



Ikram ABDULLAYEV,
Xorazm Ma'mun akademiyasi raisi, b.f.d., professor
E-mail: a-ikrom@mail.ru
Zafarbek MATYAKUBOV,
Xorazm Ma'mun akademiyasi laboratoriya mudiri, PhD, katta ilmiy xodim

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi R.Ro'zmetov taqrizi asosida

THE LEVEL OF BIOLOGICAL MECHANISMS OF WOOD MATERIAL DAMAGE CAUSED BY TERMITES (ANACANTHOTERMES SPP.)

Annotation

This article presents experimental findings on the wood-selection behavior of *Anacanthotermes* termites and examines how cellulose and lignin content influence the nutritional quality of different wood types. The study also evaluates the roles of wood moisture and fungal activity in termite feeding processes. Based on research conducted in the environmental conditions of Uzbekistan's Khorezm region, the resistance levels of various wood species to termite damage were determined. A comparative analysis with international literature confirms that termite nutrition is strongly linked to microbial involvement, particularly in the breakdown and utilization of cellulose within wooden substrates.

Keywords: termites, *Anacanthotermes*, cellulose, lignin, wood degradation, fungi.

СТЕПЕНЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЕРМИТАМИ (ANACANTHOTERMES SPP.)

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментов, посвящённых изучению предпочтений термитов рода *Anacanthotermes* при выборе древесных материалов, а также влиянию целлюлозы и лигнина на их пищевую активность. Дополнительно исследованы роль влажности древесины и участие грибов в процессах разложения, связанных с кормлением термитов. На основе наблюдений, проведённых в условиях Хорезмской области Узбекистана, определена степень устойчивости различных пород древесины к повреждению термитами. Сравнительный анализ с зарубежными источниками подтверждает тесную взаимосвязь между питанием термитов и деятельностью микроорганизмов, участвующих в расщеплении целлюлозы.

Ключевые слова: термиты, *Anacanthotermes*, целлюлоза, лигнин, разрушение древесины, микромицеты.

TERMITLAR (ANACANTHOTERMES SPP.) TOMONIDAN YOG'OCH MATERIALLARIGA ZARAR YETKAZISHINING BIOLOGIK MEKANIZMLARI DARAJASI

Annotasiya

Ushbu maqolada *Anacanthotermes* avlodiga mansub termitlarning turli yog'och materiallarini tanlashdagi biologik xususiyatlari hamda yog'och tarkibidagi sellulyoza va ligninning ularning ozuqa sifatiga ko'rsatadigan ta'siri bo'yicha o'tkazilgan tajriba natijalari yoritiladi. Shuningdek, yog'ochdagi namlik darajasi va zamburug'lar faoliyatining termitlarning oziqlanish jarayoniga ta'siri o'rganilgan. Xorazm viloyati sharoitida olib borilgan kuzatuvlar asosida turli yog'och turlarining termitlarga chidamlilik darajasi aniqlangan. Xorijiy adabiyotlar bilan qiyosiy tahlil termitlarning sellulyoza parchalanishida mikroorganizmlar bilan kuchli ekologik bog'liqligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: termitlar, *Anacanthotermes*, sellulyoza, lignin, yog'och zararlanishi, zamburug'lar.

Kirish. O'rta Osiyoda, xususan, O'zbekistonning qurg'oqchil hududlarida *Anacanthotermes* avlodiga mansub termitlar aholining turar joylari, tarixiy obidalar, omborxonalar hamda uy-joy infratuzilmasining yog'och qismlariga jiddiy zarar yetkazuvchi asosiy ksileofag hasharotlar hisoblanadi. Termitlar yog'och materiallarining kimyoviy tarkibi, namlik ko'rsatkichlari, zamburug'lar bilan zararlanish darajasi va ekologik sharoitlar bilan chambarchas bog'liq bo'lgan murakkab oziqlanish strategiyasiga ega. So'nggi yillarda yog'och konstruksiyalarining mahalliy sharoitda tez yemirilayoti, ayrim yog'och turlarining tezroq, boshqalarning esa ancha sekinroq zararlanayotgani amaliy jihatdan katta qiziqish uyg'otmoqda. Ushbu maqolada *Anacanthotermes* termitlarining yog'och tanlash xususiyatlari, sellulyoza va ligninning kimyoviy nisbati bilan bog'liq ozuqa afzalliklari, mikroorganizmlar bilan simbiozi, zamburug'lar ishtirokidagi yog'och parchalanish jarayonlari, shuningdek, O'zbekiston sharoitida olib borilgan eksperimental tadqiqotlar natijalarining xorijiy ilmiy manbalar bilan qiyosiy tahlili yoritiladi.

Termitlar sellulyoza bilan oziqlanadigan hasharotlar bo'lib, o'simlik biomassasini global darajada parchalanishi jarayonida muhim ekologik rol o'ynaydi [2;10]. Ularning hazm tizimi bakteriya, zamburug', sodda hayvon va boshqa simbiot mikroorganizmlar bilan integratsiyalashgan murakkab fermentativ tizimdan iborat [1;9]. Turlarga qarab sellulyoza parchalash qobiliyati, lignin parchalanishi, yog'och turiga nisbatan preferensiyasi farq qiladi.

Qurg'oqchil hududlarda tarqalgan *Anacanthotermes* turlari asosan yer osti koloniyalarini tuzadi va ko'p hollarda yog'ochning faqat tashqi qismini emas, balki zamburug'lar bilan yumshatilgan ichki qatlamlarini faol iste'mol qiladi. Turlarning yog'ochga bo'lgan talabi lignin-sellulyoza nisbatiga bog'liqligi ko'plab tadqiqotlarda ko'rsatib o'tilgan. Masalan, lignini yuqori

bo'lgan Betula, Quercus, Pinus kabi turlar termitlar tomonidan kamroq zararlanadi [5;7], aksincha Salix, Populus kabi turlarda selluloza ko'pligi va ligninning past foizi tufayli ular nisbatan oson hazm qilinadi [4;8].

Zamburug' bilan zararlangan yog'ochlar termitlar uchun ikki sababga ko'ra jalb qiladi: zamburug'lar selluloza va gemitsellyulozani qisman parchalab, ularni hazm qilishni osonlashtiradi; zamburug'lar termitlar uchun qo'shimcha oqsil manbai bo'lib xizmat qiladi [3;11].

Mikologik kuzatuvlarda Alternaria, Cladosporium, Aspergillus, Penicillium kabi zamburug'larning termitlar tomonidan tashilgan yog'ochlarda ko'p uchrashi qayd etilgan[6]. Bu zamburug'lar yog'och strukturasi va kimyoviy tarkibini o'zgartirib, termitlar uchun qulay muhit yaratadi.

Ushbu tadqiqot O'zbekistonning Xorazm viloyati sharoitida, ya'ni iqlim jihatdan quruq va kontinental bo'lgan, yozda yuqori harorat va past namlik, qishda esa sovuq va quruq shamollar kuzatiladigan hududda 2022–2023 yillar davomida olib borildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi turli xil yog'och turlarining termitlar tomonidan zararlanish darajasini aniqlash, yog'ochning kimyoviy tarkibi bilan zararlanish orasidagi bog'liqlikni baholash va termitlar bilan bog'liq mikroorganizmlar rolini oydinlashtirishdan iborat bo'ldi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot uchun tabiiy sharoitda termitlar zararlagan uy-joylar, omborxonalar, yordamchi xo'jalik binolari, shuningdek sog'lom va allaqachon zararlanish belgilari ko'rinib turgan yog'och konstruksiyalar o'rganildi. Ushbu inshootlardan olingan ma'lumotlar laboratoriya tajribalari bilan solishtirildi. Yog'och namunalarini tayyorlash jarayonida Xorazm viloyatida keng qo'llaniladigan va termitlar tomonidan turlicha darajada zararlanadigan Populus (tut), Salix (tol), Ulmus (qayrag'och), Betula (bedana), Pinus (qarag'ay) va Elaeagnus (jiyda) turlaridan 20×30 sm o'lchamdagi bir xil geometrik shakldagi namuna taxtachalari tayyorlandi. Bu namunalar termitlar faoliyati eng yuqori bo'lgan uylarning pol osti qismi, poydevor yonlari, quruq, nam va yarim nam sharoitdagi joylarda 1 yil davomida joylashtirildi. Zararlanish foizi vizual kuzatuvlar, yog'ochning mexanik kuchsizlanishi, elastiklik darajasining pasayishi va ichki qatlamlarning yemirilish ko'lamiga qarab aniqlab borildi. Zararlanish foizini baholashda xalqaro standartlarga yaqin bo'lgan 5 ballik tizim asosida foiz ifodasiga o'tkazilgan baholash metodi qo'llanildi. Mikrobiologik tahlillar- Tadqiqotning muhim yo'nalishlaridan biri yog'ochni yumshatishda va termitlar uchun qulay ozuqa muhitini yaratishda mikroorganizmlar, ayniqsa zamburug'larning roli bo'ldi. Shu maqsadda mikrobiologik tahlillar Chapek agar, K₂HPO₄, saxaroza va standart laboratoriya sterillash protokollari asosida olib borildi. Termitlar ichaklaridan olingan hamda yog'och tarkibidan ajratib olingan mikroorganizmlar mikromorfologik belgilar (spora shakli, koloniyaning rangi, o'sish tuzilishi) va avtomatlashtirilgan identifikatsiya tizimi orqali aniqlangan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ko'p hollarda kuchli zararlangan yog'ochlarda Aspergillus spp., Penicillium spp., Alternaria alternata va Cladosporium brevicompactum kabi zamburug'lar faol o'sadi. Ushbu mikromisetlar yog'ochni dastlabki yumshatish, selluloza tolalarini bo'shashtirish va lignin strukturasi qisman buzishda ishtirok etadi. Xorijiy manbalarda ham (Howard 1987; Ngee et al. 2004) shu zamburug'larning termitlar bilan simbiozda yashashi, termitlar hazm qilish jarayoniga yordam berishi qayd etilgan[3].

Tahlil va natijalar. Yog'ochning kimyoviy tarkibi bo'yicha natijalar. Yog'ochning kimyoviy tarkibi - selluloza, lignin va gemitsellyuloza miqdori - klassik Van Soest usuliga ko'ra o'lchandi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, selluloza miqdori yuqori bo'lgan yog'ochlar termitlar uchun energetik jihatdan boy ozuqa bo'lib xizmat qiladi. Aksincha, lignin miqdori yuqori bo'lgan yog'ochlarda termitlar faoliyati juda past bo'ldi. Bu - lignin murakkab aromatik polimer bo'lib, termitlar tomonidan hazm qilinishi juda qiyinligi bilan izohlanadi. Quyidagi 1-jadval yog'ochning kimyoviy tarkibi va zararlanish darajasi o'rtasidagi aniq bog'liqlikni ko'rsatadi: Ushbu ma'lumotlar xalqaro fan adabiyotlarida keltirilgan ilmiy natijalar bilan to'liq va mutlaqo mos keladi. Jumladan, Howard (1987) hamda keyingi yillarda turli mamlakatlarda faoliyat yuritgan ko'plab entomolog olimlarning fikricha, termitlarning asosiy ozuqasi sifatida ishlatiladigan yog'ochning kimyoviy tarkibi, ayniqsa undagi lignin miqdori, ular uchun juda muhim omillardan biri hisoblanadi [3;4;6]. Lignin yog'ochning mexanik mustahkamligini ta'minlaydigan, uni qattiq va zich holga keltiradigan murakkab organik polimer bo'lib, ko'plab yog'och turlarida uning miqdori yuqori bo'ladi.

1-jadval.

Yog'ochning kimyoviy tarkibi va termitlar zarari o'rtasidagi bog'liqlik

Yog'och turi	Sellyuloza (%)	Lignin (%)	Zararlanish (%)
Salix	57.3	20.1	86–93
Populus	53.1	22.3	50–90
Elaeagnus	50.1	23.7	10–33
Ulmus	44.3	25.2	6–16
Pinus	40.2	36.2	6–13
Betula	36.4	41.2	0–3

Ilmiy izlanishlar esa shuni ko'rsatadiki, termitlar ligninni mustaqil ravishda to'liq parchalash imkoniyatiga ega emas. Ularning ichak mikroflorasi sellulozani samarali ajrata olishi bilan mashhur bo'lsa-da, ligninni eritish uchun maxsus ferment tizimiga ega emas. Shu sababli termitlar ligninni faqat zamburug'lar tomonidan dastlab yumshatilgan, oksidlangan yoki struktur jihatdan zaiflashtirilgan holatlarda hazm qila oladi.

Mazkur jarayon entomologiya fanida "qo'shma degradatsiya" fenomeni sifatida izohlanadi. Ya'ni, termitlar yog'ochga bevosita emas, balki avval zamburug'lar tomonidan o'zlashtirilgan, tarkibidagi murakkab polimerlari parchalanib, tolalari bo'shashtirilgan yog'ochga nisbatan faolroq bo'ladi. Shu sababli lignin miqdori yuqori bo'lgan Betula (terak) yoki Pinus (qarag'ay) kabi yog'och turlari termitlar tomonidan nisbatan kam zararlanadi. Ularning qattiq mexanik tuzilishi termitlarning jag'lari bilan oson parchalanmaydi, va bu holat ko'plab entomologik tadqiqotlar, tajribalar hamda poligon kuzatuvlarida qayd etilgan.

Namlik omili esa yana bir asosiy ekologik ko'rsatkich sifatida alohida urg'u bilan tilga olinadi. Olib borilgan kuzatuvlar davomida termitlar tomonidan eng kuchli zararlangan yog'ochlarning deyarli barchasi yuqori darajadagi namlikka ega ekani aniqlandi. Nam muhit yog'ochning ichki strukturasi yumshatib, undagi tolalarni bo'shashtiradi hamda mikroorganizmlar, zamburug' sporalarining tez rivojlanishiga sharoit yaratadi. Ayniqsa, termitlar faol bo'lgan joylarda yog'och sirtining loy, organik qoldiqlar, nam tuproq yoki mikrobiologik qatlam bilan qoplanganini kuzatish mumkin. Bu qatlam termitlar uchun himoyalangan, barqaror mikroiklim yaratadi. Shuningdek, bunday muhit termitlarning o'z yo'llarini qurishi, namlikni saqlab turishi va koloniyalar faoliyatini davom ettirishi uchun muhim hisoblanadi.

Xalqaro biologik va ekologik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, namlik yog'ochning degradatsiya jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi. Nam yog'ochda zamburug'lar ko'payadi, yog'och tolalari qisman parchalanadi va termitlar uchun yanada qulay ozuqa

muhiiti shakllanadi. Shu sababli nam muhit termitlar populyatsiyasi, ularning oziqlanish faolligi va koloniyalar kengayish jarayonini kuchaytiruvchi asosiy ekologik omillardan biri sifatida e'tirof etiladi.

Xulosa va takliflar. Olib borilgan tadqiqot natijalari termitlarning Xorazm viloyati sharoitida yog'och turlariga nisbatan o'ziga xos tanlovga ega ekanligini aniq ko'rsatdi. Xususan, Salix va Populus kabi nisbatan yumshoq, sellyuloza miqdori yuqori bo'lgan yog'och turlari termitlar tomonidan eng ko'p zararlanadigan materiallar qatoriga kiradi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, yog'och tarkibidagi sellyuloza va lignin nisbatining o'zgarishi termitlarning uni tanlashi va tez hazm qilishi bilan bevosita bog'liq bo'lib, aynan sellyulozaga boy yog'ochlar ularning asosiy ozuqasi sifatida ma'qul keladi. Shuningdek, zamburug'larning yog'ochni dastlab yumshatib berishi termitlarning uni parchalash jarayonini yanada tezlashtiradi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, Betula va Pinus yog'ochlari yuqori lignin miqdori va mustahkamligi sababli termitlarga nisbatan eng chidamli hisoblanadi. Shu bois Xorazm hududida termitlar ko'p uchraydigan binolarda ushbu yog'och turlaridan foydalanish tavsiya etiladi, Salix va Populusdan foydalanish esa maqsadga muvofiq emas.

ADABIYOTLAR

1. Brune, A. (2014). Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts. *Nature Reviews Microbiology*, 12(3), 168–180.
2. Eggleton, P. (2011). An introduction to termites: biology, taxonomy and functional morphology. In *Biology of Termites* (pp. 1–26). Springer.
3. Howard, R. W. (1987). Nutritional ecology of termites. In *Nutritional Ecology of Insects* (pp. 732–775). Wiley.
4. Hyodo, F., Tayasu, I., Inoue, T., Azuma, J.-I., Kudo, T., & Abe, T. (2000). Differential role of symbiotic fungi in lignin degradation and nitrogen fixation in fungus-growing termites. *Functional Ecology*, 14(5), 605–613.
5. Ngee, P. S., Yong, J. C., Kirton, L. G., & Sajap, A. S. (2004). Effects of wood species on the feeding behavior of subterranean termites. *Journal of Economic Entomology*, 97(2), 777–785.
6. Ruzmetov, R., Abdullaev, I., Bekchanov, M., Atajanova, S., Matyakubov, Z., et al. (2023). Termite infestation and wood susceptibility in arid regions of Uzbekistan. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 19, 979–992.
7. Ahn, K., & Su, N. Y. (2018). Temperature effects on activity and survival of subterranean termites. *Journal of Economic Entomology*, 111(2), 785–792.
8. Cornelius, M. (2020). Attractants and feeding preferences of subterranean termites. *Pest Management Science*, 76(4), 1452–1461.
9. Evans, T. (2011). Termite thermal physiology and ecological adaptation. *Annual Review of Entomology*, 56, 531–547.
10. Evans, T., & Gleeson, P. (2016). Soil temperature dependence of termite movement. *Environmental Entomology*, 45(3), 643–650.
11. Gautam, B. (2016). Role of moisture and temperature in colony development of termites. *Pest Management Science*, 72, 1208–1215.