

«малые» профессиональные риски со «средней» производственно-обусловленной связью высокого уровня общей хронической заболеваемости.

2. Полученные результаты дают основание для разработки дифференцированных мероприятий, направленных на оптимизацию условий труда, снижение заболеваемости и ограничение профессиональных рисков у работниц молочных комбинатов «НМЗ» и «АМК».

Литература:

1. Василовский, А.М. Комплексная гигиеническая оценка молокоперерабатывающих предприятий Центральной Сибири / А.М. Василовский, А. П. Михайлуц, Г. Е. Сбитнев // Сибирское медицинское обозрение. – 2012. – № 4. – С. 53-56.
2. Баевский, Р.М. К проблеме физиологической нормы: Математическая модель функциональных состояний на основе анализа вариабельности сердечного ритма / Р.М. Баевский, А.Г. Черникова // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2002. – № 6. – С. 11-17.
3. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина. – 1997. – 235 с.
4. Белова, Л.В. Гигиеническая оценка производственной среды на молочном комбинате / Л.В. Белова, И.А. Мишкич, Г.А. Кресола // Гигиена и санитария. – 1996. – № 3. – С. 17-20.
5. Кураева, Н.Г. Гигиенические условия труда и профессиональный риск здоровью работников молокоперерабатывающих предприятий / Н.Г. Кураева, В.Ф. Спирин // Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: сборник научных трудов / Под ред. проф. В.Г. Макаровой. – Рязань, 2005. – Вып. 9. – С. 139-141.
6. Сбитнев, Г.Е. Гигиена труда и образ жизни работников автоматизированных молокоперерабатывающих производств: Автореф. дис. канд. мед. наук / Г.Е. Сбитнев. – Кемерово, 2013. – 23 с.

Рубин В.М.¹, Ильюкова И.И.¹, Володько И.К.²

ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВЕГЕТАЦИОННЫХ И ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность. Загрязнение почвы нефтепродуктами может приводить к нарушению нормального функционирования почвенной экосистемы, ухудшая ее физико-химические свойства и плодородие, что в результате приводит к негативному влиянию на развитие растений. В зависимости от уровня загрязнения происходят снижение энергии прорастания и всхожести семян, вплоть до полной гибели всходов,

уменьшение накопления биомассы, отклонения в развитии вегетирующих растений, а также снижение разнообразия растительности. Содержание нефтепродуктов в почвах Беларуси варьирует от фоновых значений (менее 5 мг/кг) до ураганных (более 100 000 мг/кг) [5]. В центре г. Минска диапазон концентраций нефтепродуктов в поверхностном слое почв составляет 80-31210 мг/кг, при этом более чем в 50% случаев их содержание превышает 500 мг/кг [3].

Нормирование нефтепродуктов в почве базируется на концепции предельно допустимых концентраций, обоснование которых основано на установлении подпороговых концентраций по пяти показателям вредности (общесанитарный, водно-миграционный, воздушно-миграционный, фитотранслокационный, фитотоксический) [1, 2, 4]. Данный подход к нормированию экзогенных химических веществ в почве характерен для всех постсоветских стран. В большинстве стран Европы используется система показателей качества почв – **Soil Screening Value**, сокращенно (**SVs, скрининговые уровни**). Устанавливаются пределы безопасного для человека содержания загрязняющего вещества в почвах и их границы, превышение которых позволяет оценить возможность использования почвы рассматриваемой территории для определенного вида деятельности.

Количественный подход к нормированию содержания нефтепродуктов в почвах в разных странах зависит как от характера региональной загрязненности среды, так и от эколого-географических условий, облегчающих или затрудняющих самоочищение среды. Поэтому допустимые уровни содержания нефтепродуктов в почвах в разных странах могут существенно отличаться. Например, в Литве норматив для селитебной зоны составляет 300 мг/кг, территорий заводов – 2000 мг/кг, территорий спецназначения – 5000 мг/кг; в Нидерландах фоновое содержание установлено на уровне 50 мг/кг, повышенная степень загрязнения почвы – 1000 мг/кг, «грязная» почва – 5000 мг/кг.

Цель исследования: оценить фитотоксическое действие нефтепродуктов на сельскохозяйственные культуры (редис, салат листовой, ячмень яровой и картофель) в условиях вегетационного и полевого опытов для дальнейшего обоснования подпороговой концентрации воздействия по фитотоксическому показателю вредности.

Материал и методы. Изучение токсичности нефтепродуктов проводили согласно методическим рекомендациям «Ускоренное гигиеническое регламентирование экзогенных химических веществ в почве» [4] и инструкции по определению дифференцированных гигиенических нормативов загрязнения почв [2].

Для проведения экспериментальных исследований использовали смесь нефтепродуктов в соотношении 1:1:1 по массе: осветительный керосин марки КО-20 по ТУ 38.401-58-10-01 производства ОАО «Нафтан», топливо дизельное автомобильное марки ЕН 590 по ТУ 38.401-58-296-2005 производства ОАО «Мозырский НПЗ», масло индустриальное марки И-

50А производства ОАО «Нафтан».

Объектами исследования служили сельскохозяйственные растения: ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L. sensu lato), сорт «Сябра»; салат листовой (*Lactuca sativa* L.), сорт «Витаминный»; редис (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*), сорт «Кармен»; картофель (*Solanum tuberosum* L.), сорт «Ласунак».

Исследования проводили на базе Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве. Модельный образец почвы характеризовался следующими показателями: содержание гумуса – 2,45%, $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ – 6,2, азота – 51,7 мг/кг возд. сух. массы, фосфора (P_2O_5) – 364,5 мг/кг, калия (K_2O) – 167,7 мг/кг. Содержание нефтепродуктов в почве не установлено.

Салат и редис, которые обладают коротким вегетационным периодом, высаживали в июне (летняя серия экспериментов) и сентябре (осенняя серия экспериментов), что обеспечило возможность оценки воздействия поллютанта на растения в разных условиях произрастания (длительность светового дня, температурный режим, освещенность). В соответствии с требованиями [2, 3] семена салата и редиса высевали по 30 штук в емкости, заполненные почвой, объемом 1 литр. Через неделю оценивали грунтовую всхожесть семян, после чего в контейнерах оставляли по 5 растений для дальнейших опытов. В летней серии экспериментов нефтепродукты вносили в концентрациях 200, 500, 800 и 1000 мг/кг, в осенней серии – 200, 500, 800, 1000, 1330, 1660 и 1990 мг/кг. Каждый вариант опыта состоял из 7 контейнеров.

Картофель выращивали в контейнерах объемом 5 литров, ячмень – объемом 1 литр. В каждый контейнер высаживали по 1 клубню картофеля, 20 семян ячменя. В опытах с ячменем после оценки грунтовой всхожести семян в каждом контейнере оставляли по 8 растений. Нефтепродукты вносили в почву в концентрациях 200, 500, 800 и 1000 мг/кг в опытах с ячменем, и 200, 500 и 1000 мг/кг в опытах с картофелем. Каждый вариант опыта состоял из 5 контейнеров.

Выбранные концентрации нефтепродуктов для постановки модельных опытов в вегетационных и полевых условиях основаны на ранее полученных результатах исследований фитотоксического действия в лабораторных условиях в чашках Петри.

В опытах оценивали грунтовую всхожесть семян, накопление биомассы и активность фотосинтетического аппарата листьев. Последнюю оценивали по показателю сбора переменной флуоресценции хлорофилла (Y), который отражает состояние фотосистемы II. Поскольку фотосистема II считается более чувствительной, чем фотосистема I, к стрессовым воздействиям различной природы, по ее состоянию принято оценивать реакцию растений на неблагоприятные внешние условия. Регистрацию параметров переменной флуоресценции проводили с помощью портативного флуориметра PAM-2100 («Walz» Германия) в пасмурную

погоду или в утренние часы, исключая попадание на объект прямых солнечных лучей.

При проведении полевых опытов площадь опытных делянок составляла: с ячменем – 3 м², с картофелем – 1,4 м², с редисом и салатом – 1 м². Посев семян и посадку клубней проводили вручную согласно нормам высева и посадки, принятым в агрономической практике. Нефтепродукты вносили в почву сразу после посева семян или посадки клубней. Созданные концентрации: 200, 500 и 800 мг/кг в опытах с редисом; 200, 500, 800 и 1000 мг/кг в опытах с ячменем яровым и картофелем; 500, 800, 1000 и 1300 мг/кг с салатом листовым. Повторность делянок – 3-кратная. После достижения культурами товарной зрелости оценивали урожайность.

Результаты исследований подвергали статистической обработке. В качестве характеристики группы для признаков с распределением, отличным от нормального, определяли медиану и интерквартильный размах (Me (25%; 75%)). Для сравнения двух независимых выборок использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни, а различия считали достоверными с учетом поправки Бонферрони. За уровень значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты. Наблюдения за ростом и развитием салата в летнем эксперименте на разных этапах онтогенеза не выявили негативного влияния на грунтовую всхожесть салата, которая колебалась в пределах 70,0-76,67%, что не превышает контрольный показатель более чем на 16% (83,30% в контроле) (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние нефтепродуктов на грунтовую всхожесть семян салата, сбор переменной флуоресценции и накопление биомассы растениями (июнь) в вегетационных опытах, Me (25%; 75%)

<i>Концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг</i>	<i>Всхожесть семян, %</i>	<i>Сбор переменной флуоресценции (Y), отн. ед.</i>	<i>Масса листьев салата (сырая), г</i>
Контроль	83,30 (63,33; 93,33)	0,66 (0,63; 0,68)	1,82 (1,43; 2,31)
200	70,00 (66,67; 86,67)	0,65 (0,63; 0,66)	1,65 (1,23; 2,42)
500	76,67 (66,67; 86,67)	0,65 (0,58; 0,67)	1,50 (1,13; 2,35)
800	73,33 (66,67; 86,67)	0,66 (0,63; 0,67)	1,42 (1,26; 2,05)
1000	73,33 (63,33; 80,00)	0,64 (0,62; 0,66)	0,95 (0,71; 1,41)*

* – различия статистически значимы относительно контроля, $p < 0,001$

Проведенные к концу вегетации замеры переменной флуоресценции не установили влияния нефтепродуктов на затухание фотосинтетической активности листьев. Как в контроле, так и во всех опытных вариантах, значения показателя Y находились на уровне 0,64-0,66 отн. ед., что составляет 79-81,5% от максимально возможных значений этого параметра у активно вегетирующих растений (0,81 отн. ед.). Вместе с тем при увеличении концентрации нефтепродуктов в почве отмечена тенденция к

снижению накопления биомассы листьями салата. В максимально примененной дозе различия с контролем были статистически значимы, масса листьев отличалась от контрольного показателя на 47,8% ($p < 0,001$).

В осенней серии экспериментов при ухудшении условий произрастания (длительность светового дня, температурный режим, освещенность) сельскохозяйственных растений негативное влияние поллютанта проявлялось более выражено. Грунтовая всхожесть салата при концентрации нефтепродуктов 800 мг/кг снижена в 2 раза ($p=0,024$), 1000 мг/кг в 2,7 раз ($p=0,01$), 1330 мг/кг в 9,5 раз ($p=0,01$), 1660 мг/кг в 6,3 раза ($p=0,01$), 1990 мг/кг в 9,5 раз ($p=0,01$). Минимально примененная концентрация 500 мг/кг негативного действия не вызывала (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние нефтепродуктов на грунтовую всхожесть семян салата, сбор переменной флуоресценции и накопление биомассы растением (сентябрь) в вегетационных опытах, Ме (25%; 75%)

<i>Концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг</i>	<i>Всхожесть семян, %</i>	<i>Сбор переменной флуоресценции (Y), отн. ед.</i>	<i>Масса листьев салата (сырая), г</i>
Контроль	63,33 (50,00; 80,00)	0,77 (0,75; 0,79)	0,56 (0,45; 0,72)
500	66,67 (46,67; 80,00)	0,77 (0,70; 0,79)	0,71 (0,59; 0,94)
800	30,00 (16,67; 40,00)*	0,76 (0,71; 0,82)	0,58 (0,47; 0,86)
1000	23,33 (13,30; 30,00)*	0,76 (0,69; 0,82)	0,61 (0,52; 0,91)
1330	6,67 (0,00; 10,00)*	0,76 (0,71; 0,79)	0,62 (0,42; 0,76)
1660	10,00 (6,67; 16,67)*	0,77 (0,76; 0,79)	0,54 (0,40; 0,68)
1990	6,67 (3,33; 10,00)*	0,79 (0,72; 0,80)	0,47 (0,40; 0,86)

* – различия статистически значимы относительно контроля, $p < 0,05$

Как и в летних опытах, результаты регистрации параметров переменной флуоресценции свидетельствуют о нормальном функционировании фотосинтетического аппарата у растений как контрольного, так и опытных вариантов. Нефтепродукты во всех концентрациях не оказывали негативного влияния на накопление биомассы листьями салата. Отсутствие негативного влияния на данный показатель при высоких концентрациях 1300-1990 мг/кг, на наш взгляд, связан с меньшим количеством произрастающих растений на контейнер (главным образом 1-3 растения) в результате низкой всхожести семян (6,67-10%), что обусловило лучшие условия для их произрастания, питания, и как следствие – накопления биомассы.

При летней посадке редиса нефтепродукты во всех испытанных дозах не оказывали негативного влияния на грунтовую всхожесть семян, а также на сбор переменной флуоресценции хлорофилла листьями растений (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние нефтепродуктов на грунтовую всхожесть семян редиса, сбор переменной флуоресценции хлорофилла листьями и накопление биомассы (июнь) в вегетационных опытах, Ме (25%; 75%)

Концентрация нефтепродукто в почве, мг/кг	Всхожесть семян, %	Сбор переменной флуоресценции (Y), отн. ед.	Масса листьев (сырая), г	Масса корнеплода (сырая), г
Контроль	90,0 (86,67; 96,67)	0,785 (0,78; 0,79)	24,9 (21,6; 27,8)	3,2 (2,5; 4,1)
200	93,33 (93,33; 93,33)	0,79 (0,78; 0,80)	23,8 (19,8; 30,3)	3,0 (2,7; 4,9)
500	86,67 (83,33; 96,67)	0,785 (0,76; 0,79)	8,8 (7,2; 11,6)*	3,4 (2,9; 4,6)
800	93,33 (80,00; 100,0)	0,79 (0,77; 0,80)	5,4 (4,2; 8,7)*	2,9 (2,2; 4,0)
1000	86,67 (83,33; 90,00)	0,79 (0,77; 0,80)	17,8 (15,4; 24,8)*	3,7 (3,2; 4,8)

* – различия статистически значимы относительно контроля; $p < 0,01$

Вместе с тем отмечено снижение накопления биомассы надземной части растения в концентрациях 500, 800 и 1000 мг/кг, соответственно, на 64,6% ($p=0,000$), 78,31% ($p=0,000$) и 28,51% ($p=0,006$). Несмотря на это, негативного влияния на накопление биомассы корнеплода не установлено.

Осенние опыты, проведенные с внесением более высоких концентраций нефтепродуктов, также не выявили негативного влияния на грунтовую всхожесть редиса и функционирование фотосинтетического аппарата растения (табл. 4). Грунтовая всхожесть семян в опытных группах варьировала в диапазоне 83,33-96,67% (в контроле – 90,00%); значения показателя Y находились на уровне 0,77-0,79 отн. ед. (в контроле – 0,79).

В осеннем опыте нефтепродукты во всех испытанных концентрациях, за исключением 200 мг/кг, оказывали ингибирующее действие на накопление биомассы редиса (ботвы и корнеплода). При содержании нефтепродуктов в почве в концентрации 500-1660 мг/кг отмечено снижение массы листьев на 22,22-30,55% относительно контроля, в концентрации 1990 мг/кг на 62,5% ($p=0,000$). В большей степени негативное действие поллютанта проявилось на накопление массы корнеплодов, которые являются хозяйственным урожаем для данной культуры. Нефтепродукты в дозе 500 мг/кг тормозили процесс образования корнеплода по сравнению с контролем на 33,33% ($p=0,002$), в дозах 800-1990 мг/кг в 2-3,4 раза (различия с контролем статистически значимы, $p<0,01$).

Таблица 4 – Влияние нефтепродуктов на грунтовую всхожесть семян редиса, сбор переменной флуоресценции хлорофилла листьями и накопление биомассы растением (сентябрь) в вегетационных опытах, Ме (25%; 75%)

<i>Концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг</i>	<i>Грунтовая всхожесть, %</i>	<i>Сбор переменной флуоресценции (Y), отн. ед.</i>	<i>Масса листьев (сырая), г</i>	<i>Масса корнеплода (сырая), г</i>
Контроль	90,00 (86,67; 96,67)	0,79 (0,78; 0,79)	21,6 (16,2; 32,1)	4,8 (3,6; 7,4)
200	90,00 (86,67; 96,67)	0,79 (0,72; 0,81)	19,8 (14,7; 27,0)	4,4 (3,4; 5,8)
500	96,67 (96,67; 96,67)	0,77 (0,77; 0,79)	15,0 (12,0; 19,8)	3,2 ** (2,8; 4,6)
800	86,67 (76,67; 93,33)	0,77 (0,75; 0,78)	16,8 (12,3; 25,8)	2,2 ** (1,8; 3,6)
1000	90,00 (90,00; 96,67)	0,78 (0,77; 0,79)	15,0* (12,3; 19,8)	2,4** (2,0; 3,2)
1330	86,67 (80,00; 93,33)	0,78 (0,77; 0,79)	14,4 (11,1; 23,1)	2,2 ** (1,6; 3,2)
1660	83,33 (76,67; 90,00)	0,78 (0,77; 0,78)	15,3 * (13,2; 21,3)	1,4 ** (1,2; 1,8)
1990	90,00 (86,67; 100)	0,79 (0,78; 0,79)	8,1 ** (6,0; 12,3)	1,6 ** (1,2; 2,4)

* – различия статистически значимы относительно контроля, $p < 0,05$

** – различия статистически значимы относительно контроля, $p < 0,01$

Наблюдения за растениями ячменя на ранних стадиях развития установили, что в условиях вегетационного опыта внесенные в почву нефтепродукты в концентрации 1000 мг/кг почвы снизили грунтовую всхожесть семян на 33,33% относительно контроля, однако различия статистически не значимы ($p = 0,086$). В более низких концентрациях показатель был на уровне контроля (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние нефтепродуктов на развитие ячменя ярового в вегетационных опытах, Ме (25%; 75%)

<i>Элементы структуры урожайности</i>	<i>Концентрация нефтепродуктов в почве</i>				
	<i>0 мг/кг (контроль)</i>	<i>200 мг/кг</i>	<i>500 мг/кг</i>	<i>800 мг/кг</i>	<i>1000 мг/кг</i>
Грунтовая всхожесть, %	75,0 (70,0; 80,0)	80,0 (80,0; 85,0)	80,0 (75,0; 80,0)	75,0 (75,0; 75,0)	50,0 (50,0; 60,0)
Количество колосьев на 1 растение, шт.	1,38 (1,38; 1,75)	1,88 (1,75; 2,00)	2,13 (2,00; 2,43)	2,29 (2,13; 2,38)	2,43 (1,75; 2,50)
Масса зерен в одном колосе, г	0,57 (0,53; 0,58)	0,60 (0,60; 0,63)	0,60 (0,55; 0,61)	0,65 (0,61; 0,67)	0,46* (0,44; 0,48)
Масса зерен с одного растения, г	0,79 (0,79; 0,92)	1,12 (1,09; 1,18)	1,29 (1,20; 1,42)	1,46 (1,43; 1,61)	0,78 (0,75; 1,12)

* – различия статистически значимы относительно контроля, $p < 0,05$

При увеличении концентрации вносимых нефтепродуктов отмечено стимулирование закладки колосьев в опытных образцах, хотя различия статистически не значимы относительно контроля. Количество колосьев на одно растение превышало контрольный показатель на 36,23% ($p=0,84$), 54,35% ($p=0,47$), 65,94% ($p=0,47$) и 76,09% ($p=0,84$) (концентрации 200, 500, 800 и 1000 мг/кг, соответственно). Отмечено также повышение массы зерна с одного растения в концентрациях 200, 500 и 800 мг/кг на 41,77%, 63,29% и 84,81%, соответственно, хотя различия статистически не значимы. В концентрации 1000 мг/кг показатель не отличался от контроля и составил 0,78 г ($p=0,8$), хотя количество колосьев на одно растение было максимальным (2,43). Увеличение массы зерен с одного растения при увеличении концентрации поллютанта связано главным образом с соответствующим увеличением количества колосьев на одно растение. Поэтому в данном случае более правильно оценивать массу зерен в одном колосе. Установлено, что нефтепродукты в концентрации 1000 мг/кг снизили массу зерен в одном колосе на 19,3% ($p=0,036$). В диапазоне концентраций 200-800 мг/кг негативного влияния не отмечено.

Результаты испытаний влияния нефтепродуктов на накопление биомассы картофелем представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Влияние нефтепродуктов на накопление биомассы клубнями картофеля в вегетационных опытах, Ме (25%; 75%)

<i>Концентрация нефтепродуктов в почве</i>	<i>Масса клубней одного растения, г</i>
0 мг/кг (контроль)	258,80 (223,60; 310,40)
200 мг/кг	235,60 (224,40; 289,40)
500 мг/кг	364,20 (195,80; 442,60)
1000 мг/кг	402,80 (241,60; 654,60)

При концентрациях нефтепродуктов в почве 500 и 1000 мг/кг отмечена тенденция к накоплению биомассы клубней на 40,73% и 55,64%, соответственно, хотя различия статистически не значимы. Поллютант в концентрации 200 мг/кг не оказывал влияния на развитие клубней, их масса составила 235,60 г.

В полевых опытах при увеличении концентрации нефтепродуктов в почве отмечена тенденция к снижению урожайности редиса (корнеплод) на опытных делянках. При концентрации поллютанта 200 мг/кг урожайность снижена на 17,91%, 500 мг/кг – на 18,43%, 1000 мг/кг – на 22,85% относительно контроля, однако различия статистически не значимы. Негативного влияния на урожайность салата, ячменя и картофеля не выявлено (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние нефтепродуктов на урожайность сельскохозяйственных культур, выращенных в полевых условиях, Ме (25%; 75%)

Концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг	Урожайность с деланки, г			
	Редис	Салат	Ячмень яровой	Картофель
Контроль	1010,3 (903,1; 1125,2)	3704,5 (3506,8; 4046,0)	211,6 (208,5; 221,6)	4676,4 (4397,5; 4809,1)
200	829,4 (696,9; 915,2)	н.и.	242,1 (211,8; 254,8)	4773,3 (4583,7; 5190,8)
500	824,1 (602,5; 857,3)	3483,5 (2995,6; 3616,6)	232,7 (212,8; 241,5)	5044,7 (4329,4; 5045,2)
800	779,40 (704,5; 1100,1)	3535,4 (3443,7; 3632,4)	203,2 (175,0; 247,3)	4624,9 (4112,5; 4892,8)
1000	н.и.	3986,7 (3736,3; 4221,6)	218,5 (210,4; 250,3)	4655,9 (4487,8; 4908,5)
1300	н.и.	4048,3 (3608,8; 4085,4)	н.и.	н.и.

н.и. – не исследовалось

Выводы:

1. Подпороговая концентрация нефтепродуктов в почве по показателю фитотоксического действия «грунтовая всхожесть сельскохозяйственных растений» составляет 500 мг/кг.

2. Подпороговая концентрация нефтепродуктов в почве по показателю фитотоксического действия «снижение накопления биомассы сельскохозяйственными растениями» составляет 200 мг/кг.

3. В вегетационных и полевых опытах наиболее чувствительной культурой к воздействию нефтепродуктов является редис, что позволяет рекомендовать его в качестве фито-индикатора при оценке фитотоксического действия данного поллютанта.

4. При ухудшении условий произрастания (длительность светового дня, температурный режим, освещенность) увеличивается негативное действие нефтепродуктов на ростовые процессы растений.

5. Нефтепродукты, оказывая фитотоксическое действие на продуктивность сельскохозяйственных культур, не затрагивают первичных фотохимических процессов, связанных с запасанием лучистой энергии, тем самым не влияя на накопление биомассы растениями.

6. В полевых опытах ингибирующего действия нефтепродуктов на урожайность сельскохозяйственных культур в испытанных дозах не установлено.

Литература:

1. Гончарук, Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: руководство / Е.И. Гончарук. – М.: Медицина, 1986. – 320 с.

2. Инструкция по определению дифференцированных гигиенических нормативов загрязнения почв / ГУ «Респ. науч. – практ. центр гигиены»; авт. проф. С.М. Соколов [и др.] : утв. гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь М. И. Римжей

27.04.2007 г., №021-0407. – Минск, 2007. – 85 с.

3. Охрана окружающей среды и природопользование города Минска / Г.Н.Тишиков [и др.]; под общ. ред. М.Г. Германчук, А.Н. Боровикова, М.А.Амбрасевич. – Минск: Издат. центр БГУ, 2005. – С. 53-55.

4. Ускоренное гигиеническое регламентирование экзогенных химических веществ в почве : метод. рекомендации / Белор. науч.- исслед. сан.-гиг. ин-т; авт. : А.Н. Котеленец [и др.] : утв. гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь В.П. Филоновым 13.11.2000 г., № 127-0010. – Минск, 2000. – 52 с.

5. Хомич, В.С. Загрязнение почв нефтепродуктами в Беларуси / В.С. Хомич // Природные ресурсы. – 2005. – № 2. – С.43-57.

Рубин В.М., Кремко Л.М., Малиновская С.К.

ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСЛОКАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ПОЧВЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ И ВЛИЯНИЕ ИХ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКЦИИ

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность. Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами при их производстве, применении, переработке и транспортировке может приводить к транслокации нефтяных углеводородов из почвы в растения, в том числе сельскохозяйственные культуры, накоплению и в дальнейшем поступлению в организм человека. Также не менее важным является влияние поллютанта на органолептические свойства сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования: изучение уровня миграции нефтяных углеводородов из почвы в сельскохозяйственные культуры и влияния их на органолептические свойства продукции растительного происхождения.

Материал и методы. Для проведения экспериментальных исследований использовали смесь нефтепродуктов в соотношении 1:1:1 по массе: осветительный керосин марки КО-20 по ТУ 38.401-58-10-01 производства ОАО «Нафтан», топливо дизельное автомобильное марки ЕН 590 по ТУ 38.401-58-296-2005 производства ОАО «Мозырский НПЗ», масло индустриальное марки И-50А производства ОАО «Нафтан».

Объектами исследования служили сельскохозяйственные культуры: ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L. sensu lato) сорт «Сябра», салат листовой (*Lactuca sativa* L.) сорт «Витаминный», редис (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) сорт «Кармен», картофель (*Solanum tuberosum* L.) сорт «Ласунак».

Выращивание культур проводили в полевых условиях на базе Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве. Модельный образец почвы характеризовался следующими показателями: содержание гумуса 2,45 %, $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ – 6,2, азота 51,7 мг/кг, фосфора (P_2O_5) – 364,5 мг/кг, калия (K_2O) –