

DIPLOMADOLGOZAT

Szili Martin
Növényorvos (Msc)

Keszthely
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Növényorvos Szak

Paprika gyomnövényeinek szerepe a vírusok terjedésében

Belső konzulens: Dr. habil. Takács András Péter
egyetemi docens

Társkonzulens: Dr. Pásztor György
egyetemi adjunktus

Készítette: **Szili Martin**
P3HKHA
Növényorvos (Msc)

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi Intézet/
Növényvédelmi Tanszék

Készthely

2023

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzés.....	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1 A paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	4
2.2 A paprika gazdasági jelentősége	5
2.3 Paprika gyomnövényei	6
2.4 A rezervoár növények szerepe a kultúrnövény-vírus-vektor kapcsolatban	7
2.5 A rezervoár növények jelentőségének kutatási előzményei	8
2.6 Paprika vírusbetegségei.....	9
2.6.1 Uborka mozaik vírus (Cucumber mosaic virus, CMV)	9
2.6.2 Paprikát fertőző tobamovírusok (Tobacco mosaic virus, TMV), (Tomato mosaic virus, ToMV)	11
2.6.3 Burgonya Y-mozaik vagy vonalbetegség (Potato virus Y, PVY)	12
2.6.4 Burgonya X-mozaik vagy enyhe mozaik (Potato virus X, PVX)	13
2.6.5 Paprika klorotikus foltossága (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV)	14
2.6.6 Burgonya A-mozaik (Potato virus A, PVA).....	16
3. Anyag és módszer	17
3.1 Vizsgálat anyaga	17
3.2 Vizsgálati módszer	18
4. Eredmények, következtetések	20
5. Javaslatok.....	26
6. Összefoglalás	28
7. Szakirodalom jegyzéke	31

1. Bevezetés és célkitűzés

A paprika őshazája Mexikó déli része, Közép-Amerika és az Antillák szigetvilága. Kolumbusz korában még dísnövénynek tartották ezt a növényt, mára már azonban az egyik legnagyobb mennyiségben és a legmodernebb technológiákkal termesztett, nagy értékű zöldségkultúránk. A Kolombusz Kristóf hajóján 1494-ben Diego Chanca hajóorvos által Európába hozott paprika már 1570-ben Magyarországon is ismert volt. A török közvetítéssel hazánkba érkező paprika elsőként a paraszti konyhákat hódította meg, később már a főúri ételek elmaradhatatlan kiegészítője, illetve ízesítőjeként is szerepelt. A paprika indoeurópai elnevezései a „bors” jelentésű görög-latin „peperi” és „piper” szavakra vezethetők vissza, magyar neve a dél-szláv papar szó kicsinyítőképzés alakjából ered. A Magyarországon termesztett valamennyi étkezési-, valamint fűszer paprika-fajta a *Capsicum annuum* fajba tartozik.

A paprikának számos kórokozója ismert, közülük a vírusok ellen a legnehezebb a védekezés. A vírus fertőzött növények termőképessége nagymértékben vissza eshet akár már egy vírus fertőzésnél is. Burgonya Y vírus önmagában is képes akár a 80-100%-os termésvesztésre. Ezzel szemben a burgonya A vírus önmagában elhanyagolható termés kiesést okoz. Burgonya X vírusfertőzöttség által előidézett termésvesztés 10-20% között ingadozik. A Paprika klorotikus foltossága világon mindenütt elterjedt kórokozó, számos növény esetében igen súlyos (50-90%-os) minőségi és mennyiségi termésvesztést okoz (GLITS és mtsai, 1997). Említett vírusok együttes előfordulása is lehetséges ilyenkor komolyabb termésvesztés lép fel. Tekintettel arra, hogy a vírussal fertőzött növények gyógyítására nem áll rendelkezésre hatékony megoldás, így napjainkban a fertőzések kialakulásának prevenciójára helyeződik a hangsúly. A növénypatogén vírusokkal szembeni védekezés eszköztárában szerepel a helyes fajtahasználat, a rezisztenciára nemesítés, a vírusmentes szaporítóanyag használata, a vírusrezervoár gyomnövények irtása és a vírusátvitelben szerepet játszó vektorok elleni védekezés, valamint a karanténszabályok betartása (pl. Tomato brown rugose fruit virus). A paprikának, más *Solanaceae* családba tartozó növényfajhoz hasonlóan, számos vírusbetegsége van.

Diplomamunkámban célul tűztem ki a keszthelyi tangazdaságban termesztett paprika vírusfertőzöttségének vizsgálatát, valamint a fontosabb vírusok esetén epidemiológiai jelentőségük meghatározását. Vizsgálatunkat a Keszthelyi tangazdaság paprika termő területek állományán végeztük 2016 és 2017-ben.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A paprika (*Capsicum annuum* L.)

A paprika (*Capsicum annuum*) a burgonyavirágúak rendjébe (*Solanales*), a burgonyafélék családjába (*Solalaceae*) tartozó zöldség- és fűszernövény. A gazdasági hasznát jelentő része a termése, amely botanikai értelemben egy húsos falú toktermés. A paprikát gyümölcsös íze, fűszerező tulajdonsága és tápanyag tartalma miatt is kedvelik (HODOSSI *et al.*, 2004). Az öt termesztett *Capsicum* faj (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chacoense*, *C. chinense*, *C. frutescens*) között megkülönböztetünk csípős és édes típusokat is. India, Kína, Spanyolország, Magyarország, Nigéria, Thaiföld, Törökország, Kenya, Szudán, Uganda, Japán, Etiópia, Indonézia, Pakisztán és Mexikó tartozik a legnagyobb paprikatermesztő országok közé (Internet 1).

Hazánkban, az „étkezési paprika”-típusok a 19. század végéig ismeretlenek voltak. Az első nagy bogycsücs (Kalinkói, Várnai) „paradicsom” alakú, valamint kocsizárú típusokat a török megszállás előtt Magyarországra települt bolgárkertészek hozták be a 1900-as években. Az étkezési paprikát a bolgárok az akkoriban forradalmi és jól megalapozott technológiával együtt maguk terjesztették el az országban; a bolgár termesztés igen sok akkori elemét a mai napig őrzik a magyar termesztési módszerek (ZATYKÓ, 1993).

A tápanyagösszetétele az érettség mértékétől és a növény genotípusától függ. Jelentős antioxidáns, A-, C-, és E-vitamin tartalma miatt különösen egészséges a fogyasztása. A paprika számos olyan bioaktív vegyületet tartalmaz, amely miatt kulcsfontosságú zöldség- és fűszernövényünk. Ilyen bioaktív vegyületek például a kapszaicinoidok, a kapszinoidok, az oleorezin és karotinoid vegyületek (KUMAR *et al.*, 2006).

Jellegzetesen elterjedtek a fehér termésű típusok, ezek jó ízével magyarázható a 10 kg feletti egy főre jutó fogyasztás és a nyers paprika szerepe az étkezésben. Jellegzetesség a magyar klímához szelektált fajták gyors fejlődési sebessége is (HODOSSI *et al.*, 2004).

A környezetbarát termékek iránti kereslet növekedésének eredményeképp, egyre nagyobb figyelem irányul a paprikában található bioaktív vegyületekre. A csípős paprika magas kapszaicin és karotinoid tartalma miatt hatásosan alkalmazható a gyógyszeriparban, de akár kozmetikumokban is. A gyógyszeriparban az antioxidáns tartalmát, fájdalomcsillapító hatását és könnyű orális adagolása miatt hasznosítható kiválóan. (HAYMAN - KAM, 2008). A karotin bevitelnek is nagy jelentősége van az egészség szempontjából, kutatások támasztják alá hogy pl. a szem egészsége szempontjából, különösen az életkor előrehaladtával jelentkező makula-szembetegség progressziójának lassításában bizonyul igen hasznosnak. (EGGERSDORFER - WYSS, 2018).

Jellegzetesen elterjedtek a fehér termésszínű típusok, melynek jó ízével magyarázható a magas, 10 kg feletti egy főre jutó fogyasztás, illetve a nyers paprika szerepe az étkezésben. Jellegzetesség a magyar klímához szelektált fajták gyors fejlődési sebessége is (HODOSSI et al., 2004).

Az 1960-as évekig sikerült tisztázni, hogy hazánkban a paprikán előidézett „bokrosodási” megbetegedést a CMV (Cucumber mosaic virus), valamint a legnagyobb károkat a TMV (dohány-mozaik vírus) okozza (SZIRMAI, 1941; PETRÓCZI, 1956; SOLYMOSY, 1958; KAPPELLER, 1962; HORVÁTH, 1969).

A növényvírusokkal szemben a rezisztens fajták előállításának, a vírusmentes szaporítóanyagok használatának, a fertőzést elősegítő gyomnövények, a vírusátvitelben szerepet játszó vektorok elpusztításának, illetve a karantén rendszabályok betartásának a legnagyobb a jelentősége. Az utóbbi időben tapasztalt szélsőséges időjárási tényezők alakulása mindinkább a vírusvektor rovarok elszaporodásának kedvez. Szirmai János munkásságának köszönhető, hogy 1997-ig 11 vírus és egy fitoplazma lett publikálva (SZIRMAI, 1941).

2.2 A paprika gazdasági jelentősége

A 2009-2019 között eltelt időszakban a teljes paprikatermesztés hozzávetőlegesen 33%-kal emelkedett, míg a zöld paprika termelés 40%-kal nőtt. 2019-ben körülbelül 38,03 millió tonna friss, valamint 4,25 millió tonna szárított paprikát termeltek a világon. (SATYAPRAKASH és mtsai., 2022).

A paprika termesztést tekintve hazánk a világ tíz legnagyobb termelője között van. Magyarország a szabadföldi paprika termesztés északi határa (KÁLMÁN, 2003).

Mindkét országban igen kicsik a termésátlagok, illetve speciális, többségükben apró termésű paprikát termelnek. A legmagasabb termesztési színvonalat Hollandia és Olaszország érte el. Hollandiában 10 hónapig tartó hajtatással 15-20 kg/m² termést takarítanak be, Olaszországban a szabadföldi országos termésátlag 24 t/ha. Nálunk a legnagyobb -12-15 kg/m² termésátlagokat a 7-8 hónapos, ún. hosszú tartamú termesztéssel érik el. A szabadföldi országos átlagtermés 12 t/ha körül van. Nigéria kis termésátlagaiból az óriási fajtaeltérések miatt nem következtethetünk a technológia elmaradottságára, ugyanúgy a magyar fehér fajták különleges igényessége sem teszi lehetővé az összehasonlítást az olasz termesztési eredményekkel. A 90-es években az állami konzervipar, illetve a friss export által igényelt mennyiségnek kb. 50%-a, a frissen fogyasztott mennyiségnek mintegy 15 %-a paradicsompaprika, a többi többségben fehér színű, édes. Az össztermés 10%-a csípős paprika volt (ZATYKÓ, 1993).

2017 és 2021 között hazánkban termesztett zöldpaprika és paradicsompaprika területei folyamatosan csökkentek ezzel egyidőben a betakarított össztermések is zuhanóban vannak. Míg 2017-ben a zöldpaprika 2425 hektáron volt betakarítva, amely 132691 t termést eredményezett, mindez 49900 kg/ha-os termésátlagot jelent (Internet 2). Addig 2021-ben a zöldpaprika betakarított területe hazánkban 1612 hektár volt, a termés átlaga 49720 kg/ha. Paradicsompaprika 2017-ben 8592 tonna termést realizált 409 hektáron majd 2021-re már csak 120 hektár termőterülettel rendelkezett ahol 3353 tonna termést takarítottak be (Internet 3).

2.3 Paprika gyomnövényei

A szántóföldi paprika termesztést két technológia jellemzi: helyrevetés, valamint palántaültetés (HUNYADI et al., 2000). A helyre vetett paprika gyomirtásában a legnagyobb gondot a kései gyomosodás okozza (KÁDÁR, 1982). Szabadföldi paprikakultúrák gyomflórájának elemei a T4-es életformacsoportba tartoznak, tájegységenként, illetve ökológiai különbségek alapján más és más együttest alkotva. A T4-es, nyár elején kelő gyomok csírázási optimuma 12-30 °C között van. Igen gyors fejlődésűek, a szárazságot jól tűrik. Leggyakrabban előforduló fajok az *Amaranthus* sp., *Chenopodium* sp., *Polygonum* sp.; a fészkesvirágúak közül az *Ambrosia elatior*, *Erigeron canadense*, *Gallinsoga parviflora*, *Sonchus* sp; a keresztesvirágúak közül a *Diploaxis muralis*; az ajakosvirágúak közül az *Ajuga chamaepitys* és a *Stachys annua*; a porcsinfélék közül a *Portulaca oleracea*; az egyszikű fűfélék közül a *Digitaria sanguinalis*, az *Echinochloa crus-galli* és a *Setaria* sp. (ZATYKÓ, 1979). Évelő gyomok közül a *Sorghum halepense* L PERS.(fenyér cirok) *Agropyron repens* L. P. B. (tarackbúza), a *Convolvulus arvensis* L. (apró szulák) és a *Cirsium arvense* L. SCOP. (mezei acat) előfordulására kell figyelni (HYUNYADI et al, 2000). A paprika gyomirtásában érdemes az agrotechnikai, valamint a mechanikai védekezés elemeit ötvözni a vegyszeres gyomirtással. Legeredményesebben a termesztési terület vagy a tábla megfelelő kiválasztásával védekezhetünk. A termesztésre szánt tábla kiválasztásánál ügyeljünk az évelő gyomok, illetve a veszélyes, nehezen irtható fajok mentességére. Lehetőleg ne legyen nagy gyomcsírázási „nyomás” a táblán (HYUNYADI et al., 2000).

Az üvegházi, valamint fólia alatti termesztés egyik legnagyobb akadályát a gyomnövények jelentik. A gyom flóra kialakulását emellett az ott érvényesülő ökológiai tényezők (víz, hőmérséklet, talajmunka) befolyásolják. E tényezők állandósága miatt egy adott területen sajátos gyomflóra alakul ki, amely a talajféleségre jellemző összetételű lesz. A termesztőberendezésekben a szántóföldi körülményekhez viszonyítva a hőingadozás jóval kisebb mértékű, a rendszeres öntözés hatására állandó a nedvesség párák a környezet. Mivel a legtöbb gyomfaj csapadék kedvelő, valamint

melegigényes is egyúttal, a termesztőberendezésekben intenzív szaporodásuk biztosított. Nagy mennyiségben üvegházban, illetve fóliában egyaránt a melegkedvelő egyévesek találhatók. Itt megemlítendő a közönséges kakaslábfü, fakó muhar, a szőrös disznóparéj, a varjúmák, a tarlólisztesfű, illetve a kövér porcsin (Egyed, 1979).

2.4 A rezervoár növények szerepe a kultúrnövény-vírus-vektor kapcsolatban

A *Solanaceae* családba tartozó kultúrnövények a legnagyobb gazdasági értékkel bíró zöldség- és szántóföldi növényeink közé tartoznak, olyan nagy értékű és nagy felületen termesztett kultúrákat ideértve, mint a paprika (*Capsicum annuum*), a paradicsom (*Solanum lycopersicum*), a tojásgyümölcs (*Solanum melongena*) a dohány (*Nicotiana tabacum*) és a burgonya (*Solanum tuberosum*) (GEBHARDT, 2016).

Számos gyomnövény is azonban ebbe a családba tartozik, mint pl. a csattanó maszlag (*Datura stramonium*), a fekete csucsor (*Solanum nigrum*), az ebszőlő csucsor (*Solanum dulcamara*) a bolondító beléndek (*Hyoscyamus niger*), de a házikertekben és dísnövény-termesztőházakban egyéb fajok is feltűnhetnek, mint a közönséges ördögcérna (*Lycium barbarum*), a petúnia (*Petunia x hybrida*) vagy a sárga angyaltrombita (*Brugmansia aurea*). Az utóbbi évtizedek gasztrotrendjei miatt olyan, korábban hazánkban ismeretlen növények is otthonra lelnek a kertekben mint a csili alapanyagául szolgáló bogyós paprika (*Capsicum baccatum*), a „habanero-típusú” kínai paprika (*Capsicum chinense*), a cserjés paprika (*Capsicum frutescens*), vagy a „rocotillo-típusú” szőrös paprika (*Capsicum pubescens*), de olyan különlegességekkel is találkozhatunk ma már, mint a mexikói földicseresznye, vagy tomatillo (*Physalis philadelphica*), a paradicsomfa, vagy tamarillo (*Solanum betaceum*), illetve a tojásdinnye, vagy pepino (*Solanum muricatum*) (SVOBODOVÁ - KUBAN, 2018).

A klímaváltozás, és a globalizálódó piacok újfajta kihívások elé állítják a *Solanaceae* család tagjait termesztő gazdálkodókat. A melegedő klíma mellékhatásaként a mi klimatikus viszonyaink között korábban áttelelni képtelen kártevők túlélnek enyhe teleinket, bizonyos kártevők elterjedési területe északabbra tolódik. A klímaváltozás egyben új *Solanaceae* gyomfajok megtelepedésének is kedvezhet, hiszen ezek dél-amerikai eredetük miatt kedvelik a melegebb klimatikus viszonyokat. Ezek a növények később potenciális vírusrezervoár növényként jelenhetnek meg a táblán (KATHIRESAN - GUALBERT, 2016).

Mindezek mellett számos olyan állati vektort is ismerünk, melyek *Solanaceae* növényeken képesek károsítani, mint a dohány levéltetű (*Macrosiphum euphorbiae*), az őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*), sárga burgonyalevéltetű (*Aphis nasturtii*), a foltos burgonyalevéltetű (*Aulacorthum solani*),

vagy a nyugati virágt tripsz (*Frankliniella occidentalis*). További nehezítő tényező, hogy a levéltetvekkel terjedő stylet-borne, nem perzisztens vírusokat a próbaszívások folyamán olyan levéltetvek is képesek leadni a növényen, melyeknek adott növényfaj nem a tápnövénye (SZABÓ, 2021).

Főnti vektorok olyan szintű oligofág, vagyis az egész *Solanaceae* családot veszélyeztető vírusfajok terjedését segíthetik elő, mint pl. a dohánymozaik vírus (Tobacco mosaic virus, TMV), a paradicsommozaik vírus (Tomato mosaic virus, ToMV), a burgonya Y vírus (Potato virus Y, PVY), a burgonya X vírus (Potato virus X, PVX), a paradicsom bronzfoltossága (Tomato spotted wilt virus, TSWV), vagy a burgonya A vírus (Potato virus A, PVA) (HANČINSKÝ; MIHÁLIK et al., 2020).

A mindezek együttes hatásából képződő gyúelegy, vagyis a nagy számú termesztett- és gyom *Solanaceae* növény, a klímaváltozás miatti és a kártevőknek kedvező enyhébb telek, a nagy számú oligofág kártevő és kórokozó, illetve a globalizálódó piacok miatti könnyebb terjedés miatt a növényvédelmi gyakorlatban a vírus rezervoár növények szerepe folyamatosan felértékelődik (FOTOPOULOS; DOVAS et al., 2011).

2.5 A rezervoár növények jelentőségének kutatási előzményei

A vírusok már jóval a haszonnövények házasítása előtt együtt éltek és fejlődtek a vadon élő növényekkel. Ezeknek a növényeknek a genetikai és alaktani gazdagsága egyben a vírusok genetikai sokszínűségének forrásai is. Mégis a rezervoár növények vizsgálata sokáig egy alulkutatott terület volt, a kutatók figyelme inkább a haszonnövények irányába irányult (COOPER AND JONES, 2006).

1994-ben Floridában a trópusi szódaalma rezervoár szerepét vizsgálták. 220 növényi egyedet gyűjtöttek be 1992 és 1993 között, melyeket DAS-ELISA módszerrel vizsgáltak. A vizsgálatuk során CMV, PVY, ToMV, továbbá dohány karcolatos vírus (Tobacco etch virus, TEV), a burgonya levélsodródás vírus (Potato leaf roll virus, PLRV), a paradicsom tarkulása vírus (Tomato mottle virus, TMoV) vírusfajok jelenlétét vizsgálták a trópusi szódaalmán. Az eredményeket mesterséges vírusátviteli tesztekkel is megerősítették, a PVY és ToMV változatos tüneteket okozott az inokulált paprika, dohány és paradicsom növényeken. Megfigyelték továbbá, hogy a gyomnövény nem csak a vírusfajok számára gazdanövény, de az alternáriás levélfoltosság (*Alternaria solani*) és a burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*) is képes volt fennmaradni rajta (MCGOVERN; POLSTON et al., 1994).

Görögországi dohányültetvényeken vizsgálták a lucernamozaik vírus (Alfalfa mosaic virus, AMV), a tojásgyümölcs tarka törpülését okozó vírus (Eggplant mottled dwarf virus, EMDV) a

CMV, a TMV, a TSWV és a PVY fennmaradásának lehetőségeit az őshonos flóraalkotó növényfajokon. A PVY fajjal való fertőzöttség tekintetében 1999 és 2000 között megvizsgált 3450 növényi egyed vizsgáltak meg, eredményeikben 10 család 17 fajának rezervoár szerepét bizonyították. A CMV esetében ebben az időszakban 2931 növényi egyedet vizsgáltak meg és 12 növény család 16 fajának rezervoár szerepe nyert bizonyosságot. Az AMV esetében 1998-ban 961 növényi egyedet vizsgáltak meg és 9 család 13 fajában találtak meg a fertőzést (CHATZIVASSILIOU; EFTHIMIOU et al., 2004).

Egy 2005-ös Törökországban végzett kutatásban a szabadföldi paprika gyomnövényeinek rezervoár szerepét vizsgálták. Kutatásuk során 15 növény család 24 gyomnövényfaját vizsgáltak meg virológiai szempontból, köztük olyan hazánkban is széleskörűen elterjedt gyomnövényeket, mint pl. a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), a fehér libatop (*Chenopodium album*), vagy a korábban már említett fekete csucor, és csattanó maszlag. A szerológiai vizsgálatok eredményeképpen megállapították, hogy jellemzően hat vírusfaj volt jelen a növényekben, melyek a CMV, PVY, TMV, ToMV, AMV és TSWV fajok. A 24 növényfajba tartozó 313 növényi egyed vizsgálata során megállapították, hogy 16 növény családba tartozó faj legalább egyik egyede vírusfertőzött volt. Legjelentősebb rezervoár szerepét a szőrös disznóparéjnak állapították meg, melyben a CMV, a PVY a ToMV, a TMV és a TSWV is volt jelen (ARLI-SOKMEN; MENNAN et al., 2005).

Szintén Törökországban vizsgálták az üvegházi paprika környezetében fellelhető gyomnövények rezervoár szerepét a TSWV vírusfaj fenntartásába.

A kutatás során 156 levélmintát gyűjtöttek, melyek közül 57 db vírustünetekre emlékeztető tüneteket mutató paprikalevelek voltak, további 99 db pedig az üvegház környezetében fellelhető egyéb, összesen 31 különböző gyomnövény- és paprikától különböző kultúrnövény fajról származott. A vizsgálat végeredményeképpen megállapították, hogy az összes levélminta 55,76%-a volt fertőzött a TSWV fajjal, ezek közül a tüneteket mutató 57 db paprika levélminta 96,49%-a, míg a 99 darab egyéb növényről származó levélminta 32,32%-a volt fertőzött a vírusfajjal. A vizsgált 31 faj közül 13 fajon sikerült leírni a TSWV vírusfajt (YEŞİL AND GÖMLEKLI, 2021).

2.6 Paprika vírusbetegségei

2.6.1 Uborka mozaik vírus (Cucumber mosaic virus, CMV)

Az étkezési és fűszerpaprikának szabadföldi körülmények között a Cucumber mosaic vírus leg súlyosabb kórokozója. A fajták érzékenysége között nagyok a különbségek, jelenleg egyetlen

fajtáról sem állíthatjuk, hogy rezisztens, de már sikerült CMV-toleráns fajtákat előállítani (ZATYKÓ, 1993).

A CMV a szomszédos országokban is jelentős károkat okoz a szabadföldi paprika termésekben. Franciaországból, valamint Olaszországból vannak adataink súlyos kártételről, ebből kifolyólag az eddig legjelentősebb rezisztencianemesítési eredmények is Franciaországban születtek. (ZATYKÓ, 1993).

A fertőzés következtében a növények fejlődése gyengébb az egészséges társaihoz képest. Az oldalhajtások rövid íz közűek, azokon a levelek nagy számban, csoportosan képződnek. A levelek sárgászöld színűek, elkeskenyednek, aszimmetrikusak, a levélnyel pedig hosszú vagy nagyon rövid. A növény bőségesen virágzik, a virágok pedig alig kötődnek elsősorban a növény korai szakaszában (EGYED, 1979). A kötődött bogyók aprók, rajtuk szabálytalan világos vagy sötétbarna foltok láthatók, a bogyók alakra torzok (BOGNÁR, 1978). Az előforduló törzsek típusától függően a leveleken enyhe világoszöld vagy kalikó-mozaikfoltosság, nekrotikus tölgyfalevél-mintázottság, illetve nekrotikus gyűrűfoltosság is megállapítható (ZATYKÓ, 1993).

Mechanikailag könnyen, paprikamaggal, valamint termesztett kabakosok magjaival nem vihető át. Magátvitel csak a gyom gazdanövényeknél ismert. Legfontosabb források a szabadban áttelelő, különböző növény családokba tartozó növények. Például a tyúkhúr (*Stellaria media*) és a fekete csucor (*Solanum nigrum*). A kórokozót a levéltetvek terjesztik, nem perzisztens (nem a tetű saját nedveiben, csak felületi) módon. A megbetegedés ideje, valamint mértéke a levéltetvek megjelenésétől és mennyiségétől függ. A levéltetvek a szél útján akár több kilométerre is elhurcolják a vírust, és szíváskor a kórokozót azonnal leadják. A vírus mechanikai úton, növény nedvvel is átvihető. A legfontosabb feladat, a vírusvektor levéltetvek elleni rendszeres védekezés. A növény nedvvel történő átvitel tejpermetezéssel csökkenthető. A tejpermetezést főleg tűzdelés, valamint kiültetés előtt fontos elvégezni (1 rész fölözött tej, 1 rész víz vagy savó hígítás nélkül) (BOGNAR, 1978). Komplex fertőzés esetén a CMV-vel együtt leggyakrabban a dohány mozaik vírus (TMV) fordul elő, ilyenkor a tünetek súlyosabbá válnak, a paprika szárán, illetve termésén pedig elhalások, nekrosisok keletkeznek. A vírus a növény nedvben 55-60 °C-on elpusztul, de szobahőmérsékleten a fertőzőképességét 3-6 napig is megtartja. (ZATYKÓ, 1993).

Hobbs és Eastburn munkájában, több mint 5000 növényt tesztelt ELISA módszerrel Illinois déli részén, ahol a paprika fő betegségét a CMV okozta. Vizsgálatuk eredményei szerint, öt levéltetű fajta volt képes átvinni a CMV-t a vizsgált nadálytöről a paprikára. (HOBBS-EASTBURN, 2007). Egy törökországi vizsgálatban a kutatók, egy éves periódusban összesen 313 mintát gyűjtöttek szabadföldi paprikákból, mely mintákat ELISA módszerrel elemezték. Eredményeik alapján, hat vírus volt kimutatható a mintákban: AMV (lucerna- mozaik vírus), CMV (uborka mozaik vírus),

PVY (burgonya Y vírus), ToMV (paradicsom mozaik vírus) TMV (dohány mozaik vírus) és TSWV (paradicsom foltos vírus). Az összes mintából 42 mintában találtak kétszeres fertőzöttséget, illetve a TMV+ PVY volt a jellemző kettős fertőzöttség. (ARLI-SOKEM és mtsai., 2005).

2.6.2 Paprikát fertőző tobamo vírusok (Tobacco mosaic virus, TMV), (Tomato mosaic virus, ToMV)

Az első időszakban a paradicsom mozaik vírust úgy tartották, mint a dohány mozaik vírus úgynevezett „paradicsom” törzse. Tobamo vírusok megkülönböztetése különböző gazdanövényeken mutatott tünetek, szerológiai reakciók, valamint a fehérje és nukleinsav vizsgálat alapján lehetséges (HOLLINGS – HUTTINGA, 1976; ZAITLIN, 1975). Napjainkban már molekuláris technológiával lehetséges a nukleinsav szintézise. A paradicsom mozaik vírus közeli rokonságban van a dohány mozaik vírussal (ZATYKÓ, 1993).

Paprikahajtásban, illetve a szabadföldi paprika termesztésben legveszélyesebb betegségek okozók (BOGNÁR, 1978). Gazdanövényei a paprika, a paradicsom, a dohány és a kabakosok.

A TMV és a ToMV okozta tünetek erősen függenek a jelen lévő vírustörzstől, valamint az adott paprikafajtától. A tünetek a levélen, száron, az oldalhajtáson, valamint a bogyón figyelhetők meg, azonban elsősorban a levélen. Egyes törzsek olyan levélredukciót, valamint deformitást okoznak, melyek igen hasonlítanak a hormonbázisú gyomirtószer karistolására. (EGYED, 1979)

A leveleken az erek közötti mozaik színe lehet sárga (pl. ToMV Ob törzs esetében), világoszöld vagy sötétzöld. Egyes időszakban jobban terjednek azok a vírustörzsek, amelyek a paprika levelén szabad szemmel nem látható (látens) tünetet okoznak, de a termésen nagyon feltűnő világos, valamint sötétebb foltokat találunk, melynek eredményeképp legtöbb esetben erősen torzul a termés. Általában a fertőzés következtében a levelek kisebbek, a növény gyengébben fejlődik, törpül, illetve a termések is kisebbek (ZATYKÓ, 1979). Érzékenyebb fajtákon, illetve egyes vírustörzsek esetében nekrotikus termésűség és szárnekrózis, valamint a virágok elrúgása is bekövetkezik. A termésben lévő magvak részben vagy teljesen barnák. Leggyakrabban az uborka mozaik vírussal együttes jelenléte igazolt a paprikán (ZATYKÓ, 1993).

ToMV Ob törzsszel mesterségesen megfertőzött ToMV-érzékeny, javított Cecei fajtán már az első lomblevélen megjelent a sárga színű mozaik; a TMV-rezisztens Rapires F₁ növényeken semmilyen tünet nem alakult ki, valamint a későbbiek során sem lehetett vírust kimutatni.

A vírus fertőzheti a különböző termesztő berendezéseket, növényápoló eszközöket, amelyről a mechanikai vírusátvitel a különböző munkafolyamatok során bekövetkezik. A vírus rendkívüli ellenállóságából következik, hogy a fertőzött, száraz levelekben sokáig (több évig) megőrzi

fertőzőképességét. Fertőzött növényrészekkel szennyezett talajból palántázáskor a sérült gyökéren keresztül is fertőzhet (EGYED, 1979).

A mag felületére tapadva, maggal is terjedhet, ezért szükséges a vetőmagvak csávázása. A maggal történő átvitel a természetes vírusátvitel legáltalánosabb módja, a fertőzött növény magjaiból fertőzött utódok fejlődnek (ÉRSEK – GÁBORJÁNYI, 1998). A talajjal való vírusátvitel az ott élő fonálférgek tevékenységével függ össze (ÉRSEK – GÁBORJÁNYI, 1998). A nematódákkal átvihető vírusok alapvetően két csoportba sorolhatók, a NEPO-vírusok és a NETU-vírusok közé (HORVÁTH, 1972). A palánták általában átültetéskor fertőződnek, az idősebb növények termésszedéskor eshetnek áldozatul. 85-95 °C-on vírus a növénynedvben elpusztul, de szobahőmérsékleten a fertőzőképességet több hónapon keresztül is megtartja. (ZATYKÓ, 1993)

2.6.3 Burgonya Y-mozaik vagy vonalásbetegség (Potato virus Y, PVY)

Gazdasági jelentősége igen fontos mivel képes más növényeket is megfertőzni pl. paradicsomot, dohányt, burgonyát (SZEPESSY, 1977)

A vírusfertőzés jellemző tünetei a mozaikfoltosodás. A fertőzés évében a felső levelek felületén előforduló apró, nekrotikus „tintafoltszerű” léziók. A beteg levelek könnyen letöredeznek, de a növény száráról nem esnek le (csüngő levelek). Súlyos fertőzés következtében a levelek fonáki részén erőteljes ér nekrosis figyelhető meg (SZEPESSY, 1977). A vírus dohányérnekrozis, illetve érbarnulás törzse (PVY N) a burgonya levelein gyenge tüneteket idéz elő. A vírus egyik, először Magyarországon izolált, majd ezt követően Európa számos országában megjelenő új törzse (PVY NTN) súlyos gumó-, szár-, levél és bogyó nekrozist idéz elő.

Minden burgonyát termesztő országban előfordul, ahonnan a vírus vektorok könnyen nagy méretű járványt tudnak előidézni.. Magyarországon főleg az 1960-as évektől vált igen jelentőssé. A burgonya levélsodródás vírus mellett a legsúlyosabb károkat idézi elő. A kártétel mértéke elérheti a 80-100%-ot is (ZATYKÓ, 1993).

A vírus a beteg növény(ek) szövetnedvével könnyen átvihető. A növények epidermisz szöveteiben előforduló, nem perzisztens vírus. Komoly vektor szerepe van a burgonya gumónak mivel egyik évről a másikra tudja átvinni a vírust. Levéltetvekkal igen könnyen terjed (SZEPESSY, 1977). A *Myzus persicae* az egyik legaktívabb vírusvektor, de más levéltetű fajok, mint például *Aphis gossypii*, az *A. nasturtii*, az *Aulocortum circumflexum*, a *Macrosiphum euphorbiae* stb. is jelentős vektorai (SZALAY-MARZSÓ, 1969). Mechanikailag átvihető vírus így a levélérintkezés útján is terjed. Magátvitel nem ismert viszont a betegség elterjedésében igen fontos szerepet játszik a fertőzött burgonyagumó (ZATYKÓ, 1979).

A vírusfertőzött növény mint „áttelelő vírusgazda”, az endogén és exogén vírusforrásokon (pl. burgonya, dohány, paprika, paradicsom) táplálkozó levéltetűvektorok és a levéltetvek szaporodására, rajzására kedvező, száraz, meleg időjárás előnyös feltételeket teremt a betegség fellépésére és gyors elterjedésére (SZEPESSY, 1977).

A vírus legfontosabb forrása a *Solanum tuberosum*, valamint a *S. nigrum* (ZATYKÓ, 1979).

A fertőzött növény szövetnedvével való táplálkozás közben vírusrészecskék tapadnak; rovar szipókájára (styletum). Ez esetben a rovar egészséges növényre kerülve azonnal fertőzőképes lesz, nincs szükség lappangási időre. A vektorok hamar, egy-két szívás után elveszítik vírusátviteli képességüket. A stylet-borne vírusok a levélparenchimában lokalizálódnak, mozaikos tüneteket okoznak, valamint mechanikailag könnyen átvihetők. A védekezés ellenük szinte lehetetlen, leginkább a levéltetvek számának csökkentésére korlátozódik. Erre az átviteli módra példa a burgonya Y-vírus (*potato Y potyvirus*), illetve a zöld őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*) kapcsolata (ZATYKÓ, 1993). A *M. persicae* a vírus terjesztésében úgy mond köztes gazdaként szerep a paprika (száznál is több vírusos betegséget képes terjeszteni) (PETRÓCZI, 1982)

2.6.4 Burgonya X-mozaik vagy enyhe mozaik (Potato virus X, PVX)

A tünetek nagyon változatosak, melyek főleg a burgonyafajták eltérő reakcióira, valamint a különböző vírustörzsekre vezethetők vissza. Vírusfertőzés következtében levélszél-hullámosodás, valamint mozaikfoltosodás figyelhető meg. A magas nyári hőmérsékletnek tünetmérséklő hatása van (látencia) ám a hidegebb hőmérsékleten fokozódnak a tünetek (SZEPESSY, 1977).

Minden burgonyatermesztő országban előfordul. Magyarországi előfordulása az 1930-as évektől ismert. A hazánkban termesztett fajtákban mindenütt előfordul. A vírusfertőzöttség által előidézett termésveszteség 10-20% között ingadozik. Igen gyakran egyéb vírusokkal együtt, komplex formában lép fel, és ez esetben a kártétel lényegesen súlyosabb (ZATYKÓ, 1979).

A vírus mechanikailag könnyen átvihető. Az átvitelben (terjedésben) a beteg növény gyökerei, gumói, továbbá a *Synchytrium endobioticum* gomba zoospórái is szerepet játszanak. A vírus ún. gyűrűsfoltosság törzse *Cuscuta* fajokkal (*C. campestris*, *C. epilinum*) is átvihető. Megemlítendő a mozaik vírusok közül ez az a törzs, melyet a levéltetűek nem terjesztenek (EGYED, 1979).

A vírusfertőzött burgonyagumó, a túlságosan sűrű növényállomány, a vírusgyomgazdanövények állományon belüli tömeges elterjedése, valamint a kertészeti kultúrák (pl. paradicsom) jelentős hatással vannak a kórokozó gyors felszaporodására, illetve elterjedésére. (GLITS és mtsai., 1997). Fontos a vírusokkal szembeni preventív eljárások többek között a rezisztens fajták előállítása, a vírusmentes szaporítóanyagok használata, a fertőzést elősegítő gyomnövények, valamint a vírusátvitelben szerepet játszó vektorok elpusztítása, illetve a karantén

rendszabályok betartásának a legnagyobb a jelentősége (HORVÁTH – GÁBORJÁNYI, 1999). A sárgaságot okozó növénybetegségek kórokozói (vírusok és fitoplazmák) elsősorban kabócavektorokhoz köthetők (HORVÁTH, 1972). A kórokozó a rovar tojásával (traszovariálisan) is képes terjedni. A sejtmagban, valamint a zsírtestekben okozhat elváltozást. Általában a vektor élettartama lerövidül. A kabócákkal átvihető vírusok a levéltetvekkel terjedő vírusokhoz hasonlóan style-borne, szemiperzisztens, cirkulatív, valamint propagatív természetűek lehetnek, azonban az egyes csoportok nem különül el egymástól olyan élesen. A kabóca a forrásnövényen való 5 perces tartózkodás után felveszi a vírust, inkubációs ideje egy és négy nap között ingadozik. (HORVÁTH – GÁBORJÁNYI, 1999).

2.6.5 Paprika klorotikus foltossága (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV)

A TSWV-t Ausztráliában észlelték első alkalommal 1915-ben (BRITTLEBANK, 1919) Kontinensünkön először Kovacevski (1957) jelezte a TSWV megjelenését. Ezt követően nem volt számottevő fertőzés Európában az intenzív, tripsz vektorok ellen irányuló inszekticidés védekezéseknek köszönhetően. Azonban a nyolcvanas évek végén, kilencvenes évek elején a TSWV okozta fertőzések egyre nagyobb teret nyertek Európában, amelynek fő oka a nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis* Pergande) csaknem világméretű elterjedése (MARCHOUX et al., 1991).

A fertőzés helyén apró, szabálytalan klorotikus, majd nekrotikus foltok alakulnak ki. A korai időszakban történt fertőzés nagymértékű növekedésgátlást, törpülést eredményez. Jellemző a csúcsrügy károsodása is, amely palántakorban akár a csúcsrügy elhalását, később a növény teljes hervadását, pusztulását eredményezi. A kései fertőzés a növény csúcsi részének pásztorbatszerű ferdülését idézi elő (GÁBORJÁNYI et al., 1993)..

A világon mindenütt elterjedt kórokozó, számos növény esetében igen súlyos (50-90%-os) minőségi, valamint mennyiségi termésveszteséget okoz.

A vírus mechanikailag átvihető, de terjedésében a különböző tripszfajok a legjelentősebbek. Azokat az élő szervezeteket, melyek közreműködésével kórokozót a fertőzött növényből az egészséges növénybe kerül, vírusvektoroknak nevezzük (SZÁNTÓNÉ, 2012). Hazánkban a TSWV terjesztésében üvegházakban – így hajtattott paprikában is - elsősorban a *Frankliniella occidentalis*-nak, szabadföldön pedig a *Trips tabaci* -nak van szerepe (JENSER - GÁBORJÁNYI, 1998). A *Frankliniella intonsa* vektor szerepe ez idáig csak laboratóriumi körülmények között bizonyított (WIJKAMP et al., 1995). A vírust csak a lárvák képesek a beteg növényekből felvenni, majd a vírus a lárvában inkubálódik (propagatív vírus), és ezt követően történik meg az egészséges növények megfertőzése. A vektorok életük végéig fertőzőképesek.

A tripszek a *Thysanoptera* rendbe tartozó kozmopolita, polifág rovarok. A tripszfajok közül a *Thrips tabaci* és a *Frankliniella* fajok a legjelentősebb vírusvektorok. A tripszek nyála nem fitotoxikus. A vírus átviteli módja általában cirkulatív, de előfordul, hogy 30 perc is elég a vírus felvételére, illetve leadására. A vírus vektorban történő szaporodása bizonyított. A mechanikailag könnyen átvihető, bár eléggé labilis paradicsom bronzfoltosság vírus (Tomato spotted wilt tospovirus) a *Thysanoptera* rendbe tartozó vektorok csak lárvastádiumban képesek felvenni. Az imágók, amelyek vírussal fertőzött lárvákból fejlődtek ki fertőzőképességüket életük végéig megtartják (HORVÁTH, 1972) A paradicsom bronzfoltosság vírusnak hazánkban két vektora ismert: a *Thrips tabaci* és a *Frankliniella occidentalis*. Ezek közül a *Thrips tabaci* őshonos, a *Frankliniella occidentalis* behurcolt, faj. Szabadföldi körülmények között a *T. tabaci* vektornak 4 egymásba folyó nemzedéke van évente (BALÁZS – SÁRINGER, 1982) (. A kifejlett nőstény áttelel, ezen már kora tavasszal fertőző forrás lehet. Az üvegházakban egész évben zavartalanul szaporodik, ilyenkor 10-12 nemzedéke is kifejlődik. Az Észak-Amerikából behurcolt *F. occidentalis* a magyarországi körülmények között szabadföldön nem tud áttelelni. Télen csak üvegházi, valamint hajtatóházi növényeken marad fenn. Mindkét faj széles tápnövénykörű, és közöttük több növényfaj a paradicsom bronzfoltosság vírusnak is gazdanövénye. A hazai vizsgálatokat üvegházi körülmények között végezték a szabadföldön fertőzött gyomnövényekről gyűjtött *T. tabaci* egyedekkel. A rovarok jelentős mértékben átvitték a vírust *Nicotiana benthamiana* teszt növényekre (GÁBORJÁNYI, 1993). A paradicsom bronzfoltosság vírus szaporodását *Frankliniella fusca* tripszvektorban először 1998-ban igazolták (PAPPU, 1998).

Rendkívül széles gazdanövény köréből adódóan (több mint 500 növényfaj) a TSWV-nek világszerte nagy gazdasági jelentősége van (GERMAN et al., 1992). Számos áttelelő, évelő (*Stellaria-media*, *Convolvulus arvensis*, *Solanum nigrum* stb.) gazdanövény tartozik közéjük. Hazánkban is végeztek rendszeres gyűjtéseket, amelyek során alálettámasztva a *Stellaria. media*, a *Galinsoga parviflora* (SZÉNÁSI et al., 2001; JENSER et al., 2003) és az *Ambrosia artemisiifolia* rezervoár szerepe (JENSER et al., 2009b).

Hazánkban az elmúlt évtizedekben a vírus okozta járványok gyakorisága fokozódott. A legnagyobb károkat a dohány-, a paprika- a paradicsom-, a saláta-, valamint a dísznövénytermesztésben okoz (JENSER, 1995). Egy esetben a 400 - 500 ha dohányültetvényben a növények csaknem 90% - át károsította (NAGY-LIGETI, 1972). 2004-2005-ben a hazai felmérések alapján az átlagos TSWV fertőzöttség mértéke a vizsgálati helyeken 5,92% volt. A TSWV-vel fertőzött területeken a tripsz vektorok jelenlétét is megfigyelték (VASZINÉ et al., 2006).

A TSWV okozta veszteségek csökkentése érdekében csupán a prevencióra szorítkozhatunk. Fontos a palántanevelők, valamint környékének gyommentesen tartása, hatékony inszekticides

védekezés a tripsz vektorok ellen, ezenfelül a vírusmentes szaporítóanyag használata is elengedhetetlen (BITTERLICH - MACDONALD, 1993). A TSWV okozta fertőzések mérséklése érdekében rendkívül fontos a fogékony termények egymástól való izolálása. A biztonságos távolság elsősorban a szél irányától függ (LEWIS, 1973). Nem szabad egymás után vírusfertőzésre fogékony növényeket termesztetni, továbbá betakarítás után a fertőzött növényi maradványokat meg kell semmisíteni (LATHAM - JONES, 1997).

2.6.6 Burgonya A-mozaik (Potato virus A, PVA)

Az A vírus széles körben elterjedt a legtöbb burgonyatermelő országban, de sokkal kevésbé fontos, mint a PVY (SZEPESSY, 1977).

A vírus okozta tünetek a burgonyafajtáktól függően erős változatosságot mutatnak. Számos burgonyafajta látens hordozója a vírusnak. A tünetek általában enyhe mozaikosodásban, levélszélhullámosodásban nyilvánulnak meg. A tünetek kifejlődését a hosszan tartó meleg időjárás akadályozza. Gazdasági szempontból a kisebb vírusokhoz tartozik. Jelentősége főleg akkor van, amennyiben a burgonya Y-vírussal és a burgonya X-vírussal együtt fordul elő, ilyenkor súlyos deformációkat okoznak (SZEPESSY, 1977).

A vírus mechanikailag könnyen átvihető. Megemlítendő a rágó szájszerű vektorok átvitelében a bogarak, azon belül is a levélbogarak (*Chrysomelidae*), játsszák a legjelentősebb szerepet. A vektor vírusmegőrzése alapján két csoportra oszthatók. Egyesek 7-20 napig megmaradnak a bogarakban, mások megőrzési periódusa csupán 24-48 óra (HORVÁTH, 1972). Terjesztésében a különböző levéltetűfajok [*Myzus persicae* (SULZ.), *Aphis nasturtii* Kltb.] játsszák a legfontosabb szerepet. A lárvák sokkal intenzívebb vektornak bizonyultak, mint az imágók (MARKHAM – SMITH, 1949). A levéltetvek felszaporodásának kedvez a mérsékelt meleg, valamint párás viszonyok. Kezdetben a gabona levelein, szárán, majd a kalászon szívogatnak, illetve a vírusok terjesztésében is jelentős szerepük lehet. A levéltetű károsítására legfontosabb a virágzás ideje alatt kell a legnagyobb figyelmet fordítani, mivel az ilyenkor kialakult erős fertőzés jelentős termés kieséssel járhat (SZÁNTÓNÉ, 2012).

A vírus a nem perzisztens, ill. a stylet-borne vírusok csoportjába tartozik (FISCHL és mtsai., 1995).

3. Anyag és módszer

3.1 Vizsgálat anyaga

Dolgozatomban bemutatott vizsgálat, a keszthelyi tangazdaság területének fólia sátraiból származó mintákból történt. A minták kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy a növények a vírusfertőzés tüneteit mutassák. Összesen 75 db minta került begyűjtésre 2015 szeptemberében (1. ábra). A laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséig a mintákat egyesével polietilén tasakokban csomagolva fagyaszttva tároltuk. A minták összetétele: 18 darab Paprika (*Capsicum annuum*) levél, 19 darab Fehér libatop (*Chenopodium album*), 20 darab Apró szulák (*Convolvulus arvensis*), nyolc darab Kicsiny gombvirág (*Galinsoga parviflora*) és 10 darab minta Szőrös disznóparéjból (*Amaranthus retroflexus*). A levél mintákon elsősorban mozaik foltosság volt látható. Találtunk még TSWV-re utaló törpült egyedeket is. Egyes minták pedig olyan növényekről származtak, amelyek deformitások jeleit mutatták, ez első sorban a burgonya A- és a burgonya Y vírus együttes jelenlétére utalt.



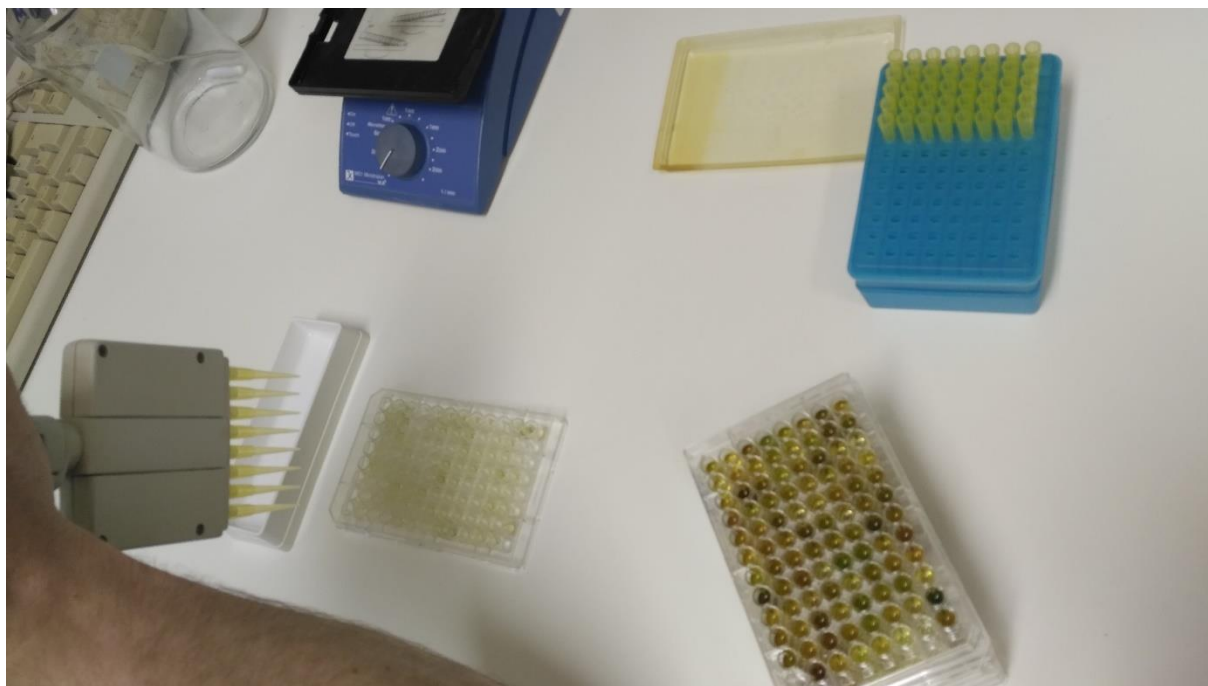
1. ábra Minták gyűjtése 2015-ben

3.2 Vizsgálati módszer

A duplaellenanyag-szendvics (double antibody sandwich, DAS ELISA) módszert alkalmaztuk a vírusfertőzések kimutatására.

A vizsgálatokat a LOEWE Biochemica Uborka mozaik vírus (Cucumber mosaic virus CMV), Burgonya Y-mozaik vírus (Potato virus Y PVY), Burgonya X-mozaik vírus (Potato virus X PVX), Burgonya A-mozaik vírus (Potato virus A PVA), Paprika mozaik vírus (Tobacco mosaic tobamovirus TMV), Paradicsom mozaik vírus (Tomato mosaic virus ToMV), Paprika klorotikus foltossága (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV) reagenseit használtuk. A vizsgálathoz szükséges 0,4 g friss súlyú paprika és gyomnövény mintákat 2 ml homogenizáló pufferben dörzsmozsár segítségével eldörzsöltük, így présnedvet nyertünk (2. ábra) (CLARK – ADAMS, 1977).

A vírusok kimutatásához szükséges az ELISA kit, amely az antiszérumot, az antiszérum–enzim konjugáltomat, valamint a pozitív és negatív kontrollt is tartalmazta.



2. ábra Növényi présnedv pipettázása.

A kísérletben polisztirolból készült, mikró titráló lapokat használtunk. A mikrotitráló lapok 300 µl-es bemélyedéseibe 200-200 µl vírus-specifikus immunglobulin 500-szorosára hígított oldatát pipettáztuk. 37°C-on történő 4 órás inkubálás során az IgG molekulák a cellákhoz kötődtek. A cellákat a receptúra szerint kimostuk. Miután a nem kötődött IgG molekulákat a mosó-pufferrel eltávolítottuk, a mélyedésekbe pipettáztuk a növényi présnedvet (CLARK – ADAMS, 1977).

A mikrotitráló lapokat 4°C-on inkubáltuk egy éjszakán át, majd másnap mosópufferral kétszer kimostuk, majd ismételten háromszor, a mosópuffer három percig cellákban történő inkubálásával. Ha a minta tartalmazta a keresett vírust (antigént), az a lemezhez előzőleg kötődött IgG-hez kapcsolódott, más vírust vagy fehérjét a pufferrel kimostuk (CLARK – ADAMS, 1977).

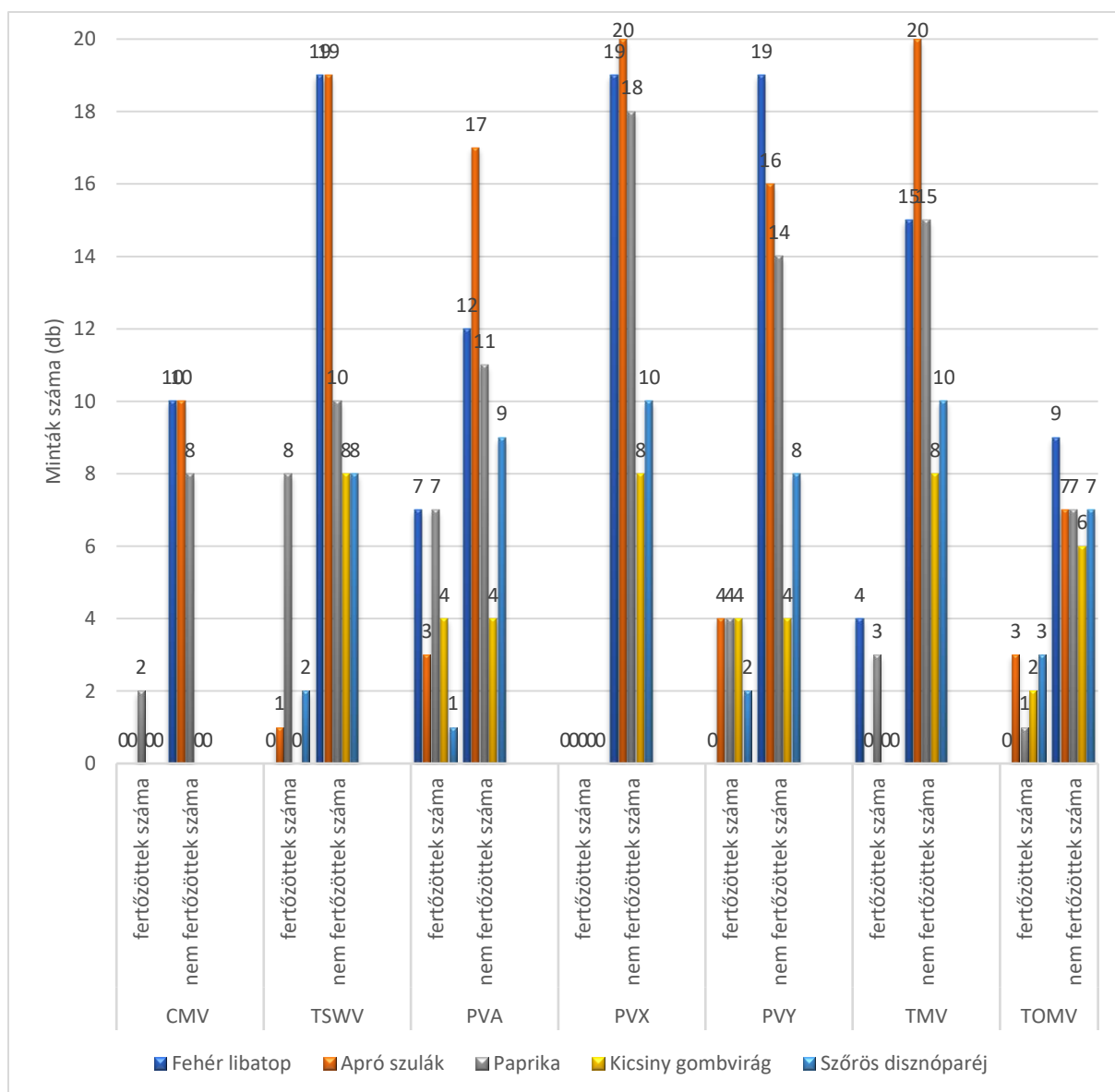
A mosás után konjugátum-pufferben hígított vírus-specifikus immunglobulin-konjugátumot pipettáztunk a cellákba. Ha a vírus jelen volt, akkor a konjugátum a vírushoz kötődött, létrehozva az „immunszedvicset”. 37°C-on 4 órán át inkubáltuk, majd pufferrel a cellákat a receptúra szerint kimostuk, eltávolítva a nem kötött konjugátumot (CLARK – ADAMS, 1977).

Az következő lépésként az enzim szubsztrátját juttattuk a cellákba. A szubsztrátot folyamatos keverés mellett para-nitro-fenil-foszfátot szubsztrátpufferben feloldtuk, majd a cellákba pipettáztunk és inkubáltunk (CLARK – ADAMS, 1977).

A para-nitro-fenil-foszfát színtelen vegyület. Az alkalikus foszfatáz enzim a szubsztrát molekulákról lehasítja a foszfát csoportokat, így sárga színű para-nitrofenol keletkezik. A színváltozás erőssége a vírus koncentráció függvénye. Az enzim addig működik, míg megfelelő a kémiai környezet és a szubsztrát jelen van. A pozitív reakciók szemmel jól láthatók, de ELISA fotométer (ELISA reader) alkalmazásával kaphatunk megbízható eredményeket. A színváltozás mértékét Labsystems Multiscan RC ELISA readerrel 405 nm hullámhosszon értékeltük. Pozitívnak tekintettük azokat a mintákat, melyek extinkciós értékei a negatív kontroll extinkciós értékének a háromszorosát meghaladták (CLARK – ADAMS, 1977).

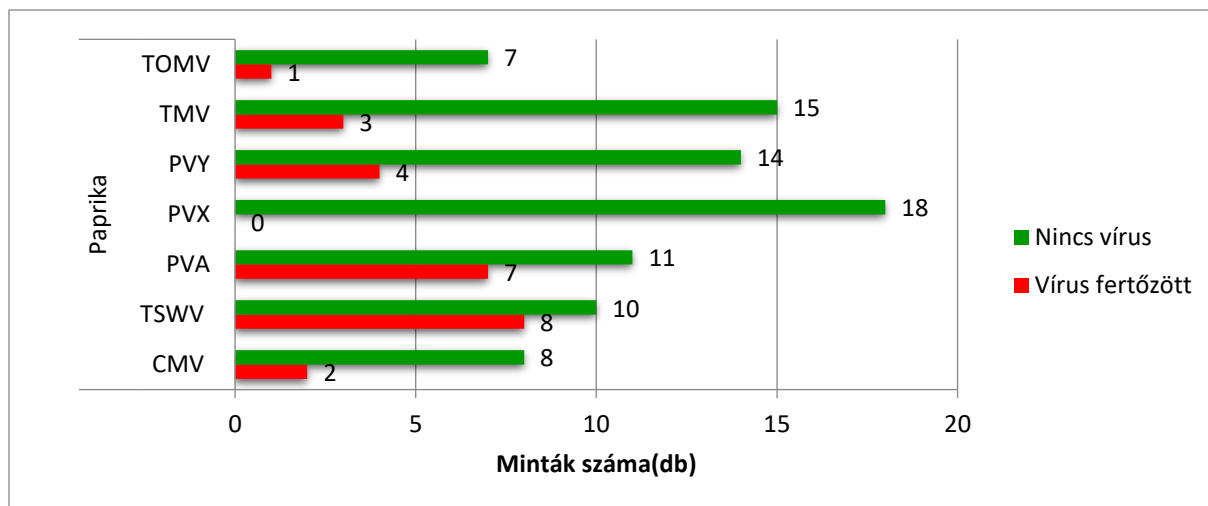
4. Eredmények, következtetések

A 30 uborka mozaik vírusra (Cucumber mosaic virus, CMV) vizsgált mintából két paprika esetében mutattuk ki a kórokozó jelenlétét. Tomato spotted wilt virus (TSWV) fertőzés vizsgálata 75 mintára lett elvégezve, melyek közül 11 vírus pozitív minta volt. Mindez nyolc paprika, kettő szőrös disznóparéj és egy apró szulák mintából tevődött össze. A burgonya A vírus (PVA) 75 esetből 22-ben volt jelen, így a vizsgálatunkban a legnagyobb mennyiségben kimutatott vírus. A 22 vírus pozitív minta összetétele: hét paprika, hét fehér libatop, négy kicsiny gombvirág, három apró szulák és 1 szőrös disznóparéj. Potato virus X (PVX) fertőzés 75 minta közül egyetlen esetben sem mutatott fertőzést. A 75 mintából összesen 14-ben találtunk burgonya Y vírust (PVY). Négy apró szulákból, négy paprikából, négy kicsiny gombvirágból és kettő szőrös disznóparéjból adódott össze a 14 fertőzött minta. 75 mintából négy fehér libatopban és három paprikában volt kimutatható a Tobacco mosaic virus (TMV). A 45 Tomato mosaic virus-ra (ToMV) vizsgált mintából három apró szulákból, három szőrös disznóparéjból, kettő kicsiny gombvirágból és egy paprikából mutattuk ki fertőzést (3. ábra).



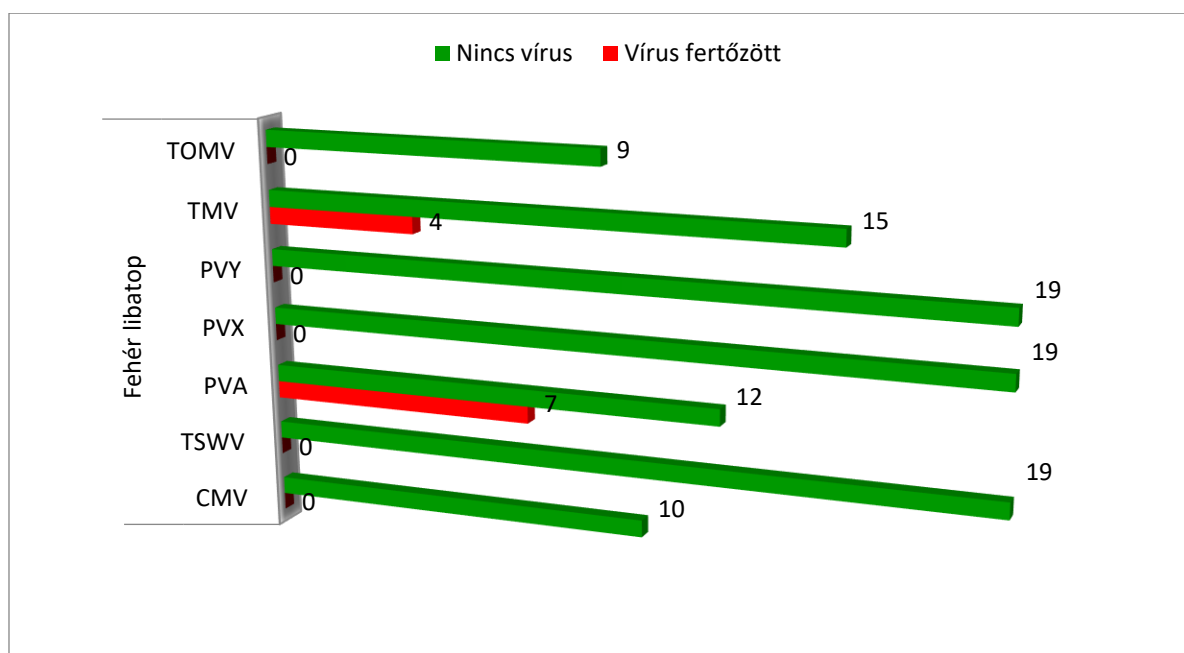
3. ábra A komplex fertőzést mutató minták a DAS ELISA szerológiai

A paprika minták közül a Tomato spotted wilt vírus adta a legtöbb pozitív értékelést a vírus jelenlétére (8db). Ez a vírus elsősorban élő gyomnövényekkel örökíti át magát a következő évre. Terjedése elsődlegesen tripszek segítségével megy végbe, amely esetünkben igazolva is lett: Apró szulákban is kimutatható volt a TSWV. A második leggyakrabban a burgonya A vírus volt kimutatható. A paprikánál két esetben fordult elő, hogy ugyanabban a mintában megtalálható a PVA és PVY is, mindemellett PVY négy másik mintában is jelen volt. TMV-vel három minta volt fertőzött. Uborka mozaik vírus kettő mintában jelentkezett. A legkevesebb, azonban még kimutatható vírus a ToMV, amely csak egy mintákban volt jelen (4. ábra).



4. ábra Paprika vírus fertőzöttségének vizsgálata.

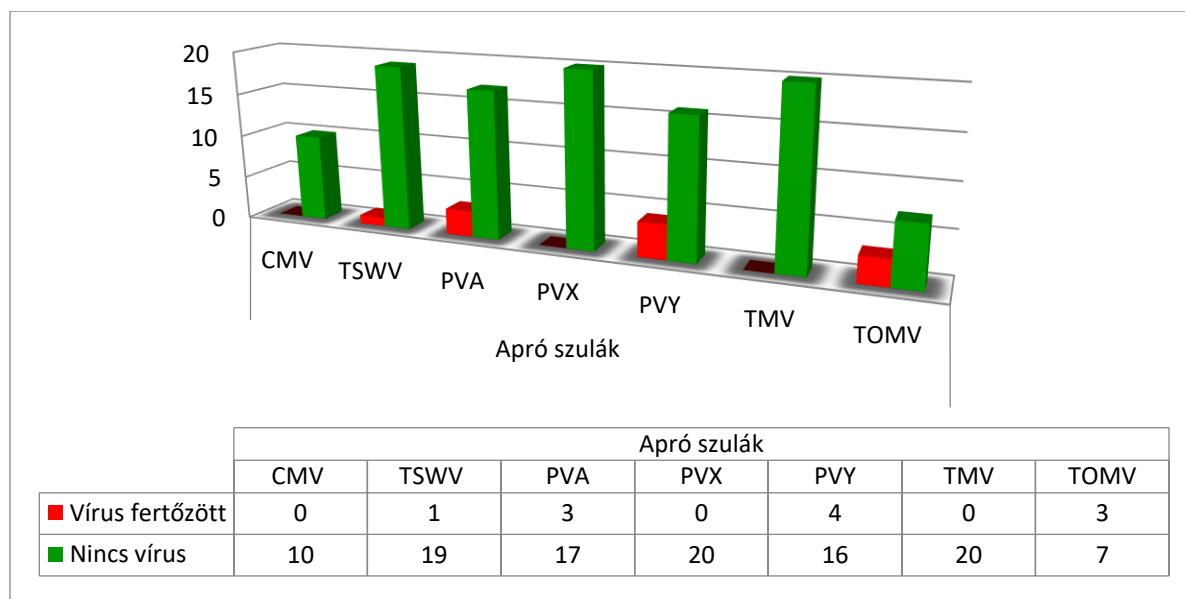
A fehér libatop egy igen komoly ellenfél a kultúrák számára, mivel nagyon nagy mennyiségben fordul elő, illetve igen nehéz védekezni ellene. Itt a legnagyobb mennyiségben a PVA volt jelen, amely önmagában nem okoz súlyos termés kiesést. Szokatlan, hogy a PVY-t és a PVX-t általában nagyobb előfordulással jellemzik, itt viszont ezek előfordulása mind a kettőnek nulla volt. A TMV volt a másik kimutatható vírus amely négy esetben fordult elő (5. ábra).



5. ábra Fehér libatop vírus fertőzöttsége.

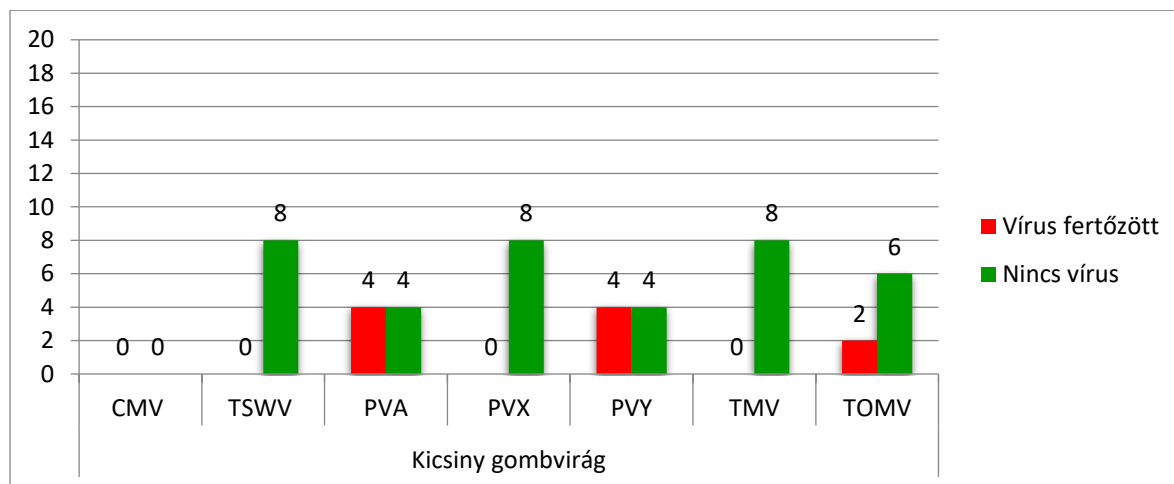
Az apró szuláknál legnagyobb mennyiségben a burgonya Y vírus fordult elő (4db mintában). A paradicsom mozaik vírus és a paprika klorotikus foltosság vírus mutatott nagy számú pozitivitást még. Három esetben jelentkezett a ToMV és PVY együttes jelenléte az apró szulákban. Egy olyan

minta volt, ahol egyszerre volt megfigyelhető a paprika klorotikus foltossága, a paradicsom mozaik vírusa, a burgonya A vírusa valamint a burgonya Y vírus (6.ábra).



6. ábra Apró szulák vírus tesztje.

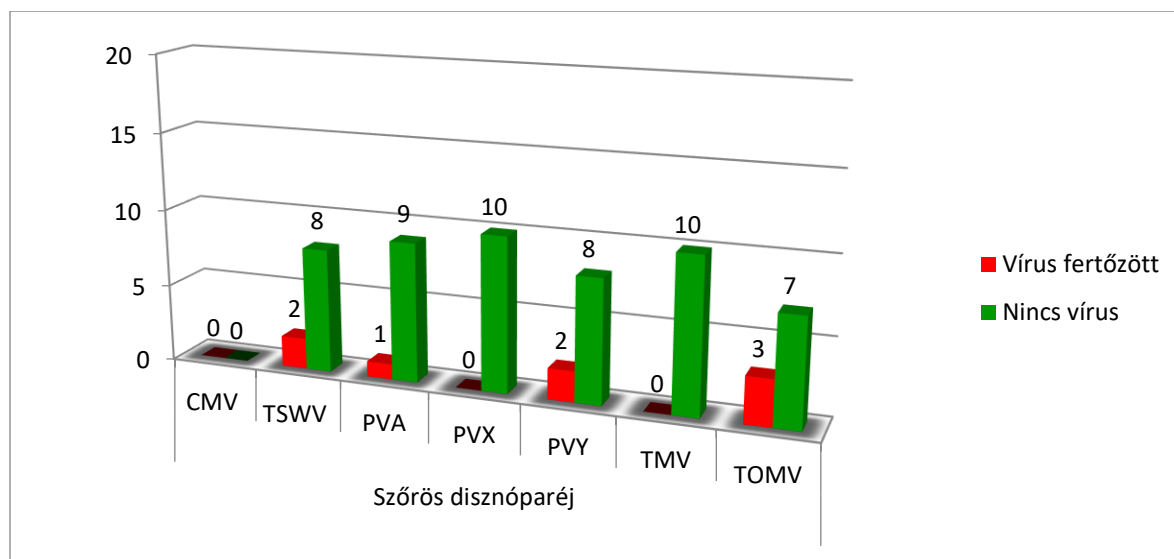
A kicsiny gombvirágban szintén találtunk három olyan mintát, melyben egyszerre volt jelen a burgonya A, valamint a burgonya Y vírus is. Ezzel igazolható a két vírus együttes jelenléte a növényekben. Összesen négy-négy esetben volt kimutatható a PVA és a PVY. A ToMV pedig kettő mintában jelentkezett (7.ábra).



7. ábra Kicsiny gombvirág vizsgálata.

Az szőrös disznóparéj mintái közül a Tomato mozaik vírus jelenléte volt a legnagyobb mennyiségben megfigyelhető. Közel ugyanannyi esetben volt jelen a Tomato spotted wilt vírus, valamint a Potato virus Y. Egy mintánál – az említett három vírusból - mindegyik kimutatható volt

egyidőben. A hármas mintán kívül még egy esetben volt burgonya Y vírus jelen. A burgonya A vírus is jelen volt a szőrös disznóparéjban, azonban mindösszesen egy alkalommal (8.ábra).



8. ábra. Szőrös disznóparéj vizsgálata a fontosabb vírusokra nézve.

Munkám eredményei alapján a gyomnövények a közvetlen kártételükön kívül közvetett kárt is okoznak a termesztett kultúráinkban, jelen esetben az általam vizsgált paprika kultúrában.

Fentiek okán kiemelkedő jelentősége van - az állomány prevenciójának szempontjából - a gyomnövények és a vírus vektorok elleni védekezésnek.

Az általunk gyűjtött mintákban a Burgonya Y-mozaik vírus (Potato virus Y, PVY) fordult elő a legnagyobb mennyiségben. Az Uborka mozaik vírus (Cucumber mosaic virus, CMV), a Paprika mozaik vírus (Tobacco mosaic tobamovirus, TMV), a Paradicsom mozaik vírus (Tomato mosaic virus ToMV), valamint a Paprika klorotikus foltossága (Tomato spotted wilt virus, TSWV) kisebb mennyiségben fordult elő a kísérlet folyamán. Burgonya X-mozaik vírus (Potato virus X, PVX) jelenlétét egy esetben sem tudtuk igazolni.

A Burgonya A-mozaik vírus (Potato virus A, PVA) lett a legnagyobb mennyiségben kimutatott korokozó. Ez a vírus önmagában a termés kiesés tekintetében sem mondható túl jelentős korokozónak. Mivel bizonyos fajták képesek a vírus jelenlétével együtt élni, illetve a rezisztencia nemesítés is nagyban csökkenti a jelentőségét. Ki kell emelni azonban, hogy más korokozóval, például a burgonya Y vírussal együtt, már igen komoly kártétellel számolhatunk. A fenti együttes megjelenést nyolc esetben sikerült kimutatnunk. Fentiek igazolják, hogy egy adott növényben két vírus egyszerre történő jelenléte létező probléma, amelyen keresztül a növényben nagyobb kártételre képesek. A tünetek kifejlődését a hosszan tartó meleg időjárás akadályozza. Bár a korokozó mechanikailag könnyen átvihető, terjesztésében nagy szerepet játszanak még a levéltetvek, például *Myzus persicae*, *Aphis nasturtii*.

A kártétel mértéke igen magas önmagában is. A kísérlet folyamán jelenlétét igazoltuk a paprikában, az apró szulákban, a szőrös disznóparéjban, valamint a kicsiny gombvirágban is, így bebizonyosodott, hogy a *solanum* fajok vírusai a kultúrák mellett, illetve között élő gyomokról származhat. Ezen gyomnövények elleni preventív védekezés az egyik legfontosabb védekezési lehetőség, mivel a levéltetvek a fertőzött gyomokkal való táplálkozást követően azonnal képesek terjeszteni a burgonya Y vírust. A preventív védekezésnek fontos szerepe van, mivel a PVY mechanikai úton is terjed. Vizsgálatunkban sikerült igazolni más kórokozókkal történő együttes előfordulását, például a paprika klorotikus foltossággal, a paradicsom mozaik vírussal, a dohány mozaik vírussal, illetve már az előzőekben említett burgonya A vírussal. Vizsgálatunk során igen nagy mennyiségben volt jelen az említett kórokozó: 11 alkalommal lett pozitív minta, melyből nyolc alkalommal a paprikából származott ez az eredmény. Azonban a kultúrák mellett szedett gyomok esetében csak három alkalommal volt kimutatható. Ebből következtethetünk arra, hogy a vírus terjedésében igen nagy szerepet játszhatott a mechanikai úton való tovább fertőződés is. A védekezés alapvetően a technológiai fegyelemre, valamint az általános növény-egészségügyi rendszabályok betartására kellene épülnie.

A paprikát fertőző tobamo vírusok is nagy számban fordultak elő a gyomnövényekben, azonban a paprika fertőzöttsége igen kicsi volt. Ebből arra következtettek, hogy nem mechanikai, valamint nem vektorok által történt a fertőződés, hanem vélhetően a mag származhatott már fertőzött növénytől.

A paprika klorotikus foltosság vírus terjedésében igen fontos szerepet játszanak az évelő gyomok. Vizsgálatunk során az apró szulákban csak egy esetben történt fertőzöttség kimutatása. A nagyszámú paprika fertőzöttsége valószínűleg a tripszektől származhatott.

5. Javaslatok

A paprika nagy gazdasági jelentőségű, közkedvelt zöldségnövény a maga éves fogyasztásával, mely 10 kilogramm egy emberre levetítve. Ezért is jelentenek nagy gondot a vírusok, melyek a 10-90%-os termés csökkenéssel igen komoly anyagi, valamint élelmezési gondot képesek létre hozni a kultúránkban.

Az általunk vizsgált kultúra a *Solanacea* családba tartozik, ebből is a Paprikát (*Capsicum annuum* L.) vizsgáltuk. Ezeket termesztésük, valamint genetikájuk alapján több csoport tudjuk sorolni: beszélhetünk szabadföldi, illetve üvegházi termesztésről, azonban megkülönböztetünk még folyton nöövő fajtákat az üvegházakban, melyek eltérő táptalajon való termesztése is befolyásolhatja a vírus fertőzést. De megkülönböztethetjük a paprikát az úgynevezett fogyasztási cél alapján is, amely egy más paprika fajtát jelent: a fűszerpaprikát (*Capsicum annuum* L. var. *longum*).

A védekezés alapvetően a technológiai fegyelemre, valamint az általános növény-egészségügyi rendszabályok betartására épül. Igen fontos jelentősége van a higiéniai rendszabályok (pl. eszközfertőtlenítés, a beteg növények megsemmisítése, a munkaruhák fertőtlenítése, gyakori kézmosás, illetve elektromos szárítóval való kézszáritás) betartásának. A TMV átvitelében komoly szerep tölt be, a fertőzött növény szövetnedvével való fertőzés.

Fontos szempont a talajfertőtlenítés, valamint a magcsávázás 2%-os nátrium-hidroxidban, vagy 4,2%-os kalcium-hypo-kloridban vagy 2,6%-os szodiam-hypokloridban vagy triszodiamfoszfát (Na_3PO_4) 10%-os oldatában. Mivel a dohány mozaik vírus, a talajban hosszú ideig aktív állapotban marad, ezért talajjal történő átvitele is lehetséges.

Eredményesnek tekinthető a magvak száraz hővel (70 °C) egy hétig tartó kezelése is a betakarítás után. Fontos kiemelni még a magvak csávázását. Erre jó példa paprikát fertőző tobamó mozaik vírusok amelyek képesek a magfelületén megtapadni.

Intenzív kutatás kezdődött meg olyan rezisztenciaforrások feltárására, amelyek remélhetőleg vírus rezisztens paprikafajták előállításához vezetnek. Hazánkban az utóbbi években több új vírus rezisztens fajtát állítottak elő. A védekezés eredményességét megnehezíti azonban az, hogy a korábban előállított rezisztens fajták, a rezisztenciát áttörő törzsek (resistance breaking strains) fellépése következtében fogékonyra váltak, valamint elvesztették jelentőségüket.

Munkánkban vizsgált gyomnövények Magyarországon igen elterjedt gyomok, melyek önmagukban komoly konkurenciát jelentenek a termesztett kultúráinkban. A megelőzés a vírusok elleni védekezés alapja. A sikeresség egyik fontos tényezője a helyes agrotechnika. Alkalmazásával csökkenhetők a vektorként közreműködő kártevők felszaporodásának lehetősége. A tarlóhántás, valamint az egyéb műveletek időbeni elvégzése az agrotechnikai védelem fontos eszköze. Az aratás utáni talajmunkák elhanyagolása komoly kockázatot jelenthet. Az árvakelések, illetve a gyomos

területek felszámolására herbicides kezelések alkalmazása javasolt ezzel is gyérítve az élő gyomokat. Mivel az agrotechnikai gyomszabályozás inkább csak az egyéves növények szabályozásában nyújt megoldást. Ezek együttes alkalmazásával megakadályozzuk a vírusok felszaporodását segítő gyomnövények terjedését. Preemergens gyomirtásra kell törekednünk (Stomp Aqua) ezzel se konkurens növényi szerepét nem tudta betölteni a gyom se a vírus terjesztésében nem tud szerepet játszani. Állományban való gyomszabályozást is alkalmazhatunk (Leopard 5 EC) ám itt már fenn áll a lehetősége, hogy a vírus fertőzött növény már betöltötte a gazdanövény szerepét. Fólia sátrokban való termesztésnél a szórt vetés takarása után Devrinol 50 WP gyomirtószerrel kezelhetjük, ha szükséges állomány kezelésben újra használhatjuk

Fontos szempont a vírus vektorok elleni védekezés mind biológiai mind növényvédőszeres úton. Kiemelendő vektorok a tripszek és a levéltetvek. Védekezési lehetőségek között szerepel az úgy mond fizikai távoltartásuk (Fólia sátrak), illetve az ellenük inszekticidekkel (Closer 120 SC, Eradicoat Max) való védekezés. Biológiai növényvédőszerekkel is tudunk védekezni például a Botanigard WP. Zárttér kedvező hatással bír a termesztett növényre ugyan akkor a kártevőkre is pozitív kihatással van. Vírusok szempontjából fontos kártevő vektorok lehetnek a talajban a lőtücsök és a gyökérgubacs-fonálféreg. Lomb- és termés-kártevők a közönséges takácsatka, bagolylepkék.

Vizsgálatunk fő célja volt vizsgálni a gyomnövények szerepét a vírusok terjesztésében. Például a PVY esetében négy-négy-négy alkalommal is növényi fertőződést mutatunk ki apró szulákban, paprikában és kicsiny gombvirágban. A paprika klorotikus foltosság vírus terjedésében igen fontos szerepet játszanak az élő gyomok.

6. Összefoglalás

A kísérlet során célul tűztük ki a keszthelyi tangazdaságban termesztett paprika és a gyomnövényein megjelenő vírusfertőzöttség vizsgálatát, valamint az epidemiológiai jelentőségük meghatározását.

A vizsgálat során 2015 szeptemberében 75 mintát gyűjtöttünk a PE Georgikon kar keszthelyi tangazdaságában szabadföldi és hajtattott paprika területekről. A minták kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy a növények a vírusfertőzés tüneteit mutassák. A minták összetétele: 18 darab paprika (*Capsicum annuum*) levél, 19 darab fehér libatop (*Chenopodium album*), 20 darab apró szulák (*Convolvulus arvensis*), 8 darab kicsiny gombvirág (*Galinsoga parviflora*), valamint 10 darab minta szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*). A vírusfertőzés megállapítására DAS ELISA szerológiai módszert alkalmaztuk. Pozitívnak tekintettük azok a mintákat, amelyek esetében a mért extinkciós érték meghaladta a negatív kontrol extinkciós értékének a háromszorosát.

A 30 Uborka mozaik vírusra (Cucumber mosaic virus, CMV) vizsgált mintából két paprika esetében mutattuk ki a kórokozó jelenlétét. Tomato spotted wilt virus (TSWV) fertőzés vizsgálata 75 mintára lett elvégezve, melyek közül 11 vírus pozitív minta volt. Potato virus A (PVA) 22 esetben tudtuk igazolni a vírus jelenlétét 75 mintából. Potato virus X (PVX) fertőzés 75 minta közül egyetlen esetben sem mutatott fertőzést. A 75 mintából összesen 14-ben találtunk burgonya Y vírust (PVY). Tobacco mosaic virus (TMV) fertőzés hét esetben lett kimutatva a 75 minta közül. Tomato mosaic virus (ToMV) 45 mintából összesen kilenc esetben mutatott pozitívítást a vizsgált vírusra.

Az apró szuláknál három esetben volt olyan kórokozóra pozitív minta, mely esetben egynél több vírus volt jelen a gyomnövény mintájában. Ebből két alkalommal volt egyszerre jelen a PVY és a ToMV vírus, a harmadik esetben pedig ezen a két víruson kívül még két kórokozó jelenléte volt bebizonyítható, amelyek a PVA és a TSWV vírusok voltak.

A kicsiny gombvirágban hat minta volt fertőzött, ebből négy esetben két vírus is jelen volt, három minta során a PVA és a PVY voltak jelen, illetve a másik egy mintában pedig a PVA és a ToMV voltak jelen együtt.

A fehér libatopnál négy mintában volt két vírus egyszerre a növényben, ez esetben a PVA és a TMV vírus együttes jelenléte volt kimutatható.

A Paprikánál a 10 pozitív minta közül hat esetben volt több vírus az adott mintában. Ezek közül két esetben volt olyan, hogy a mintában két vírus volt egyik esetben TSWV és PVA fertőzött egyszerre, a másik esetben a PVA és a PVY voltak jelen. Egy esetben három kórokozó volt jelen a mintában, amelyek a PVY, TSWV és a ToMV. Kettő mintában négy kórokozó volt egyszerre, ezek

közül egyik esetben jelen voltak a TSWV, a TMV, a PVA és a PVY. A másik esetben pedig a PVY vírus nem lett pozitív, azonban a CMV igen. Az összes minták közül egy minta volt a vírusokkal a legfertőzöttebb, ebben a mintában öt korokozó volt jelen, melyek a CMV, a TMV, a TSWV, a PVA és a PVY.

A szőrös disznóparéjban két esetben volt kimutatható az, hogy egynél több vírus antigénje mutatott pozitívítást. Ezen minták közül egyik esetben jelen volt a PVA, a PVY és a TSWV. Másik esetben pedig a PVY, a TSWV és a ToMV volt jelen.

Eredményeink rámutatnak, hogy a gyomnövények jelenléte a paprika termesztésében jelentős szerepet játszhat a vírusok terjedésében. A komplex vírushatások magas aránya felhívja a figyelmet arra, hogy a gyomnövényeknek fontos szerepe van a vírusok megőrzésében és terjedésében. Mindezek figyelembevételével kiemelt jelentőségű a gyomok elleni védekezés, valamint azok terjedésének akadályozása.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr. habil. Takács András Péternek, Pásztor György egyetemi adjunktusnak, valamint a Növényvédelmi Intézet munkatársainak a diplomadolgozat elkészítése során nyújtott segítségét.

7. Szakirodalom jegyzéke

Internet 1

<https://www.fao.org/faostat/en/#data>

Internet 2

https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn004o.html

Internet 3

https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn004p.html

ARLI-SOKEM, M. et al. (2005): Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed host in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33, 347-358.

BALÁZS, S (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

BALÁZS, G. – SÁRINGER, GY. (1982): Kertészeti kártevők. Akadémiai Kiadó, Budapest.

BOGNÁR, S. et al. (1978): Kertészeti növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

BONCZ, I. (2015): Kutatásmódszertani alapismeretek. Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar,

BUDAI, Cs. (2006): Biológiai növényvédelem hajtató kertészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 83-89. pp.

BITTERLICH, I. - MACDONALD, L. S.(1993): The prevalence of tomato spotted wilt virus in weeds and crops in southwestern British Columbia. *Canadian Plant Disease Survey* 73:2, 137 - 139.

BRITTLEBANK, C. C. (1919): Tomato diseases. *J. Agr. Victoria* 17, 213 - 235.

CHATZIVASSILIOU, E. K., et al. (2004). "A survey of tobacco viruses in tobacco crops and native flora in Greece." *European Journal of Plant Pathology* 110: 1011-1023.

CLARK, M. F. – ADAMS, A. N. (1977): Characterist of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34

COOPER, I. – JONES, R. A. (2006). "Wild plants and viruses: under-investigated ecosystems." *Advances in virus research* 67: 1-47.

CRÜGER, G.(2011): Növényvédelem a zöldségtermesztésben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.137-141. pp.

EGGERSDORFER, M. - WYSS, A. (2018): Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 652,18-26.

EGYED, L. et al. (1979): Üveg és fólia alatt hajtató Zöldségfélék növényvédelme. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

EREDICS, A. et al. (2013): Növényvédelmi alapismeretek. Oktatási segédlet a növényvédelmi alaptanfolyamhoz. Böcz Nyomda, Szekszárd.

- ÉRSEK, T. – GÁBORJÁNYI, R. (1998): Növénykórokozó mikroorganizmusok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- FISCHL, G. et al. (1995): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FOTOPOULOS, V. et al. (2011). "Incidence of viruses infecting spinach in Greece, highlighting the importance of weeds as reservoir hosts." *Journal of Plant Pathology*: 389-395.
- GÁBORJÁNYI, R. - JENSER, G. – NAGY, GY. (1993): A paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) járványtani kérdései. *Növényvédelem* 29, 543-547
- GEBHARDT, C. (2016). "The historical role of species from the *Solanaceae* plant family in genetic research." *Theoretical and Applied Genetics* 129: 2281-2294.
- GERMAN, T. L., et al (1992): Tospoviruses: Dyagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. *Ann. Rev. Phytophath.*30, 315 - 348.
- GLITS, M. – FOLK, GY. (2000): Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- GLITS, M. et al. (1997): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- HANCINSKY, R. et al. (2020). "Plant viruses infecting Solanaceae family members in the cultivated and wild environments: A review." *Plants* 9(5): 667.
- HAYMAN - M-KAM CA, P (2008): Capsaicin: A review of its pharmacology and clinical applications. *Current Anaesthesia & Critical Care*. 19 (5-6), 338-343.
- HODOSSI, S. et al. (2004): Zöldségtermesztés szabadföldön. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- HOBBS, HA- EASTBURN, DM (2007): Solanaceosus Weeds as Possible Sources of Cucumber mosaic virus in Southern Illinois for Aphid Transmission to Pepper. ABS Publications.
- HOLLINGS, M. – HUTTINGA, H. (1976): Tomato mosaic virus. C. M. I. A. A. B. Description of Plant Viruses. No. 156.
- HORVÁTH, J. (1969): Adatok a paprikafajták vírusokkal szembeni fogékonyságához és a paprikapatogén vírusok differenciálásához. *Növénytermelés* 18, 79-88.
- HORVÁTH, J. (1972): Növényvírusok, vektorok, vírusátvitel. Akadémia Kiadó, Budapest.
- HORVÁTH, J. - GÁBORJANYI, J. (1999): Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- HUNYADI, K. – BÉRES, I. – KAZINCI, G. et al. (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- HÜVELY, A.(2014): Növekvő arzén adagokkal kezelt öntözővíz hatása a paradicsom és a saláta növényi részenkénti arzén tartalmára és eloszlására. Doktori disszertáció, Keszthely.
- JENSER, G. (1995): A tripszek szerepe a paradicsom bronzfoltosság vírus terjedésében. *Növényvédelem* 31 (11), 541 - 545.

- JENSER, J et al. (1998): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- JENSER, G., et al. (2003): Significance of hibernated *Thrips tabaci* Lindeman (*Thysan., Thripidae*) adults in the epidemic of tomato spotted wilt virus. J. Appl. Ent. 127., 7 - 11.
- JENSER, G., et al. (2009b): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* Linnaeus) a paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) és vektorainak közös gazdanövénye Magyarországon. Növényvédelem 45 (8): 435-437.
- KAPELLER, K. (1962): Vizsgálatok és védekezési kísérletek a kalocsai fűszerpaprika legfontosabb gomba -és vírusbetegségeinek leküzdésére. Doktori Értekezés, Kecskemét-Kalocsa.
- KATHIRESAN, R. – GUALBERT, G. (2016). "Impact of climate change on the invasive traits of weeds." Weed Biology and Management 16(2): 59-66.
- KÁLMÁN, D. (2003): Paprika enyhe tarkulás vírus (Pepper mild mottle virus, PMMoV) izolátumok patológiai, szerológiai és molukuláris biológiai jellemzése. Doktori Értekezés Keszthely
- KUMAR, S, et al. (2006): Cayenne/American pepper. Handbook of Herbs and Spices.3. 299-312.
- LATHAM, L. J. - JONES, A. C. (1997): Occurrence of tomato spotted wilt tospovirus in native flora, weeds, and horticultural crops. Aust. J. Agric. Res. 359 - 69.
- LEWIS, J. (1973): Thrips, their biology, ecology and economic importance. Academic Press, London and New York, 251-256 pp.
- MCGOVERN, R., - POLSTON, J. – MULLAHEY, J. (1994). "Solanum viarum: weed reservoir of plant viruses in Florida." International Journal of Pest Management 40(3): 270-273.
- MARKHAM, R.- SMITH, K M. (1949): Parasitology. Copyright © Cambridge University Press, . Cambridge.
- MARCHOUX, G., et al. (1991): Detection of tomato spotted wilt virus and transmission by *Frankliniella occidentalis* in France. Plant Pathol. 40, 347 - 351.
- MÁRTONFFY, B.(1999): Paprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- NAGY GY, - LIGETI, L. (1972): A *Lycopersicum* vírus 3, dohányültetvényeink új, veszedelmes kórokozója. Dohányipar, 1: 41 - 43.
- PAPPU, H.R., et al. (1998): Plant Disease 82
- PETROCZI, I. (1956): A fűszerpaprika gyűrűsfoltosságát előidéző mozaik-vírusok Magyarországon. Növénytermelés 5, 87-94.
- PETROCZI, I. et al. (1982): Szántóföldi növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- ROD, J. et al. (2005): A zöldségfélék betegségei és kártevői. Biocont Laboratory Kft, Brno.

- SATYAPRAKASH, B. et al. (2022): Breeding peppers for industrial uses: Progress and prospect. *Industrial Crops and Products*. 178.
- SOLYMOSY, F. (1958): Tanulmány a fűszerpaprika újhítségének etiológiájáról és patológiájáról. Kandidátusi Értekezés, Budapest 1-180.
- SVOBODOVÁ, B. – KUBAN, V. (2018). "*Solanaceae*: A family well-known and still surprising." *Phytochemicals in Vegetables*: 296-372
- Dr. SZALAY-MARZSÓ, L. 1969: Levéltetvek a kertészetben. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- SZABÓ, K. A. (2021). Invazív gyomok és levéltetvek kapcsolata, szerepük mint növényi vírusrezervoárok, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem.
- SZÁNTÓNÉ, M. (2012): Az őszi búza rovarkártevői. *Őstermelő - Gazdálkodók Lapja* 2012/5 lapszám
- SZÉNÁSI, Á. et al. (2001): A paradicsom bronzfoltosság vírus (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV) kimutatása dohánytripsz (*Thrips tabaci* Lindeman) egyedekből. *Növényvédelem*. 37 (7), 337 – 340
- SZEPESSY, I. (1977): Növénybetegségek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SZIRMAI, J. (1941): A fűszerpaprika leromlását megindító újhítségnek nevezett vírusbetegségről. *Növényegészségügyi Évkönyv* 1, 109-133.
- TOBIAS, I. et al. (2017). "Virus diseases of pepper (*Capsicum annuum* L.) in Hungary." *Agriculture and Food*.
- VASZINÉ, K. C. et al. (2006): *Frankliniella occidentalis* (Pergande) és a *Thrips palmi* Karny elterjedésének felderítése, összekapcsolva a tospovírusok elterjedésének felülvizsgálatával Magyarországon (2002-2004). *Növényvédelem*. 42: 365-370.
- VIJAY, A. et al. (2023). Functional genomics to understand the tolerance mechanism against biotic and abiotic stresses in *Capsicum* species. *Transcriptome Profiling*, Elsevier: 305-332.
- WIJKAMP, I. et al. (1995): Distinct level of specificity in thrips transmission of tospoviruses. *Phytopathology*. 85, 1069-1074.
- ZAITLIN, M. – ISRAEL, H. W. (1975): Tobacco mosaic virus (type strain). C. M. I. / A. A. B. Description of Plant Viruses. No. 151.
- ZATYKÓ, L. et al. (1979): Paprika termesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- ZATYKÓ, L. (1993): Paprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- YESIL, S. – GÖMLEKLI, Ö. (2021). "Determination of prevalence and reservoir weed species of tomato spotted wilt tospovirus-tswv on peppers grown in greenhouses in Kumluca district of

Antalya, Turkey." Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 9(sp): 2565-2570

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: SZILI MARTIN
A Hallgató Neptun kódja: P3HKA
A dolgozat címe: PAPRIKA-GYOMTÖVÉNYEINEK SZEREPE A VIRUSOK TERJESZTÉSÉBEN
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: NÖVÉNY VÉDELMI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe.

Kelt: 2023 év 11 hó 8 nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

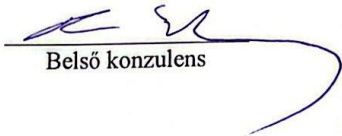
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A SZILI MARTIN (név) (hallgató Neptun azonosítója: P3H1KHA)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre
javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023 év május hó 8 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.