

УДК 595.732.1:582.948.2

СОЗДАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОГО ТЕРМИТОЦИДНОГО ПРЕПАРАТА ИЗ РАСТЕНИЯ *RINDERA TETRASPIS*

¹Хашимова М.Х., ¹Ганиева З.А., ¹Рустамов К.Ж., ¹Мирзаева Г.С.,
¹Ембергенов М.А., ²Мукаррамов Н.И., ³Олимова Х.Н.

¹Республиканский научно-производственный центр борьбы с термитами
Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: m_khashimova@mail.ru;

²Научно-исследовательский институт карантина и защиты растений
Республики Узбекистан, Ташкент;

³Институт химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент

В настоящее время одной из приоритетных задач по защите деревянных конструкций, а также стратегических и культурно-исторических объектов от повреждений термитами является разработка новых противотермитных приманок с использованием эффективных и экологически безопасных средств. Повышение привлекательности и биологической активности приманок требует рационального использования биологически активных веществ, включая соединения природного происхождения. Целью настоящей работы является разработка высокоэффективных средств борьбы с термитами. В связи с этим были проведены исследования выявления инсектицидной активности растительных экстрактов, полученных в Институте химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан, с последующей оценкой их в качестве термитов. Особое внимание уделялось ротации действующих веществ в приманках для предотвращения развития устойчивости у насекомых. В статье представлены результаты лабораторных исследований, оценивающих биологическую эффективность экстракта Rs-H 10%, полученного из растения *Rindera tetraspis*, в отношении рабочих особей термитов. Препарат применяли в водных растворах в соотношениях 1:3, 1:4 и 1:5. Указанные концентрации продемонстрировали высокую токсичность, обеспечивая биологическую эффективность в диапазоне 85,3–98,9%. Полученные результаты позволяют рекомендовать экстракт *Rindera tetraspis* в качестве эффективного термитового компонента для включения в состав приманок и применения в полевых условиях.

Ключевые слова: термиты, приманка, резистентность, инсектициды, биологическая активность, растительный экстракт, аттрактант

Работа выполнена в рамках базового финансирования научных проектов Академии наук Республики Узбекистан.

DEVELOPMENT OF A BIOLOGICALLY EFFECTIVE TERMITICIDE FROM THE PLANT *RINDERA TETRASPIS*

¹Khashimova M.Kh., ¹Ganieva Z.A., ¹Rustamov K.Zh.,
¹Embergenov M.A., ¹Mirzaeva G.S., ²Mukarramov N.I., ¹Olimova K.N.

¹Republican Scientific and Production Center for Termite Control at the Institute of Zoology,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: m_khashimova@mail.ru;

²Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan, Tashkent;

³Research Institute of Plant Quarantine and Protection
of the Republic of Uzbekistan, Tashkent

Currently, one of the priority tasks in protecting wooden structures, as well as strategic and cultural-historical sites from termite damage, is the development of new anti-termite baits using effective and environmentally safe agents. Enhancing the attractiveness and biological activity of baits requires the rational use of biologically active substances, including compounds of natural origin. The aim of this study is to develop highly effective termite control agents. In this regard, research was conducted to identify the insecticidal activity of plant extracts obtained at the Institute of the Chemistry of Plant Substances of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, followed by evaluation of their potential as termiticides. Special attention was given to the rotation of active ingredients in bait formulations to prevent the development of resistance in insects. This article presents the results of laboratory studies evaluating the biological efficacy of the Rs-H 10% extract derived from the plant *Rindera tetraspis* against worker termites. The preparation was applied in aqueous solutions at dilution ratios of 1:3, 1:4, and 1:5. These concentrations demonstrated high toxicity, providing biological efficacy in the range of 85.3% to 98.9%. The obtained results allow us to recommend *Rindera tetraspis* extract as an effective termiticidal component for inclusion in bait formulations and for application under field conditions.

Keywords: termites, bait, resistance, insecticides, biological activity, plant extract, attractant

The work was carried out within the framework of basic funding of scientific projects of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Введение

Известно более 3000 видов термитов, из которых 120 видов зарегистрированы как вредители. На территории стран Центральной Азии встречаются 4 вида термитов. Из них в Узбекистане широко распространены туркестанский термит (*Anacanthotermes turkestanicus* Jas., 1904) и закаспийский термит *A. ahngerianus* Jas., 1904. Термиты относятся к числу общественных насекомых, ведущих высокоорганизованный образ жизни. Они живут в гнездах большими семьями, объединенными в колонии, численность которых может достигать от нескольких сотен до миллионов особей. Внутри колонии строго распределены функции между различными кастами – рабочими, солдатами и репродуктивными особями. Такая социальная организация обеспечивает не только выживаемость колонии, но и ее способность к активному распространению и адаптации к различным условиям среды [1; 2, с. 2863].

В экосистемах термиты играют важнейшую роль, являясь естественными разрушителями органических остатков. Их деятельность обеспечивает ускоренный процесс разложения растительных тканей, что способствует круговороту углерода и других элементов, а также формированию плодородного слоя почвы. За счет переработки трудноразлагаемой целлюлозы термиты создают органические субстраты, богатые питательными веществами, которые используются другими организмами. Во многих природных биогеоценозах именно деятельность термитов является ключевым звеном в поддержании экологического равновесия и стабильности [3, с. 748; 4, с. 48].

Однако, несмотря на их большое значение в природе, термиты могут наносить серьезный ущерб хозяйственной деятельности человека. Под воздействием антропогенных факторов, связанных с освоением земель, строительством и массовым использованием древесины, возникает глобальная проблема их вредоносной активности. Сегодня термиты признаны одними из наиболее опасных ксилофагов (древоразрушающих организмов) во многих странах мира, включая Узбекистан. Главная особенность термитов заключается в их специализированном питании: основу рациона составляет целлюлоза. Благодаря симбиотическим микроорганизмам в кишечнике, термиты способны расщеплять и усваивать этот труднодоступный для большинства живых организмов полисахарид. В результате они приспособились питаться не только свежими и разлагающимися раститель-

ными остатками, но и сухой древесиной. Именно эта особенность делает их крайне опасными для человека. Термиты повреждают деревянные части зданий и сооружений, перекрытия, архивные документы и другие предметы, содержащие целлюлозу. В результате их жизнедеятельности происходят серьезные разрушения, приводящие к экономическим потерям и угрозе долговечности построек [5, с. 25]. Таким образом, термиты представляют собой двойственный объект: с одной стороны, важнейший компонент природных экосистем, поддерживающий процессы разложения и почвообразования, с другой – опасный биологический вредитель, способный наносить значительный ущерб жилищному строительству, сельскому и лесному хозяйству, а также объектам культурного и исторического наследия. Именно поэтому изучение их биологии, экологии и разработка эффективных методов борьбы с ними имеет как научное, так и прикладное значение [6, с. 215; 7, с. 19.]. Последние годы почти во всех областях нашей республики, особенно в Республике Каракалпакстан, Хорезмской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях, ущерб, причиняемый термитами в жилых домах и других сооружениях, стал явно замечен и в некоторых случаях приводит к угрожающим ситуациям. Всемирно известные исторические памятники таких городов Центральной Азии, как Бухара, Самарканд и Хива, также находятся под угрозой из-за разрушительной деятельности термитов [8, с. 469].

На протяжении долгого времени наиболее эффективным способом борьбы с термитами было применение ядовитых веществ из различных классов химических соединений: хлорорганических, фосфорорганических, карбонатных и пиретроидных. Однако современные химические препараты (в основном пиретроиды) часто оказываются неэффективными, поскольку их невозможно применять непосредственно против колоний термитов, обитающих в глубоко расположенных гнездах. Кроме того, использование таких веществ ограничено из-за их способности накапливаться в объектах окружающей среды и оказывать негативное воздействие на человека и других теплокровных животных. Помимо этого, пиретроиды обладают репеллентными свойствами, из-за чего термиты обходят обработанную древесину или почву [9, с. 72; 10, с. 176].

В настоящее время в практике борьбы с термитами в нашей республике применяется ряд методов, среди которых основное место занимают приманки для термитов, разработанные учеными Института зооло-

гии Академии наук Республики Узбекистан. При использовании этих приманок, даже если термиты съедают лишь 30% приманки, вся их колония полностью уничтожается [11; 12].

Однако существует проблема: в условиях жаркого климата Узбекистана термиты добираются до пищи через самодельные туннели из глины, и во многих случаях они не могут обнаружить установленную приманку. Даже если они ее находят, существует вероятность выживания термитов из-за устойчивости (резистентности), развивающейся при многократном применении инсектицидного компонента в составе приманки [13].

Учитывая вышеизложенное, одной из актуальных задач сегодня является разработка новых форм и составов приманок с использованием новых препаратов. Для повышения аттрактантности приманки необходимо синтезировать и рационально использовать биологически активные вещества, такие как алкалоиды. Так же важно проводить ротацию химических средств, входящих в состав приманок для термитов. В этом процессе при поиске наиболее безвредных препаратов первостепенное значение придается испытанию термитоцидных свойств различных соединений синтетического и природного происхождения в лабораторных и полевых условиях [14, с. 44].

Потребность в создании высокоэффективных препаратов для борьбы с термитами послужила основой для проведения исследований по изучению растительных соединений в качестве потенциальных термитоцидов. Механизм действия этих соединений окончательно не выяснен. Однако наиболее вероятным считается, что соединения такого типа воздействуют на вкусовые качества, ингибируя процесс питания, в результате которого уменьшается скорость прохождения пищи по кишечнику за счет их тормозящего воздействия на сокращение мускулатуры кишечника.

Цель исследования – разработка высокоэффективных средств борьбы с термитами.

Материалы и методы исследования

Были проведены исследования выявления инсектицидной активности растительных экстрактов, полученных из местного сырья в Институте химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан, с последующей оценкой их в качестве термитоцидов. В опытах использовали термитов, привезенных из ССГ «Чимбос» Кушрабатского района Республики Каракалпакстан. Лабораторные испытания проведены

соединениями, полученными из растительного экстракта *Rindera tetraspis*, относящегося к флоре Узбекистана против термитов. Опыты проводили в лаборатории «Биоэкология термитов» Республиканского научно-производственного центра по борьбе с термитами АН РУз.

Испытываемое вещество: RS-H 10% растительный экстракт 10%, полученный из растения *Rindera tetraspis* Pall., относящегося к семейству бурачниковых (Boraginaceae). Растение относится к флоре Узбекистана. Основные активные вещества в составе – пирролизидиновые алкалоиды.

Исследования были проведены на основе методов Трушенковой и Беляевой. Для этого в стерилизованные чашки Петри были помещены рабочие термиты, по 20 особей. В качестве пищи для термитов использовали фильтровальные бумаги, кроме того помещались также фрагменты почвы, взятой из естественных гнезд термитов. Корм, свернутую фильтровальную бумагу размером 2,5х2,5 см, смачивали 1 мл рабочего раствора соответствующей концентрации. Для контрольных термитов корм смачивали дистиллированной водой. Фильтровальную бумагу, пропитанную растительным экстрактом, Rs-H 10% при соотношении 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 (экстракт: вода). Потом чашки содержали в темном месте. Ежедневно вели учеты и наблюдения, чашки выносили из темного места для просмотра термитов. При этом оценивали их состояние, подсчитывали число живых, парализованных и погибших термитов. Ежедневно оставшихся термитов подпаивали дистиллированной водой. Эксперименты продолжались 7–14 дней. Опытные и контрольные пробы тестировались в 5-кратной повторности. Процент смертности подсчитывали по формуле Аббота, с учетом процента смертности в контроле [15, с. 19].

Результаты исследования и их обсуждение

Лабораторные исследования по определению биологической эффективности Rs-H 10% экстракта, полученного из растения *Rindera tetraspis*, показали, что водные разбавления данного растительного экстракта проявляют различную степень термитоцидной активности по отношению к термитам. В первом варианте опыта (соотношение 1:1) термиты практически отказывались от поедания фильтровальной бумаги, обработанной экстрактом. Это указывает на наличие выраженных репеллентных свойств при высокой концентрации препарата. Биологическая эффективность в данном слу-

чае оказалась низкой: смертность на 3-й день составила 7,0%, к 7-му дню – 17,4%, к 10-му дню – 26,3%, а максимальное значение на 14-й день достигло лишь 51,1%. Данные результаты свидетельствуют о том, что при слишком высоких концентрациях препарат теряет аттрактантные свойства, что снижает его практическую ценность.

При разведении экстракта в соотношении 1:2 поедаемость обработанного субстрата несколько возросла, однако активность термитов оставалась невысокой. В этом варианте смертность термитов составила: на 3-й день – 23,5%, на 7-й день – 27,4%, к 10-му дню – 44,2% и к 14-му дню – 56,3%. Следовательно, и при этом соотношении биологическая эффективность оставалась недостаточной для практического применения.

Наиболее интересные результаты были получены при разведении препарата в соотношении 1:3. В данном случае термиты довольно активно употребляли обработанную фильтровальную бумагу, что свидетельствует о снижении отпугивающего эффекта и появлении аттрактантных свойств. Уже на 3-й день учета отмечалось 34,4% смертности, на 7-й день – 70,5%, на 10-й день – 71,6%, а к 14-му дню уровень смертности достиг 85,3%. Эти показатели можно рассматривать как проявление высокой биологической активности препарата, обеспечивающей положительную оценку его термитоцидной эффективности.

Самые высокие показатели зафиксированы при разведении экстракта в соотношении 1:4. В этом варианте термиты активно питались обработанным субстратом, при этом экстракт проявил максимальную токсичность. Уже на 3-й день учета смертность достигала 63,0%, к 7-му дню – 88,9%, на 10-й день – 98,4%, а на 14-й день – 98,9%. Полученные данные позволяют утверждать, что именно это соотношение является оптимальным для практического применения, так как оно сочетает в себе высокую степень поедаемости приманки с практически полной гибелью термитов, повышенное потребление пропитанного субстрата приводило к более массовой гибели термитов, что еще раз подтверждает необходимость учитывать вкусовые предпочтения насекомых при создании приманок.

При дальнейшем разведении препарата до соотношения 1:5 также наблюдалась высокая поедаемость субстрата термитами, однако уровень токсичности оказался несколько ниже, чем в предыдущем варианте. На 3-й день учета смертность составила 32,5%, на 7-й день – 39,5%, на 10-й день – 87,4% и к 14-му дню – 93,7%. Таким об-

разом, хотя биологическая эффективность экстракта в этом варианте была достаточно высокой, она уступала результатам, полученным при соотношении 1:4.

Сравнительный анализ всех вариантов опыта позволяет сделать вывод о том, что экстракт Rs-H 10% проявляет выраженные инсектицидные свойства в диапазоне разведений от 1:3 до 1:5. При этом оптимальным оказалось соотношение 1:4, обеспечивающее максимальное сочетание высокой поедаемости субстрата и практически полной гибели термитов (до 98,9%) на 14-й день наблюдений. Эти данные свидетельствуют о целесообразности дальнейшего изучения данного экстракта как перспективного биологического средства для использования в составе противотермитных приманок в полевых условиях.

В условиях Узбекистана серьезный ущерб деревянным конструкциям зданий и сооружений наносят термиты рода *Anacanthotermes*, в частности *Anacanthotermes turkestanicus* Jas., 1904 и *A. ahngerianus* Jas., 1904. Общественный образ жизни этих термитов тесно связан с почвой, и по этой причине некоторые термитоцидные вещества, продемонстрировавшие высокую эффективность в лабораторных условиях, в природной среде не дают ожидаемого результата. Это объясняется тем, что термиты обычно пропускают почву через кишечник, при этом почва выполняет функцию адсорбента, снижая активность действующего вещества.

В связи с этим в наших исследованиях в чашки Петри помещались также фрагменты почвы, взятой из естественных гнезд термитов, с целью приближения лабораторных условий содержания термитов к естественным полевым. На основании полученных данных для полевых испытаний были рекомендованы те концентрации экстрактов на основе Rs-H 10%, которые демонстрировали наибольшую токсичность и одновременно не обладали отпугивающим (репеллентным) эффектом для термитов.

Также по анализу полученных результатов пришли к выводу, что при разработке противотермитных приманок, предназначенных для эффективной борьбы с термитами, принципиальное значение имеет правильный подбор состава, в частности наличие термитоцидных веществ, обладающих не только высокой токсичностью, но и аттрактантностью, поскольку даже сильнодействующий компонент не обеспечит необходимой эффективности, если будет обладать отпугивающими свойствами и вызывать избегание приманки термитами.

Биологическая эффективность растительного экстракта RS-H 10% (термитоцид)

№	Препарат	Соотношения экстракт: вода	Кол-во термитов до обработки	Живые термиты после обработки				Биологическая эффективность в % по дням учета			
				3	7	10	14	3	7	10	14
1.	Rs-H 10%	1:1	100	93,0	78,5	70,0	46,5	7,0	17,4	26,3	51,1
2.	Rs-H 10%	1:2	100	76,5	69,0	53,0	41,5	23,5	27,4	44,2	56,3
3.	Rs-H 10%	1:3	100	66,0	28,0	27,0	14,0	34,0	70,5	71,6	85,3
4.	Rs-H 10%	1:4	100	37,0	10,5	1,5	1,0	63,0	88,9	98,4	98,9
5.	Rs-H 10%	1:5	100	67,5	57,5	7,0	6,0	32,5	39,5	87,4	93,7
6.	Контроль	дист. вода	100	100	95,0	95,0	94,0				

Таким образом, была подтверждена важность соотношения действующего вещества и воды в составе приманки. Наблюдения показали, что фильтровальная бумага, пропитанная раствором Rs-H 10%, разведенная в более низких соотношениях с водой, значительно лучше поедалась термитами. Это указывает на то, что оптимальный подбор концентрации токсиканта позволяет достичь наилучшего баланса между аттрактантными свойствами приманки и ее инсектицидной активностью.

Особое значение представляют результаты, указывающие на то, что использование природных биологически активных веществ растительного происхождения позволяет снизить зависимость от синтетических инсектицидов, которые, несмотря на высокую эффективность, нередко сопровождаются проблемами токсичности, устойчивости насекомых и негативного воздействия на окружающую среду [4, с. 50]. В отличие от традиционных химических препаратов, экстракты растительного происхождения, как правило, обладают комплексным действием: они не только оказывают губительное влияние на насекомых-вредителей, но и реже вызывают формирование резистентности, а также могут быть более экологически безопасными для других организмов.

Исходя из вышеизложенного, результаты проведенных исследований могут служить основой для разработки инновационных противотермитных приманок, обладающих двойным эффектом: высокой аттрактантностью и выраженной токсичностью. Установленная высокая степень поедаемости субстрата, обработанного экстрактом *Rindera tetraspis*, позволяет предположить, что данный препарат имеет потенциал для практического применения в условиях естественных популяций термитов. В частности, перспективным направлением является проведение широкомасштабных поле-

вых экспериментов, направленных на оценку эффективности препарата в различных экосистемах и объектах (деревянные конструкции, сельскохозяйственные посадки, лесные насаждения).

Кроме того, полученные результаты открывают возможности для дальнейшего углубленного изучения механизмов действия экстракта Rs-H 10% на физиологию и поведение термитов. Представляется целесообразным исследовать влияние препарата на обмен веществ насекомых, особенности их питания, активность ферментативных систем, а также взаимодействие с микрофлорой кишечника, играющей ключевую роль в переваривании целлюлозы. Комплексный анализ этих процессов позволит более глубоко понять механизмы токсического воздействия и, возможно, оптимизировать применение препарата.

Полученные данные показали, что растительный экстракт Rs-H 10% из растения *Rindera tetraspis* в соотношениях 1:3, 1:4 и 1:5 обладает высокой токсичностью, обеспечивая биологическую эффективность в пределах от 85,3 до 98,9%, что соответствует критериям положительной оценки препарата (таблица). Следовательно, данные растительные экстракты можно рекомендовать в качестве эффективных средств борьбы с термитами для добавления в состав приманок и проведения полевых исследований.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования проявили высокую перспективность использования экстракта *Rindera tetraspis* в качестве основы для создания новых противотермитных средств. Научная значимость работы заключается в расширении знаний о возможностях применения растительных экстрактов в борьбе с социальными насекомыми, а практическая ценность – в разработке более безопасных и эффектив-

ных методов защиты древесины и других материалов от разрушительной деятельности термитов. В дальнейшем подобные исследования могут стать важной частью комплексных программ биологической защиты, направленных на снижение экономических потерь и сохранение экологического баланса.

Список литературы

1. Абдуллаев И.И. Популяционная экология термитов и их значение в естественных и урбанизированных экосистемах: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://inlibrary.uz/index.php/autoabstract/article/view/48974> (дата обращения: 17.08.2025).
2. Ганиева З.А., Холматов Б.Р., Каримов Ф., Джугинисов Т.И., Мирзаева Г.С. Habitat plants and foraging preferences in termites of the genus *Anacanthotermes* // International Journal of Scientific & Technology Research. 2019. Т. 8. № 11. С. 2863–2870. URL: https://www.researchgate.net/publication/337757837_Habitat_Plants_And_Foraging_Preferences_In_Termites_Of_The_Genus_Anacanthotermes.pdf (дата обращения: 25.08.2025).
3. Ganieva Z., Khashimova M., Rustamov K., Akhmedov V. The use of attractants in the application of food-baits against termites // Acta Biologica Sibirica. 2023. Vol. 9. P. 747–754. DOI: 10.5281/zenodo.10121028.
4. Хайтбаев Х., Тагаев У.Р., Тилябаев З. Разработка эффективных средств защиты от термитов // Universum: химия и биология. 2022. № 1 (91). С. 47–51. DOI: 10.32743/UniChem.2022.91.1.12739.
5. Азимов Д.А., Холматов Б.Р., Абдуллаев И.И., Мирзаева Г.С., Рустамов К.Ж. Экология термитов рода *Anacanthotermes*: монография. Ташкент: Фан, 2019. 255 с. ISBN 978-9943-19-493-9.
6. Брайен М. Общественные насекомые, экология и поведение / Под ред. Г.М. Длусского. М.: Мир, 1986. 400 с. ISBN 2005000000-177.
7. Мирзаева Г.С. Холматов Б.Р., Аллабердиев Р.Х. Ксилофаг хашаротлар экологияси (Экология насекомых ксилофагов): монография. Ташкент, 2022. С. 85. ISBN 978-9943-8207-2-2.
8. Khamraev A., Lebedeva N., Zuginisov T., Abdullaev I., Rakhmatullaev A., Raina A.K. Food preferences of the Turkistan termite *Anacanthotermes turkestanicus* (Isoptera: Hodotermitidae) // Sociobiology. 2007. Т. 50. № 2. С. 469–478. URL: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=209367> (дата обращения: 23.08.2025).
9. Erjigitova K.K., Zhuginisov T.I., Duysengaliyev E.S. Biological basis for integrated control of termites of the genus *Anacanthotermes* // Central Asian Journal of Academic Research. 2024. Vol. 2, Is. 6. Part 2. URL: <https://in-academy.uz/index.php/cajar/article/view/34692> (дата обращения: 23.08.2025).
10. Давлетшина А.Г., Аванесова Г.А. Испытание термитостойкости полиэтиленовых труб в Узбекистане // Термиты и меры борьбы с ними: сборник научных статей. Ашхабад, 1968. С. 175–180. ISBN 9965-9457-1-3.
11. Хамраев А.Ш., Лебедева Н.И., Жугинисов Т.И., Хохлачева В.Е., Кучкарова Л.С., Холматов Б.Р., Рустамов К.Ж. Цилиндрик контейнер – Контейнер цилиндрический. Патент на промышленный образец № SAP 01243. 2014.
12. Холматов Б.Р., Рустамов К.Д., Лебедева Н.И., Мирзаева Г.С., Ахмедова З.Ю., Ахмедов В.Н. Патент на промышленный образец за № SAP 02151. «Контейнер плоский для противотермитной приманки». 2021.
13. Ахмедов В.Н. Биологические основы разработки новых средств и методов борьбы с термитами рода *Anacanthotermes*: автореф. дис. ... докт. философии по биол. наукам (PhD). 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://izology.uz/ru/2023/01/17/axmedov-voxidjon-nosirjonovich-biolo/> (дата обращения: 30.08.2025).
14. Джалолиддинов Ф.З., Бабаев Б.Н., Хашимова М.Х., Хайтбаев Х., Тилябаев З. Синтез производных 2,5-меркапто-1,3,4-тиадиазола и исследование их термитоцидной активности // Universum: химия и биология. 2022. С. 44–47. DOI: 10.32743/UniChem.2022.100.10.14331.
15. Pestitsid va agroximikatlarni ro'yxatga olish sinovlarini o'tkazish yuzasidan uslubiy ko'rsatmalar (Методические указания по проведению регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов). Ташкент, 2023. С. 184. [Электронный ресурс]. URL: https://api.sciencweb.uz/storage/publication_files/9031/24163/6602ba45ef8b1_%D0%A3%D1%81%D0%B%D1%83%D0%B1%D0%B8%D0%B9%20%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%B0%2009.10.2023.pdf. ISBN 978-9910-9900-0-7 (дата обращения: 23.09.2025).