



**Pannon Egyetem
Georgikon Kar
Kari Tudományos Diákköri
Konferencia**

2012



**Gabonanövények természetes vírus rezisztenciájának és
járványtanának a vizsgálata**

Készítette: Kelemen Andrea

Témavezető: Dr. habil. Takács András Péter Egyetemi docens

<< Növényvédelmi Intézet >>

PANNON EGYETEM
GEORGIKON KAR, KESZTHELY
Növényvédelmi Intézet

Intézetigazgató:
Dr. habil. Takács András Péter
Egyetemi docens

Konzulens:
Dr. habil. Takács András Péter
Egyetemi docens

Társkonzulens:
Apró Melinda
PhD hallgató

Gabonanövények természetes vírus rezisztenciájának és járványtanának a vizsgálata

ITDK dolgozat

Kelemen Andrea
Növénytermesztő-mérnök (Bsc) szak

Keszthely
2012

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1. A gabonát károsító fontosabb vírusok	6
2.1.1. Árpa csíkos mozaik vírus (<i>Barley stripe mosaic virus</i> , BSMV).....	6
2.1.2. Árpa sárga törpeség vírus (<i>Barley yellow dwarf virus</i> , BYDV)	7
2.1.3. Búza csíkos mozaik vírus (<i>Wheat streak mosaic virus</i> , WSMV)	9
2.1.4. Búza törpülés vírus (<i>Wheat dwarf virus</i> ,WDV).....	11
2.1.5. Rozsnok csíkos mozaik vírus (<i>Brome streak mosaic virus</i> , BStMV).....	12
2.1.6. Rozsnok mozaik vírus (<i>Brome mosaic virus</i> , BMV)	13
2.2. Gabona vírusok elleni védekezés lehetőségei	14
3. Anyag és módszer	17
3.1. A vizsgálat anyaga	17
3.2. Vizsgálati módszerek	17
4. Eredmények	20
4.1. Az áprilisban gyűjtött minták eredményei	20
4.2. A 2011 júniusában gyűjtött minták eredményei	22
4.3. A 2011. év vizsgálati eredményeinek összefoglalása	25
4.4. Gabona vírusok járványtanának összehasonlítása 2009-2011-ig.....	26
5. Következtetések, javaslatok	28
6. Összefoglalás	30
7. Köszönetnyilvánítás	32
8.Irodalomjegyzék.....	33

1.Bevezetés

A szántóföldön termesztett kalászos gabonák közül a búza (*Triticum aestivum*) a legnagyobb területen termesztett növény. Közel 70 országban termesztik. Vetésterülete világviszonylatban 245-250 millió hektár. Elterjedését segítette, hogy a legkülönbözőbb ökológiai feltételekhez alkalmazkodott. A trópusok, sivatagok és a sarkvidéki területeken kívül mindenhol termesztik. Északon a hideg szab gátat fejlődésének, délen a vernalizáció hiánya miatt nem képes megfelelően fejlődni. Hazánkban évente 1 millió 200 ezer hektárra tehető a búza vetésterülete. Termés átlaga 5-6 t/ha. A *Triticum aestivum* faj formagazdag és alkalmazkodó képes, ismert a tavaszi és őszi változata. A termesztésének a többi gabonához képest minden korban nagy jelentősége volt. Már a történelem hajnalán az ember felismerte, hogy a búza tápértéke nagyobb az összes többi gabonáénál (Jolánkai 2005).

A búza termesztésének célja mindmáig általánosan az emberi táplálkozási igények kielégítése. Magyarországon az őszi búza zömét élelmezési céllal termesztik. Az emberi táplálkozás mellett jelentős mennyiséget tesz ki az állati takarmányozás, amelynek része a takarmány feldolgozóipari felhasználás. Ez elsődlegesen a magvak endspermiumának két fő komponense a fehérje-, illetve a szénhidrát tartalmú anyagok kinyerésére és további feldolgozására irányul. Felhasználása az élelmiszeriparban főként őrlemény formájában történik. Lisztjéből számos terméket állítanak elő többek között kenyeret, kekszet, száraztésztát, keményítőt és vitális glutént. Hazánkban az egy főre jutó liszt felhasználás meghaladja a 100 kg-ot évente. Hazánkban jelentős a vetőmag előállítás.

A búza termesztésében az áttörés a XIX. század második felében következett be. Megjelent a gépesítés, amely lehetővé tette a talajművelés minőségi javulását. A másik jelentős lépés a növénytaplálás és növényvédelem fejlődése, valamint a genetika és a fajtanemesítés előretörése jelentette (Horváth 1999).

A gombabetegségek mellett az elmúlt években a vírusos betegségek kártétele is egyre inkább növekszik. A jelenlegi ismeretek szerint vírusok a világ minden részén előfordulnak. Csupán Európában mintegy ezer növényi vírusbetegség ismert. A növényi vírusok által előidézett termésveszteség hatalmas károkat okoz az egész világon (Horváth 1999). A vírusok ellen hatékonyan csak a betegség megelőzésével tudunk védekezni. Ezért kiemelkedően fontos a gabonatermesztésben a vírusok elleni rezisztencia nemesítés hisz a búza adja a világ gabonatermesztésének jelentős részét.

Szakdolgozatomban célul tűztem ki a Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft kecskés telepéről származó gabonanövények természetes vírusfogékonyságának és járványtanának a vizsgálatát. Célunk a 2011-ben gyűjtöttünk mintákat vírushatározottságának DAS ELISA vizsgálatokkal történő meghatározása. Továbbá a különböző időpontokban gyűjtött minták vírus fertőzöttségének az összehasonlítása és ezzel a kórokozók terjedésének a megállapítása. Várható eredményeinket a korábbi évek vizsgálati adataival összevetve választ kaphatunk az elmúlt években a gabonavírusok járványtanában bekövetkező változásokra.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A gabonát károsító fontosabb vírusok

2.1.1. Árpa csíkos mozaik vírus (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV)

Az árpa csíkos mozaikvírus (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV) 1910-óta ismert, de csak az 1950-es években az USA-ban izolálta McKinney egyértelműen a kórokozót (McKinney 1951). Magyarországon Milinkó és Remete (1984)-ben írták le. A legsúlyosabb eddig regisztrált kártétel 35% körüli volt. A vírusnak mintegy 20 törzse ismert, amelyeket a gazdanövényen okozott tünetek típusa és erőssége alapján különítenek el (Fischl 1991).

A BSMV a *Virgaviridae* család *Hordeivirus* nemzettségébe tartozó korokozó. Multikomponensű RNS vírus. A vírusrészecskék rövid egyenes pálcika alakúak és 110-160x20-25 nm nagyságúak. A stabil virionok növényi szövetnedvben napokig képesek megőrizni fertőzőképességüket. A köpenyfehérje-alegységek 22×10^3 nagyságúak. A BSMV 3,8-4% nukleinsavat és 96% fehérjét tartalmaz (Horváth 1999). A kórokozó replikációja és részecskéinek tömeges felhalmozódása a citoplazmában történik. A fertőzött sejtek torz kloroplasztiszokat fejlesztenek (Jackson és Lane 1981; Milinkó és Remete 1984; Habili és mtsai. 1987).

A virionok belsejében három pozitív szálú RNS található. A BSMV genomjában 7 nyitott leolvasási szakasz úgynevezett ORF van. Az egy cisztronos RNS a kódolja a polimeráz enzimet (RDRP). Az RNS b-ben 4 nagyobb ORF van. Az 5' ORF a genomi RNS-ből származik és a köpenyfehérjét (CP) kódolja. A 3. ORF alkotja a hármas gén együttest „triple gene block”-ot (TGB). A TGB1 fehérje az sgRNS b-ből (szubgenomi) fejeződik ki. A TGB2 és TGB2' (a kisebb transzláció leolvasó termék) és a TGB3 fehérje a sgRNS b2-ről íródik át. Az RNS g két cisztronos. A 5' ORF (ga) a genomi RNS-ből fejeződik ki és a polimeráz alegysége az RDRP-nek. A 3' ORF (gb) az sgRNSg-n keresztülíródik át (Soloyev és mtsai. 1996; Stenger és mtsai. 1998).

Ez a vírus elsősorban az árpát fertőzi, de kisebb mértékben fertőzheti a búzát, zabot, rozst, kölest, kukoricát, cirkot és még számos pázsitfűféle kultúrnövényt és gyomot is. A fertőzés hatására csökken a növények asszimilációs tevékenysége, a pollen és az embrió gyakran sterillé válik. A fertőzött növények kalászaiban kevesebb szem képződik, kisebb az 1000 szem tömeg és a növényenkénti kalász szám is (Fischl 1991).

Az árpa csíkos mozaik vírus szisztemikus fertőzésének hatására sárga mozaik tünete fejlődik ki, amely a klorofill tartalom jelentős csökkenésével jár együtt (Gáborjányi 1986). A vírufertőzött növények fejlődésükben vissza maradnak és merev felálló levelekkel rendelkeznek. A vírus késő őszi vetéseket fertőzi. A fogékony, gyenge fejlődésű rosszul termékenyülő növények termés csökkenése a 65-76%-ot is elérheti. Az BSMV legfontosabb primer fertőzési forrása és egyben terjesztője is a vírufertőzött vetőmag (Milinkó és Remete 1984).

2.1.2. Árpa sárga törpeség vírus (*Barley yellow dwarf virus, BYDV*)

Az árpa sárga törpeség (*Barley yellow dwarf virus, BYDV*) vírus a termesztett gabonaféléink általánosan elterjedt betegsége. A BYDV világszerte az egyik legnagyobb károkat okozó növényvírus (Rochow 1977; Harrison 1984). A vírust Oswald és Houston (1951 1953a,b) írták le először. 1951-ben Kaliforniában a BYDV által okozott kár elérte a 10%-ot (Fischl 1991). A kórokozó mechanikai úton nem vihető át, elsősorban levéltetvekkel perzisztens módon terjed. Rochow (1969) a vírus négy törzsét különítette el a vektor specifikusság alapján.

A BYDV *Luteoviridae* család *Luteovirus* nemzettségébe tartozik. A virionok ikozaéder szimmetriával és 25 nm-es átmérővel rendelkeznek (Horváth 1999; Miller és mtsai. 2002).

Ezt a vírubetegséget először az őszi árpán Szirmai (1967), majd öt évvel később 1972-ben őszi búzán Szunics és Szunics (1980), diagnosztizálta hazánkban. A későbbiek folyamán a kórokozó fellépését kukoricán (Milinkó és mtsai. 1984) és rizsen (Pocsai és mtsai. 1985) is megállapították. 1982-ben a vírubetegség fellépése egész országrészekre kiterjedt. Fejér megyében az őszi árpa vetések kétharmad része a bokrosodási stádium után kiszántásra került a vírufertőzések miatt (Pocsai és mtsai. 1983).

A betegség a fertőzött növényeken megfigyelhető sárga törpeség tünetéről kapta a nevét, amely a tavaszi árpán a legjellegzetesebb.

A vírus a növények floém rendszerében található, terjesztésében különböző levéltetvek vesznek részt. A betegséget előidéző vírust a vektor specifikussága alapján különböző törzsekre osztották. Máig a vírus 5 törzsét különítették el. Közülük a *Rhopalosiphum maidis* vektorral terjedő törzset ma már önálló vírusként tartják nyilván, a másik 4 törzs a tulajdonképpeni árpa sárga törpeség vírus. A vírus vektor kapcsolat perzisztens. A vírus törzsek elnevezését a fő vektorként megjelölt levéltetűfajok kezdőbetűiből alkotják (*R. padi* - RPV, *R. maidis* - RMV, *Sitobion* (korábban *Macrosiphum) avenae* - MAV, *Schizaphis graminum* - SGV, *R. padi* és *S. avenae* - PAV) (Mumford és mtsai. 2004).

A virionok pozitív, egyszálú RNS-t tartalmaznak, amelynek 28 %-a nukleinsav és 72%-a fehérje, amelyet köpenyfehérje vesz körül. Az RNS molekula 5665-5964 bázispár (bp) hosszú. Az RNS genom 5' és 3' végei VPg-t (genomhoz kötött protein) ill. polyA-t nem hordoznak (Miller és mtsai. 1988, 1997, Liu és mtsai. 2007). A BYDV-PAV és BYDV-MAV genomjai 6 nagyobb nyitott leolvasási szakaszt (ORF-t) tartalmaznak. Az RNS genomból csak az ORF1 és ORF2 íródik át. Az ORF1 néhány bázispár hosszan átfedi az ORF2-t, amelyben az RNS-től függő RNS polimeráz van. Ez esetben az ORF1-hez tartozó fehérje szintézise még nem ér véget, de az ORF2 már megkezdte a működését (Mayo és Ziegler-Graff 1996; Kervarrec-Helloco és mtsai. 2002, Miller és mtsai. 1995, 2002).

Oswald és Houston (1953b) 55 egyszikű növényfajt vizsgálva 36 fajt írt le a vírus gazdanövényéül. A vírus fertőzi az árpán kívül a búzát, zabot, kukoricát, rizst (Szeőke és mtsai. 2005). A vírusbetegség nem a jól fejlődő zárt állományokban fertőz, hanem a kiritkult gabona táblákban, ezen kívül a nemesítő telepeken ahol a nemesítő munkamódszerek megkövetelik a ritka töállást. Az árva kelések a legbiztosabb lelőhelyei és kiindulási pontjai is egyben a sárga törpeségnek (Milinkó és Remete 1984).

A fertőzés következtében részleges sterilitás lép fel, csökken a növényenkénti kalász szám, kisebb lesz a magok mérete és súlya is. Különösen fontos hogy a vírussal fertőzött növények gyakran fogékonyabbá válnak a gombabetegségek iránt. A betegség tünetei rendkívül változatosak és könnyen összetéveszthetők a tápanyag hiányok és kedvezőtlen termesztési feltételek okozta károsodásokkal (Fischl 1991). A vírust a vektorok hosszú ideig hordozzák továbbá élő fűféléket is fertőz, ezáltal biztosítja fennmaradását az eltérő időjárási és növénytermesztési módok ellenére is.

A legjelentősebb vektora az *R. padi* amely nagy számban fordul elő árvakelésekben és őszi vetéseken. Magyarországon az árvakelések a legfontosabb primer fertőzési források. A vírus hazánkban nagyrészt az őszi vetésű gabonákon telel át (Nagy és Milinkó 1986). Ha a fertőzés korán létrejön, a kár elérheti a 100%-ot is (Fischl 1991). A vírus sem mechanikai úton, sem maggal, sem a talaj közvetítésével nem vihető át. Egyedüli terjesztői a levéltetvek. Öt levéltetű fajról ismeretes a vírusközvetítés, de kettő végzi a tömeges fertőzéseket, a Zselnicemeggy levéltetű (*R. maidis*) és a gabona levéltetű (*Macrosiphum avenae*). Mindkét faj tömegesen él nálunk. Ezek a levéltetvek aránylag késő tavasszal jelennek meg s szaporodnak el az árpán és a kukoricán. Az árpa levágása után a kukoricán tartják fenn magukat, innen vándorolnak a frissen kelő őszi árpavetésekre. A vírust hosszú ideig hordozzák, magukban ezzel biztosítják a folyamatos virulenciát. Az árpa fertőzése ősszel megy végbe, a fertőzés után 2-3 hét múlva észrevehetőek a tünetek.

Korai fertőzés esetén a kár elérheti a 30-50%-ot is, fogékony fajták esetén ennél nagyobb is lehet (Szirmai 1967).

A kórokozó elleni védekezésnél egyaránt fontos a termesztés során rezisztens fajták használata és a vírusvektorok elleni védekezés.

2.1.3. Búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV)

A búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) a gabonafélék gazdaságilag jelentős kórokozója. Első leírása az Egyesült Államokból Mckinney-től ered (Brakke 1971). A sárga mozaiknak is nevezett vírusbetegség jelentős termésveszteséget okozva gyorsan elterjedt a gabonaföldeken (Ashworth-Futrell 1961; Atkinson-Grant 1967).

A kórokozó Magyarországi megjelenése a '80-as évekre tehető. Üvegházi körülmények között Pocsai (1985), szabadföldön Nyitrai és Gáborjányi (1988) figyelte meg elsőként a tüneteket.

A vírus a *Potyviridae* család, *Tritimovirus* nemzetségbe tartozik. Pozitív szálú RNS-vírus. A hajlékony, fonal alakú virionok 690-700 nm hosszúak és 11-15 nm szélesek, helikális szimmetriájúak. A virionok fonalas, pozitív, egyszálú RNS-t tartalmaznak. A virionok egy nagyobb szerkezeti fehérjét, köpenyfehérjét (40-47x103 Da) tartalmaznak. Az RNS szál 5' végén pedig VPg található (Rabenstein és mtsai. 1999; Schweitzer és Kingsmore 2001).

A WSMV-vel fertőzött sejtek citoplazmájában hengeres zárványok és aggregálódott virionok halmozódnak fel. Ezek a hengeres zárványok nagyon hasonlóak a *Potyviridae* családba tartozó más vírusfajok által okozott zárványtestekhez (French és Robertson 1994).

A vírus replikációja a citoplazmában történik. A WSMV egyszálú (+) RNS genom, amely 7618-9384 nukleotidot tartalmaz. Az első 85-205 nukleotid nem kódoló régiót, egy hosszú leolvasási szakasz követi, amelyről egyetlen (350-360 kD) hosszú poliprotein prekursor íródik át, amelyet a vírus által kódolt proteázok vágnak el a transzláció után funkcióképes fehérjékké (P1, HC-Pro, NIa-Pro). A génkifejeződés szabályozását valószínűleg a különböző fehérjék időben eltérő megjelenése teszi lehetővé. Az egyes fehérjék akár több funkciót is képesek ellátni. WSMV 10 géntermékre osztható fel. A P1 fehérje proteolitikus aktivitású és transzport-fehérje funkciót is betölthet. A második végtermék az úgynevezett helper komponens, HC-Pro mely az atkákkal történő átvitelt segítő fehérje szintén többfunkciós jellegű, nemcsak a vektorátvitelben van szerepe, hanem a floémában történő transzportban is. A harmadik polipeptid (P3 protein) szerepe jórészt ismeretlen. Részt vehet a proteolitikus hasítás szabályozásában, valamint nélkülözhetetlen a sikeres vírushasításához. A henger vagy forgó kerek alakú citoplazmikus zárványfehérje (CI) a *Tritimovirusok* legjellemzőbb terméke helikáz-aktivitású. A kis sejtmagi zárványfehérje (NIa) proteáz-aktivitású, és felelős a poliprotein nagyobb részének hasításában. A genomhoz kötött

protein (VPg) az RNS pozitív szálak szintézisének megindításához szükségesek. A nagy sejtmagi zárványfehérje (NIb) az RNS-től függő RNS- polimeráz, ami a CI, a VPg (NIa) fehérjékkel együtt a replikációs komplex egyik tagja. A hosszú polipeptidlánc utolsó származéka a kapszid- vagy köpenyfehérje (CP). Szerepe van a nukleinsav védelmében továbbá a gazdaspecifitásban és a levéltetűvel történő átvitelben (Stenger és mtsai. 1998; Horváth és Gáborjányi 1999; Schweitzer és Kingsmore 2001).

A kórokozó gazdanövényköre csak az egyszikű növényekre terjednek ki. A búzát, zabot árpát kukoricát is fertőzi. (Szeőke és mtsai. 2005).

A vírus a leveleken, jellegzetes szisztemikus mozaiktüneteket okoz. A levelek csíkozottá válnak, amit a növények törpülése követ. A vírus mechanikailag és atkákkal (*Aceria tulipae*) is terjed (Szeőke és mtsai. 2005).

A vírus elleni védekezésnél fontos a rezisztens fajták termesztése és a vektorok elleni védekezés valamint az egyszikű gyomgazdák irtása.

2.1.4. Búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV)

A búza törpülés vírust (*Wheat dwarf virus*, WDV) Vacke észlelte és írta le először 1961-ben Csehszlovákiában (Vacke 1961). Magyarországon az 1980-as évek végén vált ismerté. 1988-ban Martonvásáron, búzáról írták le (Gáborjányi és mtsai. 1988; Gáborjányi és Bisztray 1989). Az egész világon és hazánkban is súlyos károkat okozó vírusos betegség.

A vírus *Geminiviridae* család, *Mastrevirus* nemzetségbe tartozik. Egyszálú DNS-vírus. A WDV-nek két törzse ismert, amelyeket búzáról és árpáról izoláltak. Mindkét törzs a *Poaceae* családba tartozó növényeket fertőzi (Jezewska 2001, Tóbiás 2008). Ez a búza és az árpa törzs. A vírus ikerpartikulumú virionokkal (kb. 18x30 nm) rendelkezik, amelyekben a vírus genom kör alakú és egyszálú DNS molekulából áll. Az ikervirionok egyféle szekvenciájú DNS-t tartalmaznak. A virion egyszerű strukturális fehérjeköpennyel rendelkezik, amelynek molekulatömege $28-34 \times 10^3$ (Pringle 1998). A búza törzs esetében 2750 bázisból áll, az árpa törzs esetében 2734 bázis hosszúságú. A genom 4 fehérjét kódol, amelyek két részre oszthatók. Az egyikbe tartoznak a virusszállról másolódó (V-sense) V1 és V2 gének, melyek a mozgásfehérjét (MP) és a köpenyfehérjét (CP) kódolják. A másik csoportba a komplementer szállról másolódó (C-sense) CI és C2 gének tartoznak, amelyek a replikációban szerepet játszó RepA és Rep fehérjéket kódolják (Gutterrez 1999). A vírusgenomon két, különböző hosszúságú nem kódoló szakasz is található. A

hosszú nem kódoló régió (long intergenic region, LIR) és a rövid nem kódoló régió (short intergenic region, SIR). A nem kódoló szakaszok olyan szekvencia elemeket tartalmaznak melyek a replikációban és az átírásban fontos szerepet játszanak (Bendahmane és mtsai. 1995; Guitierrez 1999). A termesztett gabonaféléinket és több egyszikű növényt is fertőz (Szeőke és mtsai. 2005). A tünetek könnyen összetéveszthetők az árpa sárga törpeség vírus által előidézett tünetekkel. Gyakori a búza törpeség és az árpa sárga törpeség vírusok együttes fertőzése (Szeőke és mtsai 2005).

A fertőzött növények törpülnek, sárgulnak csokrosodnak. Barnás foltosság, a levelek kanalasodása és a kalászosítás hiánya jellemző (Gáborjányi és mtsai 1988). Súlyos esetben elmarad a kalászosítás (Szeőke és mtsai. 2005).

A vírus mechanikai úton nem vihető át, továbbá maggal sem terjed. Átvitelében a kabócák (*Psammotettix alienus*) vesznek részt (Szeőke és mtsai 2005). A kórokozó a kabócákkal cirkulatív módon terjed (Horváth 1995). A *P.alienus* hazánkban mindenütt előfordul a leggyakoribb kabócáink egyike (Sáringer 1988).

A kórokozóval szembeni védekezésnél fontos a rezisztens növények használata, továbbá a vírusvektorok elleni védekezés.

2.1.5. Rozsnok csíkos mozaik vírus (*Brome streak mosaic virus*, BStMV)

A rozsnok csíkos mozaik vírust (*Brome streak mosaic virus*, BStMV) először Jugoszláviában diagnosztizálták rozsnok és árpa fajokon 1980-ban (Götz és Maiss 1995).

A BStMV a *Potyviridae* család, *Tritimovirus* nemzetségébe tartozik. A hajlékony fonál alakú virionok 11-15 nm átmérőjűek, hosszúságuk 650-900 nm. A nemzetség vírusfajai egyszálú, lineáris RNS-t tartalmaznak. A virionok köpenyfehérjéjének (CP) molekulatömege $30-40 \times 10^3$ Da, mely 20-25% nukleinsavat továbbá 75-80% fehérjét tartalmaz (Lapierre 2004). A BStMV 9672 nukleotid hosszúságú, mely tartalmaz egy a 3'-terminális poli (A) sorozatot, egy 5'-a nem kódoló régiót, és egy nagy nyitott leolvasási keretet (ORF). 3'-terminális poli (A) sorozat tartalmaz továbbá egy nem kódoló régiót. Itt található a funkcióképes nukleáris fehérjék Nia (NIA-VPg, NIA-Pro, proteáz), P1 (N-terminális proteáz), HC-Pro (helper komponensű proteáz), CI (helikáz aktivitású citoplazmikus zárványfehérje), továbbá két kis fehérje a 6K1 és a 6K2, valamint a köpenyfehérje (CP). A genom replikációja megegyezik a *Potyviridae* család vírusainak stratégiájával (Götz és Maiss 1995).

A fertőzött növényekben intracelluláris, hengeres, forgókerék, ill. tőkerék formájú zárványokat képeznek, melyek nem tartalmaznak virionokat. A virionok a citoplazmában találhatók (Horváth 1999).

A kórokozó szűk gazdanövénykörrel rendelkezik, elsősorban a pázsitfűféléket fertőzi. Gazdanövényei közé olyan kultúrnövények tartoznak, mint a búza, zab, rozs és árpa (Lapierre 2004).

A vírus tünetei a levélen sárga klorotikus csíkok és foltok. A vírus mechanikai úton és levél atkákkal (*Aceria tulipae*.) könnyen átvihető (Milicic és mtsai. 1982).

A kórokozó elleni védekezésnél rezisztens fajták használatát és a vektorok elleni okszerű védekezést kell figyelembe venni.

2.1.6. Rozsnok mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV)

A rozsnok mozaik vírust (*Brome mosaic virus*, BMV) először McKinney és mtsai (1942) írták le, amely elsősorban a fűféléket fertőzi.

Magyarországon a vírus 1986 óta ismert (Szirmai 1986).

A vírus *Bromoviridae* család *Bromovirus* nemzettségbe tartozik. A nemzetség az egyik legfontosabb természetes gazdanövényéről a *Bromus inermis*-ről kapta a nevét (Sutić és mtsai. 1999). A BMV három részre osztott genomja összesen 8243 nukleotidot tartalmaz. A virionok belsejében három pozitív szálú genomi és egy szubgenomi egyszálú RNS molekula található (Érsek és Gáborjányi 1998). A nehéz komponensben a leghosszabb szál az RNS-1 enkapszidálódik ennek nagysága 3,2 kilobázis (kb). A közepes gyorsasággal ülepedő virionokban két nukleinsav is enkapszidálódik ezek az RNS-3 (2,1kb) és egy szubgenomi RNS (0,9kb). A leglassabban ülepedő komponens, csak egy nukleinsavat tartalmaz, ez az RNS-2, amely 2,9kb nagyságú. Minden egyes RNS beleértve a szubgenomi RNS-t is a 7mG sapka kezdő szekvenciáit hordozza, míg a 3'-végeik tRNS szerűek (Roossinick és mtsai. 2000). A replikáció érdekessége, hogy minden nukleinsav önállóan kódolja egy-egy fehérje szintézisét. Mindössze az RNS-3 tartalmaz 2 gént. Így az információ átadás a genom osztottságával szinte teljesen megvalósul mindössze a köpenyfehérje (CP) termeléséhez szükséges a kis szubgenomi RNS szintézise. A fehérje termékek közül az RNS-1 feltehetően a helikáz enzimet (109 kD) kódolja, az RNS-2 terméke valószínűleg a víruspolimeráz (94 kD). Az RNS-3 (32 kD) fehérjeszármazéka még ismeretlen szerepű. A CP 20 kD nagyságú (Ahola és mtsai. 2000, Ahlguist 1999, Chen és Ahlguist 2000, Sullivan 1997, Zlotnick és mtsai 2000).

A fertőzött szövetekben kristályos képződmények, zárványok fedezhetők fel. A fertőzés korai stádiumában a replikáció az endoplazmatikus retikulumban és a sejtmag-hártyában zajlik, a vírus később a citoplazmát fertőzi (Lane 1974, Horváth 1999).

Lane (1974) a *Gramineae* növény családból mintegy 50 fajt és a kétszikűek közül 6 növény családból néhány fajt említ meg a vírus gazdanövényéül.

A BMV a pázsitfű félék veszélyes vírusbetegsége, amely a gabonafélékben is komoly károkat okozhat. A mechanikailag könnyen átvihető vírusbetegségnek a rizstermesztésben is jelentősége van, ahol a csatorna partokon élő fertőzött gyomnövényekből indul ki a fertőzés (Pocsai 1986).

A leveleken sárgásfehér foltok, csíkok sárga mozaik alakul ki. A kórokozó mechanikailag és levélbogarakkal (*Oulema* spp.) egyaránt terjed (Pribék 2005).

A leghatásosabb védekezés a vektorok elleni küzdelem, illetve rezisztens fajták termesztése.

2.2. Gabona vírusok elleni védekezés lehetőségei

A növényi betegségeket előidéző kórokozók (baktériumok, gombák, vírusok) jelentős gazdasági károkat okoznak (Gáborjányi 1986). A vírusok sejtekbe jutása passzív folyamat, ugyanis nincsenek olyan enzimjeik, amelyek lehetővé tehetnék a növényi sejtekbe történő aktív bejutást. A vírusok átvitele egészséges növényekre történhet állat vektorokkal vagy állat vektorok nélkül (Horváth 1999).

A vírusbetegségek ellen két formában védekezhetünk. Meggátolhatjuk a vírusfertőzés folyamatát, esetleg a vírus replikációját akadályozzuk meg. A vírus bioszintézist a gazdaszervezet organelumai végzik. A növényvírusok a gazdanövény fehérje és nukleinsav szintetizáló rendszerét parazitálják (Tóbiás 1986).

A vírusok elleni védekezés kidolgozásának alapvető feltétele az adott kórokozó azonosítása, a járvány feltételeinek tisztázása, és az ökológiai viszonyok ismerete. Egy járvány kialakulásához fertőzési forrásra, azaz nagyszámú fogékony növényre, valamint tömeges mennyiségű vírusterjesztő vektorra van szükség. A megfelelő feltételek teljesülése esetén a környezeti tényezők szabják meg a járvány idejét és mértékét. Az évelő vagy áttelelő kultúrákban az árva kelések, és az évelő gyomok gyakran a fertőzés kiindulási helyei. A természetben jelentős a maggal történő fertőzés is. Külső mag átvitel esetén csávázással védekezhetünk, de a belső magátvitelnél ez a módszer eredménytelen. A növénytermesztésben elsősorban vírusmentes szaporító anyag biztosítása a legfontosabb követelmény. Megfelelő fajta megválasztással, azaz lehetőség szerint rezisztens növények termesztésével védekezhetünk a leginkább a kórokozók ellen (Gáborjányi 1998).

A növényvírusok elleni kémiai védekezés még napjainkban is reménytelen vállalkozás, amely egyrészt a kórokozó felépítésétől másrészt az obligát parazitizmusából adódik. A kémiai védekezés elsősorban a vektorok elleni védekezésen alapul. Hatékonysága az átvitel módjától - vagyis hogy perzisztens vagy nem perzisztens módon történik, és a vektorok számától függ. A fertőzés elkerülhető a termesztési viszonyok megváltoztatásával, a levéltetvek megtelepedését elkerülő vetésideővel vagy a kémiai védekezés helyes időpontjának megválasztásával, esetleg a fertőzési forrásként szolgáló gyomnövények megfelelő gyérítésével. Napjainkban az integrált védekezés széles körben alkalmazott. A módszer lényege, hogy minden olyan lehetőséget ki kell használni, amely a növény genetikai adottságaiból adódik. A rezisztens fajták termesztése a leggazdaságosabb és a környezet megóvása szempontjából a legmegfelelőbb is. Számos agrotechnikai módszer is rendelkezésre áll ahhoz, hogy egy járványt és a vele bekövetkező termésvesztést elkerüljük. A harmonikus tápanyag és vízellátás biztosítja a növények természetes ellenálló képességét, a növénytermesztési lehetőségek kihasználása pedig a magas terméshozamokat. Biológiai növényvédelmi módszerek alkalmazásával, azaz hasznos parazita vagy predátor szervezetek felhasználásával csökkenthető a vektorok mennyisége (Érsek 1998).

A károk megelőzésének és a védekezés leghatékonyabb eszközének kell tekinteni a rezisztenciában rejlő lehetőségek tudatos kihasználását (Pocsai 1995). A nemesítés évezredes tudatos emberi tevékenység, melynek során valamely kedvező tulajdonságot homogén populációkban alakítanak ki. Rezisztencianemesítésnél elsősorban a vad fajokba lévő természetes rezisztencia géneket építik be hagyományos nemesítési eljárásokkal a különféle kultúrnövényekbe (Gáborjányi és Tóbiás 1984). A nemesítés fő célja a piacképes jó minőségű, kórokozókval és kártevőkkel szemben ellenálló, jó termőképességű fajták előállítása. Az így kialakított ellenálló képesség lehet nem specifikus (horizontális), amely egy adott kórokozó minden törzse ellen védeltséget ad, és lehet törzsspecifikus (vertikális), ahol az ellenálló képesség a kórokozó egy törzsével szemben eredményes. A genetikailag ellenőrzött vírusrezisztencia két csoportba sorolható. A monogének, vagy poligének által szabályozott kvalitatív lokalizált rezisztencia és a többnyire poligének által szabályozott kvantitatív, nem lokalizálódó rezisztencia (Fraser 1986; Spaar 1992). A fertőzéssel szembeni ellenállóság kialakításának célja a kórokozó távoltartása az egyébként fogékony növénytől. Az egészséges növény tulajdonságain alapul pl. vastag kutikula, szőrözöttség, amelyek meggátolják a fertőzés kialakításáért felelős vektorok tevékenységét. Ezek a képességek nem nyújtanak tartós védeltséget, de az úgynevezett „szabadföldi ellenállóságot” eredményezik. A növények egy része a fertőzésekkel szemben túlérzékeny, azaz hiperszenzitív. A fertőzést követő túlérzékenységi reakció (HR) során gyors lokális nekrosis fejlődik ki. A fertőzött levelek lehullanak ez az úgy nevezett amputációs rezisztencia. A hiperszenzitivitásra irányuló nemesítés napjainkban nagyon elterjedt, általában egy gén által szabályozott. Eredményességét nagyrészt a környezeti

tényezők befolyásolják. Olyan esetekben mikor a kultúrnövényhez közel álló vad fajokból származó rezisztencia gének hiányoznak meg kell elégedni a toleranciával (Horváth és Gáborjányi 1999). Tolerancia nemesítés esetén olyan fajták előállítása kerül előtérbe, amelyek fogékonyak ugyan, de a fertőzést súlyos betegség tünetek és termésveszteség nélkül viselik el. A tolerancia általában együtt jár a kórokozó csökkent mértékű replikációjával. Ez veszélyes is lehet, mert a toleráns növény egyrészt fertőzési forrást jelent másrészt lehetőséget ad a kórokozó túlélésére és új agresszív vírus törzsek kialakulására (Gáborjányi 1999).

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat anyaga

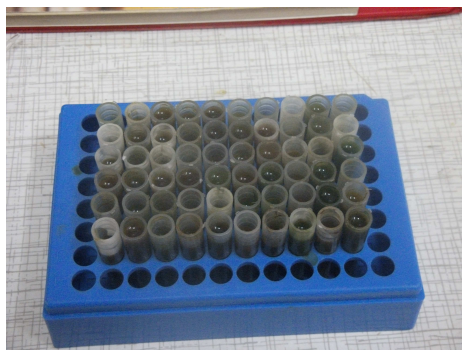
A vizsgálatokhoz 2011.04.18.-án és 2011.06.06-án a Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. területén (Kecskés-telep) gyűjtöttünk tünetmentes és vírustüneteket mutató gabonanövényeket. A mintavétel során 2x60 főként tüneteket mutató mintát szedtünk. A mintákat hűtve szállítottuk a Keszthelyi Növényvédelmi Intézetbe és a vizsgálat elvégzéséig egyesével polietilén tasakokba csomagolva fagyaszttva tároltuk.

3.2. Vizsgálati módszerek

A gabona vírusok kimutatására a DAS EISA módszert alkalmaztuk. A vizsgálatokhoz a LOEWE Biochemica árpa csíkos mozaik vírus (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV), rozsok mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV), búzatörpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV), árpa sárga törpülés vírus (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV), búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus* WSMV), rozsok csíkos mozaik vírus (*Brome steak mosaic virus*, BStMV) antiszérumait használtuk. A vizsgálathoz szükséges gabona mintákból dörzsmozsár segítségével prés nedvet nyertünk (1. és 2. ábra).



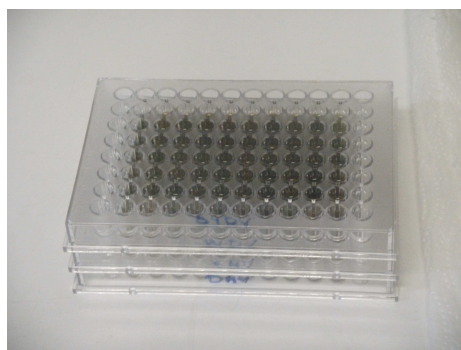
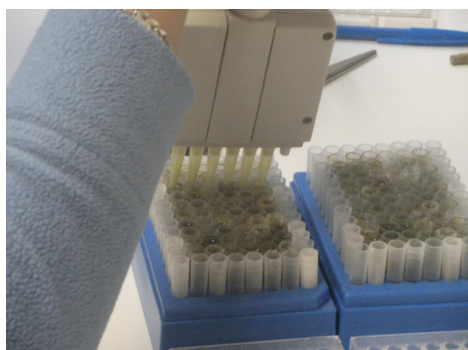
1. ábra: Présnedv kinyerése



2. ábra: Présnedv elhelyezése mikro kémcsőbe.

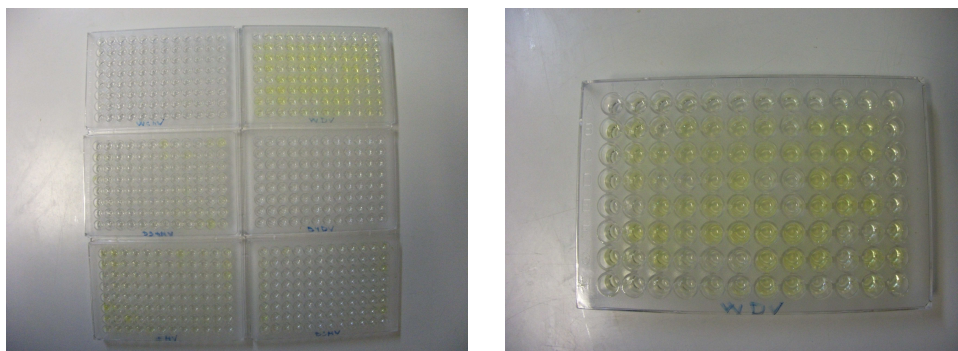
A vizsgálatokhoz mikrotitráló lapokat használtunk, amelyek 96 db 300 µl-es mintahellyel rendelkeznek. Minden cellába 200-200 µl pufferben oldott vírus-specifikus immunglobulin hígított

oldatát pipettáztuk. 4 óra és 37 °C-os inkubálás után vírus-specifikus immunglobulin molekulák a mikrotitráló lapok mélyedéseihez kötődtek. A nem kötődő molekulákat mosó-pufferos öblítéssel eltávolítottuk. Ezt követően a cellákba a növényi présnedveket pipettáztuk (3. és 4. ábra).



3.-4. ábra: Növényi nedvek cellákba pipettázása.

A mikrotitráló lapokat, egy éjszakát 4 °C-os hűtőszekrényben inkubáltuk. Következő reggel a lemezeket mosó-pufferrel többször kimostuk. Ha a minta tartalmazza a vizsgált vírust, akkor kötődik a lemezhez. Ha nem, a cellában levő növényi nedv távozik a mosás során. Amennyiben a minta tartalmazta az általunk vizsgált vírust a mikrotitráló cellákban kötődött immunglobulinhoz kapcsolódtak, a növényi fehérjék és más vírusok eltávoztak a mosás során. Ezután pipettáztuk az immunglobulin konjugátumot. Amennyiben a vírus jelen van a cellában, akkor 4 óra, 37°C történő inkubáció során az enzimmel jelzett immunglobulin a vírus másik feléhez kötődik. A nem kötődött konjugátumot mosó-pufferes mosással ismét eltávolítottuk. Végül az enzim szubsztrátja került a cellákba. A leggyakrabban alkalmazott enzim az alkalikus foszfatáz esetében a szubsztrát para-nitro-fenil-foszfát, amely szintelen vegyület. Az alkalikus foszfatáz enzim a szubsztrát molekulákról lehasítja a foszfát csoportokat, és 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. Ha a minták extinkciós értékei a negatív kontroll extinkciós értékének a háromszorosát meghaladták, akkor tekintettük a vizsgált mintát az adott vírusra nézve pozitívnak (5. és 6. ábra).



5.-6. ábra: A pozitív reakciók színváltozásai.

4. Eredmények

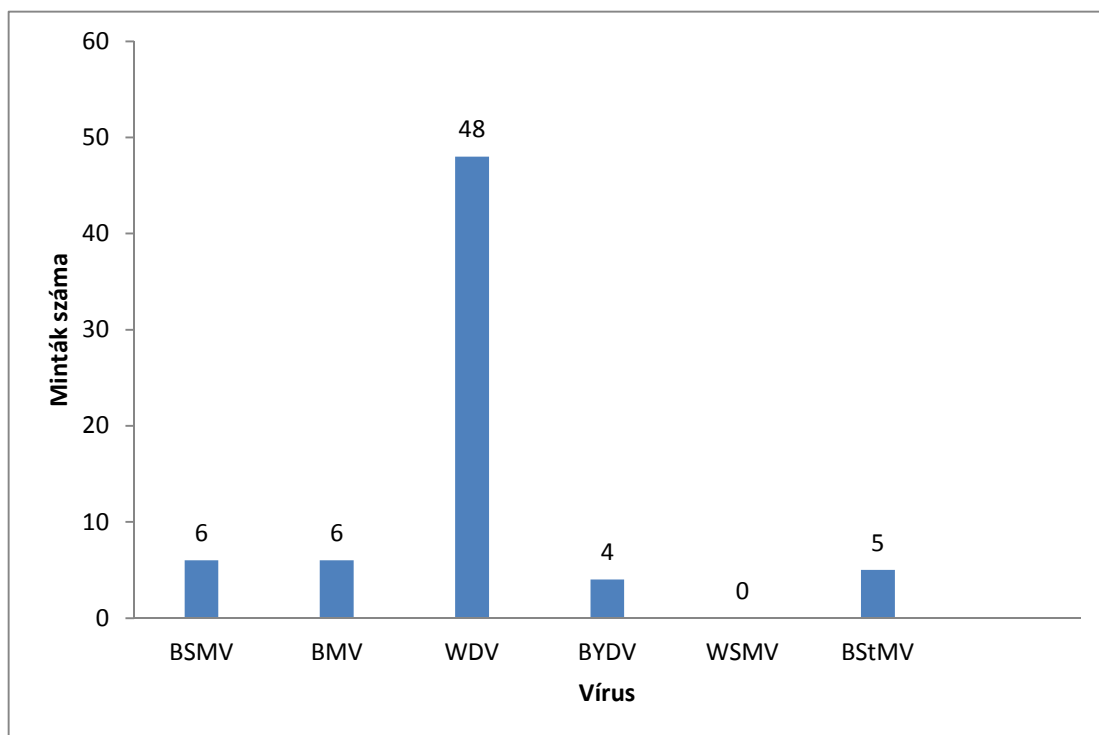
4.1. Az áprilisban gyűjtött minták eredményei

A 2011 áprilisában gyűjtött 60 mintából a vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a WSMV jelenléte nem volt kimutatható. A BStMV (5 db), a BSMV (6 db), a BYDV (4 db) és a BMV (6 db) alacsony mennyiségben voltak jelen a vizsgált mintákban. A WDV (48 db) kimagaslóan nagy mennyiségben volt kimutatható a vizsgálatok során. Komplex fertőzéseket is sikerült diagnosztizálni. A BSMV és a BMV együttes fertőzése, 1 alkalommal volt kimutatható. A BSMV, a BMV és a WDV együttes fertőzése szintén 1 alkalommal volt jelen a vizsgálati mintákban. A BSMV és a WDV komplex szintén 1 alkalommal volt diagnosztizálható. A BMV és a WDV együttes előfordulása 5 alkalommal volt kimutatható. A BMV és a BStMV 1 alkalommal volt jelen, még a WDV és a BStMV 2 alkalommal jelent meg a vizsgálatok során. A BSMV és a BStMV komplex fertőzés megjelenését 1 alkalommal sikerült kimutatni. A 2011 április 4.-én Szegeden gyűjtött minták vizsgálatának az eredményei az 1. táblázatban találhatók. A vizsgált vírusok előfordulásának gyakorisága a 7. ábrán látható.

1. táblázat: 2011. április 4.-én Szegeden gyűjtött minták vizsgálatának az eredményei

ELISA					
BSMV	BMV	WDV	BYDV	WSMV	BStMV
-	+	+	-	-	+
+	-	-	-	-	+
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
+	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	+	+	-	-	-

-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
+	-	+	-	-	-
+	+	+	-	-	-
+	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	+
-	+	+	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	+	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	+	-	+
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	+	-	+
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	+	-	-
-	-	-	+	-	-
+	-	-	-	-	-
-	+	+	-	-	-
-	-	-	+	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	+	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-



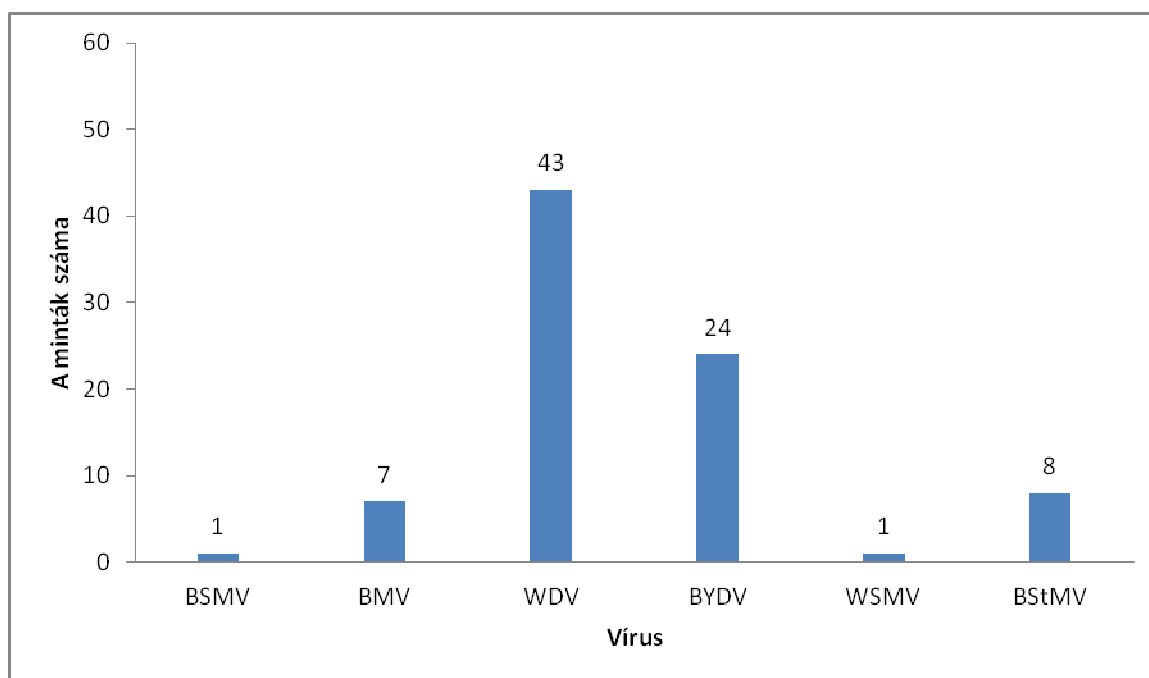
7. ábra a vizsgált vírusok előfordulásának gyakorisága a 2011 áprilisában gyűjtött mintákban

4.2. A 2011 júniusában gyűjtött minták eredményei

A 2011 júniusában gyűjtött mintákból a BSMV (1db) és a WSMV (1db) kis mennyiségben volt kimutatható. A vizsgálatok során a BMV (7db) és a BStMV (8db) is jelen volt. A BYDV (24db) fertőzése közepesnek mondható. A WDV (43db) esetében erős fertőzést tapasztaltunk a mintákban (8. ábra). A vizsgálat során komplex vírusfertőzéseket is igazoltunk. A BSMV, a WDV, és a BYDV együttes 1 alkalommal volt kimutatható. A BMV-t és a WDV-t együttesen 5 alkalommal sikerült diagnosztizálni. A WDV és a BYDV 17 mintában jelentkezett egyidejűleg. A BYDV, a WSMV és a WDV komplex fertőzést 1 esetben sikerült kimutatni. A BStMV, a WSMV, a BYDV és a WDV együttest előfordulását 1 alkalommal sikerült diagnosztizálni. A BStMV és a BYDV közös fertőzése 1 mintában jelentkezett. A 2011. június 6.-án Szegeden gyűjtött minták vizsgálatának az eredményei a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat: 2011. június 6.-án Szegeden gyűjtött minták vizsgálatának az eredményei

-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	-	-	-	+
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	+	+	-	-
-	-	-	+	-	-
-	+	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	+	-	-	-
-	-	+	-	-	+
-	-	+	+	+	+
-	-	-	+	-	+
-	+	+	-	-	-

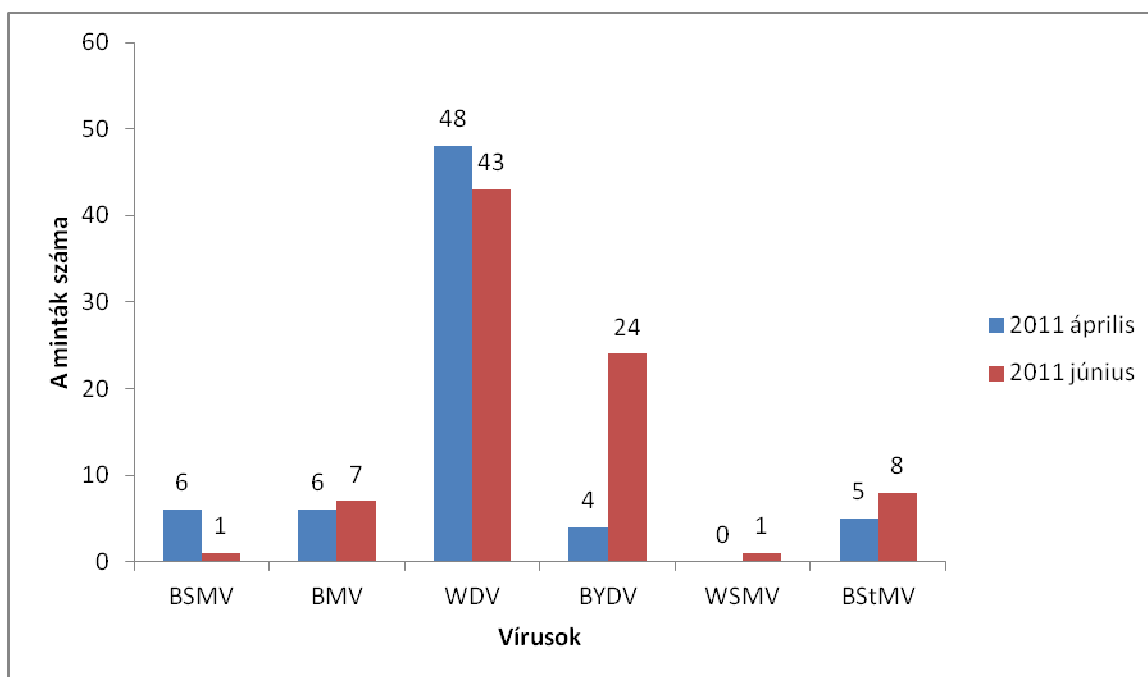


8.ábra a vizsgált vírusok előfordulásának gyakorisága a 2011 júniusában gyűjtött mintákban.

4.3. A 2011. év vizsgálati eredményeinek összefoglalása

A 2011. évi adatok összehasonlításából megállapítható, hogy az áprilisi mintákban búza csíkos mozaik vírus nem volt jelen, de a júniusi mintákban már megjelent a kórokozó. Ez a vírus könnyen átvihető a beteg növényekről egészségesekre nem csak mechanikai úton szövetnedvekkel,

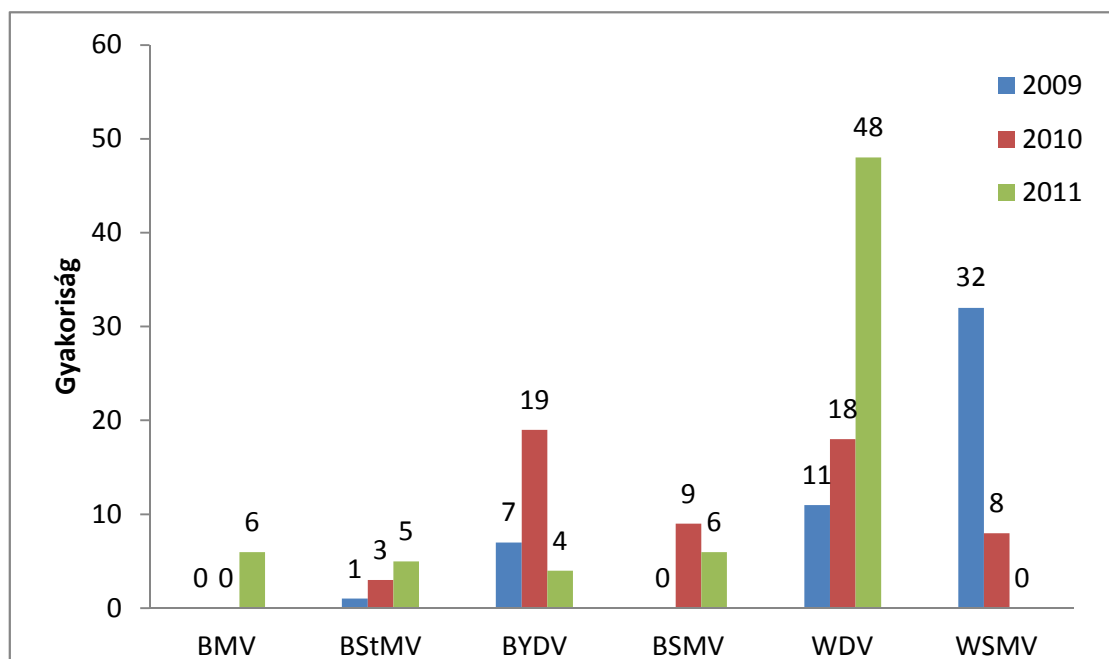
hanem levélatkákkal is. Az árpa csíkos mozaik vírus, rozsnok mozaik vírus, és a rozsnok csíkos mozaik vírus bár kis mennyiségben, de minden időszakban kimutatható volt a vizsgálatok során. A csekély megjelenés ellenére mégsem lehet figyelmen kívül hagyni e vírusok megjelenését. Mindhárom vírus könnyen átvihető mechanikai úton továbbá a BSMV maggal és pollennel is fertőzni képes. A búzatörpülés vírus szintén minden időszakban kimutatható volt. A WDW-vel fertőzött növények száma áprilisban kiugróan magas volt, ez a szám a júniusi mintáknál csökkent, de a fertőzés még így is igen erősnek mondható. Az árpa sárga törpeség vírussal fertőzött növények száma áprilisban alacsony számú volt, de a júniusi mintákban a fertőzött növények száma jelentősen emelkedett (9. ábra).



9. ábra A vírusfertőzöttség alakulása a 2011. év folyamán

4.4. Gabona vírusok járványtanának összehasonlítása 2009-2011-ig.

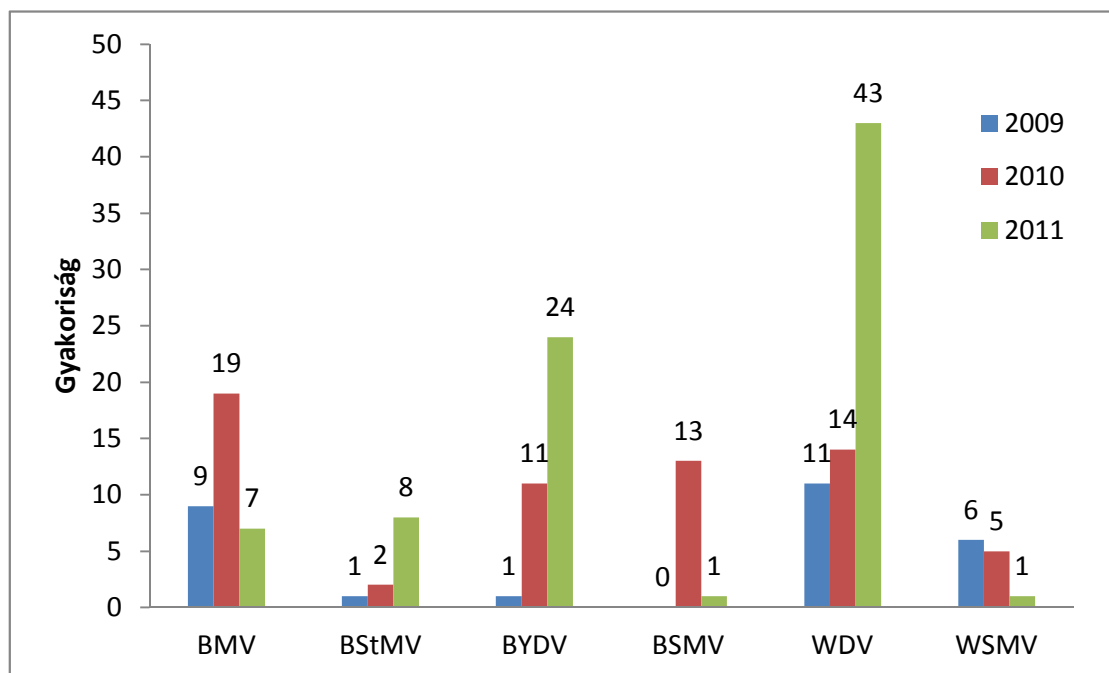
A gabonát károsító legfontosabb vírusok vizsgálata során kimutatható, hogy a 2009. évtől kezdve fokozatosan növekvő tendenciát mutat a fertőzött növények száma. Az áprilisi minták vizsgálata alapján a legsúlyosabb fertőzést a WDV okozta. A kórokozó megjelenése a 2009. évtől kezdve fokozatosan emelkedett. A vírus 2009-ben 11 alkalommal, 2010-ben 14 alkalommal (Apró és mtsai 2010), míg 2011-ben már 48 alkalommal sikerült kimutatni. A WSMV által okozott fertőzések a 2009-es évben magas számba 32db mintában jelentek meg a vizsgálatok során, de a 2011-es mintákban már nem sikerült kimutatnunk a kórokozót. A BMV-t csak a 2011-es mintákban tudtuk diagnosztizálni, 6 alkalommal. A BStMV által okozott fertőzések bár fokozatosan emelkedtek az elmúlt 3 év során, a fertőzött növények száma még így is alacsonynak mondható. A BYDV-vel fertőzött növények száma a 2010-es év során kiugróan magas számot ért el 19 mintában volt kimutatható, a 2009-es évben 7 mintában és a 2011-es évben 4 esetben sikerült diagnosztizálni. BSMV fertőzést 2009 áprilisában nem sikerült kimutatni, de a 2010-es és a 2011-es mintákban, alacsonyabb számban, de már megjelent a kórokozó. Az elmúlt három év áprilisi mintáinak vírusfertőzöttségének alakulása a 10. ábrán látható.



10. ábra: Az áprilisi vizsgálatok eredményei 2009., 2010., 2011. évben.

A júniusi minták vizsgálata során szintén a WDV által okozott fertőzések voltak a legmagasabbak. 2009-ben 11 alkalommal, 2010-ben 14 alkalommal sikerült kimutatni. A

legsúlyosabb fertőzést a 2011-es mintákban sikerült azonosítani, amelyekben már 43 alkalommal jelent meg a kórokozó. A BYDV az elmúlt három év során a 2011-es mintákban volt jelen a legnagyobb számban. Míg 2009-ben 1 alkalommal, 2010-ben 11 alkalommal diagnosztizáltuk, a 2011-es mintákban már 24 esetben volt jelen a kórokozó. A BStMV fertőzések az elmúlt három év során szintén emelkedtek. A BSMV fertőzés a 2010-es 13 mintához képest jelentősen csökkent, 2011-ben már csak 1 alkalommal sikerült diagnosztizálni (11. ábra). A WSMV megjelenése a vizsgálati évek során szintén folyamatosan változó tendenciát mutat (Apró és mtsai 2010).



11. ábra: A júniusi vizsgálatok eredményei 2009., 2010., 2011. évben.

5. Következtetések, javaslatok

A 2011. évben gyűjtött mintákat vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a WDV és BYDV fertőzések számottevőbbek voltak a BSMV, a BMV, a WSMV, és a BStMV vírusokhoz képest. Továbbá a 2011. év júniusában gyűjtött minták fertőzöttebbnek bizonyultak, mint az áprilisiak. A WSMV-t az áprilisi mintákból egyáltalán nem tudtuk kimutatni, de a júniusi mintákban már jelen volt a kórokozó. E vírus esetében az átvitel mechanikai úton a beteg növény szövetnedvével és levél atkákkal (*Aceria tulipae*) történhet. Ezért fontos a vírusvektorok elleni hatékony védekezés és a rezisztens fajták használata a termesztés során. A 2011 áprilisában gyűjtött mintákban igen erős WDV fertőzés volt kimutatható, a júliusi mintákban a fertőzés csökkent, de még így is jelentős maradt. A kórokozó sem maggal sem mechanikai úton nem vihető át. Legfőbb vektora a csíkos gabonakabóca (*Psammotettix alienus*). Magyarországon mindenütt előfordul, leggyakoribb kabócáink egyike. Évente két esetleg három nemzedéke tel el tojás alakban. Tojásait ősszel az őszi gabonafélékre, tavasszal és nyáron fűfélékre és árva kelésű gabonanövényekre helyezi. Egymást követő száraz évjáratokban szaporodik el olyan tömegesen, hogy jelentős károkat okoz. Csapadékos években csak kis egyedszámban fordul elő (Sáringer 1998). A vektorok számára kedvező időjárás esetén célszerű a vetésidőt későbbre halasztani, amikor már kisebb a fertőzés kialakulásának veszélye. A megfelelő herbicides kezeléssel meg kell akadályozni a vektorok megtelepedését és áttelelését segítő gyomnövények jelenlétét. A helyes agrotechnikai megoldásokkal és megfelelő tápanyag utánpótlással biztosítható a növények áttelelése, és a betegségekkel szembeni ellenállóképességük fokozható.

Vizsgálataink során bizonyítást nyert, hogy a 2011. év áprilisában gyűjtött mintáknál a BYDV fertőzés nem volt jelentős, viszont a júniusban gyűjtött növényeknél a vírus fertőzöttség erős növekedést mutatott. A vírus átvitel mechanikai úton maggal és pollennel nem lehetséges. Egyedüli terjesztői a levéltetvek, amelyekkel cirkulatív úton terjed. A vektorok elszaporodását a kedvező időjárási feltételek tették lehetővé. A vektorok elleni védekezés ebben az esetben is rezisztens fajták termesztésével és a vetésidő későbbre halasztásával valósítható meg. Amennyiben az időjárás kedvez a vektorok tömeges elszaporodásának, indokolt folyamatos előrejelzési módszereket használni. A megfigyeléshez sárgatálat és sárga lapot használnak. Fontos továbbá azoknak a gyomnövényeknek az irtása, amelyeken a vektorok fennmaradnak.

A BSMV, BMV, WSMV és BStMV fertőzések bár növekedtek a júniusi mintákban az áprilisi mintákhoz képest, de a vírusok jelenléte így sem volt számottevő. A vírusfertőzések mind a két

hónapban komplexen is előfordultak. A komplex fertőzésekben az áprilisi mintáknál a BSMV volt a jelentősebb a júniusi mintáknál WDV fordult elő a legtöbbször.

Napjainkban a növekvő termelési költségek és szükségletek kielégítése szempontjából elengedhetetlenül fontos rezisztens növényfajták megválasztása, vírusmentes szaporítóanyag használata valamint a fertőzési források (gyomnövények, árvakelések) és a vírusátvitelben szerepet játszó vektorok hatékony és célzott elpusztítása. Valamint a karantén rendszabályok betartása a termesztés során, melyekkel megakadályozhatók további kórfolyamatok kialakulása, valamint a súlyos járványos betegségek pusztítását.

6. Összefoglalás

A szántóföldön termesztett kalászos gabonák közül a búza (*Triticum aestivum*) a legnagyobb területen termesztett növény. Közel 70 országban termesztik. Vetésterülete világviszonylatban 245-250 millió hektár. Elterjedését nagyban segítette, hogy a legkülönbözőbb ökológiai feltételekhez alkalmazkodott. Az elmúlt évek során a gombás betegségek mellett a vírusos betegségek kártétele is egyre inkább növekvő tendenciát mutat. Ezek alapján célul tűztem ki a gabonanövények természetes vírusrezisztenciájának és járványtanának a vizsgálatát.

Vizsgálatainkhoz a Gabonakutató Nonprofit Kft. területén (Kecskés-telepen) gyűjtöttünk 2011.04.08-án és 2011.06.06-én 60-60 főleg vírustüneteket mutató és néhány tünetmentes növénymintát. A mintákat DAS ELISA vizsgálatoknak vetettük alá. A vizsgálatok során a rozsnok mozaik vírus (*Brome mosaic virus*, BMV), az árpa sárga törpülés vírus (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV), az árpa csíkos mozaik (*Barley stripe mosaic virus*, BSMV), rozsnok csíkos mozaik vírus (*Brome streak mosaic virus* BStMV), a búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV) és búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) jelenlétét vizsgáltuk. Vizsgálataink során bizonyítást nyert, hogy a 2011 júniusában gyűjtött minták fertőzöttebbek voltak az áprilisihoz képest. Mind az áprilisi mind a júniusi mintákban a WDV dominált. A júniusi mintákban a WDV mellett a BYDV jelenléte is számottevő volt. Míg az áprilisi minták vizsgálata során a WSMV nem volt kimutatható a júniusi mintákban már egy alkalommal sikerült diagnosztizálni a kórokozót. A BSMV júniusi jelenléte (1db) csökkent az áprilisi mintákban (6db) lévőkhöz képest. A BStMV júniusi jelenléte (5db) szintén emelkedett az áprilisihoz képest (8db). A vizsgált minták BMV fertőzöttsége szintén emelkedett a júniusi mintákban (7db). Vizsgálataink során igen magas WDV fertőzést sikerült diagnosztizálnunk. A kórokozó áprilisban (48db) júniusban (43db) mintában volt kimutatható.

Az ellenük való védekezésben a legfőbb nehézséget az okozza, hogy csak megelőző jelleggel tudunk védekezni, mert napjainkig e kórokozók ellen nem sikerült a kémiai növényvédelemben sikereket elérni. Ezért elengedhetetlenül fontos a gabonanemesítésnél a rezisztenciában rejlő lehetőségek kihasználása. Ezáltal olyan növények előállítás, amelyek sikeresen alkalmazhatók e nagy gazdasági károkat előidéző növényi kórokozókkal szemben. Továbbá a terjesztésükben szerepet játszó vektorok irtása és számos agrotechnikai lehetőség is rendelkezésre áll ahhoz, hogy egészséges növényállomány sikeresen tudjunk termeszteni.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni a Szegedi Gabonakutató Intézet dolgozóinak a minták gyűjtése során nyújtott segítségért. Továbbá Takács András Péter tanár úrnak és Apró Melinda PhD hallgatónak a konzultációért és útmutatásért, és mindazoknak, akik az ELISA teszthez szükséges minták dörzsölése során segítséget nyújtottak. Ezek a következők: Kőszegi Eszter, Botka Beatrix Edit, Bölcskei Anita, Molnár Zoltán, Kiss Georgina, Fáth Rita, Apró Melinda, Gál Olivér hallgatók valamint Czimondor Imréné (laboráns).

8.Irodalomjegyzék

- ÁDÁM A., GÁBORJÁNYI R., KIRÁLY Z. és TÓBIÁS I. (1986): A nitrogén táplálás hatása az árpa csíkos mozaik vírussal fertőzött árpanövények vírus tartalmára és membránösszetételének változására. *Növénytermelés* 35:
- AHLQUIST, P. (1999): Bromoviruses (Bromoviridae). In *Encyclopedia of Virology*. Vol (Granoff A. and Webster R.G., eds.), Academic Press, London, 1999. 198-204. pp.
- AHOLA, T. den BOON, J. A. and AHLQUIST, P (2000): Helicase and capping enzyme active site mutations in Brome mosaic virus protein 1a cause defects in template recruitment, negative-strand RNA synthesis, and viral RNA capping. *J. Virol.*, 74: 8803-8811.
- ANTAL J. és JOLÁNKAI M. (2005): A növénytermesztés alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest 2005. 391 pp.
- ASHWORTH, L.J. and FUTURELL, M.C. (1961): Sources, transmission, symptomatology and distribution of wheat streak mosaic virus in Texas. *Plant Dis.* 45: 220-224.
- ATKINSON, A.T. and GRANT, M.N (1967): An evaluation of streak mosaic losses in winter wheat. *Phytopathology* 57: 188-192.
- APRÓ M., CSEH E., DARAGÓ Á., PAPP M., GÁBORJÁNYI R., HORVÁTH J. és TAKÁCS A. P. (2011): Búzaminták vírushordozottsága Dél-Magyarországon 2010-ben. 16. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, Debrecen.
- BENDAHDANE, M., SCHALK, H-J. and GRONENBORN, B. (1995): Identification and characterization of wheat dwarf virus from France using a rapid method for geminivirus DNA preparation. *Phytopathology* 85: 1449-1455.
- BRAKKE, M.K. (1971): Wheat streak mosaic virus. *Descriptions of Plant Viruses*. Commonw. Mycol. Inst., Assoc. Appl. Biol. Kew, Surrey 48:
- CHEN, J. and AHLQUIST, P. (2000): Brome mosaic virus polymerase-like protein 2a is directed to the endoplasmic reticulum by helicase-like viral protein. *J. Virol.* 74: 4310-4318.
- COMMANDEUR, U. and HUTH, W. (1999): Differentiation of strains of Wheat dwarf virus in infected wheat and barley plants by means of polymerase chain reaction. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 106: 550-552.
- ÉRSEK T. és GÁBORJÁNYI R. (1998): Növénykórokozó mikroorganizmusok ELTE Eötvös Kiadó, 1988. 80-81., 87 pp.
- FISCHL G. (1991): Az árpa betegségei. Pannon Agrártudományi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Növényvédelmi Intézet, Keszthely 1991 18-19 pp.

- FRASER, R.S.S. (1986): Genes for resistance to plant viruses. *CRV/Critical Rev. Plant Sci.* 3: 257-294.
- FRENCH, R. and ROBERTSON, N. L. (1994): Simplified sample preparation for detection of Wheat streak mosaic virus and Barley yellow dwarf virus by PCR. *J. Virol. Methods* 49: 93-99.
- GÁBORJÁNYI R. és TÓBIÁS I. (1986): A vírus fertőzés inhibitorai és a vírus bioszintézist gátló anyagok. *Növénytermelés* 2: 35.
- GÁBORJÁNYI R. és TÓBIÁS I. (1986): A növényi vírusok elleni kémiai védekezés lehetőségei. Indukált antivirális anyagok és kemoterápiás szerek. *Növénytermelés* 4: 35.
- GÁBORJÁNYI R. és TÓBIÁS I. (1984): A növények vírus-ellenállóságának és fogékonyságának kóreltani kérdései. *Kertgazdaság* 4: 61-79.
- GÁBORJÁNYI R. and BISZTRAY GY. (1989): Isolation and characterization of wheat dwarf virus found for the first time in Hungary. *Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 96: 449-454.
- GÁBORJÁNYI R. and NYITRAI Á. (1988): Wheat streak mosaic virus disease of wheat in Hungary. *Cereal Res. Commun.*, 16: 261-263.
- GÁBORJÁNYI R. BISZTRAY GY. és VACKE, J. (1988): Búza törpülés vírus: új gabonapatogén Magyarországon. *Növénytermelés* 37: 495-500.
- GÖTZ, R. and MAISS, E. (1995): The complete nucleotide-sequence and genome organization of the mite-transmitted bromo streak mosaic virus in comparison with those of potyviruses. *J. gen. Virol.* 76: 2035-2042.
- GUITTERREZ, C. (1999): Geminivirus DNA replication. *Cellular and Molecular Life Science* 56: 313-329.
- HABILI, N., MCLINNES, J.L. and SYMONS, R. H. (1987): Nonradioactive, photobiotinlabelled DNA probes for the routine diagnosis of barley yellow dwarf virus. *J. Virological Methods* 16: 225-237.
- HARRISON, B.D. (1984): Progress and Problems in the Control of arthropod Nematode and Seedborne plant Viruses. in: Kustak (ed): Control of Virus Diseases. Marcel-Dekker Inc. New York.
- HORVÁTH J. és GÁBORJÁNYI R. (1999): Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazda Kiadó, Budapest 1999. 424 pp.
- HORVÁTH J. (1995): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda kiadó, Budapest 1995. pp. 18.
- HORVÁTH J. (1999): Növényvirológia. Egyetemi jegyzet. Keszthely.
- JACKSON, A. O. and LANE, L. C. (1981): Hordeiviruses. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. Kurstak E., ed., Elsevier, Amsterdam 565-625 pp.

- JENSER G, MÉSZÁROS Z. és SÁRINGER GY. (1998.): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest 1998. 630 pp.
- JEZEWSKA, J (2001): First report of Wheat dwarf virus occurring in Poland. *Phytopathologia Polonica* 21: 93-100.
- KERVAREC-HELLOCO, C., RIAULT, G. and JACQUOT, E. (2002): Biolistic-mediated inoculation of immature wheat embryos with Barley yellow dwarf virus -PAV. *J Virol. Methods* 102: 160-166.
- LANE, L.C. (1974): The bromoviruses. *Adv. Virus Res.* 19: 151-220.
- LAPIERRE, H. and SIGNORÉ, P. A. (eds.) (2004): *Virus and Virus Diseases of Poaceae (Graminae)*. INRA, Paris 2007 857 pp.
- LIU, Y., SUN, B., WANG, X., ZHENG, C. and ZHOU, G. (2007): Three dioxigenin-labelled cDNA probes for specific detection of the natural population of barley yellow dwarf viruses in China by dot-blot hybridization. *Journal of Virological Methods* 145: 22-29.
- MAYO, M.A. and ZIEGLER-GRAFF, V. (1996): Molecular biology of luteoviruses. *Adv. Virus Res.* 46: 413-460.
- McKinney. (1951) *Phytopathology*. 41: 563.
- MCKINNEY, H.H., FELLOWS, H. and JOHNSTON, C.O. (1942) : Mosaic of bromus inermis *Phytopathology* 32: 331.
- MILICIC, D., MAMULA, D., PLAZIBAT, M. (1982): Some properties of brome streak mosaic virus. *Acta Bot Croat.* 41: 7-12.
- MILINKÓ I., NAGY P., RAKK ZS. és DEZSÉRY M. (1984): Előzetes közlemény egy hazánkban új kukorica patogén vírusról *Növényvédelem* 8: 350-352.
- MILINKÓ I. és REMETE A. (1984): Fertőz a csíkos mozaik vírus. *Magyar Mezőgazdaság*, 8: 39-40.
- MILLER, W.A., DINESH-KUMAR, S.P. and PAUL, C.P. (1995): Luteovirus gene expression. *Crit. Rev. Plant Sci.* 14: 179-211.
- MILLER, W.A., LIU, S. and BECKETT, R.B. (2002): Barley yellow dwarf virus: Luteoviridae or Tombusviridae? *Mol. Plant Pathol.* 3: 177-183.
- MILLER, W.A., WATERHOUSE P., M. and GERLACH, W.L. (1988): Sequence and organization of barley yellow dwarf virus genomic RNA. *Nucleic Acids Research*. 16: 6097-6110.
- MUMFORD, R., SKELTON, A., METCALFE, E., WALSH, K. and BOONHAM N. (2004): The reliable detection of Barley yellow and mild mosaic viruses using real-time PCR (TaqMan®). *J. Virological Methods* 117: 153-159.
- NAGY P. és MILINKÓ I. (1986): Adatok az árpa sárga törpeség hazai járványtanához. *Növénytermelés*: 35: 6.

- OSWALD, J.,W., and HOUSTON,B.R. (1951): A new virus disease of cereals , transmissible by aphids.Plant Dis. Reprtr.35: 471-475
- OSWALD, J.,W., and HOUSTON,B.R. (1953a): The yellow dwarf disease of cereal crops.Phytopathology 43: 128-136.
- OSWALD, J.,W., and HOUSTON,B.R. (1953b): Host range and epiphytology of the cereal yellows dwarf disease.Phytopathology 43: 309-313.
- POCSAI E. (1985): Wheat streak mosaic virus identifikálása Magyarországon. Növényvédelem 9: 411.
- POCSAI E. (1986): A Bromus mozaik vírus fertőzés hatása különböző rizsfajtákra. Növényvédelem 3: 118-121.
- POCSAI E. (1995): Az árpa sárga törpeség vírus kutatás eredményei Magyarországon Növényvédelem 35: 5-10.
- POCSAI E., KOBZA S., DEZSÉRY M., és BASKY ZS. (1983): Árpa sárga törpeség vírus megfigyelése Fejér megyében. Növénytermelés 5: 421-426.
- POCSAI E., SIMONNÉ KISS I., BASKY ZS., és DEZSÉRY M. (1985): Az árpa sárga törpeség fellépése rizsen. Növényvédelem 21: 308.
- PRIBÉK D., VIDA GY. és VEISZ O. (2005): Búzát fertőző vírusok és a vírusok elleni rezisztencia-vizsgálatok eredményei Magyarországon. Növénytermelés 5: 477-487.
- PRINGLE, C. R. (1998):Virus taxonomy-San Diego 1998.Arch Virol 143/7:1449-1459.
- ROCHOW,W.F. (1977): Barley yellow dwarf virus:harris,K.F.maramorosch,K.(eds.:)Aphids as Virus Vectors .Academic Press.New York. 261-263.
- ROCHOW,W.F. (1969): Biological properties of four isolates of barley yellow dwarf virus phytopathology 59: 1580-1589.
- ROOSSINICK, M. J., BUJARSKI, J., DING, S.W., HAJIMORAD, R., HANADA, K.,SCOTT, S.and TOUSIGNANT, M. (2000): Family Bromoviridae. In: Virus Taxonomy. 41 Seventh Report of the ICTV. Van Regenmortel M.H.V. Academic Press, London, 923-935.
- SÁRINGER GY. (1988): Egyenlőszárnyú rovarok. A növényvédelmi állattan kézikönyve. Akadémiai kiadó, Budapest 1988
- SCHUBERT, J., FAUQUET, C.M., MERITS, A. and RABENSTEIN, F. (1999): The complete nucleotide sequence of *Ryegrass mosaic potyvirus* indicates that it is a recombinant between members of two different genera in the family Potyviridae. Iotarnal of Plant Diseases and Protection 106: 392-404 pp.
- SCHWEITZER, B. and KINGSMORE, S (2001): Combining nucleic acid amplification and detection. Curr. Opin. Biotechnol. 12: 21-27.

- SOLOYEV, A.G., SAVENKOV, E.I., AGRANOVSKY, A.A., and MOROZOV, S.YU (1996): Comparisons of the genomic cis-elements and coding regions in RNAb components of the Hordeiviruses Barley stripe mosaic virus, Lychnis ringspot virus, and Poa semilatifolia virus. *Virology* 219: 9-18.
- SPAAR, D., KEGLER, H. and SCHENK, G (1992): Typen genetisch kontrollierter Virusresistenz der Pflanzen. *Zbl. Mikrobiol.* 147: 157-171.
- STENGER, D.C., HALL, J.S., CHOI, I.-R., and FRENCH, R. (1998): Phylogenetic relationships within the family *Potyviridae*: Wheat streak mosaic virus and brome streak mosaic virus are not members of the genus *Rymovirus*. *Phytopathology*. 88: 782-787.
- SULLIVAN, M. L. and AHLQUIST, P. (1997): Cis-acting signals in Bromovirus RNA replication and gene expression: net working with viral proteins and host factors. *Seminars in Virology* 8: 221-230.
- SUTIC, D. D., FORD, R. E. and TOSIC, M. T (1999): *Handbook of Plant Virus Diseases*. CRC Press, Boca Raton, 553.
- SZEŐKE K. SCHWEIGERT A és FISCHL G. (2005): *Növényvédelem* 41: 199.
- SZIRMAI J. (1967): Új vírusbetegség gabonaföldjeinken. *Magyar Mezőgazdaság* 22: 19-20.
- SZUNICS L. és SZUNICS LU. (1980): Vírus a búzán. *Magyar Mezőgazdaság* 35: 9.
- TÓBIÁS I., KISS B., PAJTLI E., THOLT G. és SALANKI K. (2008): A búza törpülés vírus (Wheat dwarf virus) árpa törzsének jellemzése, és átviteli kísérletek. *Növényvédelem* 44: 545-551.
- VACKE, J. (1961): Wheat dwarf disease. *Biologia Plantarum*(Praha) 3: 228-233.
- ZLOTNICK, A., ALDRICH, R., JOHNSON, J. M., CERES, P. and YOUNG, M. J. (2000): Mechanism of capsid assembly for an icosahedral plant virus. *Virology*, 277, 450.