

Virosi del carciofo, possibilità di risanamento e vivaismo: lo stato dell'arte

Maria Antonietta Papanice* - Giovanna Bottalico* - Tiziana Mascia* - Alessandra Di Franco*
Donato Gallitelli**

* Dipartimento di Protezione delle Piante e Microbiologia applicata, Università degli Studi di Bari

** Dipartimento di Biologia e Patologia vegetale, Università degli Studi di Bari

Introduzione

Lo studio delle virosi del carciofo è iniziato negli anni '50 del novecento ed è continuato con un numero crescente di contributi fino alla fine degli anni '70. L'interesse scientifico per la problematica si è poi risvegliato in occasione del 4° Congresso internazionale sul Carciofo, tenutosi nel 2000 ed è ancora vivo ed attuale anche grazie al Progetto Nazionale "Carciofo" finanziato dal MIPAF che si è concluso un paio di anni fa ed a progetti regionali che ne hanno garantito la continuazione.

I fitovirus che infettano il carciofo sono stati stimati in almeno 24 specie, appartenenti a dieci generi ed uno alla famiglia *Rabdoviridae* (Martelli e Gallitelli, 2008a). Gran parte di essi sono stati rinvenuti in Europa o in Paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo.

Solo in alcuni casi si tratta di virus che infettano in modo specifico il carciofo: la maggioranza è, infatti, patogena di un gran numero di altre specie coltivate e spontanee. Caratteristica comune a più agenti infettivi è invece la frequente asintomaticità delle infezioni o, nei casi in cui è visibile una risposta sintomatologica, questa è spesso condizionata dalla presenza di più virus nella medesima pianta, da fattori ambientali, dalle tecniche colturali e dalla stessa varietà di carciofo.

Nonostante il numero elevato di virus patogeni per la specie, sono relativamente pochi quelli effettivamente dannosi. I danni diretti consistono nella riduzione quali-quantitativa delle produzioni, mentre quelli indiretti si configurano nella impossibilità di attuare una qualsiasi forma di vivaismo a causa della cattiva condizione fitosanitaria del germoplasma attualmente disponibile. Lo sviluppo di un'attività vivaistica che fornisca germoplasma a radice protetta e certificato sotto il profilo della identità varietale e dello stato fitosanitario, valorizzerebbe non poco le produzioni nazionali per le quali si vanno anche definendo disciplinari di produzione per ottenere il riconoscimento di un marchio di tipicità. Nel complesso, queste iniziative avranno ricadute particolarmente interessanti per le varietà "rifiorenti" le cui caratteristiche di precocità, se accompagnate da caratteristiche più omogenee come le dimensioni del capolino e le qualità organolettiche, ne consentirebbero un più adeguato piazzamento sul mercato.

In questa breve nota si intendono fornire indicazioni sugli aspetti eco-epidemiologici delle principali virosi che infettano il carciofo e sui recenti progressi che si sono fatti sul versante della diagnostica, del risanamento delle piante dalle infezioni virali e sulle prospettive dell'avvio di una attività vivaistica, soprattutto per il carciofo rifiorente.

Il repertorio dei virus

Tra i virus che infettano in modo più specifico il carciofo, va annoverato, se non altro per ragioni storiche, *Artichoke latent virus* (ArLV). E' sicuramente il più diffuso in tutte le aree di coltivazione della specie ma quanto all'entità dei danni, esistono pareri non sempre coincidenti. Cominciando dai sintomi, non ve ne sono di chiaramente ascrivibili al virus anche perché sono frequenti le infezioni miste che possono aggravare o mascherare le eventuali alterazioni direttamente imputabili ad ArLV. Il virus è una specie del genere *Potyvirus*, famiglia *Potyviridae*, che oltre che con il materiale di propagazione vegetale, è trasmessa per stiletto da afidi delle specie *Myzus persicae*, *Brachycaudus cardui*, e *Aphis fabae* (Rana *et al.*, 1982). La trasmissione è molto efficiente, tanto che sono state stimate percentuali di reinfezione del 75% nell'arco di un solo anno. Il virus è stato trovato nei tegumenti seminali e nei cotiledoni di un 5-10% di semi (Bottalico *et al.*, 2002). Il reperto non sorprende perché diversi Potyvirus sono trasmessi attraverso il seme. L'infezione sostenuta dal solo ArLV è latente, così come enuncia lo stesso nome della specie; è stato però descritto un generale deperimento delle piante infette, accompagnate da significativa riduzione del numero e delle dimensioni dei capolini che, spesso, si presentano anche con le brattee parzialmente divaricate. Le perdite di produzione possono oscillare tra il 40 ed il 50%, anche per effetto di un sensibile ritardo nella maturazione delle varietà rifiorenti che ne condiziona l'adeguato piazzamento sul mercato.

In Puglia, sono diventate particolarmente frequenti le infezioni di *Artichoke Italian latent virus* (AILV). Nel corso di un monitoraggio effettuato in provincia di Brindisi, non sono state trovate piante in cui non fosse presente AILV e, frequentemente, in infezione mista con ArLV. Il virus è stato anche trovato nel Lazio e in Campagna, su varietà

tardive (Pasquini e Gallitelli, 2006), per cui sarebbe interessante verificare la situazione anche in altre aree cinaricole nazionali.

Il virus è una specie del sottogruppo B del genere *Nepovirus*, famiglia *Comoviridae*, trasmesso in natura dai nematodi *Longidorus apulus* e *L. fascians*. Tuttavia, per la velocità con la quale si diffondono le infezioni virali veicolate da nematodi non si ritiene che l'incremento della frequenza di reperti sia dovuto a trasmissione naturale né si può datare con certezza l'inizio dell'impennata nella frequenza delle infezioni a causa del lungo periodo, a cui si è accennato, in cui è venuto meno l'interesse scientifico per i problemi virologici del carciofo. Si ritiene, invece, che le ragioni di questa diffusione siano da ricercare nell'uso di germoplasma infetto (carducci e ovoli), inconsapevolmente selezionato dagli agricoltori ed impiegato per la realizzazione dei nuovi impianti. In effetti, le piante sono sostanzialmente asintomatiche anche se il virus è molto aggressivo su altre composite come, ad esempio, su cicoria dove non è infrequente la presenza di accentuate alterazioni cromatiche. In alcuni casi, la comparsa di giallumi leggeri e la perdita di simmetria delle foglie che possono presentare anche margini frastagliati è stata imputata alla infezione di AILV. Anche il vigore delle piante non risulta eccessivamente compromesso. Come ArLV, anche AILV è stato identificato nei tegumenti seminali e nei cotiledoni di un 5-10% di casi ed anche questo dato non sorprende perché la trasmissibilità attraverso il seme rientra tra le caratteristiche peculiari dei *Nepovirus*.

A differenza di quelle dei due virus trattati in precedenza, le infezioni di *Artichoke mottled crinkle virus* (AMCV) sono letali per il carciofo. Le piante evidenziano accentuata riduzione di taglia, forte deformazione, foglie a frattura vitrea ed estesi giallumi che, spesso, interessano l'intera pianta. Sul finire dell'inverno, la pianta tende a ricacciare ma i nuovi getti sono esili, malformati ed interessati da giallume. I capolini sono prodotti in numero esiguo e, spesso, sono caratteristicamente ripiegati da un lato. AMCV appartiene al genere *Tombusvirus*, famiglia *Tombusviridae* ed è endemico in diversi Paesi del Mediterraneo. Si trasmette attraverso il terreno che raggiunge quando i tessuti infetti vanno in disfacimento e nel quale resta infettivo per diversi anni. Dal suolo può trasferirsi alle piante sane senza necessità di vettori rendendo assai problematico il reimpianto, anche dopo lunghe rotazioni. Nella coltura, la malattia presenta una distribuzione "a chiazze", tipica delle virosi trasmesse attraverso il terreno. Il virus è stato anche trovato nei sedimenti argillosi di corsi d'acqua dove resiste grazie alla eccezionale stabilità delle sue particelle, capaci di superare, indenni, anche il tratto intestinale umano. Tuttavia non vi sono dimostrazioni sulla importanza eco-epidemiologica di questi reperti anche se l'elevatissima infettività dei *Tombusvirus* potrebbe renderli potenzialmente pericolosi qualora tali acque fossero impiegate per scopi irrigui. L'endemismo della malattia è, verosimilmente, da collegare con le modalità di trasmissione e, soprattutto, con il fatto che, quando non

uccide la pianta, l'infezione provoca sintomi tanto gravi da dissuadere gli agricoltori dall'utilizzarne il materiale per l'impianto della nuova coltura.

Tra i virus di più recente segnalazione su carciofo vi è *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) che è una specie del genere *Tospovirus*, famiglia *Bunyaviridae*. Numerosi sono stati gli isolamenti, a partire dal 1992 (Vaira *et al.*, 1992; Vovlas e Laforteza, 1994; Paradies *et al.*, 2000; Pasquini e Barba, 2001; Testa *et al.*, 2008). Come in altre essenze, anche in carciofo il fenotipo della malattia indotta da TSWV è necrotico e spesso uccide la pianta. I soggetti infetti mostrano taglia ridotta e distorsioni fogliari verosimilmente dovute ad estese necrosi delle nervature, facilmente visibili contro luce. La necrosi che interessa il tessuto internervale inizia con piccole macchie che successivamente si estendono a porzioni sempre più consistenti della foglia. Le porzioni necrotizzate spesso si distaccano, dando luogo ad estese lacerazioni del lembo fogliare. I capolini delle piante infette, pochi e di dimensioni ridotte, presentano necrosi delle brattee anche se, secondo alcuni, l'eziologia di questa sintomatologia è controversa. Sembra, infatti, che anche squilibri nutrizionali possono indurre sintomi analoghi. L'unico modo per risalire alla eziologia dell'alterazione è quello di effettuare saggi di laboratorio con diagnostici specifici per il virus.

TSWV è trasmesso in modo persistente propagativo dal tripide *Frankliniella occidentalis* che, comunque, non è il suo unico vettore. Le uova deposte nelle foglie e nelle brattee schiudono in 2-14 giorni, in dipendenza della temperatura, e le neanidi di prima età iniziano immediatamente l'alimentazione sulla stessa pianta dalla quale, se infetta, possono già acquisire il virus. L'acquisizione può continuare anche ad opera delle neanidi di seconda età che tendono a localizzarsi nelle zone più protette della pianta. Il virus acquisito si moltiplica nelle cellule dell'insetto dove permane anche durante la vita da adulto. A differenza delle neanidi, gli adulti possono solo trasmettere il virus acquisito in precedenza dalle neanidi e successivamente moltiplicatosi ma, per una particolare conformazione del canale alimentare, non possono acquisirne di nuovo anche se si alimentano su piante infette. In questo caso, il virus viene semplicemente ingerito ma non sembra rilevante ai fini della trasmissione anche se è stata discussa la possibilità che le particelle virali presenti nelle deiezioni degli insetti possano stabilire nuove infezioni penetrando nell'ospite attraverso ferite o aperture naturali. Gli individui adulti possono continuare a trasmettere il virus per tutta la durata della loro vita, in media 35-40 giorni. Non sono riportati casi di trasmissione transovarica alle successive generazioni di individui viruliferi ma la loro permanenza in campo, anche dopo l'espianto della coltura, espone al rischio di infezioni anche le colture successive. Non si è lontani dal vero se si afferma che, attualmente, TSWV è il virus economicamente più importante per il carciofo e per altre colture ortofloricole italiane.

In aggiunta ai casi trattati, vi sono poi reperti da considerare minori come quelli di *Cucumber mosaic virus* (CMV) e *Pelargonium zonate spot virus* (PZSV) anche se i risvolti

epidemiologici delle infezioni su carciofo possono essere rilevanti per altre colture nazionali come, ad esempio, il pomodoro. Di un certo interesse per le condizioni italiane, può anche risultare la segnalazione di infezioni di *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV), genere *Crinivirus*, famiglia *Closteroviridae*, su colture californiane di carciofo. La presenza di tali infezioni è stata correlata a movimenti consistenti del vettore naturale del virus: l'aleurodide *Trialetrodes vaporariorum*. Noto in USA sin dal 1993, TICV è stato segnalato su piante di pomodoro coltivate in Liguria, Sardegna, Lazio e Campania e considerando l'ubiquitarietà del vettore è stato incluso nella lista di allerta della EPPO come patogeno emergente, con potenziali ricadute economiche fortemente negative (Martelli e Gallitelli, 2008b). Per queste ragioni, ne sarebbe auspicabile un monitoraggio nelle aree cinaricole nazionali.

Le possibilità di lotta: la diagnosi ed il risanamento

Dai dati esposti, emerge che lo stato sanitario del germoplasma di carciofo è compromesso da virus polifagi e ubiquitari, il cui contenimento deve necessariamente basarsi su approcci preventivi. Tra questi, assumono capitale importanza la pronta disponibilità di saggi diagnostici rapidi ed affidabili e la possibilità di ricorrere all'uso di germoplasma sano per i nuovi impianti. La lotta ai vettori, ancorché possibile, è spesso poco efficace. Nel caso di ArLV, la modalità di trasmissione di tipo persistente vanifica l'azione dell'insetticida sul vettore che può trasmettere il virus prima di subirne l'effetto letale. Nel caso di AILV, la disinfezione del terreno dai nematodi richiede costi sproporzionati rispetto al beneficio atteso come pure è improponibile la disinfezione del terreno, visto l'endemismo di AMCV. Relativamente a TSWV ci si è soffermati più volte sulle difficoltà connesse con il contenimento dei tripidi in quanto insetti difficilmente raggiungibili dall'insetticida a meno che non si ricorra a formulati sistemici che, però presentano grosse problematiche a tutti note.

Nel campo diagnostico, sono oggi disponibili saggi di tipo sierologico, di più semplice impiego e saggi di tipo molecolare che richiedono personale di laboratorio più esperto ma che, in compenso, sono più sensibili di quelli sierologici. La tecnica ELISA è, senza dubbio, la più utilizzata (se ne veda un impiego recente in Testa *et al.*, 2008) ma non è scevra di svantaggi, soprattutto a causa della forte tendenza all'ossidazione del succo di carciofo ed alla concentrazione virale nei tessuti infetti che, spesso, è troppo bassa per poter efficacemente distinguere i campioni infetti da quelli sani. La diagnosi molecolare offre il vantaggio di una maggiore sensibilità, soprattutto se utilizzata nel formato a macchia (dot-blot) che è di più facile realizzazione e che consente di preparare repliche dei campioni da impiegare nel caso si rendesse necessario ripetere il saggio, anche dopo molto tempo (Saldarelli *et al.*, 1996). Per analisi più specifiche, è offerta anche la possibilità di ricorrere alla PCR in formato standard e real-time (Grieco e Gallitelli, 1999;

Finetti-Sialer *et al.*, 2000) che offrono anche il vantaggio di rilevare virus diversi in un singolo saggio. Tuttavia, va tenuto presente che la differente concentrazione di virus diversi nei tessuti infetti ed il differente disegno dei primer può portare a reazioni di amplificazione che utilizzano preferenzialmente uno stampo mascherando, di fatto, la presenza degli altri virus. Infine, poiché la distribuzione del virus nelle piante infette è altamente variabile, anche l'epoca di campionamento riveste un'importanza tutt'altro che marginale sull'attendibilità dei risultati del saggio. Nel caso di varietà riflorenti, Repetto *et al.* (1997) hanno accertato che l'epoca migliore per prelevare i campioni è nel periodo compreso tra settembre e novembre. Campioni prelevati a fine inverno dalle stesse piante risultate infette al saggio di settembre sono spesso risultati negativi.

Per quanto riguarda il discorso del germoplasma, è noto che il carciofo è propagato agamicamente dagli stessi agricoltori che selezionano visivamente e prelevano il materiale occorrente da colture già in atto. Questa condizione ha sviluppato i fatti degenerativi a cui si è accennato, soprattutto a causa della presenza di infezioni asintomatiche e multiple nella stessa pianta. La disponibilità di materiale di propagazione sano potrebbe attenuare, anche se non risolvere, gli effetti negativi delle virosi sulla qualità e quantità delle produzioni ma l'utilizzo di tale materiale pone anche il problema della sua produzione e distribuzione. La distribuzione può essere effettuata solo attraverso un'attività vivaistica, attualmente assente, anche a causa delle restrizioni normative in vigore che impongono che il materiale di moltiplicazione sia rispondente ai requisiti di identità varietale e fitosanitari definiti nel D.M. del 14.4.1997 (Gallitelli e Barba, 2003). La situazione non migliorerebbe sotto il profilo normativo anche se si ricorresse all'impiego del seme di carciofo perché, come si è detto, ArLV e AILV possono essere trasmessi nel 5-10% dei semi. Per cui, l'unica via percorribile resta il risanamento. Programmi di risanamento del carciofo dalle infezioni virali ricorrendo alla coltura di apici meristemati ed alla termoterapia sono stati avviati sia su varietà non riflorenti come il C3, Grato1, Grato2, Castellamare, Tondo di Paestum e Bianco di Pertosa, sia su quelle riflorenti come lo "Spinoso Sardo", ed il "Brindisino" ed hanno portato alla costituzione di nuclei di piante sane (Morone *et al.*, 2007). Al contrario, il risanamento di varietà riflorenti si è sempre presentato difficoltoso perché il materiale esitato, ancorché sano, tendeva a perdere le caratteristiche di precocità, riacquisendo quelle di pianta giovane.

Questo problema è stato affrontato e risolto per il carciofo "Brindisino" riducendo a solo tre o quattro, le subcolture del materiale proveniente da apice meristemato. Durante il lavoro condotto su carciofo "Brindisino" (Acquadro *et al.*, 2009) è risultato che la coltura *in vitro* di apici meristemati può risanare le piante dalla infezione di ArLV ma non da quella di AILV.

Il virus è stato, invece, eliminato esponendo a 38°C per circa due settimane espianti di 3-4 cm provenienti da coltura di apice meristemato e prelevando da questi nuovi apici meristemati da porre nuovamente in coltura, dopo il

trattamento termoterapico. Ovviamente, queste procedure sono risultate molto “costose” in termini di perdita di materiale sia per il numero ridotto di subcolture, sia per l’esposizione ad alta temperatura, sia per le successive fasi di acclimatazione. Per superare tali inconvenienti piante infette da AILV e ArLV derivate da carducci selezionati in campo e acclimatate a 30°C per circa un mese, sono state sottoposte a termoterapia. Dopo una esposizione di circa 5 mesi, le piante sono apparse risanate da entrambi i virus ma i saggi ripetuti a distanza di tre mesi dal trattamento hanno evidenziato che l’infezione di AILV, ma non quella di ArLV, si era ristabilita. Anche in questo caso, AILV è stato eliminato procedendo alla coltura di apici meristemati, seguiti da termoterapia, come descritto in precedenza. In conclusione e come norma generale, si può consigliare l’applicazione della sola termoterapia alle piante infette da ArLV mentre nei casi in cui è presente AILV occorre necessariamente procedere con la coltura di apici meristemati, seguita da termoterapia. Tuttavia, il dato più interessante emerso è che qualunque sia stata la procedura di risanamento, i dieci presunti cloni di carciofo Brindisino esitati dalla sperimentazione hanno mantenute inalterate le caratteristiche di precocità tipiche della varietà. Inoltre, quando trapiantate in carciofaie commerciali, le piante hanno mostrato vigore vegetativo superiore alla media e caratteri di rusticità che possono anche far prevedere una maggiore tolleranza a stress di natura biotica e abiotica.

Infine, a completamento dell’attività recente che ha riguardato il carciofo “Brindisino” è stato sperimentato e validato un protocollo di premoltiplicazione in fuori suolo e in ambiente protetto dei cloni esitati dal processo di risanamento.

La sperimentazione è stata possibile grazie ad un finanziamento della Regione Puglia per “Progetti Esplorativi” che, appunto, sono stati promossi con l’intento di valutare le possibilità di trasferimento a realtà operative dei risultati della sperimentazione accademica. Il progetto è stato denominato AVICABRI (CIP-PE-094) “Innovazione di processo e di prodotto per l’avvio della produzione vivaistica di germoplasma di Carciofo Brindisino risanato: aspetti tecnici e gestionali” ed in appena un anno di attività ha portato un nucleo iniziale di circa 150 piante madri risanate ad oltre 8000 soggetti (Pace *et al.*, 2008) che ora sono all’attenzione della Regione Puglia per l’avvio di un’attività vivaistica del carciofo “Brindisino”.

In conclusione, le opportunità offerte dalla sperimentazione recente potrebbero, nel breve periodo, far orientare le scelte degli agricoltori verso colture di carciofo realizzate con materiale sano e certificato e mantenute in campo per una o due stagioni vegetative.

Questa prospettiva appare particolarmente attuale per il carciofo rifiorante dal momento che per le varietà più tardive sono già proposti sul commercio tipi e ibridi propagati attraverso il seme che sono molto adatti all’industria di trasformazione ma che, come prodotto fresco, non riscuotono la preferenza dei consumatori italiani. Nel lungo periodo è atteso che il costante ricorso a

germoplasma di provenienza vivaistica e, quindi certificato sotto il profilo varietale e fitosanitario, possa portare ad un progressivo risanamento della coltura ed alla sua più adeguata collocazione sul mercato grazie a migliorate caratteristiche qualitative e nutrizionali.

Riassunto

Sono brevemente descritte le caratteristiche eco-epidemiologiche dei virus che provocano i maggiori danni alle colture di carciofo nelle condizioni italiane e cioè *Artichoke latent virus* (ArLV), *Artichoke Italian latent virus* (AILV), *Artichoke mottled crinkle virus* (AMCV) e *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). Si fa un breve accenno alle possibilità di contenimento mediante misure preventive quali la diagnosi ed il risanamento. È posto l’accento sulle difficoltà di risanare le varietà rifioranti senza che il materiale esitato perda le caratteristiche di precocità ed a tal fine è descritto un protocollo di risanamento basato su coltura di apici meristemati e termoterapia che è stato applicato con successo alla varietà rifiorante “Brindisino”. La disponibilità di adeguati corredi diagnostici, di germoplasma iniziale sano e certificato anche sotto il profilo varietale e di un protocollo rapido di moltiplicazione fuori suolo, in ambiente protetto, fanno ben sperare per l’avvio di un’attività vivaistica per le varietà di carciofo rifioranti.

Parole chiave: fitovirus, diagnosi, *Cynara cardunculus*

Summary

Viruses infecting globe artichoke, sanitation and nursery production: state of the art in Italy

A brief account is given of the current knowledge on viruses infecting globe artichoke that are the most detrimental to the Italian crops i.e. Artichoke latent virus (ArLV), Artichoke Italian latent virus (AILV), Artichoke mottled crinkle virus (AMCV) and Tomato spotted wilt virus (TSWV). The main properties as well as the eco-epidemiological aspects of these viruses are illustrated and the techniques used for their detection and identification are briefly outlined. Control measures capitalise on prompt diagnosis and availability of virus-free certified stocks for the new plants. A procedure to sanitize globe artichoke of the reflowering type while preserving its valuable early flowering trait must involve meristem tip culture and thermotherapy. ArLV, but not AILV, can be eliminated by meristem tip culture, while AILV can be eliminated only if explants regenerated from meristem tip culture are subjected to in vitro thermotherapy. An in vivo thermotherapy procedure, followed by meristem tip culture, is also promising as it requires only one round of meristem tip culture. The availability of healthy and certified germplasm should decrease inoculum potential and, in the long term, have a beneficial effect on the overall level of infection in the areas dedicated to the cultivation of globe artichoke.

Keywords: *Cynara cardunculus*, virus diseases, diagnosis

Lavori citati

- Acquadro A., Papanice M. A., Lanteri S., Bottalico G., Portis E., Campanale A., Finetti-Sialer M. M., Mascia T., Sumerano P., Gallitelli D. (2009) - The production of virus-free plants in a reflowering variety of globe artichoke (sottoposto a revisione).
- Bottalico G., Padula M., Campanale A., Finetti Sialer M.M., Saccomanno F., Gallitelli D. (2002) - Seed transmission of *Artichoke Italian latent virus* and *Artichoke latent virus* in globe artichoke. *Journal of Plant Pathology*, 84, 167.
- Finetti Sialer M., Ciancio A., Gallitelli D. (2000) - Use of fluorogenic scorpions for fast and sensitive detection of plant viruses. *Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin*, 30, 437-440.
- Gallitelli D., Barba M. (2003) - Normativa vivaistica in Italia. *Atti Giornate Nazionali di studi sul Carciofo, Vivaismo e strategie di sviluppo del Carciofo, Samassi (Ca) 4-5 dicembre 2003*, 47-51
- Grieco F., Gallitelli D. (1999) - Multiplex reverse transcriptase-polymerase chain reaction applied to virus detection in globe artichoke. *Journal of Phytopathology* 145, 183-185.
- Martelli G. P., Gallitelli D. (2008a) - Viruses of *Cynara*. In: *Characterization, Diagnosis & management of Plant Viruses*, Vol 1: Industrial Crops (Rao G.P., Khurana S.M. P., Lanardon S. coord.). Studium Press Texas, USA, 445-479
- Martelli G. P., Gallitelli D. (2008b) - Emerging and re-emerging viruses of Plants. In: *Encyclopedia of Virology* (B.W.J. Mahy, M.H.V. Van Regenmortel coord.) Oxford, Elsevier, 5, 86-92.
- Morone Fortunato I., Barba M., Cardarelli M., Gallitelli D., Mauromicale G., Micozzi F., Ruta C., Tavazza R. (2007) - Speciale Carciofo. Micropropagazione, garanzia di sanità. *L'informatore Agrario*, 63 (22), 50-52.
- Pace B., Calabrese N., Bottalico G., Campanale A., Papanice M. A., Di Franco A., Finetti-Sialer M., Gallone P., Nigro F., Sumerano P., Vanadia S., Corrado A., Gallitelli D. (2008) - Protocolli di risanamento e pre-moltiplicazione di cloni di carciofo "Brindisino". *Atti Giornate Fitopatologiche 2008*, 2, 621-622.
- Paradies F., Finetti Sialer M.M., Di Franco A., Gallitelli D. (2000) - First report on the occurrence of cucumber mosaic virus in artichoke in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 82, 244.
- Pasquini G., Barba M. (2001) - Il virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro (TSWV) in carciofo 'Romanesco' nel Lazio. *Petria*, 11(3), 167-170.
- Pasquini G., Gallitelli D. (2006) - Difesa: infezioni virali. *Atti del Convegno conclusivo del progetto MIPAF "Carciofo": Il Carciofo: dal laboratorio al mercato*. Roma, 19-21 aprile 2006, 25-27.
- Rana G.L., Russo M., Gallitelli D., Martelli G.P. (1982) - Artichoke latent virus: characterization, ultrastructure, and geographical distribution. *Annals of Applied Biology* 10, 179-188.
- Repetto A., Cadinu M., Leoni S., Gallitelli D., Saldarelli P., Barbarossa L., Grieco F. (1997) - Effetto sulla coltura *in vitro* di apici meristematici sull'ottenimento di piante di carciofo "Spinoso sardo" e "Masedu" esenti da virus. *Notiziario sulla Protezione delle Piante* 7, 189-195.
- Saldarelli P., Barbarossa L., Grieco F., Gallitelli D. (1996) - Digoxigenin-labelled riboprobes applied to phytosanitary certification of tomato in Italy. *Plant Disease* 80, 1343-1346.
- Testa M., Marras P. M., Turina M., Ciuffo M. (2008) - Presenza del virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro (TSWV) su carciofo in Sardegna. *Protezione delle Colture*, 1(2), 34-36.
- Vaira A.M., Gallo S. L., Lisa V. (1992) - Nuove infezioni da due tospovirus (tomato spotted wilt e *Inpatiens necrotic spot*) in Liguria. *Informatore Fitopatologico*, 42 (10), 37-42.
- Vovlas C., Laforzezza R. (1994) - Il virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro su carciofo in Puglia. *Informatore Fitopatologico*, 44 (9), 42-44.