

ТЕРМИТИЦИДЫ

Тилиябаев Зоид

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

Хайтбаев Хамид

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

Бабаев Бахром Нуриллович

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

Тогаев Улугбек Рахмонкулович

*мл. науч. сотр. лаборатории «Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ulugbek-tr@mail.ru*

TERMITICIDES

Tilyabaev Zoid

*Dr. bio. sciences, "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

Khaitbaev Hamid

*Ph.D. chemistry . "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

Bahrom N. Babaev

Dr. chem. Sciences, "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds"

Ulugbek R. Togaev

*Ph.D. student "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В обзоре приведены современные сведения о жидких химических препаратах, относящихся к различным классам соединений, которые в настоящее время используются для борьбы с термитами. Особое внимание уделено современным соединениям с пониженным риском, совершенствуются методы нанесения, что ведет к более экологически безопасному и эффективному борьбе с термитами.

ABSTRACT

The review provides current information on liquid chemicals related to various classes of compounds that are currently used to control termites. Particular attention is paid to modern compounds with a reduced risk, application methods are being improved, which leads to a more environmentally friendly and effective regarding to termite control.

Ключевые слова: термиты, репелленты, не репелленты.

Keywords: termites, repellents, non repellents.

С начала XX века ведется интенсивная работа по изысканию наиболее эффективных способов борьбы с термитами, и к настоящему времени во многих

странах накоплен большой опыт, на который опираются современные специалисты по борьбе с этими вредителями.

Рекомендации по борьбе с термитами имеются в работах ряда энтомологов, изучающих биологию насекомых [1-9]. Кроме этого, изданы отдельными брошюрами коллективные рекомендации: «Указания по защите деревянных конструкций от термитов и борьбе с ними».

Большинство работ специалистов имеют не нормативный, а рекомендательный характер, и на практике почти не применяются. Имеющиеся работы заимствованы из зарубежной литературы, и их эффективность не проверена на различных видах термитов.

Есть два основных типа термитов, паразитирующие в жилищах человека: подземные и древесные. Первые живут в земле и в деревянных конструкциях домов, вторые же - только в древесине. Подземные термиты причиняют жилищам более существенный вред, чем древесные, и в борьбе с ними применяют разные синтетические химические средства. Среднеазиатские термиты являются почвенными, а источником корма для них служат древесные детали различных построек [3,5].

В Центральной Азии существенный вред наносят строениям, в особенности историческим памятникам культуры Хивы, Бухары и Самарканда, 2 вида термитов: туркестанский (*Anacanthotermes turkestanicus*) и закаспийский (*Anacanthotermes ahngerianus*). Скрытый образ жизни и незаметная разрушительная работа термитов сильно затрудняет борьбу с этими опасными вредителями. Уничтожение термитов в зараженных ими постройках представляет наибольшие трудности [4,10-13].

Анализ литературных источников последних лет показал, что используемые препараты в основном создаются на основе веществ, действие которых затрагивает процессы основного метаболизма, который сходен у большинства живых организмов.

Инсектициды, зарегистрированные для использования в борьбе с термитами, называются термитицидами. Химические препараты, применяемые против термитов, в настоящее время дают временный эффект. Кроме того, из-за растущих проблем, связанных с экологией и здравоохранением, многие из них полностью запрещены. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов и средств борьбы с термитами с использованием отравляющих приманок [14-17], которые требуют меньше действующих ингредиентов, которые не представляли бы угрозы для здоровья человека и окружающей среды в сравнении с используемыми препаратами.

Для того чтобы сознательно и целенаправленно создавать, и совершенствовать химические средства защиты древесных построек от повреждения насекомыми, надо глубоко понять механизмы их действия. Между тем, подобных сведений в литературе почти нет [17,19]. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в последние десятилетия в борьбе с термитами, экономический ущерб от их разрушительной деятельности неуклонно возрастает. Точного учета всех потерь нет ни в одной стране.

С точки зрения борьбы с термитами в данной работе рассмотрены наиболее значимые средства, используемые в настоящее время против этих насекомых из различных химических классов.

Многие виды инсектицидов были использованы для борьбы с термитами, включая хлорорганические, органофосфаты, карбаматы, пиретроиды, неоникотиноиды, фенилпиразолы и другие.

Классификация химических средств защиты от термитов

Против термитов применяются вещества, которые классифицируются по механизму действия, по химическому строению и способу применения.

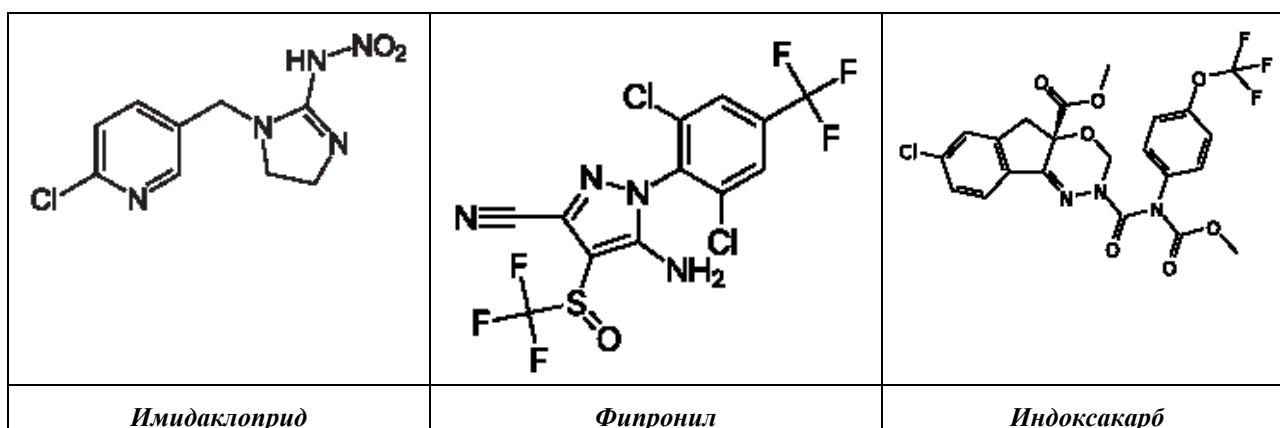
По механизму действия веществ делятся на:

- 1). Нарушающие функции нервной системы;
- 2). Соединения, действующие на ионные каналы (нарушающие прохождение нервного импульса по аксону), натрий-калиевые каналы и обмен кальция (*синтетические пиретроиды, галогенпроизводные углеводородов*; ингибиторы ацетилхолинэстеразы: *органические соединения фосфора, эфиры карбаминной кислоты*).
- 3). Вещества, блокирующие постсинаптические рецепторы: гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) и глутамата (*авермектины и фенилпиразолы*).
- 4). Ингибиторы митохондриального дыхания (окислительного фосфорилирования): *феназахин, пиридабен*.
- 5). Ингибиторы синтеза хитина: (*производные бензоилмочевины*).

Одними из первых химических препаратов для борьбы с термитами, применяемыми в течение продолжительного времени, начиная с 20-х годов, были борная кислота (H_3BO_3) и тетраборат натрия ($Na_2B_4O_7$). Использование борной кислоты и его солей – метод, проверенный веками. Об этом свидетельствует не только реальная эффективность, но и то, что данный препарат является основой большинства фирменных пестицидов. Схема работы очень проста: кислота поражает нервную систему, и термит погибает от обезвоживания. Питаясь деревом, обработанным водным раствором борной кислоты, они также погибают. Первым классом инсектицидов, зарегистрированных для борьбы с термитами, в 1952 году были хлорорганические циклодиены (хлордан и гептахлор). Они использовались в качестве почвенно-барьерной обработки и считались недорогими, эффективными и стойкими. Они оставались доминирующими на рынке до 1987 года, когда их использование было запрещено в США, а вскоре и в других странах, из-за негативного воздействия, которое они оказали на здоровье человека и окружающую среду [20, 21]. Органофосфаты и пиретроиды были следующими двумя группами инсектицидов, используемых при обработке термитицидных барьеров [22]. Органофосфаты, такие как хлорпирифос, могут быстро убивать термиты при контакте, но имеют короткую долговечность почвы. Быстрое уничтожение приводит к большому количеству трупов термитов в месте обработки, тем самым предотвращая длительное выкармливание незараженных термитами в зоне обра-

ботки [23]. Органофосфаты были исключены для использования в борьбе с термитами EPA (Агентство по охране окружающей среды США) в 2000 году, как и хлорорганические циклодиены из-за побочных эффектов, которые они оказали на природу и здоровье населения. В отличие, пиретроидный основе термитициды на основе пиретроидов действуют как репелленты, заставляя термитов менять направление и искать необработанную почву или разрывы в зоне обработки для проникновения в конструкции [24]. Пиретроиды сохраняются в почве дольше, чем органофосфаты, но в течение более короткого времени, чем хлорорганические циклодиены [25]. Специалисты по борьбе с вредителями, использующие пиретроиды, часто сообщают о высоких показателях отзывов и о неудовлетворенных клиентах [26]. Следующая

группа термитицидов была зарегистрирована в 1990-х годах, что было обусловлено стимулом для создания менее токсичных для окружающей среды, но более эффективных продуктов [27-29]. В этой группе к химическим веществам, которые были зарегистрированы как применяемые в почве жидкие термитициды, относятся имидаклоприд, фипронил, хлорфенапир, индоксакарб и хлортранилипрол. Они относятся к новым классам химических веществ и имеют новые способы действия и они считаются не репеллентами и имеют замедленное действие [29-30]. Их токсические эффекты передаются от отравленных термитов другим членам колонии, которые не подвергаются непосредственному воздействию обработанной почвы, и это может привести к катастрофическому сокращению популяции термитов и колонии.



Имидаклоприд впервые был исследован в конце 1980-х годов и зарегистрирован для обработки термитов в Японии в 1993 году, а затем в Bayer в США в 1996 году [31]. Это неоникотиноид, нацеленный на постсинаптические никотиновые рецепторы нейронов, и может вызвать ухудшение нервной системы и возможную смерть обработанных насекомых [32]. **Фипронил** является фенил пиразолом, который разрушает центральную нервную систему насекомых, блокируя прохождение ионов хлора через рецептор гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) и глутамат-управляемые хлоридные каналы [33]. Впервые оно была исследовано на термитах во Франции в конце 1970-х годов, и был зарегистрирован как термитид BASF в 1999 году. **Фипронил** очень токсичен для термитов, требуя всего 0,16 нг на термит для 50% -ного уничтожения *Reticulitermes hesperus* в день 3 и 1,33 нг для уничтожения 50% рабочих термитов *Coptotermes formosanus* в день 7 [34]. Другим термитицидом является хлорфенапир оно представитель нового класса пирролов. Это мешает способности насекомых вырабатывать энергию, разрушая протонные челноки через митохондриальную внутреннюю мембрану. Впервые **фипронил** был представлен BASF в качестве почвенного термитицид в 2002 году. **Индоксакарб** и **хлортранилипрол** - это два новых класса химических веществ. **Индоксакарб** представляет собой оксадиазинный проинсектицид, который возмущает управляемые напряжением Na^+ -каналы в нервной системе насекомых, связывая ре-

цепторы в месте, отличном от того, на который воздействуют пиретроиды (которые также нацелены на Na^+ -каналы) [35, 36]. Первоначально индоксакарб был зарегистрирован в Агентстве по охране окружающей среды США в 2000 году как инсектицид «с пониженным риском» для использования на овощных и сельскохозяйственных культурах для борьбы с чешуекрылыми насекомыми-вредителями. **Хлортранилипрол** - это химическое вещество из класса антраниловых диамидов с новым способом действия: он нацелен на рецептор рианоина и вызывает нарушение мышечной регуляции, паралич и возможную гибель насекомых [37]. Между тем, в 1990-х годах несколько ингибиторов синтеза хитина были зарегистрированы в качестве токсикантов приманок для термитов. Эти химические вещества относятся к группе бензоилфенилмочевины, которая использует уникальные характеристики гормональной регуляции роста насекомых. Они (предположительно) безопасны для человека и оказывают меньшее негативное воздействие на окружающую среду [38,39]. Предлагаемые на рынке соединения включают **гексафлумурон**, **дифлубензурон**, **новифлумурон** и **хлорфлуазурон**.

Закключение.

Борьба с термитами широко варьируется, в зависимости от ситуации и стоимости, сегодня на рынке доступны многочисленные термитициды, в том числе органофосфаты и пиретроиды, которые более экономичны в использовании и дорогие не репел-

ленты термитициды. Термиты - высокоорганизованные и «умные» социальные насекомые; они размножаются с угрожающей скоростью и способны быстро восполнить любую нехватку рабочих или солдат. Наука управления термитами значительно прогрессировала за последние два десятилетия. Для достижения успеха в управлении необходимо провести подробные исследования, связанные с их поведением и биологией. Тщательное изучение литературы показывает, что использование синтетических химических инсектицидов является предпочтительным способом борьбы с термитами. Однако мы считаем, что комплексный подход представляет собой правильный путь следования. Насекомые выжили более 1,5

миллионов лет, и именно их приспособляемость заставляет их противостоять людям сильнее, чем любые другие виды. Применение термитицидов в разных ситуациях имеют свои достоинства и недостатки. Мы должны взвесить преимущества против недостатков и решить, какой стратегии следовать. Независимо от стратегии, которую мы можем принять, синтетические химические инсектициды по-прежнему остаются основой борьбой с термитами, и необходимо проводить дополнительные экспериментальные исследования, чтобы разработать стратегии, позволяющие избежать их повреждения более прагматичным образом.

Список литературы:

1. Горбачёв И.В., Гриценко В.В., Захваткин Ю.А. Защита растений от вредителей (Под ред. проф. В. В. Исаичева) М. Колос. 2001. 472 с.
2. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений. Москва. ООО РА «Арт-Лион». 2003. 208 с.
3. Марачек Г.И. Термиты- вредители строений в Узбекистане и меры борьбы с ними Т. 1951.34 с.
4. Corinne Rouland-Lefèvre. Termites as Pests of Agriculture / Ed. David Edward Bignell, Yves Roisin, Nathan Lo. Biology of Termites: a Modern Synthesis. Springer Netherlands, 2011. С.499-517.
5. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology / Ed. by Takuya Abe, David Edward Bignell, Masahiko Higashi. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. 467с.
6. Изучение термитов и разработка противотермитных мероприятий (сб. статей). Ашхабад 1973. 153с.
7. Итоги науки и техники (энтомология) Том.3. (биология насекомых разрушителей древесины). М. 1977. 283с.
8. Henry R. Hermann (ed.) Social Insects. Volume 2. New York: Academic Press. 1981.
9. Итоги науки и техники (энтомология) Том.4. (проблемы сельхоз. энтомология). М.1979.
10. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химическая защита растений: Учебное пособие. БГАУ. Уфа, 2002. 391с.
11. Какалиев К. Химическое истребление термитов. Ашхабад. 1972. 185с.
12. <http://www.activesstudy.info/borba-s-termitami>.
13. www.mendeleinarod.ru/Zapah.htm
14. Селицкая О.Г., Шамшиев И.В. Лабораторные испытания синтетических аналогов агрегационного феромона рисового долгоносика // Оптимизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. Тр. СПбГАУ. 1993. С.45-48.
15. Insect pheromone technology, chemistry and applications //Ed. by B.A.Leonhardt, M. Beroza, Wash., 1982.
16. <http://netparazitam.org/dezinseksiya/139-samyeffektivnyesredstvaborby-s-termitami-luchshie-khimikaty-i-lovushki.html#ixzz4MSxUfd00>
17. Болдырев М.И., Колесникова С.А., Болдырева С.А. Особенности технологии применения репелентов для защиты сельскохозяйственных культур // Агро XXI. 2012. № 7-9. С.25-27..
18. Jean Deligne, Andre Quennedey, Murray S. Blum. The Enemies and Defense Mechanisms of Termites. 1981.P. 76.
19. Кошкарова Н.В., Вековшина С.В., Шушурина Н.А., Кривенчук В.Е. Синтетические пиретроиды: механизм действия // Современные проблемы токсикологии. 2000. №3. С.36-72.
20. US EPA. Chlorfenapyr Insecticide-Miticide Environmental Fate and Ecological Effects Assessment// US EPA Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Washington, DC. 1998
21. Ahmed, B.M. and Frech, J.R.J. An overview of termite control methods in Australia and their link to aspects of termite biology and ecology// Pakistan Entomologist 30, 2008. 101–117.
22. Mix, J. King of the hill // Pest Control 56, 1988 34–35.
23. Smith, J.L. and Rust, M.K. Tunneling response and mortality of the western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) to soil treated with termiticides. Journal of Economic Entomology 83, 1990. 1395–1401.
24. Forschler, B.T. Survivorship and tunneling activity of Reticulitermes fl avipes (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to termiticide soil barriers with and without gaps of untreated soil//Journal of Entomological Science 29, 1994. 43–54.
25. Su, N.-Y., Ban, P.M. and Scheffrahn, R.H. Longevity and efficacy of pyrethroid and organophosphate termiticides in field degradation studies using miniature slabs. Journal of Economic Entomology 92, 1999. 890–898.

26. Gold, R.E., Howell, H.N. Jr, Pawson, B.M., Wright, M.S. and Lutz, J.C. Persistence and bioavailability of termiticides to subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) from five soil types and locations in Texas. *Sociobiology* 28, 1996. 337–363.
27. McCann, S.F., Annis, G.D., Shapiro, R., Piotrowski, D.W., Lahm, G.P., Long, J.K., Lee, K.C., Hughes, M.M., Myers, B.J., Griswold, S.M., Reeves, B.M., March, R.W., Sharpe, P.L., Lowder, P., Barnette, W.E. and Wing, K.D. The discovery of indoxacarb: oxadiazines as a new class of pyrazoline-type insecticides// *Pest Management Science* 57, 2001.153–164.
28. Hu, X.P., Song, D. and Scheler, C. Transfer of indoxacarb among workers of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae): effects of dose, donor/recipient ratio, and post-exposure time// *Pest Management Science* 61, 2005.1209–1214.
29. Rust, M.K. and Saran, R.K. Toxicity, repellency, and transfer of chlorfenapyr against western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae)// *Journal of Economic Entomology* 99, 2006. 864–872.
30. Osbrink, W.L.A., Lax, A.R. and Brenner, R.J. Insecticide susceptibility in *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae)//*Journal of Economic Entomology* 94, 2001.1217–1228.
31. Potter, M.F. Termites. In D. Moreland (ed.) *Handbook of Pest Control// Mallis Handbook and Technical Training Co.*, Cleveland, Ohio, 1997. pp. 233–332.
32. Bloomquist, J.R. Insecticides: Chemistries and characteristics. In: Radcliffe, E.B. and Hutchison, W.D. (eds) *Radcliffe's IPM World Textbook*. University of Minnesota, St Paul, Minnesota. 1996
33. Rhône-Poulenc. 'Fipronil' world-wide technical bulletin// Rhône-Poulenc Agrochimie, Lyon, France. 1996
34. Ibrahim, S.A., Henderson, G. and Fei, H. Toxicity, repellency, and horizontal transmission of fipronil in the Formosan subterranean termite// (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology* 96, 2003. 461–467.
35. Wing, K.D., Sacher, M., Kagaya, Y., Tsuruvuchi, Y., Mulderig, L., Connair, M. and Schnee, M. Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects// *Crop Protection* 19, 2000. 537–545.
36. Nauen, R. and Bretschneider, T. New modes of action of insecticides// *Pesticide Outlook* 13, 2001. 241–245.
37. Cordova, D., Benner, E.A., Sacher, M.D., Rauh, J.J., Sopa, J.S., Lahm, G.P., Selby, T.P., Stevenson, T.M., Flexner, L., Gutteridge, S., Rhoades, D.F., Wu, L., Smith, R.M. and Tao, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation// *Pesticide Biochemistry and Physiology* 84, 2006.196–214.
38. Crosby, D.G. *Environmental Toxicology and Chemistry// Oxford University Press, New York*. 1998
39. Timbrell, J. *Principles of biochemical toxicology*, 3rd edn. Taylor and Francis, London. 2000