

Gyümölcsfélék fitoplazmás betegségei Magyarországon

Süle Sándor

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, Budapest

ssule3@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt 20 évben Magyarországon a gyümölcstermő növényeken három fitoplazmás betegség fordult elő, nevezetesen a csonthéjasok európai sárgulása (kórokozó 'Candidatus Phytoplasma prunorum'), a körte fitoplazmás leromlása (kórokozó 'Candidatus Phytoplasma pyri') és az alma fitoplazmás seprűsödése (kórokozó 'Candidatus Phytoplasma mali'). A 'Candidatus Phytoplasma prunorum'-ot sárgabarackról, szilváról, japán szilváról és őszibarackról identifikáltuk. A betegség vektora a *Cacopsylla pruni* megtalálható hazánkban. A 'Candidatus Phytoplasma pyri'-t körtéről, a 'Candidatus Phytoplasma mali'-t pedig almáról és körtéről identifikáltuk. A három fitoplazma különböző mértékben károsítja gazdanövényeit. A legsúlyosabb kártételt a csonthéjasok európai sárgulása okozza sárgabarackon és japán szilván. A fertőzés legsúlyosabb következménye, hogy a megtámadott fák néhány év után gutaiütés-szerűen elpusztulnak. A betegség a japán szilván olyan mértékű, hogy ezt a gyümölcsfajt Magyarországon gyakorlatilag nem lehet termeszteni. A körte fitoplazmás leromlása elsősorban az intenzív körte termesztésben okoz súlyos gondokat. A betegség vektorai a *Cacopsylla pyri*, a *C. pyrisuga* valamint a *C. pyricola* szinte minden körtésben előfordulnak. A rendszeres fertőzés következtében az intenzív termesztés csak a körte levélbolha elleni vegyszeres védekezéssel lehetséges. A legkevésbé fontos fitoplazmás betegség az alma fitoplazmás seprűsödése, amely csak elvétve, organikus ültetvényekben fordult elő és jelentős kártételről az utóbbi években nincs tudomásunk.

SUMMARY

In the last twenty years, three phytoplasma diseases were identified in Hungary, viz. European Stone Fruit Yellows (ESFY) (caused by *Candidatus Phytoplasma prunorum*), pear decline (caused by *Candidatus Phytoplasma pyri*), and apple proliferation (caused by *Candidatus Phytoplasma mali*). *Candidatus Phytoplasma prunorum* was isolated from apricot, peach, plum and japanese plum. *Cacopsylla pruni* the vector of ESFY was also isolated and identified. Infection of *Candidatus Phytoplasma pyri* was diagnosed from pear and *Candidatus Phytoplasma mali* was found on apple and pear. The three phytoplasmas cause different damages on their host plants. The most economically important phytoplasma disease is the ESFY. It seriously impairs apricot and japanese plum trees. After infection of apricots and japanese plums show yellowing and defoliation, and within a few years die in apoplexy-like symptoms. The disease on japanese plum is so severe that this fruit practically can not be cultivated in Hungary. Pear decline is the most serious problem especially in intensive pear plantations. The vector *Cacopsylla pyri*, *C. pyrisuga* and *C. pyricola* can be found in almost all pear orchards. Because of the regular presence of psyllids in intensive pear orchards the insecticide control is necessary. Apple proliferation is not an important disease in Hungary. All of our isolations of 'Candidatus *Phytoplasma mali*' occurred in organic orchards and record was not available in Hungary lately.

Kulcsszavak: fitoplazma, kajszi pusztulás, körte leromlás, almafa seprűsödés, csonthéjasok európai sárgulása

Keywords: phytoplasma, apricot decline, pear decline, apple proliferation, European Stone Fruit Yellows
Phytoplasma, ESFY

BEVEZETÉS

A fitoplazmák olyan sejtfal nélküli növénykórokozó baktériumok, amelyek súlyos termésveszteségeket okozhatnak számos termesztett növénykultúrában, így a gyümölcsfélék esetében is. Méretük 500 nm körül mozog, ezért elsősorban elektronmikroszkóppal tanulmányozhatók. A genomjuk rendkívül kicsi, 500 és 1000 kb között változik a fajtól függően (Bai *et al.*, 2006). Rendszertanilag a *Mollicutes* osztályba tartoznak, amelynek tagjai a Gramm-pozitív baktériumok leszármazottjainak tekinthetők, mint amilyenek a *Clostridium* és *Lactobacillus* spp.-k (Weisburg *et al.*, 1989). Ugyancsak a *Mollicutes* osztályhoz tartoznak a mikoplazmák, az ureoplazmák, a spiroplazmák és az acholeplasmák (Razin *et al.*, 1998). A fitoplazmák a monofiletikus csoportot képeznek, elkülönülve az acholeplasmáktól, a mikoplazmáktól és spiroplazmáktól (Lee *et al.*, 2000). A fitoplazmákat elektronmikroszkópos felfedezésük után MLO-nak (mikoplazmához hasonló) nevezték el. A PCR és DNS szekvenálás általánossá válása után azonban egyre több adat gyűlt össze, amely azt bizonyította, hogy az MLO-k a mikoplazmáktól jól elkülönülő szervezetek. Ennek eredményeként 1994-ben a 10. Nemzetközi Mikoplazma Kongresszuson az MLO név helyett a fitoplazma név lett elfogadva. Újabban pedig „*Candidatus Phytoplasma*” névre keresztelték őket (IRPCM 2004). Ez azt jelenti, hogy az összes fitoplazma megjelölésére ezt a két szóból álló megjelölést kell előtagként használnunk. A „candidatus” (=jelölt) szót azért kell egyelőre megtartani, mivel a mesterséges táptalajon való tenyésztés ma még nem általános, és ezért referencia törzsek gyűjteményben való elhelyezésére egyelőre nincs technikai lehetőség. Az általánosan elfogadott rendszertani szabályok szerint egy izolátumot akkor lehet leírni új „*Candidatus Phytoplasma*” fajnak, ha annak a 16S rRNS gén szekvenenciája <97,5% hasonlóságot mutat bármely eddig leírt *Candidatus Phytoplasma* fajjal. Eddig 46 *Candidatus Phytoplasma* fajt írtak le, de ez a szám folyamatosan változik. A fitoplazmák a természetben a növények hancsszövetében és rovarvektorokban élnek. 2012 óta speciális mesterséges táptalajon is tenyészthetők (Contaldo *et al.*, 2012), ami arra utal, hogy nem obligát paraziták. A fertőzést követően a hancsszövet

rostasejtjeinek pórusain keresztül az egész növényben szétterjednek, az asszimiláták felélésével a levelek sárgulni és torzulni kezdenek, a felbomlott anyagcsere következtében aztán elpusztulnak a hánccsszöveti edénynyalábok, ami a növény pusztulásához vezet. A gyümölcsféléket károsító fitoplazmák vektorai ez idáig kizárólagosan a levélbolhák, amelyek a hánccsszövet szívogatását követően a beteg növényről áttelepülve az egészségesekre terjesztik szét a betegségeket. A beteg növényekből a fitoplazmák a vektor szívogatása nyomán bejutnak a rovar bélrendszerébe, ahol felszaporodnak és szétterjednek a rovar egész testében. Ahhoz, hogy a vektor fertőzőképes legyen, a fitoplazmáknak a vektortól függően 1-2 hetet (Carraro *et al.*, 2001), vagy akár 7-8 hónapot is (Thébaud *et al.*, 2009) el kell töltenie a rovar testében. Ezt a szakaszt nevezzük látens periódusnak. A gyümölcstermő növényeken a szemmel jól látható szimptómák általában 1-2 éven belül jelennek meg, de bizonyos esetekben ez a szakasz 3-4 évre is kihúzódhat. Ez különösen a fertőzött faiskolai oltványok, illetőleg anyafák esetében jelent nagy gondot, mert a fertőzött, de még szimptómát nem mutató fák szaporításával a betegség széles körben elterjedhet. A PCR felfedezése előtt a fitoplazmákat csak elektronmikroszkóppal, és úgynevezett DAPI festéssel lehetett diagnosztizálni. A DAPI festés azon alapult, hogy a festék úgy kötődött a fitoplazma DNS-éhez, hogy az a fertőzött hánccsszövet vékony metszetén fluoreszcens mikroszkóppal láthatóvá vált. A PCR felfedezése után ez a technika egyre inkább háttérbe szorult, és manapság szinte csak a PCR-es detektálás használatos. Ennek során az adott fajra jellemző speciális PCR indítószekvenciákkal a DNS egy bizonyos szakaszát felszaporítják, majd a kapott terméket elektroforetikusan futtatják. Kezdetben a PCR terméket restriktációs enzimekkel hasították, majd a kapott elektroforetikus profil hasonlították össze standard törzsek profiljával. Manapság, ezen túlmenően, már egyre gyakrabban a PCR termék szekvenálásra kerül, és így közvetlenül a szekvenciák hasonlíthatók össze. A fitoplazmák pontos meghatározása egy nagyon lényeges és megkerülhetetlen előfeltétele a fitoplazmás betegségekkel szemben fogatosítandó védekezési eljárásoknak.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A betegség szimptómáit mutató kajszi, szilva, japán szilva, körte és alma egyéves hajtásait az ország különböző pontjairól gyűjtöttük be. A begyűjtések többségét augusztus-szeptember hónapokban végeztük, amikor a fitoplazmák a hánccsszövetben kellően felszaporodtak. Kajszi- és körtéből több mint 100, a többi gyümölcsfajból viszont csak 10-20 izolálást végeztünk. Referenciaként a Dr. Seemüller (Dossenheim) által rendelkezésünkre bocsátott rózsameténg (*Catharanthus roseus*) növényeket, vagy tiszta DNS-t használtunk. A *Catharanthus roseus* növényekben lévő fitoplazmákat időről - időre oltással vittük tovább fiatal növényekre. A vektorok meghatározásában Dr. Jenser Gábor és Dr. Sauvion N. (Montpellier) nyújtott segítségét. A DNS izolálás során elsősorban egyéves hajtásokat használtunk. Ha az eredmény negatív lett, akkor 0,5-1 cm vastag gyökereket ástunk ki a vizsgálandó fa tövéből, és alapos felületi mosás után a hajtásokhoz hasonlóan dolgoztuk fel őket. A kajszi esetében a szimptómát mutató levélgyeletekből is lehetett olyan DNS-t izolálni, amely PCR pozitív lett. A körténél a gyümölcskocsány is nagyon jó DNS forrás volt. Az izolálás során a felső barna, vagy még zöld kérget éles késsel eltávolítottuk, és az alatta lévő hánccsszövetből izoláltuk a DNS-t. Megközelítően 1g hánccsszövetet homogenizáltunk 5ml extrakciós pufferben, amely a következőkből állt: 1% CTAB, 1,4M NaCl, 20 mM EDTA pH 8,0, 100mM TrisHCl pH 8,0, 2% PVP 25 0,1% Na-bisulfit oldatában. A homogenizátumot 65°C fokon tartottuk 15 percig, majd az alakos elemeket centrifugálással eltávolítottuk. A felülúszót 1:1 arányban kloroformmal 10 percig homogenizáltuk, majd centrifugáltuk. A felülúszóhoz 0,8 arányban izopropanolt adtunk és a csapadékot 15 perc után centrifugáltuk. Az üledéket 70%-os etanollal mostuk, majd kiszáritás után 100 µl steril vízben feloldottuk. A PCR reakcióhoz 1-5µl-t használtunk ebből a DNS oldatból. A PCR reakciót általában 250 µl-es PCR csövekben 20 µl oldatban végeztük. A PCR elegy a következőket tartalmazta: 0,5 µM mindkét indítószekvenciából, 100 µM a négy dNTP-ből, 0,2 egység polimeráz és 1x polimeráz puffer. Az így összeállított elegyet 35 ciklusban felszaporítottuk: 1 perc 95 °C, 1 perc 55 °C és 1 perc 72 °C. A ciklusok után 10 percig 72 °C-on hagytuk az elegyet. Az amplifikált terméket elektroforetikusan megfuttattuk. Futtatás után a gél ethidiumbromiddal festettük, és gélkiértékelő segítségével lefotóztuk. Normál esetben ezen túlmenő szekvenálásra nem volt szükség (Schneider *et al.*, 2014). Ha azonban kétes eredményt kaptunk, pl. a kapott csík mérete nem felelt meg a standard csíknak, akkor a PCR terméket szekvenálásra is elküldtük. Indító szekvenciaként a Lorenz és munkatársai (1995) által leírtakat használtuk. Ha levélbolhából történt a DNS izolálás, a protokoll ugyanez volt, kivéve, hogy minimum 10 db levélbolhát dörzsöltünk szét 1 ml extrakciós pufferben.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Hazánkban eddig az elmúlt évtizedek során a gyümölcsfákról a következő fitoplazmákat azonosítottuk: kajszi- és szilváról, japán szilváról, őszibarackról '*Candidatus* Phytoplasma prunorum', körtéről '*Candidatus* Phytoplasma pyri', és almáról '*Candidatus* Phytoplasma mali'. A '*Candidatus* Phytoplasma prunorum'-ot azonosítottuk a szilva levélbolhában (*Cacopsylla pruni*), illetőleg a '*Candidatus* Phytoplasma pyri'-t pedig a körte levélbolhában (*Cacopsylla pyri*) is.

A kajszi fitoplazmás betegsége

A Kárpát-medencében kajszi ültetvényeink többségében évtizedek (talán évszázadok) óta rendszeresen idő előtt kipusztulnak a fák. A pusztulás mértéke évente 8-10%, vagy egyes gyümölcsösökben 25-30% is lehet. A pusztulás a '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' és a szilvahimlő vírus fertőzésével hozható kapcsolatba. Különösen kevés ismerettel rendelkezünk a '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' hazai életmódjáról és az ellene való védekezés lehetőségeiről. A betegség hazai előfordulásáról az 1990-es évek elejéről vannak felvételezéseink (Süle, 1999) de számos ponton ismereteink csak az utóbbi években egészültek ki (Tarcali *et al.*, 2010, Süle, 2012). Felméréseink szerint a pusztuló, vagy már elpusztult fák többsége fitoplazmával fertőzött. Ezt a felmérésünket számos nemzetközi felmérés is megerősíti. Ez a fitoplazma csak Európában és az Európával szomszédos országokban fordul elő. Mesterségesen még nem tenyésztették, de elméletileg tenyészhető. Fertőzése következtében a megtámadott hánccszövet pusztulása következtében a levelek kúpszerűen kanalasodnak, szövetük kezdetben mereven törékeny, később lelógóan fonnyadt. Ha a hánccszövet pusztulása körbeveszi a megtámadott ágat vagy törzset, akkor a felette lévő rész gutaütés-szerűen elpusztul. Ha ilyenkor a kérget lehántjuk, alatta a hánccszövetben világosbarna pusztuló foltokat láthatunk. Jellemző a betegségre, hogy mézgaképződés sohasem kíséri (Süle, 2014). Ez alapján jól megkülönböztethető a baktériumos és gombás fertőzésektől, amelyek általában mézgaképződéssel járnak együtt. A kórokozó elsősorban a szilvaféléket, a kajszit és az őszibarackot támadja meg. A betegség elsősorban a faiskolai szaporítóanyaggal kerülhet be az ültetvénybe. A faiskolából kikerülő, látens fertőzött oltványok az ültetvényben a betegség elsődleges fertőzési gócaivá válhatnak. A beteg fákról a fitoplazmák a szilva levélbolhával (*Cacopsylla pruni*) terjednek tovább. Ez a levélbolha faj egynemzedékű és a fenyőféléken telel át. Kora tavasszal (február végén – március elején) települ be a kajszisokba, ahol párosodás után lerakja tojásait. Közben a szívogatásával a benne lévő fitoplazmákat bejuttatja a kajsziába. A tojásokból kikelő lárvák és az új nemzedékű imágók a beteg fákon szívogatva ismét fertőződnek, de komoly mértékben nem terjesztik a betegséget. Az imágók július elején elhagyják a kajszit és visszatelepnek a fenyőkre, ahol bennük a fitoplazmák tovább szaporodnak. Így tavaszra az áttelelő imágók igen fertőzőképesé válnak. Érdekes módon a fenyőkből eddig nem sikerült kimutatni a fitoplazma fertőzést.

A vizsgálatok során a kórokozót mind az éves hajtásokból, mind a levélnyélből, mind a gyökérből sikerült kimutatnunk. A vegetáció során a hajtások hánccszövetéből történő kimutatás a legmegbízhatóbb módszernek bizonyult. A vegetáción kívül decemberben a gyökerekből való izolálás volt a legeredményesebb. A hajtásokból való izolálás ilyenkor egyszer sikerül – egyszer nem. Tehát bizonytalan. Hazánkban 2007 és 2012 között több alkalommal gyűjtöttük a betegség vektorát, a szilva levélbolhákat kökényről és kajsziról. A kökényről begyűjtött egyedek nem tartalmazták a fitoplazmát, a kajsziról származók viszont igen. Ezek a fertőzött egyedek képesek voltak a betegséget a Myrabolan szilva alanyra átvinni, amelyekből 2-3 hónap elteltével a kórokozó ismét kimutatható volt. A már megbetegített fákat gyakorlatilag nem lehet kigyógyítani semmiféle vegyszeres készítménnyel. A megelőzésnek többirányúnak kell lennie. Először is egészséges szaporítóanyagot kell beszerezni. Ez nem egyszerű, mivel a faiskolából kikerülő oltványok egy része fertőzött lehet. Ez elsősorban annak tulajdonítható, hogy az anyafák látens fertőzöttek lehetnek, és a faiskolák a legjobb akaratuk ellenére is terjeszthetik a betegséget. Az egészséges anyafák létrehozására és fenntartására külön technológiát kell kidolgozni és alkalmazni. Ha az ültetvényben a tünetek alapján felfedezünk egy-két beteg fát, akkor azt minél előbb gyökerestől meg kell semmisítenünk, hogy a betegség továbbterjedését megakadályozzuk. A kipusztult fák gyökérsarjai ugyanis továbbra is a betegség kiindulópontjai lehetnek. A gutaütésben elpusztult fák gyökérsarjaiból mindig ki tudtuk mutatni a kórokozót.

A körte fitoplazmás betegsége

A betegség feltehetőleg régóta jelen van hazánkban. Pontos diagnózisát késleltette, hogy a betegség tünetmái nem annyira jellegzetesek, mint az egyéb növénybetegségeké. A szakemberek egy része még mind a mai napig is alany-nemes inkompatibilitásnak gondolja a látható tüneteket. A betegség katasztrofális méreteket a kilencvenes évek végén – 2000-es évek elején kezdett okozni. Ebben az időben a gazdaságok nagy mennyiségben importáltak birsre oltott körtefajtákat Olaszországból azzal a céllal, hogy Magyarországon is meghonosítsák az intenzív körte ültetvényeket. Feltehetően a behozott szaporítóanyag egy része fertőzött volt a fitoplazmával. A betegség kórokozója a '*Candidatus* Phytoplasma pyri'. A különböző gének DNS szekvenciák alapján történő összehasonlítása szerint a különböző izolátumok egy nagyon homogén csoportot képeznek. Az általunk Szerencs környékén izolált törzsek Abata Fétel körtéről mind 100%-ban azonos 16S rDNS szekvenciájuk voltak. A betegség tünetmái nagyon erősen függenek az oltvány alanyától. Magyarországon birs alanyon két tünetcsoport volt megfigyelhető: az ún. lassú leromlás és a levélvörösödés. A lassú leromlás során a fa levelei sárgulnak, és az egész fa habitusa leromlott képet mutat. A levélvörösödés, mint ahogy a neve is mutatja, a levelek vörösré színeződésében és meggömbölyedésében jut kifejezésre. De ezek a tünetek alapján véve nem alkalmasak a betegség diagnosztizálására, mivel más kórokok is előidézhettek hasonló tüneteket. A betegség kezdetén a fák bőségesen virágoznak, de a gyümölcsök mérete évről évre csökken. A betegség előrehaladtával mind a megtermékenyülés, mind a gyümölcsméret egyre csökken. A beteg fák évekig életben maradhatnak, de komoly termésük már nem lesz. A tünetek gyakran az évjáráttól és a

talaj nedvesség-állapotától is függnék. A magyar klimatikus viszonyok között a levelek vörösödése a fitoplazma sejtkoncentrációjával van összefüggésben. Télen és tavasszal nem izolálható a fitoplazma a földfeletti részekből, csak a gyökerekből. Ez azzal van összefüggésben, hogy a hancs rostasejtjei az ősz végén, illetőleg tél elején befejezik működésüket és elhalnak, majd tavasszal újra képződnek. Ilyenkor az új hancsszövetet újra elárasztja a gyökérből, vagy az áttelelő vektorok által. A beteg növények gyökerei is károsodhatnak. A kiásott beteg növények gyökérzete sokkal gyengébb volt, mint az egészségeseké. Általában az oldalgyökerek száma és vastagsága egyértelműen csökkent. A betegség oltással és vektorral terjed. A betegség vektora a körte levélbolha (*Cacopsylla pyri*) régóta tömegesen előfordul Magyarországon (Jenser, 1988). A *Cacopsylla pyri*-nek hazánkban évente 4-5 nemzedéke van. Az áttelelő kifejlett egyedek február végén március elején rakják le tojásaikat. Az első két nemzedék számottevő gazdasági kárt ugyan nem okoz, de mint a fitoplazmák vektorai, elindítják a fitoplazmás fertőzéseket. A harmadik nemzedék károsításával párhuzamosan megjelennek a hajtásokon a mézharmat cseppek, amelyek később a rajtuk megtelepedő gombák micéliumától megfertőződnek. A bolha csak a körtén él. A fertőzött egyedek tavasszal nagy mennyiségben tartalmazzák a fitoplazmát.

A vizsgált három év (2005, 2006, 2007) átlagában az áttelelő levélbolhák február végén váltak láthatóvá a fák rügyein és vesszőin (Süle *et al.*, 2007). Az ekkor befogott sötét színű imágók az évjárártól függően 30-40%-ban (2005: 31%, 2006: 38%, 2007: 41%) voltak fitoplazmával fertőzöttek. Amint az új, világos színű második nemzedék megjelent, a fitoplazma fertőzött egyedek száma drasztikusan, egészen a kimutathatóság határáig (0-1%) visszaesett. Megjegyzendő, hogy ugyanezen időszakban az olajos és abamektin tartalmú permetezések következtében is jelentősen lecsökkent a bolhák egyedszáma. Április végétől a fitoplazma fertőzés mértéke ismét emelkedett, de egészen szeptemberig 5-10% alatt maradt. Szeptembertől a fertőzöttség az egyedszám növekedésével párhuzamosan ismét jelentősen emelkedett és elérte a 15-20%-t. Feltételezhetően ez a gyümölcs érés miatt abba maradt permetezéseknek tulajdonítható. Az október közepén gyűjtött egyedek fertőzöttsége már elérte a 17-25%-t, de a tavaszihoz hasonló 40%-os fertőzöttséget sohasem tapasztaltunk (Jenser *et al.*, 2009). Amikor az áttelelt egyedeket összegyűjtöttük és plasztik ketrecekben lévő egészséges körte-magoncokra helyeztük, sikeresen fertőzték a növényeket. Ha a fiatalabb, második-harmadik generációból származó egyedeket gyűjtöttünk be és helyeztük ketrecekben lévő egészséges magoncokra, akkor a fertőzések nem sikerültek. Mivel a mesterséges körülmények között a bolhák hamar, általában 7-10 nap után elpusztultak, nem egyértelmű, hogy ezekből a kísérletekből lehet-e a természetes viszonyokra következtetést levonni. A kórokozó detektálása PCR technikával rendkívül nehéz. Valószínűleg a körtében található PCR inhibitorok akadályozzák a sikeres diagnosztizálást. A legtöbb esetben a nested PCR technikát kellett használnunk ahhoz, hogy a fertőzést kimutathassuk. Ilyenkor a P1/P7 univerzális indítószekvenciát követte csak a speciális indítószekvencia. Ősszel a gyökerekből vagy a gyümölcskocsányból extrahált DNS jobb eredményt adott, mint a hajtásokból izolált DNS. A bolhákból viszonylag könnyű volt a DNS izolálása és a PCR-es kimutatás. A betegség elleni védekezés az egészséges, tesztelt szaporítóanyagon alapul. Tekintettel arra, hogy az oltványok egyedi tesztelése gyakorlatilag kivitelezhetetlen, legalább az anyafáknak teszteltnak kellene lennie. Mivel a télen szedett oltóvesszők nem tartalmazzák fitoplazmát, lehetséges ezeket kiindulásként felhasználni egészséges anyafák előállítására. A fitoplazmák természetesen maggal sem terjednek. Ezért, ha olyan feltételeket biztosítunk, hogy a magoncok ne fertőződjenek (izolátorház, bolhák elleni permetezés stb.), akkor az egészséges magoncokra télen ráolthatók a télen megszedett oltóvesszők. Így a kiindulási anyag egészséges volta biztosítható. Természetesen a kiinduló anyag további megfelelő védelme is elkerülhetetlen. A beteg fákat a betegség továbbterjedésének a megakadályozására legcélszerűbb megsemmisíteni. Megelőzésként feltétlen fontos, hogy a körtésben ne tudjon felszaporodni a körte levélbolha. Manapság már rendelkezünk számos igen jó hatékonyságú növényvédő szerrel, amelyek szinte 100%-os biztonsággal használhatók a körtebolha ellen, és alig károsítják a bolha parazitákait. Igen fontos a kora tavaszi olajos permetezés, amely az áttelelő bolhákat elpusztítja, még mielőtt leraknák tojásaikat.

Az alma fitoplazmás seprűsödése

Az alma fitoplazmás seprűsödése egy tipikus európai betegség, amely Európa számos országában jelentős károkat okoz. Hazánkban meglepetésre, a betegség csak elvétve fordul elő (Del Serrone *et al.*, 1998). Az elmúlt 20 évben csak néhány helyről származó beteg fából sikerült identifikálni a kórokozó '*Candidatus* Phytoplasma mali'-t. A betegség ritka előfordulásának az oka pontosan nem ismert. Azonban 2007 körül egy szabolcsi, intenzív művelésre telepített, import szaporítóanyagot használó alma ültetvényt az 50%-ot meghaladó, erős fitoplazma fertőzöttsége miatt néhány évesen, termőre fordulás nélkül fel kellett számolni (Kövics, szóbeli közlés, 2014). Az általunk begyűjtött beteg fák mind olyan gyümölcsösökből származtak, amelyekben biotermesztést folytattak, tehát csak a biotermesztésben engedélyezett növényvédő szereket használtak. A betegség vektorai a *Cacopsylla picta* és a *Cacopsylla melanoneura* amelyek valószínűleg alig, vagy nem fordulnak elő hazánkban. Ezzel szemben ezek a fajok mind Olaszországban, mind Németországban és más környékbeli országokban: Szlovéniában, Boszniában, Ausztriában stb. is megtalálhatók, bár a fertőzés súlyosságáról nem sok adat áll rendelkezésre. A betegség legtipikusabb szimptomája a fiatal fákön látható seprűsödés. A beteg fák csúcsrügy alatti oldalrügyeiből oldalhajtások törnek elő, és jellegzetesen felfelé törnek, aminek az eredménye az elseprűsödött hajtásvég. Ha közelebből megvizsgáljuk ezeket a beteg fákat, akkor

feltűnik, hogy a beteg fák leveleinek a tövénél található pálhalevelek rendellenesen nagyok. Ősszel a beteg fák levelei korán, már augusztusban vörös színűvé válnak. A termés mérete csökken mind méretben mind mennyiségében. A kiásott beteg fák gyökérzete sokkal kisebb terjedelmű mint az egészségeseké. A betegség elsősorban a fertőzött szaporítóanyaggal terjed. Mind szemzéssel, mind oltással könnyen átvihető. A gyümölcsösben gyökérérintkezéssel (gyökérhidakon) keresztül is képes egyik fáról a másikra átjutni. Ezért sokszor a gyümölcsösben a fák körkörösén fertőzöttek. Hazánkban még nincsenek adataink a vektorokra vonatkozólag. Azokban az országokban ahol súlyos kártételeket okoz a betegség (Seemüller *et al.*, 2010, 2013) a fent említett két vektor bizonyítottan terjeszti a betegséget. A vektor fajok életmódja kis mértékben eltér egymástól. A *Cacopsylla picta* egynemzedékű, a fenyőféléken tel el és tavasszal telepszik át az almára, ahol lerakja a tojásait, és szívogatásával fertőzi a növényt. A kikelő lárvák folytatják a fertőzést, majd miután elérték teljes kifejlődésüket júliusban a kifejlett egyedek visszatelepednek a fenyőkre. A *Cacopsylla melanoneura* elsősorban az almán és a galagonyán (*Crataegus*) élőködik. Az életciklusa hasonló a *Cacopsylla picta*-éhoz, de tojásait kb. egy hónappal előbb rakja le, és szintén egy hónappal korábban tér vissza a fenyőkre (Seemüller *et al.*, 2011). A betegség diagnosztizálása a földfeletti részekből a nyár és az ősz folyamán lehetséges. Télen sikerrel izoláltuk a körkötő DNS-ét a beteg fák gyökereiből. A betegség elleni védekezés alapja itt is az egészséges szaporítóanyag használata. A fertőzött anyafák szemrevételezéssel való szelektálása itt sem elfogadható. Az idősebb fák ugyanis annak ellenére, hogy fertőzöttek semmiféle szimptomát nem mutatnak. Ilyenkor a faiskolák akaratlanul is terjesztik a betegséget. Külön gondot okoz a biotermesztésben művelt gyümölcsösök védelme. Valószínűleg ezekben az esetekben is lehet tenni valamit. Elsősorban a vektorok betelepítését és a lerakott tojások elpusztítását lehet elérni télvégi olajos lemosó permetezésekkel. A pontos védekezés kidolgozása azonban még várat magára. Németországban előrehaladott kísérletek folynak a fitoplazmának ellenálló alanyok kutatása terén, és várhatóan a közeljövőben ezek az alanyok sokat fognak segíteni a betegség elleni küzdelemben. A rezisztens alany használata azért perspektivikus, mert gyökereikben nem képes a fitoplazma áttelelni. Mivel a földfeletti részekből a télen kipusztulnak a fitoplazmák, esély van arra, hogy a fitoplazma növénybeni fennmaradása megszakadjon (Seemüller *et al.*, 2011).

IRODALOM

- Bai, X., Zhang, J., Ewing, A., Miller, S.A., Jancso Radek, A., Shevchenko, D.V., Tsukerman, K., Walunas, T., Lapidus, A., Campbell, J.W., and Hogenhout, S.A. (2006): Living with genome instability: the adaptation of phytoplasmas to diverse environments of their insect and plant hosts. *J. Bacteriology* 188: 3682-3696.
- Carraro, L., Loi, N., and Ermacora, P. (2001): The life cycle of pear decline phytoplasma and the vector *Cacopsylla pyri*. *J. Plant Pathology* 83:87-90.
- Contaldo, N., Bertaccini, A., Paltrinieri, S., Windsor, H.M., and Windsor, D. (2012): Axenic culture of plant pathogenic phytoplasmas. *Phytopathologia Mediterranea* 51: 607-617.
- Del Serrone, P., La Starza, S., Krystai, L., Kolber, M., and Barba, M. (1998): Occurrence of apple proliferation and pear decline phytoplasmas in diseased pear trees in Hungary. *J. Plant Pathology* 80:53-58.
- IRPCM (2004): '*Candidatus Phytoplasma*', a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54: 1243-1255.
- Jenser G. (1988): A füstösszárnú körtelevélbolha (*Cacopsylla pyri* L.) tömeges elszaporodásáról. *Növényvédelem* 24: 107 – 111.
- Jenser G., Süle S., Szita É. és Tarján V.J. (2009) A füstösszárnú körtelevélbolha (*Cacopsylla pyri* Linnaeus) elleni védekezés újabb követelményei és lehetőségei. *Növényvédelem* 45: 595-603.
- Lee, I.M., Davis, R.E., and Gundersen-Rindal, D.E. (2000): Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annu.Rev.Microbiol.* 54:221-255.
- Lorenz, K.H., Schneider, B., Ahrens, U., and Seemüller, E., (1995): Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and nonribosomal DNA. *Phytopathology* 85: 771-776.
- Razin, S., Yogeve, D., and Naot, Y. (1998): Molecular biology and pathogenicity of mycoplasmas. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 62: 1094-1156.
- Schneider, B., Süle, S., Jelkmann, W., and Seemüller, E. (2014): Suppression of aggressive strains of '*Candidatus Phytoplasma mali*' by mild strains in *Catharanthus roseus* and *Nicotiana occidentalis* and indication of similar action in apple trees. *Phytopathology* 104: 453-461.
- Seemüller, E., Kiss, E., Süle, S., and Schneider, B. (2010): Multiple infection of apple trees by distinct strains of '*Candidatus Phytoplasma mali*' and its pathological relevance. *Phytopathology*. 100: 863-870.
- Seemüller, E., Carraro, L., Jarausch, W. and Schneider, B. (2011): Apple proliferation phytoplasma. 67-74. in: *Virus and Virus-Like Diseases of Pome and Stone Fruits*. (eds.) Hadidi, A., Barba, M., Candresse, T., and Jelkmann, W. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Seemüller, E., Süle, S., Kube, M., Jelkmann, W., and Schneider, B. (2013): The AAA+ATPases and HflB/FtsH proteases of '*Candidatus Phytoplasma mali*' phylogenetic diversity, membrane topology, and relationship to strain virulence. *Molecular Plant Microbe Interactions*. 26: 367-376.
- Süle, S. (1999): Strategies for the control of apricot decline. *Mitteilungen Klosterneuburg* 49: 250-252.
- Süle S. (2012): A kajsziparack fitoplazmás pusztulása. *Kertészet és Szőlészet* 26: 12-13.
- Süle, S., Jenser, G., and Szita, É. (2007): Management of pear decline caused by '*Candidatus Phytoplasma pyri*' in Hungary. *Bulletin of Insectology* 60: 319-320.
- Süle S. (2014): Kajszipusztulás és az ellene való védekezés. *Növényvédelem* 50: 23-26.

- Tarcali G., Kiss E., Kövics G. J., Süle S., Irinyi L. és Kiss L. (2010): Kajszi ültetvények fitoplazmás pusztulása ("Ca. Phytoplasma prunorum") Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Agrártudományi Közlemények, Debrecen 39: 34-41.
- Thébaud, G., Yvon, M., Alary, R., Sauvion, N., and Labonne, G. (2009): Efficient transmission of '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' is delayed by eight months due to a long latency in its host-alternating vector. Phytopathology 99: 265-273.
- Weisburg, W.G., Tully, J.G., Rose, D.L., Petzel, J.P., Oyaizu, H., Yang, D., Mandelco, L., Sechrest, J., Lawrence, T.G., Van Etten, J., Maniloff, J., and Woese, C.R. (1989): A phylogenic analysis of the mycoplasmas: basis for their classification. J. Bacteriology 171: 6455-6467.