

Búza törpeség vírus (Wheat dwarf virus) fertőzöttség mértékének évenkénti változása őszi árpában 1996-2010 között

Pocsai Emil¹ – Murányi István²

¹Féjér Megyei Szakigazgatási Hivatal, Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, Velence

²Károly Róbert Főiskola, Fleischmann Rudolf Kutatóintézete, Kompolt
pocsai.emil@t-online.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A búza törpeség vírus előfordulásának mértékét és évenkénti változását vizsgáltuk a Károly Róbert Főiskola Fleischmann Rudolf Kutatóintézet, Kompolt tenyészertjében a levélsárgulást és törpeség tünetet mutató őszi árpa nemesítési anyagokban 1996 és 2010 között. A vizsgálatok céljára a tünetes vizsgálati minták gyűjtését mind az tizenöt évben május hónapban végeztük. 1996 évben 250 őszi árpa mintát vizsgáltunk. 1997-2005 közötti években minden évben 100-100 őszi árpa mintát teszteltünk. 2006 évben 490, 2007 és 2008 évben 500-500, 2009 és 2010 évben 100-100 őszi árpa minta került tesztelésre. A vírus diagnosztizálást ELISA teszttel a búza törpeség vírus, az árpa sárga törpeség vírus-MAV, az árpa sárga törpeség vírus-PAV, az árpa sárga törpeség vírus-RMV, az árpa sárga törpeség vírus-SGV és a gabona sárga törpeség vírus-RPV jelenlétének kimutatására végeztük. A vizsgált 15 év folyamán a búza törpeség vírus a fertőzött mintákban való előfordulása 10 évben haladta meg az egyéb levélsárgulás és törpeség tünetet okozó gabonavírusok előfordulási arányát. Voltak olyan évek (1997, 2002, 2004, 2007, 2009 és 2010) amikor gyakorlatilag a vírustünetek kialakulásában csak a búza törpeség vírus játszott a főszerepet. A búza törpeség vírus fertőzöttség és az árpa sárga törpeség víruscsoport fertőzöttsége között ellentétes tendencia figyelhető meg. A búza törpeség vírus fertőzöttség emelkedésével az árpa sárga törpeség vírusok részaránya csökken és fordítva.

SUMMARY

Yearly change of the infection of Wheat dwarf virus was studied in winter barley during 1996-2010. Surveys were carried out at Kompolt (Rudolf Fleischmann Research Institute, Róbert Károly College), in winter barley breeding lines showing leaf yellowing and stunting symptoms. In 1996, 250 winter barley samples were tested. During the period of 1997–2005, 100 samples were collected in each year. In 2006, 490 winter barley samples were tested. In 2007 and 2008 the number of samples collected was 500 from winter barley. In 2009 year 100, and in 2010 year 100 winter barley samples were collected for virus testing. Virus diagnosis was carried out using DAS-ELISA for the detection of Wheat dwarf virus (WDV), Barley yellow dwarf viruses (BYDV-MAV, BYDV-PAV, BYDV-RMV, BYDV-SGV), and Cereal yellow dwarf virus (CYDV-RPV). During the ten of the last fifteen years, the occurrence of Wheat dwarf virus in infected samples exceeded those of other viruses causing leaf yellowing and dwarfing symptoms. There were years (1997, 2002, 2004, 2007, 2009 and 2010) when only the Wheat dwarf virus played the main role in development of virus symptoms. A contrasting tendency can be observed between the degrees of infection of WDV and BYDV. With a rise of infection in the WDV, the proportion of BYDV decreased and vice-versa.

Kulcsszavak: őszi árpa, búza törpeség vírus, nemesítési anyag, fertőzöttség mértéke, vírus diagnózis, ELISA

Keywords: winter barley, wheat dwarf virus, breeding material, degree of infection, virus diagnosis, ELISA

BEVEZETÉS

Magyarországon az őszi árpa vetésterülete 170-180 ezer ha között van, így a búza és a kukorica után a harmadik legfontosabb növényünk. A világon a negyedik legnagyobb vetésterülettel rendelkezik. A hazai őszi árpa termesztés korábban az állattenyésztés takarmányszükségletének a kiegészítését szolgálta, de napjainkban már számolni kell az őszi árpa söripari alapanyag előállításra való termesztésével is. A mezőgazdaságban a vetésterületi arányaink átstrukturálódnak és fontos szerepet kapnak az értékesíthetőségi, a változó közgazdasági és jövedelmezőségi szempontok. E szempontokat figyelembe véve az őszi árpa vetésterülete várhatóan növekedni fog. Napjainkban, mind az élelmezés-egészségügyi, mind pedig környezetvédelmi szempontból fontos, hogy a termesztés minél kevesebb vegyszer felhasználásával valósuljon meg. Így az őszi árpa környezetkímélő termesztésének feltétele, hogy a fontosabb betegségekkel szemben rezisztens fajtákat állítsunk elő, és a fogékony fajtákat rezisztens fajtákkal cseréljük le. A jelenlegi gabona túltermelési és értékesítési nehézségek között pozitív tényezőként vehető figyelembe a korán betakarítható magyar őszi árpa teljes volumenű értékesíthetősége és viszonylagosan jó ára. Ezért a hazai export őszi árpa volumen évről évre történő biztosítását csak korai érésű, betegségekkel szemben ellenálló, növelt agronómiai értékkel rendelkező fajtákkal lehet megoldani. A hazai nemesítő intézetek fajtái nagyobb termésbiztonságot jelentenek az egyre szélsőségesebb időjárási feltételek mellett. Az évről évre stabil termést adó fajták megfelelő biztonságot jelentenek a kedvezőtlen környezeti tényezők esetén is.

Az őszi árpa betegségei közül az eddigi tapasztalatok alapján a lisztharmat, a rozsda gombák és a különböző levélfoltosságot okozó betegségek mellett a vírusbetegségeket kell megemlíteni, amelyek az ökológiai tényezők alakulásától függően gyakran fellépnek és jelentős mértékű termésvesztéseget okoznak.

Az őszi árpa vírusbetegségei közül hazánkban a levélsárgulás és törpeség tünetet okozó vírusok okozzák a legnagyobb mértékű termés veszteséget, amelyek közé a búza törpeség vírust (Wheat dwarf virus), az árpa sárga

törpeség vírusokat (Barley yellow dwarf virus-MAV, Barley yellow dwarf virus-PAV, Barley yellow dwarf virus-RMV, Barley yellow dwarf virus-SGV), és a gabona sárga törpeség vírus-RPV-t (Cereal yellow dwarf virus-RPV) soroljuk.

A búza törpeség vírus a gabonafélék egyik legveszélyesebb és leggyakrabban előforduló vírusbetegsége. A betegség tünete azonos a gabonafélékben szintén gyakran előforduló árpa sárga törpeség vírusokéval, mely törpeségben és levélsárgulásban nyilvánul meg. A legjellemzőbb tünet a törpeség és a levél zöld színének a megváltozása. Árpánál a világos sárga elszíneződés a jellemző, amely a levélcsoncon kezdődik, majd az egész levél elszíneződik. A táblán a tünet a búza törpeség vírus esetében a fertőzés mindig nagyobb táblarészen látható, mivel a kabócák egyöntetűen lepnek meg egy adott táblát vagy táblarészt. Az árpa sárga törpeség vírusok és a gabona sárga törpeség vírus terjesztésében a levéltetvek vesznek részt. Ha a tünet megjelenési formáját az árpa sárga törpeség vírusokéval vagy a gabona sárga törpeség víruséval hasonlítjuk össze, ezeknél a vírusoknál a levéltetű átvitelből adódóan a fertőzöttség mindig a tábla szélén kezdődik. A tünetes növényekben az egyes vírusok elkülönítése csak szerológiai vizsgálatokkal lehetséges. Az ősszel fertőzött növények gyenge gyökérzetet fejlesztenek, nagy részük a tél folyamán kifagy. Az áttelelt vagy a tavasszal fertőződött növények erőteljesen bokrosodnak, növekedésben visszamaradnak és fejletlen kalászokat hoznak, melyek jelentős hányada steril, vagy csak szorult szemek találhatók benne.

A búza törpeség vírus taxonómiaiilag a *Geminiviridae* család tagja és a *Mastrevirus* génuszba tartozik. A vírus mechanikai úton nem vihető át, továbbá maggal sem terjed. A vírusbetegség terjesztésében és járványszerű fellépésében szinte valamennyi európai országban a *Psammotettix alienus* kabócafaj játssza a főszerepet, amely tömegesen fordul elő ősszel, kelés idején, valamint következő év május és június hónapban az őszi gabonaféléken.

A legfontosabb fogékony gazdanövényei: *Avena sativa*, *A. strigosa*, *Bromus secalinus*, *Hordeum vulgare*, *Lagurus ovatus*, *Lolium multiflorum*, *L. perenne*, *L. remotum*, *L. temulentum*, *Poa annua*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum* és *T. durum*.

A búza törpeség vírus a világon mindenütt jelen van, ahol gabonaféléket termesztenek. Hazai viszonylatban csaknem minden évben problémát okoz, különösen a korai vetésű őszi árpában. A gabonafajok között általában az őszi árpában alakul ki a legnagyobb mérvű fertőzöttség. Járványszerű fellépése esetén gyakran a kártétel olyan mérvű, hogy az őszi árpa táblát ki kell szántani.

A búza törpeség vírust Vacke (1961) írta le először Csehszlovákiában. A búza törpeség vírus Magyarországon a búzában való előfordulásáról Bisztray és mtsai (1988), az árpában való előfordulásáról Pocsai és mtsai (1991) számoltak be.

Vacke (1988) a vírusbetegség járványszerű fellépését 1960, 1961, 1965, 1968, 1969, 1983 és 1986. években figyelte meg Csehország, Morvaország és Szlovákia különböző részein. Az előidézett termésvesztés a fertőzés idejétől függően 5-97% között ingadozott.

Lindsten és Vacke (1988) megállapították, hogy a vírusnak néhány Svédországban gyűjtött izolátuma nem fertőzte az árpát, de voltak olyan árpát fertőző izolátumok, amelyek nem fertőzték a búzát. Kvarnheden és mtsai (2002), Köklü és mtsai (2007), Tóbiás és mtsai (2006, 2009) a búzát és árpát fertőző izolátumok közötti különbséget molekuláris biológiai vizsgálatokkal is igazolták.

Bendahname és mtsai (1995) kimutatták, hogy a búza törpeség vírus Franciaország középső részein is gyakran előforduló vírusbetegség.

A búza törpeség vírusnak a gabonafélékben való előretörése nemcsak hazai viszonylatban jellemző, hanem azt más európai országokban is megállapították (Lindsten és mtsai, 1970; Lindsten és Lindsten, 1999; Stephanov és Dimov, 1981; Tomenius és Oxelfelt, 1981; Pocsai, 2001; Pocsai és mtsai 1991, 1997, 1998, 1999 a,b, 2001, 2002, 2003; Pocsai és Murányi, 2001; Szunics és mtsai 1997, 2000, 2002 a,b, 2003 a,b; Bakardjeva és Habekuss, 1998; Huth és Lesemann, 1994; Huth 1998; Commandeur és Huth, 1998; Ilbagi és mtsai, 2003; Mehner és mtsai, 2003; Köklü, 2004; Lemmetty és Huusela-Veistola, 2005; Pribék és mtsai, 2006; Bukvayova és mtsai, 2006; Xie és mtsai, 2007).

Korábbi években már megfigyeltük, hogy a különböző gabonafajokban a törpeséget és levélsárgulást okozó vírusok előfordulási aránya évről-évre változik. Jelen dolgozatban az utóbbi tizenöt évben a búza törpeség vírus jelenlétét és annak évenkénti változását követtük nyomon őszi árpa nemesítési anyagokban.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A búza törpeség vírus előfordulásának mértékét és évenkénti változását a Károly Róbert Főiskola Fleischmann Rudolf Kutatóintézet, Kompolt tenyészkertjében vizsgáltuk a levélsárgulást és törpeség tünetet mutató őszi árpa nemesítési anyagokban 1996 és 2010 között.

A vizsgálatok céljára a tünetes vizsgálati minták gyűjtését mind az utóbbi tizenöt évben május hónapban végeztük. 1996 évben 250 őszi árpa mintát vizsgáltunk. 1997-2005 közötti években minden évben 100-100, 2006 évben 490, 2007 és 2008 években 500-500, 2009 és 2010 években 100-100 őszi árpa minta került tesztelésre.

A vizsgálati mintákat 1:10 arányban mintapufferben homogenáltuk rovátkolt tengelyű elektromos levélprésszel. A szövetnedveket a szerológiai vizsgálatok végzéséig -20 °C-on tároltuk. A vírus diagnosztizálást ELISA teszttel a búza törpeség vírus, az árpa sárga törpeség vírus-MAV, az árpa sárga törpeség vírus-PAV, az

árpa sárga törpeség vírus-RMV, az árpa sárga törpeség vírus-SGV és a gabona sárga törpeség vírus-RPV jelenlétének kimutatására végeztük. A búza törpeség vírus kimutatásához 1996 - 2002 között a Sanofi, 2003-2006 között a Biorad által előállított diagnosztikum felhasználásával mind az immunoglobulint, mind ennek az alkalikus foszfatáz enzimes konjugátumát 1:100 arányban hígítottuk. 2007 évtől a búza törpeség vírus kimutatása a Sediag cég által gyártott diagnosztikummal történt, ahol mind az immunoglobulint, mindennek alkalikus foszfatáz enzimes konjugátumát 1: 100 hígításban alkalmaztuk. 1996 és 2003 között az árpa sárga törpeség vírus-MAV, az árpa sárga törpeség vírus-PAV, az árpa sárga törpeség vírus-RMV, az árpa sárga törpeség vírus-SGV és a gabona sárga törpeség vírus-RPV kimutatáshoz az Agdia cég által gyártott diagnosztikumokat használtuk, mind az immunoglobulint, mind ennek alkalikus foszfatáz enzimes konjugátumát 1:200 arányban hígítottuk. Az árpa sárga törpeség vírus-RMV kimutatáshoz 2004 évtől a DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH) -tól beszerzett kitet használtunk, ahol az immunoglobulint és az alkalikus foszfatáz enzimes konjugátumát 1: 500 hígításban alkalmaztuk.

A gabona sárga törpeség vírus-RPV diagnosztizálásához 2004 évtől a Bioreba cég által gyártott diagnosztikumokat használtunk, az immunoglobulint és enzimes konjugátumát 1: 1000 hígításban használtuk fel. Az árpa sárga törpeség vírus-RMV és az árpa sárga törpeség vírus-SGV diagnosztikum 2009 évtől nem voltak beszerezhetőek, így e két vírusra 2009 és 2010 években nem volt a tesztelés.

A szerológiai reakciók értékelését Labsystems gyártmányú, Multiskan Plus típusú ELISA fotométerrel 405 nm-en értékeltük. A fertőzöttségi határértéket minden ELISA lemezen három egészséges árpalevél minta extinkciós átlagértékeinek a kétszerese adta. A szerológiai reakciók értékelését Labsystems Multiskan Plus típusú fotométerrel 405 nm-en értékeltük.

EREDMÉNYEK

A levélsárgulás és törpeség tünetet okozó gabonavírusok (búza törpeség vírus, árpa sárga törpeség vírusok és a gabona sárga törpeség vírus-RPV) tünetes őszi árpa nemesítési anyagokban való előfordulásának számszerű eredményeit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

A levélsárgulás és törpeség tünetet mutató őszi árpa nemesítési anyagokban 1996 - 2010 között végzett virológiai vizsgálatok eredményei

Vizsgálat éve (1)	Vizsgált mintaszám (db) (2)	Vírusfertőzött minta (db) (3)	Virológiai vizsgálatok eredményei (4)		
			WDV (5)	BYDV csop. (6)	CYDV-RPV (7)
1996	250	192	147	85	0
1997	100	79	74	4	5
1998	100	46	38	12	0
1999	100	39	3	5	36
2000	100	36	12	29	0
2001	100	5	3	2	0
2002	100	86	83	14	0
2003	100	29	1	34	0
2004	100	95	95	1	0
2005	100	21	15	7	0
2006	490	372	147	235	1
2007	500	433	424	11	2
2008	500	226	10	216	2
2009	100	87	85	3	0
2010	100	55	54	2	0

Table 1: Results of serological tests in winter barley breeding materials showing leaf yellowing and dwarfing symptoms during 1996 - 2010

Years of the test (1), Numbers of samples tested (2), Numbers of virus infected samples (3), Results of serological tests (4), WDV (5) BYDVs (6), CYDV-RPV (7)

A vírustünetet mutató őszi árpa mintákban a kártétel szempontjából jelentős gabonavírusok jelenléte a vizsgált tizenöt év folyamán hullámzó tendenciát mutat. Az összes vírusfertőzöttség mértékének változásában 1996 és 2001 között erősen csökkenő tendencia figyelhető meg. A 2002 és 2005 közötti idő intervallumban a vírusfertőzöttség mértéke évenként változott. 2002 évben a 100 vizsgált tünetes mintában 86 mintában mutatott ki a levélsárgulás és törpeség tünetet okozó vírusokat. Addig ez a szám 2003-ban 29 mintára csökkent, majd

2004 évben érte el a csúcspontját, amikor a 100 vizsgált mintából 95 mintában voltak jelen a vizsgált vírusok. A 2005 évre a gabonavírusok viszonylag kismértékű előfordulása volt jellemző. A 2006 és 2010 közötti években a tünetes árpa mintákban a vírusok jelenléte nagy volt. A vizsgált 15 év folyamán a búza törpeség vírus a fertőzött mintákban való előfordulása 10 évben haladta meg az egyéb levélsárgulás és törpeség tünetet okozó gabonavírusok előfordulási arányát. Voltak olyan évek (1997, 2002, 2004, 2007, 2009 és 2010) amikor gyakorlatilag a vírus tünetek kialakulásában csak a búza törpeség vírus játszott a főszerepet.

A levélsárgulás és törpeség tünetet mutató őszi árpa nemesítési anyagokban az összes vírusfertőzöttség és a WDV fertőzöttség mértéke közötti arányokat az 1. ábra mutatja.

1. ábra: A levélsárgulás és törpeség tünetet mutató őszi árpa nemesítési anyagokban az összes vírusfertőzöttség és a WDV fertőzöttség mértéke 1996-2010 között

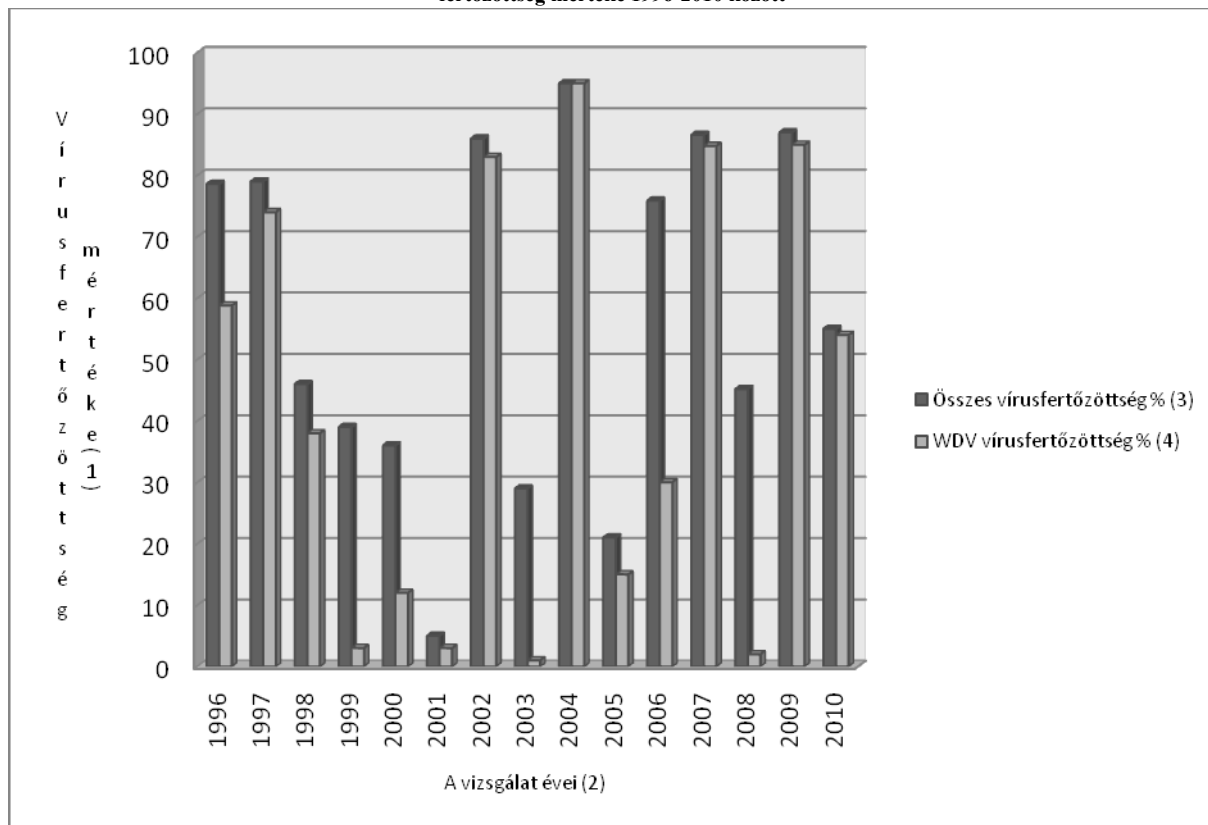


Figure 1: Degree of total virus infection and WDV infection in winter barley breeding materials showing leaf yellowing and dwarfing symptoms during 1996-2010

Degree of virus infection(1), Years of survey (2), Percent of total virus infection (3), Percent of WDV infection (4)

Az 1996 és 2001 között összes vírusfertőzöttség mértéke erősen csökkent, de a búza törpeség vírus minden évben jelen volt az árpa sárga törpeség vírusokkal együtt. A búza törpeség vírus fertőzöttség mértéke is 74%-ról 3%-ra csökkent. A 2002 és 2005 közötti idő intervallumban a vírusfertőzöttség mértéke évenként változott, ezen belül a búza törpeség vírus előfordulási aránya 1-95 % között változott. Különösen a 2002 és 2004 évben igen gyakori volt a búza törpeség vírus előfordulása a tünetet mutató őszi árpa mintákban. E két évben a búza törpeség vírus 83-95 % előfordulási aránnyal szerepelt. A legkisebb mértékű búza törpeség vírus fertőzöttség (1%) 2003-ban fordult elő. A 2006 és 2010 közötti években a tünetes árpa mintákban a vírusok jelenléte nagy arányú volt, így a búza törpeség vírus jelenléte a fertőzött őszi árpa mintákban 4,3 és 97% között ingadozott. E periódusban három évben is (2007, 2009, 2010) meghaladta a búza törpeség vírus fertőzöttség mértéke a 96%-ot. A 15 éves vizsgálati periódusban a búza törpeség vírus 10, az árpa sárga törpeség vírusok 4 (1999, 2000, 2003, 2006) és a gabona sárga törpeség vírus-RPV egy évben (1999) volt domináns.

A vírusfertőzött őszi árpa mintákban jelenlévő gabonavírusok (WDV, BYDV és a CYDV-RPV) előfordulásának arányait a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra: A vírusfertőzött őszi árpa mintákban a WDV, BYDV és a CYDV-RPV előfordulásának arányai

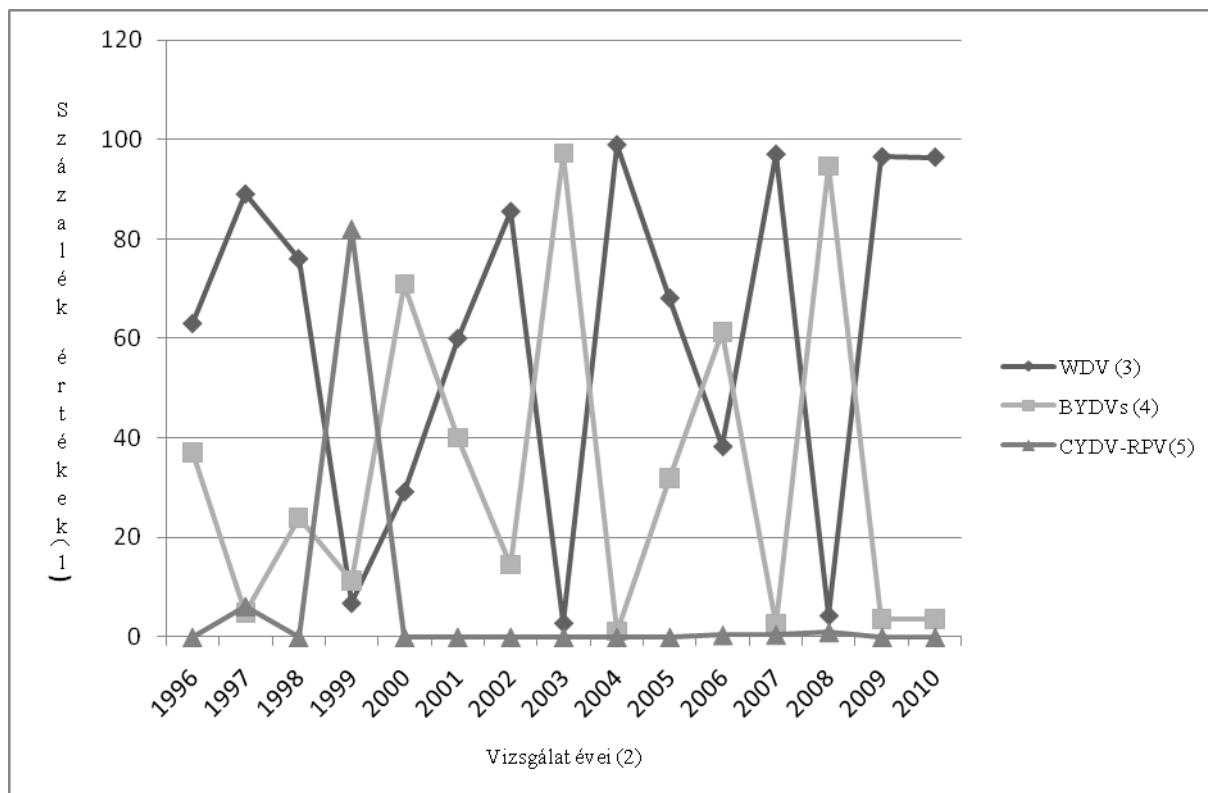


Figure 2: Occurrence rates of WDV, BYDVs and CYDV-RPV in virus infected samples of winter barley Degrees of infection (1), Years of survey (2), WDV (3), BYDVs (4), CYDV-RPV (5)

A búza törpeség vírus és az árpa sárga törpeség vírusok minden évben jelen voltak a fertőzött őszi árpa mintákban. Az ábra jól szemlélteti a két víruscsoport közötti ellentétes tendenciát, melyet már a korábbi években is kimutattunk. Amelyik évben a fertőzött mintákban a búza törpeség vírus fertőzöttség értéke magas, az árpa sárga törpeség vírusoké mindig alacsony, mely elsősorban a vektorok eltérő ökológiai igényéből adódik. A gabona sárga törpeség vírus-RPV a vizsgált 15 évből csak 5 évben volt jelen az őszi árpa mintákban, általában egy év kivételével mindig alacsony fertőzöttségi értékekkel (0,4-6,2%) szerepelt.

KÖVETKEZTETÉSEK

A tizenöt éves vizsgálati adatokból megállapítható, hogy a búza törpeség vírus az őszi árpa termesztésében nagy jelentőséggel bír, mivel az előfordulás gyakorisága és kialakuló fertőzöttség mértéke meghaladja a többi levélsárgulás és törpeség tünetet okozó vírusok fertőzöttségi szintjét. Így a vírus epidemiológiában is az egyre gyakoribb előfordulásból adódóan szerepe és jelentősége a jövőben fokozódik. Ez a szituáció nemcsak hazai vonatkozásban áll fenn, hanem számos európai és ázsiai országban is hasonló jelenséget figyeltek meg (Lindsten and Vacke, 1991; Lindsten and Lindsten, 1999; Huth and Lesemann, 1994; Bendahmane és mtsai, 1995; Szunics és mtsai, 2000; Ilbagi és mtsai, 2003; Köklü, 2004; Bukvayova és mtsai, 2006).

A hosszútávú vizsgálati eredmények igazolták azt a tényt is, amelyet már korábban kimutattunk, hogy a búza törpeség vírus fertőzöttsége és az árpa sárga törpeség vírusok fertőzöttsége között egy ellentétes tendencia érvényesül.

IRODALOM

- Bakardjeva, N. - Habekuss, A. (1988): Incidence of cereal viruses in Bulgaria. VIII. Conference on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Abstracts. May 25 to 28, 1998 Goslar, Germany.
- Bendahmane, M. - Jouanneau, F. - Kouchkowsky, F. de, - Lapierre, H. - Lebrun, I. - Gronenborn, B. (1995): Identification and characterisation of wheat dwarf geminivirus from France. *Agronomie* 15, 498.
- Bisztray G. - Gáborjányi R. - Vacke J. (1988): Búza törpülés vírus: Új gabonapatogén kórokozó Magyarországon. *Növényvédelmi Tudományos Napok* 1988, 47.
- Bukvayova, N. - Henselova, M. - Vajcikova, V. - Kormanova, T. (2006): Occurrence of dwarf virus of winter wheat and barley in several regions of Slovakia during the growing season 2001-2004. *Plant Soil. Environ.* 52, 392-401.

- Commandeur, U. - Huth, W. (1998): Differentiation of strains of wheat dwarf virus (WDV) in infected wheat and barley plants by means of polymerase chain reaction (PCR). VIII. Conference on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Abstracts. May 25-28, 1998. Goslar, Germany.
- Huth, W. - Lesemann, D. E. (1994): Nachweis des wheat dwarf virus in Deutschland. NachrBlatt dt. Pflschutzd. 46, 105-106.
- Huth, W. (1998): Viruses of Gramineae in Germany – A short overview. VIII. Conference on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Abstract. May 25-28, 1998. Goslar, Germany.
- Ilbagi, H. - Pocsai, E. - Citir, A. - Murányi, I. - Vida, G. - Korkut K. Z. (2003): Results of a two-year study on incidence of Barley yellow dwarf viruses, Cereal yellow dwarf virus-RPV and Wheat dwarf virus in Turkey. 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University. From ideas to implementation. Challenge and Practise of Plant Protection in the beginning of the 21st century. 15-16 October, 2003. Debrecen, Hungary. Proceedings, 53-63.
- Kvarnheden, A. - Lindblad, M. - Lindsten, K. - Valkonen, J. P. T. (2002): Genetic diversity of wheat dwarf virus. Arch. Virol. 147, 205-216.
- Köklü, G. (2004): Occurrence of cereal viruses in wheat in Tekirdag, Turkey. Phytoprotection 85, 19-25.
- Köklü, G. - Ramsell, J. N. E. - Kvarnheden, A. (2007): The complete genome sequence for a Turkish isolate of Wheat dwarf virus (WDV) from barley confirms the presence of two distinct WDV strains. Virus genes 34, 359-366.
- Lemmetty, A. - Huusela-Veistola, E. (2005): First report of wheat dwarf virus in winter wheat in Finland. Plant Disease 89, 912.
- Lindsten, K. - Vacke, J. (1991): A possible barley adapted strain of wheat dwarf virus (WDV). Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 26, 175-180.
- Lindsten, K. - Vacke, J. - Gerhardsson, B. (1970): A preliminary report on three cereal virus diseases new to Sweden spread by *Macrostelus* and *Psammotettix* leafhoppers. Nat. Swedish Inst. for Plant Prot. Contr. 14, 281-297.
- Lindsten, K. - Vacke, J. (1988): Concerning barley adapted strains of wheat dwarf virus (WDV). 5th Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Budapest, 24-27. May, 1988, 44.
- Lindsten, K. - Lindsten, B. (1999): Wheat dwarf – an old disease with new outbreaks in Sweden. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 106, 325-332.
- Mehner, S. - Manurung, B. - Grüntzig, M. - Habekuss, A. - Witsack, W. - Fuchs, E. (2003): Investigations into ecology of the Wheat dwarf virus (WDV) in Saxony-Anhalt, Germany. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 110, 313-323.
- Pocsai, E. - Murányi, I. - Kobza, S. (1991): Epidemiological occurrence of wheat dwarf virus on barley breeding materials in Hungary. Sixth Cong. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Torino, Italy. June 18-21, 1991, 14.
- Pocsai E. - Murányi I. - Papp M. - Szunics L. (1997): A búza törpeség vírus szerepe a gabonafélék levélsárgulásával és törpeségével járó tünetek kialakulásában. Integrált termesztés a szántóföldi kultúrákban. Budapest, 1997. március 25. 122-134.
- Pocsai E. - Fónad P. - Szunics L. (1998): A búza törpeség geminivírus szerepének vizsgálata őszi búzán az árpa sárga törpeség víruséhez hasonló tünetek előidézésében. 44. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, 1998. február 24-25. 126.
- Pocsai E. - Lindsten, K. - Szunics L. - Murányi I. (1999a): A búza törpeség geminivírus és az árpa sárga törpeség luteovírus előfordulási aránya a tünetes árpa nemesítési anyagokban. Növényvédelmi Fórum, '99, Keszthely, 1999. január 27-29, 51.
- Pocsai E. - Fónad P. - Lindsten, K. - Murányi I. - Szunics L. (1999b): A búza törpeség vírus domináns szerepe a levélsárgulás és törpeség tünetet mutató gabonafajokban. Növényvédelmi Tudományos Napok 1999. Budapest, 1999. február 23-24. 122.
- Pocsai E. - Szunics L. - Vida Gy. - Murányi I. - Fónad P. - Papp M. - Tomcsányi A. (2001): A búza törpeség mastrevírus fertőzöttség mértékének alakulása a törpeség és levélsárgulás tünetet mutató gabonafajokban. Növényvédelmi Tudományos Napok 2001 Budapest, 2001. február 7-28. 108.
- Pocsai E. (2001): A búza törpeség vírus dominanciája a különböző gabona fajokban. 6. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Debrecen, 2001. november 6-8. 27-35.
- Pocsai E. - Murányi I. (2001): A gabona vírusbetegségek szerepe az őszi árpa növény-sárgulásos tüneteinek előidézésében. Gyakorlati Agroforum 6, 12-18.
- Pocsai, E. - Murányi, I. - Papp, M. - Szunics, L. - Tomcsányi, A. - Vida, G. (2002): Incidence of barley yellow dwarf viruses in symptom-exhibiting cereal species. In: M. Henry and A. McNab. (eds) Barley yellow dwarf disease: recent advances and future strategies. Proc. Int. Symp. El Batán, Texcoco, Mexico. 1-5. September, 2002. 45-49.
- Pocsai, E. - Citir, A. - Ilbagi, H. - Köklü, G. - Korkut, K. - Murányi, I. - Vida, G. (2003): Incidence of Barley yellow dwarf viruses, Cereal yellow dwarf virus and Wheat dwarf virus in cereal growing areas of Turkey. Agriculture (Pol'nohospodarstvo), 49 (11), 583-591.
- Pribék, D. - Pocsai, E. - Vida, Gy. - Veisz, O. (2006): Presence of wheat dwarf virus, cereal yellow dwarf virus-RPV and barley yellow dwarf viruses in cereal species in Martonvásár. Cereal Res. Commun. 34, 625-628.
- Stephanov, J. - Dimov, A. (1981): Bolestta vdjudjavanje po spenitsata Bulgaria. Rasteniev Nauki 18, 124-128.
- Szunics Lu. - Pocsai E. - Szunics L. (1997): Adatok a búza törpeség vírus előfordulásához. Martonvásár 2, 14-15.
- Szunics, L. - Pocsai, E. - Szunics, Lu. - Vida, G. (2000): Viral diseases on cereals in central Hungary. Acta Agronomica Hungarica 48, 237-250.
- Szunics L. - Vida Gy. - Weisz O. - Láng L. - Pocsai E. (2002a): Gabonavírusok 2002-ben. Gyakorlati Agroforum 9, 56-58.
- Szunics L. - Pocsai E. - Vida Gy. - Veisz O. - Láng L. (2002b): Gabonavírus járvány 2002-ben. Növényvédelmi Tanácsok. XI. 9, 40-43.
- Szunics L. - Pocsai E. - Vida Gy. - Veisz O. - Láng L. - Bedő Z. (2003a): Vírus virtus. Martonvásár 2003/2. 8-11.
- Szunics L. - Pocsai E. - Vida Gy. - Veisz O. - Láng L. - Bedő Z. (2003b): Kalászos gabonák vírusok okozta betegségei 2002-ben. Növénytermelés 52, 33-39.
- Tóbiás, I. - Kiss, B. - Palkovics, L. (2006): The nucleotide sequence of two Hungarian isolates of Wheat dwarf virus. Acta Phytopath. Entomol. Hung. 41, 47-52.
- Tóbiás, I. - Kiss, B. - Bakardjeva, N - Palkovics, L. (2009): The nucleotide sequence of barley strain of Wheat dwarf virus isolated in Bulgaria. Cereal Research Communication 37, 237-242.

- Tomenius, K. - Oxelfelt, P. (1981): Preliminary observation of virus like particles in nuclei in cells of wheat infected with the wheat dwarf disease. *Phytopath. Z.* 101, 163-167.
- Vacke, J. (1961): Wheat dwarf virus disease. *Biologia platerum (Praha)* 3, 228-233.
- Vacke, J. (1988): Occurrence and economical importance of wheat dwarf virus in Czechoslovakia. V. Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Budapest, May 24-27, 1988. 43.
- Xie, J. - Wang, X. - Liu, Y. - Peng, Y. - Yhou, G. (2007): First report of occurrence of Wheat dwarf virus in wheat in China. *Plant Disease* 91, 111.