростков, см	7,24±0,21	6,95±0,04	6,80±0,05	6,49±0,03*	6,28±0,09*
Длина корней, см	0,30±0,02	0,29±0,01	0,26±0,02	0,26±0,01	0,25±0,01
Количество корней, шт	24±0,71	19±0,41**	17±1,52*	16±0,91**	15±0,91**
Масса 10 растений, мг	71,3±1,11	68,0±0,58	67,3±1,45	67,0±1,53	63,3±0,67**
20 сутки					
Длина проростков, см	7,28±0,01	7,00±0,17	6,32±0,16**	6,30±0,05***	6,29±0,02***
Длина корней, см	0,30±0,01	0,30±0,03	0,27±0,02	0,25±0,02	0,25±0,03
Количество корней, шт	22±0,58	18±0,41*	16±1,23*	15±0,58**	15±0,71**
Масса 10 растений, мг	68,7±0,67	67,3±0,62	66,3±0,88	65,7±1,77	63,0±0,58**

По данным В.В. Дмитриевой и Г.А. Петуховой [6, с. 9], при действии нефтяного загрязнения в концентрации 1% по учету всхожести семян большую чувствительность проявила овсяница красная. В нашем эксперименте среди трех растений овсяница проявила умеренную чувствительность – вторая позиция, что, вероятно, связано с видовой спецификой. По изменению *длины проростков растений* значимых отличий не наблюдалось. Одним из самых чувствительных органов у растений оказывается корень, поскольку непосредственно контактирует с почвой. В отличие от побега развитие корневой системы осуществляется в условиях ослабленного генотипического контроля, допускающего огромную свободу фенотипического реагирования на особенности почвы. Это связано с тем, что почвенная среда обитания, где проходила эволюция корневых систем растений, является более неоднородной, неупорядоченной и непредсказуемой в разных точках по сравнению с воздушной средой обитания, в которой располагается побег [10, с. 18]. По данным анализа изменения длины и количества корней по степени увеличения чувствительности растения можно расположить в следующем порядке: изменение длины корней: *тимopheевка луговая* → *канареечник* → *овсяница луговая*; – количество корней растений: *тимopheевка луговая* → *овсяница луговая* → *канареечник*.

Л.В. Михайлова с соавторами также отмечали заторможенность роста травянистых растений. Особенно заметным было угнетение роста корней [14, с. 91–92]. Д.В. Зейферт и Л.М. Гамерова установили обратную зависимость между концентрацией нефти в почве и средней длиной надземной и подземной части растений кресс-салата (*Lepidium sativum*) [8, с. 80]. По данным Т.С. Шориной и О.Ю. Ермаковой установлено, что при минимальном загрязнении (3%) наиболее чувствительными видами к углеводородам в почве являются представители семейства Злаковых (Мятликовые Poaceae Barnhart.) [21, с. 165]. Т.В. Минникова с соавторами наблюдали снижение длины корней редиса посевного *Raphanus sativus* на 38–40% по сравнению с контролем на 30-е и 60-е сутки при загрязнении почвы нефтью в количестве 10% [13, с. 46]. В течение наблюдаемого периода масса растений регистрировалась достоверно ниже контрольных значений на 8% (канареечник) и на 14% (овсяница луговая). Торможение накопления зеленой массы злаков, видимо, объясняется тем, что в результате

обволакивания корневой системы нефтяными загрязнениями питательные вещества в нее не поступают. Одновременно в значительной мере ухудшается фотосинтез. В результате этих проявлений растения замедляют свой рост [7, с. 12]. К концу срока наблюдений (20 суток) у растений в максимальной концентрации нефти, 10000 мг/кг, наибольшие регистрируемые отличия от контрольных значений составляли: у овсяницы луговой – длина корня (26%), у канареечника – количество корней (31,8%) (рис. 2).



**Рис. 2.** Изменение морфологических показателей растений (% к контролю) в концентрации нефти 10000 мг/кг на 20 сутки опыта

**Выводы.** В результате проведенных исследований было установлено:

1. Наибольшие отклонения морфометрических показателей растений наблюдались при максимальной концентрации нефти в торфе, 10000 мг/кг.

2. Наибольшую чувствительность к нефтяному загрязнению проявил канареечник, менее – тимopheевка луговая.

3. Наибольшая изменчивость среди изученных тест – функций у всех растений под влиянием нефтяного загрязнения наблюдалась по количеству корней.

4. Определены наиболее устойчивые показатели: овсяница луговая – длина проростков, тимopheевка луговая – всхожесть, канареечник – масса растений.

#### Литература

1. Акатьева Т.Г. Использование метода вариационной статистики в экотоксикологии // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Курган, 2019. С. 179-183.
2. Акатьева Т.Г. Использование фитотестов в оценке качества почв // Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Курск, 2021. С. 222-227.
3. Высоцкая Л.Б., Ахтямова З.А., Архипова Т.Н. и др. Влияние ассоциации растений ячменя с бактериями – деструкторами нефти на содержание гормонов и рост растений ячменя на фоне нефтяного загрязнения // Экобиотех. 2020. Т. 3. №1. С. 51-58.
4. ГОСТ Р 56157-2014 Почва. Методики (методы) анализа состава и свойств проб почв. Общие требования к разработке дата введения 09.10. 2014. Приказ N9 1295-сг. М.: Стандартинформ. 2015. 23 с.
5. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. ОКС 13.080.05. Дата введения 2011-01-01.
6. Дмитриева В.В., Петухова Г.А. Влияние нефтяного загрязнения на морфофизиологические показатели некоторых травянистых растений // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2017. №2. С. 9.
7. Егоров А.Н., Щербаков Н.С. Влияние нефтяных загрязнений на рост и развитие травянистых растений // Инновационные исследования проблемы внедрения результатов и направления развития. Пермь (Уфа), 2017. С. 9-14.
8. Зейферт Д.В., Гамерова Л.М. Сравнительная оценка токсичности нефтей различных месторождений // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. №1. С. 79-83.
9. Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей природной среды. Приказ МПР РФ № 511 от 15.06.2001. <https://base.garant.ru/2158155/>
10. Мазунина Л.Е. Особенности анатомии и морфологии высших растений в условиях нефтяного загрязнения // Вестник Нижневартского государственного гуманитарного университета. 2009. №1. С. 16-18.
11. Маячкина Н.В. Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестник Нижегородского университета. 2009. №1. С. 84-93.
12. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. N2609-82 от 5 августа 1982 г.).
13. Минникова Т.В., Денисова Т.В., Колесников С.И. и др. Оценка агроэкологических показателей загрязненного нефтью чернозема Ростовской области при ремедиации мочевиной и гуматом калия // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. №1. С. 44-48.
14. Михайлова Л.В., Соколовская Е.А., Цулаия А.М. и др. Фитотоксичность органогенных почв (верховой торф), загрязненных нефтью // Проблемы региональной экологии. 2012. №2. С. 91-96.

15. Моторин А.С., Игловиков А.В. Развитие искусственно созданного на биологическом этапе рекультивации фитоценоза в условиях Крайнего Севера // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. №6 (247). С. 50-56.
16. Орлова Е.Е., Копцева Е.М., Веселова А.В. Почвенно-геоботаническая характеристика территории Ямало-Ненецкого автономного округа, подверженных аварийным разливам нефти // Почвенные ресурсы Сибири: вызовы XXI века. Новосибирск, 2017. С. 103-107.
17. Осипова Е.С., Петухова Г.А. Влияние нефтяного загрязнения на биохимические и физиологические показатели растений // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. №5-1. С. 131-135.
18. Петухова Г.А., Дмитриева В.В., Забродина Е.И. и др. Ответные реакции модельных тест-объектов на нефтяное загрязнение среды // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2017. №3. С. 98-107.
19. Утомбаева А.А., Петров А.М. Влияние нефтяных загрязнений на жизнедеятельность одно- и двудольных растений на рекультивированных аллювиальных луговых почвах // Химия и инженерная экология. Казань. 2020. С. 314-317.
20. Утомбаева А.А., Петров А.М., Кузнецова Т.В. и др. Влияние остаточного содержания нефтяных загрязнений в аллювиальной луговой почве на рост высших растений // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Киров. 2019. С. 126-128.
21. Шорина Т.С., Ермакова О.Ю. Оценка влияния различных доз нефти на динамику естественной растительности чернозема южного Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. №12 (131). С. 165-167.

### References

1. Akat'eva, T.G. 2019. Ispol'zovanie metoda variatsionnoi statistiki v ekotoksikologii. In *Aktual'nye problemy ekologii I prirodopol'zovaniya*, Kurgan, 179-183. (in Russ.).
2. Akat'eva, T.G. (2021). Ispol'zovanie fitotestov v otsenke kachestva pochv. In *Biotekhnologicheskie priemy proizvodstva I pererabotki sel'skokhozyaystvennoi produktsii, Kursk*, 222-227. (in Russ.).
3. Vysotskaya, L.B., Akhtyamova, Z.A., & Arkhipova, T.N. (2020). Vvliyanie assotsiatsii rastenii yachmenya s bakteriya-mi – destruktoraми нефти на содержание гормонов I рост растений yachmenya на фоне нефтяного загрязнения. *Ekobiotech*, 3(1). 51-58. (in Russ.).
4. GOST R 56157-2014 Pochva. Metodiki (metody) analiza sostava I svoystv prob pochv (2015). Obshchie trebovaniya k razrabotke data vvedeniya 09.10. 2014. Prikaz N9 1295-sg. Moscow.
5. GOST R ISO 22030-2009 Kachestvo pochvy. Biologicheskie metody. Khronicheskaya fitotoksichnost' v otnoshenii vysshikh rastenii. OKS 13.080.05. Data vvedeniya 2011-01-01.
6. Dmitrieva, V.V., & Petukhova, G.A. (2017). Vliyanie neflyanogo zagryazneniya na morfofiziolozhicheskie pokazateli nekotorykh travyanistykh rastenii. APRIORI. *Ceriya: Estestvennye I tekhnicheskie nauki*, (2). 9. (in Russ.).
7. Egorov, A.N., & Shcherbakov, N.S. (2017). Vliyanie neflyanykh zagryaznenii na rost I razvitie travyanistykh rastenii. In *Innovatsionnye issledovaniya problemy vnedreniya rezul'tatov I napravleniya razvitiya*, Perm' (Ufa), 9-14. (in Russ.).
8. Zeifert, D.V., & Gameraova, L.M. (2013). Sravnitel'naya otsenka toksichnosti neftei razlichnykh mestorozhdenii. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal*, 20(1). 79-83. (in Russ.).
9. Kriterii otneseniya otkhodov k klassam opasnosti dlya okruzhayushchei prirodnoi sredy. Prikaz MPR RF № 511 ot 15.06.2001. <https://base.garant.ru/2158155/>
10. Mazunina, L.E. (2009). Osobennosti anatomii I morfologii vysshikh rastenii v usloviyakh neflyanogo zagryazneniya. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta*, (1). 16-18. (in Russ.).
11. Mayachkina, N.V. & Chugunova, M.V. (2009). Osobennosti biotestirovaniya pochv s tsel'yu ikh ekotoksikologicheskoi otsenki. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta*, (1). 84-93. (in Russ.).
12. Metodicheskie rekomendatsii po gigienicheskomu obosnovaniyu PDK khimicheskikh veshchestv v pochve. N2609-82 ot 5 avgusta 1982 g.).
13. Minnikova, T.V., Denisova, T.V., & Kolesnikov, S.I. (2018). Otsenka agroekologicheskikh pokazatelei zagryaznennogo neflyu chernozema Rostovskoi oblasti pri remediatsii mochevinoi I gumatom kaliya. *Rossiiskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*, (1). 44-48. (in Russ.).
14. Mikhailova, L.V., Sokolovskaya, E.A., & Tsulaiya, A.M. (2012). Fitotoksichnost' organogennykh pochv (verkho-voi torf), zagryaznennykh neflyu. *Problemy regional'noi ekologii*, (2). 91-96. (in Russ.).
15. Motorin, A.S., & Igloukov, A.V. (2015). Razvitie iskusstvenno sozdannogo na biologicheskom etape rekul'tivatsii fitotsenoza v usloviyakh Krainego Severa. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki*, 6(247). 50-56. (in Russ.).
16. Orlova, E.E., Koptseva, E.M., & Veselova, A.V. (2017). Pochvenno-geobotanicheskaya kharakteristika territorii Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga, podverzhennykh avariinym razlivam nefli. In *Pochvennye resursy Si-biri: vyzovy XXI veka*, Novosibirsk, 103-107. (in Russ.).
17. Osipova, E.S., & Petukhova, G.A. (2014). Vliyanie neflyanogo zagryazneniya na biokhimicheskie I fiziologicheskie pokazateli rastenii. *Teoreticheskie I prikladnye aspekty sovremennoi nauki*, (5-1). 131-135. (in Russ.).
18. Petukhova, G.A., Dmitrieva, V.V., & Zabrodina, E.I. (2017). Otvetye reaktsii model'nykh test-ob'ektov na neflyanoie zagryaznenie sredy. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya I prirodopol'zovanie*, (3). 98-107. (in Russ.).

19. Utombaeva, A.A., & Petrov, A.M. (2020). Vliyanie neftyanykh zagryaznenii na zhiznedeyatel'nost' odno- I dvudol'nykh rastenii na rekul'btivirovannykh allyuvial'nykh lugovykh pochvakh. In *Khimiya I inzhenernaya ekologiya*, Kazan'. 314-317. (in Russ.).

20. Utombaeva, A.A., Petrov, A.M., & Kuznetsova, T.V. (2019). Vliyanie ostatochnogo sodержaniya neftyanykh za-gryaznenii v allyuvial'noi lugovoi pochve na rost vysshikh rastenii. In *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnykh I prirodno-tekhnogennykh 134reten*, Kirov. 126-128. (in Russ.).

21. Shorina, T.S., & Ermakova, O.Yu. (2011). Otsenka vliyaniya razlichnykh doz nefi na dinamiku estestvennoi rasti-tel'nosti chernozema yuzhnogo Orenburgskogo Predural'ya. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo univ-siteta*, (12 (131)). 165-167. (in Russ.).

---

Акатьева Т.Г. Влияние нефтяного загрязнения на рост и развитие *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Phalaris canariensis* // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2021. № 2(54). С. 127-134. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/17>

Akateva, T.G. (2021). The Influence of Oil Pollution on the Growth and Development of *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Phalaris canariensis*. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. (2(54)). 127-134. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/17>

---

дата поступления: 18.11.2020

дата принятия: 12.03.2021