

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
ECOLOGY AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT

Микробиологическая характеристика почвы Курганской области, загрязненной

ДДТ

**Microbiological characteristics of the soil of the Kurgan region contaminated with
organochlorine pesticides**



УДК 579.26

DOI 10.24411/2413-046X-2019-14009

Искакова Альфия Николаевна,

аспирант 3 курса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», inspekzia@bk.ru

A.N. Iskakova,

Kurgan State Agricultural Academy by T. S. Maltsev

Аннотация. Одной из серьезных экологических проблем является загрязнение природных объектов органическими пестицидами, обладающими высокой токсичностью и персистентностью. Почвы, которые подверглись загрязнению, приводят к гибели микроорганизмов, а также снижению ценных индикаторов регуляторы рН почвы и содержанию гумуса. Среди разнообразных химических экотоксикантов антропогенного происхождения к числу наиболее стабильных и опасных для окружающей среды и человека относятся хлорорганические пестициды, из которых ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и гексахлорциклогексан широко применялись в Курганской области в качестве инсектицидов для различных хозяйственных целей. Основной целью исследования являлось изучение остаточных концентраций хлорорганического пестицида ДДТ и его влияния на микробиологическую составляющую почв Курганской области. Исследования проводили в

2015-2017 гг. в детском лагере отдыха и досуга им. К. Мяготина Курганской области Белозерского района. Для определения остаточного количества ДДТ использовали метод газожидкостной хроматографии (хроматограф «Цвет 800»).

В результате было определено остаточное количество ДДТ в почве и его влияние на почвенную микробиологическую численность. Максимальное значение остаточного количества ДДТ наблюдали весной в 2016 году, имеющее следующие значения 0,309 мг/кг (при максимальном ПДК 1,923 мг/кг), а минимальное значение остаточного количества ДДТ наблюдали весной 2015 года соответственно 0,096 мг/кг (при максимальном ПДК 0,213 мг/кг). Полученные данные по остаточному количеству ДДТ превышают предельно допустимую концентрацию. Бактериологическим анализом определяли численность почвенных микроорганизмов: аммонификаторов, нитрификаторов, денитрификаторов, азотфиксаторов и микроорганизмов усваивающие минеральный азот. Бактериальный комплекс исследовали методом посева почвенной суспензии на стандартных питательных средах: на мясо-пептоном агаре (МПА), на крахмально-аммиачном агаре (КАА), на среде Виноградского, на среде Гетчинсона, на среде Эшби.

Проведенным исследованием установлено, что самые высокие показатели по всем видам микроорганизмов наблюдаются на контрольном варианте, а на вариантах с обработкой показатели ниже.

Summary. One of the major environmental problems is the pollution of natural objects with organic pesticides, which are highly toxic and persistent. Soils that have been contaminated, lead to the death of microorganisms, as well as reduce the valuable indicators of soil pH regulators and humus content. Among the various chemical ecotoxicants of anthropogenic origin, the most stable and dangerous for the environment and humans are organochlorine pesticides, of which DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) and hexachlorocyclohexane were widely used in the Kurgan region as insecticides for various economic purposes. The main purpose of the study was to study the residual concentrations of organochlorine pesticide DDT and its effect on the microbiological component of the soil of the Kurgan region. Research was carried out in 2015-2017 in the children's camp of rest and leisure. K. Myagotina, Kurgan region, Belozersky district,. Gas-liquid chromatography (chromatograph "Color 800") was used to determine the residual amount of DDT. As a result, there was definitely a residual amount of DDT in the soil and its effect on the soil microbiological abundance. The maximum value of the residual amount of DDT was observed in the spring of 2016, and amounted to 0.309 mg/kg (with a maximum MPC of 1,923 mg/kg), and the minimum value of the residual amount of DDT was observed in the spring of 2015, respectively, 0.096 mg/kg (with a maximum MPC of 0.213 mg / kg). During the study period, the

obtained data on the residual amount of DDT does not exceed the maximum permissible concentration. The bacteriological analysis determined the number of soil microorganisms: ammonifying, nitrifying, denitrifying, nitrogen-fixing bacteria and microorganisms assimilating mineral nitrogen. Bacterial complex was investigated by culturing soil suspension on standard nutrient media: meat-peptone agar (MPA), starch ammonium agar (KAA), on the viticultural environment, the environment of Hutchinson on the environment Ashby. The study found that the highest rates for all types of microorganisms are observed in the control variant, and in the variants with the treatment of indicators below.

Ключевые слова: почвы, пестициды, микроорганизмы, питательные среды, пробы, остаточное количество, ПДК (предельно допустимая концентрация).

Key words: soils, pesticides, microorganisms, culture media, samples, residual amount, MPC (maximum permissible concentration).

Введение

Сейчас много дискуссий ведется по проблемам окружающей среды, и это доказывает, что возрастает осознание ответственности за сохранение природы и ее рациональное использование. При не рациональной хозяйственной деятельности человека, интенсификации добычи и использовании природных ресурсов происходит серьезное загрязнение окружающей среды [1]. Пестициды являются экологическими факторами в окружающей среде, в связи с обширным кругом применяемыми людьми чужеродных соединений для защиты от сорных растений, вредителей культурных растений и насекомых являющиеся переносчиками инфекционных заболеваний. Следует признать, что пестициды представляют серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды [2].

В экологически неблагоприятных условиях важна роль микробной составляющей почвы, поскольку именно под воздействием микробных метаболитов происходит распад даже устойчивых металл-гумусовых комплексов [3].

Попадание пестицидов в почвенные ресурсы в больших количествах, во-первых, влияет на биологические свойства почвы: снижается численность микробной биоты, погибают беспозвоночные животные сапротрофного яруса, в котором происходит потребление и разложение органических остатков. Известно, что хлорорганические пестициды мигрируют по почвенному профилю, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении [4]. Последствия миграции и аккумуляции пестицидов в почвах трудно предвидеть и оценить [5].

Материал и методы исследования

Объектом исследований, проводимых 2015-2017 гг., являлся детский лагерь отдыха и досуга им. Коли Мяготина в Белозерском районе Курганской области, на котором с 1995 по 1997 год применяли ДДТ против иксодового клеща, а предметом исследования являлось уточнение содержания остаточного количества ДДТ в почве и его влияния на почвенные микроорганизмы.

Отбор проб осуществлялся в соответствии с руководящим документом [6].

Химические анализы почв проводили в Курганском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (далее ЦГМС филиала ФГБУ «Уральского УГМС»), а микробиологические анализы проводили на кафедре Экологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева».

Анализы проведены согласно руководящему документу [7]. Анализ численности микроорганизмов почвы проводили по общепринятым методикам [8].

Почвенные образцы отбирали в весенний и осенний периоды. Глубина отбора проб почвы составляла 0-20 см. Всего отобрано 96 проб в 16 точках. Точки отбора проб формировали по всей территории детского оздоровительного лагеря, в местах часто посещаемые детьми. За контрольный вариант выбран участок за территорией детского лагеря, на котором обработка ДДТ ранее не проводилась, а на 15 точках (территория лагеря) производилась обработка данным пестицидом. Площадь обследованной территории составила 6 га.

Задачи исследования: определить остаточные количества ДДТ, проанализировать влияние пестицида ДДТ на численность основных групп микроорганизмов в составе почвенных микробсообществ детского лагеря отдыха и досуга им. Коли Мяготина в Белозерском районе Курганской области.

Результаты исследования и их обсуждение

Применение ДДТ и его аналогов имело множество серьезных экологических последствий. В результате происходит загрязнение почвы, и заражение биосферы гибнут целые популяции полезных насекомых, рыб, птиц и других животных [11].

В результате исследования подтвердилось содержание остаточного количества ДДТ в почвах в указанные периоды. Согласно гигиеническим нормативам [13] ПДК ДДТ составляет 0,1 мг/кг .

Таблица 1 - Средние уровни содержания, случаи обнаружения остаточного количества (ОК) суммарного ДДТ на уровне равном или превышающем ПДК, размеры загрязненной почвы на территории детского лагеря отдыха и досуга им. Коли Мяготина в Белозерском районе Курганской области

Год	Среднее ОК, млн или мг/кг ($q_{ср}$)		ОК \geq ПДК					
			Случаи, % проб (q_{\max} в долях ПДК)		Площадь			
	весна	осень	весна	осень	га		Доля от обследованной, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	0,096	0,185	40,0 (2,13)	33,3 (10,25)	2,4	2,0	40,0	33,3
2016	0,309	0,175	33,3 (19,23)	60,0 (7,96)	2,0	3,6	33,3	60,0
2017	0,216	0,248	33,3 (12,88)	40,0 (19,13)	2,0	2,4	33,3	40,0

где, $q_{ср}$ - среднее значение ОК всех проб;

q_{\max} - максимальное содержание ОК из всех проб.

В исследуемой территории обнаружено ОК суммарного ДДТ. Максимальное значение наблюдается весной в 2016 году и составляет 0,309 мг/кг, а минимальное значение соответственно весной 2015 года 0,096 мг/кг. При максимальных уровнях соответственно 19,23 ПДК (1,923 мг/кг) и 2,13 ПДК (0,213 мг/кг). Такое поведение ДДТ объясняется сложившимися погодно-климатическими условиями области: в 2015 году средняя месячная температура воздуха составила 3,5⁰ С, а в 2016 году 3,0⁰С. Также повлияли и атмосферные осадки в 2015 году сумма осадков составило 38,8 мм, в 2016 году данный показатель был максимальным 40,5 мм.

Стойкость препарата в почве зависит от ее типа (почвы с повышенным содержанием органики накапливают пестициды в большем количестве, чем минеральные), рН, влажности, температуры, атмосферных осадков, почвенных микроорганизмов [12-15].

В исследованиях определяли численность почвенных микроорганизмов: аммонификаторов, нитрификаторов, денитрификаторов, азотфиксаторов и микроорганизмов усваивающие минеральный азот.

Таблица 2 – Численность микроорганизмов усваивающих минеральный азот и аммонификаторов в весенний период с 2015 по 2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы	
		Аммонификаторы МПА	Микроорганизмы усваивающие минеральный азот КАА
Контроль	2015 май	45,3	120,3
	2016 июнь	47,3	124,3
	2017 май	52,0	133,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	48,2	125,9
min/max	2015/2017	2,0/47,3	2,7/126,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 май	15,2	52,6
	2016 июнь	17,6	56,6
	2017 май	19,4 (17,4)	67,4 (58,9)
НСР 0,5 для частных различий	2015 -2017	20,4 (117,2%)	43,1 (73,2%)

По результатам наших исследований, проведенных в весенний период с 2015-2017 год, численность микроорганизмов аммонификаторов наблюдаются высокие показатели на контрольном варианте 45,3-52,0 тыс. КОЕ/г почвы, соответственно по вариантам минимальное значение 2,0 тыс. КОЕ/г почвы, а максимальное – 47,3 тыс. КОЕ/г почвы. Согласно таб.2 микроорганизмы усваивающие минеральный азот на контрольном варианте имеют следующие значения 120,3-133,3 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 3 - Численность микроорганизмов усваивающие минеральный азот и аммонификаторов в осенний период 2015-2017 гг.

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы	
		Аммонификаторы	Микроорганизмы усваивающие минеральный азот
Контроль	2015 сентябрь	55,7	190,3
	2016 сентябрь	60,3	193,3
	2017 сентябрь	61,7	201,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	59,2	194,9
min/max	2015/2017	9,3/60,3	40,0/193,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 сентябрь	19,8	104,3
	2016 сентябрь	24,5	110,4
	2017 сентябрь	26,2 (23,5)	121,5 (112,0)
НСР 0,5 для частных различий	2015- 2017	13,0 (55,3%)	40,7 (36,3%)

В осенний период численность аммонификаторов на контрольном варианте составила 55,7-61,7 тыс. КОЕ/г почвы, по вариантам минимальное значение 9,3 тыс. КОЕ/г почвы на 6 варианте, максимальное 60,3 тыс. КОЕ/г почвы на 12 варианте.

Микроорганизмы усваивающие минеральный азот среднее значение по контролю 194,9 тыс. КОЕ/г почвы, а среднее значение по вариантам от 104,3-121,5 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 4- Численность нитрификаторов в весенний период 2015-2017 г.

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Нитрификаторы
Контроль	2015 май	70,0
	2016 июнь	73,3
	2017 май	88,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	77,2
min/max	2015/2017	4,7/79,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 май	22,8
	2016 июнь	31,0
	2017 май	32,9 (28,9)
НСР 0,5 для частных различий	2015 май 2016 июнь 2017 май	18,3 (63,2%)

По численности нитрификаторов в весенний период наблюдали следующие значения на контрольном варианте 70,0-88,3 тыс. КОЕ/г почвы, а по вариантам минимальные значения на 4 варианте 4,7 тыс. КОЕ/г почвы, максимальные значения в 2017 на 3 варианте 79,3 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 5 -Численность нитрификаторов в осенний период 2015-2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Нитрификаторы
Контроль	2015 сентябрь	70,0
	2016 сентябрь	72,7
	2017 сентябрь	78,0
Среднее значение по контролю	2015-2017	73,6
min/max	2015/2017	3,3/70,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 сентябрь	29,4
	2016 сентябрь	34,1
	2017 сентябрь	35,5 (33,0)
НСР 0,5 для частных различий	2015 сентябрь 2016 сентябрь 2017 сентябрь	19,8 (60%)

Осенью нитрификаторы на контрольном варианте имеют значения 70,0 -78,0 тыс. КОЕ/г почвы, а по вариантам минимальные значения 3,3 тыс. КОЕ/г почвы, максимальные в 2017 на 13 варианте 70,3 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 6 -Численность денитрификаторов в весенний период 2015-2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Денитрификаторы
Контроль	2015 май	5,7
	2016 июнь	6,3
	2017 май	6,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	6,1
min/max	2015/2017	1,0/4,7
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 май	1,5
	2016 июнь	2,9
	2017 май	3,5
НСР 0,5 для частных различий	2015 май 2016 июнь 2017 май	1,8 (69,2%)

В весенний период денитрификаторы на контрольном показателе имеют численность 5,7-6,3 тыс. КОЕ/г почвы, а среднее значение по 15 вариантам 2,6 тыс. КОЕ/г почвы. Значения по вариантам варьируют от 1,0-4,7 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 7 - Численность денитрификаторов в осенний период 2015-2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Денитрификаторы
Контроль	2015 сентябрь	6,0
	2016 сентябрь	4,3
	2017 сентябрь	6,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	5,5
min/max	2015/2017	1,0/3,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 сентябрь	1,4
	2016 сентябрь	2,0
	2017 сентябрь	2,7
НСР 0,5 для частных различий	2015 сентябрь 2016 сентябрь 2017 сентябрь	1,7 (85%)

В осенний период 2015-2017 численности денитрификатов среднее значение по контролю 5,5 тыс. КОЕ/г почвы, среднее значение по вариантам ниже контрольного и составляет 2,0 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 8 -Численность азотфиксаторов в весенний период 2015-2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Азотфиксаторы
Контроль	2015 май	170,0
	2016 июнь	176,0
	2017 май	190,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	178,8
min/max	2015/2017	16,0/88,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 май	48,4
	2016 июнь	53,0
	2017 май	58,5 (53,3)
НСР 0,5 для частных различий	2015 -2017	48,1 (90,2%)

Численность азотфиксаторов весной в период с 2015-2017 на контроле 170,0-190,3 тыс. КОЕ/г почвы, на вариантах среднее значение по вариантам составила 53,3 тыс. КОЕ/г почвы.

Таблица 9 -Численность азотфиксаторов в осенний период 2015-2017 год

Варианты	Период	Численность микроорганизмов по группам, в тыс. КОЕ/г почвы
		Азотфиксаторы
Контроль	2015 сентябрь	120,0
	2016 сентябрь	122,7
	2017 сентябрь	133,3
Среднее значение по контролю	2015-2017	125,3
min/max	2015/2017	8,3/126,3
Среднее значение по вариантам (среднее значение за 3 года)	2015 сентябрь	46,1
	2016 сентябрь	50,0
	2017 сентябрь	57,2 (51,1)
НСР 0,5 для частных различий	2015 -2017	22,8 (44,6%)

В осенний период численность азотфиксаторов получили следующие значения на контроле 120,-133,3 тыс. КОЕ/г почвы, среднее значение по вариантам 51,1 тыс. КОЕ/г почвы.

В результате исследования почвенных микроорганизмов значения на контрольном варианте по всем видам микроорганизмов имеет численность выше, чем варианты с обработкой ДДТ. В ходе экспериментов было установлено, что численность микроорганизмов увеличивается к 2017 году в сравнении с первым годом исследования. А результаты, полученные по остаточному количеству ДДТ, варьируют.

Рассчитывали коэффициент минерализации К_м (КАА/МПА), в результате получили данные с 2015 -2017 в весенний и осенний периоды высокое значение на 6 варианте в 2015

году 12,89 и 15,37; 2016 год 10,44 и 12,65; 2017 году соответственно 10,30 и 14,45. Минимальные значения в 2015 -2017 гг. в весенний период на 15 варианте 0,10 и 0,15 и 0,19. В осенний период 2015-2017гг. минимальные значения на 12 варианте 0,83 и 0,69 и 0,90.

Число микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота (на КАА), было почти в 5 раз больше, чем микроорганизмов на МПА. Это означает, что заметно преобладают процессы минерализации.

Выводы

1. По многолетним наблюдениям ЦГМС филиала ФГБУ «Уральского УГМС» (с 1995г.), а также автора (с 2015-2017 гг.) за содержанием пестицидов на данной территории свидетельствуют о постоянном обнаружении суммарного ДДТ, несмотря на обработку детского лагеря против иксодового клеща с 1998 года другими препаратами. Остаточное количество ДДТ превышает ПДК.
2. В результате исследований было установлено, что под влиянием пестицида ДДТ изменяется биологическая активность почвы. Так как на вариантах, где была проведена обработка ДДТ против иксодового клеща, численность всех видов микроорганизмов имеет минимальные значения в сравнении с вариантами без обработки.

Список литературы

1. Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Напряженность экологической ситуации в регионах России: методика расчета и визуализация// География и природные ресурсы. – 2016. – №2. С. 166-174.
2. Забылов В.С., Крупнова Т.Г. Исследования содержания хлорорганических пестицидов в объектах окружающей среды на территории Челябинской области//Вестник ЮУрГУ. – 2014. – том 6. – № 3. – С.39-43.
3. Боер И.В., Борцова И.Ю., Полонская Д.Е. Микробиологическая характеристика почв пастбищ техногенно загрязненных территорий Красноярской области// Вестник КрасГАУ. – 2008. – №6. – С. – 13-18
4. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н.-Справочник по пестицидам/Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан, Т.Н. Пылова. – М.: Химия, 1985. – 352 с.
5. Горбылева А.И., Воробьев В.Б., Петровский Е.И.- Почвоведение/ А.И. Горбылева, В.Б.Воробьев, Е.И. Петровский. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 400 с.
6. РД 52.18.156 – 99 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора объединенных проб почвы и оценки загрязнения сельскохозяйственного угодья остаточными количествами пестицидов/ ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» – Обнинск, 2008. – 15 с.

7. РД 52.18.649-2011 Массовая доля галоидорганических пестицидов в пробах почвы. Методика измерений методом газожидкостной хроматографии/ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» – Обнинск, 2011. – 38 с.
8. Постовалов А.А. Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по микробиологии. / А.А. Постовалов – Курган: Курганская госсельхозакадемия, 2015 – 45 с.
9. Искакова А.Н., Кошелев С.Н. Антропогенная нагрузка на экологическое состояние почв Актуальные проблемы экологии и природопользования: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. – С. 24-27.
10. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 10 мая 2018 г. N 33 “Об утверждении гигиенических нормативов ГН 1. 2.3539-18 “Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды”.
11. Мельников Н.Н. Органические соединения хлора в окружающей среде / Н.Н. Мельников, С.Р. Белан // *Агрохимия*. – 1998. – № 10. – С. 83-93.
12. Попов В.Е. Адсорбция и миграция токсичных хлорорганических соединений в почвах: Автореф. дис. канд. сельхоз. наук – Ленинград: 1984. – 25 с.
13. Сметник А.А. Особенности поведения пестицидов в почве / А.А. Сметник, Ю.Я. Спиридонов // *Защита и карантин растений*. – 2002. – № 2. – С. 46-49.
14. Соколов М.С. Фотолиз, сорбция и миграция пестицидов в почвах и ландшафтах / М.С. Соколов, Л.Л. Кныр // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1973.– № 9. – С. 43-48.
15. Чекарева, Т.Г. Особенности разложения ДДТ в различных почвах в зависимости от гидротермических условий / Т.Г. Чекарева, Р.В. Галиулин, Н.Д. Ананьева, Н.В. Перфилова и др. // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1981. – № 10. – С. 29-34.

References

1. Tikunov, V.S., Cheresnaya O.Yu. Napryazhennost' ehkologicheskoy situacii v regionah Rossii: metodika rascheta i vizualizaciya// *Geografiya i prirodnye resursy*. – 2016. – №2. S. 166-174.
2. Zabylov, V.S., Krupnova, T.G. Issledovaniya soderzhaniya hlororganicheskikh pesticidov v ob"ektah okruzhayushchej sredy na territorii CHelyabinskoy oblasti//*Vestnik YUUrGU*. – 2014. – tom 6. – № 3. – S.39-43.
3. Boer, I.V., Borcova, I.YU., Polonskaya, D.E. Mikrobiologicheskaya harakteristika pochv pastbishch tekhnogenno zagryaznennyh territorij Krasnoyarskoj oblasti// *Vestnik KrasGAU*. – 2008. – №6. – S. – 13-18

4. Melnikov, N.N., Novozhilov K.V., Belan S.R., Pylova T.N.,- Spravochnik po pestitsidam/N.N. Melnikov, K.V., Novozhilov, S.R. Belan, T.N. Pylova, – M.: Khimiya. 1985. – 352 s.
5. Gorbyleva, A.I., Vorob'ev, V.B., Petrovskij, E.I. – Pochvovedenie/ A.I. Gorbyleva, V.B.Vorob'ev, E.I. Petrovskij. – M.: INFRA-M, 2012. – 400 s.
6. RD 52.18.156 – 99 «Okhrana prirody. Pochvy. Metody otbora obyedinennykh prob pochvy i otsenki zagryazneniya selskokhozyaystvennogo ugodia ostatochnymi kolichestvami pestitsidov/ FGBU «VNIIGMI-MTsD» – Obninsk. 2008. – 15 s.
7. RD 52.18.649-2011 Massovaya dolya galoidorganicheskikh pestitsidov v probakh pochvy. Metodika izmereniy metodom gazozhidkostnoy khromatografii/FGBU «VNIIGMI-MTsD» – Obninsk. 2011. – 38 s.
8. Postovalov, A.A. Metodicheskiye ukazaniya k vypolneniyu laboratorno-prakticheskikh zanyatiy po mikrobiologii. / A.A. Postovalov – Kurgan: Kurganskaya gosselkhozakademiya. 2015 – 45 s.
9. Iskakova, A.N. Koshelev, S.N. Antropogennaya nagruzka na ekologicheskoye sostoyaniye pochv Aktualnyye problemy ekologii i prirodopolzovaniya: materialy Vserossiyskoy (natsionalnoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod obshchey redaktsiyey S.F. Sukhanovoy. Kurgan: Izd-vo Kurganskoy GSKhA. 2018. – S. 24-27.
10. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 10 maya 2018 g. N 33 “Ob utverzhdenii gigienicheskikh normativov GN 1. 2.3539-18 “Gigienicheskie normativy sodержaniya pesticidov v ob”ektah okruzhayushchej sredy”.
11. Melnikov, N.N. Organicheskiye soyedineniya khloro v okruzhayushchey srede / N.N. Melnikov. S.R. Belan // Agrokhimiya. – 1998. – № 10. – S. 83-93.
12. Popov, V.E. Adsorbtsiya i migratsiya toksichnykh khlororganicheskikh soyedineniy v pochvakh: Avtoref. dis. kand. selkhoz. nauk – Leningrad: 1984. – 25 s.
13. Smetnik. A.A. Osobennosti povedeniya pestitsidov v pochve / A.A. Smetnik. Yu.Ya. Spiridonov // Zashchita i karantin rasteniy. – 2002. – № 2. – S. 46-49.
14. Sokolov, M.S. Fotoliz. sorbtsiya i migratsiya pestitsidov v pochvakh i landshaftakh / M.S. Sokolov. L.L. Knyr // Khimiya v selskom khozyaystve. – 1973. – № 9. – S. 43-48.
15. Chekareva, T.G. Osobennosti razlozheniya DDT v razlichnykh pochvakh v zavisimosti ot gidrotermicheskikh usloviy / T.G. Chekareva. R.V. Galiulin. N.D. Ananyeva. N.V. Perfilova i dr. // Khimiya v selskom khozyaystve. –1981. – № 10. – S. 29-34.