



UDK: 632.7:632.937:579.64

Zulayxo Z. ODILOVA,

Magistrant, Farg'ona davlat universiteti, Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: odilovazulayxo175@gmail.com, ORCID: 0009-0008-0809-5290

Muzaffarjon V. OBIDOV,

Zoologiya va umumiy biologiya kafedrası dotsenti, PhD, Farg'ona davlat universiteti, Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: muzaffar_bio@mail.ru ORCID: 0000-0001-7895-5884

PhD V.Maxmudov taqrizi asosida

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL EFFICACY OF COMBINED BIOPREPARATIONS AGAINST LARVAE OF THE PHYTOPHAGOUS PEST AGROTIS SEGETUM

Аннотация

This article investigates the biological efficacy of biopreparations based on *Bacillus thuringiensis* and *Trichoderma lignorum* against the larvae of *Agrotis segetum*, one of the dangerous pests of agricultural crops. According to the results of laboratory experiments, the combined preparation based on these microorganisms exhibited high entomocidal activity and caused 100% mortality of the larvae within a short period. The results indicate a synergistic effect of the biopreparations and confirm the prospects for their application as an environmentally safe biological plant protection agent.

Keywords: *Agrotis segetum*, phytophage, pest, biological control, *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma lignorum*, biopreparation, entomocide, larva, synergism, agroecosystem, environmental safety.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ ЛИЧИНОК ФИТОФАГА-ВРЕДИТЕЛЯ AGROTIS SEGETUM

Аннотация

В данной статье изучена биологическая эффективность биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* и *Trichoderma lignorum* против личинок *Agrotis segetum*, одного из опасных вредителей сельскохозяйственных культур. По результатам лабораторных исследований установлено, что комбинированный препарат на основе указанных микроорганизмов проявил высокую энтомоцидную активность и в короткий срок вызвал 100%-ную гибель личинок. Полученные результаты свидетельствуют о синергическом действии биопрепаратов и подтверждают перспективность их применения в качестве экологически безопасного биологического средства защиты растений.

Ключевые слова: *Agrotis segetum*, фитофаг, вредитель, биологическая борьба, *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma lignorum*, биопрепарат, энтомоцид, личинка, синергизм, агроэкосистема, экологическая безопасность.

AGROTIS SEGETUM LICHINKALARIGA QARSHI KOMBINATSIYALANGAN BIOPREPARATLARNING BIOLOGIK SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Аннотация

Ushbu maqolada qishloq xo'jaligi ekinlarining xavfli zararkunandalaridan biri bo'lgan *Agrotis segetum* lichinkalariga qarshi *Bacillus thuringiensis* va *Trichoderma lignorum* asosidagi biopreparatlarning biologik samaradorligi o'rganildi. Laboratoriya tajribalari natijalariga ko'ra, ushbu mikroorganizmlar asosidagi kombinatsiyalangan preparat yuqori entomotsid faollik ko'rsatib, qisqa muddat ichida lichinkalarning 100% nobud bo'lishiga sabab bo'ldi. Natijalar biopreparatlarning sinergik ta'sirga ega ekanligini hamda ularni ekologik xavfsiz biologik himoya vositasi sifatida qo'llash istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *Agrotis segetum*, fitofag, zararkunanda, biologik kurash, *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma lignorum*, biopreparat, entomotsid, lichinka, sinergik, agroekotizim, ekologik xavfsizlik.

Kirish. Hozirgi kunda qishloq xo'jaligi ekinlarining hosildorligini oshirishga to'sqinlik qiladigan fitofag hasharotlar, muhim cheklovchi omillardan biri hisoblanadi. Zararkunandalarning ommaviy ko'payishi global miqyosda oziq-ovqat xavfsizligi, agroekotizim barqarorligi va qishloq xo'jaligi mahsuldorligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda [1]. Ular o'simliklarga to'g'ridan-to'g'ri zarar yetkazish bilan birga, fitopatogen organizmlarning tarqalishida ham muhim rol o'ynaydi, bu esa o'simliklarning o'sishi va rivojlanish jarayonlarini buzib, hosildorlik va mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi [2]. Zararkunandalar tufayli yuzaga keladigan iqtisodiy zarar miqdori sezilarli bo'lib, turli ekinlarda hosil yo'qotishlari 10-40% va undan yuqori ko'rsatkichlarga yetishi kuzatilgan [3]. Ayniqsa, *Lepidoptera* turkumiga mansub hasharotlar qishloq xo'jaligi ekinlari uchun xavfli bo'lgan asosiy fitofag zararkunandalar sirasiga kiradi. Ushbu guruh vakillaridan biri *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller) bo'lib, u *Noctuidae* oilasiga mansub polifag va keng tarqalgan zararkunanda hisoblanadi [4]. Mazkur tur makkajo'xori, bug'doy, paxta, kartoshka va pomidor kabi ekinlarni zararlab, ularga sezilarli iqtisodiy zarar yetkazadi [5]. *A. segetum* yer osti hayot tarziga ega bo'lib, lichinkalari kunduz kunlari tuproqning ucha chuqur bo'lmagan qatlamida yashirinadi, tun vaqtida esa faol oziqlanadi. Ular o'simlik poyasining yerga yaqin qismlarini kemirishi natijasida o'simliklar qurib qoladi. Mazkur hasharotning rivojlanish sikli to'liq metamorfoz orqali amalga oshadi va tuxum, lichinka, g'umbak hamda imago bosqichlaridan iborat. Zararning katta qismi lichinka bosqichida kuzatiladi, ular o'simliklarning ildiz bo'g'zi va yer osti poyalarini zararlaydi. Vegetatsiyaning dastlabki davrlarida yosh nihollarning siyraklashuvi kuzatiladi, bu esa hosildorlikning 30-40% gacha kamayishiga sabab bo'lishi mumkin [7].

Amaliyotda *Agrotis segetum* ga qarshi kurashishda asosan kimyoviy insektitsidlardan foydalaniladi. Ushbu vositalar tezkor ta'sir ko'rsatishi bilan ajralib tursa-da, ularning uzoq muddat davomida va nazoratsiz qo'llanilishi ekologik muvozanatning buzilishiga, foydali organizmlar sonining kamayishiga hamda zararkunandalarda insektitsidlarga nisbatan chidamlilik rivojlanishiga olib keladi. Bundan tashqari, hasharotlar turli stress omillariga moslashish jarayonida o'zlarining fiziologik va metabolik xususiyatlarini, jumladan oziqlanish xulq-atvorini o'zgartirishi mumkin [8].

Mazkur muammolar biologik himoya usullarini rivojlantirish zarurati yuzaga keltirmoqda. Ekologik xavfsiz va samarali vositalardan biri mikroorganizmlar asosidagi biopreparatlar bo'lib, ular orasida *Bacillus thuringiensis* preparatlari yuqori biologik samaradorligi bilan ajralib turadi. Ushbu bakteriyaning *Cry* toksinlari hasharot ichagida faollashib, epiteliy hujayralarini zararlaydi va lichinkalarning nobud bo'lishiga olib keladi [9].

Shuningdek, *Trichoderma lignorum* asosidagi biopreparatlar ham istiqbolli hisoblanadi. Ushbu zamburug' o'simlik o'sishini rag'batlantirib, himoya tizimini faollashtiradi hamda ishlab chiqaradigan biologik faol moddalar orqali hasharotlarga entomotsid ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, *T.lignorum* va *B.thuringiensis* asosidagi biopreparatlarning *A.segetum* ga qarshi biologik samaradorligini o'rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili. Barqaror qishloq xo'jaligi tizimlarini rivojlantirishda zararkunandalarni boshqarishning ekologik xavfsiz usullarini qo'llash muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Biologik nazorat usullari zararkunanda populyatsiyalarini samarali tartibga solish bilan birga, atrof-muhit va inson salomatligiga salbiy ta'sirlarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, mikroorganizmlar asosida yaratilgan biopreparatlar agroekotizimlarda ekologik muvozanatni buzmasdan yuqori samaradorlik ko'rsatishi bilan ajralib turadi. Bunday mikroorganizmlar orasida *Bacillus thuringiensis* va *Trichoderma lignorum* alohida o'rin tutadi. *Bacillus thuringiensis* (Bt) keng tarqalgan entomopatogen bakteriya bo'lib, sporulyatsiya jarayonida kristall tuzilmali δ -endotoksinar - *Cry* oqsillarini hosil qiladi. Ushbu oqsillar hasharot organizmiga tushgach ichak muhitida faollashib, ichak epiteliy hujayralari retseptorlari bilan o'zaro ta'sirlashadi. Natijada hujayra membranalarining yaxlitligi buzilib, osmotik muvozanat izdan chiqadi va bu lichinkalarning nobud bo'lishiga olib keladi [10].

Cry toksinlari turli hasharot guruhlariga nisbatan yuqori darajada selektivlik namoyon etadi. Xususan, *Cry1* oqsillari *Lepidoptera* turkumiga mansub lichinkalarga nisbatan kuchli toksik ta'sir ko'rsatsa, *Cry3* oqsillari *Coleoptera* vakillariga ta'sir qiladi. Bundan tashqari, *Cry1Ac*, *Cry1Ba*, *Cry8Ca*, *Cry1Eb* kabi subtiplarning boshqa hasharot guruhlariga nisbatan ham biologik faolligi aniqlangan [11]. Shu sababli Bt asosidagi biopreparatlar *Lepidoptera*, *Coleoptera* va *Diptera* turkumiga mansub zararkunandalarga qarshi samarali biologik insektitsid sifatida keng qo'llanilmoqda.

Boshqa tomondan, *Trichoderma lignorum* ga mansub zamburug'lar ham zararkunandalarga qarshi kompleks ta'sir mexanizmlariga ega istiqbolli biologik agentlar sifatida qaraladi. *Trichoderma* avlodiga mansub zamburug'lar entomopatogenlik xususiyati, yuqori fermentativ faolligi hamda biologik faol ikkilamchi metabolitlar sintez qilish qobiliyati bilan ajralib turadi. Ularning hasharotlarga ta'siri, avvalo, infeksiya jarayon orqali amalga oshadi, ya'ni zamburug' sporalarining hasharot kutikulasiga yopishishi va keyinchalik unib chiqishi bilan boshlanadi. Keyingi bosqichda zamburug' mexanik ta'sir hamda gidrolitik fermentlar xitinaza, proteaza va lipazalar yordamida kutikulani parchalab, organizm ichiga kirib boradi. Shu bilan birga, oksalat kislotasining ajralishi kutikulaning yumshashiga xizmat qiladi [12]. Natijada mitseliy hasharot tanasida rivojlanib, oziqa moddalardan foydalanadi va hasharotning nobud bo'lishiga sabab bo'ladi. *Trichoderma* tomonidan ishlab chiqariladigan ikkilamchi metabolitlar ham zararkunandalarga qarshi muhim rol o'ynaydi. Ushbu birikmalarga peptaibollar, poliketidlar va uchuvchan organik moddalar kiradi. Jumladan, 1-okten-3-ol va 6-pentil- α -piron kabi moddalar hasharotlarning nerv tizimi hamda ichak epiteliyasiga ta'sir etib, ularning fiziologik faoliyatini buzadi va oziqlanish jarayonini susaytiradi [13].

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot ishlari laboratoriya sharoitida olib borildi. Tajriba davomida zararkunanda lichinkalarning yashovchanligi hamda ularga qo'llanilgan biologik preparatlarning kombinatsiyalangan entomotsid ta'siri nazorat ostida kuzatildi. Laboratoriya sharoiti lichinkalarning tabiiy yashash muhitiga maksimal darajada yaqinlashtirilgan holda tashkil etildi, bu esa biopreparatlarning ta'sirini aniq baholash imkonini berdi. Tadqiqot obyekti sifatida *Agrotis segetum* ning faol oziqlanadigan lichinka bosqichidagi individlari tanlab olindi va ular tajriba davomida bir xil sharoitda saqlanib, standart oziqa muhiti bilan ta'minlandi. Tadqiqotda *Trichoderma lignorum* hamda *Bacillus thuringiensis* asosida tayyorlangan biopreparatlarning kombinatsiyasi qo'llanildi. *T. lignorum* preparati arpa doni yuzasida o'stirilib, undan ishchi eritma tayyorlash uchun 1 litr suvga 15 g preparat qo'shildi, *B. thuringiensis* asosidagi biopreparat eritmasi esa 1 litr suvga 50 ml preparat qo'shish orqali tayyorlandi. Har ikki eritma alohida tayyorlanib, qo'llashdan oldin birlashtirildi. Eritmalar kechqurun tayyorlanib, faol moddalarning suvga to'liq o'tishini ta'minlash maqsadida tindirib qo'yildi va ertalab o'simlik barglari yuzasiga purkaldi. Tajribada nazorat varianti (toza barglar bilan oziqlantirish) hamda kombinatsiyalangan variant (biopreparatlar aralashmasi bilan ishlov berilgan barglar bilan oziqlantirish) tashkil etildi. Har bir variantda 20 tadan *A. segetum* lichinkalari joylashtirildi va ular bir xil sharoitda saqlanib, yashovchanligi muntazam kuzatib borildi. Lichinkalarni oziqlantirish uchun zubturm (*Plantago major* L.) va pechak (*Convolvulus arvensis* L.) o'simliklarining barglaridan foydalanildi, barglar daladan yig'ib olingach laboratoriyada toza suv bilan yuvildi. Kombinatsiyalangan variantda barglar tayyorlangan biopreparatlar aralashmasi bilan ishlov berilib lichinkalarga berildi, nazorat variantida esa faqat ishlov berilmagan barglar qo'llanildi. Oziqlantirish jarayonida bir kun ishlov berilgan barglar, keyingi kuni esa yangi toza barglar berilib, ushbu jarayon tajriba davomida navbatma-navbat takrorlandi, bu esa biopreparatlarning lichinkalar oziqlanishiga kompleks ta'sirini baholash imkonini berdi. Biopreparatlarning ta'sirini tasdiqlash maqsadida qo'shimcha mikrobiologik tahlillar ham o'tkazildi. Jumladan, nobud bo'lgan lichinkalardan namunalar olinib, agarli oziqa muhitlariga ekildi va petri kosalarida mikroorganizmlar koloniyalari rivojlanishi kuzatildi, natijada lichinkalarning nobud bo'lishi qo'llanilgan biopreparatlar ta'siri bilan bog'liqligi aniqlashtirildi.



1-rasm. Entomopotogen mikroorganizmlar asosidagi biopreparatlarning laboratoriya sharoitidagi *A. segetum* lichinkalariga biologik ta'siri

Tajriba 2025-yil 23-iyundan 2025-yil 3-iyulgacha bo'lgan davrda olib borildi. Lichinkalarning yashovchanligi har 48 soatda qayd etildi va tajriba davomida ularning sonidagi o'zgarishlar hisobga olindi.

Natijalar va muhokama. Tajriba davomida *Agrotis segetum* lichinkalariga *B. thuringiensis* hamda *T. lignorum* asosidagi preparatning kombinatsiyalangan ta'siri vaqt dinamikasida o'rganilib, nazorat guruhi bilan qiyosiy tahlil qilindi.

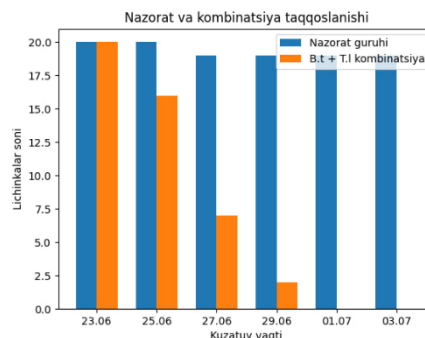
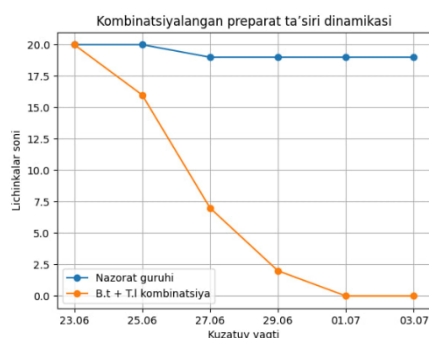
Tadqiqotning boshlang'ich bosqichida (23.06.2025) har ikkala guruhda lichinkalar soni teng bo'lib, 20 ta (100%) ni tashkil etdi. 25.06.2025 sanasiga kelib tajriba guruhida lichinkalar soni 16 taga kamaydi, bu esa dastlabki ko'rsatkichga nisbatan 20% kamayishni anglatadi. Shu davrda nazorat guruhida esa o'zgarish kuzatilmadi va lichinkalar soni 20 ta (100%) darajasida saqlanib qoldi. Keyingi kuzatuv (27.06.2025) natijalariga ko'ra, tajriba guruhida lichinkalar soni keskin qisqarib, 9 tani tashkil etdi, ya'ni boshlang'ich miqdorga nisbatan 55% kamayish qayd etildi. Nazorat guruhida esa lichinkalar soni 19 ta bo'lib, bu atigi 5% tabiiy kamayish bilan izohlanadi. 29.06.2025 sanasida tajriba guruhida lichinkalar sonining yanada kamayishi kuzatilib, ularning soni 4 taga yetdi (80% kamayish). Nazorat guruhida esa lichinkalar soni deyarli barqaror bo'lib, 19 ta (95%) darajada saqlanib qoldi. 01.07.2025 sanaga kelib tajriba guruhida lichinkalar to'liq nobud bo'ldi (0 ta), bu esa 100% mortalitet darajasini ko'rsatadi. 03.07.2025 sanasidagi kuzatuvlar ham ushbu natijani tasdiqladi. Nazorat guruhida esa tajriba davomida lichinkalar soni deyarli o'zgarmay, 19 ta (95%) atrofida saqlanib qoldi.

1-jadval.

Nazorat va tajriba variantlarida *Agrotis segetum* lichinkalari yashovchanligining qiyosiy ko'rsatkichlari

T/r	Kuzatuv olib borilgan vaqt	Nazorat guruhidagi lichinkalar soni	Tajriba guruhidagi lichinkalar soni (<i>T. lignorum</i> + <i>B. thuringiensis</i>)
1	23.06.25	20 ta	20 ta
2	25.06.25	20 ta	16 ta
3	27.06.25	19 ta	9 ta
4	29.06.25	19 ta	4 ta
5	1.07.25	19 ta	0 ta
6	3.07.25	19 ta	0 ta

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, *T. lignorum* va *B. thuringiensis* asosidagi preparat kombinatsiyasi *Agrotis segetum* lichinkalariga nisbatan yuqori darajada biotsid faollikka ega. Lichinkalar sonining vaqt o'tishi bilan izchil va keskin kamayib borishi preparatning sinergik va kumulyativ ta'sir mexanizmini namoyon etadi.



Nazorat va tajriba guruhidagi lichinkalar miqdorining vaqt bo'yicha o'zgarishi

Nazorat guruhida lichinkalar sonining barqarorligi aniqlangan biologik effektning aynan qo'llanilgan kombinatsiyalangan preparat bilan bog'liqligini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari ushbu biopreparat qisqa muddat ichida yuqori samaradorlik ko'rsatib, *Agrotis segetum* lichinkalarini to'liq yo'q qilish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda *Agrotis segetum* lichinkalariga qarshi biologik kurash usullarining samaradorligi baholandi. Natijalar *Bacillus thuringiensis* va *Trichoderma lignorum* asosidagi biopreparatlarning kombinatsiyalangan qo'llanilishi yuqori entomotsid ta'sirga ega ekanligini ko'rsatdi. Laboratoriya tajribalarida lichinkalar soni izchil kamayib, 8 kun ichida 100% o'lim darajasiga erishildi, nazorat guruhida esa sezilarli o'zgarish kuzatilmadi.

Olingan ma'lumotlar ushbu mikroorganizmlar o'rtasida sinergik va kumulyativ ta'sir mavjudligini tasdiqlab, ularning birgalikdagi qo'llanilishi zararkunandalarni samarali nazorat qilishda muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi. Mazkur yondashuv kimyoviy insektitsidlarga ekologik xavfsiz va istiqbolli alternativ hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Basir, F.A., Banerjee, A., Ray, S., 2019. Role of farming awareness in crop pest management: A mathematical model. *Journal of Theoretical Biology* 461, 59–67.
2. Gurung, K., Wertheim, B., Falcao Salles, J., 2019. The microbiome of pest insects: It is not just bacteria. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167, 156–170.
3. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A., 2019. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3, 430–439.
4. Napiorkowska, K.J., Gawowska, J., 2004. Increase of harmfulness of caterpillars (Hadeninae and Noctuidae, Lepidoptera: Noctuidae) on cabbage and other cole crops. *Progress in Plant Protection* 44, 978–980.
5. Li, L., Xiu, C., Lu, W., Lu, Y., 2020. Electrophysiological and behavioral responses of *Agrotis segetum* adults to 15 plant volatiles. *Xinjiang Agricultural Sciences* 57(11), 2020–2027.
6. Guo, J.L., Fu, X.W., Zhao, X.C., Wu, K.M., 2016. Preliminary study on the flight capacity of *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Environmental Entomology* 38, 888–895.
7. Lutz, A.L., Bertolaccini, I., Scotta, R.R., Curis, M.C., Favaro, M.A., Fernandez, L.N., et al., 2018. Lethal and sublethal effects of chlorantraniliprole on *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science* 74, 2817–2821.
8. Tabashnik, B. E., Brévault, T., & Carrière, Y. (2013). Insect resistance to Bt crops: Lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology*, 31, 510.
9. Castro, B. M. D. C., Martinez, L. C., Barbosa, S. G., Serrão, J. E., Wilcken, C. F., Soares, M. A., Silva, A. A. D., Carvalho, A. G. D., & Zanuncio, J. C. (2019). Toxicity and cytopathology mediated by *Bacillus thuringiensis* in the midgut of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Scientific Reports*, 9, 6667.
10. Armengol, G., Escobar, M. C., Maldonado, M. E., & Orduz, S. (2007). Diversity of Colombian strains of *Bacillus thuringiensis* with insecticidal activity against dipteran and lepidopteran insects. *Journal of Applied Microbiology*, 102, 77–88.
11. Vidhate, R.P., Dawkar, V.V., Puneekar, S.A., Giri, A.P., 2023. Genomic determinants of entomopathogenic fungi and their involvement in pathogenesis. *Microbial Ecology* 85, 49–60.
12. Wang, Y., Li, Y., Yang, J., Ruan, J., Sun, C., 2016. Microbial volatile organic compounds and their application in microorganism identification in foodstuff. *Trends in Analytical Chemistry* 78, 1–16.