

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2022.91.1.12739

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕРМИТОВ**Хайтбаев Хамид**

канд. хим. наук, вед. науч. сотр. лаборатории
«Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Тогаев Улугбек Рахмонкулович

канд. биол. наук,
кафедра «Органический синтез и прикладная химия»,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ulugbek-tr@mail.ru

Тиллябаев Зоитжон

д-р биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории
«Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Хайтбаев Алишер Хамидович

проф., д-р хим. наук,
кафедра «Органический синтез и прикладная химия»,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE MEANS PROTECTION AGAINST THERMITES**Hamid Haytbayev**

Candidate of Chemical Sciences,
Leading Researcher of "Laboratory of Low-Molecular Biologically Active Compounds",
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ulugbek Togayev

PhD, National University of Uzbekistan,
"Organic Synthesis and Applied Chemistry",
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zoijtjon Tilyabayev

Doctor of Biological Sciences,
Leading Researcher of "Laboratory of Low-Molecular Biologically Active Compounds",
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Alisher Haytbayev

Prof., Doctor of Chemical Science
National University of Uzbekistan Chair
of the "Organic Synthesis and Applied Chemistry"
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Общеизвестный и весьма ощутимый вред, причиняемый термитами народному хозяйству, придает актуальность изучению вопросов их распространения и разработке радикальных мер борьбы. В настоящее время на основе многочисленных лабораторных, полевых экспериментов разрабатываются отравляющие приманки для термитов. Нами было проведено исследование разных веществ для создания эффективных средств борьбы с термитами.

ABSTRACT

The well-known and very tangible harm caused by termites to the national economy makes the study of the issues of their distribution and the development of radical control measures urgently. At present, on the basis of numerous laboratory, field experiments, poisonous baits for termites are being developed. We have carried out a study on the basis of number of compounds for the creation of effective means to combat termites.

Ключевые слова: термиты, *Anacanthotermes turkestanicus*, инсектицид.

Keywords: termites, *Anacanthotermes turkestanicus*, insecticide.

Древесина широко применяется как строительный и конструкционный материал. Однако она сильно подвержена биоповреждениям – поражению грибами и насекомыми, резко сокращающими срок ее службы. Существенный ущерб хозяйственной древесине могут причинять и насекомые, особенно в условиях пониженной влажности. Наиболее важное значение в этом отношении имеют термиты. В ряде районов нашей страны термиты разрушают жилые и промышленные постройки, повреждают столбы линий связи, железнодорожные шпалы и другие деревянные конструкции. В целом мировые экономические потери от термитов составляют более 1 млрд долларов в год. Поэтому защита материалов и, в частности, деловой древесины от этих насекомых очень важна, причем ведущим способом защиты остается химический. Наша работа, в которой рассматриваются принципы направленного подбора органических соединений для комплексной защиты древесины от термитов, призвана частично восполнить этот пробел [16; 3; 5; 20; 12; 9; 13; 4].

В качестве объекта исследования в данной работе служили особи термитов вида *Anacanthotermes turkestanicus*, которые были собраны в Хатирчинском районе Навоийской области Узбекистана в зараженных термитами частных домах жителей села

Мингкулак и махали Куксарай фермерского объединения имени Э. Абдиева. Деревянными каркасами этих жилищ служили бревна тополей *Populus spp.*, которые были сильно повреждены термитами. Сбор термитов проводили весной, летом и осенью в течение 2015–2021 годов [14; 18; 7; 19].

Для проведения лабораторных исследований собранных термитов привозили в специальных пластмассовых контейнерах, соблюдая режим влажности грунта и температуры. Пищей для них служила увлажненная гигиеническая гофрированная бумага.

Реакцию термитов на вещества определяли по усовершенствованной для наших условий методике [11; 8; 10]. В качестве корма термитов служила гигиеническая бумага дискообразной формы размером 2,5 см в диаметре, которую разрезали на две равные половинки и взвешивали. Одна половинка погружалась в 2%-ный раствор испытуемого вещества, а другая – в дистиллированную воду. Высушенные при 25 °С половинки бумаги вновь взвешивали и помещали в чашки Петри, которые переносили в пластиковый контейнер с постоянной влажностью. В этих условиях диски выдерживали в течение 24 часов. Далее в чашки запускали по 10 особей рабочих термитов одинаковой массы и размера.

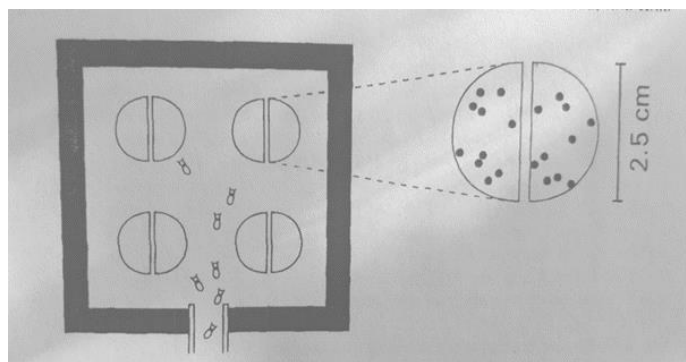


Рисунок 1. Схема метода определения реакции термитов на вещества, нанесенные на бумагу

По истечении 10 дней половинки диска осторожно очищали щеткой от фекального материала, а затем они были высушены (в течение 24 часов) и взвешены вновь. Конечную разницу в весе между диском с добавленным веществом и без принимали за массу пищи, съеденной 10 термитами. Все эксперименты проводили в 5-кратной повторности. Полученные данные статистически обрабатывали по GraphPad Prism 8.0 [8].

Ловушки были изготовлены из прессованного картона в виде цилиндрической формы с двумя

открытыми концами с диаметром 50 мм и длиной 150 мм, которые имели дополнительные отверстия на стенке цилиндра диаметром по 5 мм для свободного входа и выхода термитов. В качестве корма для термитов использовали опилки тополя (*Populus spp.*) размером не более 5 мм в диаметре. (Выбор корма был обусловлен тем, что деревянными каркасами зараженных термитами частных домов жителей села Мингкулак и махали Куксарай служили доски и бревна тополей.)

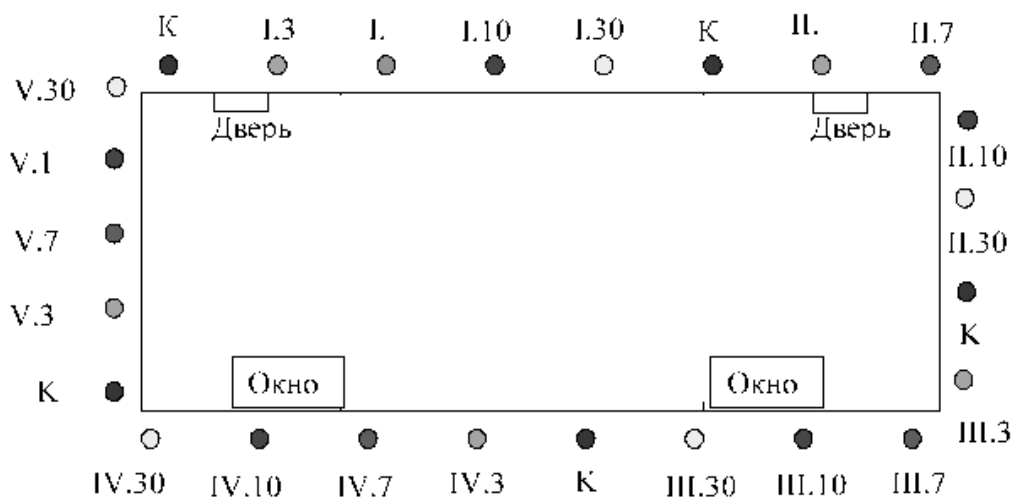


Рисунок 2. Поедаемость приманочных ловушек после закладки опытов

Далее цилиндр заполняли смесью, состоящей из опилок, а в качестве заполнителя – карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) в соотношении 25:1 (рис. 2). Полученную смесь тщательно перемешивали с добавлением 500 мл воды и 0,6 г исследуемого нами соединения, т.е. в ловушке общее содержание этих препаратов имело 0,2%-ную концентрацию. Ловушки помещали по периметру здания, зараженного термитами,

на глубине 30 см, в 25–30 см с наружной стороны стены от основания здания (рис. 3).

Опыты по испытанию соединений проводили в летний период времени закапыванием ловушек в землю. Контрольными опытами были ловушки с кормом, содержащие КМЦ без испытуемого соединения.



- (●) контрольный опыт, без испытуемого соединения;
 - (◐) ловушка, содержащая испытуемое вещество, которое находилось в грунте продолжительностью 3 дня;
 - (◑) ловушка, содержащая испытуемое вещество, которое находилось в грунте продолжительностью 7 дней;
 - (●) ловушка, содержащая испытуемое вещество, которое находилось в грунте продолжительностью 10 дней;
 - (○) ловушка, содержащая испытуемое вещество, которое находилось в грунте продолжительностью 30 дней.
- Римскими цифрами указаны порядковые номера соединений

Рисунок 3. Схема расположения ловушек вокруг здания, зараженного термитами

Таблица 1.

Состав пищевых приманок (для 5 термитных ловушек)

Наименование компонентов пищевых добавок в ловушках	Масса добавок
Корм – опилки	200 г
Вода	500 мл
Действующее вещество	0,6 г
КМЦ	8,0 г
Суммарная масса пищи в одной ловушке	80,0 г

Эффективность используемых соединений оценивали по размеру съеденной площади в процентах относительно длины ловушек.

Эксперименты по изучению следового феромона

Установлено, что термиты при движении оставляют на субстрате химические метки, образующие пахучий след. Другие особи, воспринимая запах следа, направляются тем же путем. Изучение следовых феромонов можно проводить двумя способами: исследование химического состава биологически активных веществ, выделенных из тел термитов, и испытание на следовую эффективность различных химических соединений.

Мы проводили эксперименты по изучению следовой реакции у рабочих термитов в лабораторных условиях, используя специально синтезированные нами моноэфиры этиленгликоля и диэтиленгликоля.

Получением экстракта из рабочих особей термитов проведены опыты по выявлению следового феромона у этих насекомых. Для этого 15 г рабочих особей термитов предварительно обрабатывали жидким азотом, растирали в фарфоровой ступке с добавлением 10 мл метанола. Экстракт выдерживали в метаноле. Далее полученный экстракт отфильтровывали от осадка, метанол упаривали при пониженном давлении. Осадок растворяли в 1 мл гексана и

испытывали на следовую эффективность в отношении рабочих термитов. С целью выяснения химической природы соединений, определяющих следовую реакцию, использованы методы тонкослойной и препаративной хроматографии экстракта. Для предварительного разделения экстрактов применяли пластинки размером 9×12 см с закрепленным тонким слоем силикагеля. В качестве подвижной фазы использовали систему: гексан – этиловый эфир (2:1,2). Фракции, имеющиеся в экстракте, проявляли, используя пары йода. Активная фракция экстракта рабочих термитов была разделена с помощью ВЭЖХ на хроматографе: Agilent Technologies-1200 с DAD-детектором, колонка Discovery HSC-18 (4,6×750 мм) 5 мкм, в линейном градиенте ацетонитрила от 35–90%.

Следовая оценка осуществлялась с использованием метода Карлсона [15]. Схема опытной установки приведено на рис. 3, которая состоит из садка (размером 50×40×20 мм), соединенного задвижкой с опытной камерой (размером 200×120×20 мм). В садок помещали 10 термитов и закрывали его крышкой. На лист писчей бумаги наносили по опытной линии 0,01 мл исследуемого раствора, а по контрольной – чистый растворитель. Опытная линия состояла из 6 равных отрезков общей длиной 24 см.

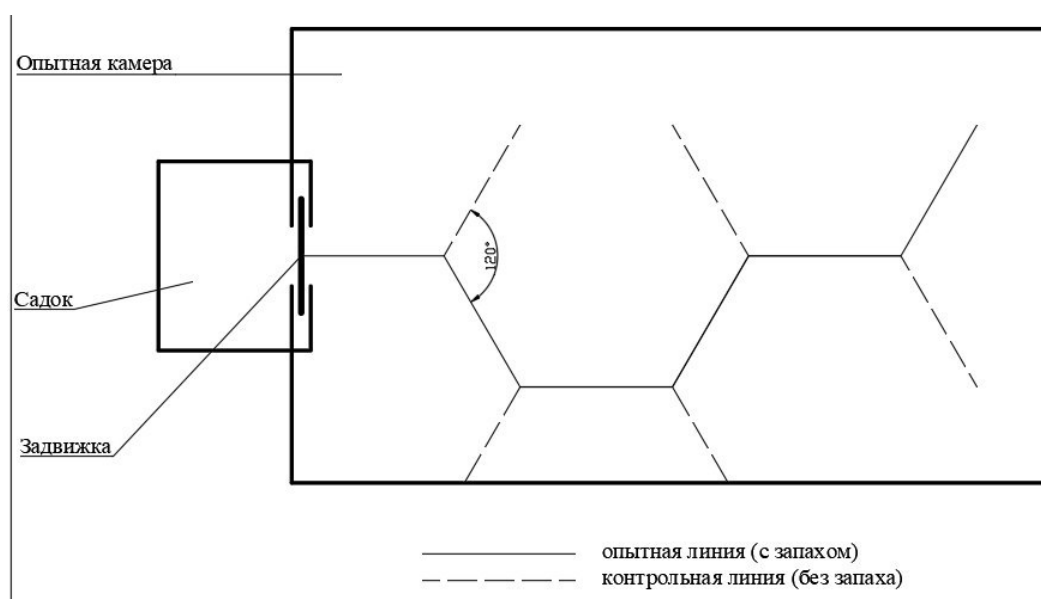


Рисунок 4. Схема опытной установки для изучения следовой реакции термитов

После полного испарения растворителя (примерно через 5 минут) бумагу помещали на дно опытной камеры, которую закрывали прозрачной крышкой. Затем открывали задвижку и выпускали по одному термиту, регистрируя количество углов опытной линии, правильно пройденных каждым из них. После открытия задвижки термиты некоторое время продолжали спокойно сидеть в садке, затем один из них выходил в опытную камеру. При отсутствии следового вещества или очень малой его концентрации он

сворачивал в сторону и в дальнейшем придерживался стенок опытной камеры. Если концентрация была достаточной, то термит двигался по линии следа. Поведение термитов в опытном садке характеризовалось четким спокойным бегом по опытной линии, пропитанной этим экстрактом. В случае потери запаха наблюдался активный поиск и продолжение пути.

Следовая оценка осуществлялась по табл. 2.

Таблица 2.

**Шкала оценки активности исследуемых растворов
(по Karlson P. [15])**

Число термитов, идущих по опытной линии (n=10)	Количество углов, правильно пройденных одним термитом	Число следовых единиц (GE)
1	0	0
1	1	0
1	2	0,05
1	3	0,1
1	4	0,2
1	5	0,25
2	5	0,5
3	5	1
4	5	2
5	5	5
6	5	20
8	5	50
9	5	70
10	5	≥100

С помощью методов тонкослойной хроматографии и хроматомасс-спектрометрии было определено наличие следового феромона в экстракте всего

тела рабочих термитов и доказано, что его молекулярная масса равна 264.

Список литературы:

1. Аттрактанты и фагостимуляторы термитов / У.Р. Тогаев, Н.П. Беккер, Г.С. Шакирзянова, Л.К. Абдуллаева [и др.] // Материалы конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан». – Нукус, 2011. – С. 48–49.
2. Исследования экстракта термитов (*Anacanthotermes turkestanicus*) с целью выявления следового феромона / У.Р. Тогаев, Х. Хаитбаев, В.С. Абдукахаров, Ж.Ф. Зиявитдинов [и др.] // Сборник тезисов Международной конференции «Актуальные проблемы химии и биологии». – Пушкино, 2012. – С. 30–31.
3. Малатян А., Эргашев Н., Ходжаев Ш.Т. Средства борьбы против термитов. // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1993. – № 3. – С. 63.
4. Маречек Г.И. Термиты – вредители строений в Узбекистане и меры борьбы с ними. – Ташкент : Узбекистан, 1951. – 34 с.
5. Рекомендации по борьбе с туркестанским термитом в условиях Республики Узбекистан / Н.Э. Эргашев, А.В. Малатян, Н.И. Лебедев, Ш.Т. Ходжаев [и др.]. – Ташкент, 1996. – 8 с.
6. Синтез биорегуляторов жизнедеятельности термитов / У.Р. Тогаев, Н.П. Беккер, Г.С. Шакирзянова, Х. Хаитбаев [и др.] // Тезисы докладов конференции молодых ученых, посвященной памяти акад. С.Ю. Юнусова. – Ташкент, 2011. – С. 18.
7. Термитициды / З. Тилябаев, Х. Хаитбаев, Б.Н. Бабаев, У.Р. Тогаев // Universum: химия и биология: электрон научный журнал. – 2020. – № 5. – С. 42–46.
8. Тогаев У.Р., Хаитбаев Х.Х., Абдукахаров В.С. Термитлар хеморецепцияси. III. Туркистон термитларининг из феромонини аниклаш // Ёш олимлар конф. – Ташкент, 2014. – 56 б.
9. Хамраев А.Ш. Термиты Центральной Азии // Защита и карантин растений. – 2010. – № 3. – С. 72–73.

10. Хеморецепция термитов *Anacanthotermes turkestanicus* / У.Р. Тогаев, Л.К. Абдуллаева, Х. Хаитбаев, В.С. Абдукахаров // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Е.А. Букетова. – Караганда, 2015. – С. 81–83.
11. Хеморецепция термитов Узбекистана / В.С. Абдукахаров, Х. Хаитбаев, Г.С. Шакирзянова, Н.П. Беккер [и др.] // X Международный симпозиум по химии природных соединений (Ташкент, 21–23 ноября 2013 г.). – С. 21–23.
12. Якобсон Г.Г. Термиты России // Труд. бюро по энтомол. Ученого комитета Главн. управ. землеустройства и земледелия. – 1904. – Т. 4., Вып. 8. – С. 3–54.
13. Якобсон Г.Г. Термиты, их жизнь, приносимый ими вред, способы их уничтожения : методичка. 2-е изд. – СПб., 1913. – С. 1–74.
14. Application of the chemicals against termites / Z. Tilyabayev, B.N. Babaev, H. Haytbaev, U.R. Togaev // Scientific discussion. – Praha, Czech Republic, 2017. – Vol. 1 (7). – P. 6–13.
15. Karlson P., Lüscher M., Hummel H. Extraktion und biologische Auswertung des Spurpheromons der Termiten *Zootermopsis nevadensis* // J. Insect Physiol. – 1968. – Vol. 14. – P. 1763–1771.
16. Liston B. Termite species mix in Florida, reproducing at breakneck rate // Reuter publication. – 2015 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reuters.com/article/usa-florida-termites-idUSL2N0WS01120150326>.
17. Monoesters of ethylene and diethylene glycols as phagostimulators of *Anacanthotermes turkestanicus* / U.R. Togaev, Z. Tilyabayev, Kh. Haytbaev, F.Yu. Jololiddinov [et al.] // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Vol. 10 (6). – P. 276–281.
18. Results of research of some pheromones from insect pest in Uzbekistan / Z. Tilyabayev, Kh. Haytbaev, G.S. Shakizyanova, U.R. Togaev [et al.] // Uzbek Biological Journal. – 2018. – Vol. 6. – P. 17–22.
19. Tilyabayev Z., Haytbaev H., Togaev U.R. Main stages of development and use of plant protection products against harmful insects // International science project. – 2020. – № 3. – С. 22–28.
20. Treatise on the Isoptera of the world / Krishna Kumar, Grimaldi David A., Valerie Engel, Michael S. // Bulletin of the American Museum of Natural History. – 2013. – Vol. 1–7. – P. 1–2704.