UO‘K 576.5:595.78

HELICOVERPA ZEA VA TRICHOPLUSIA NI HASHAROTLARINING HUJAYRA LINIYALARINI KO‘PAYTIRISH VA BIOTEXNOLOGIK TADQIQOTLARDA QO‘LLASH ISTIQBOLLARI

Zokirov Bekzod Ulashevich,
Qarshi davlat texnika universiteti Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi kafedra dotsenti
bekzodzokirov988@gmail.com
Xalilov Og‘abek Safar o‘g‘li,
Qarshi davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Helicoverpa zea va Trichoplusia ni turiga mansub hasharotlarning hujayra liniyalarini laboratoriya sharoitida ko‘paytirish, saqlash va biotexnologik tadqiqotlarda qo‘llash imkoniyatlari ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Hasharot hujayra liniyalari biologik faol birikmalarning ta’sirini baholash, insektitsid moddalarning samaradorligini dastlabki tekshirish, virusologik tadqiqotlar hamda rekombinant oqsillar ishlab chiqarishda muhim eksperimental model hisoblanadi. Maqolada hujayralarning yashovchanligi, ozuqa muhitining tarkibi, aseptik sharoitlarni ta’minlash, hujayra populyatsiyasini ko‘paytirish va uzoq muddatli kriokonservatsiya masalalari yoritilgan. O‘zbekiston olimlarining ushbu hujayra liniyalaridan yangi insektitsid birikmalarining biologik faolligini baholashda foydalanishga oid ishlari ham ko‘rib chiqilgan. Adabiyotlar tahlili mazkur hujayra liniyalari qishloq xo‘jaligi zararkunandalariga qarshi vositalarni dastlabki saralash, hujayraviy jarayonlarni o‘rganish va biotexnologik ishlab chiqarish usullarini takomillashtirish uchun istiqbolli ekanini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, hujayra kulturasida olingan natijalarni butun organizm va dala sharoitida tasdiqlash zarurligi ta’kidlanadi.*

Kalit so‘zlar: *Helicoverpa zea, Trichoplusia ni, hujayra liniyasi, hujayra kulturasi, biotexnologiya, kriokonservatsiya, insektitsid, biologik faollik.*

ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ НАСЕКОМЫХ HELICOVERPA ZEA И TRICHOPLUSIA NI И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аннотация. *В статье на основе анализа научной литературы рассматриваются возможности культивирования, хранения и применения клеточных линий насекомых Helicoverpa zea и Trichoplusia ni в биотехнологических исследованиях. Клеточные линии насекомых представляют собой важные экспериментальные модели для оценки биологической активности соединений, предварительного скрининга инсектицидных веществ, вирусологических исследований и производства рекомбинантных белков. Рассмотрены вопросы жизнеспособности клеток, состава питательных сред, соблюдения асептических условий, увеличения клеточной популяции и длительного криоконсервирования. Также проанализированы исследования узбекских учёных, посвящённые использованию указанных клеточных линий для оценки биологической активности новых инсектицидных соединений. Анализ литературы показывает, что данные клеточные линии перспективны для предварительного отбора средств защиты растений, изучения клеточных процессов и совершенствования биотехнологических методов. Вместе с тем подчёркивается необходимость подтверждения результатов, полученных на клеточных культурах, в экспериментах на целых организмах и в полевых условиях.*

Ключевые слова: *Helicoverpa zea, Trichoplusia ni, клеточная линия, культура клеток, биотехнология, криоконсервация, инсектицид, биологическая активность.*

PROSPECTS FOR CULTURING HELICOVERPA ZEA AND TRICHOPLUSIA NI INSECT CELL LINES AND THEIR APPLICATIONS IN BIOTECHNOLOGICAL RESEARCH

Abstract. *This article reviews the cultivation, preservation, and biotechnological applications of insect cell lines derived from Helicoverpa zea and Trichoplusia ni based on published scientific literature. Insect cell lines are valuable experimental models for evaluating the biological activity of compounds, preliminary screening of insecticidal substances, virological research, and recombinant protein production. The article*

discusses cell viability, culture medium composition, aseptic techniques, cell population expansion, and long-term cryopreservation. Research by Uzbek scientists on the use of these cell lines to evaluate the biological activity of novel insecticidal compounds is also considered. The literature indicates that these cell lines have potential for preliminary screening of crop protection agents, investigation of cellular processes, and improvement of biotechnological production methods. However, results obtained using cell cultures should be further validated in whole-organism experiments and field trials.

Keywords: *Helicoverpa zea, Trichoplusia ni, cell line, cell culture, biotechnology, cryopreservation, insecticide, biological activity.*

Kirish. Zamonaviy biotexnologiyaning muhim yo‘nalishlaridan biri tirik hujayralardan foydalanish orqali biologik jarayonlarni o‘rganish, biologik faol moddalarni baholash va turli maqsadlarga mo‘ljallangan biopreparatlarni ishlab chiqishdan iborat. Hujayra kulturasi usullari biologik obyektlarni nazorat qilinadigan sharoitda o‘rganish imkonini beradi. Jumladan, hasharotlardan ajratib olingan hujayra liniyalari entomologiya, molekulyar biologiya, virusologiya, toksikologiya va qishloq xo‘jaligi biotexnologiyasida keng qo‘llanadi.Hasharot hujayralarini in vitro sharoitida o‘stirish texnologiyalarining rivojlanishi viruslarning ko‘payish mexanizmlarini o‘rganish, rekombinant oqsillar ishlab chiqarish va zararkunandalarga qarshi yangi vositalarning biologik ta’sirini dastlabki baholash uchun imkoniyat yaratdi. Ayniqsa, kapalaklar turkumiga mansub hasharotlardan olingan hujayra liniyalari bakuloviruslar bilan bog‘liq tadqiqotlar hamda biotexnologik mahsulotlar ishlab chiqarishda muhim o‘rin egallaydi [1, 2].

Helicoverpa zea makkajo‘xori va boshqa qishloq xo‘jaligi ekinlariga zarar yetkazuvchi tunlamlar guruhiga mansub hasharot hisoblanadi. *Trichoplusia ni* esa karam tunlami nomi bilan ma’lum bo‘lib, karam va boshqa ekinlarning zararkunandasi sifatida ahamiyatga ega. Ushbu hasharotlarning hujayra liniyalari zararkunandalarga qarshi moddalar ta’sirini organizm darajasidan oldin hujayra darajasida tekshirishga imkon beradi. *Trichoplusia ni* dan olingan BTI-Tn-5B1-4 hujayra liniyasi, shuningdek High Five nomi bilan tanilgan bo‘lib, rekombinant oqsillar ishlab chiqarishda qo‘llanadi. Tadqiqotlarda ushbu hujayralarning ayrim oqsillarni ajratib chiqarish samaradorligi yuqori bo‘lishi mumkinligi ko‘rsatilgan [3]. *Helicoverpa zea* hujayralaridan esa virus ishlab chiqarish va hujayra metabolizmini o‘rganish kabi yo‘nalishlarda foydalanish imkoniyatlari tadqiq qilingan [4]. O‘zbekistonda ham ushbu yo‘nalish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, Sh. Xasanov va hammualliflarining 2026-yilda chop etilgan maqolasida *Helicoverpa zea*, *Trichoplusia ni* va *Lymantria dispar* hujayra liniyalari yordamida yangi 1,3,4-oksadiazol hosilalarining insektitsid faolligi in vitro sharoitida baholangan [5]. Mazkur ish hujayra liniyalaridan qishloq xo‘jaligi zararkunandalariga qarshi yangi kimyoviy birikmalarni dastlabki saralashda foydalanish mumkinligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, O‘zbekiston ilmiy manbalarida *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalarini past harorat sharoitida uzoq muddat saqlashning maqbul usullariga bag‘ishlangan tadqiqot ham qayd etilgan [6]. Bu esa hujayra kulturasi bilan ishlashda nafaqat ko‘paytirish, balki hujayralarning yashovchanligi va biologik xususiyatlarini saqlab qolish ham muhim ekanini ko‘rsatadi. Mazkur maqolaning maqsadi *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalarini ko‘paytirish, saqlash hamda biotexnologik tadqiqotlarda qo‘llash imkoniyatlarini ilmiy adabiyotlar asosida umumlashtirish va istiqbolli yo‘nalishlarini aniqlashdan iborat.

Materiallar va tadqiqot usullari. Ushbu maqola ilmiy adabiyotlar tahliliga asoslangan sharh maqolasi hisoblanadi. Tadqiqot davomida hasharot hujayra liniyalari, ularni laboratoriya sharoitida o‘stirish, uzoq muddat saqlash va biotexnologik jarayonlarda qo‘llashga bag‘ishlangan ilmiy maqolalar o‘rganildi. Shuningdek, O‘zbekiston olimlarining hasharot hujayra liniyalaridan biologik faol birikmalarni baholashda foydalanishga oid ishlari tahlil qilindi. Adabiyotlarni tanlashda quyidagi yo‘nalishlarga alohida e’tibor qaratildi:

1. *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalarining biologik xususiyatlari.
2. Hujayralarni o‘stirishda ozuqa muhiti va laboratoriya sharoitlarining ahamiyati.
3. Hujayra yashovchanligini aniqlash va populyatsiyaning o‘sishini kuzatish usullari.
4. Hujayra liniyalarini uzoq muddat saqlash va kriokonservatsiya qilish.
5. Hujayra kulturasi asosida insektitsidlar, viruslar va rekombinant oqsillar bilan bog‘liq tadqiqotlar olib borish imkoniyatlari.

Tahlilda ilmiy maqolalarning mazmuni qiyosiy va tavsifiy yondashuv asosida umumlashtirildi. Turli hujayra liniyalari uchun olingan natijalar ularning biologik xususiyatlari, qo‘llanilish maqsadi va o‘stirish sharoitlari nuqtayi nazaridan solishtirildi. Shuni ta’kidlash lozimki, mazkur maqola doirasida yangi laboratoriya tajribalari bajarilmadi. Shu sababli quyida keltirilgan natijalar muallif tomonidan o‘tkazilgan tajriba natijalari emas, balki mavjud ilmiy manbalar tahlilidan kelib chiqqan xulosalardir.

Tadqiqot natijalarining muhokamasi. ***Helicoverpa zea*** va ***Trichoplusia ni*** hujayra liniyalarining biologik xususiyatlari. Hasharot hujayra liniyalari organizmdan tashqarida, tegishli oziqlantiruvchi muhit va nazorat qilinadigan laboratoriya sharoitida yashash hamda ko‘payish xususiyatiga ega hujayralar majmuasidir. Ularning asosiy afzalligi shundaki, muayyan biologik jarayonlarni butun organizmga ta’sir etuvchi ko‘plab omillardan ajratgan holda o‘rganish mumkin. ***Trichoplusia ni*** turidan olingan BTI-Tn-5B1-4 hujayra liniyasi biotexnologik tadqiqotlarda muhim model hisoblanadi. Ushbu liniya High Five nomi bilan ham tanilgan. Uning rekombinant oqsillar, xususan, hujayradan tashqariga ajraladigan oqsillarni ishlab chiqarishdagi imkoniyatlari ilmiy tadqiqotlarda ko‘rsatilgan. Wickham va hammualliflarining ishlarida ushbu hujayra liniyasining rekombinant oqsil ishlab chiqarish samaradorligi boshqa ayrim hasharot hujayra liniyalari bilan qiyoslangan [3]. ***Helicoverpa zea*** hujayra liniyalari ham virusologik va biotexnologik tadqiqotlar uchun istiqbolli obyekt hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlarda ushbu hujayralardan bakuloviruslarni ko‘paytirish, hujayra metabolizmini o‘rganish va biologik faol moddalarning ta’sirini tekshirishda foydalanish imkoniyatlari bayon qilingan [4]. Bundan tashqari, hasharotlarning turli to‘qimalaridan olingan hujayra liniyalari pestitsidlarning hujayra darajasidagi ta’sirini aniqlash uchun ham qo‘llanadi [7]. Bu ikki tur hujayralarining ilmiy ahamiyati ularning bir xil xususiyatlarga ega ekanida emas, balki har bir liniyaning muayyan tadqiqot vazifasiga mos kelishidadir. Shu sababli hujayra liniyasini tanlashda uning kelib chiqishi, o‘sish xususiyatlari, ozuqa muhitiga talabi va ko‘zlangan tajriba maqsadi hisobga olinishi zarur.

Hujayra liniyalarini ko‘paytirishga ta’sir etuvchi omillar. Hujayralarni samarali ko‘paytirish uchun ozuqa muhitining tarkibi, harorat, muhitning kislotalilik darajasi, hujayralarning boshlang‘ich zichligi, ozuqa moddalari miqdori va mikrobiologik tozaligi muhim ahamiyatga ega. Ozuqa muhitining tarkibi. Hasharot hujayralarining o‘sishi uchun aminokislotalar, uglevodlar, mineral tuzlar, vitaminlar va boshqa zarur komponentlarni o‘z ichiga olgan maxsus muhitlardan foydalaniladi. Ayrim hollarda muhitga zardob va boshqa qo‘shimchalar kiritiladi. Biroq barcha hujayra liniyalari uchun bir xil tarkibdagi muhit optimal bo‘lmasligi mumkin. Shu sababli ozuqa muhitini tanlashda hujayra liniyasining ishlab chiqaruvchi yoki hujayralar kolleksiyasi tomonidan tavsiya etilgan shartlari asos qilib olinadi [2, 7].

O‘zbekiston olimlari tomonidan chop etilgan 2026-yilgi tadqiqotda *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayralari Grace Insect Medium muhitida, glutamin, antibiotik-antimikotik qo‘shimcha va fetal bovin zardobi ishtirokida o‘stirilgan [5]. Ushbu misol hujayra kulturasini saqlash va undan tajribalarda foydalanishda ozuqa muhitining aniq tarkibi muhimligini ko‘rsatadi. Biroq bu tarkibni barcha hujayra liniyalari uchun universal tavsiya sifatida qabul qilish mumkin emas.

Harorat va inkubatsiya sharoitlari. Hasharot hujayralari ko‘pincha sutemizuvchilar hujayralariga nisbatan pastroq haroratda o‘stiriladi. Ko‘plab keng qo‘llanadigan liniyalar uchun 27–28 °C atrofidagi harorat xos bo‘lsa-da, optimal qiymat hujayra liniyasi va tajriba sharoitiga bog‘liq [2]. Shuning uchun hujayralarni ko‘paytirishda haroratni tasodifiy o‘zgartirish emas, balki tegishli liniya uchun tasdiqlangan sharoitlarga rioya qilish talab etiladi. Aseptik sharoitlar. Hujayra kulturasi bilan ishlashda bakteriyalar, zamburug‘lar va boshqa begona mikroorganizmlar bilan ifloslanish jiddiy muammo hisoblanadi. Bunday ifloslanish hujayralarning o‘sishini sekinlashtirishi, hujayra metabolizmini o‘zgartirishi va tajriba natijalarining ishonchliligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli steril idishlar, aseptik ish usullari, sifat nazorati va muntazam mikroskopik kuzatuv muhim hisoblanadi [7].

Hujayra zichligi va yashovchanligi. Hujayra populyatsiyasining zichligi ko‘payish jarayonini baholashda asosiy ko‘rsatkichlardan biridir. Hujayralarning juda past yoki haddan tashqari yuqori zichlikda bo‘lishi o‘sish dinamikasiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Hujayra soni va yashovchanligini baholashda gemotsitometr yordamida sanash hamda Trypan Blue bo‘yash usuli kabi yondashuvlardan foydalaniladi. Ushbu usulda bo‘yoqni o‘tkazmaydigan hujayralar odatda yashovchan, bo‘yalgan hujayralar esa membrana yaxlitligi buzilgan hujayralar sifatida hisoblanadi [5].

Mazkur ko‘rsatkichlarni birgalikda tahlil qilish hujayralar sonining ortishi bilan bir qatorda, ularning fiziologik holati haqida ham ma’lumot beradi. Shu sababli faqat hujayralar soniga asoslanib, kultura holati to‘liq baholangan deb hisoblash mumkin emas. Eriksson va hammualliflarining tadqiqotida *Trichoplusia ni* (BTI-Tn-5B1-4) hujayralarining o‘sishiga konditsiyalangan muhit omillari ta’siri o‘rganilgan. Natijalar hujayralar ko‘payishini boshqarishda muhit tarkibidagi biologik faol omillar muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi [9]. Hujayra liniyalarini uzoq muddat saqlash va kriokonservatsiya qilish. Hujayra liniyalarini uzoq muddat saqlash biotexnologik tadqiqotlarning takrorlanuvchanligini ta’minlash uchun muhimdir. Hujayralarni uzoq vaqt davomida ketma-ket ko‘paytirish ularning xususiyatlarida o‘zgarishlar yuzaga kelishi, begona mikroorganizmlar bilan ifloslanish xavfining ortishi va tajribalarda ishlatiladigan biologik materialning bir xilligiga putur yetishi mumkin. Kriokonservatsiya hujayralarni juda past haroratlarda saqlash orqali ularning biologik xususiyatlarini imkon qadar uzoq muddat saqlab qolishga qaratilgan usuldir.

Ushbu jarayonda muzlash vaqtida hujayra ichida va tashqarisida muz kristallari hosil bo‘lishi natijasida yuzaga keladigan shikastlanishlarni kamaytirish muhim hisoblanadi. Shu maqsadda tegishli krioprotektorlar, nazorat qilinadigan muzlatish sharoitlari va tiklash bosqichlari qo‘llanadi.

O‘zbekiston ilmiy manbalarida *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalarini past harorat sharoitida uzoq muddat saqlashning optimal sharoitlarini tanlash masalasi alohida o‘rganilgan. Mazkur manbada hujayralarni saqlashda Versen buferi asosidagi yondashuvning ahamiyati qayd etilgan [6]. Biroq ushbu natijalarni boshqa hujayra liniyalari yoki barcha kriokonservatsiya protokollariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tatbiq etishdan oldin birlamchi maqoladagi to‘liq uslub va natijalarni tekshirish lozim. Kriokonservatsiyaning samaradorligini baholashda muzlatishdan oldingi va keyingi hujayra yashovchanligi, qayta tiklangandan so‘ng o‘sish xususiyatlarining tiklanishi hamda hujayra morfologiyasining saqlanishi hisobga olinadi. Bu ko‘rsatkichlar hujayra kolleksiyasini shakllantirish va kelajakdagi tadqiqotlar uchun barqaror biologik material bilan ta’minlashga yordam beradi.

Biotexnologik tadqiqotlarda qo‘llash istiqbollari. Insektitsid birikmalarni dastlabki baholash. Hasharot hujayra liniyalarining muhim qo‘llanish yo‘nalishlaridan biri yangi kimyoviy birikmalarning hujayralarga ta’sirini o‘rganishdir. Bunday yondashuv yordamida birikmalarning hujayra yashovchanligini pasaytirishi yoki hujayraviy jarayonlarga ta’siri dastlabki bosqichda aniqlanishi mumkin. Biroq hujayralarga toksik ta’sir ko‘rsatish xususiyati moddaning dala sharoitida samarali insektitsid ekanini o‘z-o‘zidan isbotlamaydi. Sh. Xasanov va hammualliflarining 2026-yilda *Brazilian Journal of Biology* jurnalida chop etilgan ishida yangi 1,3,4-oksadiazol hosilalarining insektitsid faolligi *Helicoverpa zea*, *Trichoplusia ni* va *Lymantria dispar* hujayra liniyalarida in vitro sharoitida tekshirilgan. Tadqiqotda hujayra yashovchanligini baholash uchun MTT usulidan foydalanilgan va natijalar imidakloprid asosidagi taqqoslash vositasi bilan solishtirilgan [5-10]. Mualliflar ushbu birikmalarning istiqbolini ko‘rsatish bilan birga, ularni amaliyotda qo‘llashdan oldin qo‘shimcha tadqiqotlar va dala sinovlari zarurligini ham ta’kidlagan.

Mazkur ish O‘zbekiston olimlarining hasharot hujayra liniyalarini o‘simliklarni himoya qilish vositalarini izlash va dastlabki baholashda qo‘llashga oid ilmiy hissasini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, hujayra darajasida kuzatilgan ta’sirni butun hasharot organizmiga, foydali hasharotlarga va atrof-muhitga ta’siri bilan tenglashtirib bo‘lmaydi. Virusologik tadqiqotlar va biopreparatlar. Hasharot hujayra liniyalari ayrim viruslarning ko‘payishi va biologik xususiyatlarini o‘rganishda muhim model hisoblanadi. Bakuloviruslar asosidagi biopreparatlar qishloq xo‘jaligi zararkunandalariga qarshi biologik kurashda qo‘llanish imkoniyatiga ega. Hujayra kulturasi virusni laboratoriya sharoitida o‘rganish, uning ko‘payishini kuzatish va ishlab chiqarish jarayoniga ta’sir qiluvchi omillarni aniqlash uchun qulay sharoit yaratadi [4, 8]. Biroq virusning hujayrada ko‘payishi uning maqsadli zararkunandaga qarshi dala sharoitida samaradorligini to‘liq kafolatlamaydi. Virusning biologik xususiyatlari, xo‘jayin hasharot turi, tashqi muhit sharoiti va preparatning qo‘llash usuli ham alohida baholanishi kerak.

Rekombinant oqsillar ishlab chiqarish. *Trichoplusia ni* hujayra liniyalarining yana bir muhim qo‘llanilishi rekombinant oqsillarni ishlab chiqarish bilan bog‘liq. Baculovirus ekspressiya tizimlari hasharot hujayralarida kerakli oqsilni sintez qilish uchun ishlatiladi. Bunday tizimlar ilmiy tadqiqotlar, diagnostik reagentlar va ayrim biologik preparatlarni ishlab chiqishda ahamiyatga ega [2, 3]. Rekombinant oqsil ishlab chiqarish uchun hujayra liniyasining o‘sish tezligi, oqsil sintez qilish qobiliyati, mahsulotning hujayradan tashqariga ajralishi va muhit sharoitlariga moslashuvi muhim hisoblanadi. Turli hujayra liniyalari o‘rtasidagi farqlar sababli, kerakli mahsulot uchun eng maqbul tizimni tanlash alohida tajriba va optimallashtirishni talab qiladi. Hujayra darajasida toksikologik va biologik skrining. Hasharot hujayra liniyalari turli birikmalarning biologik faolligini dastlabki tekshirish, hujayra metabolizmidagi o‘zgarishlarni kuzatish va moddalarning ta’sir mexanizmlarini o‘rganishda ham qo‘llanishi mumkin [7].

Bu usul ko‘plab birikmalarni dastlabki bosqichda saralash imkonini beradi. Natijada keyingi, murakkabroq tajribalar uchun istiqbolli nomzodlarni tanlash osonlashadi. Shu bilan birga, hujayra kulturasi natijalarini talqin qilishda modelning cheklovlarini hisobga olish zarur. Hujayra kulturasi butun organizmdagi so‘rilish, taqsimlanish, metabolizm, chiqarilish va xulq-atvor bilan bog‘liq jarayonlarni to‘liq aks ettirmaydi.

Mavjud muammolar va kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlari. Adabiyotlar tahlili *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalaridan foydalanish imkoniyatlari keng ekanini ko‘rsatsa-da, bir qator ilmiy va amaliy muammolar mavjud. Birinchidan, hujayra liniyasining biologik xususiyatlarini barqaror saqlash uchun hujayralarni identifikatsiyalash, ifloslanishni nazorat qilish va hujayra o‘sish ko‘rsatkichlarini muntazam baholash talab etiladi. Ikkinchidan, hujayralarni ko‘paytirish va uzoq muddat saqlash usullarini takomillashtirish zarur. Ozuqa muhiti tarkibi, krioprotektorlar va tiklash sharoitlarini optimallashtirish hujayra yashovchanligini saqlashga yordam berishi mumkin. Biroq bunday optimallashtirish har bir liniya uchun alohida baholanishi lozim. Uchinchidan, yangi insektitsid birikmalarini hujayra liniyalarida tekshirish

bilan bir qatorda, ularning maqsadli organizmga ta’siri, foydali hasharotlar uchun xavfi va ekologik xususiyatlari ham o‘rganilishi kerak. To‘rtinchidan, mahalliy ilmiy muassasalarda mavjud hujayra liniyalari bo‘yicha ma’lumotlarni tizimlashtirish, ularni saqlash protokollarini hujjatlashtirish va tajriba natijalarini xalqaro ilmiy standartlar asosida e’lon qilish mazkur yo‘nalishning rivojlanishiga xizmat qiladi. Umuman olganda, *Helicoverpa zea* va *Trichoplusia ni* hujayra liniyalari fundamental tadqiqotlar bilan bir qatorda, qishloq xo‘jaligi biotexnologiyasining amaliy masalalarini hal etishda ham muhim ilmiy vosita bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Xulosa. Ilmiy adabiyotlar tahlili asosida ***Helicoverpa zea*** va ***Trichoplusia ni*** hasharotlarining hujayra liniyalari biotexnologik tadqiqotlar uchun muhim eksperimental obyektlar ekanligi aniqlandi. Ularning asosiy afzalligi biologik faol birikmalarning hujayralarga ta’sirini nazorat qilinadigan sharoitda o‘rganish, ayrim viruslarning ko‘payish jarayonlarini tadqiq etish hamda rekombinant oqsillar ishlab chiqarish imkoniyati bilan belgilanadi. Hujayra liniyalarini samarali ko‘paytirish uchun ozuqa muhitini to‘g‘ri tanlash, harorat va boshqa kultivatsiya sharoitlarini nazorat qilish, aseptik ish usullariga rioya etish hamda hujayralarning yashovchanligini muntazam baholash muhim hisoblanadi. Hujayralarni kriokonservatsiya qilish esa biologik materialni uzoq muddat saqlash va takroriy tadqiqotlarda undan foydalanish imkonini beradi.

O‘zbekiston olimlarining ***Helicoverpa zea*** va ***Trichoplusia ni*** hujayra liniyalaridan yangi insektitsid birikmalarini dastlabki baholashda foydalanishga oid tadqiqotlari ushbu yo‘nalishning mahalliy, ilmiy salohiyatini namoyon etadi. Xususan, 2026-yilda chop etilgan tadqiqot hujayra liniyalarini qishloq xo‘jaligi zararkunandalariga qarshi yangi kimyoviy birikmalarni saralashda qo‘llash imkoniyatini ko‘rsatadi. Kelgusida hujayra liniyalarini saqlash va ko‘paytirish sharoitlarini takomillashtirish, hujayra yashovchanligi hamda o‘sish ko‘rsatkichlarini tizimli o‘rganish, yangi biologik faol moddalarni skrining qilish va hujayra kulturasi natijalarini butun organizm hamda dala sinovlari orqali tasdiqlash maqsadga muvofiqdir. Shunday qilib, ***Helicoverpa zea*** va ***Trichoplusia ni*** hujayra liniyalaridan foydalanish qishloq xo‘jaligi biotexnologiyasi, virusologiya va biologik faol birikmalarni tadqiq etish sohalarida istiqbolli ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

ADABIYOTLAR:

1. Granados R. R., Li G., Blissard G. W. Insect Cell Culture and Biotechnology // Virologica Sinica. 2007. Vol. 22, No. 2. P. 83–93.

2. The Bioengineering of Insect Cell Lines for Biotherapeutics and Vaccine Production: An Updated Review // Vaccines. 2025. Vol. 13, No. 6. Article 556. DOI: 10.3390/vaccines13060556.

3. Wickham T. J., Nemerow G. R. Optimization of Growth Methods and Recombinant Protein Production in BTI-Tn-5B1-4 Insect Cells Using the Baculovirus Expression System // Biotechnology Progress. 1993. Vol. 9, No. 1. P. 25–30. DOI: 10.1021/bp00019a004.

4. Khasanov S., Ziyaev A., Abdurakhmanov J. va boshqalar. In vitro Evaluation of 1,3,4-Oxadiazolethiones for Insecticidal Activity in Agricultural Pest Cell Lines // Brazilian Journal of Biology. 2026. Vol. 86. Article e302395. DOI: 10.1590/1519-6984.302395.

5. Insect Cell-Based Models: Cell Line Establishment and Application in Insecticide Screening and Toxicology Research // Insects. 2023. Vol. 14, No. 2. Article 104. DOI: 10.3390/insects14020104.

6. Doverskog M., Bertram E., Ljunggren J., Öhman L., Häggström L. Cell cycle progression in serum-free cultures of Sf9 and Trichoplusia ni BTI-TN-5B1-4 insect cells: limitations for growth and recombinant protein production.