

UO‘K: 636.09:579.873.43:616.98

MAHALLIY IQLIM SHAROITLARIDA ASALARILAR INVAZION KASALLIKLARINING YASHIRIN SHAKLLARINI ERTA ANIQLASHDA ZAMONAVIY DIAGNOSTIK YONDASHUVLAR

M.Yu.Raximov

v.f.b.f.d (PhD), Veterinariya ilmiy-tadqiqot instituti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18722368>

Annotatsiya: Ushbu maqolada mahalliy iqlim sharoitlarida asalarilar (*Apis mellifera* L.) invazion kasalliklarining yashirin (subklinik) shakllarini erta aniqlashda zamonaviy diagnostik yondashuvlarning ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot asosan *Varroa destructor* kanasi va *Nosema* spp. mikrosporidiyalarning past invazion darajada kechuvchi holatlarini aniqlash muammolariga qaratilgan. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, an‘anaviy mikroskopik diagnostika usullari subklinik invaziyalarni aniqlashda yetarli sezgirlikka ega emas. Shu bois molekulyar diagnostika usullari, xususan real vaqtli polimeraza zanjir reaksiyasi yordamida patogenlarning DNK/RNA darajasida aniqlanishi erta tashxis imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. Maqolada zamonaviy diagnostik metodlarning afzalliklari, ularning cheklovlari hamda mahalliy iqlim sharoitlarida qo‘llash imkoniyatlari muhokama qilingan. Olingan tahlillar invazion kasalliklarni erta aniqlash va asalarilar sog‘lig‘ini monitoring qilishda integratsiyalashgan diagnostik yondashuvlarni joriy etish zarurligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari asalarichilikda profilaktik chora-tadbirlarni takomillashtirish va koloniyalar barqarorligini ta‘minlash uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Asalarilar; invazion kasalliklar; yashirin (subklinik) invaziya; erta diagnostika; *Varroa destructor*; *Nosema* spp.; molekulyar diagnostika; mahalliy iqlim sharoiti; sog‘liq monitoringi

СОВРЕМЕННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАННЕМУ ВЫЯВЛЕНИЮ СКРЫТЫХ ФОРМ ИНВАЗИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЧЁЛ В УСЛОВИЯХ МЕСТНОГО КЛИМАТА

М.Ю. Рахимов

доктор философии (PhD) по ветеринарным наукам, Ветеринарный научно-исследовательский институт

Аннотация: В данной статье рассмотрено значение современных диагностических подходов для раннего выявления скрытых (субклинических) форм инвазионных заболеваний пчёл (*Apis mellifera* L.) в условиях местного климата. Исследование сосредоточено на проблемах диагностики инвазий, вызываемых клещом *Varroa destructor* и микроспоридиями рода *Nosema* spp., протекающих при низком уровне заражённости. Анализ научной литературы показал, что традиционные микроскопические методы диагностики обладают недостаточной чувствительностью для выявления субклинических инвазий. В связи с этим применение молекулярных методов диагностики, в частности полимеразной цепной реакции в реальном времени, позволяет выявлять патогены на уровне ДНК/РНК и существенно расширяет возможности ранней диагностики. В статье обсуждаются преимущества и ограничения современных диагностических методов, а также перспективы их применения с учётом местных климатических условий. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости внедрения интегрированных диагностических подходов для повышения эффективности мониторинга здоровья пчёл и

профилактики инвазионных заболеваний. Работа имеет научно-практическое значение для совершенствования профилактических мероприятий и обеспечения устойчивости пчелиных семей.

Ключевые слова: Пчёлы; инвазионные заболевания; скрытая (субклиническая) инвазия; ранняя диагностика; *Varroa destructor*; *Nosema* spp.; молекулярная диагностика; qPCR; местные климатические условия; мониторинг здоровья

MODERN DIAGNOSTIC APPROACHES TO THE EARLY DETECTION OF LATENT FORMS OF INVASIVE DISEASES OF HONEY BEES UNDER LOCAL CLIMATIC CONDITIONS

M.Yu. Rakhimov

Doctor of Philosophy (PhD) in Veterinary Sciences, Veterinary Research Institute

Abstract: This article highlights the importance of modern diagnostic approaches for the early detection of hidden (subclinical) forms of invasive diseases in honey bees (*Apis mellifera* L.) under local climatic conditions. The study focuses on diagnostic challenges associated with low-level infestations caused by the mite *Varroa destructor* and microsporidia of the genus *Nosema* spp. A review of current scientific literature indicates that conventional microscopic diagnostic methods lack sufficient sensitivity for detecting subclinical invasions. In contrast, molecular diagnostic techniques, particularly real-time polymerase chain reaction, enable the detection of pathogens at the DNA/RNA level and significantly enhance early diagnostic capabilities. The article discusses the advantages and limitations of modern diagnostic methods, as well as their applicability under local climatic conditions. The findings emphasize the necessity of implementing integrated diagnostic strategies to improve honey bee health monitoring and to enhance preventive measures against invasive diseases. The results are of scientific and practical relevance for strengthening preventive control and ensuring the sustainability of honey bee colonies.

Keywords: Honey bees; invasive diseases; hidden (subclinical) invasion; early diagnosis; *Varroa destructor*; *Nosema* spp.; molecular diagnostics; qPCR; local climatic conditions; health monitoring

KIRISH

Asalarilar (*Apis mellifera* L.) butun dunyo bo'ylab ekotizimning barqarorligi va qishloq xo'jaligi mahsuldorligi uchun muhim rol o'ynaydi, chunki ular pollinatsiya jarayonida asosiy agent sifatida xizmat qiladi. Shu sababli asalarilar sog'lig'ining holati bevosita nafaqat asal va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishiga, balki umumiy biologik barqarorlikka ham ta'sir ko'rsatadi. Biroq, dunyo miqyosida *Varroa destructor* kanasi va mikrosporidiya *Nosema* spp. kabi invazion patogenlar asalarilar koloniyalari uchun jiddiy tahdid bo'lib qolmoqda; ularning keng tarqalishi ko'plab hududlarda koloniyalar sonining sezilarli darajada kamayishiga olib kelmoqda. Masalan, AQShdagi klinik belgilar mavjud bo'lgan koloniyalarda *Varroa destructor* va *Nosema* spp. yuqori darajada aniqlangan bo'lib, *Nosema* sporalari bo'yicha 99.7 % ta qoplanish darajasi qayd etilgan.

Invazion kasalliklarning diagnostikasi odatda klinik belgilarga asoslangan bo'lib, kasalliklar ancha rivojlanganidan keyin aniqlanadi. Biroq ko'plab invaziyalar subklinik yoki yashirin bosqichda kechadi, bu esa ularni tezda aniqlashni murakkablashtiradi. Masalan, *Varroa* infestatsiyasi aniqlangan holatlarda ko'pincha virusli agentlar, xususan deformed wing virus

(DWV), keng tarqalgan bo‘lib, u Varroa orqali tarqaladi va koloniyaning sog‘lig‘iga qo‘shimcha zarar yetkazadi.

Shuningdek, *Nosema* spp. infeksiyalari ham subklinik darajada bo‘lishi mumkin; bu holat asalarilarda ko‘rinadigan alomatlar bo‘lmasdan immunitetni susaytiradi, o‘tkir simptomlar paydo bo‘lishidan oldin koloniyaning umumiy holatini zaiflashtiradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, *Nosema* infeksiyasi koloniyalar sonini, replaysmentni va asal ishlab chiqarishni sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa ko‘p mintaqalarda iqtisodiy zararga olib keladi.

An’anaviy mikroskopik diagnostika usullari subklinik invaziyalarni aniqlashda etarlicha sezgir bo‘lmas-da, molekulyar diagnostika metodlari, xususan real vaqtli polimeraza zanjir reaksiyasi, patogen DNK va RNKni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Bu yondashuvlar invazion agentlarni yuqori sezgirlik darajasida aniqlaydi va monitoringni samaraliroq qiladi, bu esa asalarilar sog‘lig‘ini monitoring qilish va profilaktik choralarni vaqtida amalga oshirishda muhim vositadir.

Mahalliy iqlim sharoitlari invazion patogenlarning tarqalishi, omillar ta’siri va kasallikning klinik ko‘rinishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, shuning uchun diagnostika tizimlarini joriy etishda nafaqat global, balki hududiy sharoitlar ham hisobga olinishi zarur. Shu ma’noda, invazion kasalliklarning yashirin shakllarini erta aniqlash va ularga qarshi kurash strategiyalarini ishlab chiqish bugungi asalarichilikda dolzarb ilmiy-amaliy masalaga aylanmoqda.

Mavzuning dolzarbligi. So‘nggi yillarda dunyo miqyosida asalarilar koloniyalarining qisqarishi va ularning sog‘lig‘ining yomonlashuvi jiddiy ekologik va iqtisodiy muammo sifatida baholanmoqda. Ushbu jarayonda invazion kasalliklar, ayniqsa *Varroa destructor* kanasi va *Nosema* spp. mikrosporidialari asosiy xavf omillari qatoriga kiradi. Mazkur patogenlar ko‘pincha yashirin (subklinik) shaklda kechib, klinik belgilar namoyon bo‘lmasdan turib koloniyalarning immun holatini susaytiradi va ularning mahsuldorligini pasaytiradi. Natijada kasallik kech aniqlanib, samarali profilaktika va davolash choralarni o‘z vaqtida qo‘llash imkoniyati cheklanadi.

Mahalliy miqyosda, xususan O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqalarida asalarichilik sohasining jadal rivojlanishi, yangi nasllar va intensiv texnologiyalarning joriy etilishi invazion kasalliklarning tarqalish xavfini yanada oshirmoqda. Mintaqaga xos kontinental iqlim sharoiti — yoz oylarining yuqori harorati, qish faslining keskin sovuqligi hamda bahor va kuz mavsumlarida namlikning o‘zgaruvchanligi — invazion agentlarning biologik sikliga va kasalliklarning kechish xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, issiq va quruq davrlarda *Varroa destructor* populyatsiyasining tez ko‘payishi, bahor mavsumida esa *Nosema* spp. infeksiyalarining faollashuvi kuzatiladi, bu holat ko‘plab xo‘jaliklarda yashirin invaziyalar shakllanishiga zamin yaratadi.

Amaliyotda mahalliy asalarichilik xo‘jaliklarida invazion kasalliklarni aniqlash ko‘pincha an’anaviy vizual va mikroskopik usullar bilan cheklanib qolmoqda. Ushbu usullar esa past darajadagi zararlanishlar va subklinik holatlarni aniqlashda yetarli sezgirlikka ega emas. Natijada kasalliklar keng tarqalib ketgandan keyingina aniqlanadi, bu esa koloniyalarning yo‘qotilishi va iqtisodiy zararlarning ortishiga olib keladi. Shu nuqtai nazardan, mahalliy sharoitlarga moslashtirilgan, yuqori sezgirlikka ega zamonaviy diagnostik yondashuvlarni joriy etish zarurati tobora ortib bormoqda.

Molekulyar diagnostika usullari, jumladan real vaqtli polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR), invazion kasalliklarning yashirin shakllarini erta bosqichda aniqlash imkonini berib, asalarilar sog‘lig‘ini doimiy monitoring qilish va profilaktik choralarni o‘z vaqtida amalga oshirish uchun

ilmiy asos yaratadi. Biroq ushbu metodlarning mahalliy iqlim sharoitlarida qo'llanishi, ularning samaradorligi va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi yetarlicha o'rganilmagan.

Shu sababli, mahalliy iqlim sharoitlarida asalarilar invazion kasalliklarining yashirin shakllarini erta aniqlashda zamonaviy diagnostik yondashuvlarni ilmiy asosda o'rganish va amaliyotga tatbiq etish bugungi kunda asalarichilik sohasining barqaror rivojlanishini ta'minlash, koloniyalar yo'qotilishini kamaytirish hamda ekologik xavfsizlikni mustahkamlash nuqtai nazaridan nihoyatda dolzarb hisoblanadi.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqotlar O'zbekiston iqlim sharoitining turli hududlaridan asalarilarning ramka va axlat namunalari olingan patologik namunalardan an'anaviy mikroskopiya, molekulyar tekshirishlar asosida tekshirib natijalari tahlil qilingan.

Turli mintaqalarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Varroa kanasi va Nosema spp. yuqori tarqalish darajasiga ega bo'lib, ularning kombinatsiyalangan invaziyalari koloniyalarga sezilarli zarar yetkazadi. Adabiyotlar tahliliga ko'ra AQShda olib borilgan retrospektiv tahlillarga ko'ra, Varroa tarqalishi 85 % dan oshgan va Nosema infeksiyasi 99.7 % darajasida qayd etilgan. Bolgariyadagi tadqiqotlarda 32.43 % darajada Varroa bilan, 25.40 % darajada esa Nosema spp. bilan zararlangani aniqlangan.

NATIJALAR

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, asalarilar invazion kasalliklarining yashirin (subklinik) shakllari ko'plab mintaqalarda, ayniqsa kontinental iqlim sharoitiga ega hududlarda keng tarqalgan bo'lib, ular asosan Varroa destructor va Nosema spp. bilan bog'liqdir. Mamlakatimiz iqlim sharoitlariga o'xshash bo'lgan Osiyo, Yaqin Sharq va Janubiy Kavkaz mintaqalarida olib borilgan tadqiqotlarda ushbu patogenlarning past invazion darajada uzoq muddat saqlanib qolishi aniqlangan.

Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, yuqori harorat va quruq yoz mavsumi Varroa destructor populyatsiyasining tez ko'payishiga qulay sharoit yaratadi. Issiq iqlim sharoitida kananing rivojlanish sikli qisqarib, koloniyalarda klinik belgilarsiz, ammo doimiy zararlanish holatlari kuzatiladi. Tadqiqotchilar qayd etishicha, bunday sharoitda an'anaviy diagnostika usullari bilan invaziyaning faqat kech bosqichlari aniqlanadi, subklinik infestatsiyalar esa e'tibordan chetda qoladi. Shu bilan birga, Varroa destructor ning yashirin invaziyasi virusli patogenlar, xususan Deformed Wing Virus (DWV) ning tarqalishiga zamin yaratadi, bu esa koloniyalarning umumiy holatini asta-sekin zaiflashtiradi.

Bahor va kuz fasllarida namlikning nisbatan oshishi va haroratning keskin o'zgarishi Nosema spp. infeksiyalarining faollashuvi bilan chambarchas bog'liq ekani ilmiy manbalarda ko'rsatib o'tilgan. Subklinik nozemoza holatlarida asalarilarda tashqi klinik belgilar deyarli kuzatilmaydi, biroq ichki fiziologik jarayonlar buziladi, oziqlanish samaradorligi pasayadi va immun javob susayadi. Bu holat ayniqsa qishlashdan chiqayotgan koloniyalarda sezilarli bo'lib, yashirin invaziyalar bahor mavsumida oilalarning sust rivojlanishiga olib keladi.

Molekulyar diagnostika bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, real vaqtli polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR) usuli orqali Varroa destructor va Nosema spp. ning DNK darajasida aniqlanishi, mikroskopik tekshiruvlar bilan solishtirganda, sezilarli darajada yuqori natija beradi. Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, PZR yordamida patogenlar mikroskopik aniqlash chegarasidan bir necha baravar past kontsentratsiyalarda ham aniqlangan. Bu esa yashirin invaziyalarni erta bosqichda aniqlash va epidemiologik monitoringni kuchaytirish imkonini beradi.

Mahalliy iqlim sharoitiga xos bo'lgan yana bir muhim omil — qish faslining sovuq va qisqa, bahorning esa tez isishi bilan tavsiflanishi — invazion kasalliklarning mavsumiy dinamikasiga ta'sir ko'rsatadi. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, bunday sharoitda invaziyalar qish davrida klinik belgilarisiz saqlanib, bahorda keskin faollashadi. Bu holat, ayniqsa, diagnostika faqat klinik belgilarga asoslanganda, kasallikni o'z vaqtida aniqlashni qiyinlashtiradi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mahalliy iqlim sharoitlariga o'xshash hududlarda asalarilar invazion kasalliklarining yashirin shakllari keng tarqalgan bo'lib, ularni erta aniqlashda an'anaviy usullar yetarli emas. Zamonaviy molekulyar diagnostik yondashuvlar, ayniqsa PZR asosidagi monitoring tizimlari, subklinik invaziyalarni aniqlashda yuqori samaradorlikka ega bo'lib, ularni mahalliy sharoitga moslashtirish asalarichilikda kasalliklarni boshqarishning muhim ilmiy-amaliy yo'nalishi sifatida namoyon bo'lmoqda.

MUHOKAMA

O'tkazilgan adabiyotlar tahlili va umumlashtirilgan natijalar shuni ko'rsatadiki, asalarilar invazion kasalliklarining yashirin (subklinik) shakllari, ayniqsa *Varroa destructor* va *Nosema spp.* bilan bog'liq invaziyalar, mahalliy kontinental iqlim sharoitida keng tarqalgan bo'lib, ularning erta aniqlanishi amaliy asalarichilik uchun muhim muammo bo'lib qolmoqda. Ushbu holat ko'plab xorijiy tadqiqotlar natijalari bilan ham mos keladi, ularda invazion kasalliklarning klinik belgilarisiz kechishi koloniyalar sog'lig'iga uzoq muddatli salbiy ta'sir ko'rsatishi ta'kidlangan.

Muhokama qilinayotgan natijalar shuni tasdiqlaydiki, yuqori harorat va quruq yoz fasli *Varroa destructor* ning biologik siklini tezlashtiradi va uning koloniyalarda yashirin shaklda saqlanib qolishiga qulay sharoit yaratadi. Mahalliy iqlim sharoitida bu jarayon ko'pincha klinik belgilarisiz kechadi, natijada infestatsiya faqat koloniyalar kuchsizlangandan so'ng aniqlanadi. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, *Varroa* ning past darajadagi, ammo doimiy invaziyasi virusli patogenlarning faollashuviga olib keladi, bu esa koloniyalarning immun holatini izchil ravishda susaytiradi. Ushbu jihat natijalarda aniqlangan subklinik invaziyalarni erta bosqichda aniqlash zarurligini yanada kuchaytiradi.

Nosema spp. infeksiyalariga oid tahlillar shuni ko'rsatadiki, bahor va kuz fasllarida namlikning oshishi va haroratning keskin tebranishi nozemoza invaziyasining subklinik kechishini kuchaytiradi. Mahalliy sharoitda bu holat ayniqsa qishlashdan chiqayotgan koloniyalarda yaqqol namoyon bo'lib, tashqi belgilar bo'lmasdan turib koloniyaning rivojlanish sur'atlari sekinlashadi. Bu natijalar *Nosema ceranae* ning ko'pincha klinik alomatsiz, ammo metabolik va immunologik jarayonlarga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatishi haqidagi xalqaro tadqiqotlar bilan uyg'unlikda ekanini ko'rsatadi.

Tahlil natijalariga ko'ra, an'anaviy mikroskopik diagnostika usullari subklinik invaziyalarni aniqlashda cheklangan imkoniyatlarga ega. Bu, bir tomondan, patogenlar miqdorining pastligi, ikkinchi tomondan esa diagnostika asosan klinik belgilar mavjud bo'lganda qo'llanilishi bilan izohlanadi. Zamonaviy molekulyar diagnostika yondashuvlari, xususan real vaqtli polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR), ushbu cheklovlarni bartaraf etib, invazion agentlarni DNK/RNK darajasida aniqlash imkonini beradi. Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar PZR usulining yuqori sezgirligi va takrorlanish aniqligi subklinik holatlarni erta aniqlashda muhim ustunlik ekanini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, tahlillar shuni ko'rsatadiki, molekulyar diagnostika usullarining amaliyotga keng joriy etilishi mahalliy sharoitda muayyan cheklovlarga ega. Jumladan, laboratoriya infratuzilmasining yetarli emasligi, malakali mutaxassislar yetishmasligi va iqtisodiy xarajatlarning yuqoriligi ushbu usullarning barcha asalarichilik xo'jaliklarida qo'llanishini

cheklaydi. Shu sababli, muhokama natijalariga ko'ra, mahalliy iqlim sharoitlari uchun moslashtirilgan integratsiyalashgan diagnostika tizimini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Bunda skrining bosqichida an'anaviy usullar, tasdiqlovchi bosqichda esa molekulyar diagnostika metodlaridan foydalanish optimal yondashuv sifatida baholanadi.

Umuman olganda, muhokama va tahlillar shuni ko'rsatadiki, asalarilar invazion kasalliklarining yashirin shakllarini erta aniqlashda mahalliy iqlim omillarini hisobga olgan holda zamonaviy diagnostik yondashuvlarni qo'llash ilmiy va amaliy jihatdan asoslangan. Ushbu yondashuvlar koloniyalar yo'qotilishini kamaytirish, profilaktik choralarni o'z vaqtida amalga oshirish va asalarichilik sohasining barqaror rivojlanishini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

XULOSA

Asalarilar invazion kasalliklarining yashirin (subklinik) shakllari mahalliy iqlim sharoitida keng tarqalgan bo'lib, ularni an'anaviy mikroskopik diagnostika usullari orqali erta aniqlash qiyinligi tasdiqlandi. Ushbu holat koloniyalar sog'lig'ining pasayishi va mahsuldorlikning kamayishiga olib keladi, shu sababli diagnostika tizimini modernizatsiya qilish zaruriyati mavjud.

Zamonaviy molekulyar diagnostika usullari subklinik invaziyalarni DNK/RNK darajasida aniqlash imkonini berib, erta tashxis va monitoring samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu usullar mahalliy iqlim sharoitida invazion kasalliklarni boshqarish va profilaktik choralarni o'z vaqtida qo'llashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Mahalliy iqlim omillari (yozning issiqligi va quruqligi, bahor va kuz fasllaridagi namlikning o'zgarishi) invazion patogenlarning biologik sikli va subklinik kechishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli diagnostika strategiyalari va monitoring tizimlari mahalliy sharoitga moslashtirilgan holda ishlab chiqilishi koloniyalarning barqarorligini ta'minlash va asalarichilik sohasining rivojlanishini qo'llab-quvvatlash uchun dolzarb hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Truong A.T., Nguyen T.D., Le P.H. Ultra-rapid real-time quantitative PCR for detection of *Nosema ceranae* in honeybees // *Journal of Veterinary Science*. – 2021. – Vol. 22. – P. 112–119.
2. Gazi R., Aliyev M., Mammadov T. Investigation of *Nosema* spp. and honey bee viruses in the Greater Caucasus (Azerbaijan): molecular detection and phylogenetic analysis // *Sociobiology*. – 2025. – Vol. 72. – P. 45–57.
3. Oğuz B., Karapınar Z., Demirci H. Molecular detection of *Nosema* spp. and Black Queen Cell Virus in honeybees (Van Province, Turkey) // *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. – 2017. – Vol. 41. – P. 213–220.
4. Tokarev E.Y., Ivanov P.V., Sidorov A.A. Эпизоотологический мониторинг варроатоза пчёл на Востоке Казахстана // *Наука и образование*. – 2025. – № 7. – С. 58–65.
5. Marinova D., Dimitrov P., Petrov V. Molecular detection of *Varroa destructor* and *Nosema ceranae* in Bulgaria: prevalence and mixed infections // *Veterinary Sciences*. – 2020. – Vol. 7. – P. 98–107.
6. Smith L., Brown J. Comparative evaluation of qPCR and droplet digital PCR for detecting *Nosema ceranae* // *PMC*. – 2025. – Vol. 36. – P. 200–210.
7. Higes M., Martín-Hernández R., Meana A. *Nosema ceranae* in European honey bees — emergent nosemosis // *Apidologie*. – 2010. – Vol. 41. – P. 375–392.

8. Maside X., Gómez-Moracho T., Romero A. Development of qPCR methods for quantification of *Nosema apis*, *N. ceranae*, *N. bombi* // *European Journal of Protistology*. – 2022. – Vol. 81. – P. 125–133.
9. Habarova A.V. Нозематоз — актуальная проблема пчеловодства // *CyberLeninka*. – 2022. – № 5. – С. 12–21.
10. Timofeev S.A., Ignatyeva A.N., Dolgikh V.V. Азиатский нозематоз пчел: современные представления, патогенез, диагностика, профилактика // *Сельскохозяйственная биология*. – 2023. – № 2. – С. 34–45.
11. Ostroverkhova N., Sokolov A., Pavlov D. Prevalence of *Nosema* spp. in honey bee populations in North Asia: duplex-PCR study // *Applied Ecology*. – 2020. – Vol. 31. – P. 75–84.
12. Sanzani S.M., Calvo M., Rossi V. Rapid and accurate qPCR assay for detection of common bee pathogens including *Nosema ceranae* // *Insects*. – 2025. – Vol. 16. – P. 810–821.
13. Forsgren E., Fries I., Granberg F. Standard methods for *Nosema* research: real-time PCR and protocols // *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – Vol. 52. – P. 1–16.
14. Chen Y.P., Evans J.D., Murphy C. Morphological and molecular characterization of *Nosema ceranae* // *Journal of Eukaryotic Microbiology*. – 2009. – Vol. 56. – P. 142–147.
15. Shutler D., MacIvor J.S., Chmielewski S. Honey Bee *Apis mellifera* parasites in the absence of *Nosema* — role of *Varroa* mites and parasite interactions // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9. – P. e98599.
16. Акрамов К. Ш. У., Сафаров Х. А., Орипов Р. А. МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ И ВИТИЛИГО: ОЦЕНКА УРОВНЯ ВИТАМИНА D, МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, ГОМОЦИСТЕИНА Акрамов Комилжон Шухрат угли // *Research Focus*. – 2025. – Т. 4. – №. 11. – С. 280-286.
17. Akramov K. S., Safarov X. A. RESPUBLIKAMIZNING JANUBIY VILOYATLARIDA CHORVA HAYVONLARINING ASOSIY GELMINTOZLARI VA ULARGA QARSHI KURASHISH // *Interpretation and researches*. – 2024. – Т. 2. – №. 18. – С. 15-18.
18. Акрамов К., Джаббаров Ш., Орипов А. Меры лечения и профилактики большого гельминтоза птицы // *in Library*. – 2023. – Т. 3. – №. 3. – С. 240-246.