Registered in Germany Europa Revue Journal
ISSN: 1862-6564 Vol. 6 No. 11 (2026) Published November 26, 2026

TAXONOMIC COMPOSITION AND TRANSMISSION MECHANISMS OF TOMATO VIRAL DISEASES: A REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE

Shomirzoyev Asliddin Avazovich
PhD Student, Tashkent State Agrarian University
asliddinbek2027@gmail.com ORCID ID: 0009-0002-8107-9189
Khakimov Albert Akhmedovich
Docent, PhD, Tashkent State Agrarian University
alp.lentinus@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-6326-3575
Gulmurodov Risqiboy Abdiyevich
Professor, Doctor of Agricultural Sciences (DSc), Tashkent State Agrarian University
gulmurodov70@mail.ru ORCID ID: 0009-0004-5693-001X

Abstract

The article analyses, on the basis of international scientific sources (ICTV, EPPO, Scopus), the relationship between the taxonomic structure of viruses damaging the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) and their transmission mechanisms. To date, approximately 312 species of viruses, satellite viruses and viroids belonging to 22 families and 39 genera are known to be associated with tomato, and it has been substantiated that distinguishing them solely on the basis of external symptoms is unreliable. In the study, the pathogens responsible for the principal economic losses (tobamoviruses, begomoviruses, criniviruses, tospoviruses) were systematised according to the current binomial nomenclature of the ICTV, and their transmission properties were assigned to non-persistent, semi-persistent, persistent circulative, persistent propagative and vector-independent (mechanical) groups. In particular, it was recorded that tobamoviruses (ToBRFV) are transmitted via seed and seedling material with a long latent period (up to 8 weeks) and that they display high stability on protective gloves (≥2 hours), in dried sap (≥4 weeks) and in an aqueous environment (up to 4 weeks, their RNA up to 15 weeks). Furthermore, it was shown that weeds act as a "green bridge" (reservoir) for pathogens during the inter-seasonal period, and the scientific basis

for the selection of control strategies to limit the intercontinental and local spread of the disease was elucidated.

Keywords

Tomato viruses, ToBRFV, tobamoviruses, begomoviruses, criniviruses, tospoviruses, seed and seedling infection, mechanical transmission, insect vectors, *Bemisia tabaci*, reservoir weeds, phytosanitary control.

POMIDOR VIRUS KASALLIKLARINING TAKSONOMIK TARKIBI VA YUQISH MEXANIZMLARI: ZAMONAVIY ILMIY MANBALAR TAHLILI

Shomirzoyev Asliddin Avazovich

Toshkent davlat agrar universiteti tayanch doktaranti (PhD)

Xakimov Albert Axmedovich - Toshkent davlat agrar universiteti dotsenti, PhD

Gulmurodov Risqiboy Abdiyevich

Toshkent davlat agrar universiteti professori, qishloq xo‘jaligi fanlari doktori (DSc)

Annotatsiya. Maqolada pomidor (*Solanum lycopersicum* L.) ekiniga zarar yetkazuvchi viruslarning taksonomik tuzilishi va ularning tarqalish mexanizmlari o‘rtasidagi bog‘liqlik xalqaro ilmiy manbalar (ICTV, EPPO, Scopus) asosida tahlil qilindi. Bugungi kunda pomidor bilan bog‘liq 22 oila va 39 avlodga mansub 312 ga yaqin virus, yo‘ldosh virus hamda viroid turlari ma’lum bo‘lib, ularni faqat tashqi alomatlariga qarab farqlash ishonchsiz ekani asoslab berildi. Tadqiqotda asosiy iqtisodiy zarar yetkazuvchi patogenlar (tobamoviruslar, begomoviruslar, kriniviruslar, tospoviruslar) ICTV ning zamonaviy binomial nomenklaturasi asosida tizimlashtirilib, ularning yuqish xususiyatlari noturg‘un, yarim turg‘un, turg‘un-sirkulyativ, turg‘un-ko‘payuvchi hamda vektorsiz (mexanik) guruhlarga ajratildi. Xususan, tobamoviruslarning (ToBRFV) urug‘ va ko‘chat materiallari orqali uzoq yashirin davr bilan (8 haftagacha) tarqalishi, shuningdek, himoya qo‘lqopida (≥2 soat), qurigan shirada (≥4 hafta) va suv muhitida (4 haftagacha, RNKsi 15 haftagacha) yuqori barqarorlikka ega ekani qayd etildi. Bundan tashqari, begona o‘tlarning mavsumlararo davrda patogenlar uchun «yashil ko‘prik» (rezervuar) vazifasini bajarishi ko‘rsatilib, kasallikning qit’alararo va mahalliy tarqalishini cheklashda nazorat strategiyalarini tanlashning ilmiy asoslari yoritib berildi.

Kalit so‘zlar: Pomidor viruslari, ToBRFV, tobamoviruslar, begomoviruslar,

kriniviruslar, tospoviruslar, urug‘ va ko‘chat infeksiyasi, mexanik tarqalish, hasharot vektorlar, *Bemisia tabaci*, rezervuar begona o‘tlar, fitosanitar nazorat.

Kirish

Pomidor madaniy o‘simliklar orasida virus bilan ko‘p zararlanadigan ekinlardan biri hisoblanadi. Mavjud ilmiy manbalarni umumlashtirgan tahlillarga ko‘ra, pomidor bilan bog‘liq 22 ta oila va 39 ta avlodga mansub 312 ga yaqin virus, yo‘ldosh virus hamda viroid turlari qayd etilgan. Jumladan, 2011-2020-yillar oralig‘ida pomidorda 45 ta yangi virus tavsiflangan bo‘lib, ularning 14 tasi yuqori unumli sekvenslash (HTS) texnologiyasi yordamida aniqlangan [1]. Bunday ko‘p sonli patogenlar orasida ularni to‘g‘ri tasniflash va biologik xususiyatlarini o‘rganish amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Muammoning asosiy mohiyati shundaki, pomidorda kuzatiladigan tashqi belgilar ko‘pincha bir-biriga o‘xshash bo‘ladi. Masalan, barglarning sarg‘ayishi va buralishi ham begomoviruslarga, ham kriniviruslarga xos bo‘lsa, mozaika simptomi tobamoviruslar, CMV, PVY hamda PepMV uchun umumiydir [2]. Bu holat faqat vizual kuzatuv orqali tashxis qo‘yishni ishonchsiz qiladi va patogenning taksonomik o‘rnini zamonaviy laboratoriya usullari yordamida aniqlashni talab etadi. Molekulyar o‘simlik patologiyasi bo‘yicha tuzilgan eng muhim 10 ta virus reytingida dastlabki beshlikdagi patogenlarning barchasi (TMV, TSWV, TYLCV, CMV, PVY) aynan pomidorda uchraydi [3]; iqtisodiy ahamiyati bo‘yicha tuzilgan mustaqil ro‘yxatda ham shunga o‘xshash holat kuzatiladi [4].

Virusning taksonomik o‘rni uning tarqalish mexanizmini ham ko‘p jihatdan belgilab beradi, chunki bir avlodga kiruvchi viruslar odatda o‘xshash yo‘llar bilan yuqadi. Shu bois taksonomik tasnif shunchaki nazariy tizim emas, balki kasallikka qarshi nazorat choralarini to‘g‘ri tanlashda amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi. So‘nggi o‘n yillikda yangi virusli kasalliklarning yuzaga kelishi hamda ma’lum patogenlarning yangi hududlarga tarqalishi ham ko‘p hollarda ularning yuqish yo‘llaridagi o‘zgarishlar bilan bog‘liq [5]. Ushbu tadqiqotda pomidor viruslarining taksonomik tuzilishini umumlashtirish, shuningdek, har bir guruhga xos infeksiya manbalari va tarqalish mexanizmlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilish maqsad qilingan.

Manbalar tahlili va tadqiqot usullari

Tahlil davomida virus turlarining rasmiy nomlanishi va taksonomik o‘rni Xalqaro

viruslar taksonomiyasi qo‘mitasi (ICTV) ro‘yxati hamda EPPO Global Database ma’lumotlariga tayanib aniqlandi. Ularning tarqalish mexanizmlariga doir ma’lumotlar esa Scopus bazasidan «tomato» va «Solanum lycopersicum» so‘zlarini «transmission», «seed transmission», «vector», «persistence», «weed host» hamda «epidemiology» atamalari bilan birgalikda qidirish orqali yig‘ildi.

Tahlilga faqat yuqish yo‘li yoki vektor-virus munosabati tajribada isbotlangan, patogenning tashqi muhitdagi chidamliligi aniq o‘lchangan hamda taksonomiyaga oid rasmiy manbalar kiritildi. Faqat kasallikning tashqi alomatlariga qarab xulosa chiqarilgan yoki tashuvchi vektor turi noma’lum bo‘lgan ishlar ko‘rib chiqilmadi.

Pomidor viruslarining taksonomik tuzilishi va genom xususiyatlari

Pomidor ekinini zararlaydigan viruslar bir nechta oilaga mansub bo‘lib, ularning tarqalishi bevosita genom tuzilishi hamda yuqish mexanizmiga bog‘liq. *Virgaviridae* oilasiga kiruvchi *Tobamovirus* avlodi vakillari (TMV, ToMV, ToMMV, ToBRFV) hech qanday hasharot-tashuvchisiz, to‘g‘ridan-to‘g‘ri mexanik yo‘l bilan yuqadi va tashqi muhitda uzoq vaqt o‘z faolligini yo‘qotmaydi [6]. Vektorga bog‘liq emasligi bu guruhni boshqalardan keskin ajratib turadi - ularni nazorat qilishda zararkunanda hasharotlarni yo‘qotish hech qanday samara bermaydi. *Geminiviridae* oilasiga mansub begomoviruslar (TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV) bir zanjirli halqasimon DNK genomiga ega bo‘lib, faqat oqqanotlar orqali tarqaladi; *Begomovirus* mazkur oilaning turlar soni bo‘yicha eng katta avlodidir [7]. *Tospoviridae* oilasidagi *Orthotospovirus* avlodiga kiruvchi TSWV esa tripslar orqali yuqadi va mingdan ortiq o‘simlik turini zararlay oladi [8], bu esa uning tabiatdagi saqlanish manbalarini yanada ko‘paytiradi. *Closteroviridae* oilasining *Crinivirus* avlodi vakillari (ToCV, TICV) o‘simlikning floema qismida rivojlanishga moslashgan bo‘lib, oqqanotlar orqali yarim turg‘un tarzda tarqaladi [9]. Bundan tashqari, pomidor dalalarida *Potyviridae* (PVY), *Bromoviridae* (CMV), *Alphaflexiviridae* (PepMV) oilalariga kiruvchi viruslar hamda *Pospiviroidae* oilasiga mansub viroidlar ham ko‘p uchraydi. Asosiy virus turlarining taksonomik o‘rni va tarqalish xususiyatlari 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval. Pomidorni zararlovchi asosiy viruslarning taksonomik o‘rni va tarqalish usuli

Virus (qisqartmasi)	**Rasmiy tur nomi**	**Oila / avlod**	**Genom**	**Asosiy tarqalish usuli**
TMV	*Tobamovirus tabaci*	*Virgaviridae* / *Tobamovirus*	+ssRNK	Mexanik, urug‘ yuzasi
ToMV	*Tobamovirus tomatotessellati*	*Virgaviridae* / *Tobamovirus*	+ssRNK	Mexanik, urug‘ yuzasi
ToMMV	*Tobamovirus maculatessellati*	*Virgaviridae* / *Tobamovirus*	+ssRNK	Mexanik, urug‘ yuzasi
ToBRFV	*Tobamovirus fructirugosum*	*Virgaviridae* / *Tobamovirus*	+ssRNK	Mexanik, urug‘, suv
TYLCV	*Begomovirus coheni*	*Geminiviridae* / *Begomovirus*	ssDNK	Oqqanot, turg‘un-sirkulyativ
TYLCSV	*Begomovirus solanumflavusardiniaense*	*Geminiviridae* / *Begomovirus*	ssDNK	Oqqanot, turg‘un-sirkulyativ
ToLCNDV	*Begomovirus solanumdelhiense*	*Geminiviridae* / *Begomovirus*	ssDNK	Oqqanot, turg‘un-sirkulyativ
TSWV	*Orthotospovirus tomatomaculae*	*Tospoviridae* / *Orthotospovirus*	–ssRNK	Tripslar, turg‘un-ko‘payuvchi
ToCV	*Crinivirus tomatichlorosis*	*Closteroviridae* / *Crinivirus*	+ssRNK	Oqqanot, yarim turg‘un
TICV	*Crinivirus contagichlorosis*	*Closteroviridae* / *Crinivirus*	+ssRNK	Oqqanot, yarim turg‘un
PVY	*Potyvirus yituberosi*	*Potyviridae* / *Potyvirus*	+ssRNK	Shira, noturg‘un
CMV	*Cucumovirus* CMV	*Bromoviridae* / *Cucumovirus*	+ssRNK	Shira, noturg‘un

PepMV	*Potexvirus pepini*	*Alphaflexiviridae* / *Potexvirus*	+ssRNK	Mexanik kontakt
PSTVd	*Pospiviroid fusituberis*	*Pospiviroidae* / *Pospiviroid*	viroid (ssRNK)	Urug‘, ko‘chat, mexanik

Izoh. Tur nomlari ICTV tomonidan joriy etilgan binomial nomenklatura bo‘yicha keltirildi [10]. CMV uchun ICTV epitetli nomni («*Cucumovirus* CMV») qo‘llaydi.

Taksonomik aniqlik shunchaki tasniflash masalasi emas: u diagnostika usulini tanlash, seleksiyada chidamlilik genlaridan foydalanish va karantin choralarini belgilashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Masalan, tashqi ko‘rinishidan bir xil mozaika belgilarini beruvchi ToMV va ToMMV patogenlariga nisbatan qo‘llaniladigan chidamlilik genlari ham, diagnostik praymerlar ham bir-biridan farq qiladi. So‘nggi yillarda ICTV tomonidan viruslar taksonomiyasiga binomial nomlash tizimi kiritilgani sababli, ilmiy nashrlarda turlarning rasmiy nomenklatura bo‘yicha nomlari bilan birga ularga mos an’anaviy qisqartmalarni ham keltirish amaliyoti shakllanmoqda [10].

Yuqish mexanizmlarining umumiy tasnifi

Pomidor viruslarining tarqalishini ikki xil darajada tahlil qilish o‘rinli. Patogenlarning uzoq masofalarga va qit’alararo ko‘chishida xalqaro urug‘lik hamda ko‘chat savdosi yetakchi omil bo‘lsa, bitta dala yoki issiqxona ichidagi mahalliy tarqalish asosan tashuvchi hasharotlar va agrotexnik ishlar orqali yuz beradi [5, 11]. Shunga mos ravishda qarshi kurash choralari ham ikki xil yondashuvni talab etadi: uzoq masofaga tarqalishning oldini olishda karantin nazorati va urug‘lik materialini sertifikatlash hal qiluvchi ahamiyatga ega, mahalliy darajada esa xo‘jalik ichidagi qat’iy sanitariya tartibi hamda vektorlarni cheklash asosiy o‘ringa chiqadi.

Hasharotlar vositasida tarqaladigan viruslar uchun patogenning vektor organizmidagi holati nihoyatda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi, chunki hasharotning ekin uchun qancha muddat xavf tug‘dirishi bevosita shunga bog‘liq. Noturg‘un yuqish mexanizmida virus vektor tanasida uzoq saqlanmaydi va bir necha daqiqadan bir necha soatgacha yuqumlilik xususiyatini yo‘qotadi. Turg‘un yuqishda esa buning aksi kuzatiladi: virus tashuvchi organizmida uzoq muddat saqlanib qoladi (ayrim hollarda ko‘payadi ham) va hasharot umrining oxirigacha infeksiya manbayi bo‘lib qolaveradi.

Yuqish turlarining qiyosiy tavsifi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Pomidor viruslarining vektorlar orqali yuqish turlari

Yuqish turi	**Virusning vektor organizmidagi holati**	**Virus guruhlari (misollar)**	**Vektorlar**
Noturg‘un	Vektor tanasida uzoq saqlanmaydi; yuqumlilik bir necha daqiqadan bir necha soatgacha yo‘qoladi	CMV, PVY	Shiralar (o‘simlik bitlari)
Yarim turg‘un	Oraliq holat: noturg‘un usulga nisbatan uzoqroq, turg‘un usulga nisbatan qisqaroq muddat saqlanadi; vektorda ko‘paymaydi	Kriniviruslar (ToCV, TICV)	*Bemisia* va *Trialeurodes* avlodlari oqqanotlari
Turg‘un-sirkulyativ	Vektor organizmida uzoq muddat saqlanadi va hasharot umrining oxirigacha yuqumli bo‘lib qoladi; ko‘paymaydi	Begomoviruslar (TYLCV, TYLCSV, ToLCNDV)	*Bemisia tabaci*
Turg‘un-ko‘payuvchi	Vektor organizmida saqlanibgina qolmay, ko‘payadi; hasharot umrining oxirigacha yuqumli	Tospoviruslar (TSWV)	Tripslar, xususan *Frankliniella occidentalis*
Vektorsiz (mexanik)	Tashuvchi hasharotga ehtiyoj yo‘q; virus tashqi muhitda va yuzalarda saqlanadi	Tobamoviruslar (TMV, ToMV, ToMMV, ToBRFV); PepMV	Yo‘q (agrotexnik kontakt, asbob, qo‘l)

Izoh. Virus turlarining qaysi oila va avlodga mansubligi 1-jadvalda keltirilgan.

Mazkur biologik farq amaliyotda bevosita o‘z aksini topadi. Noturg‘un usulda tarqaluvchi viruslar uchun vektor juda qisqa vaqt ichida yuqtirishga ulgurgani sababli insektitsidlar ko‘pincha kech ta’sir qiladi; turg‘un usulda esa bitta zararlangan hasharot uzoq muddat xavf manbayi bo‘lib qolaveradi. Vektorsiz tarqaluvchi tobamoviruslarga nisbatan hasharotlarni nazorat qilish umuman samarasizdir - ularga qarshi yagona

ishonchli chora sanitariya tadbirlaridir. Aynan shu sababli kurash strategiyasini tanlashdan avval patogenning taksonomik o‘rnini aniqlash talab etiladi.

Urug‘ va ko‘chat materiallari orqali yuqish

Ilmiy adabiyotlarda tobamoviruslar asosan urug‘ qobig‘i va endospermni zararlashi, murtak esa nisbatan kam hollarda zararlanishi qayd etilgan. Infeksiyaning urug‘dan niholga o‘tish ko‘rsatkichi uncha yuqori bo‘lmasa-da, ishlab chiqarishda urug‘lik katta hajmda qo‘llangani bois bu yo‘l yangi kasallik o‘choqlarini yuzaga keltirish uchun yetarli hisoblanadi [12]. Sodda qilib aytganda, bu yerda hal qiluvchi omil virusning yuqish foizi emas, balki ekilayotgan urug‘ partiyalarining ko‘lamidir: minglab urug‘ orasida atigi bir nechtasining zararlangani butun dalada kasallik keng tarqalishiga sabab bo‘la oladi.

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) patogeni yuqumlilik xususiyatini urug‘larda bir necha yilgacha saqlanib qolishi mumkin, zararlangan ko‘chatlar esa taxminan 8 haftagacha hech qanday tashqi belgilarsiz rivojlanishi kuzatiladi [13]. Bunday uzoq davom etadigan yashirin (inkubatsion) davr amaliyotda juda jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Kasallikning bu qadar uzoq muddat yashirin kechishi dehqonchilik amaliyotida katta xavf tug‘diradi. Ko‘chatlar yangi maydonlarga ekib bo‘linganidan keyingina kasallik alomatlari ko‘rina boshlaydi - biroq bu vaqtda virus allaqachon yangi hududlarga tarqalib ketgan bo‘ladi. Shu bois ekinlarni faqat ko‘z bilan ko‘rib, tashqi holatiga qarab baholash kutilgan natijani bermaydi. Buning o‘rniga, urug‘lik materialini laboratoriya sharoitida sinchkovlik bilan tekshirish muhim ahamiyatga ega. Xuddi shunday, *Pospiviroidae* oilasiga kiruvchi viroidlarning ham asosiy tarqalish yo‘li aynan urug‘ va ko‘chat materiallari orqali kechadi.

Mexanik yo‘l, tashqi muhitdagi barqarorlik va suv orqali tarqalish

Tobamoviruslar tashqi muhit ta’sirlariga nihoyatda chidamli bo‘lib, oziq eritmalari va tuproq tarkibida oylab o‘zining yuqumlilik xususiyatini saqlab qoladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ToBRFV virusi odam terisi hamda himoya qo‘lqoplari yuzasida kamida 2 soat, issiqxona jihozlariga yopishib qurib qolgan o‘simlik shirasida esa kamida 4 hafta davomida o‘z faolligini yo‘qotmaydi. Bundan tashqari, odatiy kompostlash usuli ham bu patogenni to‘liq va ishonchli tarzda zararsizlantira olmasligi aniqlangan [13].

Ushbu ko‘rsatkichlar sanitariya qoidalariga qat’iy belgilangan vaqt oralig‘ida amal qilish shartligini anglatadi: ya’ni qo‘lqoplarni o‘z vaqtida almashtirish, ish qurollarini muntazam dezinfeksiyalash va o‘simlik qoldiqlarini to‘g‘ri yo‘q qilish hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Patogenning suv va gidroponika tizimlari orqali tarqalishi alohida o‘rganilganda, zararlangan o‘simlik ildizlari oziq eritmasiga tirik virus zarrachalarini ajratishi ma’lum bo‘ldi. Xona haroratidagi suvda virusning yuqumlilik xususiyati 4 haftagacha, uning RNKsi esa kamida 15 hafta davomida barqaror saqlanishi isbotlangan [14]. Bu holat yopiq (aylanma) sug‘orish tizimlarining o‘zi infeksiya tarqatuvchi manbaga aylanib qolishi mumkinligini ko‘rsatadi va texnologik jarayonga suvni majburiy zararsizlantirish bosqichini kiritishni taqozo etadi. Xuddi shuningdek, *Pepino mosaic virus* (PepMV) ham issiqxona sharoitida, asosan, ekinlarni parvarish qilish paytidagi bevosita mexanik tegishlar orqali tez va keng tarqalishi kuzatilgan [15].

Hasharot vektorlari orqali yuqishning guruhlar bo‘yicha xususiyatlari

Begomoviruslar faqatgina tamaki oqqanoti (*Bemisia tabaci*) vositasida turg‘un-sirkulyativ tarzda yuqadi; aynan ushbu hasharotning uzoq masofalarga ko‘chib o‘tish qobiliyati va ko‘plab o‘simlik turlari bilan oziqlanishi TYLCV virusining butun dunyo bo‘ylab keng tarqalishiga asosiy sabab bo‘lgan [16, 17]. Kriniviruslar (ToCV, TICV) esa *Bemisia* va *Trialeurodes* avlodlariga mansub oqqanotlar orqali yarim turg‘un usulda tarqaladi. Ular o‘simlikning floema (o‘tkazuvchi) to‘qimalarida rivojlangani sababli kasallik alomatlari asta-sekin yuzaga chiqadi va amaliyotda ko‘pincha ozuqa moddalari yetishmovchiligi bilan adashtiriladi [9].

Tomato spotted wilt virus (TSWV) tripslar, xususan, g‘arb gul tripsi (*Frankliniella occidentalis*) orqali turg‘un-ko‘payuvchi usulda yuqadi - ya’ni virus hasharot organizmida ham ko‘payib boradi va uning butun umri davomida infeksiya tashuvchi bo‘lib qolishini ta’minlaydi [18]. *Cucumber mosaic virus* (CMV) esa o‘simlik bitlari (shiralar) orqali noturg‘un usulda tarqaladi [19, 20]. Ushbu patogen juda ko‘p turdagi o‘simliklarni zararlay olgani uchun infeksiya o‘chog‘i ko‘pincha pomidor ekilgan maydonning o‘zida emas, balki unga yaqin joylashgan boshqa qishloq xo‘jaligi ekinlari va yovvoyi o‘tlarda shakllanadi.

Begona o‘tlar va mavsumlararo rezervuarlar

Qishloq xo‘jaligi ekinlari ekilmaydigan davrlarda viruslarning tabiatda saqlanib qolishida yovvoyi o‘simliklar hamda begona o‘tlar asosiy manba (rezervuar) vazifasini bajaradi. Masalan, Iordaniyada O‘rta dengiz mintaqasiga xos 30 turdagi yovvoyi o‘simlik tekshirilganda, ularning 12 tasida ToBRFV virusi topilgan — shundan 10 tasi mazkur virusning yangi xo‘jayin o‘simliklari ekani qayd etilgan. Bundan tashqari, qora ituzum (*Solanum nigrum*) o‘simligida virusning urug‘ orqali keyingi avlodga o‘tishi ilmiy jihatdan isbotlangan [21]. Bu esa begona o‘tlarga shunchaki ekinlarga xalaqit beruvchi raqobatchi sifatida emas, balki mustaqil infeksiya o‘chog‘i sifatida qarash zarurligini ko‘rsatadi.

Janubiy Koreyada o‘tkazilgan tadqiqotlarda ham o‘simlik ildizlaridan RT-PCR usulida olingan tahlillar orqali *Tomato chlorosis virus* (ToCV) 17 xil begona o‘t turida aniqlangan. Ushbu yovvoyi o‘simliklar ekin mavsumlari oralig‘ida virusning nobud bo‘lmay saqlanib turishini ta’minlovchi o‘ziga xos «yashil ko‘prik» vazifasini o‘taydi [22]. AQShda olib borilgan kuzatuvlarda esa qishki begona o‘tlar TSWV virusi uchun asosiy manba bo‘lib xizmat qilishi va infeksiya zararlangan begona o‘tdan kamida 37 metr masofagacha bemalol tarqalishi aniqlangan [23]. Shu bilan birga, TSWV ning urug‘ orqali yuqishi ilmiy jihatdan deyarli ehtimoldan yiroq deb topilgan [8]. Bu dalillar amaliyot uchun muhim xulosa beradi: TSWV ni nazorat qilishda asosiy e’tiborni urug‘likni tekshirishga emas, balki virus tashuvchi hasharotlar va rezervuar begona o‘tlarni nazorat qilishga qaratish lozim.

Yuqorida tahlil qilingan infeksiya manbalari, ularga mos yuqish mexanizmlari va bu manbalar bilan bog‘liq virus guruhlari 3-jadvalda umumlashtirilgan.

3-jadval. Pomidor viruslarining asosiy infeksiya manbalari va yuqish yo‘llari

Infeksiya manbasi	**Yuqish mexanizmi**	**Asosiy virus guruhlari (misollar)**	**Manba**
Zararlangan urug‘	Urug‘ qobig‘i va endosperm orqali; ko‘chatga mexanik yo‘l bilan	Tobamoviruslar (ToMV, ToBRFV); viroidlar (PSTVd)	[12, 13]

Ko‘chat va zararlangan o‘simlik materiali	Mexanik kontakt; vektorlar bilan birga ko‘chirilish	Tobamoviruslar; begomoviruslar (TYLCV); kriniviruslar (ToCV, TICV)	[5, 11, 13]
O‘simlik qoldiqlari va issiqxona yuzalari	Mexanik kontakt; tashqi muhitda uzoq saqlanish (qurigan shirada ≥ 4 hafta)	Tobamoviruslar (ToBRFV); PepMV	[13, 15]
Sug‘orish suvi va oziq eritmasi	Suv orqali; gidroponika tizimlarida ildizdan ajralish (infeksiyaviylik 4 haftagacha)	Tobamoviruslar (ToBRFV)	[14]
Begona o‘tlar va yovvoyi o‘simliklar	Mavsumlararo rezervuar («yashil ko‘prik»); vektorlar orqali ekinga o‘tish	Tobamoviruslar (ToBRFV); kriniviruslar (ToCV); tospoviruslar (TSWV)	[21, 22, 23]
Boshqa ekinlar va tutash maydonlar	Hasharot vektorlari (shiralar) orqali noturg‘un usulda	CMV, PVY	[19, 20]

Xulosa

1. Pomidorda 22 oila va 39 avlodga mansub 312 ga yaqin virus va viroidlar uchrasada [1], asosiy iqtisodiy zararni tobamoviruslar, begomoviruslar, kriniviruslar va tospoviruslar yetkazadi. Turli viruslar o‘xshash tashqi alomatlarni keltirib chiqarishi [2] vizual tashxisni ishonchsiz qiladi; virusning taksonomik o‘rni uning yuqish yo‘lini oldindan belgilagani bois, ICTV binomial nomenklaturasiga muvofiq rasmiy tur nomlari va qisqartmalarni birgalikda qo‘llash hamda laboratoriya tahliliga tayanish muhim amaliy ahamiyatga ega [10].

2. Viruslarning tarqalish mexanizmi ikki bosqichda kechib, har biri o‘ziga xos nazorat usulini talab qiladi: qit’alararo tarqalish urug‘ va ko‘chat savdosi orqali amalga oshib, qat’iy karantin hamda urug‘lik sertifikatsiyasini taqozo etsa [11, 12], mahalliy tarqalish asosan hasharot vektorlar va parvarish jarayonidagi mexanik kontakt hisobiga ro‘y beradi.

3. Hasharot va virus o‘rtasidagi bog‘liqlik xususiyati (noturg‘un, yarim turg‘un, turg‘un-sirkulyativ hamda turg‘un-ko‘payuvchi) ularga qarshi kurash usulini belgilab beradi. Xususan, noturg‘un yuqishda kimyoviy preparatlar ko‘pincha kech ta’sir ko‘rsatsa, turg‘un usulda bitta hasharot uzoq vaqt davomida infeksiya tarqatuvchi manba bo‘lib qoladi. Hasharotlar ishtirokisiz yuqadigan tobamoviruslarga qarshi esa zararkunandalarni yo‘qotishga qaratilgan choralar umuman samara bermaydi.

4. Tobamoviruslar himoya qo‘lqopi va terida kamida 2 soat, qurib qolgan o‘simlik shirasida 4 hafta [13], suv muhitida esa 4 haftagacha (RNKsi 15 hafta) o‘z yuqumlilik xususiyatini yo‘qotmaydi [14] va odatiy kompostlash jarayonida ham to‘liq nobud bo‘lmaydi. Shu bois qat’iy dezinfeksiya qoidalariga rioya qilish hamda yopiq sug‘orish tizimlaridagi suvni zararsizlantirish himoya tizimining asosiy bo‘g‘iniga aylanadi. Bundan tashqari, begona o‘tlar ekin mavsumlari oralig‘ida viruslar uchun o‘ziga xos «yashil ko‘prik» vazifasini o‘tagani sababli [21, 22, 23], ularni yo‘qotishni muhim fitosanitar tadbir sifatida rejalashtirish lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Rivarez M.P.S., Vučurović A., Mehle N., Ravnikar M., Kutnjak D. Global advances in tomato virome research: current status and the impact of high-throughput sequencing // Frontiers in Microbiology. 2021. Vol. 12. Article 671925. DOI: 10.3389/fmicb.2021.671925.

2. Panno S., Davino S., Caruso A.G., Bertacca S., Crnogorac A., Mandić A., Noris E., Matić S. A review of the most common and economically important diseases that undermine the cultivation of tomato crop in the Mediterranean basin // Agronomy. 2021. Vol. 11, No. 11. Article 2188. DOI: 10.3390/agronomy11112188.

3. Scholthof K.-B.G., Adkins S., Czosnek H. et al. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology // Molecular Plant Pathology. 2011. Vol. 12, No. 9. P. 938–954.

4. Rybicki E.P. A top ten list for economically important plant viruses // Archives of Virology. 2015. Vol. 160. P. 17–20.

5. Hanssen I.M., Lapidot M., Thomma B.P.H.J. Emerging viral diseases of tomato crops // Molecular Plant-Microbe Interactions. 2010. Vol. 23, No. 5. P. 539–548.

6. Zhang S., Griffiths J.S., Marchand G., Bernards M.A., Wang A. Tomato brown rugose fruit virus: an emerging and rapidly spreading plant RNA virus that threatens tomato production worldwide // Molecular Plant Pathology. 2022. Vol. 23, No. 9. P. 1262–1277.

7. Fiallo-Olivé E., Lett J.-M., Martin D.P. et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: Geminiviridae 2021 // Journal of General Virology. 2021. Vol. 102. Article 001696. DOI: 10.1099/jgv.0.001696.

8. EPPO Global Database. Orthotospovirus tomatomaculae (TSWV00): Datasheet. URL: https://gd.eppo.int/taxon/TSWV00/datasheet

9. Fiallo-Olivé E., Navas-Castillo J. Tomato chlorosis virus, an emergent plant virus still expanding its geographical and host ranges // Molecular Plant Pathology. 2019. Vol. 20. P. 1307–1320.

10. Siddell S.G., Walker P.J., Lefkowitz E.J. et al. Binomial nomenclature for virus species: a consultation // Archives of Virology. 2020. Vol. 165. P. 519–525.

11. Gilbertson R.L., Batuman O., Webster C.G., Adkins S. Role of the insect supervectors Bemisia tabaci and Frankliniella occidentalis in the emergence and global spread of plant viruses // Annual Review of Virology. 2015. Vol. 2. P. 67–93.

12. Dombrovsky A., Smith E. Seed transmission of tobamoviruses: aspects of global disease distribution // Advances in Seed Biology / ed. J.C. Jimenez-Lopez. InTech, 2017. DOI: 10.5772/intechopen.70244.

13. EPPO Global Database. Tobamovirus fructirugosum (TOBRFV): Datasheet. URL: https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/datasheet

14. Mehle N., Bačnik K., Bajde I. et al. Tomato brown rugose fruit virus in aqueous environments – survival and significance of water-mediated transmission // Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Article 1187920. DOI: 10.3389/fpls.2023.1187920.

15. Alcaide C., Aranda M.A. Determinants of persistent patterns of Pepino mosaic virus mixed infections // Frontiers in Microbiology. 2021. Vol. 12. Article 694492. DOI: 10.3389/fmicb.2021.694492.

16. Moriones E., Navas-Castillo J. Tomato yellow leaf curl virus, an emerging virus complex causing epidemics worldwide // Virus Research. 2000. Vol. 71. P. 123–134.

17. Yan Z., Wolters A.-M.A., Navas-Castillo J., Bai Y. The global dimension of tomato yellow leaf curl disease: current status and breeding perspectives // Microorganisms. 2021. Vol. 9, No. 4. P. 740.

18. Chinnaiah S., Gautam S., Herron B., Workneh F., Rush C.M., Gadhave K.R. Novel strains of a pandemic plant virus, tomato spotted wilt orthotospovirus, increase vector fitness and modulate virus transmission in a resistant host // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. Article 1257724. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1257724.

19. Palukaitis P., García-Arenal F. Cucumoviruses // Advances in Virus Research. 2003. Vol. 62. P. 241–323.

20. Karasev A.V., Gray S.M. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato // Annual Review of Phytopathology. 2013. Vol. 51. P. 571–586.

21. Salem N.M., Abumuslem M., Turina M., Samarah N., Sulaiman A., Abu-Irmaileh B., Ata Y. New weed hosts for Tomato brown rugose fruit virus in wild Mediterranean vegetation // Plants. 2022. Vol. 11, No. 17. P. 2287. DOI: 10.3390/plants11172287.

22. Kil E.-J., Lee Y.-J., Cho S. et al. Identification of natural weed hosts of Tomato chlorosis virus in Korea by RT-PCR with root tissues // European Journal of Plant Pathology. 2015. Vol. 142, No. 2. P. 419–426. DOI: 10.1007/s10658-015-0622-y.

23. Groves R.L., Walgenbach J.F., Moyer J.W., Kennedy G.G. Overwintering of Frankliniella fusca on winter annual weeds infected with Tomato spotted wilt virus and patterns of virus movement between susceptible weed hosts // Phytopathology. 2001. Vol. 91, No. 9. P. 891–899.