



UDC: 632.937.592+502.7,669.85.86.

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРЕФЕРЕНТНЫХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ, ПРЕДПОЧИТАЕМЫХ ТУРКЕСТАНСКИМ ТЕРМИТОМ *ANACANTHOTERMES TURKESTANICUS JACOBS*, В ЦЕЛЯХ СОЗДАНИЯ ПРИМАНОЧНЫХ МАТРИЦ И ТЕРМИЦИДНЫХ ПРИМАНОК

Мадьяров Шухрат Раимджанович,

доктор биологических наук, заведующий лабораторией
Научно-исследовательского института шелководства
Ассоциации «Узбекипаксаноат», ведущий научный сотрудник
Института зоологии АН РУз,
e-mail: shuhm@yandex.ru

Аннотация. Знание химического состава кормовых растений, предпочитаемых туркестанским термитом, позволит разработать эффективные и доступные средства для его контроля, особенно это важно, учитывая быстрый рост населения Земли и глобальное потепление. В данной работе изучен химический состав преферентных растений, предпочитаемых туркестанским термитом и обеспечивающих его нормальное развитие, а именно: влага, компоненты органических экстрактов, водных экстрактов, пектины, гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин и редуцирующие сахара. Проведен отбор наиболее подходящих образцов растений для массового производства приманок, ловушек и отпугивающих средств во время глобального изменения климата. В зависимости от аттрактивности, поедаемости, доступности, содержания углеводов и легкоусвояемой глюкозы, легкости механической переработки растения можно расположить в следующей последовательности: кукуруза, сорго, подсолнечник, тростник. Также были выявлены образцы репеллентного и детергентного воздействия – кора и почки стеблей шелковиц *Morus alba* и *Morus nigra* (отходы шелководства) и стручки гледичии *Gleditsia*. В качестве доступного адгезивного компонента приманочных матриц были найдены карбоксиметилцеллюлоза местного производства и концентрированные растворы белка серицина из сточных вод шелкомотальных производств. Качественно определены целлюлозорасщепляющие микроорганизмы, способствующие выделению моно-, ди- и олигосахаридов в кормовом субстрате.

Ключевые слова: туркестанский термит, фуражирование, кормовое растение, преференция, аттрактанты, фагостимуляторы, репелленты, моносахариды, дисахариды.

ANACANTHOTERMES TURKESTANICUS JACOBS ТУРКИСТОН ТЕРМИТИ АФЗАЛ КЎРГАН ОЗУҚА ЎСИМЛИКЛАРИНИНГ КИМЎВИЙ ТАРКИБИНИ ЕМ МАТРИЦАЛАР ВА ТЕРМИЦИДАЛ ЕМЛАР ЯРАТИШ МАҚСАДИДА ЎРГАНИШ

Мадьяров Шухрат Раимджанович,

биология фанлари доктори, лаборатория мудири,
Ипакчилик илмий-тадқиқот институти
“Ўзбекипаксаноат” уюшмаси етакчи илмий ходими,
ЎЗР ФА Зоология институти

Аннотация. Туркистон термити афзал кўрган озуқа ўсимликларининг кимёвий таркибини билиш уни назорат қилишининг самарали ва арзон воситаларини ишлаб чиқишига



имкон беради, бу, айниқса, дунё аҳолисининг тез ўсиши ва глобал иситиш шароитида муҳим аҳамиятга эга. Биз мазкур ишда Туркистон термити афзал кўрган ва унинг нормал ривожланишини таъминловчи ўсимликларнинг кимёвий таркиби (намлик, органик экстрактлар, сувли экстрактлар, пектинлар, гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин, моно-, ди- ва олигосахаридлар)ни ўргандик. Глобал иқлим ўзгариши даврида емлар, тузоқ ва репеллентларни оммавий ишлаб чиқаришда энг мос ўсимлик намуналари танлаб олинди. Жозибадорлиги, мазалилиги, мавжудлиги, углевод ва осон ҳазм бўладиган глюкоза миқдори, механик ишлов бериш қулайлигига қараб, ўсимликлар қуйидаги кетма-кетликда жойлаштирилди: мак-кажўхори, жўхори, кунгабоқар, қамиш. Шунингдек, репеллент ва детеррент таъсир намуналари аниқланди: *Morus alba* ва *Morus nigra* (ушар қуртлари чиқиндилари) ҳамда *Gleditsia* ўсимлиги подалари пояси ва куртаклари. Ем матрицаларининг мавжуд ёпишқоқ компоненти сифатида маҳаллий ишлаб чиқарилган КМЦ ва ушар саноатининг оқова сувларидан серицин оқсилнинг концентрацияланган эритмалари топилди. Озуқа субстратидаги моно-, ди- ва олигосахаридларнинг ажралиб чиқишига ҳисса қўшадиган целлюлозани парчаловчи микроорганизмлар сифат жиҳатидан аниқланди.

Калит сўзлар: Туркистон термити, ем-хашак ўсимликлари, афзалликлар, жалб этувчилар, фагостимуляторлар, репеллентлар, моно- ва дисахаридлар.

CHEMICAL COMPOSITION OF PREFERABLE FODDER PLANTS OF TURKESTAN TERMITE ANACANTHOTERMES TURKESTANICUS JACOBS FOR CREATION OF BAIT MATRIX AND TERMICIDAL BAITS

Madyarov Shukhrat Raimjanovich,

Doctor of Biological Sciences, Head of laboratory

Research Institute of Sericulture

«Uzbekipaksanoat» Association,

Leading Researcher

Institute of Zoology

The Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract. Knowing a chemical composition of preferred feed plants of the Turkestan termite will enable the development of effective and available agents to be used for its control, that is particularly important during the period of rapid population growth and global warming. In this work, the chemical compositions of preferred plants of Turkestan termite that ensure its normal development – moisture, components of organic extracts, aqueous extracts, pectins, hemicellulose, cellulose, lignin and reducing sugars – have been investigated. The most appropriate plant samples for mass production of baits, traps and repellents in the period of global climate change have been selected. The plants selected for attractiveness, palatability, availability, by carbohydrate content and on easily digestible glucose, and ease of mechanical processing have been arranged as follows: corn, sorghum, sunflower, cane. Samples of repellent and deterrent effects have also been identified, including bark and buds of mulberry stems *Morus alba* and *Morus nigra* (waste of sericulture) and pods of *Gleditsia* plant. As an available adhesive component of bite matrices, locally produced CMC and concentrated solutions of sericin protein from waste waters of silk-winding industries – found. Cellulose-splitting microorganisms contributing to the release of mono-, di- oligosaccharides in the feed substrate have been qualitatively determined.

Keywords: Turkestan termite, fodder plant, preference, attractants, phage stimulators, mono- and disaccharides.



Введение

Создание приманок с термидными свойствами подразумевает знание химического состава излюбленных кормовых субстратов туркестанского термита. Однако такие сведения и попытки изучения химического состава предпочитаемых источников питания, обеспечивающих существование и развитие этих насекомых, либо отрывочны и требуют дополнительных исследований, либо отсутствуют вовсе.

Особенность питания термитов заключается в том, что они благодаря наличию в их пищеварительной системе, а также в кормовом субстрате целлюлолитических ферментов и симбиотических микроорганизмов способны переваривать древесину и получать из полисахаридов и других запасных веществ растений весь комплекс питательных веществ: белки, жиры, сахаристые вещества, нуклеотиды, витамины и другие вторичные метаболиты [1; 2]. В связи с этим изучение химического состава наиболее предпочитаемых растений позволит узнать природу не только основного питательного компонента, но и химических аттрактантов, определяющих кормовую специализацию туркестанского термита. Эти сведения послужат основой для создания приманочных матриц, в которые будут вводиться известные инсектициды, ботанические инсектициды и агенты биоконтроля термита [3-6]. Однако следует отметить, что в последние годы из-за массового и бесконтрольного применения химических пестицидов пострадали пчеловодство и шелководство, в том числе появление синдрома незавивки кокона [7; 8].

В последние два десятилетия в связи с глобальным изменением климата в пустынных, степных и полупустынных районах и в целом по Узбекистану наблюдается расширение ареала распространения, повышенная активность и вредоносность туркестанского термита *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobson как в природных, так и в урбанизированных экосистемах [9; 10]. Так, показано распространение термитов по всем без исключения регионам Узбекистана [10].

Также в статьях обсуждается заметное негативное влияние продуктов жизнедеятельности термитов на озоновый слой земной атмосферы, что усиливает парниковый эффект. В связи с этим глобальное потепление может привести к разрушительной активности термитов в мировом масштабе, что потребует дополнительных усилий в создании дешевых, эффективных и, главное, экологических методов контроля термитов [8; 9].

Учитывая все вышеизложенное, а также принимая во внимание важную роль термитов как биодеструкторов растительного органического сырья в кругообороте углерода, идеальным подходом в системе комплексной борьбы с вредителями (IPM) была бы разработка мер, препятствующих урбанизации этих насекомых и способствующих их возвращению в природную сферу. Данное направление разработок является обоснованием поиска новых эффективных природных репеллентных и детеррентных соединений, которые можно будет химически синтезировать и модифицировать [6; 9].

Для создания отвечающих указанным требованиям приманочных матриц ассортимент испытываемых аттрактивных материалов расширен в сторону многотоннажных отходов сельскохозяйственного производства, что обеспечит дешевизну и доступность основной материальной части приманок. Проводится также работа по усовершенствованию конструкции, материала и функциональных особенностей приманок для термитов, направленная на упрощение дизайна, улучшение потребительской функциональности и уменьшение стоимости – необходимых факторов при массовом их применении в грядущий период глобального потепления [9].

В данном исследовании в результате опытов по фуражированию растительных материалов в искусственном и природных термитниках были выявлены наилучшие компоненты для приманочных матриц для туркестанского термита: кукурузные, сорговые и подсолнечные стебли, а в качестве адгезивного, антиоксидантного белкового материала – серицин (отход шелкового

производства) и карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) местного производства вместо дорогостоящих агар-агара и метилцеллюлозы [3; 4]. Кроме того, проведены более детальные и расширенные исследования по изучению химического и биохимического состава наиболее привлекательных частей преферентных растений для туркестанского термита. Более подробно изучены образцы ранее описанной верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi* и ранее неизученных растений [6; 11] – тростника обыкновенного *Paragmites*, бамбука *Bambusa vulgaris* и клещевины обыкновенной *Ricinus communis*. Также было выявлено наличие репеллентов и детеррентов без химической характеристики в стеблях шелковиц *Morus alba* и *Morus nigra* (отходах шелководства) и стручках гледичии *Gleditsia*.

Материалы и методы

Полные растения кукурузы *Zea mais*, сорго *Sorgum* и подсолнечника *Helianthus* (включая корень, стебли, листья, початки, стержни, корзинки с семечками, створки семечек) собраны в конце вегетативного периода, а наземные части верблюжьей колючки, тростника, бамбука и клещевины – в полевых условиях и на опытных участках. Ветви декоративных и фруктовых растений были отходами ежегодных сезонных обрезок. Ветки шелковицы двух видов (*Morus alba* и *Morus*

nigra) – отходы шелководства, стручки гледичии (*Gleditsia*) были собраны осенью с отдельно растущих растений Института шелководства. Образцы были приготовлены из растительных материалов распиливанием веток, расщеплением, размельчением и просеиванием через сита (1, 2,5 и 5 мм) стеблей кукурузы и подсолнечника, после отделения их древесной части от сердцевинной, отделением корневой части, стержней початков кукурузы, корзинок и створок семян подсолнечника и других частей растений. Все эти части растений объединялись в просеянные компактные образцы для испытания в естественных и искусственных термитниках с присущими им системами жизнеобеспечения насекомых (рис. 1). Приготовление приманочных матриц не отличалось от описанных в литературе [3-6; 11]. Упаковка матриц производилась в чашки Петри, пластиковые трубки с диаметрами 15, 20, 25 мм с просверленными отверстиями (5 мм) или перфорированную полиэтиленовую пленку. Экспонирование образцов проводили в природных и искусственных термитниках в течение 30 и 45 дней. Начиная с 1-го дня фиксировалась активность термитов по отношению к образцам пищевых субстратов, проявляемая в их облепливании глиняными лепками на поверхности образцов в искусственном термитнике [5; 11].

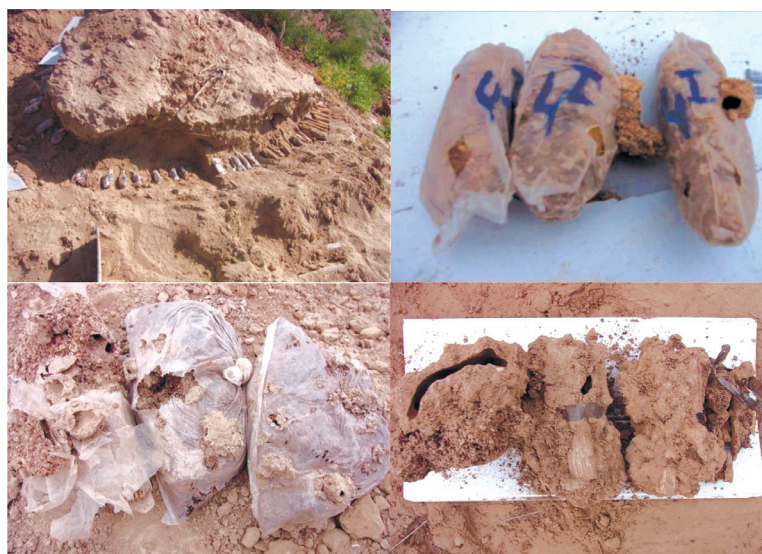


Рис. 1. Закладка образцов в естественный термитник в Бадай-Тугайском биосферном заповеднике для оценки кормовой активности термитов и вид образцов после 45-дневной экспозиции



Наиболее аттрактивные из растений – объекты химического и биохимического анализа – были выявлены в результате предварительных опытов по лабораторному и природному фуражированию и преференции их насекомыми [5; 11]. Для анализа были использованы воздушно-сухие образцы сорго, кукурузы, подсолнечника и навески других растений, измельченные, просеянные до одинакового размера (1 мм) и взвешенные до определенных масс. Подготовленные таким стандартным способом образцы были подвергнуты традиционным химическим и биохимическим методам анализа на содержание влаги, жиров, белков, различных видов природных поли-, олиго-, ди- и моносахаридов и других компонентов [12; 13]. Для выделения компонентов анализируемых растений была использована последовательная экстракция образцов гексаном (хлороформом), этанолом, водой при комнатной температуре, 40-45 и 90 °C, 0,5% оксалатным буфером и 5% гидроксидом натрия [14]. Лигнин отделяли от целлюлозы гидролизом последней 72% серной кислотой, и по разнице в весе определены процентные составы лигнина и целлюлозы [12]. В таблице приведены средние величины из трех опытов. Анализ липидных экстрактов, углеводов и сахаридов проведен хроматографическими, химическими и биохимическими методами [15-17]. В качестве склеивающей основы для приготовления приманок был использован сконцентрированный серициновый раствор из сточных вод Ташкентской шелкоткальной фабрики и КМЦ Наманганского завода. Анализ белковых и аминокислотных проб был проведен методом Фолина [18] и нингидриновым методом [16]. Тестирование аскорбиновой кислоты, ионов меди и содержания гидроперекисей и перекисей в образцах осуществляли соответствующими тест-системами Quantofix (Sigma-Aldrich Chem. Co.). Оптическую плотность образцов в видимой и ультрафиолетовой областях спектра измеряли фотометром ФЭК-56, спектрофотометром СФ-26.

Результаты и их обсуждение

Сравнительные опыты по аттрактивности и поедаемости стеблей верблюжьей колючки (*Alhagi pseudoalhagi*), кукурузы (*Zea mays*), сорго (*Sorghum nervosum*), клещевины (*Ricinus communis*), тростника (*Phragmites communis*), подсолнечника (*Helianthus annuus*) показали, что наилучшей аттрактивной способностью обладают стебли верблюжьей колючки, клещевины, далее следуют стебли кукурузы, сорго, подсолнечника и тростника обыкновенного. Репеллентными были найдены кора и почки стеблей шелковицы (*Morus alba*, *Morus nigra*), а также стручки гледичии (*Gleditsia*). Поедаемость образцов также была различна. Так, стебли кукурузы были съедены (в основном сердцевинная часть) в среднем за 24 дня на 31%, сорго – 24%, клещевины – 15%, верблюжьей колючки – 13% и подсолнечника – 9,6% (за 40 дней – на 14,5%).

Проведен химический и биохимический анализ сердцевин стеблей кукурузы, сорго и подсолнечника. Отличием данной схемы ступенчатой экстракции от описанной является хлороформная экстракция вместо гексановой при отделении аттрактивных и некоторых фагостимулирующих веществ. Результаты такого анализа представлены в таблице.

Как следует из результатов таблицы, неподверженные действию микроорганизмов стебли тестируемых растений содержат больше полимерных нерастворимых в воде компонентов, в том числе гемицеллюлозы и целлюлозы – важных в питании термитов запасных веществ.

Анализ сердцевин стеблей подсолнечника показал высокое содержание пектиновых веществ и пониженное содержание гемицеллюлозы и лигнина. По содержанию лигнина сердцевин верблюжьей колючки (янтак) и тростника значительно отличаются от других растений. В древесной части верблюжьей колючки бедными оказались органический и водный экстракты, гемицеллюлозный компонент и остаток лигнина (после сернокислотной экстракции), в то время как целлюлозная фракция оказалась наибольшей.



Таблица

Результаты химического анализа образцов сердцевин стелей (%)

Образцы сердце- вины стелей	Метод определения, вещество								
	Суш- ка, H ₂ O	Хлоро- форм, экстракт	Этанол, эк- стракт	H ₂ O экс- тракт, 40°C	H ₂ O экс- тракт, 90 °C	0,5% оксалат, пектины	5% NaOH, гемицел- люлоза	72% H ₂ SO ₄ цел- люлоза	Оста- ток, лиг- нин
Кукуруза	8,2	2,0	1,3	1,9	0,0	1,1	15,8	42,3	8,1
Подсолнечник	9,9	4,2	1,0	5,3	0,0	17,2	5,1	35,0	2,9
Сорго	4,8	4,0	7,9	5,1	2,0	2,9	17,2	33,1	6,0
Тростник	8,0	2,0	2,0	2,0	4,0	1,0	9,0	47,8	24,3
Янтак	7,7	2,6	2,6	1,0	1,0	2,6	15,4	43,2	25,7
Янтак (древесина)	7,9	1,1	1,3	0,0	0,0	4,9	8,3	70,8	6,2

Получены гексановые, хлороформные и этанольные экстракты наиболее аттрактивных частей изученных растений для исследования их фракционного состава. По выраженному содержанию экстрактивных веществ выделяются хлороформные экстракты подсолнечника и сорго, а также этанольный экстракт сорго. Как показано в опытах на термитах,

гексановые, хлороформные и частично этанольные экстракты обладают аттрактивными свойствами, что предполагает дальнейшее изучение полученных фракций после их хроматографического разделения.

Проведен предварительный тонкослойный хроматографический (ТСХ) анализ на силикагеле (рис. 2).

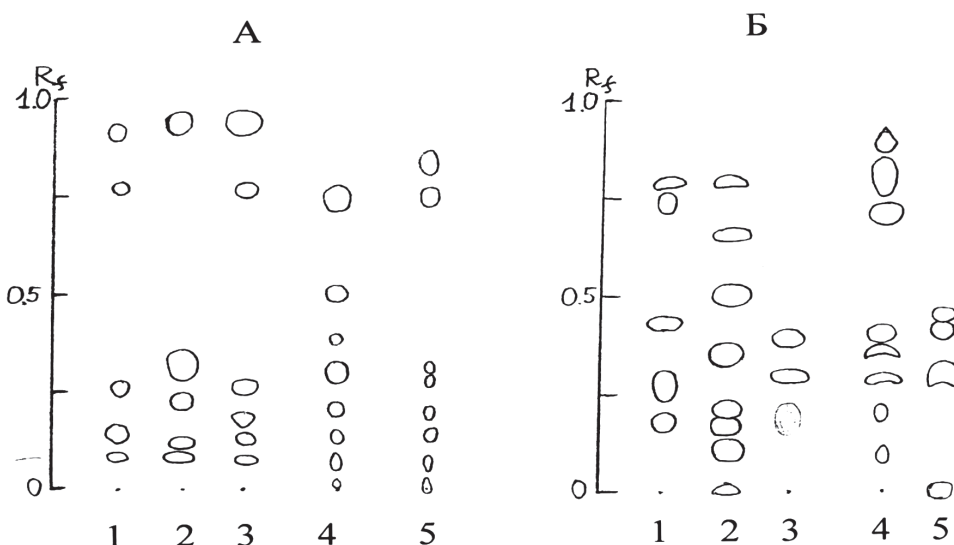


Рис. 2. Результаты ТСХ анализа этанольных экстрактов образцов растений аттрактантов и репеллентов

А – система гексан – этилацетат – уксусная кислота (90 : 10 : 1), Б – хлороформ – метанол – 25% нашатырный спирт (65 : 35 : 5) 1, 2, 3 – соответственно экстракты сердцевин стелей кукурузы, сорго и подсолнечника, 4 –экстракт коры шелковицы, 5 – экстракт стручков гледичии

Далее проведено препаративное ТСХ хроматографическое разделение полученных экстрактов и приготовление образцов фракций для тестирования на термитах с помощью простого самодельного устройства,

которое показало присутствие от 1 до 3 аттрактивных фракций в изученных гексановых и хлороформных экстрактах древесной части и коры верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi*, сердцевинных частей кукуруз-



ных *Zea mais*, сорговых *Sorgum* и подсолнечных *Helianthus* стеблей. Другие компоненты экстрактов обладают детеррентными либо инертными свойствами. Среди последних – аминокислоты, моно- и дисахариды. В водных экстрактах не обнаружены белковые фракции, в следовых количествах – аминокислотные и крахмальные фракции.

В образцах из кукурузы и сорго специальными биохимическими тестами и ферментативным методом определена глюкоза. Этанольные экстракты, содержащие редуцирующие вещества, фракционированы методом бумажной хроматографии для идентификации сахаристых и других спирторастворимых фагостимуляторов для туркестанского термита. Среди них: в кукурузном экстракте – глюкоза, фруктоза, галактоза, сахароза, в экстракте сорго – глюкоза и сахароза, в экстракте подсолнечника из сахаров обнаружены следы глюкозы, тогда как определение глюкозы водных экстрактов обезжиренной сердцевинки растений глюкозо-оксидазным методом дало следующие результаты: у кукурузы – 5-6%, сорго – 1-1,5%; тростника – 0,05%; подсолнечника – 0,008% и верблюжьей колючки – 0,005%.

В опытах по фуражированию было также выявлено, что наибольшей аттрактивностью и поедаемостью обладают стебли, перезимовавшие в поле, т. е. обсемененные природным комплексом грибов (*Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium* и др.), в состав которых входят целлюлазы, продуцирующие моно-, ди- и олигосахариды.

Тестовые полоски Quantofix не обнаружили аскорбиновую кислоту, ионы меди, гидроперекиси и перекиси, инициирующие перекисное окисление липидов.

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований среди испытанных в экспериментах по фуражированию растительных материалов были выявлены наилучшие компоненты для приманочных матриц: кукурузные, сорговые, подсолнечные и тростниковые стебли и другие части этих растений, а в качестве склеивающего материала – серицин из сточных вод шелкомотальных фабрик и КМЦ местного производства. Проведенный сравнительный химический анализ сердцевинки кукурузных, сорговых, подсолнечных и тростниковых стеблей указывает на экономичность использования кукурузных стеблей из-за их большей доступности, более легкой технологической переработки в приманки, специфического состава легкоусвояемых нутриентов, более выраженной аттрактивности и поедаемости туркестанским термитом. В составе изученных образцов не обнаружены аскорбиновая кислота, ионы меди, гидроперекиси и перекиси, способствующие перекисному окислению липидов. Репеллентными были найдены кора и почки стеблей шелковицы *Morus alba*, *Morus nigra*, а также стручки гледичии *Gleditsia*, экстрактивные вещества которых можно использовать в качестве отпугивающих пропиток и покрытий.

REFERENCES

1. Orlova E.A. Cellyulozoliticheskie fermenty i symbionty v kishhechnike termitov [Cellulolytic enzymes and symbionts in the intestines of termites]. Pp. 150-180.
2. Zolotorev E.H. ed. V sbornike statey "Termity" [In the collection of articles «Termites»]. Moscow, MGU Publ., 1974, 310 p.
3. Abdullaev I.I., Rakhimbaev F.R., Iskandarov A.I. Fiziologiya i biohimiya pishchevareniya termitov roda *Anacanthotermes* Jacobson, 1904 [The Physiology and Biochemistry of the Digestion System of Termites from the Genus *Anacanthotermes* Jacobson, 1904]. Nauka i innovacionnoe razvitie – Science and innovative development, 2020, no. 1, pp. 71-78.



4. Nan Yao Su. Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (*Isoptera: Rhinotermitidae*). Econ. Entomol., 1994, vol. 87, no. 2, pp. 389-392.
5. Rojas M.G., Morales-Ramos J.A. Bait matrix for delivery of chitin synthases inhibitors of the formation of subterranean termites. Econ. Entomol., 2001, vol. 94, no. 2, pp. 506-510.
6. Madyarov Sh.R., Khamraev A.Sh., Lebedeva N.I., Rakhmatullaev A., Zhuginisov T.I. Development of a bait matrix from local materials for the control of Turkestan termite. Abstracts of Int. Workshop. Termites of Central Asia: Biology, Ecology and Control. Khiva, 2005, pp. 41-42.
7. Madyarov Sh.R. Chemical and biochemical analysis of the most preferred and repellent plants for the Turkestan termite in Uzbekistan. Abstracts of Int. Workshop. Termites of Central Asia: Biology, Ecology and Control. Khiva, 2005, pp. 39-40.
8. Cappellozza L., Burlini F. Action of fenoxycarb on 'non-spinning syndrome on silk worm in North-Eastern Italy. Tropicultura, Belgium, 1994, vol. 10, no. 4, pp. 160-162.
9. Madyarov S.R. Climate change, insect resources and high technologies. Proceedings of the 25th International Congress on Sericulture and Silk Industry. Silk beyond the Textile. Tsukuba, Japan, 2019.
10. Madyarov Sh.R., Khamraev A.Sh. Development of new matrix forms, agents of control and bites for Turkestan termite *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobson. Abstracts Int. Sci. Conf. Global Warming and Agrobiodiversity. Tbilisi, Georgia, 2015, pp. 200-202.
11. Lebedeva N.I., Mirzaeva G.S., Rustamov K.D., Kholmatov B.R., Ganieva Z.A., Mansurxodjaeva M.U. Xylophage insects. Insecta: *Coleoptera*; *Hymenoptera*; *Isoptera* – industrial wood vermin in Uzbekistan. Eur. Sci. Review, 2016, no. 11-12, pp. 5-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.20534/ESR-16-11.12-5-8/>
12. Khamraev A.S., Lebedeva N.I., Zhuginisov T.I., Abdullaev I.I., Rakhmatullaev A., Raina A. K. Food Preferences of the Turkestan termite *Anacanthotermes turkestanicus*. Isoptera: Hodotermitidae. Sociobiology, 2007, vol. 50, no. 2, pp. 469-478.
13. Williams B.L., Wilson K., eds. A Biologist's Guide to Principles and Techniques of Practical Biochemistry. London, Edward Arnold, 1975. 273 p. [Russ. ed.: Severin S, E, Vinogradov A.D. Metody prakticheskoy biohimii. Moscow, MIR Publ., 1978, 268 p].
14. Arasimovich V.V., Baltacha S.V., Ponomareva N.P., Arasimovich V.V. Metody analiza pektinovyh veshchestv, gemicellyuloz i pektoliticheskikh fermentov v plodah [Methods of analysis of pectin substances, hemicelluloses and pectolytic enzymes in fruits]. Kishinev, AN MSSR Publ., 1970, 84 p.
15. Ermakov A.I., ed. Metody biohimicheskogo analiza rastenij [Methods of biochemical analysis of plants]. Leningrad, Kolos Publ., 1972, 456 p.
16. Filippovich Yu.V., Egorova T.A., Sevast'yanova G.A. Praktikum po obshchej biohimii [Workshop on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1982, 311 p.
17. Dawson R.M.C., Elliott D.C., Elliott W.H., Jones K.M. Data for biochemical research. 3rd ed. Oxford, Oxford University Press, 1986, 580 p.
18. Kirchner J.G. Thin-Layer Chromatography. Techniques of Chemistry. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons Inc, 1978, 1137 p. [Russ. ed.: Beryozkin V.G. Tonkoslojnaya hromatografiya. I - II. Moscow, MIR Publ., 1981. 1144 p.].
19. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. Biol. Chem., 1951, vol. 193, no. 1, pp. 265-275.

Рецензент: Мирзаева Г. С., д.б.н., заведующая лабораторией «Энтомология» Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан.