

**SZEMLE****Review****Burgonyakutatás Magyarországon nemzetközi  
kitekintéssel: múlt, jelen, jövő<sup>1,2</sup>**

HORVÁTH JÓZSEF

Pannon Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Keszthely  
Kaposvári Egyetem, Növénytani és Növénytermesztés-tani Tanszék, Kaposvár

*„Potato diseases a key object for hunger, potato a  
key object against hunger, potato a key object for  
transgenics.”*

*G. Wenzel (2002)*

**Összefoglalás**

A burgonya (*Solanum tuberosum*) Magyarországon a 17. század második felében vált ismertté. Vizsgálata a növény botanikai és gazdasági tulajdonságainak megismerésével kezdődött. A korai, botanikai és rendszertani ismereteket a talajművelési, trágyázási, gyomirtási és virágzásbiológiai megfigyelések követték.

A dohány mozaik vírus felfedezését követően, a 20. század elején a magyarországi burgonyakutatás figyelme a burgonya leromlásával kapcsolatos vizsgálatokra terjedt ki. Ennek során megállapítást nyert, hogy a burgonya leromlásában a vírusok, elsősorban a burgonya levélsodródás vírus játssza a fő szerepet.

<sup>1</sup> A Global Potato Conference (New Delhi, India) 2008. évi rendezvényén elhangzott előadás írott változata.

<sup>2</sup> Megemlékezéssel Barys Sarolta (1903–1980) magyar burgonyanemesítő, egykori munkatársam felejthetetlen emlékére, születésének 105. évfordulója alkalmából.

Ezeknek a vizsgálatoknak eredményeképpen az 1930-as, de leginkább az 1950-es években intenzív burgonyanemesítői és burgonyavirológiai kutatás kezdődött el.

A burgonyanemesítés rezisztens vad *Solanum* fajok, kultúrfajok és fajták közötti keresztezésekkel, milliós nagyságrendű hibridek előállításával és kiválogatásával kezdődött.

A burgonyavírus kutatás a Magyarországon előforduló vírusok elterjedésének megállapítására, a vírusok identifikálására és a védekezés lehetőségeinek tanulmányozására terjedt ki. A kutatás intenzitására nagy hatással volt az 1950-es évek második felében a külföldi fajtákkal behurcolt burgonya Y-vírus dohány érnekrózis törzs, amely az akkori fajták nagy részét elpusztította.

A burgonyanemesítésben előtérbe került a vírus rezisztenciára nemesítés, amely mind a mai napig a legfontosabb célkitűzés. A korai nemesítői munkának köszönhetően olyan vírusok (burgonya X-vírus, burgonya A-vírus, burgonya S-vírus, burgonya M-vírus), valamint fitoftóra (*Phytophthora infestans*) és fonálféreg (*Globodera rostochiensis*) rezisztens fajták (pl. Szignál, Somogyi Sárga, Somogyi Kifli, Magyar Rózsa) jöttek létre, amelyek rezisztencia tekintetében felülmúlták a korábban előállított fajtákat. A nemesítési bázis ezt követően olyan újabb vad *Solanum* fajokra (*Solanum gourlayi*, *S. tariense*, *S. berthaultii*, *S. megistacrobium*, *S. sucrense*, *S. sparsipilium*) terjedt ki, amelyekkel növelni lehetett a genetikai alapot.

Az új vírusok és vírustörzsek [burgonya Y-vírus gumó nekrotikus gyűrűsfoltosság törzse, rendellenes (anomalous) törzse, a burgonya S-vírus és a burgonya M-vírus újabb törzsei], valamint a burgonya sztolbur- és boszorkányseprűsödés fitoplazma, a fitoftóra A<sub>1</sub> és A<sub>2</sub> párosodási típusa, baktériumok (*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*, *E. chrysanthemi*, *Ralstonia solanacearum*), fonálféreg (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*), új levéltetű vírusvektorok (*Hayhurstia atriplicis*, *Schizapis graminum*, *Brevicoryne brassicae*, *Hyperomyzus pallidus*, *Tetraneura ulmi*), fitoplazma kabóca vektorok (*Hyalesthes obsoletus*, *Macrosteles laevis*), tripsz vírusvektorok (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*) magyarországi megjelenése mind a nemesítői, mind a növénykórtani, vektorológiai és növényvédelmi kutatást felgyorsította. Ennek a munkának köszönhetően ma már olyan burgonyafajták (Boró, Ciklámen, Démon, Góliát, Hópehely, Katica, Kánkán, Loret, Pannónia, Rebeka, Riója, Sarolta, Sarpo Axona, Sarpo Mira, Sarpo Una, Vénusz Gold, White Lady stb.) állnak rendelkezésre, amelyek a fontosabb károsítókkal szemben rezisztensek, jó termőképességűek és étkezési szempontból is kiválóak.

Az utóbbi években Magyarországon kimutatott új burgonyapatogén vírusok és vírustörzsek (lucerna mozaik vírus, uborka mozaik vírus, beléndek mozaik vírus,

Chenopodium mozaik vírus, paradicsom bronzfoltosság vírus, paradicsom mozaik vírus stb.) megjelenése, valamint az egyre növekvő burgonyaimport következtében potenciális veszélyt jelentő vírusok (andoki burgonya látens vírus, andoki burgonya foltosság vírus, burgonya T-vírus, pepino mozaik vírus stb.) és egyéb károsítók (pl. *Erwinia chrysanthemi*, *E. solanacearum*) – amelyek a holland burgonyaimport következtében 1986. évtől Magyarországon is jelen vannak – elleni rezisztenciára nemesítés is fontos feladata a burgonyanemesítésnek.

A magyarországi vírusrezisztencia vizsgálataink az elmúlt évtizedekben 121 vad *Solanum* faj 300 származék 14 vírussal szembeni magatartásának vizsgálatára terjedtek ki. Az utóbbi években identifikált burgonyapatogén vírusokkal és veszélyt jelentő, potenciális vírusokkal szemben N-génen (hipeszenzitív reakció) alapuló rezisztenciát mutattunk ki a *Solanum alandiae* (uborka mozaik vírus), *S. albicans* (andoki burgonya foltosság vírus, beléndek mozaik vírus), *S. demissum* (lucerna mozaik vírus, uborka mozaik vírus, beléndek mozaik vírus), *S. laxissimum* (beléndek mozaik vírus, burgonya T-vírus), *S. mochicense*, *S. neorossii*, *S. paucissectum* (lucerna mozaik vírus) és a *S. stoloniferum* (lucerna mozaik vírus, uborka mozaik vírus, beléndek mozaik vírus) egyes származékaiban. R-génen alapuló extrém rezisztenciát (immunitás) a *Solanum fernandezianum* (uborka mozaik vírus), *S. stoloniferum* (lucerna mozaik vírus, uborka mozaik vírus, beléndek mozaik vírus) és a *S. violacei-marmoratum* (lucerna mozaik vírus, uborka mozaik vírus) egyes származékaiban állapítottunk meg.

Az utóbbi két évtizedben eredményeket értünk el a biotechnológiai módszerek alkalmazásával. A nem gumóképző vad *Solanum brevidens* és egyes kultúrfajták (Grácia, Rioja, White Lady) között előállított szomatikus hibridek visszakeresztezéssel nemesítése eredményeképpen burgonya levélsodródás vírus, burgonya Y-vírus és *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* rezisztens hibridek előállítására került sor. Régi, közkedvelt, de vírusfogékony magyar burgonyafajták (Gülbaba, Kisvárdai Rózsa, Somogyi Kifli) genetikai módszerekkel történő vírusmentesítése napjaink burgonyakutatásának fontos része. A burgonya Y-vírus rezisztencia-génhez kapcsolt genetikai markerek azonosítása és a *Solanum stoloniferum* vad burgonyából származó  $Ry_{sto}$ -gént tartalmazó kromoszóma régió molekuláris jellemzése az utóbbi évek molekuláris biológiai kutatásainak fontos eredménye. Az elmúlt években a burgonya Y-vírus gumónekrózist előidéző, ún. NTN-törzs molekuláris jellemzése és primér struktúrájának meghatározása is megtörtént. Jelenleg hasonló kutatásokat végzünk a burgonyapatogén paradicsom bronzfoltosság vírussal kapcsolatban.

Az Európai Unióhoz (EU) csatlakozást követően a magyarországi burgonyakutatás eredményességét alapvetően az határozza meg a jövőben, hogy a hazai kedvezőtlen ég-

hajlati adottságok (magas hőmérséklet, rossz eloszlású és kevés csapadék) és a klímaváltozás ellenére sikerül-e a viszonylag alacsony (20–25 t/ha) és jelentősen ingadozó termésátlagokat fokozni, a magas termelési költségeket (20–25 Ft/kg) csökkenteni, és a versenyképességet ez által javítani. A legfontosabb szempont a biotikus és abiotikus tényezőkkel szemben olyan stresszrezisztens vonalak, hibridek, fajták előállítása, amelyek a burgonya termőképességének fokozásához és étkezési minőségének javításához vezetnek. Ezt a célkitűzést azonban csak a hazai kutatástámogatás fokozásával, hazai és nemzetközi tudományos együttműködésekkel lehet megvalósítani.

**Kulcsszavak:** burgonyakutatás, károsítók, rezisztencia, nemesítés

## Potato research in Hungary with international outlook: past, present and future

J. HORVÁTH

University of Pannonia, Institute for Plant Protection, Keszthely  
University of Kaposvár, Department of Botany and Plant Production, Kaposvár

### Summary

The potato became known in Hungary in the second half of the 17<sup>th</sup> century. Its study began with the examination of its botanical and economical characteristics. Early botanical and taxonomical knowledge were followed by experiments of soil cultivation, manuring, weed control and flower biology.

After the discovery of *Tobacco mosaic virus*, at the beginning of the 20<sup>th</sup> century the biological decline of potato was at the centre of interest. It was concluded that viruses, mainly *Potato leafroll virus* play an important role in the biological decline of potato. As a result of these examinations, intensive programmes of breeding and virological research were started in the 1930's, and rather in the 1950's.

The first steps in potato breeding were the crossing experiments between the resistant, wild *Solanum* species, cultivated species and varieties. Several million hybrids were produced and selected for resistance against pests in order to improve crop quality and quantity.

Potato virus research in Hungary included investigations regarding the spreading

of potato viruses, virus identification and protection possibilities. Breeding for resistance came to the fore, and is the main priority even now. As the result of the early breeding work, resistant varieties (Szigénál, Somogyi Sárga, Somogyi Kifli, Magyar Rózsa) were developed which surpassed the resistance of the former varieties to many viruses (*Potato virus X*, *Potato virus A*, *Potato virus S*, *Potato virus M*), late blight (*Phytophthora infestans*), potato cyst eelworm (*Globodera rostochiensis*). Subsequently, the breeding basis was expanded to new wild *Solanum* species (e.g. *Solanum gourlayi*, *S. tariense*, *S. berthaultii*, *S. megistacrolobum*, *S. sucrense*, *S. sparsipilium*) which considerably widened the genetic pool.

The appearance of new viruses and virus strains (potato tuber necrotic ringspot strain of *Potato virus Y*, anomale strain of *Potato virus Y*, *Potato virus M*, *Potato virus S*), viroid (*Potato spindle tuber viroid*), phytoplasmas (*Potato witches'-broom*, *Potato stolbur*) fungi (*Phytophthora infestans*), bacteria (*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*, *E. chrysanthemi*, *Ralstonia solanacearum*), potato cyst eelworms (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*), new aphid (*Hayhurstia atriplicis*, *Schizapis graminum*, *Brevicoryne brassicae*, *Hyperomyzus pallidus*, *Tetraneura ulmi*), leafhopper (*Hyaletthes obsoletus*, *Macrosteles laevis*) and thrips vectors (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*) accelerated the breeding, pathological, vectorological and plant protection research in Hungary. Due to the considerable work of Hungarian scientists, we have potato varieties (Boró, Ciklámen, Démon, Góliát, Hópehely, Katica, Kánkán, Lorett, Pannónia, Rebeka, Riója, Sarolta, Sarpo Axona, Sarpo Mira, Sarpo Una, Vénusz Gold, White Lady etc.) which are resistant to the major pests and give a high yield both in quantity and quality.

The appearance of new potato viruses and strains (*Alfalfa mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Henbane mosaic virus*, *Sowbane mosaic virus*, *Tomato spotted wilt virus*, *Tomato mosaic virus*, and others which are potential threats through potato imports (*Andean potato latent virus*, *Andean potato mottle virus*, *Pepino mosaic virus*, *Potato virus T*) and other pests (*E. chrysanthemi*, *R. solanacearum*) mean there will be an important role for resistance breeding in the future.

This aim was supported by those examinations which assessed the reaction of 300 accessions of 121 wild *Solanum* species to 14 viruses. A hypersensitive reaction to recently identified and serious viruses based on the N gene was shown with some accessions of *S. alandiae* (*Cucumber mosaic virus*), *S. albicans* (*Andean potato mottle virus*, *Henbane mosaic virus*), *S. laxissimum* (*Henbane mosaic virus*, *Potato virus T*), *S. mochicense*, *S. neorossii*, *S. paucissectum* (*Alfalfa mosaic virus*) and *S. stoloniferum* (*Alfalfa mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Henbane mosaic virus*). Immunity (extreme resistance) based on the R-gene was observed with some accessions of *S.*

*fernandezianum* (*Cucumber mosaic virus*), *S. stoloniferum* (*Alfalfa mosaic, Cucumber mosaic, Henbane mosaic viruses*) and *S. violacei-marmoratum* (*Alfalfa mosaic virus and Cucumber mosaic virus*).

In the last two decades, considerable results were achieved with biotechnological methods. As a result of the backcross breeding of somatic hybrids between non-tuber borne *S. brevidens* and some potato cultivars (Grácia, Rioja, White Lady) *Potato leafroll virus*, *Potato virus Y* and *E. carotovora* spp. atroseptica resistant hybrids were developed. Developing the conventional and popular but virus susceptible Hungarian potato varieties virus-free with genetic modification is a part of today's potato research. Identification of genetic markers attached to the *Potato virus Y* resistance gene is also in progress. Recently the NTN strain of *Potato virus Y*, a dominant strong pathogen in the Hungarian potato crop has been cloned and the complete primary structure has been determined. Similar experimental work is in progress with the potato pathogen *Tomato spotted wilt virus*.

After the European Union accession, the success of the Hungarian potato research will be determined by the following factors: (1) In spite of the unfavourable climatic conditions (high temperature, low and unfavourable distribution of precipitation) and climatic change how can the low and very variable crop yield (the current average yield is 20–25 t ha<sup>-1</sup>) be increased, (2) How can we reduce the high production costs (0.15 USD/kg today) and to improve the competitiveness. The main point is to produce stress tolerant lines, hybrids and varieties, which improve the quality and productivity of potato. This aim could be achieved through national and international cooperation.

**Key words:** potato research, pests, resistance, breeding

## Bevezetés

Nagy megtiszteltetés számomra, hogy meghívást és előadásra felkérést kaptam Indiába, a Global Potato Conference 2008. évi rendezvényére. Különösen megtisztelő, hogy a Burgonya Nemzetközi Évében (*International Year of Potato*) a Föld egyik kincsével (*The treasure of the Earth*) a burgonyával és a burgonyakutatás magyarországi áttekintésével foglalkozhatom előadásomban.

Mint ismert az ENSZ Mezőgazdasági és Élelmezési Szervezete, a FAO 2005. novemberi konferenciáján, a perui kormány kezdeményezésére – amelyhez Magyarország is csatlakozott – meghirdette a Burgonya Nemzetközi Évét 2008-ban. A burgonya a világ fejlett és fejlődő államaiban az egyik legfontosabb

élelmiszer növény. *Rai* (2008) az Indiai Mezőgazdasági Kutatások Tanácskozó-testületének (*Indian Council of Agricultural Research*) elnöke, a konferenciát megnyitó előadásában hangsúlyozta a mezőgazdaság kiemelkedő szerepét (*"Everything else can wait but not agriculture"*) és azt, hogy a mezőgazdaság által megtermelt élelmiszer (burgonya) alapvető szükséglet. Mint ismert, a burgonyát a világban 18,6 millió hektáron termelik és a világ összes burgonyatermése 315–322 millió t/év. A burgonya kiemelkedő szerepet tölt be a táplálkozásban; a világon 4., Magyarországon a 2. legfontosabb élelmiszer növény (*Shekhawat* 1999, *Dahiya* és *Sharma* 1999, *Bódis* 2008, *Dutt* 2008). A fejlődő országokban a burgonya termőterülete az 1961. évi adatokhoz képest 2005-ben 15,1%-ról 51,0%-ra növekedett. Miközben az élelmezési szempontból ugyancsak fontos gabonaféléknek csupán 50%-a hasznosul élelmiszerként, addig a burgonya több mint 85%-a fogyasztható, szénhidrátokban gazdag energiaforrás, kiváló minőségű fehérjét, aminosav-származékot tartalmaz, a napi C-vitamin szükséglet 50%-át, a napi K-vitamin szükséglet 1/5 részét fedezi. A fentiekre tekintettel a burgonya olyan stratégiai növénynek tekinthető, amely a prognózis szerint az elkövetkező két évtizedben 100 millióval növekvő, 2050-re pedig a Föld 12 milliárd főre emelkedő lakóinak – amelynek 95%-a majd a fejlődő országokban születik – táplálkozás biztonságát és a szegénység felszámolását biztosíthatja. Európában ugyan csökken a burgonya fogyasztása, de öröndetes tény, hogy a fejlődő országokban az elmúlt 40 év alatt az 1 főre eső évi 10 kg-os fogyasztás 22 kg-ra emelkedett, amely azonban az európai 1 főre jutó évi fogyasztásának még mindig csak 25%-a.

A Burgonya Nemzetközi Évének célkitűzése – amely az 1 főre jutó, évi 50 kg-os fogyasztás elérését tűzte ki célul – azt jelenti, hogy felére csökkenne azoknak a száma, akiknek napi jövedelme az 1 USA dollár alatt van, felére csökkenne az éhezők száma, 2/3-dal csökkenne a korai gyermekhalálozások száma, és fontos lépés lenne az anyák egészségének megőrzésében is. Öröndetes, hogy India és Kína, Oroszországot, az Amerikai Egyesült Államokat és Európát is megelőzve a legnagyobb mértékben fejlődik, és ez a két ország a burgonya világtermésének 1/3-át adja. A burgonyanemesítésben, a termesztési gyakorlatban India vezető szerepet játszik. Az indiai Zöld Forradalom (*Green Revolution*) szellemi vezetőjének, *M.S. Swaminathan* professzornak *"reaching the unreached"* filozófiája – amely különbséget tett a kapzsi (*greed*) és a zöld (*green*) forradalom között – hetven millió ember életét mentette meg, és többek között India az ezredfordulóra a világ 2. gabonaexportőre lett, továbbá India az 1949.

évi 0,2 millió ha-on termesztett 1,54 millió tonna burgonyatermését (6,6 t/ha) 1999-re 23,5 millió tonnára és 2006-ra 29,9 millió tonnára sikerült növelni (Kumar és Pandey 2008). Az 50 év alatt háromszorosára növekedett termés-átlagok lehetővé tették, hogy a burgonya India 3. legfontosabb növénye lett, az 1 főre jutó évi termése (17,3–20 kg/fő) meghaladja az 1 főre jutó évi fogyasztást (15 kg/fő) (cf. Horváth 2006, 2008; Pandey és Kumar 2008). Az előrejelzések szerint a 2020. évben – amikor India lakóinak száma eléri 1,3 milliárd főt – a burgonyatermés várhatóan 49 millió t/év lesz (Kumar és Pandey 2008). Dél-Amerika a világ burgonyatermő területének 6%-án állít elő burgonyát. Ebben igen nagy jelentősége van a perui Burgonya Központi Intézetnek (Central Institute of Potato, Lima), amely koordinálja a burgonyakutatást, burgonyanemesítést és a burgonya előállítását a fejlődő országokban. Ázsia az utóbbi évtizedben intenzíven fejleszti burgonyatermesztését, és ebben a régióban a világ burgonya termőterületének csaknem 1/3-án a burgonya az 5. legfontosabb növény, és ma már Ázsia burgonyatermelési aránya nagyobb, mint Európáé. Figyelemre méltó, hogy a fejlődő országok 1961-ben a világ burgonyatermő területének 11%-án, 2000-ben már 37%-án állítottak elő burgonyát (Shekhawat 1999).

Nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy a 21. század elején a Föld népességének több mint fele (3,2 milliárd fő) városokban, és csupán 3 milliárd ember falvakban él. A prognózis szerint 2025-re a Föld lakóinak száma eléri a 7,85 milliárd főt, 500 város népessége meghaladja a 1–1 milliót, és 25 megaváros lakóinak száma eléri a 8 milliót. Ezt aényt egyesek a haladás jelének tekintik, mások pedig „elborzadva” veszik tudomásul. A városnövekedés elsősorban a fejlődő országokban jelentkezik, amely súlyos feszültségeket hoz létre a városok és a falvak között, de mindenképp előtérbe kerül a vidék súlyos válságát eredményezi. A burgonyatermesztéséről híres Kínában 1953–2001 között a városlakók aránya 13%-ról 38-ra növekedett és az elmúlt években 15 millió ha mezőgazdasági földterületet vontak ki útépitésre, városok fejlesztésére stb. Ez a termőföld veszteség Franciaország és Olaszország összes művelt mezőgazdasági területével egyenlő (Diamond 2007, László 2008). Az előrejelzés szerint 2050-ig 300 millió ha-ral lesz kevesebb termőföldterület a világban. Ez 9 milliárd embert figyelembe véve, személyenként 0,3 ha-t jelent, ami az ember létminimuma. Az 1950. évi adatokhoz képest 2000-ben a kínai Sanghaj lakóinak száma 5,3 millióról 17,2 millióra, az indiai Kalkutta lakóinak száma 4,4 millióról 12,7 millióra, vagy Japánban Tokió lakóinak száma 6,9 millióról 27,9



millióra növekedett (*Enyedi* 2009). Olyan nagyvárosok, mint pl. New York, London – amelyek az 1950-es években a 15 legnépesebb megavárosok közé tartoztak, és amelyek az első és második helyet (12,3 és 8,7 millió lakos) foglalták el –, 2000-ben lakóinak számát tekintve nincs a legnépesebb 15 városban. A legnépesebb 15 városban egyetlen európai város sem található, noha 1950-ben London a 2., Párizs a 3., Essen a 4., Milánó a 14. és Berlin (NDK és NSzK) a 15. volt (*Enyedi* 2009). A városlakók számának növekedése, a falusi népesség számának csökkenése és a termőföldkészlet rohamos fogyása súlyos gondokat jelent az emberiség élelmiszerral történő ellátásában. Ezek a problémák elsősorban a falusi emberek városokba történő bevándorlásának mérséklésével, a mezőgazdasági, erdészeti területek megóvásával, a környezet védelmével, a mezőgazdasági termelés felértékelődésével és a mezőgazdasági professzionalizmus szerepének beismerésével lehet csökkenteni. A legnagyobb fejlődést mutató India és Kína mezőgazdasági termelése az elmúlt fél évszázadban jelentős növekedést ért el. Ezen országokra is jellemző „városrobbanás” fázisában 2,5 milliárd népesség ellátásához új, reálisan megvalósítható „fenntartható” forgatókönyvre van szükség; ez alól az egész világ, és a vidéki Magyarország sem kivétel (*Lem* 2007, *Enyedi* 2006, 2009, *Horn* 2008, *László* 2008, *Glatz* 2008).

### **Burgonya: régi és fantasztikus növény**

A több mint 8000 éve ismert burgonya, és a dél-amerikai Andok-hegység lakóinak fontos élelmiszer növénye, Európában 500 éve ismert, amelyből az inkák nemesítéssel burgonyafajtákat állítottak elő. A burgonya hosszú, történelmi útját az tette lehetővé, hogy ökológiai alkalmazkodó képessége igen nagy. A trópusoktól az északi sarkkörig, tengerszint és tenger alatti magasságban (pl. Hollandia), vagy 3500–4000 méter magasságban is az Andok-hegységben, öntözve a sivatagokban, mintegy 130 országban 200 ezer km<sup>2</sup>-nyi területen termesztethető (*Horváth* 2001, 2008).

A burgonya társadalmi hatásai is jelentősek. Az inka társadalom a burgonyára, mint alapvető élelmiszere épült. Nagy és kölcsönös hatással volt a tengeri hajózásra, amely lehetővé tette európai megjelenését (*Horváth* 2007, *Pandey és Kumar* 2008).

A burgonya európai elterjedésében fontos szerepet játszott az 1700-as években fellépett súlyos gabonarozsda járványok, amelyek következtében Európá-

ban éhínség alakult ki. A burgonya fontos szerepet játszott az angliai ipari forradalom kialakulásában is. Mivel a burgonya egységnyi területen több termést adott, mint a gabonafélék, ennek következtében földterületek és munkaerő szabadult fel, amelyek lehetővé tették a birkalegelők kiterjesztését és az angliai textilipar kifejlődését (Lönhárd 2005, 2006 a, b, c). A burgonya Angliában és Írországból fontos emberi táplálék lett; egy az 1820-as években írt feljegyzés szerint az ír paraszt „reggelre burgonyát eszik és forrásvizet iszik, délben burgonyát eszik, forrásvizet iszik, és este burgonyát és forrásvizet” (Harding 1821).

India történetében két „éhségínséges” évet jegyeztek fel; 1770-ben Bengáliában 10 millió, 1943-ban 4 millió ember halt éhen (Rai 2008). A burgonya nagymértékű elterjedésére katasztrofális hatással volt az 1840-es években Európába behurcolt fitoftóra (*Phytophthora infestans*) gombakórokozó, amely az 1845–1846. években súlyos, járványos megbetegedést idézett elő Írországból, ahol a burgonyatermesztés lényegében csak az egyetlen Lumper fajtára korlátozódott (Érsek és Wolf 2008). A súlyos járvány – mint ismert – Írországból egymillió ember éhhalálát idézte elő, és több mint egymillió ember kényszerült az ország elhagyására.

A II. világháború éhínség sújtotta országaiban, a kiskertekben megtermelt burgonya életet mentett meg. A hidegháborús években a burgonya azért vált stratégiai növényé, mert elhittették az emberekkel azt, hogy atomtámadás esetén a burgonya földalatti termése nem válik sugárzóvá.

### **Burgonya: a tudomány tárgya**

Az írországi burgonya fitoftóra járványt – amelynek előidézője az egyik legkorábban identifikált növényi betegséget kiváltó *Phytophthora infestans* nevű gomba volt – követően a burgonya a tudományos érdeklődés középpontjába került (cf. van West és Vleeshouwers 2004). A korai botanikai és rendszertani ismereteket, a növényvel kapcsolatos, főleg angol, skót és német talajművelési, trágyázási, gyomirtási, virágzásbiológiai és termesztési megfigyeléseket és tapasztalatokat követően a tudományos érdeklődés a burgonya géncentrumában előforduló burgonyafajokra, termesztett fajtákra és a Dél-Amerikába irányuló burgonya expedíciókra terjedt ki (Horváth 1988, 2006, 2007). A burgonya valószínűleg a Közép-Andokból még a preinka civilizációból származik (Bryan et al. 2006). A hasznos növények (pl. burgonya) keletkezésének helyeire

először *N. Vavilov* (1887–1943) mutatott rá, és tőle származik a géncentrumok elmélete is.

Az öröklődő tulajdonságok felismerése – amelyre először 1865-ben és 1869-ben *J. G. Mendel* (1822–1884) mutatott rá – csupán a „*Versuche über Pflanzenhybriden*” címmel csak 1901-ben megjelent tanulmányával vált széles körben ismertté. A burgonya géncentrumába, Dél-Amerikába vezetett expedíciók és az öröklődő tulajdonságok megfigyelése, megismerése óriási lendületet adott a burgonyakutatásnak. Az expedícióknak köszönhető a Dél-Amerikában őshonos mintegy 200 gumós (*tuber bearing*) *Solanum* faj és a 8 primitív termesztett faj (*Solanum andigenum*, *S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. chaucha*, *S. juzepczuki*, *S. curtilobum*, *S. ajanhuiri*, *S. goniocalyx*) előfordulásának megállapítása (Ross 1986). A gumóképzőkhöz tartozik a tetraploid *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* és néhány primitív termesztett faj. Ez utóbbiak a tetraploid *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* alfajba tartoznak. Ez tekinthető az európai kultúrburgonya ősének. A burgonya származása azonban ma is vitatott. Nem tudni, hogy egy vagy több fajból származik. A legújabb filogenetikai vizsgálatok – amelyek 450 AFLP marker használatára és 264 vad- és 98 termesztett származék vizsgálatára terjedtek ki – arra utalnak, hogy a burgonya nem polifiletikus eredetű, hanem a *Solanum brevicaulle* északi komplexből származtatható, monofiletikus eredetű (Bryan et al. 2006). Az is ismert, hogy az elmúlt 100 évben a burgonya genetikai bázisa mintegy 15 vad *Solanum* fajra vezethető vissza, és a mai európai burgonyafajták több mint 80%-a a *Solanum demissum* fajból származó géneket (is) tartalmazza (Ross 1986). A *Solanum phureja* diploid primitív faj az angliai burgonyanemesítési programokban igen jelentős (Bryan et al. 2006). A mai kultúrburgonya kialakulásában a Venezuelában, Kolumbiában és Ecuadorban előforduló *Solanum phureja* – mint fontos termesztett faj – szerepe is nyilvánvaló, tekintettel arra, hogy a spanyol hódítók nevezett országokat korábban érték el, mint Perut és Chilét, amelyekhez csak a Horn-fok megkerülésével lehetett eljutni. Ez a tény feltételezi, hogy a *Solanum phureja* a Chiléből származó *Solanum andigenum* faj begyűjtését megelőzte.

Mai ismereteink szerint a vírusokkal (pl. burgonya Y-vírus, burgonya A-vírus, burgonya X-vírus, burgonya levélsodródás vírus, burgonya S-vírus, burgonya M-vírus, burgonya T-vírus) szembeni rezisztencia megtalálható a *Solanum acaule*, *S. cardiophyllum*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. phureja*, *S. raphanifolium*, *S. simplicifolium*, *S. hougasii*, *S. stoloniferum*, *S. vernei* és

egyéb fajokban. A vírusok mellett az írországi fitoftóra járvány fellépése óta a burgonyakutatás központi kérdése a *Phytophthora infestans* gomba tanulmányozása és az ellene történő rezisztenciára nemesítés. Az Egyesült Királyságban 2008-ban megjelent új, igen virulens fitoftóra-rasz szükségessé tette a kutatási programok („Küzdelem a burgonyavész ellen”, „Burgonyavész-figyelő Szolgálat”) felgyorsítását. Felmerült az a gondolat is, hogy szükség lenne olyan genetikailag módosított (GM) burgonyafajta előállítására is, amely rezisztens a fitoftóra gombával szemben (Sixsmith 2008). Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni azt, hogy a GM-növényekkel bevetett terület 2007-ben már 114 millió ha volt; ez a terület – amely állandóan növekszik az összes művelt terület 7%-a (Oravec 2009, Venetianer 2009). 2008-ban 1,3 millió új termelő 10,7 millió hektárral több területen termelt GM növényeket. Ezzel együtt 2008-ban a GM növényeket termelők száma 13,3 millióra, a termőterület 125 millió hektárra és 25 országra kiterjedően növekedett (Anonymous 2009a, Oravec 2009). De hangsúlyozni kell azt is, hogy a géntechnológiai úton előállított növények mellett az egész világban felértékelődött a konvencionális nemesítés is, amelynek ugyancsak célja az emebriség megfelelő táplálékkal való ellátása. A perui Burgonya Központi Intézet (CIP, Lima) pl. olyan konvencionális nemesítési módszerrel állított elő új burgonyafajtákat, amelyek rövid tenyészidejük és amelyek egyetlen gumója az ember napi C-vitamin szükségletének a felét biztosítja (Anonymous 2009b).

A fitoftórával szemben a különböző *Solanum* fajokban (pl. *Solanum demissum*, *S. polyadenium*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. verrucosum*, *S. bulbocastanum*, *S. polytrichon* és mások) két rezisztencia típus található: (1) túlérzékenységi, R-génen alapuló, ill. vertikális rezisztencia, (2) relatív, kvantitatív, ill. horizontális rezisztencia (cf. Darsow 2000, van West és Vleeshouwers 2004). A *Solanum bulbocastanum*-ból származó RB-gén különösen hatékonynak bizonyult (Rani et al. 2006, Pandey 2006–2007). A vertikális, rassz-specifikus rezisztenciára nemesítést a gomba nagyfokú változékonysága és az új fitoftóra rasszok fellépése igen megnehezíti. A nemesítés az utóbbi években a nem rassz-specifikus, horizontális rezisztencia kialakítására törekszik, amelynek során a fitoftóra rasszok keverékével *Solanum tuberosum* kultúrfajtáiban és R-gént tartalmazó hibridjeiben, valamint vad *Solanum* fajokkal történő keresztezésekkel a rezisztencia kialakítása lehetséges. A horizontális fitoftóra rezisztenciára nemesítés kezdetei Magyarországon az 1950-es években néhai Sárvári István (1923–1996) nevéhez fűződnek, és ma már olyan genetikai

bázis áll rendelkezésre, amely kilenc vad *Solanum* faj rezisztencia génjein alapul (Sárvári 2008, szóbeli közlés). A Pannon Egyetem, Burgonyakutatási Centrumában (Keszthely) a fitoftórával szembeni nemesítés a *Solanum demissum* vad fajból származó rezisztencia-géneken (domináns R-gének) alapul, de kutatások folynak a *Solanum bulbocastanum* rezisztencia-génjeinek felhasználására is (Polgár *et al.* 2004). A Burgonyakutatási Centrumban előállított fajták közül a Vénusz Gold, a White Lady és a Ciklámen ellenálló a fitoftórával szemben (Polgár *et al.* 2004).

Meg kell azonban állapítani, hogy a gombakórokozó nagyfokú genetikai variabilitása, a rezisztenciát áttörő rasszok fellépése, a szántóföldön áttelelő formák megjelenése, a burgonya öntözéses termesztésének fokozódása és a fungicidekkel szemben egyre ellenállóbb rasszok kialakulása mindjobban megnehezíti a burgonya nemesítését és rezisztens fajták előállítását. A fitoftóra kutatással foglalkozók egyöntetű véleménye, hogy a 21. század egyik legnagyobb burgonyapatológiai problémája nem nélkülözheti a gazdanövény (burgonya) és kórokozó (*Phytophthora infestans*) molekuláris szintű tanulmányozását (Darsow 2000, van West és Vleeshouwers 2004, Nagy *et al.* 2003, Érsek és Wolf 2008). A relatív rezisztenciára történő nemesítést – amely három nemzetközi projektben (*Global Initiative on Late Blight*, GILB, Lima, Peru; *Programma International Cooperativo para el Tizon Tardío de la Papa*, PICTIPAPA, Mexico; *Cornell-Osteuropa-Mexico-Project*, CEEM, USA, Oroszország, Lengyelország, Mexiko) jut kifejezésre – nagy tudományos és nemzetközi érdeklődés kíséri.

Figyelemre méltó, hogy a *Phytophthora* nemzetség fajainak száma az utóbbi évtizedekben megnövekedett (1988 óta 31 új faj leírására került sor) (Érsek *et al.* 2006, Érsek 2009). A molekuláris biológiai vizsgálatok eredményei alapján feltételezhető, hogy a *Phytophthora andina* új faj a *P. infestans* és a *P. mirabilis* hibridizációjával jött létre (interspecifikus hibrid) (Gómez-Alpizar *et al.* 2008). Az új evolúciós folyamat eredményeképpen kialakult *P. andina* és egyéb új fajok gazda-parazita kapcsolatainak vizsgálata további kutatást igényel, amely esetleg meglepő eredményekhez is vezethet. A II. Világháborút követő rezisztenciakutatások, a gén-génnel szembeni (*gene-for-gene*) teória, a legújabban megismert rezisztenciagének és rezisztencia-géntérképek megismerése, a genetikai engineering, a genetikailag módosított burgonyafajták előállítása egyéb tudományos eredmények mellett a burgonyakutatás eredményességét igazolja (Flor 1971, Ross 1986, Monsanto 1994, 1997, Horváth és

*Gáborjányi* 1999, *Darsow* 2000, *Solomon-Blackburn* és *Barker* 2001, *van West* és *Vleeshouwers* 2004). Talán azt is érdemes megemlíteni, hogy a burgonya vizsgálata szerepet kapott az űrhajózási programokban is (Russian Soyuz flight in 1970, Mir Space Station of 1990, Space Shuttle mission STS-73 in 1995). A vizsgálatok kiterjedtek arra, hogy egyes burgonyafajták (pl. Russet Burbank, Denali, Norland, Superior, Norchip, Kennebec) természetők-e űrhajóban, hogyan alakul fejlődésük, alakjuk, keményítő-, cukor- és fehérjetartalmuk, mi a fotoperiódus és a hőmérséklet szerepe, és a termőképesség alakulása (*Wheeler* és *Tibbitts* 1986, 1987, 1989, *Wheeler et al.* 1986, 2008, *Tibbitts et al.* 1996, *Wheeler* 2006).

### Burgonyakutatás Magyarországon

#### *Burgonyanemesítés*

A magyarországi burgonyatermesztés az 1800-as évek elején külföldi, elsősorban német, angol és holland fajták és magyar tájfajták felhasználásával történt. Az 1800-as évek második felében *Agnelli József* (1852–1923) magyar plébános által nemesített Magyar Kincs, Pannónia és Hungária nevű fajták alapozták meg a magyarországi burgonyanemesítés hírnevét. A 19. század végén és a 20. század elején olyan német fajták (pl. Krüger, Ella, Ackersegen) kerültek Magyarországra, amelyek egyrészt lendületet adtak a hazai burgonyanemesítésnek, másrészt azonban súlyos kórtani, elsősorban súlyos virológiai problémákat is okoztak.

*Teichmann Vilmos* (1898–1967) sikeres burgonyanemesítői munkásságának köszönhető a Kelet-Magyarországon (Tornyospálca, Kiszvárd) előállított három kiváló minőségű, és vírusokkal szemben toleráns Gülbaba (1930), Margit (1933) és Aranyalma (1936) fajta előállítás, amelyet 1938–1939 között az Eszenyi nemes rózsája, Szeszöntő, Gondúzó, Korai sárga követett. A Nyírségi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet (1955–1970) új fajtákat állított elő: Boldogító, Kiszvárdai rózsza, Somogyi sárga kifli (*Teichmann* 1959, *Kapás* 1997).

A II. világháborúban és az azt követő években a burgonyanemesítés alapanyagai megsemmisültek, a korábban nemesített burgonyafajták nagyrészt teljesen leromlottak, és a külföldről behozott fajták pedig egészségügyi, elsősorban virológiai szempontból nem feleltek meg a követelményeknek. Az 1950-es évektől kezdődően a súlyos leromlást előidéző burgonyavírusok előretörése

volt tapasztalható. A Teichmann-intézetben, az 1930-as években nemesített burgonyafajták – amelyek mintegy 40 évig voltak köztermesztésben – vírusfogékonyságuk ellenére igen fontos szerepet játszottak az ország burgonyaellátásában.

Az 1950-es években Dél-Amerikából Európába (Magyarországra is) behurcolt burgonya Y-vírus „dohány érnekrózis törzse” a jelenlévő magyar és külföldi fajtákat (leginkább az Ackersegen fajtát) elpusztította. A magyarországi burgonyanemesítést új alapokra kellett helyezni, és a burgonyavírus-kutatás személyi és tárgyi feltételeit javítani kellett (Sárvári 1959, 1967, Szirmai 1971). Új nemesítési technikákra, új rezisztens (vad- és kultúrfajok, fajták) nemesítési alapanyagokra, új vírusdiagnosztikai módszerek (indikátor növények, szerológia, elektronmikroszkópia stb.) bevezetésére és rezisztens fajták előállítására volt szükség. Ennek a grandiózus munkának a megkezdése az 1950-es években néhai Sárvári István burgonyanemesítő nevéhez fűződik, aki az ország burgonyaleromlásra legkedvezőbb helyén, kezdetben a Duna-Tisza közti Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben (Kecskemét) kezdte el az új alapokra helyezett magyar burgonyanemesítést, majd 1961–62-ben a mai Pannon Egyetem jogelődjén a Keszthelyi Agrártudományi Főiskolán, ill. a Pannon Agrártudományi Egyetem Burgonyakutatási Osztályán folytatta 1983-ig.

A Pannon Agrártudományi Egyetem Burgonyakutatási Osztályának vezetését 1984-ben Lönhárd Miklós vette át, majd 1985-ben Fischl Géza, 1989–2000 között pedig Horváth Sándor. A Burgonyakutatási Osztály jelenleg Burgonyakutatási Centrum néven folytatja munkáját, amelynek jelenlegi igazgatója Polgár Zsolt és közvetlen munkatársa Wolf István. A Burgonyakutatási Osztály munkája kezdetben olyan genetikai építőmunkára terjedt ki, amelynek alapját elsősorban *Solanum tuberosum* fajták és vad *Solanum* fajok (*Solanum acaule*, *S. andigenum*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. hougasi*, *S. stoloniferum*), valamint ötszörös fajhibridek képezték; ennek eredményeképpen jöttek létre az új burgonyafajták: Keszthelyi rózsa, Szignál, Magyar rózsa, Őszi rózsa stb. (Lönhárd 2008 szóbeli közlés). Ezek a fajták vírusrezisztencia, minőség és termésbiztonság szempontjából felülmúlták a korábban előállított magyar burgonyafajtákat, és mind a mai napig fontos genetikai források a magyarországi burgonyanemesítés számára (Sárvári et al. 1981, Horváth 2000, Polgár et al. 2004, Sárvári 2008).

A magyarországi burgonyanemesítésben igen fontos szerepet játszott a Mariettapusztai Kísérleti Gazdaságban (1951–1954), majd a Délnyugat-Dunántúli

Mezőgazdasági Kísérleti Intézet (1954–1959) ill. a Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia (később Agrártudományi Főiskola) Burgonyanemesítő Állomásán 1959-től 1969-ig vezető burgonyanemesítőként dolgozó *Barsy Sarolta* (1903–1980). A hazai burgonya tenyésztésanyagok és rezisztens külföldi fajták felhasználásával és tudatos keresztezésekkel jelentős eredményt ért el. Négy burgonyafajtája állami elismerést kapott: Somogyi korai (1959), Somogyi sárga (1959), Somogyi kifli (1960), Somogyi gyöngye (1972). Ezek a fajták kedvező tulajdonságokkal (középkorai érés, gömbölyű gumóalak, világossárga héjszín, sárgásfehér hússzín, jó termőképesség, kiváló étkezési minőség, vírusokkal szemben viszonylag jó ellenálló képesség) rendelkeztek (cf. *Kapás* 1997). A Burgonyanemesítő Állomásán 1958-ban a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézet és jelen dolgozat szerzőjének közreműködésével kerültek bevezetésre az akkori kor ismereteinek és követelményeinek megfelelő vírusdiagnosztikai szériavizsgálatok (Igel-Lange módszer, *Solanum demissum* A6-os indikátor teszt, szerológia stb.), amelyek fontos szerepet játszottak a nemesítői munkában. Ebben a munkában intenzíven vett részt *Lönhárd Miklós* is, aki később 1964–1995 között a magyarországi burgonyanemesítés meghatározó személyisége volt.

A Kelet-Magyarországi Teichmann intézet (Kisvárdai) burgonyakutatási feladatait – Teichmann Vilmos betegsége miatt – 1955–1970 között a Nyíregyházi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet, 1981–1974 között a Nyíregyházi Agrrotechnikai Kutató Intézet, 1975–1992 között a Vetőmag Vállalat Kutató Központ vette át. 1955–1970 között új burgonyafajták (Boldogító, Kisvárdai rózsza, Lilla, Mindenes, Somogyi sárga kifli) előállítására került sor. A Kisvárdai rózsza és a Gülbaba 1960–1970 között – mint a magyarországi két uralkodó fajta – a vetésterület 80%-át foglalta el (*Tőgyi* 2008). *Förgeteg Sándor* (1924–1970), majd *Bukai József* és *Mándi Lajosné* nemesítők irányításával 1972-ben két fajta (Nyírségi korai, Nyírségi rózsza), 1973-ban egy fajta (Szabolcsi rózsza) előállítására került sor (*Kapás* 1997, *Mándi* 2000, *Tőgyi* 2008). A kutatás a *Solanum chacoense* diploid vad fajjal történő hibridpopulációk előállítására terjedt ki, amelyben *Mándi Lajosné* és *Dobránszki Judit* is részt vett. A több millió burgonya magonc tesztelése és távoli fajok keresztezése következtében csak évek múlva sikerült jó termőképességű vírus- és fitoftóra ellenálló fajtákat előállítani: Boro (1989), Réka (1990), és Rebeka (1995) (*Mándi* 2000). A Vetőmag Vállalat Kutató Központjában azonban 1985-ben a burgonyanemesítés megszűnt, de átadásra került 1988-ban a Biotechnológiai Laboratórium, amely 1992–2000 között a Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutató Központjába



ban vált igazán jelentőssé. 2001–2006 között a kutatás a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Kutató Központjában (Nyíregyháza) folytatódik, ahol *Tőgyi Sándor* igazgató és *Dobránszki Judit* tudományos igazgatóhelyettes irányításával elsősorban a burgonya *Erwinia* fajokkal szembeni rezisztenciájának vizsgálatára, a mikrogumó előállítási rendszer továbbfejlesztésére, a burgonya genotípusok szárazságtűrésére és a burgonya génbank *in vitro* fenntartására terjed ki (*Tőgyi* 2008).

Napjainkban a legkiterjedtebb és legösszehangoltabb magyar burgonyanevelés a Pannon Agrártudományi Egyetem Burgonyakutató Osztály munkájának folytatásaképpen, a volt Sárvári intézetben, a Pannon Egyetem Burgonyakutatói Centrumában (Keszthely) *Polgár Zsolt* irányításával folytatódik, ahol a fél évszázados kutatómunka eredményei olyan új burgonyafajtákban [pl. White Lady, Rioja, Hópehely, Loretta (Lilla), Góliát, Vénusz Gold, Balatoni rózsza, Katica, Kánkán stb.] nyilvánulnak meg, amelyek magas fokú rezisztenciával rendelkeznek a burgonya Y-vírussal, burgonya A-vírussal, burgonya X-vírussal, burgonya S-vírussal, burgonya levélsodródás vírussal és a fitoftórával szemben (*Polgár* 2003a, b, 2007, *Polgár et al.* 2004). A fajták közül különösen kiemelkedik a White Lady, amely az Európában elsőként nemesített olyan burgonyafajta, amely a fitoftórával szemben ellenálló; ennek a fajtának a gombarezisztenciája a *Solanum demissum* vad fajra vezethető vissza (*Lönhárd* 2008, szóbeli közlés). Az utóbbi években a *Solanum gourlayi*, *S. tariense*, *S. berthaultii*, *S. megistacrobium*, *S. sucrense*, *S. sparsipilium*, *S. bulbocastanum* vad fajok genetikai anyagának nemesítésbe vonásával tovább bővült a nemesítési bázis. A legújabb fajta a Démon rezisztenciatulajdonságok, termésbiztonság, alak, íz szempontjából a magyar burgonyanevelés egyik legsikeresebb fajtája. A fitoftóra (*Phytophthora infestans*) – amely az írországi megjelenését követően, már a második évben, 1847-ben jelen volt Magyarországon – genetikailag homogén populációját (A<sub>1</sub>-es párosodási típus) az 1980-as években Európában egy igen agresszív, új populáció (A<sub>2</sub>-es párosodási típus) megjelenése követte. Magyarországon az új, agresszív A<sub>2</sub>-es párosodási típus – amely korábban csak Mexikóban fordult elő, és feltehetőleg paradicsommal került Európába – az 1990-es években lépett fel, miközben az A<sub>1</sub>-es és A<sub>2</sub>-es típus előfordulása 50–50%-os, amely a burgonya 11 ismert rezisztencia génjeiből a nyolcat áttörni képes virulenciafaktor legtöbbjét tartalmazza (*Nagy et al.* 2003, *Érsek és Wolf* 2008, *Sárvári* 2008). A fitoftórával szembeni jelenlegi hazai nemesítés a *Solanum demissum* vad fajtából származó rezisztencia géneken (domináns R-gének) ala-

pul, de újabban a *S. bulbocastanum* nem specifikus rezisztencia gének felhasználása is folyamatban van (Polgár et al. 2004). A vertikális, rassz-specifikus rezisztenciára nemesítést a gomba nagyfokú változékonysága, az új fitoftóra rasszok fellépése igen megnehezíti. A nemesítés az utóbbi években a nem rassz-specifikus, horizontális rezisztencia kialakítására törekszik, amelyek során fitoftóra rasszok keverékével *Solanum tuberosum* kultúrfajtáiban és R-gént tartalmazó hibridjeiben, valamint vad *Solanum* fajokkal történő keresztezésekkel a rezisztencia kialakítása lehetséges. A Pannon Egyetem Burgonyakutató Centrumában előállított burgonyafajták közül a Vénusz Gold, a White Lady és a Ciklámen ellenálló a fitoftórával szemben (Polgár 2003a, b). A kórokozó nagyfokú genetikai variabilitása, a rezisztenciát áttörő rasszok fellépése, a szántóföldön is áttelelő formák megjelenése, a burgonya öntözéses termesztésének fokozódása, és a fungicidekkel szemben egyre ellenállóbb rasszok kialakulása az eredményes nemesítői munkát igen megnehezíti.

A közönséges, vagy sugárgombás varasodással (*Streptomyces scabies*) – amely Magyarországon egyes burgonyatermő területeken (déli országrész) előfordul – szemben ellenálló fajtákat (pl. Góliát, Ciklámen, Sarolta, Rioja, Réka, White Lady, Kánkán) sikerült előállítani (Polgár 2003b).

Import vetőgumó-tételekben a 2004. évben, mintegy 80%-ban fordult elő a baktériumos gumórothadás (*Erwinia carotovora*), amely igen jelentős gazdasági károkat okozott (Németh 2002, Polgár et al. 2004). A Burgonyakutató Centrum intenzív kutatásokat folytat *Erwinia* baktériummal szemben rezisztens fajta előállítására is. Ennek a kutatómunkának köszönhetően olyan rezisztens hibridek előállítására is sor került, amelyek a nem gumóképző *Solanum brevidens* és *Solanum tuberosum* cvs White Lady, Rioja fajták szomatikus sejt-fúziójával jöttek létre (Polgár et al. 2004). Az előállított hibridek közül különösen jó életképességet mutatnak a White Lady és a *Solanum brevidens* vonalakból származó növények. Hasonlóan igen nagy veszélyt és nemesítői feladatot jelent az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején Hollandiában, Belgiumban és az Egyesült Királyságban fellépett baktériumos hervadás és barnarothadás betegség, amelyet a *Ralstonia solanacearum* (korábbi nevén *Pseudomonas solanacearum*) burgonyát fertőző 3. rassz 2. biovariánsa idézett elő. A baktérium elterjedése geográfiaiilag igen széles körű, gazdanövényköre több mint 50 növény család 200 növényfajára terjed ki (pl. burgonya, paradicsom, dohány, paprika stb.). Figyelemre méltó a baktérium egy új gazdanövényének leírása (Compositae: *Millieria quinqueflora*), amelynek meghatározását magyar

kutató végezte (Amat et al. 1978, Hevesi 2009). A kórokozó terjedése vegetatív, növényi részekkel (pl. látens fertőzött burgonyagumóval), fertőzött talajjal, öntözővízzel, talajban élő fonálférgelkkel történhet (Hayward 1991, Hayward et al. 1998, Boucher és Genin 2004, Németh és Szőnyegi 2001, Dobránszki és Hevesi 2002a, b, Németh 2002, 2003). A karantén kórokozó 2000-ben import vetőburgonya tételekben Magyarországon is megjelent és nagyon súlyos károkat idézett elő (Németh 2003, Kalmár 2002a, b, Németh és Kalmár 2002). A kórokozó 2008-ban is súlyos kártételt idézett elő; fellépésében az öntözővíz fontos szerepet játszott (Wolf 2008, szóbeli közlés). A baktériummal szemben ellenálló fajta a magyar burgonyanemesítésben nem áll rendelkezésre. Figyelemre méltó, hogy a kórokozó 3. rassza – amelyik patogén a burgonyára – *Geranium* növényeknek Kenyából történő behozatalával Dél-Dakota és Wisconsin államokban is megjelent. A magyarországi burgonyanemesítés számára nagy kihívást jelent a Magyarországon 1980-ban megjelent *Globodera rostochiensis* és a 2001-ben megjelent karantén *Globodera pallida* fonálféreg, amelyek az egyoldalú nyugat-európai burgonya vetőgumó importra vezethetők vissza (Elekesné Kaminszky és Szőnyegi 2004, Nádasy et al. 2008). Mint ismert, mindkét *Globodera* fajnak több patotípusa van. Magyarországon a domináns patotípus az Ro<sub>1</sub>. A *Globodera rostochiensis* 5, a *G. pallida* 3 patotípusa ismert szántóföldön. A különböző patotípusokat képviselő *Globodera rostochiensis* és *G. pallida* fonálférgelkkel szemben rezisztens fajták – mint ismert – a *Solanum andigenum* (CPC 1673) és a *Solanum vernei* vad fajokban (Vt 62.33.3, GLKS58.1624.4) és hibridekben (69.1377/94, 65.346/19) meglévő rezisztencia génekre vezethetők vissza (Ross 1986, Bradshaw és Mackay 1994, Cook és Rivoal 1998). A *Globodera rostochiensis* Ro<sub>1</sub> rasszával szemben rezisztens magyar fajta a Kánkán, Sarolta, Ciklámen, Lorett (Lilla), Signal, White Lady és a Hópehely (Polgár 2003b, Elekesné Kaminszky és Szőnyegi 2004): A *Globodera* spp. által előidézett veszteségek nagyságára jellemző, hogy pl. az Egyesült Királyságban a kár eléri az 50 millió fontot évenként (Jones et al. 2008).

A magyar Burgonyakutató Centrum *in vitro* és *in vivo* génbankja, burgonyanemesítési eredményei, elismert fajtái, valamint széles körű külföldi és hazai kapcsolatai a magyarországi burgonyakutatást, nemesítést nemzetközi színvonalra emelték. Ebben a munkában meghatározó szerepe volt a magyar burgonyakutatást és –nemesítést az 1960-as években elindító és két évtizeden át magas szinten és eredményesen folytató néhai Sárvári István burgonyanemesítőnek, majd az ő munkáját folytató azon munkatársainak (Lönhárd Miklós,

Nagy Zsigmond, Fischl Géza, Horváth Sándor, Pintér János, Wolf István, Polgár Zsolt és mások), akik a magyar burgonyakutatást nemzetközileg elismert rangra emelték.

Az elmúlt években megjelent dolgozatok egyértelműen hangsúlyozták a hazai genetikai anyagok, a növényi- és kórokozó génbank gyűjtemények (amelyek az elmúlt évtizedben jelentősen csökkentek) fejlesztésének szükségességét, a nemesítés és kutatás hazai fontosságát, a biodiverzitás jelentőségét, a magyar burgonyafajták termesztési arányának jelentős fokozását, a versenyképesség növelését és az ehhez szükséges személyi, szervezeti és működési feltételek anyagi hátterének biztosítását (Horváth 1990, 2003, Horváth és Gáborjányi 1990, Heszky et al. 1999, 2002a, b., Polgár 2003b, 2007, Pásztóhy et al. 2008, Keresztes 2009). Mint ismert, az utolsó három évben ugyan 11,4%-ról 14,4%-ra emelkedett a magyar fajták aránya; ez a növekedés azonban igen csekély mértékű különösen akkor, ha figyelembe vesszük azt, hogy a magyar fajták szaporító területéhez (Rioja 10,8 ha, Sarpo Mira 8,0 ha, Hópehely 7,7 ha, Góliát 6,8 ha, Pannónia 4,3 ha) viszonyítva a külföldi fajták szaporítóterülete még mindig nagyon magas: Desirée (52,4 ha), Kondor, Red Scarlet (50,5 ha) Cleopatra (43,2 ha), Aladin (22 ha).

A magyarországi burgonyanemesítés és kutatás támogatása nagyon fontos állami feladat (lenne), nemcsak azért mert az utóbbi évek kutatási eredményei egyértelműen igazolták, hogy a hazai új fajták rezisztencia-, étkezési és egyéb tulajdonságai felülmúlták a külföldi fajták azonos tulajdonságait, hanem azért is, mert a hazai fajták olyan génforrásokat (hazai és külföldi) tartalmaznak, amelyek a hazai növénytermelés biológiai alapjait képezik és ezért stratégiai jelentőségűek.

Nem utolsó sorban meg kell emlékezni arról is, hogy néhai Sárvári István burgonyanemesítő 1983 után Zircen, családjával burgonyanemesítői vállalkozásba kezdett, amelynek eredményeképpen rövid időn belül előállította a Bakonyi sárga fajtát (cf. Klopp 2002). A Sárvári és Társai Kft. – amelyet 1995-ben alapítottak meg – horizontális fitoftóra rezisztens klónok előállításával nemzetközi hírnévre tett szert. Sárvári István 1996-ban bekövetkezett halálát követően fia, Sárvári István és családja létrehozta magyar–skót–dán részvétellel a Sárvári Potato Kft.-t (Sarpo Ltd.), amely 108 különböző rezisztencia összetételű burgonya klónt adott át Skóciába, nemzetközi kísérleti céllal. 2002-ben megalakult a Sárvári Research Trust (Henfaes Research Centre, Bangor, Wales, UK), D. Shaw tudományos igazgató vezetésével. Az utóbbi években a külön-

böző, ún. Sárvári fajták (Sarpo Mira, Sarpo Axona, Sarpo Una) fitoftóra- és vírus rezisztenciája és szárazságtűrése felülmúlta a korábbi években előállított ún. fitoftóra rezisztens fajtákat (Sárvári 2008). A Sarpo Mira termőképessége kiváló, sütésre, főzésre és chips-készítésre alkalmas. A Sarpo Axona íze kiváló, és burgonyapüré készítésére nagyon alkalmas; jelenleg a Sarpo Mira szaporító területe Magyarországon 8,0 ha és megelőz olyan fajtákat mint a Hópehely, Góliát és Pannónia (Keresztes 2009). Egy másik fajta, a Sarpo Una (karácsonyi új burgonya) korai érésű és magas termőképességű (Sárvári 2008, Kingsbury 2008). Ezek a fajták szerepelnek a nemzetközi (EU) fajtalistán, és számos országban termesztik őket. A 13 éve alapított Sárvári és Társai Burgonyanemesítő Kft. 2008 óta a család kizárólagos tulajdonában, Magyarországon lévő cégében folytatja az új burgonyafajták rezisztenciára nemesítését, amelynek során olyan fajták (Kifli, Adam Blue) is születtek, amelyeknek ugyan fitoftóra rezisztenciája kisebb, de vírusokkal (burgonya Y-vírus, burgonya A-vírus, burgonya X-vírus, burgonya levélsodródás vírus) szembeni rezisztenciájuk kiváló (Sárvári 2008, szóbeli közlés).

Utoljára, de nem utolsó sorban, meg kell emlékezni arról a családi vállalkozásról is (Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft.), amely Kisvárdán, Kelet-Magyarországon újraindította a burgonyanemesítést, amelynek célja a leromlásnak ellenálló burgonyafajták nemesítése, vetőburgonya-termesztés és -forgalmazás. A Kruppa József által irányított cég Pannónia burgonyafajtája 2005-ben állami elismerésben, és 2007-ben növényfajta oltalomban részesült (Kruppa és Győri 2005, Kruppa et al. 2005). A Pannónia, mint a homoktalajok korai burgonyafajtája, ovális-hosszú-ovális alakú, sima, sárga héjú, sárgásfehér hússzínű, sekély rügyű, főzésre, sütésre egyaránt alkalmas. A fajta előállítása során a *Solanum chacoense* vad fajt, mint keresztezési partnert használták fel. Nevezett fajta a burgonya levélsodródás vírussal, a burgonya Y-vírussal, fitoftórával (*Phytophthora infestans*), sugárgombás varasodással (*Streptomyces scabies*), burgonyarákkal (*Synchytrium endobioticum*) szemben rezisztens, de fonálférgekkel (*Globodera* spp.) szemben fogékony.

A Pannónia korai, új magyar burgonyafajta rövid tenyészidejére és Magyarország éghajlati adottságaira tekintettel igen versenyképes fajta, amely öntözés mellett biztonságos és nagy jövedelmet tesz lehetővé. A magyar fajták szaporító területének sorrendjében (Rioja, Sarpo Mira, Hópehely, Góliát) a Pannónia 4,3 ha-os területével az 5. helyet foglalja el (Keresztes 2009). Kruppa et al. (2009) adatai szerint az ún. „duplázásos” újburgonya termesztési módszerrel

(1 évben ugyanazon területen egymás után kétszer történő termesztés) 72,3 t/ha termést értek el. Figyelemre méltó hogy a fűtés nélküli fóliasátorban február közepétől-végétől, fátyolfólia takarás mellett megfelelő termesztéstechnológiával az újburgonya szedése április végétől kezdhető; ekkor a burgonyagumók elérik a 3–5 cm átmérőt. Ezzel a módszerrel 0,5–0,7 kg termés érhető el, amely m<sup>2</sup>-enként 4–6 kg termést eredményez. Az így előállított burgonya a primórtermesztés fontos növénye, olyan „hungaricum” amely export terméként is számításba jöhet (Hodossi *et al.* 2009).

### *Burgonyavírusok*

A dohány mozaik vírus felfedezése a 19. század végén megteremtette egy új tudomány, a növényvirológia kialakulását (Mayer 1886, Ivanovsky 1892, Beijerinck 1898). Ennek során vált ismertté, hogy a burgonya leromlásaként ismert jelenséget a burgonyát fertőző vírusok, elsősorban a burgonya levélsodródás vírus idézi elő (cf. Horváth 1990). A burgonya leromlásában jelenlegi ismereteink szerint több mint 40 vírus vesz részt (Horváth és Kazinczi 2001).

Az 1930-as években Gulyás Antal (1884–1980) és Szirmai János (1909–2001) munkásságának köszönhetően intenzív kutatások kezdődtek el a dohány- és burgonyavírusokkal kapcsolatban (Gulyás 1936, 1938, Szirmai 1939). A kutatás középpontjában a burgonya leromlását előidéző kórokozók, elsősorban a burgonya levélsodródás vírus tanulmányozása volt, amelyet egyéb vírusok (burgonya X-vírus, burgonya A-vírus, burgonya Y-vírus) vizsgálata követett.

A burgonyavírus kutatás megszervezése és újraindítása a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézetben történt, ahol Szirmai János növényvirológus irányította és koordinálta a hazai víruskutatást (Szirmai 1971).

Az 1950-es évek végén Magyarországon fellépett burgonya Y-vírus dohány érnekrózis törzse (R=N) újabb lendületet adott a víruskutatásnak (Szirmai 1958, Horváth 1967a). Az 1960-as években a nevezett vírustörzs elterjedése burgonya- és dohánykultúrákban a legnagyobb problémát jelentette. A kutatások során újabb vírusokra és jelentős előfordulásukra is fény derült. Ekkor vált ismertté a burgonyában előforduló lucerna mozaik vírus, burgonya aukuba mozaik vírus, burgonya M-vírus, burgonya S-vírus, új burgonya X-vírus és burgonya Y-vírus törzs, dohány rattle vírus, paradicsom mozaik vírus előfordulása (Horváth 1962, 1966a, 1976). A burgonyavírusok biológiai és fizikai tulajdonságainak, a komplex formában előforduló vírusfajoknak, identifikálásuknak,

differenciálásuknak, valamint az ellenük való védekezés gyakorlati lehetőségeinek megismerése jelentős mértékben elősegítette a további kutatómunkát (Horváth 1963b, 1966b,c, 1967a, b, d, 1968a, 1976, 1985, 1993a, b). A burgonya-termesztésben legsúlyosabb szerepet játszó burgonya Y-vírus beható vizsgálataival vált ismertté, hogy négy törzscsoportja (C-, O-, N, An) különböztethető meg, és tisztázást nyert az egyes törzsek keresztvédelettségi reakciója (cross protection) (Horváth 1966d,e, 1967c, 1969a). A Magyarországon előforduló burgonyavírusok és tulajdonságaiknak megismerése mellett kutatások kezdődtek el a Dél-Amerikából származó gumós vad *Solanum* fajok reakciójának tanulmányozásával kapcsolatban is. A vizsgálatok során extrém rezisztens (immunis) és hiperszenzitív vad *Solanum* fajokat és azok több származékát (accessions) mutattuk ki (Horváth 1968b, c).

Az Astilla német burgonyafajtában Magyarországon spontán körülmények között előforduló paradicsom mozaik vírus újabb patológiai és rezisztencia biológiai problémákat vetett fel (Horváth 1971, Mamula et al. 1974, Juretić et al. 1977). A vírussal szemben hiperszenzitív rezisztenciát állapítottunk meg a *Solanum cardiophyllum* és a *S. vernei*, valamint extrém rezisztenciát a *S. acaule* vad faj egyes származékaiban.

Az elmúlt évtizedekben a magyarországi burgonyavírus kutatás jelentősen hozzájárult a tudományos ismeretek előrehaladásához, és a burgonyanemesítői munka sikeréhez. A burgonyát fertőző vírusok differenciálására és szeparálására kidolgozott módszerek, a burgonya Y-vírus kvantitatív és gyors kimutatására leírt *Chenopodium quinoa*, vagy a burgonyapatogén uborka mozaik vírus megállapítására is alkalmas *Solanum demissum* A6-os hibrid jelentősen elősegítette a burgonyát fertőző vírusok tesztelését (Horváth 1964, Zshüttig és Horváth 1968, Horváth és Pocsai 1971). Az azonos víruscsoportba tartozó, és a burgonyafajtákat egyaránt súlyosan fertőző burgonya M-vírus és burgonya S-vírus *Lycopersicon* fajokkal történő differenciálása és a növény magjával történő terjedés vizsgálata új eredmény volt (Horváth 1972a, Horváth 1973a, b). A dohány rattle vírus, a lucerna mozaik vírus, a paradicsom mozaik vírus, a beléndek mozaik vírus, a *Chenopodium* mozaik vírus, a paradicsom bronzfoltosság vírus és egyéb vírusok fellépése burgonyában és a burgonya ökoszisztémákban, újabb feladatok elé állította a burgonyanemesítést (Horváth et al. 2001, Horváth 2003, Horváth és Kazinczi 2001). A magyarországi burgonya ökoszisztémában természetes körülmények között *Chenopodium hybridum* növényben előforduló *Chenopodium* mozaik vírus (Horváth et al.

1993a) – amely szerológiailag rokon az amerikai és horvát izolátumokkal – Puebla burgonyafajtában, természetes körülmények között kimutatható Mexikóban is (Salazar 1996). Különös figyelmet érdemel a Magyarországon izolált és identifikált új burgonya Y-vírus törzs (Beczner et al. 1984). A burgonyagumó nekrotikus gyűrűsfoltosságát előidéző vírustörzs – amelyet jelen dolgozat szerzője javaslatára alapján az Európai Burgonyakutató Társaság (European Association for Potato Research) Virologiai Szekcióülésének Konferenciája (Victoria-Gasteiz, Spanyolország) NTN-törzs-szimbólumként 1992-ben elfogadott – jelenleg az egész világon elterjedt, és a burgonya Y-vírus rezisztenciát áttörő tulajdonsága miatt a legveszélyesebb burgonyapatogén vírustörzs.

Az elmúlt években kiterjedt vizsgálatokat végeztünk 184 vad növényfaj vírusfogékonyságával kapcsolatban. A vizsgált fajok közül 68 faj fogékonynak bizonyult a burgonyapatogén vírusokkal szemben. Figyelemre méltó az invazív *Ambrosia artemisiifolia*, *Asclepias syriaca* természetes fertőződése a paradicsom bronzfoltosság vírussal (Kazinczi et al. 2001, 2004, 2007). A Pannon Egyetem Növénykórtani Tanszék Virologiai Laboratóriumában került sor először a gumót nem képező *Solanum brevidens* származékok rezisztencia vizsgálatára a burgonya levélsodródás vírussal szemben. Egyes származékokban (P. I. 245763, 245764, 473401) R-géneken alapuló rezisztenciát állapítottunk meg (Horváth et al. 1987, 1993b, Fehér et al. 1990). A *Solanum brevidens* rezisztens származékok és a *Solanum tuberosum* cv. Grácia szomatikus sejtfúziója során a vírussal szemben rezisztens hibridek előállítására a Pannon Egyetem Burgonyakutatói Központjában került sor. Az előállított hibridek rövid nappalos viselkedést mutattak, és nagyon későn kötöttek gumót (Lönhárd 2008, szóbeli közlés). További fontos vizsgálatok tárgyát képezi az, hogy hogyan működik a *Solanum brevidens* rezisztencia génje a vírussal szemben a visszakeresztezések során, és marad-e a rezisztencia magas szintje, vagy folyamatosan csökken, azaz kvantitatív-e az öröklődés (Lönhárd 2008 szóbeli közlés)? Tekintettel arra, hogy a Burgonyakutatói Központban előállított fajták tartalmazzák a burgonya Y-vírussal, burgonya X-vírussal, burgonya S-vírussal szembeni rezisztencia géneket, ezért különösen fontos lenne a szintén veszélyes és nagy gazdasági károkat okozó burgonya levélsodródás vírussal szemben ellenálló fajták előállítása.

Jelentősek azok a hazai víruskutatói munkák, amelyek a dél-amerikai géncentrumból származó vad *Solanum* fajok rezisztencia vizsgálatára terjedtek ki (cf. Horváth 1988, 2006, 2008). Az elmúlt évtizedekben 121 vad *Solanum*



faj 300 származékának rezisztenciáját vizsgáltuk. N- és R-géneken alapuló hiperszenzitív és extrém rezisztenciát állapítottunk meg 68 vad *Solanum* faj 147 származékában. A vizsgálatokban botanikailag új fajok (pl. *Solanum neorossi*, *S. paucissectum*, *S. violacei-marmoratum*, stb.) is szerepeltek. A 14 burgonyapatogén vírus (*1. táblázat*) izolálására és identifikálására az andoki burgonya foltosság vírus és a burgonya T-vírus kivételével Magyarországon a Pannon Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Virologiai Laboratóriumában került sor.

N-géneken alapuló hiperszenzitív rezisztenciát 17 vad *Solanum* fajban mutatunk ki 13 vírussal szemben (*1. táblázat*).

A vizsgált fajok között különösen figyelemre méltó a *Solanum albicans* perui faj, amely hiperszenzitív reakciót mutatott hat vírussal szemben. A *Solanum demissum* (P. I. 230579) egy származéka szintén hat vírussal szemben hiperszenzitív volt. Figyelemre méltó a *Solanum stoloniferum* származékok hiperszenzitivitása a beléndek mozaik vírussal, a lucerna mozaik vírussal és az uborka mozaik vírussal szemben.

A vírusrezisztencia vizsgálatok során extrém rezisztenciát mutattunk ki 5 vad *Solanum* fajban (*2. táblázat*).

### *Molekuláris virológia*

A növényvírusok jellemzésére használt molekuláris technikák tért hódítottak a magyarországi virológusok, burgonyavirológusok között is. A Magyarországon 1982-ben izolált és 1984-ben publikált új burgonya Y-vírus törzs [burgonyagumó nekrotikus gyűrűsfoltosság törzs (NTN törzs)] a virológiai kutatások homlokterébe került (Beczner *et al.* 1984, Horváth *et al.* 1998, Takács 1999, 2000, Takács és Rauscher 2000, Takács *et al.* 1998, 2002, 2006). A vírustörzs nukleotidsorrendjét Thole *et al.* (1993) állapította meg. A vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy az NTN törzs nukleotidsorrendje eltér a korábban azonosított burgonya Y-vírus törzsétől. Köpenyfehérje génnel indukált vírusrezisztencia kialakítására számos növényben már sor került. A hazai kísérletek közül megemlíthető Fehér *et al.* (1992), Kollár *et al.* (1993) és Wolf *et al.* (2002) köpenyfehérje gén bevitelével kapcsolatos munkái, amelyek eredményeképpen burgonya X-vírus és burgonya Y-vírus rezisztens transzformánsokat állítottak elő. Különösen fontos az a kísérleti munka, melynek során egy régi közkedvelt burgonyafajtában (Mindenes) rezisztenciát alakítottak ki burgonya Y-vírus köpenyfehérje gén segítségével (Wolf *et al.* 2002).

1. táblázat. *Hiperszenzitív, komplex rezisztencia vad Solanum fajokban különböző vírusokkal szemben*

<i>Solanum</i> fajok (1)	Származékok (2)	Vírusok (3)
<i>S. acaule</i>	208856	PVX, PVY
<i>S. alandiae</i>	BGRC 27163	CMV, PVX, PVY
<i>S. albicans</i>	OCH-11842	APMV, HeMV, PVX, PVY, PVT, TRV
<i>S. brevidens</i>	245764	PVY, PVX
<i>S. cardiophyllum</i>	283063	PVX, PVY, TMV
<i>S. demissum</i>	230579	AMV, CMV, HeMV, TMV, ToMV, TRV
<i>S. laxissimum</i>	OCH-11855	HeMV, PVT, PVY
<i>S. mochicense</i>	BGRC 18578	AMV, PVX
<i>S. neorossii</i>	BGRC 15587	AMV, PVX
<i>S. paucissectum</i>	BGRC 8162	AMV, PVX
<i>S. polytrichon</i>	186545	PVY, PVX
<i>S. rigescens</i>	IS/C-1024	TNV, PVY
<i>S. simplicifolium</i>	218224	PVA, PVY
<i>S. sparsipilium</i>	R 63.44	PVX, PVY
<i>S. stoloniferum</i>	160224	HeMV, PVY
	161178	AMV, PVY
	239410	AMV, CMV
	275248	AMV, PVY
	498287	AMV, CMV
	498288	CMV, PVY
<i>S. symonii</i>	BIRM/S.0797	TNV, TRV
<i>S. vernei</i>	275155	PVY, TMV
	230468	TMV, PVY

*Table 1.* Hypesensitive, complex resistance in wild *Solanum* species to different viruses. (1) *Solanum* species, (2) Accessions, (3) Viruses: AMV, *Alfalfa* mosaic virus, Lucerna mozaik vírus; APMV, *Andean potato mottle virus*, andoki burgonya foltosság vírus; CMV, *Cucumber mosaic virus*, uborka mozaik vírus; HeMV, *Henbane mosaic virus*, beléndek mozaik vírus; PAMV, *Potato aucuba mosaic virus*, burgonya aukuba mozaik vírus; PVA, *Potato virus A*, burgonya A-vírus; PVT, *Potato virus T*, burgonya T-vírus; PVX, *Potato virus X*, burgonya X-vírus; PVY, *Potato virus Y*, burgonya Y-vírus; TMV, *Tobacco mosaic virus*, dohány mozaik vírus; ToMV, *Tomato mosaic virus*, paradicsom mozaik vírus; TNV, *Tobacco necrosis virus*, dohány nekrozis vírus; TRV, *Tobacco rattle virus*, dohány rattle vírus.

2. táblázat. *Extrém, komplex rezisztencia vad Solanum fajokban különböző vírusokkal szemben*

Solanum fajok (1)	Származékok (2)	Vírusok (3)
<i>S. acaule</i>	208856	PVX, TMV
<i>S. brevidens</i>	245764	PVY, PLRV
	245763	PVY, PLRV
	473401	PVY, PLRV
<i>S. fernandezianum</i>	IS/C-1663	CMV, PVY
<i>S. stoloniferum</i>	230557	AMV, CMV, HeMV
	255525	AMV, PVY
	255548	PVY
	272247	PVY, HeMV, CMV, AMV
	275244	CMV, HeMV
	275245	AMV, PVY
	275247	AMV, PVY, CMV
	338621	AMV, HeMV
	347771	AMV, CMV
	498005	PVY, CMV, HeMV
498007	AMV, PVY, HeMV	
<i>S. violacei-marmoratum</i>	BGRC 28037	AMV, CMV, PVX

Table 2. Extreme, complex resistance (immunity) in wild *Solanum* species to different viruses. (1) *Solanum* species, (2) Accessions, (3) Viruses: AMV, *Alfalfa mosaic virus*, lucerna mozaik vírus; CMV, *Cucumber mosaic virus*, uborka mozaik vírus; HeMV, *Henbane mosaic virus*, beléndek mozaik vírus; PLRV, *Potato leafroll virus*, burgonya levélsodródás vírus; PVX, *Potato virus X*, burgonya X-vírus; PVY, *Potato virus Y*, bugonya Y-vírus; TMV, *Tobacco mosaic virus*, dohány mozaik vírus.

Józsa *et al.* (2002) az NTN törzs köpenyfehérje génjének DNS másolatát építette be 2 régi magyar burgonyafajtába (Mindenes, Somogyi kifli). A transzformált növényeket laboratóriumi és szabadföldi kísérletekben vizsgálták. A genetikailag módosított növények között egyaránt azonosítottak a burgonya Y-vírus fertőzéssel szemben fogékony és rezisztens egyedeket. Két év szabadföldi provokációs vizsgálatot követően a transzformált Mindenes burgonyafajta rezisztenciát mutatott különböző burgonya Y-vírus törzsek fertőzésével szemben. Takács *et al.* (2002, 2006) Magyarország földrajzilag eltérő területeiről burgonyáról származó burgonya Y-vírus öt izolátumának CP szekvenciáját

határozták meg. Eredményeik igazolták, hogy a vizsgált izolátumok az 1984-ben Magyarországon leírt burgonya Y-vírus izolátummal együtt a vírus NTN törzséhez tartoznak. Vizsgálataik rámutatnak arra, hogy a magyarországi burgonyatermesztésben az NTN törzs előfordulása a leggyakoribb. *Takács et al.* (2007) paradicsomról származó 3 burgonya Y-vírus izolátum esetében a CP nukleotidsorrendjének a vizsgálatával és filogenetikai törzsfelállításával bizonyította, hogy a burgonyán és a dísznövényeken kívül jelentős az NTN törzs előfordulása paradicsomtermesztésben is. *Baracsi et al.* (2004, 2006) dísznövényeken végzett vizsgálataik során futópetúniákról burgonya Y-vírust izolált, amelyekről PCR technika és CP szekvencia analízisével bizonyította, hogy az NTN törzshöz tartoznak. Ez az eredmény először igazolta az NTN törzs előfordulását petúnián.

*Tóbiás et al.* (2008) a levéltetű átvitelben szerepet játszó, a köpenyfehérjében található DAG, valamint a segítő fehérjén (HC-Pro) KITC és PTK aminosav motívum és a levéltetű átvitel kapcsolatát vizsgálta 3 burgonya Y-vírus izolátum esetében. A vizsgált motívumok tekintetében az izolátumok között magas fokú homológiát tapasztalt annak ellenére, hogy kísérletes körülmények között az izolátumok levéltetűvel történő átvitelében jelentős különbségek voltak. Mindezek az eredmények rámutatnak arra, hogy az eddig ismert három aminosav motívumon kívül egyéb tényezők is szerepet játszanak a levéltetű átvitelben.

Molekuláris genetikai módszerekkel olyan tulajdonságok vihetők be a növényekbe, amelyek egyetlen génnel, vagy géncsoporttal történnek. A molekuláris genetikai módszerek (DNS restrikciós és fragmentum hossz polimorfizmus, random amplifikált DNS szekvenciák, miniszatellit szekvenciák stb.) lehetővé tették a rezisztenciagének azonosítását és klónozását (*Dudits és Heszky* 1990, 2000, *Powel et al.* 1996, *Király és Hornok* 1996a, b, *Balázs és Dudits* 1999). Az utóbbi években a burgonya esetében is sikerült részleges genetikai térképet szerkeszteni (*Gebhardt és Valkonen* 2001, *Solomon-Blackburn és Barker* 2001a, b, *Gebhardt et al.* 2006). Egy adott génhez kapcsolt PCR-alapú szelekciós marker(ek) alkalmazásával a burgonya rezisztenciára nemesítés új iránya bontakozott ki (*Hämäläinen et al.* 1997, *Valkonen et al.* 2008).

A *Solanum stoloniferum* vad burgonyafajból eddig több RY<sub>sto</sub>-génnel kapcsolt markert azonosítottak (pl. AFLP, CAPS stb.) (cf. *Brigneti et al.* 1997). Hazai kutatási eredmények közül kiemelendő, hogy Keszthelyen előállított burgonyafajtákra jellemző Ry<sub>sto</sub>-génnel kapcsolt RAPD markert azonosítottak, és sike-

rült a *Song et al.* (2005) által azonosított STM0003-111 SSR markert is detektálni, amely az  $Ry_{sto}$ -génnel kacsoltságot mutat (*Cernák* 2008, *Cernák et al.* 2008). A rezisztencia-gént hordozó burgonya genotípusok azonosításában a marker-alapú szelekciónak (MAS) igen nagy jelentősége van.

### *Viroidok*

A burgonya orsósgumójúság betegség – amelynek kórokozója korábban a burgonya orsósgumójúság vírus néven vált ismertté – 20. század eleji felfedezése teremtette meg az 1960-as évek végén egy új típusú kórokozónak egzakt vizsgálatát, a ma már széles körben elterjedt viroidoknak a felfedezését és a burgonya orsósgumójúság viroid leírását (*Diener és Raymer* 1967). Figyelemre méltó az utóbbi évtizedben felfedezett több viroid azonosítása, és a *Solanum cardiophyllum* vad burgonya fajban fellépő szívlevelű csucsor viroid (*Mexican papita viroid*) felismerése, amely maggal és gumóval is átvihető (*Martinez-Soriano et al.* 1996).

### *Fitoplazmák*

A 20. század első évtizedeiben megfigyelt őszirózsa sárgaság betegség és a burgonya boszorkányseprűsödés betegség, de különösképpen az 1950-es években fellépő burgonya sztolbur betegség – amelyeket korábban vírusfertőzéseknek vélték – egzakt vizsgálata az 1960-as években a fitoplazmák (korábbi elnevezésük szerint mikoplazmák) felfedezéséhez vezetett (*Valenta et al.* 1961, *Doi et al* 1967, *Szirmai* 1956, cf. *Horváth* 1970a, b, 1972b, 1974, 2004).

### *Vírus–fitoplazma–vektor kutatás*

Magyarországon a vírus–fitoplazma–vektor kutatás az 1960-as években kezdődött. Ekkor került sor a burgonya levélsodródás vírus levéltetvekkel (*Myzus persicae*) történő átvitelének tanulmányozására (*Horváth* 1963a) és a sárgaság-típusú betegségek (burgonya boszorkányseprűsödés, burgonya sztolbur) terjesztésében szerepet játszó kabócafajok leírására (*Aphrodes bicinctus*, *Hyalesthes obsoletus*) (*Sáringer* 1961, *Gáborjányi és Lönhárd* 1967, *Gáborjányi és Sáringer* 1968, *Proksza és Gergely* 2004). Nem sokkal később megállapítást nyert, hogy a burgonya stolbur fitoplazma és a repce virágelzöldülés

fitoplazma terjesztésében a *Macrosteles laevis* kabócavektor fontos szerepet játszik (Horváth 1969b, 1970a, b). Figyelemre méltóak azok a kutatások is, amelyek az *Empoasca* kabócafajok növekvő elterjedésére mutattak rá a burgonyában. A domináns fajok (*Empoasca solani*, *E. decipiens*) elterjedése és egyedszám növekedése feltehetően összefüggésben van a hazai klímaváltozással (Kuroli et al. 2003). Az *Empoasca* fajok közül hat faj szerepet játszik a fitoplazmák átvitelében (Horváth 1972b).

A vírusok terjedésében legnagyobb szerepet játszó levéltetvek a magyarországi kutatások homokterében álltak. Ezekre a kutatásokra olyan összefoglaló munkák állnak rendelkezésre, amelyek a vírus-vektor-gazda kapcsolatokra vonatkozó ismereteket, a hazai faunában előforduló levéltetveket és levéltetűvektorokat ismertették (Szalay-Marzsó 1961, 1969, Horváth 1972b, Balázs és Sáringer 1982, Pribék 1999, Basky 2005). A legutóbbi években kiterjedt vizsgálatokat végeztek a levéltetvek előfordulásával, a levéltetvek dinamikájával és szerepével kapcsolatban a magyarországi burgonya vetőgumó-termesztésben (Basky 2003a, b). Megállapítást nyert az is, hogy a burgonya 25 levéltetű faj tápnövénye és a *Myzus persicae* a legjelentősebb vírusvektor; vektortevékenysége a burgonya teljes tenyészidőszakára kiterjed.

A burgonyában is előforduló paradicsom bronzfoltosság vírussal kapcsolatos kutatások a tripsz vírusvektorok tanulmányozására is ráirányították a figyelmet. Hazánkban a *Trips tabaci* őshonos, és a *Frankliniella occidentalis* behurcolt fajoknak van vírus-vektor szerepe (Gáborjányi et al. 1993, Jenser 1990, 1995, Pribék et al. 2000).

### *Burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata) kutatás*

A burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*), mint új kártevő 1947-ben jelent meg Magyarországon (Jermy és Sáringer 1955a). Az új veszedelmes kénemzedékes kártevővel kapcsolatos kutatások kezdetben a Magyarországon talált „burgonyabogár-gócok” felderítésére, a bogár fejlődési alakjainak számbavételére, és inszekticidekkel történő laboratóriumi és szabadföldi kísérletekre került sor. Az 1950-es évek elején a kártevő véglegesen megtelepedett Magyarországon, s mint igen veszedelmes kártevő szükségessé tette egy kutató laboratórium felépítését. Az új laboratórium (Növényvédelmi Kutató Intézet Laboratóriuma) Európa első agrár-felsőoktatási intézményének, a 160 éves Georgikonnak a mai Pannon Egyetem Georgikon Karának székhelyén,

Keszthelyen épült fel 1957-ben (Sáringger 2002). A laboratóriumi kutatások nemzetközileg is elismert eredményeket tártak fel a burgonyabogár diapauzájával, a környezeti tényezőkkel és a burgonya szenescenciájával kapcsolatban. Nagy jelentőségű eredmény volt annak megállapítása, hogy az imágók teletőre vonulása a nappal hosszúságától (fotoperiódus) függ (Jermy és Sáringger 1955b). A kártevővel kapcsolatos biológiai védekezés lehetőségeinek kutatása során vizsgálat tárgyát képezte az USA-ban előforduló, a burgonyabogarat hatásosan pusztító *Perillus bioculatus* ragadozó poloska faj magyarországi vizsgálata is. Ennek során megállapítást nyert, hogy az amerikai predátor ragadozó poloska imágók több gazdájúak, téli mortalitásuk a hazai kísérletekben pedig olyan jelentős, hogy a biológiai védekezésben nincs szerepük (Jermy 1962). Igen jelentősek azok a kutatási eredmények, amelyek az oligofág burgonyabogár táplálékspecializációjával kapcsolatban születtek. Megállapítást nyert, hogy a burgonya imágók táplálkozási reflexeket kiváltó ingeranyagok hatását különböző anyagokkal (rézvegyületek, alkaloidák oldatai stb.) gátolni lehet. A kísérletek arra is fényt derítettek, hogy egyes növényeknek a burgonyabogárral szemben tanúsított rezisztenciája a táplálkozási reflexeket gátló, riasztó anyagok jelenlétére (pl. *Nicandra physaloides*), vagy táplálkozási ingeranyagok (*Galinsoga parviflora*) hiányára vezethető vissza (Jermy 1958, Jermy és Sáringger 1959, Jermy 1972). Magyar kutatók úttörő eredményeket értek el a burgonyabogár táplálék-megtalálásával és táplálékválasztásával, valamint a tápnövényeivel kapcsolatban (Jermy 1958, 1972, Jermy és Sáringger 1959). A fitofág rovarok (pl. *Leptinotarsa decemlineata*) fény irányában történő tájékozódásával és a polarizált fény tájékozódásban betöltött szerepével kapcsolatban végzett kutatási eredmények nemcsak a burgonyabogárra vonatkozóan mutattak meglepő, új eredményeket, hanem megteremtették a fényre repülő rovarok rajzásmenetének kutatását és a magyar fénycsapda-kutatási eredmények nagy nemzetközi visszhangját is (Jermy 1961a, b).

#### *A burgonya gyomnövényei, gyomirtása és az integrált gyomszabályozás*

A burgonya hazai gyomnövényei főleg a melegigényes, T<sub>4</sub>-es csoportba tartozó fajokra és az évelő tarackos növényekre terjednek ki. Legjelentősebbek a fehér libatop (*Chenopodium album*), a kaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) és egyes disznóparéjfélek (*Amaranthus retroflexus*, *A. chlorostachis*), valamint az évelő fajok közül a *Convolvulus arvensis* és a *Cirsium arvense*. Nevezett

növényeken kívül egyre fokozódó veszélyt jelent a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) és olyan, a *Solanaceae* családba tartozó gyomnövények (pl. *Datura stramonium*, *Solanum nigrum* stb.), amelyek a burgonya-ökoszisztémákban vírusfogékonyságuknál fogva is veszélyt jelentenek (Ujvárosi 1973, Hunyadi et al. 2000, Hoffmanné Pathy 2002, Benécsné Bárdi 2005, Kádár 2005, Kazinczi et al. 2006, 2008). A korszerű burgonyatermesztés – mint ismert – a kelés előtti végleges bakhátak kialakítására törekszik, ez pedig nem teszi lehetővé a vegetáció során a mechanikai gyomirtást. Ezért a burgonya gyomirtása során olyan kémiai beavatkozásokra van szükség, amelyeket már a burgonya előveteményében (kalászos növények) alkalmazni, majd a glifozát hatóanyagú, ill. hormonhatású szerekkel a tarlókezelés során folytatni kell.

A magyarországi vegyszeres gyomirtási kutatások hat évtizedre terjednek ki. Az 1950-es években került sor a 2,4-D és a DNOC, majd az 1960-as években az első triazin típusú herbicidek hazai előállítására és a velük kapcsolatos technológiai ajánlásokra (Gimesi 2008, Hunyadi et al. 2000, Kazinczi 2004, Kádár 2005). Az új gyomirtó szerek hazai kifejlesztésében Matolcsy György (1920–1992), a gyomirtási kísérletekben Ubrizsy Gábor (1919–1973), Rainiss Lajos (1916–1974), Szatala Ödön és Gimesi Antal, majd Hoffman és Hoffmanné Pathy (1995), Hoffmanné Pathy (2002, 2005) és Kádár (2005) ért el eredményeket.

A burgonya gyomirtására preemergens herbicid hatóanyagok (clomazone S-metolachor, metribuzin, pendimethalin, propisochlor, flurochloridone, propachlor, prometrin) és posztemergens hatóanyagok (propaquizafop, cycloxidim, fluzifop-P-butyl, quizalofop P., clethodim, rimsulfuron, metribuzin) állnak rendelkezésre (Hoffmanné Pathy 2002, Benécsné Bárdi 2005, Kádár 2005, Kazinczi et al. 2008). Hazai kutatási eredmények alapján megállapítást nyert, hogy egyes hatóanyagok a burgonyára nézve kedvezőtlen hatást fejtenek ki. A metribuzinnal szemben a White Lady fajta, a kломazonnal szemben a Hópehely és Százsorszép fajták érzékenynek bizonyultak (Dobozi 2006). A parlagfű ellen alkalmazott fluorkloridon tartalmú Racer – amely étkezési burgonyában is használható – túladolás esetén a burgonya leveleinek sárgulást idézi elő (Hoffmann és Hoffmanné Pathy 1995). Hasonlóan óvatosságra int a rimsulfuron hatóanyagú Titus 25 DF használata (különösen a vetőgumó-termesztésben), tekintettel arra, hogy helytelen technológiai alkalmazás esetén a burgonya levelei vírusfertőzésre jellemző tüneteket mutathatnak, amely a burgonya szelektálását megnehezíti. Nádasyné Ihárosi és Szalai (2009) sze-



rint a Balatoni rózsza és a Rioja burgonyafajták preemergens herbicid kombinációk (Sencor 70WG + Dual Gold 960EC, Racer + Pendigan 330EC) vizsgálata során azt állapította meg, hogy a Racer + Pendigan hatástartalma a leghosszabb volt.

A burgonya gyomirtásának hatékonyságát – amint erre a hazai kutatási eredmények is rámutattak – jelentősen befolyásolja a termőhely talajtípusa, a talajművelés módszere, a burgonyafajta, a növény lombtömege és fejlettsége, a herbicidekkel szembeni érzékenysége, a készítmény dózisa és a kijuttatás körülményei.

A burgonya integrált gyomszabályozás – amelynek alapját a herbicidek képezik – alapelve nem a gyomnövények teljes kiirtása, hanem a gyompopulációk gazdasági kártételi küszöbszint alatti tartása, a gyomnövények összetételének pontos ismerete, figyelemmel az agrobiocönózis hasznos tagjainak védelmére, és a környezetvédelmi szempontok érvényesítésére.

A burgonya integrált gyomszabályozás alapelvei közé tartozik a prevenció, amely magába foglalja a különböző talajművelési eljárásokat és olyan jövőbeni feladatokat is, amelyek a helyspecifikus gyomszabályozási technikák továbbfejlesztésére, a modern térinformatikai eszközök felhasználására, a gyomokra allelopatikus hatású burgonyafajták előállítására és termesztésére, valamint a gyomnövények és a burgonyafajták közötti versengés megismerésére vonatkoznak (Béres 2000, Kazinczi 2000, 2004, Reisinger et al. 2001, 2007, Lehoczky et al. 2003).

Figyelemre méltóak azok az új hazai kutatások is, amelyek a herbicid célgének molekuláris genetikai vizsgálatával kapcsolatosak. Cseh és Taller (2007) igazolta, hogy az atrazin rezisztenciát a parlagfűben a *psbA* génnek pontmutációja okozza. Ismertté vált az, hogy a rezisztens növényegyedekben a *psbA* gén heteroplazmáson van jelen. Az acetolaktáz szintetáz (ALS)-gátló herbicidekkel szemben toleráns parlagfű biotípusának hazai megjelenése további molekuláris genetikai kutatásokra irányítja a figyelmet.

### A magyarországi burgonya és az Európai Unió (EU)

Az EU első 15 tagországában kb. 1 310 000 ha-on termeltek burgonyát, és mintegy 46 millió t/év termést takarítottak be. Ezekben az országokban a burgonya előállítás költsége 13–15 Ft/kg volt (Szentirmay 2005). Az EU mai 27 tagországában a burgonya vetésterülete kb. 700–750 ezer ha-ral, a termés pedig kb. 8

millió tonnával csökkent. Különösen jelentős az új 12 tagországban (Bulgária, Csehország, Észtország, Ciprus, Litvánia, Lettország, Magyarország, Málta, Lengyelország, Románia, Szlovákia, Szlovénia) bekövetkezett kb. 550 ezer ha-os vetésterület csökkenés. Figyelemre méltó az is, hogy a burgonya előállítási költsége is lényegesen magasabb az új tagországokban (Magyarországon 20–25 Ft/kg) (Szentirmai 2005).

A burgonya magyarországi vetésterülete az elmúlt 50 évben fokozatosan csökkent. Az 1950-es években mintegy 200–250 ezer ha, az 1960-as években 150–200 ezer, az 1970-es években 100 ezer ha volt. Az 1980-as évek végén és 1991-ben 70–75 ezer ha, 2001-ben 35 ezer ha, 2008-ben pedig 20–22 ezer ha-ra csökkent a vetésterület. A termésátlagok is erős ingadozást mutattak. Az 1950-es években a burgonya termésátlaga 10 t/ha volt. A jelenlegi, magyarországi 20–25 t/ha (egyes években ennél is kevesebb) termésátlag – figyelembe véve a 40 t/ha EU-s átlagot (Belgium, Hollandia, Franciaország, Egyesült Királyság 40 t/ha felett) – nagyon alacsony. Az 1970–1980-as években az 1 főre jutó 65–70 kg fogyasztás is csökkent, és jelenleg mintegy 50 kg/év/fő. A Magyarországon megtermelt kb. 600 ezer t/év étkezési burgonya 10 hónapra (április, május kivételével) biztosítja az ország lakosságának ellátását.

Az EU csatlakozás után nem csak a burgonya vetésterülete, hanem a vetőgumó szaporítás – amely jelenleg 350 ha körül van – is jelentősen csökkent. Vannak olyan megyék (pl. Bács-Kiskun, Békés, Komárom-Esztergom, Pest, Nógrád), ahol vetőburgonya szaporítás 1–2 év alatt megszűnt (Keresztes 2009). Kedvező azonban az a tény, hogy a magyar burgonyafajták aránya az utolsó 3 évben 11,4%-ról 14,4%-ra emelkedett és a betegségekre fogékony külföldi fajták (Cleopatra, Desirée, Kondor, Kuroda) termesztésének aránya az utóbbi öt évben folyamatosan csökkent.

A magyarországi kedvezőtlen éghajlati adottságok (magas hőmérséklet, rossz eloszlású és kevés csapadék), alacsony termésátlagok és a magas termelési költségek következtében, a külföldi fajtákra alapozott vetőburgonya-termelésünk és az EU-csatlakozás után kialakult új piaci helyzet miatt a burgonya hazai versenyképessége nem jó. A versenyképesség javításának főbb szempontjai a következőkben foglalhatók össze: (1) A vírusfogékony, főleg külföldi fajták (Desirée, Kondor, Cleopatra) igen magas részesedési arányát (80–85%) a magyar vírusrezisztens, jó minőségű fajták arányához (kb. 10–15%) képest csökkenteni, a magyar fajták arányát növelni kell; (2) A burgonyavetőgumó-termesztő területeken 2007-ben termelt vírusfogékony külföldi fajták 20,1%-os

(Desirée), 16,1%-os (Cleopatra), 15,7%-os (Red Scarlett) és 11,1%-os (Kondor) részesedése indokolatlanul magas, ezért olyan vírus- és fitoftóra rezisztens kiváló minőségű magyar fajták, mint pl. a White Lady 1,2%-os, Riója 2,8%-os, Hópehely 3,6%-os és Góliát 3,7%-os valamint a Sarpo fajták részesedési arányát növelni szükséges. A White Lady és a Riója magyar fajták, valamint a Sarpo fajták (Sarpo Mira, Sarpo Axona, Sarpo Una) kiválóságát bizonyítja, hogy nevezett fajták szerepelnek az angol, ill. az EU fajtalistán. Egyéb magyar fajták (pl. Balatoni rózsa, Kánkán, Pannónia, Lorett) 0,1–0,7%-os részesedési aránya is elfogadhatatlan a magyar vetőburgonya-szaporításban; (3) Termesztéstechnológiai vonatkozásokat tekintve fokozottabb figyelmet kell fordítani az agrotechnikára, a növényvédelemre és a harmonikus tápanyagellátásra, és növelni szükséges az öntözhető területeket (jelenleg kb. 40% az öntözött burgonyaterület); (4) A külföldi vetőgumó import következtében fellépő növénykórtani, növényvédelmi problémák (vírusok, viroidok, fitoplazmák, *Ralstonia solanacearum*, *Erwinia* spp., *Globodera* spp.) – amelyek a versenyképesség fő akadályai – kiemelt kezelése, különös tekintettel a karantén intézkedésekre (pl. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* kórokozóra, amely a vetőgumót importáló országokban, Németország, Hollandia előfordul) rendkívül fontos; (5) Növelni kell a fajtafelújítás arányát, amely a nyugat-európai országok 100%-os gyakorlatával szemben Magyarországon csupán 25–30%-os; (6) A versenyképesség szempontjából csökkenteni kell a burgonya előállításának jelenlegi magas költségét (20–25 Ft/kg), amelyet az importból származó vetőburgonya ára kb. 40–50%-kal terhel (600–700 ezer Ft/ha); (7) Fejleszteni kell a feldolgozó ipart, amely jelenleg a burgonyatermés 3–4%-át használja fel, a fejlett országok 25–40%-ával szemben; (8) Fejleszteni kell a burgonyatermesztés gépesítését, fel kell gyorsítani a technikai berendezések (tárolók, válogató-, mosó- és csomagológépek stb.) elterjesztését; (9) A burgonya termékpálya elemeit (termelés, kereskedelem, piac) koordinálni szükséges; (10) Fokozni kell az érdekérvényesítő képességet; (11) Jelentősen és sürgősen emelni kell a szakmunkás képzés, a közép- és felsőoktatás, a továbbképzés színvonalát, és a fogyasztók tájékoztatását; (12) A versenyképesség szempontjából fontos szempont a piackeresés, amely elsősorban a korai, nyári betakarítású, magyar sárgahúsú burgonyafajták (pl. Pannónia, Rebeka, Réka) északi államok felé történő exportját jelenthetné. Mint ismert, az EU jelentős burgonyatermelő és fogyasztó államai (Németország, Hollandia, Egyesült Királyság, Belgium) leginkább a korai burgonya tekintetében szorulnak importra, eddig főleg

Ciprusról, Egyiptomból és Izraelből. A jelenlegi 6000–8000 ha-on történő korai termesztés növelhető lenne a téli tárolású étkezési burgonyaterületek rovására is. Tekintettel arra, hogy az EU-csatlakozás után, a 2004. évi piacnyitást követően a burgonyafajták szabadon áramolhatnak az EU országaiba, így hazánkba is. Ennek következtében az északi és északnyugat-európai országokból – ahol a termelés minden évben meghaladja a belső szükségletet jó minőségű és kedvező áron vásárolható étkezési burgonya kerülhetne az országba. Mint ismert, ezek az országok a kedvezőbb, hűvösebb klíma, és a jobb, csapadékos időjárás miatt olcsóbban (13–15 Ft/kg) tudják a burgonyát előállítani, és a szállítási költségekkel együtt az összes költség nem haladja meg a magyarországi burgonya-előállítási költségeket.

### Epilógus

Előadásom végén köszönetet mondok *S. K. Pandey* professzor úrnak, a *Global Potato Conference*, New Delhi, 2008 Szervező Bizottság elnökének, a Központi Burgonyakutató Intézet (*Central Institute for Potato*, Shimla, India) igazgatójának és munkatársainak a meghívásért. Nagy öröm és kitüntetés számomra, hogy az Indiai Burgonyakutató Társaság (*Indian Potato Association*) tiszteletbeli tagjává történt megválasztásom 35. évfordulóján, a burgonya nemzetközi évében, (*International Year of Potato*) A Föld egyik kincséről (*The treasure of the Earth*), a burgonyáról előadást tarthattam.

Köszönetemet fejezem ki *Bukai József*, *Dobránszki Judit*, *Kruppa József*, *Lönhárd Miklós*, *Mándi Lajosné*, *Polgár Zsolt*, *Sárvári István* és *Wolf István* burgonyanemesítőknak és -kutatóknak, valamint *Kazinczi Gabriella* és *Takács András* munkatársaimnak a szakmai konzultációkért és publikálatlan adataik rendelkezésre bocsátásáért. A szemlecikk lektorálásáért köszönettel tartozom *Király Zoltán* professzor úrnak, az MTA rendes tagjának.

### IRODALOM

- Amat, Z.–Albornoz, A.–Stefanova, M.–Hevesi, M.*: 1978. *Pseudomonas solanacearum* detected in a naturally infested soil containing a new wild host. Proc. 4<sup>th</sup> Int. Conf. Plant Bact. Angers. France.
- Anonymous*: 2009a. Weltweiter Gentechanbau erneut ausgedehnt. Der Pflanzenarzt. 62: 22.
- Anonymous*: 2009b. Konventionelle Züchtung für mehr Erträge. Der Pflanzenarzt. 62: 22.

- Balás G.–Sáringer Gy.: 1982. Kertészeti kártevők. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Balázs E.–Dudits D.: 1999. Molekuláris növénybiológia. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Baracsi, É.–Kriston É.–Palkovics, L.–Tóth, E. K.–Takács, A.–Horváth, J.: 2004. *Petunia* species as virus hosts and characterization of Potato virus Y (PVY) strains isolated from petunias in Hungary. The 11<sup>th</sup> Internat. Symp. on Virus Dis. of Ornamental Plants. Taichung, Taiwan. 38.
- Baracsi, É.–Kriston É.–Palkovics, L.–Tóth, E. K.–Takács, A.–Horváth, J.: 2006. *Petunia* species as virus hosts and characterization of Potato virus Y (PVY) strains isolated from petunias in Hungary. Acta Horticulturae. 722: 271–276.
- Basky, Zs.: 2003a. The relationship between aphid dynamics and two prominent potato viruses (PVY and PLRV) in seed potatoes in Hungary. Crop Protection. 21: 823–827.
- Basky Zs.: 2003b. A szárnyas levéltetvek rajzása, a vektornyomás és a burgonya-vetőgumó PVY-fertőzöttsége. Növényvédelem. 39: 193–200.
- Basky Zs.: 2005. Levéltetvek. Leírás, életmód, kártétel, védekezés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Beczner L.: 1980. Virologiai kutatások. Ann. Inst. Prot. Plant. 15: 71–81.
- Beczner, L.–Horváth, J.–Romhányi, I.–Förster, H.: 1984. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. Potato Res. 27: 339–352.
- Beijerinck, M. W.: 1898. Over een contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren. Zbl. Bakt. 2: 27–33.
- Benécsné Bárdi G.: 2005. Veszélyes 48. Veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és az ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft. Szekszárd.
- Béres I.: 2000. Allelopátia. [In: Hunyadi K. et al. (szerk.) Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 307–320.
- Bódis L.: 2008. A föld kincse. Agrofórum. 19: 5–12.
- Boucher, C.–Genin, S.: 2004. The *Ralstonia solanacearum* – plant interaction. [In: Talbot, N. J. (ed.) Plant-Pathogen Interactions.] Blackwell Publ. Oxford. 92–112.
- Bradshaw, J. E.–Mackay, G. R.: 1994. Potato Genetics. CAB International. Wallingford.
- Brigneti, G.–García-Mas, J.–Baulcombe, D. S.: 1997. Molecular mapping of the potato virus Y resistance gene RY<sub>sto</sub> in potato. Theor. Appl. Genet. 94: 198–203.
- Bryan, G. J.–McLean, K.–Wangh, R.–Spooner, D.–Ramsay, G.: 2006. A single domestication for cultivated potato. Scottish Crop Res. Inst. Annual Rep. 2004/2005. Scottish Crop Research Institute. Invergowrie. Dundee. Scotland.
- Cernák I.: 2008. A *Solanum stoloniferum* eredetű burgonya Y-vírus (PVY) extrém rezisztencia gén (RY<sub>sto</sub>) markerezése. Doktori Értekezés Tézisei. Keszthely.
- Cernák I.–Decsi K.–Vaszily Zs.–Wolf I.–Polgár Zs.–Taller J.: 2008. A PCR-alapú markerek alkalmazása a PVY vírussal szemben rezisztenciagént hordozó burgonyagenotípusok azonosítására. Növénytermelés. 57. 2: 245–251.
- Cook, R.–Rivoal, R.: 1998. Genetics of resistance and parasitism. [In: Sharma, S. B. (ed.) The Cist Nematodes.] Kluwer Acad. Publ. Dordrecht. 322–352.
- Cseh A.–Taller J.: 2007. Herbicid célgének molekuláris genetikai vizsgálata az üröm-

- levelű parlagfűben (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Magyar gyomkutatás és technológia. 2: 58–69.
- Dahiya, P. S.–Sharma, H. C.: 1999. Potato: Facts and figures. Global Conf. Potato. New Delhi. 28–46.
- Darsow, U.: 2000. 50 Jahre Züchtungsforschung zu *Phytophthora infestans* bei Kartoffel in Gross Lüsewitz. Geschichte einer Resistenzzüchtung mit Wechsel von der vertikalen zur horizontalen Resistenz. Beiträge zur Züchtungsforschung. 1: 1–49.
- Diamond, J.: 2007. Összeomlás. Tanulmányok a társadalmak továbbéléséhez. Typotex. Budapest.
- Diener, T. O.–Raymer, W. B.: 1967. Potato spindle tuber virus: a plant virus with properties of a free nucleic acid. Science. 158: 378–381.
- Dobozi M.: 2006. A burgonya vegyszeres gyomirtása és burgonyafajták herbicidérzékenységének vizsgálata. Magyar gyomkutatás és technológia. 2: 119–120.
- Dobránszki J.–Hevesi M.: 2002a. A burgonya *Ralstonia solanacearum* okozta barna rothadása. Burgonyatermesztés. 6: 10–13.
- Dobránszki J.–Hevesi M.: 2002b. A burgonya fekete szártőrothadása és baktériumos lágyrothadása. Burgonyatermesztés. 8: 16–19.
- Doi, Y. –Teranaka, M.–Yora, K.–Asuyama, H.: 1967. Mycoplasma or PLT group-like microorganism found in the phloem elements of plant infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or Paulownia witches' broom. Ann. Phytopath. Soc. 33: 259–266.
- Dudits D.–Heszky L.: 1990. Növényi biotechnológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Dudits D.–Heszky L.: 2000. Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó. Budapest.
- Dutt, S.: 2008. Potato food: an antidote to hunger. Indian Horticulture. 53: 2.
- Elekesné Kaminiszky M.–Szönyegi S.: 2004. A burgonya cisztaképző fonálférgei: *Globodera rostochiensis* (Woll.) és *G. pallida* Stone. Agroinform Kiadó. Budapest.
- Enyedí Gy.: 2006. Városrobbanás hanyatlás mellett: a fejlődő országok. Földrajzi Közl. 130: 1–2. 1–13.
- Enyedí Gy.: 2009. Városi világ. Magyar Tudomány. 3: 295–302.
- Érsek T.: 2009. *Phytophthora*: még újabb fajok a nemzetségben. Növényvédelem. 45: 57–62.
- Érsek T.–Nagy Z. A.–Bakonyi J.: 2006. Az elmúlt évtizedben azonosított új *Phytophthora*-fajok. Növényvédelem. 42: 621–628.
- Érsek T.–Wolf I.: 2008. A burgonyavész (kórokozó: *Phytophthora infestans*). Agrofórum. 19: 36–42.
- Fehér, A.–Preisner, J.–Horváth, J.–Gáborjányi, R.–Dudits, D.–Király, Z.: 1990. Characterization of somatic hybrids between tetraploid potato *Solanum tuberosum* L. cultivars and *S. brevidens* Phil. 7<sup>th</sup> International Congr. Plant Tissue and Cell Culture. Amsterdam. 209.

- Fehér, A.–Skryabin, K. G.–Balázs, E.–Preisner, J.–Shulga, D. S.–Zahharyer, V. M.–Dudits, D.: 1992. Expression of PVX coat protein gene under the control of extensin gene promoter confers with resistance on transgenic potato plants. *Plant Cell Rep.* 11: 48–52.
- Flis, B.–Hennig, J.–Strzelczyk-Zyta, D.–Gebhardt, C.–Marczewski, W.: 2005. The Ry-f<sub>sto</sub> gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to Potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122718 in PVY resistant potato cultivars. *Molecular Breed.* 15: 95–101.
- Flor, H. H.: 1971. Current status of the gene-for-gene concept. *Ann. Rev. Phytopathol.* 9: 275–296.
- Gáborjányi R.–Lönhárd M.: 1967. Adatok a sztolbur vírus magyarországi elterjedéséhez. *Növényvédelem.* 3: 176–180.
- Gáborjányi R.–Sáringer Gy.: 1968. A stolbur vírust terjesztő kabócák biológiája és a védekezés lehetőségei. *Kísérl. Közl. Növénytermelés.* 60. 1: 3–12.
- Gáborjányi R.–Jenser G.–Nagy Gy.: 1993. A paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) járványtani kérdései. *Növényvédelem.* 29: 543–547.
- Gebhardt, C.–Valkonen, J. P. T.: 2001. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome. *Ann. Rev. Phytopathol.* 39: 79–102.
- Gebhardt, C.–Bellin, D.–Henselewski, H.–Lehmann, W.–Valkonen, J. P. T.: 2006. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato. *Theor. Appl. Genet.* 112: 1458–1464.
- Gimesi A.: 2008. Levélbeni közlés.
- Glatz F.: 2008. Új vidékpolitika. Párbeszéd a vidékért. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest.
- Gómez-Alpizar, L.–Hu, C. H.–Oliva, R.–Forbes, G.–Ristaino, J. B.: 2008. Phylogenetic relationships of *Phytophthora andina*, a new species from the highlands of Ecuador that is closely related to the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans*. *Mycologia.* 100: 590–602.
- Gulyás A.: 1936. A magyar dohányok vírusbetegségei. *Kísérl. Közl.* 39: 45–79.
- Gulyás A.: 1938. A burgonya vírusbetegségei. Magyar Királyi Gazdasági Akadémia Munkái. Debrecen. 1–63.
- Harding, J.: 1821. A practical treatise on the culture of potatoes. London. 56.
- Hayward, A. C.: 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 29: 65–87.
- Hayward, A. C.–Elphinstone, J. G.–Caffier, D.–Janse, J.–Steohani, E.–French, E. R.–Wright, A. J.: 1998. Round table on bacterial wilt (brown rot) of potato. [In: Prior, Ph. et al. (eds.) *Bacterial Wilt Disease.*] Springer-Verlag. Heidelberg. 420–430.
- Hämäläinen, H.–Watanabe, K. N.–Valkonen, J. P. T.–Ariohara, A.–Plaisted, R. L.–Pehu, E.–Miller, L.–Slack, S. A.: 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. *Theor. Appl. Genet.* 94: 192–197.

- Heszky L.–Bódis L.–Kiss E.: 1999. A kultúrflóra biodiverzitása Magyarországon. Növénytermelés. 48: 435–443.
- Heszky L.–Holly L.–Bódis L.: 2002a. A magyar növényi génkészlet jelentősége hazánkban: I. A növényi génbank gyűjteményének fejlesztése és felhasználása (1979–2000). Növénytermelés. 51: 133–137.
- Heszky L.–Bódis L.–Holly L.: 2002b. A magyar növényi génkészlet jelentősége. II. A magyar származású genetikai tartalékok felhasználása a hazai növénytermelésben (1998–2000). Növénytermelés. 51: 247–252.
- Hevesi Lné: 2009. Levélbeni közlés.
- Hodossi S.–Csontos Gy.–Kruppa J.: 2009. Az újburgonya termesztéstechnológiai változatai Magyarországon (1). Hajtatás és átmeneti fóliatakarásos termesztés. Agroforum. 2: 87–90.
- Hoffmann L.–Hoffmanné Pathy Zs.: 1995. Tapasztalatok a burgonya gyomirtásáról Somogyban. Agroforum. 4: 42–43.
- Hoffmanné Pathy Zs.: 2002. A burgonya vegyszeres gyomirtása. Agroforum. 2: 5–7.
- Hoffmanné Pathy Zs.: 2005. Történt-e változás a burgonya vegyszeres gyomirtásában? Agroforum. 2: 43.
- Horn P.: 2008. Új helyzetben a világ élelmiszerellátása. Magyar Tudomány. 9: 1108–1124.
- Horváth J.: 1962. A levélsodródás vírus (*Corium solani* Holmes) kimutatására alkalmazott Igel-Lange teszt megbízhatósága. Növénytermelés. 11. 2: 257–266.
- Horváth J.: 1963a. A burgonya levélsodródás vírus (*Corium solani* Holmes) átvitele indikátornövényekre. Növénytermelés. 12: 57–64.
- Horváth, J.: 1963b. Neuere Beiträge zum Vorkommen von Kartoffelviren mit besonderer Rücksicht auf die Komplexinfektionen. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 12: 67–81.
- Horváth, J.: 1964. Ergebnisse der Identifizierung von mechanisch Übertragbaren Kartoffelviren an Testpflanzen, mit besonderer Rücksicht auf Vergleichsuntersuchungen. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 13: 103–134.
- Horváth J.: 1966a. A burgonyát fertőző vírusok differenciálásának módszerei és a burgonya Y-vírus törzsek (*Marmor epsilon* Holmes) tulajdonságai. Kandidátusi Ért. Tézisei. Rostock-Budapest. 1–19.
- Horváth, J.: 1966b. Data on the possibilities of controlling potato virus. I. General survey of the methods of control and the virus infection of experimental potato varieties. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 15: 177–186.
- Horváth, J.: 1966c. Data on the possibilities of controlling potato virus. II. Experiments with the German method and the improved German method. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 15: 381–393.
- Horváth, J.: 1966d. Studies on strains of potato virus Y. 1. Strain C. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 1: 125–138.
- Horváth, J.: 1966e. Studies on strains of potato virus Y. 2. Normal strain. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 1: 333–352.



- Horváth, J.*: 1967a. Studies on strains of potato virus Y. 3. Strain causing browning of midribs in tobacco. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 2: 95–108.
- Horváth, J.*: 1967b. Data on the possibilities of controlling potato virus. III. Examinations with the Dutch method. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 16: 75–86.
- Horváth, J.*: 1967c. Studies on strains of potato virus Y. 4. Anomalous strain. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 2: 195–210.
- Horváth, J.*: 1967d. Separation and determination of viruses pathogenic to potatoes with special regard to potato virus Y. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 2: 319–360.
- Horváth, J.*: 1968a. Data on the possibilities of controlling potato virus. IV. Examinations with summer planting method. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 17: 115–129.
- Horváth, J.*: 1968b. Susceptibility and hypersensitivity to tobacco mosaic virus in wild species of potatoes. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 3: 35–43.
- Horváth, J.*: 1968c. Susceptibility, hypersensitivity and immunity to potato virus Y in wild species of potatoes. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 3: 199–206.
- Horváth, J.*: 1969a. Cross protection test with four strains of potato virus Y in *Nicotiana tabacum* L. cv. Samsun. Zbl. Bakt. II. Abt. 123: 249–252.
- Horváth, J.*: 1969b. Green petal – a new disease of rape in Hungary. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 4: 363–367.
- Horváth, J.*: 1970a. A sárgaság-típusú növénybetegségeket okozó mikoplazmák tulajdonságai és a növényi mikoplazmózisok. Növénytermelés. 19: 327–337.
- Horváth, J.*: 1970b. A repce virágelzöldülés fellépése Magyarországon és a betegség kóroktanának kérdése. Növénytermelés. 19: 49–54.
- Horváth, J.*: 1971. Experiments with tobacco mosaic virus on potato. E. A. P. R. Virology Section Meeting, Wageningen. 6.
- Horváth, J.*: 1972a. Symptomless *Lycopersicon* host plants for potato virus S. American Potato J. 49: 339–342.
- Horváth, J.*: 1972b. Növényvírusok, vektorok vírusátvitel. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1–515.
- Horváth, J.*: 1973a. A burgonya M-vírus és burgonya S-vírus kimutatása és differenciálása különböző *Lycopersicon* fajokkal. Növénytermelés. 22: 117–120.
- Horváth, J.*: 1973b. Seed transmission experiments of potato virus M and potato virus S in *Lycopersicon* species. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. 22: 390–392.
- Horváth, J.*: 1974. Újabb adatok a mikoplazmák és mikoplazmózisok tulajdonságairól. A Növényvéd. Korszerűsítése. 8: 103–148.
- Horváth, J.*: 1976. Virus-gazdanövénykörök és vírusedifferenciálás. Akadémiai Doktori Értekezés. Budapest-Keszthely. 1–607.
- Horváth, J.*: 1985. A check-list of new host plants for identification and separation of twelve potato viruses. Potato Res. 28: 71–89.
- Horváth, J.*: 1988. Potato gene centres, wild *Solanum* species, viruses and aphid vectors. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 23: 423–448.

- Horváth J.: 1990. A burgonyavírus-kutatás helyzete Magyarországon: Múlt, jelen, jövő. Burgonyatermesztés. 2: 36–66.
- Horváth, J.: 1993a. Host Plants in Diagnosis. [In: Matthews, R. E. F. (ed.) Diagnosis of Plant Virus Diseases.] CRC Press. Boca Raton. Florida. 15–47.
- Horváth, J.: 1993b. Hosts and non-hosts in the diagnostic strategy of plant viruses. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 28: 257–354.
- Horváth J.: 2003. A magyarországi burgonyatermesztés virológiai problémái: válaszút előtt. Növényvédelem. 39: 169–192.
- Horváth J.: 2004. Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek. Egyetemi jegyzet. Kaposvári Egyetem. Kaposvár. 1–276.
- Horváth J.: 2006. A *Solanum* géncentrumok gazda-vírus kapcsolatai: Rezisztencia-vizsgálatok ex situ. Székfoglaló a Magyar Tudományos Akadémián 2001. december 13. MTA Budapest. 97–154.
- Horváth J.: 2007. Mindennapi kenyerünk: Kolombusztól a transzgenikus burgonyáig. [In: Galamb V.–Czinkos T. (szerk.) A Szilárd Leó Professzori Ösztöndíj nyertesei.] Oktatási és Kulturális Minisztérium. Budapest. 24–39.
- Horváth J.: 2008. Mindennapi kenyerünk: Kolombusztól a transzgenikus burgonyáig. Növényvédelem. 44: 453–462.
- Horváth, J.–Balázs, E.–Gáborjányi, R.: 1998. Current plant virus research in Hungary. Acta Phytopath. et Entomol. 33: 3–19.
- Horváth J.–Gáborjányi R.: 1990. A magyar növényvirológia helyzete, problémái és a fejlesztés irányai. Növényvédelem. 26: 193–206.
- Horváth J.–Gáborjányi R.: 1999. Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 1–425.
- Horváth, J.–Kazinczi, G.: 2001. Potato virus research in Hungary: A short history with international aspects. [In: Khurana, S. M. P. et al. (eds.) Global Research and Developments. Vol. 1.] Malhotra Publ. House. New Delhi. India. 304–321.
- Horváth, J.–Pocsai, E.: 1971. *Solanum demissum*-Hybride A6 als neue Testpflanze für den Nachweis des Gurkenmosaik-Virus (cucumber mosaic virus). Z. PflKrankheiten. 78: 695–699.
- Horváth, J.–Király, Z.–Föglein, F.–Balogh, J.: 1987. Resistance to potato leafroll luteovirus in four accessions of *Solanum brevidens* Phil. 10<sup>th</sup> Triennial Conf. E. A. P. R., Aalborg. Denmark. 321–322.
- Horváth, J.–Juretić, N.–Wolf, I.–Pintér, Cs.: 1993a. Natural occurrence of sowbane mosaic virus on *Chenopodium hybridum* L. in Hungary. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 28: 379–389.
- Horváth, J.–Wolf, I.–Fehér, A.–Preiszner, J.–Dudits, D.–Horváth, S.: 1993b. Resistance of somatic hybrids between *Solanum tuberosum* and *S. brevidens* to potato leaf roll Luteovirus. 12<sup>th</sup> Triennial Conf. E. A. P. R. Paris. France. 455–456.
- Horváth J.–Gáborjányi R.–Kazinczi G.–Takács A. P.: 2001. A paradicsom bronzfoltosság vírus (Tomato spotted wilt *Tospovirus*, TSWV) első hazai előfordulása burgonyán. Növénytermelés. 5: 545–548.

- Horváth S.*: 2000. A keszthelyi burgonyakutatás történeti áttekintése. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Keszthely. 1–19.
- Horváth S.*: 2001. A burgonya szerepe és jelentősége az egészséges táplálkozásban. Burgonyatermesztés. 8: 5–8.
- Hunyadi K.–Béres I.–Kazinczi G.*: 2000. Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Ivanovsky, D.*: 1892. Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze. Bull. de l'Académie Impériale des Sciences. St. Petersburg. 35: 67–70.
- Jenser, G.*: 1990. Über das Freiland-Auftreten von *Frankliniella occidentalis* (Pery.) (Thysanoptera) in Ungarn. Anz. Schädlingskunde. Pflsch. Umweltsch. 63: 114–116.
- Jenser G.*: 1995. A tripszek szerepe a paradicsom bronzfoltosság vírus terjedésében. Növényvédelem. 31: 541–545.
- Jenser, G.*: 2008. Relationships among virus vector *Thysanoptera* species, *Tomato spotted wilt virus* and their cultivated and wild growing plants in the Palearctic. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 43: 283–288.
- Jermy, T.*: 1958. Untersuchungen über Auffinden und Wahl der Nahrung beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Ent. exp. et appl. 1: 197–208.
- Jermy T.*: 1961a. Fitofág rovarok tájékozódása a fény iránya alapján. Állattani Közl. 48: 57–63.
- Jermy T.*: 1961b. Kártevő rovarok rajzásának vizsgálata fénycsapdákkal. A növényvédelem időszzerű kérdései. 2: 53–61.
- Jermy, T.*: 1962. Über Einbürgerungsversuche mit *Perillus bioculatus* Fabr. (*Heteroptera*, Pentatomidae) in Ungarn. Agronomski glasnik. Zagreb. Broj. 6. 6–7: 558–562.
- Jermy T.*: 1972. A növényevő rovarok táplálékspecializációjának etológiája. Akadémiai Doktori Értekezés. Keszthely-Budapest.
- Jermy T.–Sáringer Gy.*: 1955a. A burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Jermy, T.–Sáringer, Gy.*: 1955b. Die Rolle der Photoperiode in der Auslösung der Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) und des amerikanischen Weissen Bärenspinners (*Hyphantria cunea* Drury). Acta Agronomica Hung. 5: 419–440.
- Jermy T.–Sáringer Gy.*: 1959. A burgonyabogár magyarországi tápnövényei. Kísérletügyi Közl. 52/A: 95–116.
- Jones, J. T.–Phillips, M. S.–Block, V. C.*: 2008. Potato cyst nematode genomics. Annual Report. Scottish Crop Research Institute. Invergowrie. Dundee. Scotland. UK. 26–27.
- Józsa, R.–Stasevski, Z.–Wolf, I.–Horváth, S.–Balázs, E.*: 2002. Potato virus Y coat protein gene induced resistance in valuable potato cultivars. Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 37: 1–7.

- Juretic, N.–Horváth, J.–Besada, W. H.–Horváth, A.–Lönhárd, M.*: 1977. Serological relationship of tomato mosaic virus isolated from potato to two members of tobamovirus group. *J. Indian Potato Assoc.* 4: 64–65.
- Kalmár K.*: 2002a. Mit kell tudni a burgonya növényegészségügyi szabályozásáról? (1). *Agrofórum.* 13: 2–4.
- Kalmár K.*: 2002b. Mit kell tudni a burgonya növényegészségügyi szabályozásáról? (2). *Agrofórum.* 13: 2–5.
- Kapás S.*: 1997. Növényfajták és növénynemesítők. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Budapest.
- Kazinczi G.*: 2000. A gyomnövények és a kultúrnövények versengése. [In: *Hunyadi K. et al.* (szerk.) *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia.*] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 286–306.
- Kazinczi G.*: 2004. Herbológia. [In: *Horváth J.* (szerk.) *Növényvédelmi növényorvosi alapismeretek.*] Egyetemi jegyzet. Kaposvár. 177–233.
- Kazinczi, G.–Horváth, J.–Takács, A.*: 2001. Role of weeds in the epidemiology of viruses. 5<sup>th</sup> Slovenian Conf. Plant Prot. Catez ob Savi. 63–64.
- Kazinczi, G.–Horváth, J.–Takács, A. P.–Gáborjányi, R.–Béres, I.*: 2004. Experimental and natural weed host-virus relations. *Comm. Appl. Biol. Sci.* 69: 53–60.
- Kazinczi, G.–Lukács, D.–Takács, A.–Horváth, J.–Gáborjányi, R.–Nádasy, M.–Nádasy, E.*: 2006. Biological decline of *Solanum nigrum* due to virus infection. *J. Plant Diseases and Protection.* 20: 325–330.
- Kazinczi G.–Horváth J.–Takács A.–Jenser G.*: 2007. Az „özöngyomok” vírus-epidemiológiai jelentősége. *Növényvédelmi Tud. Napok.* Budapest. 55.
- Kazinczi, G.–Horváth, J.–Nádasy, E.*: 2008. Potato weeds, their control, and their role in the epidemiology of plant viruses. *Global Potato Conf. New Delhi.* 123.
- Kádár A.*: 2005. Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás. *Factum Bt.* Budapest.
- Keresztes D.*: 2009. A hazai vetőburgonya-szaporítás elmúlt öt évének tapasztalatai, levonható következtetések. *Agrofórum.* 20: 90–93.
- Kingsbury, N.*: 2008. Banish the blight. *Daily Telegraph.* January 27. 2008.
- Király Z.–Hornok L.*: 1996a. A gazda-pathogén kapcsolatok molekuláris hátterének tanulmányozása új távlatokat nyit a rezisztencianemesítésben. I. Mikroorganizmusokkal klónozott gének. *Növénytermelés.* 45: 195–206.
- Király Z.–Hornok L.*: 1996b. A gazda-pathogén kapcsolatok molekuláris hátterének tanulmányozása új távlatokat nyit a rezisztencianemesítésben. II. Rezisztenciagének, transzgénikus növények. *Növénytermelés.* 45: 307–316.
- Klopp B.*: 2002. Zirc, a burgonya hazája. *Agrofórum.* 13: 27–28.
- Kollár, A.–Thole, V.–Dalmay, T.–Salamon P.–Balázs, E.*: 1993. Efficient pathogen-derived resistance induced by integrated potato virus Y coat protein gene in tobacco. *Biochimie.* 75: 623–629.
- Kruppa J.–Győri Z.*: 2005. A korai burgonya felhasználási lehetőségei, minőségi követelményei, beltartalmára vonatkozó újabb eredmények. *Agrofórum.* 16: 13–16.

- Kruppa J.–Hodossi S.–Csontos Gy.*: 2005. A korai burgonya szántóföldi termelése. *Agrofórum*. 16: 5–12.
- Kruppa J.–Heller Szabóné Molnár M.–Hódossi S.*: 2009. Az új burgonya termesztéstechnológiai változatai Magyarországon (2). A szántóföldi korai termesztés és a nyári ültetés. *Agrofórum*. 20: 84–97.
- Kumar, A.–Pandey, S. K.*: 2008. Potato production: harbinger of agricultural sustainability. *Indian Farming*. 58: 3–7.
- Kuroli G.–Polgár Á.–Orosz A.*: 2003. Az *Empoasca* spp. kabócafajok egyedszámváltozása burgonyán. *Növényvédelem*. 39: 201–206.
- László E.*: 2008. Világváltás. A változás harmonikus útja. Nyitott Könyvműhely. Budapest.
- Lehoczky É.–Dobozi M.–Gyüre K.*: 2003. Gyomnövények és a burgonya kompetíciójának tanulmányozása, különös tekintettel a tápanyagversengésre. *Magyar gyomkutatás és technológia*. 1: 19–30.
- Lem, S.*: 2007. *Sex wars*. Tipotex. Budapest.
- Lönhárd M.*: 2005. Adatok a burgonya történetéről I. *Burgonyatermelés*. 4: 18–20.
- Lönhárd M.*: 2006a. Adatok a burgony történetéről II. *Burgonyatermelés*. 1: 15–17.
- Lönhárd M.*: 2006b. Adatok a burgonya történetéről III. *Burgonyatermelés*. 2: 13–15.
- Lönhárd M.*: 2006c. Az ezerarcú burgonya. *Agrofórum*. 17: 69–71.
- Lönhárd M.*: 2008. Szóbeli közlés.
- Mamula, D.–Juretic, N.–Horváth, J.–Libric, M.*: 1974. Identification and serological properties of tomato mosaic virus isolated in Hungary. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 9: 261–276.
- Martinez-Soriano, J. P.–Galindo-Alonso, C. J. M.–Yucel, I.–Smith, D. R.–Diener, T. O.*: 1996. Mexican papita viroid: Putative ancestor of crop viroids. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 93: 9397–9401.
- Mayer, A.*: 1886. Über die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landwirtsch. Vers.* 32: 451–467.
- Mándi L.-né*: 2000. Burgonya (*Solanum tuberosum* L.). Növénynemesítés és fajtafenntartás a Debreceni Egyetem Kutató Központban. Nyíregyháza.
- Monsanto*: 1997. NewLeaf Potatoes. [In: Biotechnology Resource Guide. Naturemark Potatoes. <http://www.naturemark.com>.] Monsanto. 250 Bobwhite Court. Suite 300. Boise. ID 83706. USA.
- Monsanto*: 1994. Plant resistant to infection by PLRV. *Internat. Pat. Appl.* WO 94/18336.
- Nagy, Z. Á.–Bakonyi, J.–Érsek, T.*: 2003. Novel genotypes in *Phytophthora infestans* in Hungary. *Acta Phytopath. et Entomol. Hung.* 38: 7–11.
- Nádasy, M.–Sáringer, Gy.–Marczali, Zs.–Keresztes, B.–Németh, T.–Horváth, J.–Kazinczi, G.–Takács, A.*: 2008. Important potato pests in Hungary. *Global Potato Conf. New Delhi*. 148–149.
- Nádasy I. Á.–Ihárosi E.–Szalai A.*: 2009. Szóbeli közlés.
- Németh J.*: 2002. A burgonya baktériumos betegségei. *Növényvédelmi Tanácsok*. 11: 29.
- Németh J.*: 2003. A burgonya: *Ralstonia solanacearum* okozta baktériumos hervadása és barnarothadása. *Agroinform Kiadó*. Budapest.

- Németh J.–Szőnyegi S.*: 2001. Új karantén kórokozó veszélyezteti a burgonyatermesztést. *Agrofórum*. 12: 8–14.
- Németh J.–Kalmár K.*: 2002. Ismét a burgonya baktériumos barnarothadásáról. *Agrofórum*. 13: 24–27.
- Oravec S.*: 2009. A genetikailag módosított növények vetésterületének alakulása 2008-ban a világban. *Agrofórum*. 20: 66–67.
- Pandey, S. K.*: 2006–2007. Annual Report 2006–2007. Central Potato Research Institute. Shimla. India.
- Pandey, S. K.–Kumar, A.*: 2008. The cultural voyage of potato. Global Potato Conf. New Delhi. India. 3–11.
- Pásztóhy A.–Szentirmay A.–Polgár Zs.–Keresztes D.*: 2008. A Föld kincse. *Agrofórum*. 3: 5–12.
- Polgár Zs.*: 2003a. Tájékoztató a Regionális Burgonyakutatói Központ 2002. évi tevékenységéről. *Georgikon*. 46: 9–10.
- Polgár Zs.*: 2003b. A hazai burgonyanemesítés eddigi eredményei és célkitűzései a minőségjavítás tükrében. *Növényvédelmi Tanácsok*. 12: 18–21.
- Polgár Zs.*: 2007. A fajtaváltás szükségessége és lehetősége a burgonyatermesztésben. *Agrofórum*. 18: 36–42.
- Polgár Zs.–Horváth S.–Wolf I.*: 2004. Irányzatok a keszthelyi burgonyanemesítésben. *Növényvédelmi Tanácsok*. 13: 18–20.
- Powell, W.–Morgante, M.–Andre, C.–Hanafey, M.–Vogel, J.–Tingey, S.–Rafalski, A.*: 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol. Breed.* 2: 225–238.
- Pribék D.*: 1999. A vírusátvitel módszerei. [In: *Horváth J.–Gáborjányi R.* (szerk.) *Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Pribék, D.–Szénási, A.–Takács, A.–Jenser, G.–Kazinczi, G.–Horváth, J.*: 2000. *Thrips* transmission of TSWV to different *Solanum* species. 52<sup>nd</sup> Internat. Symp. Crop. Prot. Gent. 44.
- Proksza P.–Gergely L.*: 2004. A burgonya sztolzburbetegségéről. *Növényvédelmi Tanácsok*. 5: 15–17.
- Rai, M.*: 2008. Presidential adress of director general. Global Potato Conf. New Delhi. India. 1–5.
- Rani, A.–Bhatt, M. N.–Singh, B. P.–Singh, P. H.–Rana, D. K.*: 2006. Late blight scenario in Western Uttar Pradesh and characterization using biological markers. *Potato J.* 34: 77–78.
- Reisinger P.–Kőmíves T.–Lajos M.–Nagy S.*: 2001. Veszélyes gyomfajok táblán belüli elterjedésének térképi ábrázolása a GPS segítségével. *Magyar gyomkutató és technológia*. 2: 25–32.
- Reisinger P.–Széll E.–Takácsné György K.–Barkaszi L.*: 2007. A „Gyominfo” – Internetes gyomirtási szaktanácsadási rendszer működési elve. *Magyar gyomkutató és technológia*. 2: 3–44.

- Ross, H.: 1986. Potato Breeding, Problems and Perspectives. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- Salazar, L. F.: 1996. Potato Viruses and their Control. Intern. Potato Center. Lima.
- Sáringner Gy.: 1961. Adatok az *Aphrodes bicinctus* Schrk. és a *Hyalesthes obsoletus* Sign. vírusterjesztő kabócák elterjedésének és életmódjának ismertetéséhez. Ann. Inst. Prot. Plant. Hung. 8: 249–252.
- Sáringner Gy.: 2002. A Növényvédelmi Kutató Intézet (Budapest) Laboratóriumának története (1952–1977). Növényvédelem 8: 423–450.
- Sárvári I.: 1959. A burgonya nemesítése. MTA Agrártudományok Osztálya Közl. 15: 113–119.
- Sárvári I.: 1967. A burgonya-leromlással szembeni rezisztenciára nemesítés egyes kérdései és eredményei. Kandidátusi Értekezés. Keszthely.
- Sárvári I.: 2008. Szóbeli közlés.
- Sárvári, I.–Horváth, S.–Lönhárd, M.: 1981. Lage und Tendenzen des Kartoffelbaus in Ungarn. Der Kartoffel. 32: 242–243.
- Shekhawat, G. S.: 1999. Potato in India. Central Potato Research Institute. Shimla. India. 1–99.
- Sixsmith, R.: 2008. A tudományos megoldás. Zöld biotechnológia. 4: 4–6.
- Solomon-Blackburn, R.–Barker, H.: 2001a. A review of host major-gene resistance to potato viruses X, Y, A and V in potato: genes, genetics and mapped locations. Heredity. 86: 8–16.
- Solomon-Blackburn, R.–Barker, H.: 2001b. Breeding virus resistant potatoes (*Solanum tuberosum*): a review of traditional and molecular approaches. Heredity. 86: 17–35.
- Song, Y. S. –Heptin, L.–Schweizer, G.–Hartl, L.–Wenzel, G.–Schwarzfischer, A.: 2005. Mapping of extreme resistance of PVY (RY<sub>sto</sub>) on chromosome XII using anther-culture-derived primary dihaploid potato lines. Theor. Appl. Genet. 111: 879–887.
- Szalay-Marzsó L.: 1961. Új levéltetű kártevő Magyarországon. Magyar Mezőgazdaság. 19:11.
- Szalay-Marzsó L.: 1969. Levéltetvek a kertészetben. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szentirmay A.: 2005. A burgonyágazat helyzete és versenyképessége a csatlakozás után. Agrofórum. 16: 2–4.
- Szirmai, J.: 1939. Die Abbaukrankheiten bei der Kulturpflanzen, besonders bei der Kartoffel. Ber. der XVIII. Internat. Landw. Kongr. Dresden 6: 6–12 und 59–63.
- Szirmai J.: 1956. Új vírusbetegség hazánkban. Agrártudomány. 8: 351–353.
- Szirmai J.: 1958. A burgonya Y-vírusának érbarnulást okozó változata a dohánykultúrákban. Növénytermelés. 7: 341–350.
- Szirmai J.: 1971. A haza növényvírus-kutatás fejlődési szakaszai és várható haladása. Agrártud. Közl. 30: 379–394.
- Takács A.: 1999. A burgonya Y-vírus (potato Y *potyvirus*, PVY), morfológiája, genetikája és törzsei vektorai, gazdanövényköre és tünettana. Növénytermelés. 48: 199–208.

- Takács A.: 2000. A burgonya Y-vírus (potato Y potyvirus, PVY) elleni védekezés lehetőségei és a rezisztenciaforrások. *Növénytermelés*. 49: 413–419.
- Takács A.–Rauscher, E.: 2000. Gyűrűsnekrózist mutató burgonyagumók vírusfertőzöttségének vizsgálata. *Növénytermelés*. 49: 221–225.
- Takács A.–Horváth J.–Kazinczi G.: 1998. A burgonya Y-vírus (*potato Y potyvirus*) NTN törzse (PVY<sup>NTN</sup>). *Növényvédelem*. 34: 621–626.
- Takács A.–Palkovics L.–Horváth J.–Kazinczi G.: 2002. A burgonya Y-vírus (*Potato Y Potyvirus*) NTN törzs (PVY<sup>NTN</sup>) néhány izolátumának molekuláris vizsgálata. 48. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest. 2002. 99.
- Takács, A.–Palkovics, L.–Basky, Zs.–Kazinczi, G.–Gáborjányi, R.: 2006. Phenotype and genetic heterogeneity of some tuber necrosis isolate of *Potato virus Y*. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 41: 229–235.
- Takács, A.–Salánki, K.–Szőcs, R.–Palkovics, L.–Kazinczi, G.–Horváth, J.: 2007. Experiments on tuber necrotic ringspot isolates of Potato virus Y (PVY<sup>NTN</sup>) in tomato in Hungary. 10<sup>th</sup> International Plant Virus Epidemiology Symposium. Hyderabad. India. 92.
- Teichmann V.: 1959. A hazai burgonyatermesztés és nemesítés helyzete és feladataink. MTA Agrártudományok Osztálya. Közl. 15: 99–111.
- Thole, V.–Dalmai, T.–Burgyán, J.–Balázs, E.: 1993. Cloning and sequencing of potato virus Y (Hungarian isolate) genomic RNA. *Gene*. 123: 149–156.
- Tibbits, T. W.–Croxdale, J. G.–Brown, C. S.–Wheeler, R. M.: 1996. Growing potato tubers in space. *HortScience*. 31: 607.
- Tóbiás I.–Almási A.–Basky Zs.–Palkovics L.: 2008. A burgonya Y vírus levéltetű átvitelében szerepet játszó gének molekuláris vizsgálata. Növényvédelmi Tud. Napok. Budapest. 47.
- Tőgyi S.: 2008. Nyíregyházi Kutató Központ. [In: *Fürjné Rádi K.* (szerk.) 140 éves a Debreceni Gazdasági és Agrár-felsőoktatás (1868–2008).] Debreceni Egyetem AMTC. Debrecen. 132–138.
- Ujvárosi M.: 1973. Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Valenta, V.–Musil, M.–Mishiga, S.: 1961. Investigations on European yellows-type viruses. I. The stolbur virus. *Phytopath. Z.* 42: 1–38.
- Valkonen, J. P. T.–Wiegmann, K.–Hämäläinen, J. H.–Marczewski, W.–Watanabe, K. N.: 2008. Evidence for utility of the same PCR-based markers for selection of extreme resistance to Potato virus Y controlled by Ry<sub>sto</sub> of *Solanum stoloniferum* derived from different sources. *Ann. Appl. Biol.* 152: 121–130.
- van West, P.–Vleeshouwers, G. A. A.: 2004. The *Phytophthora infestans* – potato interaction. In: *Talbot, N. J.* (ed.), *Plant-Pathogen Interactions*. Blackwell Publ. Oxford. 219–242.
- Venetianer P.: 2009. Az újra meglátogatott szép újvilág. *Magyar Tudomány*. 3: 303–310.
- Wenzel, G.: 2002. The potato on outstanding example reflecting key issues of applied biology: Cultural asset, hunger killer, ecological crop and nutraceutical. Triennial Conf. E. A. P. R. Hamburg. 41.



- Wheeler, R. M.*: 2006. Potato and human exploration of space: Some observations from NASA-sponsored controlled environment studies. *Potato Res.* 49: 67–90.
- Wheeler, R. M.–Tibbitts, T. W.*: 1986. Utilization of potatoes for life support systems in space: I. Cultivarphotoperiod interactions. *Amer. Potato J.* 63: 315–323.
- Wheeler, M. W.–Tibbitts, T. W.*: 1987. Utilization of potatoes for life support systems in space: III. Productivity at successive harvest dates under 12–4 and 24–4 photoperiods. *Amer. Potato J.* 64: 311–320.
- Wheeler, R. M.–Tibbitts, T. W.*: 1989. Utilization of potatoes for life support systems in space: IV. Effect of CO<sub>2</sub> enrichment. *Amer. Potato J.* 66: 25–34.
- Wheeler, R. M.–Steffen, K. L.–Tibbitts, T. W.–Palta, J. P.*: 1986. Utilization of potatoes for life support systems: II. The effects of temperature under 24–4 and 12–4 photoperiods. *Amer. Potato J.* 63: 639–647.
- Wheeler, R. M.–Stutte, G. W.–Mackowiak, C. L.–Yorio, N. C.–Sager, J. C.–Knott, W. M.*: 2008. Gas exchange rates of potato stands for bioregenerative life support. *Adv. Space Res.* 41: 798–806.
- Williamson, L.–Nakaho, K.–Hudelson, B.–Allen, C.*: 2002. *Ralstonia solanacearum* race 3, biovar 2 strains isolated from geranium are pathogenic on potato. *Plant Dis.* 85: 987–991.
- Wolf I.*: 2008. Szóbeli közlés.
- Wolf, I.–Józsa, R.–Balázs, E.–Horváth, S.*: 2002. Resistance of an old Hungarian variety transformed with PVY-Cp gene against PVY strains. *Triennial Conf. E. A. P. R. Hamburg.* 97.
- Zschüttig, H. G.–Horváth, J.*: 1968. Ein Beitrag zur Verwendung des *Solanum demissum* Bastards A6 als Testpflanze für den Nachweis des Kartoffel-Y-Virus. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 3: 311–320.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Horváth József  
Pannon Egyetem, Növényvédelmi Intézet  
Keszthely  
Deák F. u. 16.  
H-8360