

**O'ZBEKISTONDA ANACANTHOTERMES AVLODI TERMITLARIGA QARSHI
KURASHNING BIOEKOLOGIK VA MUHANDISLIK YONDASHUVLARI: TIZIMLI
SHARH****Irgasheva Charos Shavkat qizi**

O'zR FA Zoologiya instituti huzuridagi Respublika termitlarga qarshi ilmiy-ishlab chiqarish
markazi, e-mail: irgashevacharos74@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6178-9582>



Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda O'zbekiston hududida tarqalgan *Anacanthotermes* avlodi termitlarining bioekologik xususiyatlari hamda ularga qarshi kurashda qo'llaniladigan biologik, botanik, kimyoviy va muhandislik usullarining samaradorligi mavjud ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilindi. Tadqiqot Scopus, Web of Science hamda milliy ilmiy ma'lumotlar bazalaridan tanlab olingan 20 ta ilmiy manbaning qiyosiy tahlili va sinteziga asoslandi. Tahlil qilingan manbalarda *Rindera tetraspis* ekstraktining 1:4 nisbatdagi eritmasi 14 kunlik kuzatuv davomida 98,9% gacha nobud bo'lish ko'rsatkichini namoyon qilgani, *Inula helenium* ekstrakti uchun esa LC50 qiymati 0,47% ni tashkil etgani qayd etilgan. Biologik kurash vositalari orasida *Beauveria tenella* VD-85 shtammi hamda *Caenorhabditis* avlodiga mansub nematodalar bilan bog'liq tadqiqotlarda *Anacanthotermes* avlodi termitlariga nisbatan yuqori biologik faollik qayd etilgan. Ayrim laboratoriya tajribalarida yuqori nobud bo'lish ko'rsatkichlari kuzatilgan. Tarixiy-me'moriy obidalarni muhofaza qilishda zararni aniqlash uchun buzmasdan tekshirish (NDT) texnologiyalaridan, jumladan akustik emissiya va Termatrac qurilmalaridan foydalanish, shuningdek, biologik va kimyoviy kurash vositalarini integratsiyalashgan zararkunandalarni boshqarish (IPM) tizimi doirasida qo'llash taklif etildi. Repellent to'siqlar sifatida nepetalakton asosidagi vositalardan foydalanish imkoniyati ham ko'rib chiqildi. Ushbu tahlil kelgusida dala tajribalarini rejalashtirish va integratsiyalashgan kurash choralarini ishlab chiqish uchun nazariy-metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: *Anacanthotermes*, termitlar, termitlarga qarshi kurash, botanik insektitsidlar, entomopatogenlar, buzmasdan tekshirish (NDT), integratsiyalashgan zararkunandalarni boshqarish (IPM).

Аннотация. В данном исследовании на основе анализа имеющейся научной литературы обобщены биоэкологические особенности термитов рода *Anacanthotermes*, распространенных на территории Узбекистана, а также эффективность биологических, ботанических, химических и инженерных методов, применяемых для борьбы с ними. Исследование основано на сравнительном анализе и синтезе 20 научных источников, отобранных из международной базы Scopus, Web of Science и национальных научных баз данных. В проанализированных источниках отмечено, что раствор экстракта *Rindera tetraspis* в соотношении 1:4 проявил смертность до 98,9% в течение 14 дней наблюдения, а для экстракта *Inula helenium* значение LC50 составило 0,47%. Среди средств биологической борьбы в исследованиях с использованием штамма *Beauveria tenella* VD-85 и нематод рода *Caenorhabditis* зафиксирована высокая биологическая активность против термитов рода

Anacanthotermes. В отдельных лабораторных экспериментах наблюдались высокие показатели смертности. Для защиты историко-архитектурных памятников предложено использовать технологии неразрушающего контроля (NDT), в частности акустическую эмиссию и приборы Терматрас, а также применять биологические и химические средства защиты в рамках системы интегрированного управления вредителями (IPM). Также рассмотрена возможность использования средств на основе непеталактона в качестве репеллентных барьеров. Данный анализ служит теоретико-методологической базой для планирования будущих полевых экспериментов и разработки интегрированных мер борьбы.

Ключевые слова: *Anacanthotermes*, термиты, борьба с термитами, ботанические инсектициды, энтомопатогены, неразрушающий контроль (NDT), интегрированное управление вредителями (IPM).

Abstract. In this study, based on the existing scientific literature, the bioecological characteristics of termites of the genus *Anacanthotermes* distributed in Uzbekistan and the effectiveness of biological, botanical, chemical, and engineering methods used to control them were analyzed. The research was based on a comparative analysis and synthesis of 20 scientific sources selected from Scopus, Web of Science, and national scientific databases. In the analyzed sources, it was recorded that a 1:4 extract solution of *Rindera tetraspis* demonstrated a mortality rate of up to 98.9% during a 14-day observation period, while the LC50 value for *Inula helenium* extract was 0.47%. Among biological control agents, high biological activity against termites of the genus *Anacanthotermes* was noted in studies involving the *Beauveria tenella* VD-85 strain and nematodes belonging to the genus *Caenorhabditis*. High mortality rates were observed in certain laboratory experiments. For the protection of historical and architectural monuments, the use of non-destructive testing (NDT) technologies, including acoustic emission and Termatrac devices, as well as the application of biological and chemical control methods within the Integrated Pest Management (IPM) framework, was proposed. The potential use of nepetalactone-based agents as repellent barriers was also considered. This review serves as a theoretical and methodological basis for planning future field trials and developing integrated control measures.

Keywords: *Anacanthotermes*, termites, termite control, botanical insecticides, entomopathogens, non-destructive testing (NDT), Integrated Pest Management (IPM).

Kirish. Termitlar (Blattodea) ijtimoiy hayot tarziga ega hasharotlar guruhi bo‘lib, tabiiy ekotizimlarda organik qoldiqlarning parchalanishi, tuproq tuzilishi va aeratsiyasining shakllanishida muhim ekologik funktsiyani bajaradi. Shu sababli ular ko‘plab ekotizimlarda “ekotizim muhandislari” (ecosystem engineers) sifatida qaraladi. Biroq iqlim sharoitlarining o‘zgarishi va urbanizatsiya jarayonlari ayrim termit turlarining antropogen muhitda yashashi va tarqalishiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Natijada ular yog‘och konstruksiyalar va boshqa qurilish materiallariga zarar yetkazuvchi muhim zararkunandalardan biriga aylanishi mumkin. Global miqyosda termitlar yog‘och konstruksiyalar va boshqa sellyulozaga boy qurilish materiallariga zarar yetkazib, binolarni ta’mirlash va qayta tiklash bilan bog‘liq sezilarli iqtisodiy yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi [10; 1-5.].

Markaziy Osiyoning qurg‘oqchil va keskin kontinental iqlim sharoitida, jumladan O‘zbekistonda, *Anacanthotermes* avlodiga mansub termitlar uchraydi. O‘zbekiston hududida qayd etilgan *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobs va *Anacanthotermes ahngerianus* Jacobs turlari yog‘och konstruksiyalar hamda ayrim bino va inshootlarga zarar yetkazuvchi muhim zararkunandalar sifatida qayd etilgan [1; 117-131., 11; 39-43.].

Ayniqsa, O‘zbekistonning boy madaniy merosi sanalgan qadimiy Buxoro, Samarqand va Xiva shaharlaridagi me’moriy obidalar, xususan, Xiva shahridagi YUNESKO (UNESCO — Birlashgan Millatlar Tashkilotining Ta’lim, fan va madaniyat masalalari bo‘yicha tashkiloti) muhofazasiga olingan “Ichon-Qal’a” davlat muzey-qo‘riqxonasidagi tarixiy yodgorliklar (jumladan, 213 ta qadimiy o‘ymakor ustunli Juma masjidi va 1838–1842-yillarda bunyod etilgan Oq masjid) termitlarning halokatli biologik destruksiyasiga duchor bo‘lmoqda [6; 159-161., 7; 176-180.].

O'zbekistonda termitlar keltirib chiqarayotgan ijtimoiy-iqtisodiy xavflarning ortishi davlat darajasidagi qonunchilik hujjatlarida ham o'z aksini topgan. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 4-noyabrdagi 734 va 735-sonli qarorlari termitlarga qarshi kurash tizimini yanada kuchaytirish va amaliy hamda ilmiy chora-tadbirlar ishlab chiqishni talab etadi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Ushbu tadqiqotning maqsadi O'zbekistonda termitlarga qarshi kurashishda qo'llaniladigan an'anaviy va zamonaviy yondashuvlarni, jumladan, jalb qiluvchi (attraktant), qaytaruvchi (repellent) va termitotsid ta'sirga ega bo'lgan botanik, mikrobiologik hamda muhandislik-dagnostika vositalarini ilmiy adabiyotlar asosida tizimli ravishda tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot natijalari kelgusida dala tajribalarini rejalashtirish va samarali kurash choralari ishlab chiqish uchun nazariy asos yaratishga qaratilgan.

Ushbu ish dala tajribalari oldidan nazariy-tahliliy konsepsiyani shakllantirish maqsadida tizimli va tarkibiy sharh (systematic/structural review) metodologiyasi asosida tayyorlandi. Maqolada xalqaro va mahalliy adabiyotlarning ma'lumotlarini qiyoslash va sintez qilish uchun quyidagi ilmiy metodologik bosqichlar amalga oshirildi:

1. Ma'lumotlar bazalarini qidirish: Tadqiqot doirasida Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar va O'zbekiston Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) ro'yxatidagi milliy ilmiy jurnallar (masalan, Development of Science, Science and Innovation) bazalaridan foydalanildi. Qidiruv kalit so'zlari sifatida: "*Anacanthotermes*", "subterranean termites", "botanical termiticides", "entomopathogenic fungi", "*Beauveria tenella*", "non-destructive testing", "IPM in historical buildings" iboralaridan foydalanildi.

2. Inkluziya va ekskluziya mezonlari: Tahlilga termitlarga qarshi kurash vositalarining samaradorligi, ta'sir mexanizmlari yoki biologik faolligi bo'yicha miqdoriy ko'rsatkichlar keltirilgan ilmiy tadqiqotlar kiritildi. Jumladan, konsentratsiya, LD50 yoki LC50 qiymatlari, nobud bo'lish darajasi va vaqt bo'yicha mortalitet dinamikasi mavjud bo'lgan tadqiqotlarga ustuvor ahamiyat berildi. Mavzuga bevosita aloqador bo'lmagan, zarur miqdoriy ma'lumotlarni taqdim etmagan yoki takroriy nashrlar tahlildan chiqarib tashlandi. Yakuniy tahlilga jami 20 ta ilmiy manba kiritildi.

Tadqiqot natijalari. O'simliklardan olingan tabiiy ekstraktlar va efir moylari termitlarga qarshi kurashda sintetik insektitsidlarga nisbatan istiqbolli alternativ vositalardan biri sifatida qaraladi. Biroq ularning ekologik va toksikologik xavfsizligi qo'llaniladigan modda, konsentratsiya, ta'sir davomiyligi va nishon bo'lmagan organizmlarga ta'siriga qarab alohida baholanishi lozim.

A. Attraktantlik (Jalb qiluvchilik) Biologiyasi. Termitlarni bait-stansiyalarga jalb qilishda samarali ozuqa substratini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Tahlil qilingan tadqiqotlarda O'zbekiston florasida uchraydigan 39 turdagi o'simlik materiali orasida quruq kungaboqar (*Helianthus annuus* L.) poyasi *Anacanthotermes* avlodiga mansub termitlar tomonidan eng yuqori tanlanish yoki iste'mol ko'rsatkichini namoyon qilgani qayd etilgan [18]. Ushbu ko'rsatkich 94,9% ni tashkil etgan. Mahalliy terak (*Populus nigra* L.) yog'ochi va uning qipig'i ham termitlar uchun jozibador ozuqa substratlari sifatida qayd etilgan [18; 102-114.]. Shuningdek, ayrim tadqiqotlarda etilen va dietilen glikol monoefirlarining termitlarning ozuqa iste'molini rag'batlantiruvchi moddalar sifatidagi ta'siri baholangan [16; 42-46.]. Ushbu moddalar zaharli yem tarkibiga qo'shilganda termitlarning yemga bo'lgan qiziqishi va iste'mol darajasining oshishi kuzatilgan.

O'zbekiston florasiga mansub ayrim dorivor o'simliklar urug'larining etanolli ekstraktlari ham termitlarga qarshi faollik nuqtayi nazaridan o'rganilgan. Jumladan, *Foeniculum vulgare*, *Peganum harmala*, *Psoralea corylifolia*, *Ricinus communis*, *Croton tiglium*, *Mentha spp.*, *Ocimum basilicum* va *Capsicum frutescens* urug'larining 10% li ekstraktlari uchun 50% mortalitetga erishish vaqti (LT50) 10 soatdan kam bo'lgani qayd etilgan. Mazkur natijalar ushbu ekstraktlarning termitlarga qarshi biologik faolligi mavjudligini ko'rsatadi.

B. Repellentlik (Haydash va To'siq Yaratish). Qatron va ikkilamchi metabolitlarga boy ayrim daraxt turlarining yog'och materiallari termitlar tomonidan zararlanishga nisbatan ma'lum darajada chidamlilik namoyon qilishi mumkin. Bunda yog'och tarkibidagi terpenoidlar va boshqa biologik faol birikmalarning repellent yoki oziqlanishni cheklovchi ta'siri muhim ahamiyat kasb

etadi. Xususan, qarag'ay (*Pinus sylvestris* L.) yog'ochining termitlarga nisbatan tabiiy himoyalovchi xususiyatlari qayd etilgan. *Peganum harmala* L. tarkibidagi β -karbolin alkaloidlari, jumladan, harman va harmine, termitlarda repellent faollik namoyon qilishi qayd etilgan. *Ocimum gratissimum* L. va *Citrus maxima* (Burm.) Merr. efir moylari esa termitlarning oziqlanish faolligini kamaytiruvchi antifeedant ta'sirga ega ekanligi qayd etilgan. Tuproq to'siqlarini shakllantirishda mushukyalpiz (*Nepeta cataria* L.) efir moyi va uning asosiy komponentlaridan biri bo'lgan nepetalaktonning samaradorligi ham o'rganilgan [20; 1275-1282.]. Tadqiqotlarda nepetalaktonning E,Z va Z,E izomerlari 250–500 ppm konsentratsiyalarda termitlarning tuproq ostidagi harakatlanishi va yo'l hosil qilish faolligini sezilarli darajada cheklashi qayd etilgan [20; 1275-1282.].

Muhim ilmiy qonuniyat (yuqori konsentratsiyada repellent ta'sirning yuzaga kelishi): Boraginaceae (Dorivor gulsargdoshlar) oilasiga mansub mahalliy *Rindera tetraspis* (To'rtpilla rinderasi) o'simligidan Rs-H 10% ekstrakti olinganda, uning 1 qism ekstrakt + 1 qism suv 1:1 nisbatdagi konsentratsiyasi termitlar tomonidan yemni rad etishiga (yuqori konsentratsiyada repellent ta'sirning yuzaga kelishiga) sabab bo'lgan [3; 34-39., 4; 17-21.]. Preparatni 1:4 nisbatda (1 qism ekstrakt va 4 qism suv, jami 5 qism ishchi eritma) va 1:5 nisbatda (1 qism ekstrakt va 5 qism suv, jami 6 qism ishchi eritma) optimal suvli suyultirish orqali uning repellentlik effekti yo'qotildi. Bu ozuqa attraktivligini tiklab, termitlar tomonidan faol iste'mol qilinishini hamda yuqori toksiklikni saqlab qolishini ta'minladi [3; 34-39., 4; 17-21.].

C. Termitotsidlik (Nobud qilish faolligi). *Rindera tetraspis* Rs-H 10% ekstrakti pirrolizidin alkaloidlariga boy bo'lib, u termitlarning asab-mushak tizimini va ichak muskulaturasi qisqarishini falaj qiladi [3]. Ushbu preparat 1:4 nisbatda suyultirib qo'llanilganda, 14 kun ichida termitlar o'rtasida 98,9% lik nobudlik ko'rsatkichini qayd etdi (1-jadval) [3; 34-39.]. Shuningdek, andiz (*Inula helenium* L.) o'simligining yer ustki qismlaridan olingan etanolli ekstrakti tarkibidagi biologik faol birikmalar *Anacanthotermes turkestanicus* ga qarshi termitotsid faollik namoyon qilgan. 14 kunlik kuzatuv davomida ushbu ekstrakt uchun LC50 qiymati 0,47% ni tashkil etgani qayd etilgan [2; 683-685.].

1-jadval.

***Rindera tetraspis* (Rs-H 10%) ekstraktining turli suvli suyultirish nisbatlarida *Anacanthotermes turkestanicus* ishchi termitlariga biologik samaradorligi (Abbot formulasi bo'yicha tuzatilgan nobudlik ko'rsatkichi, % da) [3]**

T/r	Ishchi eritma nisbati (Ekstrakt : Suv)	3-kun (%)	7-kun (%)	10-kun (%)	14-kun (%)	Izoh (Termitlar xulq-atvori)
1.	1:1 (sof ekstrakt)	7.0	17.4	26.3	51.1	Kuchli repellentlik xavfi, yemni yemaydi
2.	1:2 (suyultirilgan)	23.5	27.4	44.2	56.3	Mo'tadil repellentlik ta'siri
3.	1:3 (suyultirilgan)	34.0	70.5	71.6	85.3	Yem qisman iste'mol qilinadi
4.	1:4 (optimal suyultirish)	63.0	88.9	98.4	98.9	Eng yuqori yeyilish va maksimal nobud bo'lish darajasi
5.	1:5 (yuqori suyultirish)	32.5	39.5	87.4	93.7	Yem yeyiladi, ammo ta'siri sekinlashgan
6.	Nazorat (distillangan suv)	0.0	5.0	5.0	6.0	Tabiiy nobudlik ko'rsatkichi

Kombinatsiyalangan o'simlik preparatlarining termitlarga ta'siri ularning ayrim fiziologik va metabolik jarayonlarda ishtirok etuvchi fermentlar faolligini o'zgartirishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Tadqiqotlarda bunday preparatlar ta'sirida atsetilxolinesteraza (AChE), kislotali fosfataza (ACP), ishqoriy fosfataza (ALP), glutamat-oksalotsetat transaminaza (GOT) va glutamat-piruvat transaminaza (GPT) fermentlari faolligining pasayishi kuzatilgan. Mazkur fermentativ o'zgarishlar termitlarning fiziologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi va preparatlarning termitotsid samaradorligida muayyan rol o'ynashi mumkin.

Yangi geterotsiklik kimyoviy birikmalar:

Termitlarga qarshi kurashda yangi kimyoviy vositalarni izlash va ularning biologik faolligini baholash yo'nalishida 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol hamda uning hosilalari kabi geterotsiklik birikmalarning termitotsid xususiyatlari o'rganilgan. Mazkur birikmalarning ayrimlari nisbatan kechikkan ta'sir xususiyatiga ega bo'lib, laboratoriya sharoitida 0,02% konsentratsiyada termitlarning yuqori darajada nobud bo'lishiga sabab bo'lgan. Kechikkan ta'sirga ega kimyoviy birikmalardan yem-xo'raklar tarkibida foydalanish ularning termitlar faoliyati davomida tarqalishi va zararlangan guruhdagi termitlar sonini kamaytirish imkoniyati nuqtayi nazaridan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

***Anacanthotermes turkestanicus* Jacobs** ishchi termitlari ustida olib borilgan tadqiqotlarda N-(5-etil-1,3,4-tiadiazol-2-il)benzamid birikmasining sintez jarayoni optimallashtirilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, atseton muhitida mazkur birikmaning sintez chiqimi 94,4% ni tashkil etgan. Ushbu ko'rsatkich kimyoviy birikmani olish jarayonining samaradorligini ifodalaydi va termitlarga qarshi biologik faollik ko'rsatkichi sifatida talqin qilinmasligi lozim.

Mazkur birikmalarning termitotsid faolligi 0,02% li suvli eritmalarini filtr qog'oziga qo'llash orqali laboratoriya sharoitida baholangan. 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol (I-birikma) ta'sirida termitlarning nobud bo'lish darajasi 3-kunda 59,9%, 7-kunda 90,3% va 10-kunda 100% ni tashkil etgan. N-(5-etil-1,3,4-tiadiazol-2-il)benzamid (II-birikma) qo'llanilganda esa nobud bo'lish darajasi 3-kunda 54,8%, 7-kunda 75,0%, 10-kunda 88,1% va 14-kunda 97,9% ga yetgan.

Olingan natijalar I-birikmaning laboratoriya sharoitida nisbatan tezroq, II-birikmaning esa nisbatan kechikkan termitotsid ta'sirga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, II-birikmaning kechikkan ta'siri uni yem-xo'rak tizimlarida qo'llash imkoniyatini o'rganish uchun qiziqish uyg'otadi. Biroq ushbu birikmalarning termit koloniyasiga ta'siri va koloniya miqyosidagi samaradorligini baholash uchun qo'shimcha dala hamda koloniya darajasidagi tajribalarni amalga oshirish talab etiladi. Bundan tashqari, ayrim oltingugurt saqlovchi geterotsiklik birikmalar, jumladan, 2-merkaptobenzimidazol, 2-merkaptobenzoksazol hamda 2,5-dimerkapto-1,3,4-tiadiazolning etilendiamin kompleksi kabi moddalar ham termitlarga qarshi biologik faollik nuqtayi nazaridan o'rganilgan. Ayrim laboratoriya tajribalarida ushbu birikmalar qo'llanilganda termitlarning yuqori darajadagi nobud bo'lishi kuzatilgan. Mazkur natijalar oltingugurt saqlovchi geterotsiklik birikmalarni termitlarga qarshi kurash vositalari sifatida o'rganish istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

D. Biologik kurash agentlari. Termitlarga qarshi biologik kurashda entomopatogen zamburug'lar va entomopatogen nematodalar istiqbolli vositalardan biri hisoblanadi. Ularning afzalligi termit organizmiga biologik yo'l bilan ta'sir ko'rsatishi hamda ayrim hollarda termitlar orasidagi ijtimoiy xatti-harakatlar orqali patogenning tarqalish imkoniyati bilan bog'liq. Biroq biologik agentlarning samaradorligini baholashda laboratoriya sharoitidagi mortalitet ko'rsatkichlarini dala va koloniya miqyosidagi samaradorlikdan alohida ko'rib chiqish zarur.

D.1. Entomopatogen zamburug'lar. *Beauveria tenella* VD-85 shtammining *Anacanthotermes turkestanicus* termitlariga qarshi biologik faolligi laboratoriya sharoitida o'rganilgan. Faylda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, ushbu shtammning ho'l preparat shakli qo'llanganda 7-kunda, quruq kukun shaklida qo'llanganda esa 8-kunda 100% gacha nobud bo'lish ko'rsatkichi qayd etilgan [18; 102-114.].

Entomopatogen zamburug'larning termitlar orasida tarqalishida ularning ijtimoiy xatti-harakatlari muhim ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Xususan, allogrooming, ya'ni termitlarning bir-

birini tozalashi hamda trofallaksis — oziqa yoki suyuqlik almashinuvi jarayonlari patogenning koloniya ichida tarqalishiga yordam berishi mumkin. Faylda ushbu xatti-harakatlar zamburug' sporalarining termitlar guruhi orasida gorizontalar tarqalishi bilan bog'langan.

Shu sababli B. tenella VD-85 shtammi *Anacanthotermes* termitlariga qarshi biologik kurash vositasi sifatida istiqbolli hisoblanadi [18; 102-114.]. Biroq laboratoriya sharoitida qayd etilgan 100% mortalitet natijasini to'g'ridan-to'g'ri tabiiy sharoitdagi koloniya yo'q qilinishi bilan tenglashtirib bo'lmaydi. Uning dala sharoitidagi samaradorligi, sporalarining muhitda saqlanishi, termit koloniyasida tarqalish darajasi va nishon bo'lmagan organizmlarga ta'siri qo'shimcha ravishda baholanishi lozim.

D.2. Entomopatogen va parazit nematodalar.

Anacanthotermes turkestanicus termitlari bilan bog'liq nematodalar ham biologik nazorat nuqtayi nazaridan istiqbolli biologik agentlar sifatida o'rganilgan. Faylda Samarqand viloyatidan *A. turkestanicus* termitlarining tana qismlaridan *Caenorhabditis n. sp.* ga mansub nematoda qayd etilgani va uning laboratoriya sharoitida termitlarga yuqori darajada ta'sir ko'rsatgani keltirilgan [19; 38.].

Mazkur nematodaning termitlarga qarshi biologik nazoratdagi istiqboli uning xo'jayin organizm bilan tabiiy bog'liqligi va laboratoriya tajribalarida qayd etilgan yuqori mortalitet ko'rsatkich bilan izohlanadi [19; 38.]. Shu bilan birga, "dunyoda birinchi marta qayd etilgan" kabi taksonomik yangilik haqidagi xulosalar tegishli birlamchi ilmiy manba asosida alohida tekshirilishi lozim [19]. Shuningdek, laboratoriya sharoitida kuzatilgan 100% gacha mortalitetning tabiiy termit koloniyalariga nisbatan samaradorligi hali alohida baholanishi kerak.

Bundan tashqari, *Steinernema feltiae* AHN/NEM-29 kabi entomopatogen nematoda shtammlarining *Anacanthotermes* termitlariga qarshi samaradorligi ham o'rganilgan. Faylda keltirilgan qiyosiy tajribalarda *S. feltiae* AHN, *S. feltiae* NEM-29, *Heterorhabditis indica* NEM-18 va NEM-19, *H. bacteriophora* AHN22 hamda NEM-26 izolyatlari baholangan.

Tajriba natijalariga ko'ra, termitlarning nobud bo'lish darajasi substrat turiga bog'liq bo'lgan: qipiq muhitida mortalitet qumli substratga nisbatan yuqoriroq qayd etilgan. *Steinernema feltiae* AHN shtammi 1000 IJs/termit konsentratsiyada qipiq muhitida 97,4%, qumli muhitda esa 79,0% mortalitet ko'rsatgan. Uning LT50 qiymati mos ravishda 0,8 va 0,1 kunni tashkil etgan.

Qiyosiy tahlilda nematodalar faolligi *Steinernema feltiae* «*Heterorhabditis indica*» *Heterorhabditis bacteriophora* tartibida berilgan. Shuningdek, nobud bo'lgan termitlar tanasida nematodalarining ko'payishi va keyinchalik yangi avlodning tashqi muhitga chiqishi qayd etilgani biologik agentning rivojlanish sikli bilan bog'liq muhim xususiyat sifatida ko'rsatilgan.

Umuman olganda, entomopatogen zamburug'lar va nematodalar *Anacanthotermes* termitlariga qarshi biologik kurashning istiqbolli yo'nalishlarini tashkil etadi. Biroq ularning amaliy qo'llash imkoniyatini aniqlash uchun laboratoriya natijalarini dala sharoitidagi tajribalar, koloniya miqyosidagi samaradorlik, muhit omillariga chidamlilik va nishon bo'lmagan organizmlarga ta'sir ko'rsatkichlari bilan to'ldirish zarur.

E. Tarixiy obidalarni himoya qilish. Tarixiy me'moriy obidalarni saqlashda termitlar tomonidan yog'och konstruksiyalarga yetkaziladigan zarar muhim muammolardan biridir. Xususan, 1838–1842-yillarda qurilgan Xivadagi Oq masjid me'moriy yodgorligining muhandislik va konstruktiv holatini o'rganish jarayonida yog'och konstruksiyalar hamda ustunlarda biologik zararlanish belgilari aniqlangan [7; 176-180.]. Yodgorlikning umumiy o'lchamlari 25,5 × 13,5 m bo'lib, gumbaz balandligi 12,3 m, gumbaz diametri 9,35 m va namozxona qismi 6,35 × 6,35 m o'lchamdagi kvadrat shaklga ega [7; 176-180.].

Diagnostik tekshiruvlarda ayrim qalin yog'och konstruksiyalar va ustunlarda termitlar faoliyati bilan bog'liq biologik yemirilish belgilari, shuningdek, gumbaz qismida yoriqlar mavjudligi qayd etilgan [7; 176-180.]. Yodgorlik poydevorining chuqurligi 4 m gacha yetishi qayd etilgan bo'lsa-da, yog'och ustunlarning termitlar tomonidan zararlanishi ularning mexanik mustahkamligiga va, natijada, inshootning umumiy konstruktiv barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [7; 176-180.]. Shu sababli bunday tarixiy obyektlarda termitlar faoliyatini erta aniqlash, yog'och

konstruksiyalarning texnik holatini baholash va zararni muntazam monitoring qilish muhim hisoblanadi.

Xivadagi Juma masjidi va Oq masjid kabi tarixiy obidalarning noyob yog‘och konstruksiyalarini saqlashda buzmasdan tekshirish (NDT — Non-Destructive Testing) usullaridan foydalanish yashirin zararlanish o‘choqlarini aniqlash va konstruksiyalarning holatini baholash imkonini beradi [6; 159-161., 7; 176-180.]. Mazkur yondashuv yog‘och elementlarga mexanik shikast yetkazmasdan diagnostika olib borish imkoniyati bilan restavratsiya ishlarida muhim ahamiyatga ega.

NDT usullari qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin:

Akustik emissiya (AE) — yog‘och konstruksiya ichida termitlarning oziqlanishi yoki harakati bilan bog‘liq hosil bo‘ladigan elastik to‘lqinlarni maxsus datchiklar yordamida qayd etish orqali yashirin biologik faollikni aniqlashga xizmat qiladi.

Mikroto‘lqinli radar — xususan, Termatrac T3i kabi qurilmalar yordamida yog‘och va ayrim qalin qoplama qatlamlari ortidagi harakatni aniqlash mumkin.

Infraqizil termografiya (Thermal Imaging) — konstruksiya yuzasidagi harorat farqlarini qayd etish orqali yashirin namlik zonalari va biologik faollik bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin bo‘lgan anomal issiqlik maydonlarini aniqlash imkonini beradi.

Shunday qilib, tarixiy yog‘och konstruksiyalarni himoya qilishda NDT usullaridan foydalanish termitlar bilan zararlanishni erta bosqichda aniqlash, konstruksiyalarning texnik holatini baholash va restavratsiya tadbirlarini ilmiy asosda rejalashtirish uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

F. Koreya milliy tajribasi bilan qiyosiy tahlil. Termitlar tomonidan tarixiy yog‘och konstruksiyalarga yetkaziladigan zararni kamaytirish bo‘yicha Janubiy Koreya tajribasi muhim amaliy yo‘nalishlardan biri sifatida qaraladi. Xususan, qadimiy ibodatxonalar va boshqa yog‘och madaniy meros obyektlarini himoya qilishga qaratilgan biologik zararni boshqarish dasturlarida monitoring, yem-stansiyalaridan foydalanish va yog‘och konstruksiyalarni konservatsiya qilish kabi yondashuvlar qo‘llanilgan [12; 1-12., 13; 8350-8365.]. Faylda keltirilgan ma‘lumotlarga ko‘ra, 2013–2023-yillar oralig‘idagi loyiha doirasida umumiy xarajatlar taxminan 12 million AQSh dollarini, bir obyektga to‘g‘ri keladigan o‘rtacha xarajat esa 36 659,36 AQSh dollarini tashkil etgan [12; 1-12.]. Ushbu raqamlarning loyiha bo‘yicha birlamchi manbasi bilan tekshirilishi zarur.

Mazkur dasturlarda fipronil asosidagi yem-stansiyalari hamda yog‘och konservantlaridan foydalanilganligi qayd etilgan [12; 1-12., 13; 8350-8365.]. Bunday yondashuv termitlarning oziqlanish va koloniyaviy xatti-harakatlaridan foydalanib, faol moddani zararkunanda koloniyasiga yetkazishga qaratilgan. Shu bilan birga, fipronil asosidagi preparatlarning ekologik xavfsizligi ularning dozasi, qo‘llash usuli, atrof-muhitdagi taqdiri va nishonga olinmagan organizmlarga ta‘siri hisobga olingan holda alohida baholanishi lozim.

Tuproq mikrobiotasini molekulyar usullar, jumladan, NGS (Next-Generation Sequencing — yangi avlod sekvenirlash) yordamida o‘rganish ham tarixiy obyektlar monitoringining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Faylda keltirilgan ma‘lumotlarga ko‘ra, termitlar tomonidan zararlangan tuproq namunalarida *Proteobacteria* va *Actinobacteria* guruhlari vakillarining nisbiy ulushi oshgani qayd etilgan. Biroq mazkur o‘zgarishlarni bevosita universal “biologik indikator” sifatida qabul qilish uchun qo‘shimcha taqqoslash va validatsiya tadqiqotlari talab etiladi.

O‘zbekiston tarixiy muzeylari va me‘moriy obidalaridagi yog‘och konstruksiyalarni himoya qilishda esa termitlar bilan bir qatorda boshqa yog‘och zararkunandalarini ham hisobga olish lozim. Faylda *Anacanthotermes turkestanicus*, *Anacanthotermes ahngerianus* va *Hyloterpes bajulus* nomlari keltirilgan bo‘lsa-da, ushbu uchala taksonni “dominant termit turlari” sifatida birlashtirish taksonomik jihatdan to‘g‘ri emas. *Hyloterpes bajulus* termit emas, balki yog‘ochxo‘r qo‘ng‘iz bo‘lib, shuning uchun uni “termitlar va boshqa yog‘och zararkunandalari” tarkibida alohida ko‘rsatish maqsadga muvofiqligi ko‘rsatilgan.

Shu nuqtai nazardan, tarixiy obyektlarda monitoring tizimini faqat bitta zararkunanda guruhiga emas, balki termitlar va boshqa yog'och zararkunandalarini qamrab oluvchi kompleks diagnostik yondashuv asosida tashkil etish maqsadga muvofiqligi ta'kidlanadi. Bunda vizual monitoring, NDT usullari, zararkunandalarni tur darajasida aniqlash va zararlanish darajasini muntazam baholash bir-birini to'ldiruvchi usullar sifatida qo'llanishi mumkin.

2-jadval.

***Anacanthotermes* avlodi termitlariga qarshi biologik, kimyoviy va muhandislik-monitoring vositalarining qiyosiy xarakteristikasi**

Kurash / monitoring usuli	Faol agent yoki texnologiya	Ta'sir mexanizmi	Samaradorlik ko'rsatkichi	Ekologik va amaliy jihatlar
Botanik biotsid	Rindera tetraspis 1:4 nisbatdagi o'simlik ekstrakti	Ekstrakt tarkibidagi biologik faol birikmalarning termit fiziologiyasiga ta'siri	14 kunda 98,9% nobudlik	O'simlik asosidagi preparat sifatida istiqbolli; ekologik xavfsizligi alohida toksikologik tadqiqotlar bilan baholanishi kerak
Biologik agent	Beauveria tenella VD-85 shtammi	Entomopatogen zamburug'ning termit organizmiga zararlovchi ta'siri; ijtimoiy xatti-harakatlar orqali gorizental tarqalish ehtimoli	Laboratoriya sharoitida 7–8 kunda 100% nobudlik	Biologik nazorat uchun istiqbolli; nishonga olinmagan organizmlarga ta'siri va dala samaradorligi alohida baholanishi lozim
Entomopatogen nematoda	Caenorhabditis n. sp.	Termit organizmiga parazitlik qilishi bilan bog'liq biologik ta'sir	Laboratoriya sharoitida 100% gacha nobudlik	Mahalliy biologik agent sifatida istiqbolli; taksonomik maqomi, xo'jayin doirasi va ekologik xavfsizligi qo'shimcha tadqiqotlarni talab qiladi
Kimyoviy yem (bait)	1,3,4-tiadiazol hosilalari, 0,02% eritma	Termitlarda biologik faollik va kechikkan nobudlikni yuzaga keltiruvchi ta'sir	Ayrim birikmalarda 10–14 kun davomida yuqori nobudlik; I-birikmada 10-kunda 100%, II-birikmada 14-kunda 97,9%	Kechikkan ta'sir yem tizimlarida qo'llash uchun istiqbolli bo'lishi mumkin; dala va koloniya darajasidagi samaradorlik alohida tekshirilishi kerak

NDT monitoring	Termatrac T3i mikroto‘lqinli radar qurilmasi	Yog‘och konstruksiya yoki qoplama ortidagi harakatni mikroto‘lqinli radar signallari yordamida aniqlash	Zararlanishni buzmasdan aniqlash imkoniyati	Tarixiy yog‘och konstruksiyalarni diagnostika qilishda qo‘llash mumkin; aniqlash samaradorligi konstruksiya materiali va sharoitga bog‘liq
----------------	--	---	---	--

G. Iqlim, tuproq-gidrogeologik omillar va termitlarning moslashuv mexanizmlari

G.1. Yer osti suvlari dinamikasi. Xorazm vohasi va Qoraqalpog‘iston Respublikasining sug‘oriladigan hududlarida sizot suvlari sathining mavsumiy, xususan, bahorgi ko‘tarilishi *Anacanthotermes* termitlarining uya tuzilishi va yashash sharoitlariga ta’sir etuvchi muhim ekologik omillardan biri hisoblanadi [8]. Tadqiqot ma’lumotlariga ko‘ra, *Anacanthotermes* termitlari qishlash davrida noqulay harorat sharoitlaridan himoyalaniish maqsadida tuproqning taxminan 150–165 sm dan 240–250 sm gacha bo‘lgan chuqur qatlamlarida joylashishi mumkin [1; 117-131., 8; 16-19.].

Sizot suvlari sathining ko‘tarilishi uya tizimining quyi qismlaridagi qishlash kameralarining namlanishi yoki suv bosishiga sabab bo‘lishi va natijada termit koloniyalarining yashovchanligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu bilan birga, termitlarning uya qurish joyini tanlashida tuproqning gidrologik holati, relyef va namlik rejimi muhim ekologik omillar sifatida qaraladi [8; 16-19.]. Faylda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, termit uyalarining daryo bo‘ylari va kollektorlar yaqinidagi nisbatan balandroq joylarda uchrashi qayd etilgan [8; 16-19.]. Mazkur bog‘liqlikni kengroq hududlarda tasdiqlash uchun dala kuzatuvlari va gidrogeologik monitoring ma’lumotlarini birgalikda tahlil qilish maqsadga muvofiqligi ko‘rsatilgan.

G.2. Ichak mikrobiomi va simbiotik munosabatlar. *Anacanthotermes* termitlarining quruq va kontinental iqlim sharoitida, shuningdek, sellyulozaga boy, ammo azot miqdori nisbatan past oziqa muhitida yashashi ularning ichak mikrobiotasidagi simbiotik organizmlar bilan chambarchas bog‘liq. Faylda ushbu jarayonda *Parabasalia* guruhiga mansub ichak protistlari, jumladan, *Bernsteinia magna* va *Spiromastigodes kabulmazarense* kabi taksonlar qayd etilgan [9; 1-18.].

Ichakdagi simbiotik mikroorganizmlar termitlar tomonidan iste’mol qilinadigan murakkab uglevodlarning parchalanishida muhim rol o‘ynaydi [9; 1-18.]. Xususan, sellyulozaning anaerob parchalanishi natijasida termit uchun foydalaniladigan metabolik mahsulotlar, jumladan, atsetat hosil bo‘lishi mumkin [9; 1-18.]. Faylda ushbu simbiotik tizim azot almashinuvi bilan ham bog‘langanligi qayd etilgan. Biroq, atmosfera azotining fiksatsiyasi va uning termit organizmidagi oziqlanish jarayonlariga qo‘shadigan hissasini aniq baholash uchun tegishli mikrobiologik va biokimyoviy dalillar talab etiladi. Shuning uchun ushbu munosabatlarni *Anacanthotermes* termitlarining oziqlanish fiziologiyasi va ekologik moslashuvining muhim tarkibiy qismi sifatida baholash mumkin, biroq uning miqdoriy ahamiyatini alohida tadqiqotlar asosida aniqlash lozim.

G.3. Sternal bez feromonlari va tunnel geometriyasi. *Anacanthotermes turkestanicus* ishchilarida qorin qismining 4-steriti ostida joylashgan sternal bez yo‘l boshlovchi feromonlar (trail pheromones) bilan bog‘liq kimyoviy signallarni hosil qilishda ishtirok etadi. Ushbu feromonlar ishchi termitlarning oziqa manbalariga yo‘nalishi va harakat yo‘nalishini belgilashda muhim kommunikativ vosita sifatida xizmat qiladi [15; 685-696.].

Faylda keltirilgan tajriba natijalariga ko‘ra, sternal bez ekstrakti faolligi ma’lum konsentratsiya oralig‘ida yuqori bo‘lib, ochiq muhitda vaqt o‘tishi bilan kamaygan [15; 685-696.]. Shuningdek, metilpalmitat va 1-oksetiloktadekan komponentlarining 15:85 nisbatidagi kombinatsiyasi hamda 9,0% konsentratsiyadagi tajriba sharoitida termitlarning oziqa tomon yo‘nalishi yuqori darajada qayd etilgan [15; 685-696.]. Biroq, ushbu ko‘rsatkichlarni barcha sharoitlar uchun universal optimal konsentratsiya sifatida emas, balki muayyan laboratoriya tajribasi doirasida olingan natija sifatida talqin qilish lozim.

Termitlarning yer osti tunnel tizimlari ham ularning oziqa izlash va tashish samaradorligiga ta'sir qiluvchi muhim omillardan biridir. Matematik modellash natijalari *Anacanthotermes* termitlarining tunnel tizimlarida tarmoqlangan va halqasimon (loop) yo'llar shakllanishi mumkinligini ko'rsatadi. Bunday tunnel konfiguratsiyasi ishchi termitlarning harakatini taqsimlash, ayrim yo'nalishlarda tirbandlikni kamaytirish va oziqa tashish jarayonining samaradorligini oshirish bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli tunnel geometriyasi termitlarning koloniya ichidagi harakatlanishi va resurslardan foydalanish strategiyasini tushuntirishda muhim model sifatida qaraladi [14; 1-10.].

3-jadval.

Janubiy Koreya va Xiva sharoitida madaniy-me'moriy yog'och merosini termitlardan muhofaza qilish yondashuvlarining qiyosiy tavsifi

Taqqoslash ko'rsatkichi	Janubiy Koreya (milliy dastur)	O'zbekiston, Xiva ("Ichon-Qal'a" loyihasi)
Himoyalangan obyektlar ko'lam	2805 ta yog'och madaniy meros obyekti	54 ta yirik me'moriy yodgorlik, jumladan Juma masjidi va boshqa obyektlar
Moliyalashtirish	12 mln AQSh dollari miqdorida davlat budjeti mablag'lari	BMBF va O'zbekiston ishtirokidagi xalqaro qo'shma ilmiy grant
Bir obyektga to'g'ri keladigan o'rtacha xarajat	36 659,36 AQSh dollari	Maqolada aniq qiymat keltirilmagan
Monitoring va diagnostika vositalari	GIS asosidagi xaritalash, mikroto'liqlik radar texnologiyalari va boshqa diagnostik vositalar	Taxeometrik o'lchash, Termatrac qurilmasi va namlik datchiklari
Termitlarga qarshi kurash yondashuvi	Fipronil asosidagi bait-stansiyalar va yog'ochni kimyoviy konservatsiya qilish vositalari	Botanical biotsidlar, jumladan Rindera tetraspis ekstrakti hamda Beauveria tenella VD-85 shtammi asosidagi biologik yondashuvlar
Asosiy yo'nalish	Monitoring, erta aniqlash va kimyoviy-biologik himoya choralarini kompleks qo'llash	NDT-diagnostika, namlik monitoringi va biologik hamda botanik vositalarni tadqiq etish

Izoh: Jadvalda keltirilgan miqdoriy va texnologik ko'rsatkichlar tegishli ilmiy manbalarda qayd etilgan ma'lumotlarga asoslangan. Janubiy Koreya va Xiva ma'lumotlari obyektlar soni, loyiha ko'lam, moliyalashtirish mexanizmi va monitoring metodlari bo'yicha to'liq bir xil sharoitda olinmaganligi sababli, xarajat va samaradorlik ko'rsatkichlarini bevosita tenglashtirish ehtiyotkorlik bilan amalga oshirilishi lozim. Xiva loyihasi uchun obyekt boshiga xarajat maqolada aniq ko'rsatilmaganligi sababli ushbu katakka qiymat kiritilmagan.

H. Biotsenotik aloqalar va termitlarning tabiiy dushmanlari.

Anacanthotermes avlodi termitlarining O'zbekiston ekotizimlaridagi biotsenotik aloqalarini o'rganish ularning tabiiy dushmanlari, oziqaviy aloqalari va populyatsiyasini tabiiy ravishda cheklovchi omillarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Tabiiy dushmanlarning mavjudligi termitlar populyatsiyasini boshqarishda muhim ekologik omil bo'lishi mumkin, biroq ularning amaliy biologik nazorat agenti sifatidagi samaradorligini baholash uchun oziqlanish chastotasi, mavsumiy faolligi va termit koloniyalariga ta'sir darajasini alohida o'rganish talab etiladi.

O'zbekiston hududida olib borilgan kuzatuvlar, adabiyot ma'lumotlari hamda zoologik materiallar tahliliga ko'ra, *Anacanthotermes* termitlari bilan oziqlanuvchi 72 turdagi umurtqali hayvon qayd etilgan. Ular amfibiyalar, sudralib yuruvchilar, qushlar va sutemizuvchilar guruhlariga mansub.

Amfibiyalar. Mazkur guruhdan yashil qurbaqa (*Bufo viridis*) va Pevsov qurbaqasi (*Bufo pewzowi*) termitlar bilan oziqlanishi qayd etilgan. Ularning termitlar bilan oziqlanishi tabiiy trofik aloqalarning mavjudligini ko'rsatadi, biroq ushbu turlarning termitlar populyatsiyasini cheklashdagi miqdoriy hissasini baholash uchun qo'shimcha dala kuzatuvlari zarur.

Sutemizuvchilar. Termitlar bilan oziqlanishi qayd etilgan sutemizuvchilar qatoriga katta quloqli kirpi (*Hemiechinus hypomelas*), tungi ko'rshapalak (*Nyctalus noctula*), dasht tulkisi (*Vulpes corsac*), qizil tulki (*Vulpes vulpes*) va ingichka barmoqli yumronqoziq (*Spermophilopsis leptodactylus*) kabi turlar kiradi. Faylda ayrim turlarning O'zbekiston hududida termitlar bilan oziqlanuvchi hayvon sifatida ilk bor qayd etilgani ko'rsatilgan. Bunday "ilk bor qayd etildi" shaklidagi xulosalar tegishli faunistik manbalar bilan alohida tasdiqlanishi lozim.

Sudralib yuruvchilar. Sudralib yuruvchilar guruhi bo'yicha 30 tur termitlar bilan trofik aloqador sifatida qayd etilgan. Ular orasida gekkonlar, agamalar, skinklar va ayrim ilonlar mavjud. Faylda, jumladan, *Crossobamon eversmanni*, *Gymnodactylus fedtschenkoi*, *Agama sanguinolenta*, *Laudakia caucasica*, *Agama lehmanni*, *Eumeces taeniolatus*, *Eremias scripta*, *Eremias intermedia*, *Ablepharus deserti* va *Asymblepharus alaicus* kabi turlar keltirilgan.

Biroq sudralib yuruvchilarning termitlar populyatsiyasini "tabiiy cheklovchi asosiy omil" sifatida baholash uchun faqat termit bilan oziqlanish faktining o'zi yetarli emas. Bunday xulosani asoslash uchun yirtqichlarning oziqlanish ratsionidagi termitlarning ulushi, oziqlanish intensivligi va termit koloniyalariga ta'sir ko'rsatkich aniqlanishi kerak.

Qushlar. Qushlarning 33 turi *Anacanthotermes* avlodi termitlari bilan oziqlanuvchi umurtqali hayvonlar tarkibida qayd etilgan. Faylda 7 tur — *Sterna hirundo*, *Galerida cristata iwanowi*, *Calandrella pispoleta*, *Sturnus vulgaris nobilior*, *Acridothores tristis*, *Corvus corax ruficollis* va *Corvus frugilegus* — O'zbekiston hududida termitlar bilan oziqlanuvchi turlar sifatida alohida ko'rsatilgan. Mazkur qaydlarning faunistik yangilik sifatidagi maqomi tegishli birlamchi manbalar asosida tekshirilishi lozim.

Umuman olganda, *Anacanthotermes* avlodi termitlari bilan turli umurtqali hayvonlar o'rtasidagi trofik aloqalarning aniqlanishi ushbu termitlarning tabiiy ekotizimlardagi oziq zanjirining tarkibiy qismi ekanligini ko'rsatadi. Ushbu ma'lumotlar termitlar populyatsiyasining tabiiy boshqarilish mexanizmlarini tushunish va biologik nazoratning istiqbolli yo'nalishlarini belgilash uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin. Shu bilan birga, tabiiy dushmanlarning amaliy biologik nazorat agenti sifatidagi samaradorligini baholash uchun ularning termit koloniyalariga real ta'siri, mavsumiy faolligi va oziqlanish intensivligini aniqlashga qaratilgan maxsus dala tadqiqotlari zarur.

Munozara. Mazkur tizimli tahlil natijalari *Anacanthotermes* avlodi termitlariga qarshi kurashda vositaning faqat insektitsidlik faolligi emas, balki uning repellentlik xususiyati, termitlar tomonidan qabul qilinishi, ta'sir tezligi, koloniyadagi individlar o'rtasida tarqalishi hamda nazorat tadbirlarining hududiy ko'lami ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, repellent va nisbatan non-repellent vositalarning qo'llash maqsadi bir-biridan farq qiladi.

Repellent vositalar termitlarning ishlov berilgan hududga kirishini cheklashi va ularning harakat yo'nalishini o'zgartirishi mumkin. Bunday yondashuv, avvalo, himoyalovchi to'siq yaratish va termitlarning konstruksiyaga kirishini kamaytirishga yo'naltiriladi. Biroq, repellentlikning mavjudligi koloniya ichidagi individlarga bevosita ta'sir ko'rsatmasligi sababli, bunday vositalar koloniyani bostirish uchun har doim ham yetarli bo'lmasligi mumkin.

Rinderia tetraspis ekstrakti bo'yicha olingan natijalar ham preparat konsentratsiyasi va termitsidlik samaradorligi o'rtasida farq mavjudligini ko'rsatadi [3; 34-39., 4; 17-21.]. Tadqiqotda 1:4 nisbatdagi preparat 14-kunda 98,9% o'lim ko'rsatkichini namoyon qilgan bo'lsa, 1:1 nisbatda ushbu ko'rsatkich 51,1% ni tashkil etgan [3; 34-39.]. Shuning uchun 1:1 nisbatdagi preparatni faqat ushbu natijalarga asoslanib repellent vosita sifatida talqin qilish to'g'ri emas. Uning repellentlik xususiyatini aniqlash uchun alohida tanlov (choice) testlari va xulq-atvor kuzatuvlarini o'tkazish talab etiladi.

Bait tizimlarida esa, aksincha, sekin ta'sir qiluvchi va nisbatan non-repellent faol moddalar muhim hisoblanadi. Bunday moddalar ishchi termitlar tomonidan oziqa sifatida qabul qilinib, koloniya ichiga olib kirilishi va shu orqali boshqa individlarga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Adabiyotlarda xitin sintezi ingibitorlari kabi sekin ta'sir qiluvchi faol moddalar termit baitlarida koloniya populyatsiyasini bostirish uchun samarali yondashuv sifatida qayd etilgan.

Fipronil ham termitlarga qarshi qo'llanadigan nisbatan non-repellent faol moddalardan biri bo'lib, uning ayrim dala tadqiqotlarida termit koloniyalari faolligining pasayishi va ayrim koloniyalarning yo'qolishi kuzatilgan. Biroq bunday natijalarni *Anacanthotermes* avlodi uchun bevosita umumlashtirishdan oldin maqsadli tur, preparat konsentratsiyasi, qo'llash usuli va dala sharoitlari bo'yicha alohida tadqiqotlar talab etiladi [12; 1-12.].

Biologik vositalar orasida *Beauveria tenella* VD-85 kabi entomopatogen zamburug'lar istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ularning samaradorligi laboratoriya sharoitida yuqori o'lim ko'rsatkichlari bilan ifodalangan bo'lsa-da [18; 102-114.], laboratoriya natijalarini to'g'ridan-to'g'ri tabiiy koloniya eliminatsiyasiga tenglashtirish mumkin emas. Termitlarning ijtimoiy xulq-atvori, jumladan allogrooming va trofallaksis, patogenning koloniya ichida tarqalishiga yordam berishi mumkin, biroq bu mexanizmning *Anacanthotermes* avlodi koloniyalarini dala sharoitida bostirishdagi real hissi qo'shimcha tadqiqotlar orqali baholanishi lozim.

Shuningdek, 1,3,4-tiadiazol hosilalarini biologik yoki botanik agentlar qatorida emas, balki sintetik geterotsiklik kimyoviy birikmalar sifatida ko'rib chiqish lozim. Ularning laboratoriya sharoitidagi termitsidlik faolligi istiqbolli bo'lishi mumkin, biroq dala sharoitida samaradorlik, tuproqda barqarorlik, nishonga olinmagan organizmlarga ta'sir va ekologik xavfsizlik masalalari alohida baholanishi kerak.

Xiva tarixiy-me'moriy obidalarida olib borilgan termitlarga qarshi tadbirlar hududiy yondashuvning muhimligini ko'rsatadigan amaliy misol sifatida qaralishi mumkin [6; 159-161., 7; 176-180.]. Faylda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, 2014–2017-yillarda "Ichon-Qal'a" hududida keng qamrovli tadbirlar amalga oshirilgan, keyinchalik atrofdagi zararlangan hududlardan qayta kirib kelish holati qayd etilgan. Mazkur holat alohida binoni davolash bilan cheklanib qolmasdan, termitlarning ehtimoliy manbalari va qo'shni hududlarni ham monitoring tizimiga kiritish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

Shu nuqtayi nazardan, *Anacanthotermes* avlodi termitlariga qarshi kurashda hududiy miqyosdagi integratsiyalashgan zararkunandalarni boshqarish (area-wide IPM) yondashuvi istiqbolli hisoblanadi. Bunda erta aniqlash, buzmasdan tekshirish usullari, bait stansiyalari, zarur hollarda repellent yoki himoyalovchi to'siqlar, ekologik sharoitlarni nazorat qilish va GIS asosidagi monitoring yagona tizimga birlashtirilishi mumkin. Janubiy Koreyaning yog'och madaniy merosini muhofaza qilish tajribasida ham baiting, insektitsid ishlovlari va muntazam monitoring birgalikda qo'llanayotgani qayd etilgan [12; 1-12.].

Umuman olganda, mavjud ma'lumotlar *Anacanthotermes* avlodiga qarshi kurashda yagona vositaga tayanishdan ko'ra, termitlarning biologiyasi, oziqlanishi, xulq-atvori va tarqalish xususiyatlarini hisobga oluvchi integratsiyalashgan yondashuvni shakllantirish zarurligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, ushbu sharhda keltirilgan laboratoriya natijalari dala sharoitida samaradorlik, ekologik xavfsizlik va uzoq muddatli himoya samarasi bo'yicha qo'shimcha tajribalar bilan tasdiqlanishi lozim.

Xulosa. Mazkur tizimli adabiyotlar tahlili O'zbekiston sharoitida *Anacanthotermes* avlodi termitlarining bioekologik xususiyatlari hamda ularga qarshi kurashda qo'llanilishi mumkin bo'lgan biologik, kimyoviy va muhandislik yondashuvlarini umumlashtirish imkonini berdi. Tahlil qilingan ma'lumotlar termitlarga qarshi samarali kurashda yagona vositadan foydalanishdan ko'ra, erta aniqlash, monitoring, bait tizimlari, biologik va kimyoviy vositalar hamda hududiy boshqaruv choralarini o'zaro uyg'unlashtirish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

Laboratoriya tadqiqotlarida *Rinderia tetraspis* ekstraktining 1:4 nisbatdagi varianti 14 kun davomida 98,9% gacha o'lim ko'rsatkichini namoyon qilgan. *Beauveria tenella* VD-85

entomopatogen zamburug‘i ham laboratoriya sharoitida yuqori termitsidlik faollik ko‘rsatgan. Shuningdek, 1,3,4-tiadiazol hosilalari asosidagi ayrim kimyoviy birikmalar uchun yuqori o‘lim ko‘rsatkichlari qayd etilgan. Biroq mazkur natijalar muayyan laboratoriya sharoitlariga tegishli bo‘lib, ularni dala sharoitidagi koloniya eliminatsiyasiga bevosita tenglashtirish mumkin emas.

Olingan ma‘lumotlar asosida *Anacanthotermes* avlodi termitlariga qarshi integratsiyalashgan boshqaruvning quyidagi asosiy yo‘nalishlarini tavsiya etish mumkin:

1. Erta aniqlash va buzmasdan monitoring qilish. Tarixiy yog‘och konstruksiyalar, bino elementlari va termitlarning ehtimoliy yashash joylarini muntazam monitoring qilishda akustik emissiya, mikroto‘lqinli Termatrac qurilmalari, namlik sensorlari va boshqa buzmasdan tekshirish (NDT) usullaridan kompleks foydalanish maqsadga muvofiqligi ko‘rsatiladi. Bunday yondashuv termitlar faoliyatini vizual shikastlanishlar kuchayishidan oldin aniqlash imkoniyatini oshirishi mumkin [6; 159-161., 7; 176-180.].

2. Bait tizimlaridan foydalanish. Termitlarni jalb qiluvchi oziqa substratlari, feromon va fagostimulyatorlar hamda sekin ta’sir qiluvchi faol moddalarni birlashtirgan bait tizimlari istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Tadqiqotlarda kungaboqar poyasi oziqa substrati yuqori attraktivlik ko‘rsatgan bo‘lsa-da, ushbu ko‘rsatkichni “100% jalb qilish” sifatida talqin qilish to‘g‘ri emas. Shuningdek, Rindera tetraspis 1:4 varianti, 1,3,4-tiadiazol hosilalari va Beauveria tenella VD-85 dala sharoitida sinovdan o‘tkazilishi mumkin bo‘lgan istiqbolli nomzodlar sifatida qaralishi lozim. Bait tizimlarida sekin ta’sir qiluvchi va non-repellent xususiyatli moddalar termitlarning oziqani koloniyaga olib kirishi va faol moddaning koloniya ichida tarqalishi uchun muhim hisoblanadi.

3. Repellent vositalarni qo‘shimcha himoya chorasi sifatida baholash. Mushukyalpiz (*Nepeta cataria*) efir moyi va uning asosiy komponenti nepetalaktonning termitlarga nisbatan repellent faolligi laboratoriya sharoitida istiqbolli natijalar bergan. Biroq 250–500 ppm konsentratsiyalardagi ushbu vositani O‘zbekiston sharoitida amaliy himoya to‘sig‘i sifatida tavsiya etishdan oldin dala tajribalari, ta’sir davomiyligi, tuproqdagi barqarorligi va nishonga olinmagan organizmlarga ta’siri baholanishi zarur [20; 1275-1282.].

4. Hududiy monitoring va area-wide IPM. Tarixiy obidalar va turar-joylarda termitlarning qayta kirib kelish xavfini kamaytirish uchun faqat zararlangan bitta binoga ishlov berish bilan cheklanmasdan, uning atrofidagi hududlarni ham monitoring tizimiga kiritish maqsadga muvofiqligi ta’kidlanadi. Shu nuqtayi nazaridan, GIS asosida termit o‘choqlari, zararlangan obyektlar, tuproq-namlik sharoitlari va potensial qayta zararlanish manbalarini xaritalash hududiy integratsiyalashgan zararkunandalarni boshqarish (area-wide IPM) tizimini shakllantirishga xizmat qilishi mumkin.

Umuman, *Anacanthotermes* avlodi termitlariga qarshi kurashning istiqbolli modeli erta aniqlash → monitoring → baiting yoki maqsadli ishlov → qayta monitoring → zarur hollarda hududiy boshqaruv tamoyillariga asoslanishi lozim. Mazkur yondashuvning O‘zbekiston sharoitidagi amaliy samaradorligini aniqlash uchun keyingi tadqiqotlarda laboratoriya natijalarini dala sharoitida tekshirish, optimal konsentratsiya va dozalashni aniqlash, preparatlarning ekologik xavfsizligini baholash, nishonga olinmagan organizmlarga ta’sirini o‘rganish hamda qayta zararlanish dinamikasini GIS asosida monitoring qilish muhim ilmiy vazifalar hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Akbarov, I. F. o‘g‘li (2026). Survival engineering in termites: The living environment of *Anacanthotermes ahngerianus* across seasons. *Development of Science*, Vol. 4, No. 2, pp. 117–131. URL: <https://devos.uz/files/2774.pdf>
2. Akhmedov, V. N., Dusmatova, D. E., Mukhamatkhonova, R. F., Rustamov, K. D., Ganieva, Z. A., Khashimova, M. K., & Sham‘yanov, I. D. (2026). Termiticidal Activity of Ethanolic Extract of *Inula helenium* against *Anacanthotermes turkestanicus*. *Indian Journal of Entomology*, Vol. 89, Issue 3, pp. 683–685. DOI: <https://doi.org/10.55446/IJE.2026.3764>
3. Khashimova, M. X., Ganieva, Z. A., Rustamov, K. J., Embergenov, M. A., Mirzaeva, G. S., Mukarramov, N. I., & Olimova, X. N. (2025). Создание биологически эффективного

термитоцидного препарата из растения *Rindera tetraspis*. *Научное обозрение. Биологические науки*, № 4, С. 34–39. DOI: <https://doi.org/10.17513/srbs.1432>

4. Khashimova, M. X., Ganieva, Z. A., Rustamov, K. J., Kholmatov, B. R., Akhmedov, V. N., & Mirzaeva, G. S. (2025). Усиление аттрактивных свойств антитермитных приманок. *Научное обозрение. Биологические науки*, № 1, С. 17–21. DOI: <https://doi.org/10.17513/srbs.1391>

5. Ganieva, Z. A., Rustamov, K. J., Akhmedov, V. N., Xashimova, M. X., & Turgunbaev, O. S. (2026). Изучение доли репродуктивных особей термитов рода *Anacanthotermes* по отношению к другим кастам в составе колонии. *Научное обозрение. Биологические науки*, № 3, С. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.17513/srbs.1462>

6. Durdiyeva, G. S., Zargarov, A. K., & Xudayberganov, B. A. (2023). “Yog'och muzey” - Juma masjidini saqlash va ta'mirlash davr talabidir. *Тенденции и перспективы развития городов*, Том 1, № 1, С. 159–161. DOI: <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.prospects-urban-development.27253>

7. Shadmanova, Z. S., Maksudova, G. A., & Arifjanova, N. Sh. (2025). Archival Data and Engineering Analysis of the Oq Mosque in the City of Khiva. *American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture (AJEMA)*, Vol. 3, Issue 5, pp. 176–180. (URL: <http://www.grnjournal.us>) (Bosma/Ochiq jurnallar guruhiga kiradi)

8. Khaytboeva, S. O. (2026). Influence of groundwater depth and soil texture on nest formation and viability of termites of the genus *Anacanthotermes* Jacobs. *Science and Innovation*, Vol. 5, Issue 2, pp. 16–19. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18627947>

9. Swichtenberg, K. L., Jasso-Selles, D. E., Nguyen, L., Aguilar, S. G., McAnally, K. B., Taerum, S. J., Togaev, U., Abdullaev, I. I., Sillam-Dussès, D., Šobotník, J., & Gile, G. H. (2026). *Anacanthotermes* symbionts clarify the evolutionary history of termite-symbiotic Parabasalia. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Vol. 14, Art. 1783819, pp. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2026.1783819>

10. Latipov, D. M. (2024). The Effect of Termites on the Biosphere. *Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research*, Vol. 2, Issue 11, pp. 1–5. URL: <https://webofjournals.com>

11. Latipova, D. M. (2024). In the conditions of the Khorezm region, the spread of termites and measures to combat them. *Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research*, Vol. 2, Issue 10, pp. 39–43. URL: <https://webofjournals.com>

12. Kim, S., Kim, Y., Lim, K., & Lee, S.-B. (2025). Termite Management in Korean Wooden Cultural Heritage: Current Status and Future Direction After a Decade of Effort. *Entomological Research*, Vol. 55, Issue 12, e70080, pp. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1111/1748-5967.70080>

13. Im, I.-G., Ryu, K.-H., & Han, G.-S. (2026). Determining Seasonal Termite Damage Periods in Korean Wooden Cultural Heritage Buildings Based on Temperature-dependent Wood Consumption and Activity of Subterranean Termites. *BioResources*, Vol. 21, No. 3, pp. 8350–8365. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.21.3.8350-8365>

14. Lee, S.-B., & Park, C.-M. (2024). Exploring the Role of Loop Tunnels in Enhancing Termite Food Transport Efficiency: A Simulation Approach. *Heliyon*, Vol. 10, Issue 7, e28417, pp. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28417>

15. Khamraev, A. S., Kuchkarova, L. S., Ahmerov, R. N., Mirzaeva, G. C., Hanzafarova, N. V., Bland, J. M., Abullaev, I. I., & Raina, A. K. (2008). Trail following activity in extracts of sternal glands from *Anacanthotermes turkestanicus* (Isoptera: Hodotermitidae). *Sociobiology*, Vol. 51, No. 3, pp. 685–696. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28417>

16. Tilyabaev, Z., Khaitbaev, Kh., Babaev, B. N., & Togaev, U. R. (2020). Термитициды. *Universum: химия и биология*, № 5 (71), С. 42–46.

DOI: <https://doi.org/10.32743/UniChem.2020.71.5>

(URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/9331>)

17. Togaev, U., Mathur, V., & Turageldiyev, S. (2023). Analysis of cuticular hydrocarbons in *Anacanthotermes turkestanicus*: A scientific inquiry into insect cuticular lipids. *Proceedings of the International Conference on Energy-Earth-Environment-Engineering*, Tashkent, Uzbekistan, pp. 88–94. (Toshkentda o‘tkazilgan anjuman to‘plami)
18. Ganieva, Z. A., Rustamov, K. J., Akhmedov, V. N., Zhuginisov, T. I., Mirzaeva, G. S., & Mansurkhodjaeva, M. (2020). Selection of feed substrate in the manufacture of anti-termite baits. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, Vol. 5, No. 5, pp. 102–114. DOI: <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2020.5556>
19. Handoo, Z. A., Lebedeva, N. A., Carta, L. K., Khamraev, A. S., Zhuginisov, T. I., & Raina, A. K. (2005). A new species of *Caenorhabditis* (Nematoda: Rhabditida) found associated with termites (*Anacanthotermes turkestanicus*) in Uzbekistan [Abstract]. *Proceedings of International Workshop on "Termites of Central Asia: Biology, Ecology and Control"*, Tashkent, Uzbekistan, p. 38. (Xalqaro seminar tezislari to‘plami)
20. Peterson, C. J., & Ems-Wilson, J. (2003). Catnip essential oil as a barrier to subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in the laboratory. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 96, Issue 4, pp. 1275–1282. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/96.4.1275>