

SZAKDOLGOZAT

SÁNDOR BENCE
Növényorvos MSc

Keszthely
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Növényorvos MSc Szak

Vírusfertőzöttség vizsgálata őszi búzában

Belső konzulens: Dr. Pásztor György
Egyetemi adjunktus

Készítette: Sándor Bence
QC0JFS
Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi Intézet

Készthely

2023

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS	3
2.	CÉLKITŰZÉS	4
3.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
3.1.	A BÚZA TERMESZTÉS ÁTTEKINTÉSE.....	5
3.1.1.	Termesztésének jelentősége	5
3.1.2.	Rendszertani besorolás	5
3.2.	TERMESZTÉSTECHNOLÓGIA	6
3.2.1.	Tápanyaggazdálkodás	6
3.2.2.	Talajművelés	8
3.2.3.	Vetés	8
3.3.	A BÚZA NÖVÉNYVÉDELME.....	9
3.3.1.	A búzában előforduló gyomnövények	9
3.3.2.	A búza kártevői	9
3.3.3.	A búza kórokozói	10
3.4.	GABONAVÍRUSOK	11
3.5.	A BÚZÁT FERTŐZŐ FŐBB VÍRUSOK	12
3.5.1.	BYDV – Barley yellow dwarf virus.....	12
3.5.2.	BSMV – Barley stripe mosaic virus.....	12
3.5.3.	WDV – Wheat dwarf virus.....	13
3.5.4.	WSMV – Wheat streak mosaic virus	13
3.5.5.	BMV – Brome mosaic virus.....	14
3.5.6.	BStMV – Brome streak mosaic virus.....	14
3.6.	NÖVÉNYI VÍRUS ÁTVITEL MÓDJAI.....	15
3.7.	VÍRUSOK ELLENI VÉDEKEZÉS.....	16
4.	ANYAG ÉS MÓDSZER	17
4.1.	A VIZSGÁLT MINTÁK.....	17
4.2.	A VIZSGÁLATI MÓDSZER.....	17
6.	VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	20
6.1.	FERTŐZÖTTség EREDMÉNYEI	20
6.2.	KOMPLEX FERTŐZÉSEK.....	22
7.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	23
8.	ÖSSZEFOGLALÁS	24
9.	A SZAKIRODALOM JEGYZÉKE.....	27

1. Bevezetés

Magyarországon, mint ahogy a világ számos pontján, a mezőgazdaság egyik vezető ágazata a gabona termesztés. Már az őskorban felismerték, hogy a különböző gabonaféléknek magas a tápérték tartalma. Ezek közül is a búzatermesztés világszerte meghatározó ága az agráriumnak. A történelem során folyamatosan fejlődő búzatermesztés mindig is az életet jelentette az emberiségnek. A búzából lisztet őröltek, abból pedig kenyeret készítettek elsősorban, ez az elsődleges ételmet jelentette az embereknek. A történelem során számos búzát károsító szervezetet fedeztek fel, ismertek meg, és állapítottak meg ellenük való eredményes védekezési módot. A rovar kártevők mellett számos gabonaféléket támadó gombákat ismertek meg. A vírusok, mint potenciális károsítók csak a közelmúltban kaptak nagyobb figyelmet. A vírusok, a növényi vírusok roppant kis méretük miatt sokáig ismeretlenek voltak az emberiség, és a növényvédelem előtt. Egyre több kutatás támasztja alá, milyen potenciális gazdasági károkat is tudnak okozni a különböző gabonavírusok a mezőgazdaságban.

Hazánkban a búzatermesztés minden évben csaknem 1 millió hektáron folyik. Az előző évben közel 947 ezer hektáron (KSH) termesztettek búzát. Minden évben nagy energiaráfordítást igényel a különböző károsítók elleni védelem. A vírusok is ide tartoznak, meg kell tervezni már előre védekezési stratégiát ellenük is, ami már jóval a vetés előtt kezdődik.

2. Célkitűzés

A dolgozatomban a vizsgálat során egységesen őszi búza mintákat vizsgálva kerestük a hat meghatározó búzát fertőző és károsító vírusokat. Az egyes minták mind dunántúli gazdaságokban folyó termesztésből lettek gyűjtve, így próbáltuk felmérni melyek azok a vírusok, amik jelenleg is megtalálhatóak a földeken, mely vírusok vannak jelen a búzatermesztésben. A vizsgálatok során próbáltunk egy képet kapni arról, hogy a jelenlegi klimatikus tényezők által befolyásolt termesztésekben, mely vírusok azok, amik jelen vannak a dunántúli régió búzatermesztésében.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A búza termesztés áttekintése

3.1.1. Termesztésének jelentősége

A Földünkön az egyes gabonafélék adják az emberiség alaptáplálékát. A különböző ökológiai viszonyok miatt eltérő fajok termesztése kerül előtérbe a bolygonk egyes területein. A melegebb éghővre jellemzőbb a rizs és a köles fajták termesztése, míg a mérsékelt éghővön a búza, árpa, kukorica és a rozs fajták termesztése a jellemző, és kielégítő. A jelenleg termesztett gabonafélék között a búzának van a legnagyobb vetésterülete és jelentősége világszerte. Az ember a történelem folyamán rájött, hogy a búza tápértéke messze meghaladja az összes többi gabonáét. A búza fajainak és fajtáinak rendkívül jó az alkalmazkodó képessége, ez járult hozzá a széleskörű elterjedéséhez. A termesztésének határait meghatározzák az egyes abiotikus tényezők is: a fotoperiódus, az egyenlítő felé haladva a magas hőmérséklet és az eső mennyisége és hiánya, a sarkok felé pedig a fagy illetve a hóviszonyok. Magyarország a mérsékelt éghővben fekszik, annak is középső részén, ezért nálunk jellemzően az őszi búza termesztése van túlsúlyban nagyobb termés potenciálja, illetve termésbiztonsága végett. Az éghőv északi és déli övezetében többnyire tavaszi búza termesztése a jellemző. (ANTAL et al., 1992; RAGASITS, 1998; LELLEY, 1955)

Magyarországon a humán táplálkozásban jelentős szerepe van a búza fajtáknak, mivel beltartalmi értékeik különösen kiemelkedőek, és természetességük hazánkban jellemzően kedvező. A legnagyobb felhasználása a malomiparban (liszt), ezáltal a kenyér és a téstakészítésben van. Az emberi táplálkozás mellett kiemelkedő jelentősége van az állati takarmányozásban abrak takarmányként is. (RAGASITS, 1998)

3.1.2. Rendszertani besorolás

A búza a XVI. törzs, Zárwatermők (*Angiospermatophyta*) 2. osztálya Egyszikűek (*Monocotyledones*) 2. alosztálya (*Liliidae*) 6. rendje Pelyvások (*Poales*) 1. családjának Pázsitfűfélék (*Gramineae*) búza (*Triticum* L.) nemzetségébe tartoznak. A nemzetség fajai az 5. szélességi foktól a 64. fokig megtalálhatóak. A *Triticum aestivum* kiváló alkalmazkodóképességű, hexaploid ($n=21$) növény. (HORTOBÁGYI, 1980)

3.2. Termesztéstechnológia

Hazánk területén az egyes búza fajták szinte mindenhol sikeresen termesztethetők, döntő többségben főleg az őszi búza változatai. A legkedvezőbb talajtípusok közé tartoznak a középkötött mezősi, illetve a középkötött erdő talajok. Megfelelőek lehetnek még a jó vízháztartású réti talajok is. Kedvezőtlenebbek viszont már a gyengén humuszos homok és laza erdőtalajok. A legkedvezőtlenebbek az errodált, sekély termőrétegű, kavicsos talajok, mégis megfelelő körülmények biztosítása mellett ezeken a heterogén táblákon is el lehet érni kedvező termést, akár termésforgóba beillesztés során. (ANTAL et al., 2005)

Az abiotikus tényezők szempontjából a búzánál két fontos dolgot kell szem előtt tartanunk termesztése során: a hőmérsékleti viszonyok és a csapadék mennyiségét. Őszi búza esetében kijelenthető, hogy -20 és $+40$ °C közötti hőmérséklettartományban biztonsággal termesztethető. (ANTAL et al., 1992)

A búza minimum 300-350 mm csapadék mellett termesztethető, de az optimális fejlődéséhez 500-600 mm csapadékra van szüksége. Itt fontos megjegyezni, hogy ennek időbeni eloszlás szintén nagyon mérvadó. Az a legkedvezőbb, ha ez a mennyiség arányosan oszlik el a termesztése során. Egy az átlagosnál szárazabb tavasz, vagy egy aszályosabb május is termésdepressziót okozhat. Szintén ezt okozhatja az aratás időszakában bekövetkező csapadékos időszak. Kedvezőtlen lehet, ha a május vége viharos, ugyanis ez akár megdőlést is okozhat. (PEPÓ et al., 2011)

Búza termesztés szempontjából figyelembe kell vennünk még az előveteményünket. Vetésig elegendő időt kell hagynunk az elővetemény lekerülését követően. Nem kívánatos elővetemények közé tartoznak azok a kultúrnövények, amik a talaj tápanyag és vízkészletét kiszorolják. (ANTAL et al., 2005)

3.2.1. Tápanyaggazdálkodás

A jelenleg termesztett búzafajtáink tápanyagigényeit talajaink teljes mértékben nem tudják biztosítani, ezért szükséges valamilyen formában a helyes tápanyag visszapótlás földjeinkbe. Ennek okán már korábban kifejlesztették a szakemberek a megfelelő tápanyaggazdálkodási rendszert. (DEBRECZNEI, 1979)

Általánosságban kijelenthető, hogy 1000 kg szemterméshez, és a hozzá tartozó szalmához, és egyéb melléktermékhez 27 kg nitrogén (N), 11 kg foszfor (P_2O_5), 18 kg kálium (K_2O), 6 kg mész (CaO), 2 kg magnézium (MgO) szükséges. (ANTAL et al., 2005; DÓKA, 2021; RAGASITS, 1998)

A búza a termesztése során különböző ütemben veszi fel az egyes tápanyagokat (1. ábra). Az őszi búza őszi nitrogén igénye alacsonyabb, ellenben a legjelentősebb szakasza a tavaszi bokrosodás és a szárbaindulás, ekkor történik meg a nitrogénfelfételének közel a fele. A nitrogén felvétel továbbra is jelentős a megfelelő vízellátottság mellett, ugyanis kalászoláskor a nitrogén mennyiség további 15 százalékát, majd a következő fenofázisokban pedig közel 20 százalékát veszi fel. a foszfor felvétel dinamikája a nitrogénétől jelentősen eltér. Ősszel ugyan csak kismértékű, viszont a gyökérfejlődéshez és az átteleléshez rendkívül jelentős a foszfor felvétele. Kora tavasszal a foszfor felvétele erőteljessé válik. Fontos, hogy ilyenkor már felvehető formában legyen foszfor a földjeinken, ezért már az őszi folyamán kell kijuttatnunk a foszforműtrágyát. A generatív fenofázisokban is fokozott mértékben zajlik a foszfor felvétel (kalászás-virágzáskor kb. 25%). A kálium felvétele a korai fenofázisokban a legintenzívebb, itt is fontos az őszi kijuttatás. A kálium teljes mennyiségének közel a 25 százalékát ősszel, míg a további 70-75 százalékát kora tavasszal veszi fel a búza. Ezután a későbbi fenofázisokban nem történik további kálium felvétel, hanem kálium leadás történik. (INTERNET 3)

Fejlődési szakasz	A teljesen kifejlett növény NPK-tartalmának %-ában		
	Nitrogén	Foszfor	Kálium
Kelés-bokrosodás	14,7	10,3	26,2
Bokrosodás	25,3	22,0	53,8
Szárbaindulás	20,1	33,8	20,0
Kalászás	16,3	17,6	3,3
Virágzás	9,2	7,3	2,8
Zöldérés	5,4	2,9	-0,9
Tejes érés	4,4	2,9	-1,9
Teljes érés	2,5	1,5	-3,3
Összes	100,0	100,0	100,0

1. ábra: Az őszi búza NPK felvétele (INTERNET 3)

Ezen adatok ismeretében talajmintavétel elvégzése és kiértékelése után, így feltérképezve talajunk tápanyagtartalmát, elkészíthetünk egy precíziós tápanyaggazdálkodási tervet, melynek segítségével optimális tápanyagellátást biztosíthatunk növényeinknek mind makro-, mezo- és mikrotápelemek szempontjából. A megfelelő tápelem koncentráció a növényeink számára elengedhetetlen a jó kondíciójukhoz, ezáltal megnövelve a gyengültségi károsítókkal szembeni állóképességüket, és csökkentve a kór- és kárképek kifejeződését. (KESZTHELYI, 2019)

3.2.2. Talajművelés

Megfelelő talajműveléssel biztosítanunk kell a vetés kezdetéig, hogy a talaj állapota megfelelő legyen mind fizikai mind biológiai összetételében. Törekednünk kell a megfelelő körülmények megteremtésére az eredményes vetéshez, majd a keléshez. Kiemelkedően fontos a talajvíz megóvása a nyári aszályban, illetve a talaj tápanyagtartalma, valamint annak megfelelő visszapótlása. (ANTAL et al., 2005)

Talajelőkészítés folyamán három fontos tényezőt érdemes figyelembe venni, az előveteményt, mivel azok szármadaradványai befolyásolhatják a talajművelés módját. A talajnedvességet, ez megszabja az időpontját a talajmunkák elvégzésének, valamint a munkaeszközt, továbbá a magágykészítést, a tápanyagkijuttatást és növényvédelmi kezeléseket, ezek mind meghatározhatják a talajelőkészítés elemeit, sorrendjét. (ANTAL et al., 2005; DÓKA, 2021; INTERNET 1)

A talaj nedvességmegőrzése érdekében Gyárfás (1925) felhívta a szakma figyelmét a sekélyművelés szerepére, amit később Manninger (1957) is alátámasztott.

A búza optimális magyága az üledett, aprómorzsás talaj. Mikor magágyat készítünk, figyeljünk rá, hogy a talajunkat ne szárítsuk ki, továbbá a műveletekkel ne porosítsuk a magágyat vetés előtt. (PEPÓ et al., 2011)

3.2.3. Vetés

Az egyik legfontosabb termesztéstechnológiai elem a vetés, mivel már itt döntően befolyásolható a várható termésmennyiség. A búzát megfelelően előkészített, üledett magágyba vetjük megközelítőleg 5 cm mélyre. Hazánkban célszerű a 12-16 cm-es sortávolság használata, ez a legmegfelelőbb az búza igényeinek számára. (RAGASITS, 1998)

Az őszi búza fajták vetés ideje számos tényezőtől függ, általában az október 5- 25. közötti időszak a legmegfelelőbb az időjárás függvényében. (PEPÓ, 2019; INTERNET 2)

Vetés során elengedhetetlen a fémzárolt, stabil csírázóképesseggel rendelkező, idegenmagvaktól mentes vetőmag. Általánosan a legjellemzőbb kívánt állománysűrűség kb. 4,5-5,5 millió csíra/hektár, ez a szám fajtánként változhat. (ANTAL et al., 2005; INTERNET 2)

3.3. A búza növényvédelme

Napjainkban a búza növényvédelme egyre komplexebb feladattá válik a szakemberek számára. A jelenleg is zajló klimatikus változások miatt egyre több új problémával kell megküzdenünk a termesztése során. Az egyre szeszélyesebbé váló időjárás, gyakori aszályok és aránytalan csapadékeloszlás jellemzi az utóbbi éveinket. A változó körülmények új károsítóknak adnak lehetőséget a betelepedésre, felszaporodásra és fertőzésre. Mindezek mellett az újabb és újabb hatóanyag kivonások is nehezítik a gazdálkodók feladatát.

3.3.1. A búzában előforduló gyomnövények

A búza termesztésben előforduló gyomnövényeket az adott tábla ökológiai, agronómiai viszonyai, és az általunk használt agrotechnikai tényezők határozzák meg. A kulturnövényünk gyomflórájára a vetésidő alapján következtethetünk. Fontos, hogy ismerjük a búzában megjelenő gyomnövények életformáit, ez alapján következtethetünk, mikor várhatóak megjelenésük. (RADICS, 2010)

Őszi búza esetében várhatóan előfordulnak, ha vetés után csapadékosabb az időjárás, az őszi kelő kora tavaszi áttelelő egyéves gyomnövény fajok (T1, T2): az árvacsalán, a tyúkhúr, a pásztortáska, a veronika fajok. Előfordulhatnak még az őszi és tavasszal egyaránt csírázó nyár eleji egyévesek: a nagy széltippan, a parlagi ecsetpázsit, a perje és rozsnok fajok, továbbá a kék búzavirág, a mezei árvácska, a pipacs. Az áttelelő, kora tavasszal csírázó gyomnövények mellett jelen vannak még a tavasszal kelő nyár eleji egyévesek (T3): a vadrepce, a héla zab, és a füstike fajok. A tavasszal csírázó, nyárutói egyéves gyomnövények (T4) közül előfordulnak a táblákon a parlagfű, a keserűfű fajok, előfordulhat árvakelésű napraforgó. Nagy gondot okozhatnak kellő védekezés hiányában az évelő fajok, mint az apró szulák, a mezei acat, az útszéli zsázsa. (KÁDÁR, 2016; INTERNET 4).

Fontos dolgunk tehát meghatározni milyen gyomnövények ellen és mikor kell védekeznünk, hogy sikeres legyen a gyomszabályozásunk, hiszen nagyon sokszínű a gyomflóra és komoly problémákat okozhatnak a termesztésben, komoly termés veszteséget is okozhatnak, ha nem kellőképpen védekezünk ellenük.

3.3.2. A búza kártevői

A búza alapvetően számos kártevővel rendelkezik, ezeknek a súlyosságát a megtámadott növényünk fejlettségi állapota, valamint a termesztéstechnológia intenzitása szabja meg. A kártevők között vannak, amik jelentős termésvesztést okozhatnak, ezek a károsítások már felléphetnek a

búza kezdeti fejlődése során, illetve akár a tavaszi bokrosodáskor is jelentős károkat tudnak okozni. A kalászos kultúrák egy sajátossága tartozik, hogy legtöbbször lényegében nem károsító fajokról beszélünk, hanem károsító csoportokról. Ez azért van, mivel a növényünket azonos fenológiai stádiumban támadó károsítóknak a biológiai és az ökológiai tulajdonságai rendszerint megegyeznek. Ebből kifolyólag csoportosíthatjuk őket az alábbiak szerint: a kalászosok levéltetvei, a vetésfehérítő fajok, és a gabonapoloskák. Ahhoz, hogy az ellenük való védekezés sikeres legyen, ismernünk kell a károsítók biológiai sajátosságait, amik alapján megfelelő előrejelzésükkel időben védekezni tudunk ellenük. A termésünk mennyiségi és minőségi paraméterei jelentősen romolhatnak, ha nem időben kezdjük meg a védekezést ellenük. (KESZTHELYI, 2016)

A búza kártevőit jellemzően három csoportra tudjuk osztani: gyökér kártevők, vegetatív részek kártevői és a generatív részek kártevői.

A legjelentősebb gyökérkártevői közé tartoznak többek között a drótférgek, a pajorok, ezek legtöbbször polifág kártevők. Fontos gyökérkárosítók még a búza fonálféreg (*Anguina tritici*) és a gabonafutrinka (*Zabrus tenebrioides*).

A legjelentősebb vegetatív részek károsítóinál meg kell említenünk a vetési bagolylepkét (*Agrotis segetum*), a gabonapoloska fajokat (*Aelia spp.*, *Eurygaster spp.*), a vetésfehérítőket (*Oulema spp.*), a szalmazsugárkát (*Cephus pygmaeus*), a gabonalegyeket (*Oscinella frit*, *Chlorops pumilionis*, *Phorbia securis*). Ehhez a csoporthoz tartoznak még a tripszek ((*Haplothrips tritici*), a levéltetvek (*Sitobion avenae*, *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*). (JENSER, 1998; INTERNET 4)

A generatív részek jelentős kártevői többek között a gubacsszúnyogok (*Contarinia tritici*, *Sitodiplosis mosellana*), a szipolyok (*Anisoplia segetum*, *Anisoplia lata*, *Anisoplia austriaca*). (KESZTHELYI, 2016)

3.3.3. A búza kórokozói

A búzát termesztése során az egyes fenológiai stádiumokban számos kórokozó képes fertőzni. A kórokozók közül jelentős mértékben valamilyen gombás fertőzés lép fel, de megjelennek különböző vírusos fertőzések is, amiknek napjainkban egyre nagyobb jelentősége van, köszönhető főleg a szélsőséges időjárási anomáliáknak. (PEPÓ, 2019)

A búza termesztésben Magyarországon mindenképp számolnunk kell a rendszeresen előforduló és komoly problémát okozó gombás betegségekkel, ezek többek között a gabonafuzáriózis (*Erysiphe graminis*), a szártörőgomba (*Pseudocercospora herpotrichoides*), a búza fuzáriózis amit különböző fajok okozhatnak (*Fusarium graminearum*, *F. avenaceum*, *F. clumorum*, *F. nivale*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*), valamint az üszöggombák (*Ustilago tritici*, *Tilletia caries*, *Tilletia*

contraversa) és rozsdagombák (*Puccinia striiformis*, *Puccinia recondita*). (GLITS et al., 1997; INTERNET 4).

Az őszi búza termesztése során előfordulhatnak csíra pusztulások és gyökérelhalások betegségek is őszi, illetve tél folyamán. Ezekért a különböző gombák a felelősek, mint például a *Fusarium spp.* Ha az őszi melegebb felütheti a fejét a lisztharmat és a levélrozsdá is. A tavaszi felmelegedés során a már ősszel is jelenlévő és fertőző gombabetegségek jelentősége fokozódik, valamint megjelennek további gombabetegségek és vírusok is. A tavaszi időszak során a megnövekedik a vírusvektorok aktivitása és ezáltal egyre fokozódik a gabonákat károsító vírusok nyomása is. (GLITS et al., 1997; INTERNET 4)

3.4. Gabonavírusok

A növények a csírázástól a betakarításig rengeteg abiotikus és biotikus stressznek vannak kitéve. A termelőknek ismerniük kell, milyen stresszhatással állnak szemben, kórokozók esetében pontos azonosításra van szükségük az adott termesztett gabonájuk védekezési terv meghatározásában, bár esetünkben fontosabb a megelőzés. A vírusokat a betegség kialakulásának korai szakaszában szemrevételezéssel nehéz meghatározni, és gyakran összekeverik a tápanyaghiánnyal vagy más abiotikus problémákkal. A fertőzés diagnózisa legtöbbször vizuális értékeléseken alapul. A talaj kémiai toxicitása, tápanyaghiánya, hő és szárazság stressz által okozott abiotikus stressz hasonló tüneteket válthatnak ki. A növényi vírusok fertőzéseit rendkívül nehéz megállapítani pusztán vizuális tünetek alapján. (APRÓ et al., 2011) A gabonaféléken a gombabetegségek mellett a vírusbetegségek kártétele is egyre nagyobb jelentőséggel bír Magyarországon, és a világ más gabonatermő országaiban. (APRÓ et al., 2011) A búzacsíkos mozaikkomplex (WSM) évente átlagosan 5%-os termelésekiesésért felelős. A 2012-es évben Dél-Magyarországi területeken a legjelentősebbnek a WDV fertőzése bizonyult. (APRÓ et al., 2012). 2017-ben azonban a WSM komplexum 19,3 millió köbölnyi termelésekiesést okozott az USA-ban. 2015-ben és 2017-ben a Wsm2-t, a Wheat streak mosaic vírus (WSMV) rezisztenciagént tartalmazó búzanövényeken WSMV-re jellemző tüneteket találtak. (FELLERS et al., 2019) Jellemzően az őszi fertőzések okoznak nagyobb termés kiesést, mivel a fertőzések során a növény legyengült szervezettel telel át. Az is előfordulhat, hogy egy fertőzött őszi búzatábla közelében a kelő tavaszi búzatáblát is megfertőzi a jelen lévő vírus különböző vektorok segítségével, ilyenkor a tavaszi búzáunkban is jelentős veszteségek léphetnek fel. (SINGH et al., 2018)

3.5. A búzát fertőző főbb vírusok

3.5.1. BYDV – Barley yellow dwarf virus

Az árpa sárga törpeség vírus (BYDV) elsőként Oswald és Houston izolálták. Hazánkban először 1967-ben Szirmai mutatta ki őszi árpán, majd 1972-ben őszi búzán is izolálták. A BYDV világszerte az egyik legnagyobb károkat okozó növényi kórokozó. Rendszertanilag a *Luteoviridae* család, *Luteovirus* nemzetségébe tartozik. A virionok pozitív egyszálú RNS-t tartalmaznak. A vírust különböző vektorszervezetek alapján törzsekre osztották, napjainkban már különböző vírusként tartják számon őket. Fő vektorai a levéltetű fajok, amiknek fertőzései perzisztens módon történik. Legfontosabb vektora a zselnicemeggy-zablevéltetű (*Rhopalosiphum padi*). A levéltetvek hosszú ideig képesek hordozni a kórokozót. A vírus a növények floém rendszerét támadja. Fertőzi többek között az árpát, búzát, kukoricát, rizst és számos egyszikű növényt, köztük élő fűféléket is. Legnagyobb fertőzési források az árvakelések, melyeken át tud telelni a vírus. Jellemző tünetei a fertőzött növényeken megfigyelhető levelek aransárga elszíneződése, vörösödése és a törpülés, mely a tavaszi árpán a legjellegzetesebb. Kezdetben a sárgulás a levelek csúcsi részén jelentkezik, majd onnan terjed tovább. Ezeknek a növényeknek a kalásza és gyökerei fejletlenek maradnak. Jellemző, hogy a fertőzött növények fogékonyabbá válnak a gombabetegségekkel szemben. A BYDV szerológiai módszerekkel a viaszerésig kimutatható. (KOVÁCS 2017; POCSAI et al., 2010)

3.5.2. BSMV – Barley stripe mosaic virus

Az árpa csíkos mozaik vírus (BSMV) már 1910-es évek óta ismert volt, de először 1950-es években izolálta McKinney az USA-ban. A kórokozót Magyarországon először Milinkó és Remete írták le 1984-ben. Közel 20 törzse ismert, ezeket a fertőzött növényeken megfigyelhető tünetek típusa és erőssége alapján lehet jól elkülöníteni. A vírus rendszertanilag a *Virgaviridae* család, *Hordeivirus* nemzetségbe tartozó multikomponensű RNS vírus, melynek alakja rövid pálcika. A virionok növényi szövetekben stabilak, fertőző képességüket napokig megőrzik. A BSMV replikációja a növények citoplazmájában zajlik, mely során torz kloroplasztiszokat hoznak létre a fertőzött sejtek. A vírus genomjában három pozitív-szálú RNS található. A vírus elsősorban fertőzött vetőmaggal képes terjedni, de mechanikai úton és pollennel is képes fertőzni. Gazdanövénye elsősorban az árpa, de esetünkben a búzát is képes fertőzni és jelentős termésveszteséget okozni. Mindemellett képes fertőzni zabot, rozst, kölest, kukoricát, cirkot és még számos egyszikű növényt, gyomokat is. Főként a késő őszi vetésű gabonákat fertőzi a vírus. Tünetei többek közt a szürke elszíneződésű foltok, későbbiekben észrevehető a fertőzött növények a fejlődésben visszamaradnak és merev felálló levelekkel rendelkeznek. A fogékony fajtáknál nem

ritka a kalász rövidülés sem. A kórokozó szerológiai módszerekkel jól kimutatható. (APRÓ et al., 2012; KOVÁCS, 2017)

3.5.3. WDV – Wheat dwarf virus

A búza törpülés vírust (WDV) Csehszlovákiában Vacke 1961-ben írta le elsőként. Magyarországon 1988-ban búzában írták le először, Martonvásáron Gáborjányi és Bisztray. Hazánkban az utóbbi években az egyik leggyakoribb megjelenő vírus a búzában. A vírus rendszertani besorolás szerint a *Geminiviridae* család, *Mastrevirus* nemzetségbe tartozik. A kórokozónak két törzse ismert, az egyiket árpáról a másikat búzáról izolálták. Ezek a törzsek a *Poaceae* családba tartozó növényeket fertőzik. A vírus genomja kör alakú, egyszálú DNS-ből áll, mely az árpa törzs esetében 2734 bázis, míg a búza törzs esetén 2750 bázis hosszúságú. A kórokozó sem maggal, sem mechanikai úton nem vihető át, hazánkban cirkulatív úton terjed gyakran előforduló csíkos gabonakabócákkal (*Psammotettix alienus*). A termesztett gabonaféléink mellett további egyszikű növényeket is fertőz. Jellemző tünetei, hogy a növények törpülnek, sárgulnak, csokrosodnak, növényen megjelenő barnás foltosság, a levelek kanalasodása és a kalászosítás hiánya. A tünetek könnyen összetéveszthetők az árpa sárga törpülés vírus (BYDV) által előidézett tünetekkel. Gyakori, hogy a két vírus egyszerre van jelen ugyanazon fertőzött növényben. A vírus meghatározásának legcélszerűbb módja a szerológiai vizsgálat. (KOVÁCS 2017; POCSAI et al., 2010)

3.5.4. WSMV – Wheat streak mosaic virus

A búza csíkos mozaik vírust (WSMV) Mckinney az 1950-es években az USA-ban írta le először. Hazánkban Pocsai 1985-ben üvegházi körülmények között diagnosztizálta először a vírust. A kórokozó gazdasági szempontból jelentős, ahol megjelenik, gyorsan tud terjedni nagy termésveszteséget okozva. A kórokozó rendszertanilag a *Potyviridae* család, *Tritimovirus* nemzetségbe tartozik. A vírus egy egyszálú pozitív RNS genom, mely 7618-9384 nukleotidot tartalmaz. Replikációja a fertőzött szervezet citoplazmájában megy végbe. A *Tritimovirus*ok jellemző terméke a henger vagy forgó kerék alakú citoplazmatikus zárványfehérje. A vírus vektorokkal képes fertőzni, legfőképp atkákkal (*Aceria tulipae*), de mechanikus úton is átvihető. (KOVÁCS, 2017) Vizsgálatok kimutatták, hogy az atkák akár 3°C-on 2 hónapig is fertőzőképesek maradhatnak. (SINGH et al., 2018) Gazdanövényköre egyszikű növényekre terjed ki, fertőzi többek között a búzát, árpát, zabot és a kukoricát. Az egyszikű gyomnövényeken is képes fertőzni, így ezek is gazdanövényként funkcionálhatnak. Jellegzetes tünetei a mozaikszerű csíkozottság, mely sárga színű, melyet törpülés követ. Szerológiailag aktív, így könnyen kimutatható. (KOVÁCS, 2017)

3.5.5. BMV – Brome mosaic virus

A rozsnok mozaik vírust (BMV) Mckinney és munkatársai írták le először 1942-ben, Magyarországon 1986 óta ismert. Rendszertani besorolás szerint a *Bromoviridae* család, *Bromovirus* nemzetségbe tartozik. A kórokozó genomja három részből áll és összesen 8243 nukleotidot tartalmaz. A virionok belsejében egy szubgenomi és három pozitív szálú genomi RNS van. A vírus replikációja az endoplazmatikus retikulumban és a sejtmag-hártyában zajlik le, későbbiekben a fertőzött növény citoplazmáját fertőzi. A nukleinsav önállóan kódolja a fehérjék szintézisét, ez a replikáció érdekessége. A kórokozó mechanikai úton is átvihető, levélbogarakkal (*Oulema spp.*) is terjedhet. Laboratoriumi körülmények között kimutatták, hogy fonálférgekkel (*Xiphinema spp.*) is fertőzhet. A BMV komoly károkat okozhat a gabonaültvényekben. A rozsnok mellett fertőzi a búzát, rizst és számos pázsitfűfélélt. A táblaszéli vízelvezető árokpartokon lévő gyomfaunából indul jellemzően a fertőzés, sok gazdanövénye megtalálható itt. Tünetei többek között a leveleken megjelenő sárgás foltok, csíkok és mozaiktünetek, melyeket legtöbbször levélszáradás követi. A vírus szerologailag könnyen kimutatható. (DR. GÁBORJÁNYI, 1992; KOVÁCS, 2017)

3.5.6. BStMV – Brome streak mosaic virus

A rozsnok csíkos mozaik vírust (BStMV) Jugoszláviában izolálták először 1980-ban rozsnok és árpa fajokon. Rendszertanilag a *Potyviridae* család, *Tritimovirus* nemzetségébe tartozik a kórokozó. A BStMV egy egyszálú, lineáris RNS-t tartalmaz. A vírus replikációs stratégiája a *Potyviridae* családra jellemző replikációval egyezik meg. A BStMV a beteg növényekben forgókerék, hengeres, és tőkerék formájú zárványokat is képezhet, viszont a virionok a növények citoplazmájában fertőznek. A vírus levélatkákkal (*Aceria tulipae*) és mechanikai úton is fertőzhet. Tünetei lehetnek a leveleken megjelenő sárgás csíkos mozaikos sárgulás, de pontosan csak laboratóriumi vizsgálatokkal állapítható meg. (KOVÁCS, 2017)

3.6. Növényi vírus átvitel módjai

A vírusok, mint önálló szervezetek nem életképesek, kizárólag egy gazdatestben tudnak életben maradni, saját replikációjukat véghez vinni. A növényeket megtámadó vírusok főként kisméretű örökítő anyagot hordoznak, felépítésük egyszerű, mégis súlyos gazdasági károkat képesek okozni. Ha a gazdanövény és a vírus között kialakul a kompatibilis vírus-gazda növény kapcsolat a kórokozó képes replikálódni a fertőzött sejtekben, ezután sejtről sejtre terjedni a növényben az edénynyaláb rendszeren keresztül eljutni a növény távolabbi szöveteibe is így kialakítva a szisztémikus fertőzést. A növényi vírusok obligát paraziták, így életciklushoz fel kell használniuk a gazdasejt erőforrásait. A vírus fertőzése során megváltoztatják a gazdanövény metabolizmusát. Ezek a metabolikus változások váltják ki a betegség tüneteit, amik jellemzőek az adott vírus fertőzésének hatásaira. A gazdasági károkat ennek hatására a közvetlenül kialakuló tünetek okozzák, melyek a termés mennyiségét és a minőségét is befolyásolják. (HAVELDA, 2010) A fertőzés formája kizárólag passzív úton történik, gabona vírusok esetében legtöbb esetben mechanikai sérülés útján, maggal történő átvitelrel illetve valamilyen vektorszervezet segítségével megy végbe. A vírusok terjedhetnek még oltással, vegetatív szaporító szervekkel, gyökérrel, talajlakó gombákkal és vízzel.

A mechanikai átvitel a növényen keletkezett felsértett részén megy végbe. Ezt a mechanikai behatás keletkezhet akár az adott táblát művelő agrotechnikai eszköztől, de akár a szél is okozhatja, ha magas a szálló homok/por koncentrációja, így apró sebzéseket okoz a növény felületén.

Maggal történő átvitel akkor történhet, ha már egy fertőzött növény magjába bekerül a kórokozó, így már a fertőzött magot vetjük el a későbbiekben. Kimutatták, hogy a fertőzés megtörténhet virágzáskor, a gazdanövény pollenjével is, ilyenkor a kontaminálódott pollen az embriózsákon kívül a magkezdeményeket is fertőzi. Előfordul még külső magátvitel is, ilyenkor a talaj rögöcskéi a mag külső felületén a perikarpiumot megsérti, és ezen keresztül fertőződik. (KOVÁCS, 2017)

A növényeket megtámadó vírusok fertőzései leginkább vektorszervezetek segítségével történnek a természetben. Ezek a szervezetek a fertőzött növényekről képesek a kórokozót átjuttatni egészséges növényekre. Talajban ez legtöbbször az ott élő fonálférgekkel mehet végbe. A lárvá és az imágó is képes fertőzött növény gyökerén történő táplálkozás után átvinni a vírusokat egészséges növények gyökereibe. A leggyakoribb és gazdaságilag a legjelentősebb a rovarvektorok általi fertőzés, ezek közül is legfontosabbak a mezei kabócák (*Cicadellidae*) és a levéltetvek (*Aphididae*). A rágó szájszervű bogarak közül is kerülnek ki vektorszervezetek (*Oulema* fajok), de ezek száma a szűrő-szívó szájszervű fajokhoz képest nem nagy.

3.7. Vírusok elleni védekezés

A védekezést a vírusok ellen legfőképpen megelőzéssel végezzük. A különböző vektorszervezetek pontos biológiájuk ismeretében építhetők fel különböző kezelési stratégiák. Ezeket különböző előrejelzési módszerekkel, rajzásmegfigyelésekkel nyomon követhetjük, a védekezés optimális időzítésében segíthetnek minket. (KOVÁCS, 2017)

A növénynemesítésben az egyes vírusok elleni rezisztenciára való nemesítés is egyik fajtája lehet a védekezésnek. A napjainkban is uralkodó szeszélyes időjárási viszonyok is megnehezítik a növénynemesítők feladatát. A változó klimatikus feltételek is elősegítik az egyes vírusok fertőzését. A rezisztenciát különböző rezisztencia gének beépítésével tudják elérni a nemesítők, de megnehezíti a feladatukat, hogy ezek a gének gyakran a vad fajokban lelhetőek fel, amik beépítése termés minőség csökkenését is okozhatják. A növényi vírusok elleni védekezés alapja a rezisztenciára nemesítés, amelyhez nélkülözhetetlen a vírusok elterjedésének és járványdinamikájának pontos ismerete. (APRÓ et al., 2011) A vírusok, a többi kórokozó mellett, jelentős károkat tehetnek a búzatermesztésben. Rezisztenciára nemesítésben komoly gondot okoz, hogy a szóba jöhető gének száma kevés, és amik szóba jöhetnek általában vad fajokban találhatók. (ÁY, 2014)

Napjainkban a rezisztens fajták használata iránti megnövekedett igény is mutatja a növénynemesítés jelentőségének fontosságát. A vírusok ellen leghatékonyabban a fertőzés kialakulásának megelőzésével védekezhetünk, melynek egyik fontos eszköze a rezisztens vagy toleráns növényfajták használata. A növénynemesítők feladata más nemesítési szempontok mellett, a vírusok elleni rezisztenciára nemesítés. (APRÓ et al., 2011)

4. Anyag és módszer

4.1. A vizsgált minták

A vizsgálat során 60 darab őszi búza mintát tártunk fel, és vizsgáltunk meg az egyes vírusokat keresve. Az mintákat dunántúli termesztésekből gyűjtve szereztük be. Ezek a minták mindegyike aktív termesztésből lett szedve. A mintákat a vizsgálat lefolytatásáig hűtve, polietilén zacskókban tárolva tartottuk.

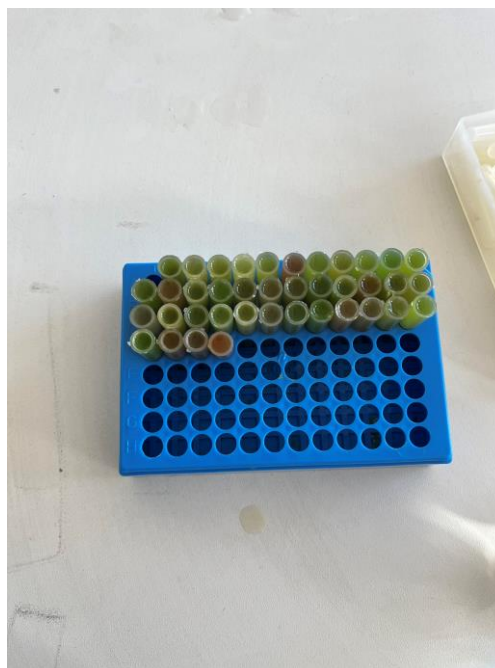
4.2. A vizsgálati módszer

Az egyes vírusfertőzések kimutatására a DAS(double antibody sandwich) ELISA módszert alkalmaztuk.

A vizsgálatoknál a LOEWE Biochemica árpa csíkos mozaik vírus (Barley stripe mosaic virus, BSMV), árpa sárga törpeség vírus (Barley yellow dwarf virus, BYDV), búza csíkos mozaik vírus (Wheat streak mosaic virus, WSMV), búza törpülés vírus (Wheat dwarf virus, WDV), rozsok mozaik vírus (Brome mosaic virus, BMV), rozsok csíkos mozaik vírus (Brome streak mosaic virus, BstMV) antiszérumaival dolgoztunk. A vizsgálatokhoz 0,4 g friss súlyú őszi búza mintákat 2 ml homogenizáló pufferrel a mozsárban dörzsöléssel présnedvet nyertünk (1. kép), ezután a kinyert nedveket mikro kémcsövekbe pipettáztuk (2. kép).



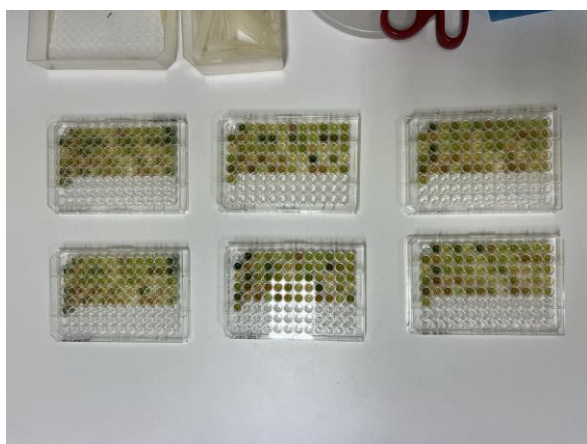
1. kép: présnedvkinyerése (saját kép)



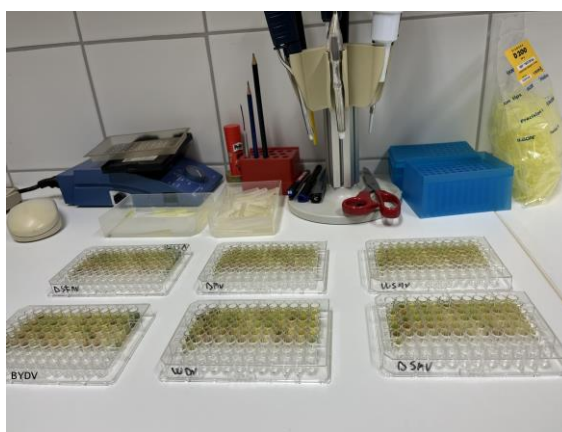
2. kép: kinyert nedvek a mikro kémcsövekben (saját kép)

A vírusok kimutatásához szükség van ELISA kit-re, mely az antiszérumot és az antiszérum–enzim konjugátumot tartalmazza, a növényi mintákkal együtt.

A vizsgálatok elvégzéséhez mikrotitráló lapokat használtunk, ezek a lapok 96 db 300 µl-es mintahellyel rendelkeznek. A cellákba 200 µl vírus-specifikus immunglobulin 500-szeresére hígított oldata lett pipetázva (3.-4. kép). A 4 órás 35 °C-on történő inkubálás során az IgG molekulák a cellákhoz kötődtek. A cellákat kétszer kimostuk, majd ismételten kétszer, de ekkor a puffert 3-3 percig a cellákban hagytuk. Miután a nem kötődött IgG molekulákat a mosó-pufferrel eltávolítottuk, a mélyedésekbe pipetáztuk a növényi présnedvet.



3. kép: növényi nedvek mikrotitrálólapokban (saját kép)



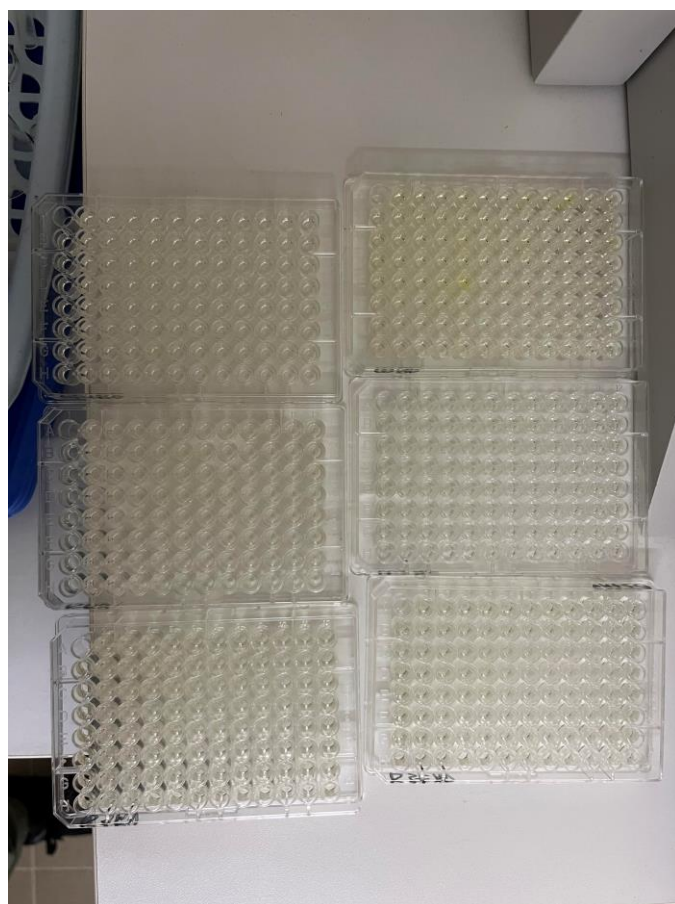
4. kép: növényi nedvek mikrotitrálólapokban (saját kép)

A mikrotitráló lapokat éjszakára hűtőszekrénybe helyeztük és 4 °C-on inkubáltuk. Következő nap reggel a lemezeket a mosópuffer használatával kimostuk. Ha egy minta az általunk vizsgált vírust tartalmazta, akkor az a lemezhez korábban kötődött IgG-hez kapcsolódott, míg azok a vírusok, amiket nem vizsgáltunk, vagy a növényi fehérjék eltávoztak a mosás alatt. A tisztítást követően ismét vírus-specifikus immunglobulint adagoltunk a mintákra, miután 500-szeresére hígítottuk konjugátumpufferben. Ha a cellában jelen volt a vírus, akkor a konjugátum a vírus másik feléhez kötődött. 35°C-on 4 órán át inkubáltuk, azután mosópufferrel kétszer ki lettek mosva a cellák, majd ismételten kétszer, de most a puffer 3 percig a cellákban állt, így eltávolította a nem kötött konjugátumot.

A következő lépésként az enzim szubsztrátját a cellákba jutattuk. Állandó keverés mellett a szubsztrátot 1:1 arányban para-nitro-fenil-foszfátot szubsztrátpufferben oldottuk fel, ez egy színtelen vegyület. Ezt követően 150 µl-t adagoltunk a cellákba, majd ezeket 30 percen keresztül 35 °C-on inkubáltuk.

A szubsztrát molekulákról az alkalikus foszfatáz enzim lehasítja a foszfát csoportokat és sárga színű para-nitrofenol keletkezik. Amíg a kémiai környezet kedvező és a szubsztrát jelen van, addig az enzim dolgozik. A színváltozás mértékét befolyásolja a vírus koncentrációja.

Szemmel is jól láthatóak a pozitív reakciók (5. kép), de ELISA fotométer használatával kaptunk megbízható eredményeket. A színváltozás mértékét az egyes mintákon a Labsystems Multiscan RC ELISA readerrel 405 nm hullámhosszon vizsgáltuk. Azokat a mintákat tartottuk pozitívnak, amik a negatív kontroll minta extinkciós értékének a kétszeresénél nagyobb értéket mutattak.



5. kép: színváltozások pozitív reakcióra (saját kép)

6. Vizsgálati eredmények és értékelésük

6.1. Fertőzöttség eredményei

A vizsgálat során a korábban említett 6 vírust (BYDV, BSMV, WDV, WSMV, BMV, BStMV) kerestük a különböző búza mintákban. Megvizsgálva a 60 darab mintát, 52 esetben találtuk meg az általunk keresett vírusok valamelyikét, vagy többet egyszerre a növényekben (1. táblázat), így az alábbi eredményeket kaptuk.

1. táblázat: fertőzött búzaminták (saját)

Mintasorszám	BYDV	BMV	WDV	WSMV	BStMV	BSMV
1	x		x			x
2			x			
4	x		x			
7			x			
9		x	x			
11	x					
12						x
14			x			
17					x	
26			x			
28			x		x	
30		x			x	
31		x	x		x	x
32		x			x	x
33					x	
35			x			
36			x			x
37		x				
38		x				
40			x			
42					x	
43		x			x	
44		x			x	x
45		x				
48	x					x
49		x			x	
50		x				
51		x	x			
52		x	x			

A vizsgált minták 48,3%-a volt vírusfertőzött (29db). A vizsgálatok során a búza csíkos mozaik vírust (WSMV) egyik mintában sem volt megtalálható. A vizsgált anyagok közül 31 mintában egyik vírust sem találtuk meg az általunk használt vizsgálati módszerrel.

Az árpa sárga törpeség vírust (BYDV) a vizsgált minták közül csupán csak négy esetben találtuk meg. Az általunk használt vizsgálati módszerek alapján a többi mintában nem volt jelen a kórokozó. Elmondható tehát, hogy a begyűjtött minták az adott területekről és az adott évben nem mutattak jelentős fertőzöttséget. Ez köszönhető lehet többek közt a helyes toleráns fajta választásnak, a megfelelő megelőző védekezésnek a vektorok ellen, esetleg a vektorszervezetek hiányának.

A rozsnok mozaik vírust (BMV) tizenhárom mintában sikerült észlelni, ez kevesebb, mint a mintaszám fele, mégis komolyabb fertőzést sejtet a vizsgált állományokban. Valószínűsíthető a vektorszervezeteik felszaporodása, például az *Oulema* fajok, az ellenük való védekezések részbeni eredményessége. Komoly problémát okozhatnak egyes pázsitfű félék is, melyek ugyanúgy tápnövényei lehetnek a vírusnak, megfelelő gyomszabályozás hiányában itt is beszélhetünk a fertőzés forrásáról. A vírus komoly fertőzés során számottevő kórokozást eredményez, ezzel együtt terményromlást is. Az eredmények is azt mutatják, hogy jelenlegi termesztésben komolyan számolni kell ezzel a kórokozóval.

A búza törpülés vírust (WDV) a vizsgálat során tizennégy alkalommal találtuk meg az egyes mintákban. Ennél a kórokozónál is láthatjuk, hogy jelentős mértékben jelen van a búza termesztésben. Ez a vírus gyakran az árpa sárga törpeség vírussal (BYDV) van jelen a növényeinkben, de a vizsgált mintáknál nem vónható teljesen össze ez a párhuzam. Fertőzésének mértéke valószínűsíthetően vektorszervezetének, a gaponakabócák felszaporodásának köszönhető, ha az időjárás kedvez nekik, komoly gondot okozhatnak, ezzel elősegítve a WDV terjedését.

A búza csíkos mozaik vírust (WSMV) egy vizsgált mintában sem találtuk meg. Valószínűsíthető ennek oka a vektorainak, főleg atkák, hiánya, illetve a kórokozó főleg egyszikű növényekben található meg, így a gyomnövényeken is, tehát azezek ellen folytatott sikeres védekezés lehet még az oka.

A rozsnok csíkos mozaik vírust (BStMV) a vizsgálat során tíz esetben tudtuk kimutatni. Ez a szám nem kimagasló, mégis komoly okot ad rá, hogy kellőképp foglalkozzunk a kórokozóval. Legfőképpen mechanikus úton terjedhet, tehát ha már bekerül az állományunkba nehéz ellene védekezni. Komoly gondot okozhat, ezért a legjobb védekezés a megelőzés, toleráns fajták használata lehet.

Az árpa csíkos mozaik vírus (BSMV) a vizsgált mintákban csak hét esetben találtuk meg. A kórokozó legfőképp az árpát fertőzi, de nem ritka, hogy a búzát is megtámadja. Ezt jól mutatja, hogy a minták közül csupán kevés esetben találtuk meg. Mivel a vírus jellemzően mechanikailag és pollennel is átvihető, az ellene való védekezésnél a helyes fajtaválasztás és a vírusmentes vetőmag kiemelkedő szerepet játszik. Utóbbi két védekezési módszer természetesen az összes kórokozóra vonatkoztatható.

A fertőzött mintákban a vírusok közül a búza törpülés vírust (WDV), a rozsnok mozaik vírust (BMV) és a rozsnok csíkos mozaik vírust (BStMV) legtöbbször, első 14 mintában, másodikat 13 mintában és a harmadikat 10 mintában találtuk meg. Az árpa csíkos mozaik vírust (BSMV) 10 esetben találtunk, az árpa sárga törpeség vírust (BYDV) csupán 4 mintában találtuk meg (1. táblázat).

6.2. Komplex fertőzések

Megfigyeltük, hogy a fertőzött minták csaknem 50%-a volt két vagy több vírussal fertőzött (2. táblázat), itt tehát komplex fertőzésről beszélhetünk. A vizsgálat során mivel több vírust is megtaláltunk egy adott mintában, ezért nem lehet kijelenteni, hogy egy adott vektorszervezet felszaporodása okozhatta volna az egyes fertőzéseket, ezek gyakran egy helyen történhettek egy azon növényen.

2. táblázat: komplex fertőzések (saját)

Mintasorszám	BYDV	BMV	WDV	WSMV	BStMV	BSMV
1	x		x			x
4	x		x			
9		x	x			
28			x		x	
30		x			x	
31		x	x		x	x
32		x			x	x
36			x			x
43		x			x	
44		x			x	x
48	x					x
49		x			x	
51		x	x			
52		x	x			

7. Következtetések, javaslatok

A vizsgálatok során a búzát fertőző hat jelentősebb vírus közül ötöt megtaláltunk a dunántúli régiókból begyűjtött őszi búza mintákból. A búza csíkos mozaik vírust (WSMV) kivételével jelen voltak a búza törpülés vírus (WDV), árpa csíkos mozaik vírus (BSMV), az árpa sárga törpeség vírus (BYDV), a rozsnok mozaik vírus (BMV), a rozsnok csíkos mozaik vírust (BStMV) a vizsgált őszi búza mintákban.

A fertőzött minták csaknem felében találtunk kettő vagy több vírust, ami feltételezhetően köszönhető a vektor szervezetek tömeges jelenlétének, a kórokozók széles gazdanövény körének, ide tartozva számos búzában jelen lévő gyomnövényt és árvakelést, illetve a már legyengült növények kisebb ellenállóképességének. Ezek a vírusfertőzések komoly terméseszkökenést okozhatnak a gazdáknak, főleg komplex fertőzések során.

A mai napig gondot okozhatnak tehát a különböző levéltetvek, melyek tömegesen lehetnek jelen a tábláinkon, mint például a zselnicemeggy-zablevéltetű (*Rhopalosiphum padi*). Számos kórokozó képes valamely kabóca fajjal terjedni, esetünkben például a csíkos gabonakabócákkal (*Psammotettix alienus*), amelyek jelentős károkat okozhatnak az ültetvényinken. A gabonavírusok képesek még különböző levélbogarakkal (*Oulema* fajok), atkákkal vagy akár fonálférgekkel is terjedni. Elengedhetetlen tehát ezek a vektorszervezetek elleni megelőző védekezés, ugyanúgy ahogy a vírusmentes fémzárolt vetőmag használata is.

A vizsgálatunk is rámutat arra, hogy a növénynemesítők feladata állandó, olyan ellenálló vagy rezisztens fajták kinemesítése, melyek képesek ellenállni a kórokozók támadásának, illetve regenerálódni képesek. Elengedhetetlen továbbá, ha mindezek adottak olyan fajtát választani a gazdának, ami az adott területi viszonyokhoz legjobban tud adaptálódni. Erre azért van szükség, mivel hiába az ellenálló fajta, ha az a növény nem érzi jól magát a földünkben legyengülhet. A legyengült növények sokkal könnyebben fertőzhetőek, kevésbé tudnak ellenállni a növényi kórokozókkal szemben, ahogyan a vírusoknak is.

A vírusok elleni legjobb védelmet a helyes fajta választás, a preventív védekezés a vektorszervezetekellen, illetve a megfelelő növénykondicionálás adhatja. Ezeket figyelembe véve megvédhetjük terményünket a búzát fertőző jelenős növényi vírusoktól.

8. Összefoglalás

A búza világszerte, ahogyan hazánkban is az egyik legjelentősebb gabonanövényünk, a belőle készülő alapvető élelmiszerek ősidők óta meghatározó szerepet játszanak az emberek mindennapjaiban. A búzatermesztés hazánkban minden évben ~1 millió hektáron történik, a gazdáknak ezért minden évben megfelelő hangsúlyt kell fordítani a növényvédelmükre. A megfelelő vetésforgó meghatározása mellett elengedhetetlen a precíz integrált növényvédelem, és a prevenció.

A vírus fertőzések a búzatermesztésben gyakran okozhatnak jelentős károkat, terményvesztéseket. Az ellenük való védekezés nagyon összetett, mivel közvetlen a vírusok ellen nem tudunk védekezni. A védekezés fő elemi napjainkban a rezisztenciára nemesítés, a vírusvektor szervezetek ellen való védekezés, a gyomszabályozás, ami történhet mechanikai és vegyszeres módon. A gazdák ezek közül utóbbi két módszer alkalmazásával, de mindenek előtt a megfelelő fajta választással és kielégítő tápanyag biztosításával tehetnek legtöbbet növényeik megfelelő kondicionálásához. A rezisztenciára nemesítés napjainkban is az egyik meghatározó feladata a növénynemesítők számára. A szakembereknek nincs könnyű dolga, sokszor vad fajok bevonásával dolgoznak, de folyamatosan folynak kutatások, hogy a legmegfelelőbb fajtákat, fajtahibrideket nemesítsék ki.

A dolgozatom alapjául a hat meghatározó búzát is fertőző és akársúlyos károkat is okozni képes vírusok jelenlétét kerestük a dunántúli termesztésekből begyűjtött őszi búza mintákban. Ezek a vírusok, amiket kerestünk az árpa sárga törpeség vírust (BYDV), az árpa csíkos mozaik vírus (BSMV), a búza törpülés vírust (WDV), a búza csíkos mozaik vírust (WSMV), a rozsnok mozaik vírust (BMV) és a rozsnok csíkos mozaik vírust (BStMV).

A mintákból laboratóriumi körülmények között présnedvet nyertünk, ezeket tisztítottuk az egyes vírusok vizsgálatához szükséges segédanyagokkal, majd ezután a DAS ELISA módszerrel kiértékeltek. A kísérlet során a minták fele volt valamelyik vizsgált vírussal fertőzve, és ezeknek a mintáknak is csaknem felében ráadásul több vírus jelenlétét is észleltük.

A gabonatermesztésben, ahogyan a búzában is elengedhetetlen a vírusok ellen védekezni a lehető legtöbb formában. Napjainkban számos lehetőség áll rendelkezésükre a gazdáknak, és ezeket használni is kell, ha nem akarnak számottevő terménycsökkenést. A növényi vírusok, amik a búzát is fertőzik jelentős gazdanövénysszervezettel rendelkeznek, ezért elengedhetetlen a földjeink megfelelő gyomszabályozása. A vírusok vektorszervezetei ellen is komoly védekezési stratégiát kell alkalmaznunk növényeink érdekében, hiszen a növényi vírusok számos, főleg rovarokkal, vektorral képes terjedni.

Ezzel a vizsgálattal próbáltunk egy képet kapni a jelenleg a búzatermesztésben előforduló vírusokról, illetve rávilágítani azok jelentőségére. A következtetéseket levonva ismét megerősítést nyert a növényi vírusok szerepe a növényvédelemben. A megfelelő védekezés, ami a megelőzéssel kezdődik.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni Dr. Pásztor György egyetemi adjunktusnak, aki segítségemre volt a vizsgálatok és a szakdolgozatom elkészítésében. Továbbá szeretném megköszönni mindazoknak, akik segítségemre voltak minták begyűjtésénél és tárolásánál, a Festetics Imre Bioinnovációs Központnak, hogy helyet és lehetőséget adtak a vizsgálat elvégzéséhez, és mindazoknak, akik valamilyen formában segítettek a munkámat. Szeretném megköszönni a családomnak, a barátaimnak, hogy mindvégig mellettem álltak a szakdolgozat és a tanulmányaim elvégzése alatt.

9. A szakirodalom jegyzéke

1. ANTAL J. – BERZSENYI Z. – BIRKÁS M. – BOCZ E. – CSÍK L. – DÉR S. – GYŐRI Z. – GYURICZA CS. – IZSÁKI Z. – JOLÁNKAI M. – KÉSMÁRKI I. – KISMÁNYOKY T. – LÁZÁR L. – PEPÓ P. – TÓTH Z. (2005): A növénytermesztés alapjai. Mezőgazda kiadó, Budapest.
2. ANTAL J. – KISMÁNYOKY T. – RAGASITS I. – BOCZ E. – KOVÁCS G. – RUZSÁNYI L. – VARGA J. – KÉSMÁRKI I. – KOVÁTS A. – SZABÓ M. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
3. APRÓ, M. – KELEMEN, A. – CSÁKY, J. – PAPP, M. – TAKÁCS, A. P. (2012): Gabonavírusok előfordulása Dél-Magyarországon 2012-ben / The occurrence of the wheat viruses in South Hungary in 2012. Journal Of Agricultural Sciences, 50: 17-19.
4. APRÓ, M. – PAPP, M. – CSEH, E – GÁBORJÁNYI, R. – HORVÁTH, J. – TAKÁCS, A. P. (2011): Dél-magyarországi gabonatermő területek vírusfertőzöttsége. Agrártudományi Közlemények, 43: 52-55.
5. ÁY Z. (2014): Abiotikus És Biotikus Stresszekkel Szemben Rezisztenciát Eredményező DNS-Szekvenciák Expressziója Búzában. Doktori értekezések tézisei. Szent István Egyetem, Gödöllő.
6. DEBRECZNEI B. (1979): Kis agronómiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
7. DÓKA, L. F. (2021): Az őszi kalászosok vetésének agrotechnikai háttere. MezőHír, 2021/08.
8. FELLERS, J. P. – WEBB, C. – FELLERS, M. C. – RUPP, J. S. – DE WOLF, E. (2019): Wheat Virus Identification Within Infected Tissue Using Nanopore Sequencing Technology. Plant Disease, 103: 2199-2203.
9. GÁBORJÁNYI R. (1992): A gabonafélék vírusbetegségei – gabonavírusok. Doktori értekezés (Tézisek). Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
10. GLITS M. – HORVÁTH J. – KUROLI G. – PETRÓCZI I. (1997): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest
11. GYÁRFÁS J. (1925): Sikeres gazdálkodás szárazságban magyar dry-farming. Pátrai Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest.
12. HAVELDA Z. (2010): Vírus-gazdanövény kölcsönhatás kompatibilis kapcsolatokban: támadás, védekezés, tünet kialakulás. MTA Doktori Pályázat Doktori értekezés tézisei. Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, Gödöllő.

13. HORTOBÁGYI T. (1980): Agrobotanika. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
14. JENSER G. (1998): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
15. KÁDÁR A. (2016): Vegyszeres gyomirtás és termés szabályozás. Alföldi Nyomda Zrt., Debrecen.
16. KESZTHELYI S. (2016): Szántóföldi növények kártevői. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
17. KESZTHELYI S. (2019): Tápanyag-utánpótlás hatása a kártevők életmódjára és kártételére. Agrofórum Kiadó Kft., Dunakeszi.
18. KIS A. (2018): Búza törpülés vírus rezisztencia kialakítása árpában mestreséges miRNS felhasználásával. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
19. KOVÁCS F. J. (2017): A gabonavírusok epidemiológiai vizsgálata Dél-Magyarországon. Diplomadolgozat. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely.
20. LELLEY R. (1955): A búza és nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
21. MANNINGER A. G. (1957): A talaj sekélyművelése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
22. PEPÓ P. (2019): Alapnövények – Integrált Növénytermesztés 2. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. pp. 11-59.
23. PEPÓ P. – SÁRVÁRI M. (2011): Gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
24. POCSAI, E. – MURÁNYI, I. (2010): Búza törpeség vírus (Wheat dwarf virus) fertőzöttség mértékének évenkénti változása őszi árpában 1996-2010 között. Agrártudományi Közlemények, 39: 22-28.
25. RADICS L. (2010): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztéstan. Agroinform Kiadó, Budapest.
26. RAGASITS I. (1998): Búzatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
27. SINGH, K. – WEGULO, S. N. – SKORACKA, A. – KUNDU, J. K. (2018): Wheat streak mosaic virus: a century old virus with rising importance worldwide. Molecular Plant Pathology, 19: 2193-2206.
28. INTERNET 1: <https://proagri.org/az-oszi-buza-termesztese-3/>
29. INTERNET 2: <https://mezohir.hu/2019/06/14/az-oszi-buza-termesztésének-fontosabb-agrotechnikai-elemei/>
30. INTERNET 3: <https://magyarmezogazdasag.hu/2018/03/07/az-oszi-buza-tapanyagigenye/>
31. INTERNET 4: <https://www.agroinform.hu/szantofold/vedjuk-meg-az-oszi-buzat-a-kalaszosok-oszi-novenyvedelme-45878-001>

NYILATKOZAT

Alulírott SÁNDOR BENCE, a Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, GEORGIKON Campus,
NÖVELŐKÖRZÉS MSc szak nappali/levelező* tagozat
végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a
felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.
Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas
összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf
formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve
az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 09 hó 26 nap


Hallgató

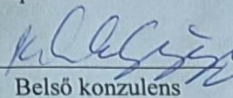
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 09 hó 25 nap



Belső konzulens