

I fitoplasmis: agents di malatiis des plantis

ROMANO LOCCI*

Introduzion. Al è biel, vie pes fiestis de fin dal an, vê in cjase une plantute di stele di Nadâl. Il colôr ros des fueis (ma al sarès miôr dî des brateis) da la plante al confuarte il voli tal grisôr dal unvier. Par vêr chel che al ven vendût par lis fiestis al è un nanul malât e deformât. In nature la stesse plante sane e rive a cressi fin-tremaî di cualchi metri di altece e no je par nuie robe di tignî intun vasut. La pre-seade stele di Nadâl e je malade di fitoplasmosi.

Plui di mil agns indaûr in Cine, sot la dînastie Song, inte cort imperiâl a vignivin preseadis une vore lis peoniis cun lis rosis coloradis di vert e ancje chestis plantis a jerin maladis di fitoplasmosi (Strauss 2009).

Magari cussì no, ma e je ancje une altre muse de medaie mancul biele. I fitoplasmis, che a causionin chestis variacions di forme e di colôr cetant preseadis, a fasin dams une vore grâfs ator pal mont tai vignâi, a ridusin la cressite de blave, a ruvinin coltivacions di piruç e di miluç, a causionin malatiis te soie, palmis, bagjigiis, olms e v.i. Tant par fâ cualchi esempi, tal 2001 un atac di fitoplasmosis tai miluçârs al à causionât dams par almancul 100 milions di euro in Italie e di 25 in Gjermanie. Une epidemie des palmis e à puartât problemis di survivence des popolazions tai Carai-bis e in Afriche, là che la plante e proviodeve ae mangjative, al materiâl di costru-zion e a cualchi palanche. Par di plui al somee che il probleme si ingrivarà cul cressi de temperadure globâl, almancul par il fat che i insets vetôrs dai agents di chestis malatiis a podaran slargjâ lis zonis de lôr ativitât.

Peraulis clâf. Analisi molecolâr, candidatus, flavessence, MLO, patologie.

I fitoplasmis. La ricercje sui fitoplasmis e je tacade une vore planc. Al principi dal secul passât al ven notât un zalum dal *Aster*. A si pense che

* Dipartiment di Biologjie e di Protezion des Plantis, Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: romano.locci@uniud.it

l'agent al sedi un virus, stant che dal materiâl infetât a nol è pussibil isolâ sui terens di laboratori, ni foncs ni bateris, ma a si rive adore di provâ che la malatie e ven trasmetude dai insets. La idee di une divignince virâl e va indenant par plui di mieç secul. Di chê altre bande, doprant i meto-dis uficiâi (ven a stâi sfruçonant il materiâl prime di metilu tal microscopi), i virolics a no rivin adore di viodi i virus tes plantis e cualchidun al cjacare di "virus atipics".

A chest rivuart e vâl la pene di ricuardâ lis provis di Karl Maramorosh, un innomenât virolic. Tal 1957 al note tai soi experiments che un grup di insets, infetâts cun materiâl di plantis maladis insiemit a tetraciline, a nol è bon di trasmeti la malatie aes plantis sanis. Maramorosh al sa ben che l'antibiotic a nol à nissun efiet sui virus e al da la cause de mancjade transmission de malatie a la temperadure masse alte de sidrere. Come che al confessarâ plui indenant "o ai pierdût il tren... par no vê volût ripeti l'esperiment".

Dîs agns plui tart Koji Doi e i soi coleghis de Universitât di Tokio, doprant une gnove tecniche, a scuvierzin cul microscopi eletronic che tes plantis maladis lis celulis dal floeme a son plenis di bateris une vore piçui, cence une parêt rigjide e di consequence pleomorfics, ven a stâi cun formis difarentis, tarondis, slungjadis, e v.i. A somein ai bateris dal gjenar *Mycoplasma*, che a causionin malatiis tal om e altris animâi e par tant a vegnin clamâts MLOs (*Mycoplasma-like organisms*, organisims so-meants ai micoplasmis). La discuierte de lôr biologie e fâs partî di bot la ricercje, ancje se al reste simpri il probleme de mancjade coltivazion sui terens di laboratori. Stant che e son filogenetichementri difarents dai bateris dai micoplasmis dai animâi, tal 1994 al ven introdusût il non di "fitoplasme" e dîs agns plui tart e ven publicade la prime secuencia dal lôr gjenome.

Insumis i fitoplasmis a àn une membrane, ma a mancjin di une parêt rigjide e a son resistentis a la tetraciline. Al microscopi eletronic a si presentin come structuris pleomorfichis, cuntun diametri di 200-800 nm. A si cjatin tal floeme di plantis maladis e tal intestin, te emolinfe e tai orghins salivârs dai insets vetôrs.

La dimension dal gjenome e je di 530-1350 kbp, une vore plui piçule di chê dai bateris normâi, e la cuantitât di G+C e je 23-29% molâr. Studis filogenetics basâts sul 16S rDNA a àn dimostrât che i fitoplasmis a formin une clape monofiletiche drenti dal grup dai *Mollicutes*.

I fitoplasmi a vegnin trasmetûts di une piante a ch  altre dai inseti vetôrs che a supin il floeme des plantis maladis. I inseti a partegnin al ordin dai *Hemiptera*. A dispiet di provis ripetudis par plui di 40 agns, nol   st t anjem  pussibil arlev  in culture axeniche (*in vitro*) nissun dai fitoplasmi (Firrao et al. 2007).

A dilunc la cognossince dai fitoplasmi e je stade limitade ae morfologjie, patologjie e epidemiologjie e e je miorade dome tai ultins 10-15 agns cun lis technichis molecolârs. Al   cl r che par organiz  une difese sientifiche cuintri chescj agents al   indispensabil cognossi ad in plen la l r biologjie.

Sintoms dai fitoplasmi. Lis infezi ns dai fitoplasmi a interferissin in m t gr f su la fisiologjie e sui proc ss biochimics de piante. Come consequence a causonin une variet t grandonone di sintoms che a cjapin dentri la fillodie (ven a st i il disvilup di parts de rose in struturis che a sochein fueis), viressence (rosis coloradis di vert e pierdite dai pigments tipics), ipertrofie des struturis flor ls, pierdite di produzion de semence, colade des pomis m l maduris, proliferazion dai butui secondari s, cun la formazion des classichis ‘scovis des striis’ (*witches brooms*), incessiment anorm l, o il contrari, des brancjis, e disturps gjener i (Figuris 1-3). Altris sintoms a son lis fueis zalis o rossis prime de sierade, necrose di fueis e di rosis, fueis che a si rondolin, nanisim tal disvilup soledut in ponte e rad s zalis e maron sc r.

La rivade dai sintoms e la durade dal periodi di incubazion a son leadis a seonde dal fitoplasme, dal gjenotip e de situazion fisiologjiche de plante interessade. Il progr ss de malatie al pues jessi svelt, come tal c s de papaie (4 setemanis), o lent come par l’arbul de Cine (2-3 agns). Sintoms compagns a puedin jessi stabil ts di fitoplasmi difarents, ma tal istès timp fitoplasmosis difarentis a puedin jessi causonadis di agents diviers.



Figure 1. Organizazion di une rose di *Arabidopsis thaliana* sane (Foto dott. E. Cettul).



Figure 2. Efiet de infezion di un fitoplasme su di une plantute di *Arabidiopsis thaliana* (Foto dott. E. Cettul).



Figure 3. Malformazions de rose di *Arabidiopsis thaliana* causadis di une infezion di fitoplasma (Foto dott. E. Cettul).

Inte plante la infezion par cause di un depuesit anormâl di calosi, di venis ingruessadis o necrose dal floeme. In gjenêrâl i sintoms de infezion a àn un clâr efiet negatîf, ancje se a si cognossin speciis di plantis che a sopuartin o che a son resistentis ai fitoplasmas. Chestis a son cence sintoms (*symptomless*) o a puedin mostrâ dome dams limitâts. Lis pierdits economichis a van di une riduzion parziâl dal prodot fintremai a chê complete.

Distribuzion gjeografiche. I fitoplasmas a son presints in dut il mont. Inte ultime desene di agns a

son stadis svilupadis tecnicis une vore finis che a àn permetût une plui clare identificazion dai agents responsabii. Chest al à miorât la diagnostiche e al à ancje judât a scuvierzi altris malatiis causionadis dai fitoplasmas, des cualis no si cognosseve la eziologjie.

Cualchi dam causionât dai fitoplasmas al somee confinât a regions gjeografichis specifichis. Par esempli la proliferazion dal miluçar (AP, *apple proliferation*) e je limitade al nestri continent, la malatie X des ciespis e dai pierçulârs a lis Americis, lis scovis des striis dai bagjigjis e il zalum nanul dal rîs ae Asie. Naturalmentri la distribuzion e je ançe leade a chê de plante e a chê dai insets vetôrs presints intune cierte zone. Cussì il nanisim de blave (*maize bushy stunt*) al è limitât al Sud-Americhe, a chê Centrâl e dome in cualchi zone dal nord, stant che i vetôrs a vivin a discaipit de blave e de teosinte.

Di chê altre bande fitoplasmas fintremai associâts cun plantis dal puest a puedin distribuîsi in altris zonis cun la introduzion de plante ospit. Scuasit di sigûr chest al è il câs da la malatie de jerbe mediche, clamade scovis des striis (agAWB), causionade di un fitoplasme cjatât fintremai cumò dome in Argentine. La jerbe mediche e je stade introdusude tal paîs tal sedicesim secul e forsit il gnûf ospit e la presince di un ambient adat e bon di trasmeti il fitoplasme a àn puartât al isolament, almancul pal moment, di cheste condizion.

Impuartance economiche. Une vore di fitoplasmosis a àn un fuarte rilevance economiche e ançe sociâl in divers paîs ator pal mont. Viodín un ristret.

1. *Palme.* Il zalum letâl (LY, *lethal yellowing*) e je une malatie devastante che e colpîs une cuarentine di speciis de palme tai Caraibis. L'efiet al è specialmentri grâf tal câs di *Coccotheca nucifera* L., une palme bondante e tipiche dal paisaç locâl. Lis primis gnovis de malatie a rivin al inizi dal secul passât, ma tai ultins trente agns la epidemie di LY e à fat fûr milions di plantis causionant la ruvine di miârs di fameis che a dipendevin da la coltivazion de plante.

In Gjamaiche la malatie e à fat fûr il 90% des plantis cun consecuençis grandononis di caratar sociâl par la puare int dal puest. Un altri aspjet, che al va considerât tal nestri mont consumistic, e je ançe la disparizion di un plante simbul de vegetazion locâl. Fintremai cumò l'unic control pussibil de malatie al è stât chel di plantâ varietâts resistentis. La manovre e je stade un mieç (disín trê cuarts) faliment, il 75% des gnovis plantis a son muartis (Firrao et al. 2007).

Il probleme des palmis tai Caraibis a nol è isolât. Malatiis compagnis come il LYD (*yellowing type disease*) a àn copât milions di palmis ancje intal Ghana e in Tanzanie. I fitoplasmiss africans a son diviers di chei americans e in Afriche a son stadis notadis difarencis ancje tes cuestis di soreli jevât cun riuart di chês a mont.

2. *Papaie*. I fitoplasmiss a causionin une schirie di malatiis su la papaie (*Carica papaya* L.). In Australie tal Queensland lis pierditis (*papaya die-back*) a van dal 10 al 100% ad an. Un fat interessant al è che la progression de malatie e je une vore rapide. A bastin cuatri setemanis par passâ da la discuierte dai prins sintoms fintremai a la muart de plante. Di chês altre bande a no va dismenteade la presince ancje di altris malatiis causionadis di fitoplasmiss (*papaya yellow crinkle* e *papaya mosaic*).

A Cuba o cjatin une malatie difarente (*papaya bunchy top*), causionade di un fitoplasme diviers, e trasmetude dal inset *Empoasca papayae*.

3. *Arbul de Cine*. L'arbul de Cine (*Melia azedarach* L.) e je une specie di divignince asiatiche e caraterizade di une cressite cetant rapide. Introdusude intal Sud Americhe dinprin come plante ornamentâl si je spandude une vore e e ven impleade ancje come len comerciâl. L'arbul al prodûs sostancis chimichis che a funzionin cuintri insets e cuintri foncs, ma cun dut a chel e ven atacade a fuart dal zalum dai fitoplasmiss.

I sintoms a includin, in zonte al colôr des fueis come che al dîs il non de malatie, une riduzion des dimensions, proliferazion des brancjis fin a la muart de plante. Lis infezions a interessin un grum di paîs come Argjentine, Paraguay, Brasîl e Bolivie. Il probleme al è une vore seri tal nord-est de Argjentine, là che l'arbul al ven arlevât par fâ moblie, ma ancje in altris zonis dal paîs, dulà che al ven doprât come ornamentâl tai stradons.

Cun lis technichis molecolârs al è stât pussibil identificâ doi grups di agjents patologjics, par altri a si cognossin ancje infezions causionadis di doi fitoplasmiss insiemit inte stesse plante.

4. *Mandulâr*. La produzion di mandulis, tipiche dal Liban, e je stade devastade dal agent des scovis des striis (*Alm WB*). I sintoms a includin ancje la riduzion de cressite e la formazion di rosetis fin a la muart. Il fi-

toplasme, che al partèn al grup 16SrIX, al è bon di atacâ anje plantutis di piarçul e di netarine.

5. *Frutam european*. Tal nestri continent diviers fitoplasmi (*Phytoplasma mali*, *P. pyri* e *P. prunorum*) a causonin malatiis une vore impuartantis. Il fitoplasme de proliferazion dal miluçâr (AP, *apple proliferation*) al è une menace in zonis di fuart arlevament come inte provincie di Trent, là che la infezion medie e je stade calcolade ator al 7%, ma e pues rivâ fintremai al 50% in varietâts come la Golden Delicious e la Renette dal Canada.

La proliferazion dal miluçâr e je stade notade la prime volte in Italie ator de metât dal secul passât e a dilunc in prin si à crodude di divignin-ce virâl. Tal moment e je presinte in dutis lis zonis europeanis centri-meridionâls di arlevament e in Italie si è spandude anje in Friûl, Lombar-die e Piemont.

Il sintom plui tipic al è rapresentât de cressite malformade des brancjis, caraterizadis di un svilup spropositât dai butui che par solit a son fers, di culî il non di ‘scovis des striis’.

La plante malade e presente un deperiment gjenerâl, clâr in particolâr in chês zovinis (Figuris 4-6). Il fueam al à tendence a jessi folcjât, cun



Figure 4. Risultâts di une infezion di FD intun miluçâr (Foto prof. G. Firrao).



Figure 5. Sintoms di une fitoplasmosi (FD) in-
tun ramaç di miluçâr (Foto prof. G. Firrao).



Figure 6. Efièt de infezion di FD su la ponte di
un ramaç di miluçâr (Foto prof. G. Firrao).

continui disvilup dai butui plui bas. La scusse e je dispès di colôr moron scûr cun maglis necrotichis. Par di plui la infezion e compuarte dispès une plui grande sensibilitât a pro des malatiis di foncs, specialmentri dal mâl blanc.

Lis fueis a son piçulis, slungjadis cul pecòl curt. Dispès a son ingru-madis e a formin rosetis in ponte des brancjis. Lis stipulis a son plui gran-dis e plui numerosis dal normâl e a puedin cjapâ la forme di fueiutis. In autun a inrosin dibot e a puedin mostrâ une tipiche bronzadure.

I sintoms su lis rosis a son rârs, ma in chest câs a no son regolârs, cun petai plui numerôs e dispès cun viressencis. Cualchi volte a si puedin vio-di floriduris fûr de stagjon. Il frutam al è piçul, pôc colorât, pôc dolç e cence profum e di consequence di pocje cualitât. Il pecòl al è dispès fin e slungjât.

Par solit i prin sintoms de malatie si viodin l'an dopo de infezion spe-cialmentri su lis butadis de plante e a dipindin de varietât e dal incalm doprât. In zonte a lis varietâts bielzà ricuardadis, il fitoplasme al fâs dams ançe te Granny Smith, Jonathan e fintremai in plantis resistentis aes ma-

latiis di foncs come Florine, Priscille e Prime. I incalms plui vivarôs a causionin i sintoms plui clârs. La infezion e je cetant grâf tes plantis zovinis, là che e pues puartâ a la muart. Ta chês plui vecjis si puedin viodi sintoms dome in cualchi ramaç e di solit a son mancûl fuarts (Belli e Bianco 2007).

La diagnosi de malatie fate su la fonde dai sintoms e je pussibil dome intai câs plui marcâts. In ducj chei altris la rispueste plui sigure e je chê dal laboratori. In di di vuê i metodis plui sigûrs e plui doprâts a son chei molecolârs. A valin mancûl la serologjie e la microscopie eletroniche, stant la concentracion scjarse e la distribuzion pôc regolâr dal agent tai tiessûts de plante.

La trasmission de malatie te lungje distance si à par vie dal cumierç dal materiâl di vivâr. Tes zonis là che la fitoplasmosi e je bielzà presinte e ven spandude dai insets vetôrs. In Italie chescj a son in particolâr dôs speciis di psillis: *Cacopsylla picta* e *Cacopsylla melanoneura*. La prime e je ative intes zonis dal Trentin e dal Friûl, la seconde in Val d'Aoste. I vetôrs a àn dome une gjenerazion ad an e a colonizin i miluçârs a la fin di zenâr prime che la plante e scomenci a movisi e la trasmission de malatie e dovarès jessi in fevrâr-març. Di fat o savìn pôc sui ospits alternatîfs, là che il fitoplasma de AP al pues disvernâ, cualchidun al è stât cjatât ancje su conifaris (Belli e Bianco 2007). Chest al è impuartant par rivâ a capî par esempli come che e ven la trasmission tai miluçârs di gnûf implant, stant che fitoplasmi AP a son presints ancje in altris speciis de famee *Rosaceae* (piruçârs, ciespârs, cjariesârs) e fintremai in altris arbui (rôl, noglâr, e *v.i.*). Di consequence al è dificil cirî di blocâ la malatie cun trataments cuintri i vetôrs.

Seont la legislazion italiane (DM 31.01.1996 e 17.03.2003) il fitoplasma responsabil de AP al è un agent di cuarentene. Par tant dutis lis plantis dal gjenar *Malus* a àn di jessi controladis dal servizi fitosanitari e jessi compagnadis di une sorte di passepuart cun indicazion de sô situazion sanitarie e de sô identitât varietâl.

6. *Vît*. Il zalum de vît e je une malatie une vore pericolose in Europe. Al è pussibil che e sedi causionade di fitoplasmi difarents, ma i plui impuartants a partegnin ai grups 16SrV (FD: *flavescence dorée*, flavescence indorade) e 16SrXII (BN: *bois noir*, len neri). Di chê altre bande i sin-

toms a son compagns: colôr des fueis, gragnei piçui, riduzion cuantitative e cualitative dal prodot.

6.1 FD. In France e in Italie la *flavescence dorée* (FD) e je considerade il probleme principâl de industrie enologjiche, sedi par i dams che e causione, sedi par la sveltece di spandiment. E je stade notade la prime volte tai agns Cincuante in Guascogne su vîts di Bacò, par il zalum des fueis i ricercjadôrs francês a àn dât il non di *flavescence dorée*. In France e je presinte in dutis lis zonis di arlevament de vît, dal centri al meridion e je rivade ancje in Corsiche.

In Italie e je stade segnalade la prime volte tal Oltrepò de provincie di Pavie tai prins agns Settante e tai ultin dîs agns dal secul passât si è spandude di svelt dal Piemont al Friûl. Al moment e je presinte ancje in Emilie e jenfri pôc e rivarà te Italie centrâl là che cualchi câs al è bielzà stât segnalât.

Su lis varietâts sensibilis i prins sintoms de FD a puedin saltâ fûr in Mai, cuant che si puedin notâ cimis di butui e raps a pene formâts e bielzà secjâts. Par altri lis alterazions plui tipichis a rivin ator la metât di Lui, cun i sintoms su lis fueis. Chestis a mostrin l'ôr pleât cuintri la lamine di sot e zalums (tes varietâts di ue blancje) o inrossaments (ta chês a ue nere) che a puedin interessâ dute la fuee o dome cualchi zone.

Cul lâ indenant de stagjon i sintoms a diventin simpri plui clârs. Tal istès timp i raps a tachin a secjâ e lis brancjis a no lignifichin e a restin verdîs. Stant cheste situazion, tal unvier, in câs di criure, a mostrin necrosis amplis e a cjapin sù un colôr nerat. Tal câs di infezions fuartis si pues rivâ a la muart de brancje o di dute la plante.

Tes varietâts plui sensibilis i dams a ridusin dal dut o in gran part la produzion. Tai ultins dîs agns si son vudis pierditis ancje da 50% in medie tai vignâi de Italie setentrionâl.

Cun riuart a la sensibilitât des varietâts di vît, lis plui colpidis a son Barbera, Chardonnay, Pinot grîs, Sangiovese e Trebbiano. Plui tolerantis a la malatie a somein il Moscjât blanc e il Cortese.

La diagnosi sintomatologjiche e prove dome la presince di une fitoplasmosi, ma no je avonde par sancirâ la flavesence (FD) dal len neri (BN), stant che i sintoms a son compagns. Par un esam sigûr a si scugne doprâ metodis molecolârs.

Tun vignâl la FD si spant par opare dal so vetôr, la cicaline *Scafoideus titanus*, un inset che al partèn a la famee *Cicadellidae*. L'inset al complete dut il so cicli de vite su la vî, cuntune sole gjenerazion ad an. Al disverne sot forme di ûf che al ven deponût sot la scuarce de plante. I ûfs a si vierzin in Mai-Jugn e il vetôr al rive ae maturitât pressapôc intun mê.

La difese de vî de FD e je basade su misuris di prevenzion. La tecniche e je difarente seont la situazion locâl. In puescj cence la malatie al è fondamentâl doprâ materiâl di sigûr san e tignî di voli la pussibil vignude di *S. titanus*. Cuant che la infezion e je limitade, si consee di distirpâ subit lis vîs infetadis e di fâ trataments cuintri il vetôr. Là che invezit la fitoplasmosi e je ben stabilide si scugne tirâ vie lis plantis maladis di FD. La operazion e va fate cun prudence. Prin di dut a varessin di jessi displantadis dome lis vîs che a àn la FD, stant che il len neri a nol presente un pericol dal pont di viste epidemiologic. Intal vignâl i efets de FD e dal NN a son compagns e di consequence a no funzione une selezion basade dome sui sintoms. Di chê altre bande une analisi molecolâr, fate su dutis lis plantis, e je une vore dispendiose. In cheste situazion la alternative e je chê di inressi la lote cuintri il vetôr. Misuris di cheste sorte a son stadis aplicadis cun fortune tal Oltrepò di Pavie. Dopo lis devastazions dal 1999 e dal 2000, e doprant cheste tecniche, la malatie e à vût une riduzion nete fin a rivâ a nivêi acetabii. Une altre pussibilitât e je chê di distirpâ dutis lis plantis e plantâ varietâts plui tolerantis, simpri tignint sot control il vetôr.

6.2 BN. Il non de malatie (*bois noir*) al è stât introdusût di Caudwell, un ricercjadôr francês. La malatie e je presinte in ducj i paîs europeans, là che e ven arlevade la vî, ma in ogni câs a no causione epidemiis gravis come la FD. Cun riuart ae Italie, il BN si pues cjatâ in dutis lis zonis viticulis e no dome al nord.

Come bielzà dit i sintoms a no son difarents di chei de FD. Cualchi ricercjadôr al à notât difarencis lizeris, ma ancje par un espert al è dificil dicerni lis dôs malatiis intal vignâl. La uniche pussibilitât e je chê de analisi molecolâr.

Ancje se compagne a la FD par sintomatologjie, il BN al è diferent par eziologjie e epidemiologjie. Il fitoplasma al partèn a un grup tassonomic difarent (16Sr-XII). Par di plui si trate di un agent une vore spandût e presint ancje su cetantis plantis salvadis.

Ancje come epidemiologjie il BN al è diviers. Prime di dut al ven trasmètût di une altre specie di cicaline, *Hyalesthes obsoletus* de famee *Cixiidae*. A diference di *S.titanus*, *H.obsoletus* a nol vîf par solit su la vît, al contrari a le visite dome di râr, cuant che a vegnin a mancjâ ospits plui preseâts, come la urtie, la vididule e altris jerbis e su lis radîs di chestis plantis a vivin lis formis plui zovinis dal vetôr. I adults a si viodin in istât e in cheste stagjon a puedin infetâ ancje la vît. Al somee che, a difarence de FD, la vît a no puedi funzionâ come origjin de infezion, in altris pe-raulis *H.obsoletus*, ancje se bon di trasmeti la infezion a la vît a nol sarès bon di cjapâ sù il fitoplasme di vîts bielzà infetadis par passâlu a altris (Belli e Bianco 2007).

Stant la diviersitât eziologjiche e epidemiologjiche, lis misuris conseadis par la FA a no van ben tal câs dal BN. Tant par scomençâ a no vâl la pene di fâ trataments cuintri il vetôr, chest a nol sta par solit su la vît e di consequence a saressin cence efiet specialmentri cuintri lis formis zovinis che a vivin sot tiere su lis lidrîs. Al covente pôc ancje tirâ fûr lis plantis maladis che no funzionin come origjin de infezion. Seont provis di ricercjadôrs todescs te val de Moselle in Gjermanie a podaressin judâ lis lavorazions dal teren sot lis vîts, fatis tal unvier par esponi al frêt lis formis zovinis dal vetôr. Al contrari al sarès miôr no fâ chescj lavôrs e nancje taiâ la jerbe in istât par no sburtâ i insets viers il fueam de vît.

Identitât e diviersitât molecolâr dai fitoplasmis. La classificazion dai *Mollicutes* che a si puedin arlevâ sui terens di laboratori e je basade sui caratars fenotipics e gjenotipics. Stant che no si è rivât ancjemò a coltivâ i fitoplasmis *in vitro*, lis lôr carataristichis gjenotipichis a no son avonde par une classificazion formâl.

Prime de introduzion dai metodis molecolârs, la identitât dai fitoplasmis e vignive determinade cjapant in considerazion lis proprietâts biologjichis (p.e., sintomatologjie de plante infetade, numar di ospits, specificitât dai vetôrs e v.i.) e la aree geografiche interessade. E jere stade tentade ancje une classificazion dai agjents, mantignûts cun transmission artificiaâl in sidrere su plantis di *Catharanthus roseus*, ma il risultât a nol jere par nuie sodisfasint, stant che, come che a si è viodût plui tart, fitoplasmis gjenetichementri diviers a vignivin intropâts insiem e altris a jerin considerâts difarents a dispjet de lôr similaritât gjenetiche.

Ancora se la sintomatologia è un elemento importante per una prima caratterizzazione, l'analisi del gene 16S rDNA con amplificazione PCR è mostrata che i sintomi compaiono sulla pianta a prescindere dall'agente che li causa. Per esempio si sa che il sintomo può essere causato da diversi agenti. Per esempio si sa che il sintomo può essere causato da diversi agenti. Per esempio si sa che il sintomo può essere causato da diversi agenti. Per esempio si sa che il sintomo può essere causato da diversi agenti.

L'introduzione di metodi immunologici è dovuta a un primo progresso. L'analisi sierologica è basata su anticorpi specifici ottenuti dalle proteine dei fitoplasmi purificati a partire dalle piante malate. In questo modo si possono ottenere anticorpi mono- e policlonali contro una schiera di fitoplasmosi. I metodi sono relativamente semplici, non richiedono grandi quantità e possono essere usati per un'analisi generale. Di conseguenza altre bande non sono perfette, dato la difficoltà di ottenere materiale di purificazione. Di conseguenza si è un problema quando si tratta di metodi in evidenza infettivi con titoli molto bassi.

Una identificazione molto più precisa è stata ottenuta con l'uso di ibridazione, doppiando il DNA clonato e sondando con specifici. Altri miglioramenti sono stati fatti con l'uso di PCR con oligonucleotidi derivati dal rRNA dei fitoplasmi.

La PCR, doppiando indicatori (*primers*) universali o specifici per un gruppo, si preparano le sequenze "conservate" del gene 16S rRNA, e si può ottenere una buona risposta per la diagnosi dei fitoplasmi, sia nelle piante che nei vettori, anche in presenza di titoli molto bassi di infezione. Di conseguenza altre bande esistono ancora come problemi per qualche gruppo di agenti.

La analisi RFLP (*restriction fragment length polymorphism*) del 16S rDNA, amplificata con la PCR e con l'uso di una schiera di endonucleasi di restrizione, è ormai un metodo di routine per la identificazione e la classificazione delle fitoplasmosi. I fitoplasmi sono a volte identificati per confronto dei loro caratteristici con quelli di altri biotipi conosciuti. O ancora altri metodi, come la *nested* PCR, per l'analisi di materiale con titoli di infezione molto bassi o quando la presenza di inibitori e può causare interferenze.

Il genere "*Candidatus* Fitoplasma". Profitando dell'abilità della PCR di amplificare il DNA anche in presenza di acido nucleico estraneo, infatti ultimi

agns al è stât pussibil caraterizâ su la base de secuencia dal 16S rRNA plui di 200 fitoplasmis. Proceduris ben standardizadis a àn permetût un studi sistematic de diviersitât dai agents e di clarî la lôr struture filogenetiche. Come che o vin notât pôc indaûr, la informazion filogenetiche no je avonde par une descrizion formâl dai organisims seont lis regulis de nomencladure bateriche.

Tal 1994 e je stade proponude la categorie tassonomiche *Candidatus* par registrâ grups di bateris, profitant dal potenziâl des gnovis informazions molecolârs. La idee *Candidatus* e je un impuartant pont di partence par la nomencladure di organisims che no si puedin arlevâ *in vitro*. Seont la propueste, il non *Candidatus* spp. al ven dât a une secuencia uniche dal gjen 16S rRNA e un fitoplasme che al spartîs plui dal 97,5% di similaritât a nol pues jessi considerât une specie gnove. Lis regulis a son stadis ormai acetadis dai ricercjadôrs e al moment o vin alc come une trentine di speciis difarentis (Firrao et al., 2007). Ecezions al nivel dal 97,5% a son permetudis par organisims difarents par la lôr ecologjie. La descrizion di un fitoplasme gnûf e pues includi un organism di riferiment par facilitâ confronts.

Conclusions. A chest pont e ven naturâl une domande. Ce impuartance puedino vê chestis informazions di base (biologjie, secuencis gjenomichis, fisiologjie e biochimiche, classificazion e v.i.) inte pratiche? In altris peraulis come puedino zovâ par une strategjie di difese des plantis dai fitoplasmis?

L'aspîet gjenerâl dal probleme al è stât discutût da font intune altre note (Firrao et al. 2007). Passant al particulâr, la cognossince dai rapuarts plante – patogjin e je di impuartance fundamentâl par rivâ a capî in ce mût che il fitoplasme al causione lis alterazions morfologjichis e funzionâls de plante. Par esempli, isal pussibil corezi l'efiet des proteinis dal patogjin che a determinin i sintoms e di consequence ridusi l'impât economic des fitoplasmosis? Par podê fâ chest o vin bisugne dal jutori de gjenomiche.

O cognossìn plantis che a àn il fitoplasme intai lôr tiessûts, ma che a son resistentis o pôc alteradis dal patogjin, come tal câs des palmis (Strauss 2009). Di chest fenomen isal responsabil alc inte plante che al interferis cun la virulence dal bateri?

Une strategie di control biologjic des malatiis e je ch  di infet  la plante cun formis p c virulentis dal patogjin al fin di evit  atacs pericol s. Par pod  oper  in cheste direzion al   necessari identific  i gjens responsabii de malatie.

Tal r s cualchi variet t e je resistente stant che e je p c preseade come mangiative dal vet r. Une idee e je ancje ch  di introdusi inte plante sostancis di cheste sorte.

Il probleme dai vetôrs al   une vore impuartant. Par prin par divier-sis fitoplasmosis no cognoss n ancjem  l'inset responsabil de trasmission de malatie. Par zonte o vin ancje altri di riv  a scuvierzi. O vin di sav  se un vet r al   specific o mancul, se al visite ancje cualchi plante salvadie, trop che al si pues mov , se a esistin altris bateris bogns di jentr  in competizion cun i fitoplasmi intai tiess ts dal inset e v.i.

Naturalmentri il cuadri des aplicazions pussibilis nol   complet, ma al zove par meti in evidence la impuartance de ricercje sientifiche di base ancje in cheste materie.

Bibliografie

- Belli G., Bianco P.A. (2007). Fitoplasmosi. In *Elementi di Patologia Vegetale*. Padova: Piccin Nuova Libreria SpA, pp. 233- 244.
- Firrao G., Conci L., Locci R. (2007). Molecular identification and diversity of phytoplasmas. In Punia Z.K., De Boer S.H., Sanfa on H. (Eds) *Biotechnology and Plant Disease Management*. Wallingford (UK): CAB International.
- Strauss E. (2009). Phytoplasma research begins to bloom. *Science*, 325: 388-390.