

СРЕДСТВО ДЛЯ БОРЬБЫ С МУРАВЬЯМИ НА ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКАХ НА ОСНОВЕ ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ И НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ

О. Г. ГОРОВЫХ, К. Ф. САЕВИЧ

Общество с ограниченной ответственностью «Белспецкомилект»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220070

(Поступила в редакцию 21.10.2023)

В статье рассмотрены популярные средства борьбы с муравьями. Отмечено, что все эти средства содержат в своей основе инсектициды, что небезопасно как для человека, так и для окружающей среды. Все представленные на рынке средства для борьбы с муравьями направлены на уничтожение членистоногих, в то время как они имеют свою незаменимую роль в экосистемах. Поэтому для освобождения приусадебных участков от муравьев, без их уничтожения, рассматривается разработанный авторами репеллент, который включает неорганическую часть, являющуюся адсорбентом для высокомолекулярных смол, асфальтенов и асфальтеновых кислот, а именно: мелкодисперсный дигидрат сульфата кальция и органическую часть, состоящую из шлама, образующегося при механической очистке вертикальных стальных резервуаров после хранения в них сырой нефти месторождения Приграничное. Приведены полученные авторами характеристики нефтяного шлама (влажность, содержание летучих соединений, плотность, растворимость), а также содержание отдельных составляющих и методики, используемые для определения данных показателей. Дигидрат сульфата кальция получается из фосфогипса – отхода Гомельского химического завода – с такими характеристиками, как дисперсность не более 100 мкм и влажность не более 0,01 % масс, что достигается при использовании флеш-сушилки. Представлена последовательность приготовления рассматриваемого репеллента от муравьев и примеры его апробации (применения) на приусадебных участках в нескольких областях Беларуси.

Ключевые слова: пестициды, садовые муравьи, приусадебные участки, нефтяные шламы, фосфогипс, мелиорант.

The article discusses popular means of fighting ants. It is noted that all these products contain insecticides, which is unsafe for both humans and the environment. All ant control products on the market are aimed at killing arthropods, while they have their irreplaceable role in ecosystems. Therefore, to free household plots from ants, without destroying them, a repellent developed by the authors is considered, which includes an inorganic part, which is an adsorbent for high-molecular resins, asphaltenes and asphaltenic acids, namely: fine calcium sulfate dihydrate, and an organic part consisting of sludge formed during mechanical cleaning of vertical steel tanks after storing crude oil from the Prigranichnoye field. The characteristics of oil sludge obtained by the authors (humidity, content of volatile compounds, density, solubility), as well as the content of individual components and methods used to determine these indicators are presented. Calcium sulfate dihydrate is obtained from phosphogypsum – a waste product from the Gomel Chemical Plant with such characteristics as dispersion of no more than 100 microns and moisture content of no more than 0.01 % by weight, which is achieved using a flash dryer. The sequence of preparation of the ant repellent in question and examples of its testing (application) on household plots in several regions of Belarus are presented.

Key words: pesticides, garden ants, garden plots, oil sludge, phosphogypsum, ameliorant.

Введение

В последнее время остро встает проблема подавления численности муравьев, обитающих на приусадебных участках: грядках, лужайках, под деревьями и кустарниками, в теплицах, палисадниках, террасах и других хозяйственных постройках, включая жилые помещения. Муравьи – необходимое звено в экологической системе, однако именно на приусадебных участках вред, который они наносят, наиболее заметен и раздражает садоводов. Муравьи вредят культурным, фруктовым и декоративным растениям, уничтожая их корневища. Перемещаясь по растениям, муравьи могут переносить грибковые и бактериальные инфекции, вызывающие болезни овощей и декоративных культур, что приводит к снижению как урожая, так и качества получаемой продукции, особенно ягодных культур. Муравьи раскисляют почву, что требует дополнительного известкования участков, на которых они расселились. Быстрая скорость размножения, частое деление семьи муравьев обеспечивает им выживание после процедур уничтожения, и они продолжают интенсивно заселять огородные и садовые участки.

В настоящее время разработано и используется достаточно много средств для борьбы с садовыми муравьями. В [1] описан состав, включающий порошок буры/борной кислоты и яичный желток в следующем соотношении: на один желток 40–60 г буры/борной кислоты. Метод основан на заглатывании насекомыми приманки, приводящей к обезвоживанию организма насекомого под действием буры/борной кислоты. Средство имеет недостатки: а) доступ к буре небезопасен для домашних и диких животных и птиц, хотя бура в малых дозах и не является ядовитым веществом (ЛД₅₀ для крыс 2,66 г/кг) [2], б) через несколько недель после обработки муравьи возвращаются, что приводит к необходимости повторной и многократной обработки.

Известны также составы для борьбы с муравьями, где в качестве инсектицидной компоненты используются такие органические вещества, как диазинон [3], бендискарб [4], хлорпирифос [5], гидрометилнон или их смеси, а также пропетафос, флуваменат, хлортерофос [4], ципермитрин, цигалотрин, дифлутрин, фенвалерат [6], бифентрин, этофенпрокс, трапаментрин или их смеси, причем в качестве приманок могут быть использованы мед, ореховое и иные масла [6], крахмал, лактоза и т.д. Опрос специалистов, реализующих средства против муравьев в Минской, Витебской и Гродненской областях показал, что наибольшей популярностью из предлагаемых торговлей препаратов пользуются – «Гром-2» (средство для защиты садовых растений от муравьев) выпускается российской Фирмой «Зеленая Аптека Садовода» и препарат «BROS», производящийся в Польше, которые содержат соответственно диазинон и хлорпирифос. Диазинон блокирует выработку фермента, отвечающего за работу нервной системы муравьев. У них начинаются судороги, приводящие к параличу и гибели. К тому же он активно всасывается корневой системой растений и защищает их от вредителей в течение 2–3 недель. Но диазинон высокотоксичен для млекопитающих, птиц, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов, умеренно токсичен для рыб. В [7] приведены результаты анализа воздействия инсектицида на основе диазинона на дождевых червей – одного из главных гумусобразующих элементов почвы, которые показали, что препарат оказывает высокотоксичное действие. При производственной концентрации (3 г/м²) на третьи сутки живых дождевых червей оставалось только 60 %. А для медоносной пчелы диазинон при контактном и кишечном действии высокотоксичен [8, 9]. Даже при самой низкой норме применения диазинона 0,5 кг/га в форме препарата «Ба-зудин», его отложения на соцветиях растений делают их опасными для медоносной пчелы в течение 3,0 суток, а для самок пчелы-листореза – 5,5 суток. Контакт пчел-сборщиц с обработанными диазиноном растениями только в день его применения приводит к гибели 4,5 % особей в семьях [10]. Основными продуктами трансформации инсектицида в почве являются пиримидинолы, которые имеют длительный цикл полураспада (DT50 составляет 124–131 дней) [11]. Стоит отметить, что влияние продуктов распада пестицидов на объекты природной среды на данный момент изучено недостаточно по причине сложных вариантов их взаимодействия с элементами основных компонентов биотопа и с другими химическими соединениями [12]. Продукты распада также небезопасны для живых организмов. Хлорпирифос попадает в организм насекомых через дыхательную систему и парализует нервную систему. В почве химикат удерживается в течение 110–120 дней, а против вредителей он остается эффективным около 1–2 месяцев. Хлорпирифос также высокотоксичен для млекопитающих, птиц, рыб, донных микроорганизмов и водных беспозвоночных, то есть после каждого дождя идет интенсивная миграция хлорпирифоса и активное отрицательное воздействие на водные объекты. Таким образом, применение его является небезопасным для окружающей среды, также как и сами производства, выпускающие пестициды. Как указывает Шильникова Н. В. [12], «избыточное и несбалансированное применение пестицидов, необходимых для защиты агрофитоценозов от вредителей, приводит к загрязнению природной среды».

Известно, что углеводородные растворители помогают в уничтожении насекомых [13], однако они огнеопасны, дорогостоящи, легко испаряются и теряют при испарении свой эффект. В Derwent HU–A–462649 указано, что количество алифатического углеводорода в таких средствах составляет 30–45 % масс, а в воздух переходит до 50 % масс от общего содержания углеводородной компоненты.

Анализ литературных данных и практики применения различных приманок с инсектицидами показывает, что с их помощью далеко не всегда удается избавиться от муравьев даже в помещении, не говоря уже об открытых пространствах, а многократное применение приводит к небезопасному накоплению инсектицидов в почве. Таким образом, существует необходимость в усовершенствовании средств для борьбы с садовыми муравьями с использованием углеводородов, пригодных для применения в условиях садового участка.

Цель исследования: разработка средства (репеллента) для борьбы с муравьями на приусадебных участках на основе дигидрата сульфата кальция и нефтяных шламовых отходов, которое безопасно и малотоксично для человека и животных.

Основная часть

При разработке репеллента от садовых муравьев использовались:

А) *Нефтяной шлам*, образующийся при механической очистке (вручную скребком) вертикальных стальных резервуаров после хранения в них в течение 2 лет сырой нефти месторождения Приграничное, находящегося в северной части Прикаспийской впадины, недалеко от г. Уральск (Республика Казахстан). Образовавшийся при очистке шлам в дальнейшем хранился в кубовых пластмассовых контейнерах примерно 1,5 года. Взятый на исследование шлам представлял собой однородную

субстанцию черного цвета, по консистенции напоминающую мягкий пластилин. Обычно нефтяные шламы – это сложные системы, состоящие из органической части, воды и минеральной части (песка глины, ила, продуктов коррозии резервуаров), в среднем нефтяные осадки содержат (% масс), органическая часть 10–15, вода 30–85, твердые 13–46 [14], и при этом их состав коррелирует с составом нефти данного месторождения. Нефть месторождения Приграничное относится к малосмолистым 4,1–7 %, со следами сульфидов и асфальтенов [15]. Органическая часть – это сложная смесь углеводородов (парафины, нафтены, алкилбензолы, нафталины) и неуглеводородных соединений (гетероатомные: смолы и асфальтены). В резервуарах образуются шламы, представляющие собой водно-масляную эмульсию, которая при хранении подвергается преобразованию, приводящему к потере легких летучих фракций, осмолению и окислению, в результате протекания реакций окисления, полимеризации, поликонденсации. В общем повышается содержание карбенов, карбоидов, масел и смол тяжелой нефтяной фракции. Парафиновый ряд нетоксичен для живых организмов, в то время как смолы и асфальтены определяют агрессивность шлама. В состав смол и асфальтенов входят полициклические ароматические соединения, содержащие серу, кислород, азот и микроэлементы. Микроэлементы включают как нетоксичные – железо, магний, кремний, кальций, фосфор и т.д., так и токсичные – ванадий, никель, кобальт, свинец, медь, ртуть, молибден и др.

Б) *Фосфогипс* – отход производства экстракционной фосфорной кислоты, продукции ОАО «Гомельский химический завод» (ГХЗ). Ежегодно на ГХЗ образуется 650–800 тыс. т твердых отходов фосфогипса [16], а общее количество отходов фосфогипса на ГХЗ по состоянию на 2022 год оценивается в 23,06 млн тонн [17, с.100].

Для получения дигидрата сульфата кальция из фосфогипсовых отходов проводили удаление сорбционной воды, т.к. влажность отвального фосфогипса составляет 13–28 %, и в таком состоянии он непригоден для приготовления средства для отпугивания муравьев. Удаление сорбционной влаги из фосфогипса осуществлялось на флеш-сушилке до остаточной влажности не более 0,01 % масс. Выбор фосфогипса был обусловлен его мелиоративными и адсорбционными свойствами. Асфальто-смолистые вещества, как соединения ненасыщенные и содержащие группы атомов с большой химической энергией, удерживаются на поверхности твердых адсорбентов: отбеливающих глин, силикагеля, окиси алюминия и т.д. Именно для адсорбционного удержания высокомолекулярных органических веществ и был выбран мелкодисперсный дигидрат сульфата кальция.

Влажность дигидрата сульфата кальция определяли с использованием анализатора влажности «Элвиз-2С», в котором реализован термогравиметрический экспресс-метод. Концентрация воды в шламах определялась по методу Дина-Старка [18]. Количество влаги и летучих компонентов в шламах определяли по [19]. Анализ углеводородного состава проводили согласно методике количественного определения смолистых и асфальтеновых веществ по Маркуссону.

Свободные асфальтеновые кислоты выделяли последовательным растворением в бензоле, а затем добавляли этиловый спирт. Асфальтеновые кислоты остаются в растворе, а асфальтены, смолы и масла выпадают в осадок. Содержание асфальтеновых кислот в бензольно-спиртовом растворе определяли титрованием. Осадок после добавления спирта отфильтровывали и растворяли в бензоле и постепенно приливали бензин. При этом асфальтены выпадают в осадок. Осадок отфильтровывали, промывали на фильтре бензином и сушили. Раствор после отделения асфальтенов упаривали. После упаривания вычисляли содержание асфальтеновых кислот, асфальтенов и суммы нейтральных смол и масел.

Установлены следующие характеристики нефтяного шлама месторождения Приграничное:

влажность $W= 19\pm 1$ %; плотность $\rho=0,92\pm 0,02$ г/см³; pH водной вытяжки – 7,5; растворимость в 100 г растворителя: в ацетоне – 1,9 г, керосине – 5,4 г, бензине 2,3 г; содержание твердых нерастворимых 39±1 %; содержание асфальтенов – 0,25 %; нейтральных смол – 5,0 %; асфальтеновых кислот – 0,27 %; летучих – 12 %.

Минеральная часть шлама содержит следующие компоненты (% масс. от массы твердых компонентов): SiO₂ (кварцевый песок) – механическая примесь, приносимая извне, около 20; Fe₂O₃ и Fe(OH)₃ – 70; RO – двухвалентные металлы, примерно 10.

Учет количества муравьев проводили как визуально, так и с использованием следующей методики. На территории, где был вскрыта колония муравьев, помещали тонкий отрезок твердой бумаги длиной 5 см. Фотографировали данный участок, где находился отрезок бумаги, цифровым фотоаппаратом. Обработывали поверхность средством от муравьев и проводили фотографирование участка с размещенным отрезком бумаги через 10, 20 и 30 минут. С использованием фоторедактора Photoshop обозначали участок со стороной 5 см и подсчитывали на нем количество муравьев. Повторностей на садовом

участке на одних видах муравьев – от 3 до 10 (в зависимости от обнаруженных хозяевами участка муравьиных колоний). При достижении числа муравьев не более 2, считали акт отпугивания положительным.

Приготовление отпугивающего муравьев состава в виде порошка:

1. Порцию нефтяного шлама, образовавшегося при механической очистке стенок резервуаров, смешивали с дигидратом сульфата кальция в соотношении по массе 1:5.
2. Смесь гомогенизировали с использованием лабораторной мельницы до образования однородной рассыпчатой массы.
3. Полученную массу просеивали через сито с размером ячеек 1000 мкм.
4. Оставшиеся на сите крупные частицы (больше 1000 мкм) дополнительно измельчали с добавлением 10 % масс дигидрата сульфата кальция от массы непросеянной фракции, и затем еще раз просеивали через сито 1000 мкм.

Для проверки фитотоксичности состава для муравьев были проведены дополнительные исследования опираясь на ГОСТ Р ИСО 22030-2009 [20]. В качестве тест объекта был выбран овес посевной (*Avena sativa* L), семена которого предварительно калибровали, исключая использование некачественных. Использовалось естественное освещение, расстояние от окна 25 см, для исключения влияния искусственного светового потока на всхожесть тест-семян. Температура в лаборатории колебалась в интервале 21,0–21,8 °С. Опыты проводились в январе.

В качестве вегетационных сосудов использовали полимерные прямоугольные емкости размером 12x17x см², объемом (рис. 1.).



Рис. 1. Емкости для биотестирования

В каждую емкость поместили по 400±0,5 г земли (земля для овощных культур приобретена в магазине) уплотнили и на поверхность двух лотков внесли по 0,5 г средства от муравьев (рис. 2.). Влажность почвы исходная 51,2±0,7 %. Контроль два лотка с незагрязненной нефтью почвой.

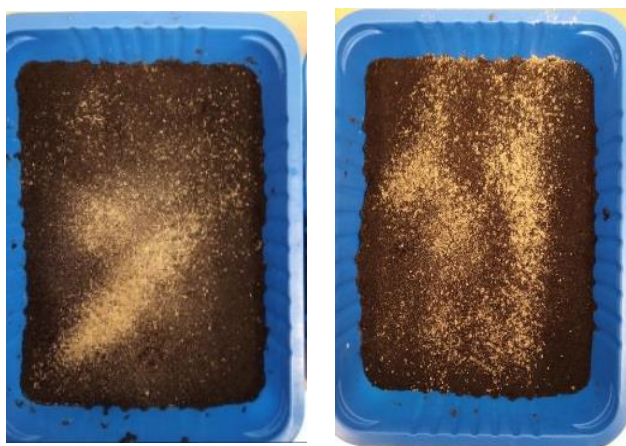


Рис. 2. Почва с нанесенным на поверхность средством для отпугивания муравьев

Средство для отпугивания муравьев тщательно перемешали на глубину 3 см, контроль глубины осуществлялся глубиной погружения перемешивающей вилки (зубья). Затем сформировали углубления с использованием приспособления для обеспечения одинаковой глубины равной 2,5 см, через 2,5 см. В каждый лоток равномерно высадили 36 семян, по 6 семян в каждом ряду (рис. 3.)



Рис. 3. Посев семян овса в лотки

Полив производили по объему, 50 мл водопроводной воды распылили равномерным слоем по поверхности почвы в лотке, используя распылитель. Для выравнивания условий освещения лотки ежедневно перемещали, меняя местами со сдвигом на один лоток влево, и вращая их на 180 ° по часовой стрелке.

По истечении 7 суток (рис. 4) были извлечены вместе с корнями 13 растений из контрольных лотков и 13 из лотков, содержащих средство для муравьев. Все растения имели по три корешка, центральный и два меньших размеров. Через 14 дней и через 21 день срезали по 6 ростков в каждом контейнере, определяли их длину и сухую массу. Через 28 дней срезали все оставшиеся ростки и определили также их длину и массу. Затем извлекли все корни, промыли и определили сухую массу, полученные данные внесли в таблицу.



Рис. 4. Ростки овса в лотках

Результаты определения длины и сухой массы корней и ростков для оценки фитотоксичности средства для отпугивания муравьев

Номер лотка	Наличие средства для муравьев	Число дней /Количество растений						
		7/13		14/12	21/12	28/34	/58	
		Средняя длина, см						
		побеги	корни	побеги		корни		
1		2,6	9,3	17,3	17,4	14,2	-	-
2		2,6	11,9	17,1	16,8	16,6	-	-
1+2		2,6	10,5	17,2	17,1	15,4	-	-
3	+	2,9	12,7	18,5	18,5	15,2	-	-
4	+	2,6	12,5	17,7	18,0	13,7	-	-
3+4*	+	2,8	12,6	18,1	18,3	14,5	-	-
		Сухая масса, г						
1+2		0,0410	0,0260	0,1338	0,1224	0,3375	0,6347	1,1319
3+4*	+	0,0441	0,0287	0,1416	0,1490	0,3639	0,6986	1,3904

*3 растения имели уже четвертый корешок.

Результаты, приведенные в таблице, показывают, что итоговая масса побегов оказалась на 10 % больше массы побегов в контрольных лотках (без внесения средства от муравьев), а масса корней на 23 % больше, чем массы корней в контрольных посевах. Длина корней и побегов также превышала аналогичные показатели контрольных посевов овса. На основании проведенных исследований можно делать вывод об отсутствии фитотоксичности разработанного средства от муравьев.

Средство для борьбы с садовыми муравьями наносили на вскрытые места обитания насекомых. При нанесении средства на обрабатываемую поверхность его максимально равномерно распределяли по поверхности, одновременно перемешивая с верхним слоем почвы на глубину около 5 см садовым инструментом, расход средства не более 40 г/м², содержание углеводов составляет не более 4,2 г/м², причем они находятся в адсорбированном дигидратом сульфата кальция состоянии, что позволяет резко снизить скорость десорбции не углеводородных компонентов в почву, но обеспечить отпугивание муравьев с данной территории.

Уход муравьев с обработанной территории осуществляется примерно в течение 30 минут после нанесения средства на почву. Трупов муравьев на данной площади, при наблюдении в течение двух недель, не обнаружено.

Как показали исследования, активность препарата сохраняется длительное время. Муравьи не образуют колоний на обработанных местах в течение 2–3 месяцев. Средство для борьбы с садовыми муравьями вносили в муравейники, расположенные на грядках, под кустами и деревьями, под каменными дорожками и камнями на рабатках и горках.

Повторное внесение на обрабатываемую поверхность состава для борьбы с садовыми муравьями в рассматриваемом сезоне не требовалась. Проведено было 85 опытов испытания средства для борьбы с садовыми муравьями. Один опыт – это один муравейник вне зависимости от места его расположения.

Примеры:

Пример 1. Испытания проводили в д. Шилино, Борисовского района, Минской обл. на муравьях *Lasius niger* (данный вид повсеместно встречающихся на садовых участках Беларуси). За основу методики испытаний, была взята методика описанная в [3]. А именно, первоначально в мае месяце 2022 г., грядка размером 1 м на 6 м была засеяна укропом. Всхожесть укропа отсутствовала, возможно из-за наличия колонии муравьев или по другим причинам. При подготовке грядки к посеву огурцов (середина июня), выявлена колония муравьев, расселившаяся по всей длине грядки, с одной стороны. Поверхность земли с колонией муравьев была обработана предлагаемым составом массой 50 г. Муравьи покинули обработанную территорию в течение 15 минут. Через неделю после обработки поверхности предлагаемым составом (середина июня), на этом месте были посеяны семена огурцов. Через 7 дней огурцы взошли со 100 % всхожестью. Муравьев на обработанной территории не было обнаружено в течение 10 недель. Ботва у огурцов развивалась интенсивно.

Пример 2. Под каркасным бассейном поселилась колония муравьев рода мирмика (*Myrmica rubra*), по периметру бассейна провели обработку поверхности земли шириной 15 см (120 г на весь периметр бассейна). Муравьи покинули территорию через 15–20 минут и не вернулись на данное место в продолжении всего лета (более 2 месяцев).

Пример 3. Под дорожками на огороде, покрытыми линолеумом, поселились муравьи (*L. niger*), дорожки сняли и обработали предлагаемым составом (30 г на 100 дм²), и опять накрыли линолеумом. Наблюдения проводили с интервалом в 7 дней в течение 3 месяцев. Муравьи под покрытием больше не поселялись. Во всех случаях вид муравьев устанавливали с использованием определителя муравьев [21].

Внесение состава для борьбы с садовыми муравьями проводили как на поверхность грунта, так и в камерах и галереях с коконами и личинками.

В процессе применения разработанного состава выяснилось, что он может с успехом применяться не только на открытых участках и под посадками плодовых деревьев, но также и около садовых построек: на верандах, в строениях под опалубками, в парниках и теплицах, под плиточными дорожками и т.д.

Использование предлагаемого средства для борьбы с садовыми муравьями имеет *следующие преимущества*: нет необходимости использовать пищевые продукты в виде приманок: мед, сиропы, яйца, муку, отруби, комбикорм и т.д.; оно пожаробезопасно, обеспечивается высокая степень воздействия на муравьев. Возможно введение любых необходимых дезинфицирующих средств, обеспечивающих антимикробную эффективность (активность); производство средства относительно нетрудоемкое; в составе отсутствуют различные ПАВ, содержащиеся в иных средствах для борьбы с муравьями, которые также неблагоприятно воздействуют на биоту почвы.

Заключение

Нефтяные шламы относятся к многотоннажным органоминеральным отходам разнообразным по происхождению. Сложный компонентный состав нефтешламов затрудняет выбор способа их переработки. Однако показана одна из возможностей применения нефтяных шламов для получения

репеллентов, в частности, для садовых муравьев, что позволяет снизить уровень загрязнения окружающей среды пестицидами, не приводит к гибели насекомых, еще на одну ступень приближает реализацию идеи о безотходном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2127048 РФ, МПК А 01 М 1/02. Способ борьбы с домашними насекомыми. / А. В. Горбачев; заяв. 30.03.1998; опубл. 10.03.99.
2. Тетраборат натрия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. Дата доступа: 1.12.22.
3. Пат. 2209549 РФ, МПК А 01 N 57/16. Способ борьбы с садовыми муравьями. / А. Н. Близнюк, М. Г. Двухшерстов, И. И. Кронгауз, С. А. Рославцева, Н. А. Хрусталева; заявл. 24.07.2000; опубл. 10.08.2003.
4. Пат. 2166251 РФ, МПК А01М 1/02, А01М 1/14. Средство для борьбы с бытовыми муравьями / А. Е. Зонов; заяв. 07.12.1999; опубл. 10.05.2001.
5. Инсектицидные препараты от муравьев. Режим доступа: <https://stop-pest.ru/insekticidy-preparaty-ot-muravev/?ysclid=lbx94lgian74932991#heading-2>. – Дата доступа 01.12.22.
6. Пат. 2045900 РФ, МПК А01М1/02 Устройство для борьбы с муравьями / Р. Р. Рудольф [US]; заявл. 10.06.1992; опубл. 20. 10.1995.
7. Маллябаева, М. И. Оценка воздействия диазинона на некоторые геобионты в Республике Башкортостан / М. И. Маллябаева, Т. В. Тюмкина, Э. М. Зайнутдинова, Л. М. Халилов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. – № 2 (124). – С. 120–130.
8. Назаров, С. С. Токсичность фосфорорганических инсектицидов для медоносных пчел / С. С. Назаров, А. И. Илларионов // Агрехимический вестник. – 1978. – № 7. – С. 61–63.
9. Илларионов, А. И. Чувствительность опылителей (*Apis mellifera* L., и *Bombus terrestris* L.) к некоторым инсектицидам / А. И. Илларионов // IX съезд Всесоюзного энтомологического общества: Тезисы докладов. – Киев. – 1984. – С. 198–199.
10. Илларионов, А. И. Экотоксикология пестицидов: учебное пособие / А. И. Илларионов. – Воронеж: ВГАУ, 2016. – 262 с.
11. RuPEST.ru. Пиримидинол. Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/pyrimidinol.html?ysclid=lc1rjk6e6o212201032>. Дата доступа: 15.12.22.
12. Шильникова, Н. В. Влияние пестицидов на биоценоз почвенного покрова / Н. В. Шильникова, Т. В. Андрияшина // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №7 (15). – С. 140–144.
13. Пат. 2191508 РФ, МПК А01 N53/00. Микроэмульсия для борьбы с насекомыми и способ борьбы с насекомым / Хагартти Джон Д. (US). заявл. 26.06.1997; опубл. 20.11.2000.
14. Нагорнов, С. А. Исследование состава нефтяных шламов / С. А. Нагорнов, С. В. Романцова, Л. А. Черкасова // Вестник российских университетов. Математика. – 2001. – №1 (6). – С. 26–28.
15. Нефтегазоносная область, Северная часть Прикаспийской впадины. Режим доступа: <https://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazahstana/neftegazovye-mestorozhdeniya/item/приграничное?ysclid=lc3b9o2yxq255642987>. – Дата доступа: 15.12.22.
16. Шершнёв, О. В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / О. В. Шершнёв // Экологический вестник. – 2016. – № 2 (36). – С. 97–103.
17. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. / Е. И. Громадская, С. А. Дубенок, С. В. Сушко, Р. В. Михалевич, А. Ю. Кулаков, О. Н. Михан, Д. С. Баканова, М. В. Водейко, Е. А. Ботян, И. А. Полянская; Под общей редакцией к.т.н., С. А. Дубенок. – Минск: РУП «ЦНИИКИВР», 2021. – 150 с.
18. ГОСТ 2477-65 Нефть и нефтепродукты. Методы определения содержания воды.
19. ГОСТ 21119.1-75 Красители органические и пигменты неорганические. Метод определения содержания влаги и летучих.
20. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. Дата введения 2011-01-01. М.: Стандартинформ, 2010.
21. Определитель муравьев. Режим доступа: <http://antvid.org>. – Дата доступа: 4.04.22.