

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA

SEZIONE PUGLIESE

RIUNIONE SCIENTIFICA

ABSTRACTS DELLE RELAZIONI

Lecce
16 gennaio 2004

Riunione scientifica della Sezione Pugliese della Società Botanica Italiana Lecce, 16 gennaio 2004

Il piano di gestione della Riserva Naturale dello Stato di Torre Guaceto (Puglia)

L. BECCARISI, P. MEDAGLI, F. MINONNE, V. ZUCCARELLO e S. MARCHIORI. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

La zona umida di Torre Guaceto è situata sul litorale adriatico pugliese a circa 15 km a nord di Brindisi e ricade nell'agro di Brindisi e di Carovigno. Il sito è stato istituito Riserva dello Stato con la Legge 979 del 31/12/1982. Il piano di gestione della riserva è stato recentemente realizzato ed è attualmente all'esame del Ministero dell'Ambiente. Il Laboratorio di Botanica Sistemica ed Ecologia Vegetale dell'Università di Lecce ha condotto lo studio floristico e vegetazionale finalizzato alla realizzazione del piano (BECCARISI *et al.*, 2002).

La redazione del piano si è sviluppata attraverso le seguenti fasi:

- 1) Individuazione degli elementi da analizzare: elementi floristici, vegetazionali ed habitat.
- 2) Individuazione dei fattori di degrado e stima dell'intensità dello stress.
- 3) Formulazione degli interventi sulla base dei miglioramenti ambientali auspicati.

Lo studio floristico-vegetazionale, pertinente la prima fase, ha condotto alla redazione di una carta della vegetazione in scala 1:10000, con 28 categorie di vegetazioni descritte, ed un tema cartografico che illustra la distribuzione delle entità floristiche di maggior pregio naturalistico presenti nell'area della riserva. Tra esse si annoverano *Erica manipuliflora* Salisb., *Convolvulus lineatus* L., *Limonium apulum* Brullo, *Muscari parviflorum* Desf. e *Orchis palustris* Jacq. La ricchezza specifica relativa alla flora vascolare stimata all'interno della riserva è di 424 specie.

Dalla carta della vegetazione è stata derivata la carta degli habitat; il criterio di riclassificazione è basato sul sistema degli habitat naturali d'interesse comunitario della Direttiva 43/92/CEE ("Direttiva habitat") (EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT, 1999) ed anche sugli oggetti di tutela secondo la legislazione regionale recepita nel Piano Urbanistico Territoriale Tematico per il paesaggio (P.U.T.T./p). Circa l'80% della superficie della riserva è occupato da tipologie agrarie, in particolare oliveti, e il 10% è rappresentato dal fragmiteto; il 10% restante è ripartito in vario modo tra vegetazioni igrofile rare, vegetazioni del litorale sabbioso e roccioso e macchia

mediterranea.

Relativamente alla seconda fase di cui sopra, è stata effettuata un'analisi storica della vegetazione attraverso l'interpretazione di fotografie aeree del 1943, 1954, 1967, 1974 e 1979. Dall'integrazione con sistema G.I.S. dei dati geografici storici ed attuali emerge una riduzione della diversità stimata a livello di paesaggio, a cui si associa una riduzione della diversità a livello biocenotico: ad esempio l'area della distribuzione di *Erica manipuliflora* Salisb. è attualmente limitata ad una piccola stazione prossima ai limiti orientali della riserva; oppure il mancato rinvenimento nel presente studio di *Crucianella maritima* L., specie segnalata nell'area in oggetto da MACCHIA e VITA (1973), è riconducibile, con buona probabilità, all'erosione morfologica e biologica dell'ambiente di duna.

Gli interventi migliorativi e conservativi proposti emergono dalla seguente strategia generale di conservazione:

- 1) Eliminazione dei fattori di disturbo sull'attuale vegetazione della riserva.
- 2) Ampliamento della biodiversità del sito e dell'estensione della vegetazione naturale.
- 3) Modificazione della vegetazione naturale operata ai fini di un miglioramento strutturale, ed ovviamente anche funzionale, della vegetazione esistente.

LETTERATURA CITATA

- BECCARISI L., MEDAGLI P., MINONNE F., MARCHIORI S., 2002 – *Studio floristico-vegetazionale finalizzato al piano di gestione della Riserva Naturale dello Stato di Torre Guaceto*. Di.S.Te.B.A., Univ. di Lecce.
- EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT, 1999 – *Interpretation manual of European Union habitats*, EUR 15/2.
- MACCHIA F., VITA F., 1973 – *Vegetazione del litorale adriatico della Puglia centromeridionale*. In: SCALERA LIACI L., – Atti III Simp. Naz. Conserv. Natura: 233-243 Bari, 2-6 maggio 1973. Cacucci Editore, Bari.

Conservazione *ex situ* di specie vegetali rare e minacciate sul territorio pugliese

R. ACCOGLI, L. BECCARISI, P. MEDAGLI, V. ZUCCARELLO e S. MARCHIORI. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

L'esiguità di conoscenze pregresse in merito alle modalità di moltiplicazione delle piante delle Liste Rosse ha motivato i tentativi di propagazione in Orto Botanico sia per via vegetativa che gamica e della messa a punto di protocolli di coltivazione, di mantenimento e di gestione delle collezioni vive (ACCOGLI *et al.*, 1999).

Dai dati bibliografici riportati nelle Liste Rosse risultava che in Puglia le piante a rischio erano 180 (CONTI *et al.*, 1992; 1997). Ulteriori aggiornamenti, hanno fornito una "checklist" regionale che comprende ben 184 taxon. In realtà, il reale contingente da conservare *ex situ* ammonta a 160 specie (ALESSANDRINI *et al.*, 2002).

A tutt'oggi, sono state registrate accessioni relative solo a 78 specie, il 48,75% del totale. Tra quelle coltivate, l'88,46% è rappresentato da specie salentine, a conferma dell'impegno dell'Orto nella salvaguardia della biodiversità del territorio di pertinenza.

Le ripetizioni annuali di raccolta e le prove di vitalità dei semi hanno portato a definire quasi per ogni specie il periodo ottimale di raccolta del materiale gamico (ACCOGLI *et al.*, 2000).

Si è cercato di stabilire l'optimum della resa vegetativa in condizioni non controllate, in serra fredda, utilizzando contenitori adeguati alle dimensioni dei semi e substrati naturali o seminaturali il più possibile vicini a quelli degli habitat naturali di provenienza. Tali condizioni di propagazione hanno permesso di osservare eventi che si verificano anche in natura, come la competizione con plantule di specie infestanti, predatori fitofagi (afidi, lumache, isopodi), condizioni di stress idrico (prolungata aridità o umidità) che compromettevano la resa di germinazione.

Per garantire la conservazione e mantenere un'elevata biodiversità sul territorio, occorre che il periodo di permanenza *ex situ* sia alquanto breve e veloce la reintroduzione in situ.

LETTERATURA CITATA

- ACCOGLI R., SCANDURA S., MARCHIORI S., 1999 – *Moltiplicazione di specie di interesse fitogeografico nell'Orto Botanico di Lecce*. Atti 94° Congresso S.B.I., Ferrara, 23-25 Settembre 1999: 153.
- ACCOGLI R., MARCHIORI S., MEDAGLI P., IPPOLITO F., 2000 – *Conservazione ex situ di piante delle Liste Rosse della Puglia. Primi risultati*. Cahier Options Méditerranéennes ser. A: Mediterranean Seminars N. 47 "La Cooperazione Italo-Albanese per la valorizzazione della biodiversità". CIHEAM, Bari, Ed. Ricciardi L., Myrta A., De Castro F.
- ALESSANDRINI A., ANZALONE B., BALLELLI S., BARBERIS G., BERNARDO L., BLASI C., BOCCHIERI E., BOVIO M., BRULLO S., CAPORALI C., CONTI F., FASCETTI S., GALASSO G., GUBELLINI L., LASEN C., LUCCHESI F., MEDAGLI P., POLDINI L., PROSSER F., RAFFAELLI M., RAIMONDO F.M., SANTANGELO A., SBURLINO G., SCOPPOLA A., SINISCALCO C., SPAMPINATO G., TORNADORE N., VALSECCHI F., WILHALM T., 2002 – *Completamento delle conoscenze naturalistiche di base. Modulo A: l'analisi floristica a scala nazionale*. Atti 97° Congresso S.B.I., Lecce, 24-27 Settembre 2002: 166.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992 – *Lista Rossa*

Nazionale delle piante d'Italia. WWF Italia, Roma. —, 1997 – *Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia*. WWF Italia, S.B.I., Univ. Camerino.

Primo contributo alla conoscenza floristica dei licheni salentini

M. DURINI e P. MEDAGLI. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

Il proposito degli Autori è quello di arricchire la conoscenza lichenologica del Salento e più in generale della Puglia meridionale, cioè di quella parte del territorio regionale meno studiata (NIMIS, 1993). L'obiettivo è quello di realizzare nel medio termine una check-list della flora lichenologica del Salento. Allo stato attuale i taxa rilevati e determinati risultano 89, di cui 22 specie nuove per la Puglia. Predominano le forme crostose tra cui si citano: *Arthothelium ruanum* (Massal.) Körber, *Caloplaca aegatica* Giralt, Nimis & Poelt, *Petractis luetkemuelleri* (Zahlbr.) Vezda, *Pyrenula chlorospila* Arnold. Tra le forme fogliose di un certo interesse si evidenziano le due specie: *Parmotrema hypoleucinum* (Steiner), *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy, la cui distribuzione peraltro riguarda solo il versante adriatico della Penisola Salentina. (DURINI, MEDAGLI, 2002). Tra le forme fruticose merita menzione *Ramalina pusilla* Duby. Una dozzina di taxa, appartenenti prevalentemente ai generi *Caloplaca*, *Collema*, *Squamarina*, *Verrucaria*, restano ancora da determinare.

Il materiale raccolto è stato conservato in apposite buste presso l'Erbario Lichenologico del Museo Missionario Cinese e di Storia Naturale di Lecce, in fase di allestimento, che raccoglie campioni provenienti da varie regioni italiane. Ogni specie è stata registrata su una scheda che riporta: località, altitudine, substrato, forma di crescita, data di raccolta ed aspetti ecologici (es. associazione con altri licheni, rapporti di parassitismo, esposizione a fattori abiotici ambientali come luce, pioggia, posizionamento geografico).

Le singole schede sono state completate con una documentazione grafica (principali aspetti morfo-anatomici rilevati) e fotografica.

LETTERATURA CITATA

- DURINI M., MEDAGLI P., 2002 – *Contributo alla conoscenza floristica dei licheni italiani: flora lichenica della costa di Nardò e Porto Cesareo (Le)*. *Thalassia Salentina*, 26: 19-30
- NIMIS P. L., 1993 – *The Lichens of Italy (an annotated catalogue)*.

Cambiamenti climatici e processi di desertificazione in atto nella Penisola Salentina: primo contributo

S. SCANDURA. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

Negli stati membri dell'Unione Europea che si trovano affacciati sul Mediterraneo la degradazione del suolo attraverso fenomeni di desertificazione è divenuta un problema primario: due terzi della Spagna, le regioni dell'Algarve e dell'Alentejo nel sud del Portogallo, il Mezzogiorno in Italia, la maggior parte delle grandi isole greche e la Corsica sono tutte interessate dal rischio di desertificazione (MONTANARELLA, 2001; <http://www.eea.eu.int>).

Varie organizzazioni internazionali hanno elaborato indici sintetici che permettano di valutare il rischio di desertificazione a partire da dati climatici, pedologici e vegetazionali (UNCCD, 1994; <http://www.unccd.int>). La valutazione del tipo e della qualità della copertura vegetale è un fattore fondamentale per determinare l'entità del rischio. L'indice di qualità della vegetazione (VQI) attribuisce ad ogni classe di uso del suolo secondo CORINE Land Cover quattro parametri: protezione dall'erosione (ErosionProtection), resistenza agli incendi (ResistFire), copertura (Coverage), resistenza all'aridità (ResistDrought). Per ognuno dei parametri i valori vanno da 0 a 2, con 2 che indica il massimo rischio e 0 la massima protezione. L'indice VQI è dato dalla media pesata dei quattro indici (ENNE, ZUCCA, 2000; <http://dismed.eionet.eu.int>).

$VQI = (ResistFire + ErosionProtection + ResistDrought + Coverage) \cdot 10 / 4$

Il Laboratorio di Botanica Sistematica dell'Università di Lecce è impegnato in un progetto che coinvolge la Provincia di Lecce ed i Dipartimenti di Scienza dei Materiali e di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali dell'Università: scopo del progetto è la realizzazione di una carta della vegetazione e dell'uso del suolo della Provincia in scala 1:10000, e di una carta derivata dell'indice di qualità della vegetazione.

LETTERATURA CITATA

- ENNE G., ZUCCA C., 2000 – "Desertification indicators for the European Mediterranean region". *State of the art and possible methodological approaches*. ANPA, Rome. 121 pp.
- MONTANARELLA L., 2001 – *Indicazione delle aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia*. Documenti del territorio, n. Speciale Monografico 2001.
- UNCCD, 1994 – *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. Parigi, 17 giugno 1994.
- <http://dismed.eionet.eu.int> – *Desertification Information System for the Mediterranean*.
- <http://www.unccd.int> – *Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification*.
- <http://www.eea.eu.int> – *European Environment Agency*.

Influenza dei fitofarmaci sulle specie infestanti

F. CAFORIO. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

I diserbanti sono composti chimici che, opportunamente distribuiti sul terreno o sulla vegetazione, causano la morte o il danneggiamento di alcune o di tutte le specie vegetali (COVARELLI, 1995).

Il costo dei prodotti fitosanitari nel mercato italiano è cresciuto del 23% nel corso degli ultimi 10 anni; nel contempo si è verificata la diminuzione dei quantitativi consumati. Ciò riflette da un lato il trend inflazionistico dell'ultimo decennio, dall'altro la graduale e continua introduzione di prodotti fitosanitari a basse dosi di impiego (AA.VV., 2001). Nonostante questa tendenza la realtà agricola pugliese mostra ancora un elevato consumo di questi prodotti (<http://www.istat.it>).

Nell'ambito di uno studio sulla vegetazione infestante del Salento, effettuato sulle principali colture del territorio, quali oliveti, seminativi e vigneti (INEA, 2002), e dal confronto fra agricoltura biologica e agricoltura convenzionale, sono state riscontrate delle anomalie morfologiche.

Le anomalie morfologiche riscontrate in campo riguardano specie appartenenti a famiglie diverse. In particolare, accanto ad un individuo normalmente sviluppato, convivono individui con alterazioni ben evidenti come nel caso di *Plantago lagopus* L., specie che normalmente sviluppa uno scapo florale unico e che in questo caso presenta uno scapo florale ramificato. Alcuni esemplari di *Matricaria chamomilla* L. mostrano una modificazione della struttura del capolino con una introflessione o formazione di un nuovo capolino su quello già esistente, oltre al fenomeno della fasciazione (malformazione che si presenta in diversi organi delle piante come radici, fusti, rami e piccoli peduncoli fiorali che diventano appiattiti). In alcuni individui di un popolamento di *Anthemis arvensis* L. è stato trovato un capolino i cui fiori ligulati sono inseriti in modo anomalo e disordinato, non rispettando la normale simmetria raggiata; mentre nel caso di *Bellardia trixago* (L.) All. degli esemplari formano un nuovo fiore con relativo peduncolo florale dall'ovario di un fiore già esistente. In alcuni esemplari di *Sherardia arvensis* L. nella parte terminale del fusto non si distingue più la regione fogliare dai fiori stessi, formando un unico ammasso globoso. Interi popolamenti di *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. e *Rumex bucephalophorus* L. mostrano dimensioni profondamente alterate, con una sostanziale riduzione dell'altezza con crescita e portamento molto differente dalle piante che si sviluppano in condizione normali. Alcuni esemplari di *Lolium* sp. mostrano un ripiegamento della spiga e anomalie morfologiche delle spighe. Infine, esemplari di *Oxalis pes-caprae* L. presentano un fenomeno di polipetalia con un numero di petali significativamente più alto del normale.

L'effetto teratogeno che deriva probabilmente dall'utilizzo eccessivo dei diserbanti, ha inciso notevolmente sulla morfologia della pianta, alterando il normale sviluppo dell'embrione e causando malformazioni nel nuovo individuo.

La lotta alla vegetazione spontanea nelle colture non deve avere come obiettivo l'eliminazione totale delle infestanti, cosa tra l'altro impossibile senza elevatissimi costi economici ed ambientali, ma il mantenimento di un equilibrio, agronomicamente accettabile, tra pianta infestante e colture.

LETTERATURA CITATA

- AA.VV., 2001 – *Prodotti fitosanitari in agricoltura - Andamento e previsioni*. Federchimica. Agrofarma.
 COVARELLI G., 1995 – *Principi di controllo della flora infestante*. Edagricole, Bologna.
 INEA, 2002 – *L'agricoltura in Puglia 2000-2002*.
<http://www.istat.it> – ISTAT. *Dati congiunturali sui mezzi di produzione 2001*.

Check-List ed analisi corologica della Flora salentina

C. MELE, P. MEDAGLI, A. ALBANO e S. MARCHIORI. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

Dopo diversi anni di ricerche di campo si è giunti alla determinazione di pubblicare una checklist della flora salentina. I dati sono stati desunti sulla base di reperti raccolti in ogni luogo ed habitat del Salento, campioni d'erbario, conservati nell'erbario del Di.S.Te.B.A., Herbarium Lupiense (LEC), e dati bibliografici, relativi all'ultimo ventennio.

La determinazione di ciascuna entità è stata effettuata prevalentemente su materiale fresco. Questo lavoro è stato fatto con l'ausilio di chiavi analitiche appartenenti a diverse flore (FIORI, 1924-29; TUTIN *et al.*, 1964-1980; ZANGHERI, 1976; PIGNATTI, 1982).

Per taxa con particolari problematiche sono state utilizzati lavori monografici, in particolare, SAENZ LAIN (1981) per il genere *Daucus*, GRÜNANGER (2000) per la famiglia delle *Orchidaceae* ecc... Per le pteridofite si è fatto riferimento alla nuova edizione del primo volume di "Flora Europaea" (TUTIN *et al.*, 1993).

Si è voluto commentare questo elenco procedendo ad una analisi degli spettri biologici e corologici e confrontandoli con quella effettuata da MARCHIORI, TORNADORE (1988), sulla base di una lista floristica realizzata principalmente con dati bibliografici.

Dai valori emersi con l'elaborazione dei dati si può affermare che il Salento presenta una notevole biodiversità se si considera:

- l'elevato numero di specie rinvenute nell'area di studio;

- il numero di specie appartenenti alle Liste Rosse Regionali e Nazionali (CONTI *et al.*, 1992, 1997);
 - il numero di taxa con elevato interesse fitogeografico;

- il numero di specie endemiche.

In particolare lo studio ha confermato la presenza nel Salento di specie di antica segnalazione e ha consentito il rinvenimento di entità di nuova segnalazione, mentre purtroppo alcune segnalazioni del passato (GROVES, 1887) non sono state riconfermate di recente e queste entità vanno considerate in grave pericolo di estinzione o come probabilmente estinte a livello locale.

LETTERATURA CITATA

- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992 – *Libro Rosso delle piante d'Italia*. Associazione Italiana per il World Wildlife Fund. TIPAR Poligrafica Editrice, Roma.
 —, 1997 – *Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia*. Ministero dell'ambiente, Società Botanica Italiana, World Wildlife Fund. Italia, Roma.
 FIORI A., 1924-29 – *Nuova flora analitica d'Italia*. Edagricole, Bologna.
 GROVES E., 1887 – *Flora della costa meridionale della Terra d'Otranto*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 19:110-219.
 GRÜNANGER P., 2000 – *Orchidaceae d'Italia*. Quad. Bot. Ambientale Appl., 11: 3-80.
 MARCHIORI S., TORNADORE N., 1988 – *Aspetti quantitativi e qualitativi della flora del Salento (Puglia Meridionale - Italia)*. Thalassia Salentina, 18: 21-46.
 PIGNATTI S., 1982 – *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
 SAENZ LAIN C., 1981 – *Research on Daucus L. (Umbelliferae)*. Actas III Congr. OPTIMA. Anales Jard. Bot. Madrid, 37 (2): 481-534.
 TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB. D.A., 1964-80 – *Flora Europaea*. Cambridge University Press.
 TUTIN T. G., BURGINS N. A., CHATER A. O., EDMONSON J. R., HEYWOOD V.H., MOORE D. M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB. D.A., 1993 – *Flora Europaea*. Vol. I, Second ed. Cambridge University Press.
 ZANGHERI P., 1976 – *Flora Italica*. Cedam Ed., Padova.

Alterazione dello stato redox di ascorbato e glutazione e soppressione di ascorbico perossidasi durante la morte cellulare programmata indotta da shock termico

M.C. DE PINTO e L. DE GARA. Dipartimento di Biologia e Patologia Vegetale, Università di Bari.

La morte cellulare programmata (PCD) di specifici gruppi di cellule è parte del normale sviluppo vegetativo e riproduttivo delle piante. L'attivazione della PCD si verifica durante il differenziamento degli elementi tracheali (FUKUDA, 2000), dei gametofiti femminili (WU, CHEUN, 2000) e durante lo sviluppo

dell'endosperma e dell'aleurone dei cereali (YOUNG, GALLIE, 2000). La PCD è anche una componente essenziale delle risposte di difesa attivate nei tessuti vegetali da stress di tipo biotico e abiotico (BEERS, MC DOWELL, 2001). Un evento critico comune ai diversi tipi di PCD è l'esistenza di un "burst ossidativo" dovuto ad una sovrapproduzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS). Tra le ROS, il perossido di idrogeno, essendo diffusibile attraverso le membrane, agisce come molecola segnale per l'attivazione di vie metaboliche coinvolte nella PCD. Recentemente è stato suggerito che cambiamenti nei sistemi responsabili dell'eliminazione delle ROS siano coinvolti nella trasduzione del segnale che porta alla PCD (DE PINTO *et al.*, 2002). Per approfondire questo aspetto, la PCD è stata indotta in cellule di tabacco della linea BY-2 con uno shock termico. I risultati ottenuti confermano che la produzione e/o accumulo di H_2O_2 è un punto cruciale per il raggiungimento della PCD. Infatti, basse concentrazioni di H_2O_2 inducono PCD, mentre concentrazioni alte portano a morte per necrosi. L'attivazione di PCD indotta da shock termico richiede anche la soppressione dei sistemi antiossidanti. Nella PCD indotta da shock termico lo stato redox dell'ascorbato e del glutatione sono spostati fortemente verso la loro forma ossidata. Inoltre, l'attività dell'isoenzima citosolico dell'ascorbato perossidasi (cAPX), enzima chiave nella rimozione dell' H_2O_2 , è fortemente ridotta. Il calo nella cAPX sembra essere uno degli eventi precoci che avviene durante l'attivazione della PCD: 10 minuti dopo l'induzione di PCD l'attività di cAPX è quasi dimezzata, mentre sono richieste 24 ore per dimezzare la vitalità cellulare. Un decremento nella quantità di proteina evidenziata da analisi di Western Blotting e cambiamenti nelle caratteristiche cinetiche dell'APX sembrano precedere il decremento nella sua espressione genica, evidente solo dopo 6 ore. I cambiamenti nell'espressione e nelle caratteristiche catalitiche dell'APX probabilmente contribuiscono ad una regolazione del livello di H_2O_2 , capace di attivare o di mantenere il programma apoptotico.

LETTERATURA CITATA

- BEERS E.P., MCDOWELL J.M., 2001 – *Regulation and execution of programmed cell death in response to pathogens, stress and developmental cues*. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 4: 561-567.
- DE PINTO M.C., TOMMASI F., DE GARA L., 2002 – *Changes in the antioxidant systems as part of the signaling pathway responsible for the programmed cell death activated by nitric oxide and reactive oxygen species in tobacco by-2 cells*. *Plant Physiol.*, 130: 698-708.
- FUKUDA H., 2000 – *Programmed cell death of tracheary elements as a paradigm in plants*. *Plant Mol. Biol.*, 44: 245-53.
- WU H.M., CHEUN A.Y., 2000 – *Programmed cell death in plant reproduction*. *Plant Mol. Biol.*, 44: 267-281.
- YOUNG T.E., GALLIE D.R., 2000 – *Programmed cell death during endosperm development*. *Plant Mol. Biol.*, 44: 283-301.

Regolazione dei sistemi antiossidanti da parte delle specie reattive dell'ossigeno prodotte in situazioni di stress nelle cellule vegetali

A. PARADISO, M. C. DE PINTO, M. LOPEZ SERRANO*, F. TOMMASI e L. DE GARA. Dipartimento di Biologia e Patologia Vegetale, Università di Bari. *Departamento de Fisiologia Vegetal, Campus Espinardo, Universidad de Murcia (Spagna).

Le situazioni di stress sono generalmente caratterizzate da una sovrapproduzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS). Le piante resistenti agli stress abiotici sono in grado di potenziare i sistemi di detossificazione dalle ROS così da ripristinare un corretto equilibrio redox cellulare. La stessa sovrapproduzione di ROS sembra costituire un segnale molecolare per l'attivazione di risposte di difesa. Recentemente, sono stati individuati specifici fattori che controllano la trascrizione di enzimi coinvolti nella risposta allo stress ossidativo, chiarendo, così, un ulteriore passaggio del meccanismo con cui la cellula risponde alle condizioni ambientali (PASTORI, FOYER, 2002). E' stato inoltre messo in evidenza che la produzione di ROS può anche attivare un processo di morte cellulare programmata (PCD) (DE GARA *et al.*, 2003). Un fattore discriminante tra l'attivazione di enzimi di rimozione delle ROS e quella delle vie metaboliche che portano alla PCD sembra essere la quantità di ROS, in particolare di perossido di idrogeno, presenti nelle cellule: al di sopra di un certo valore soglia, la cellula sembra sopprimere i meccanismi di difesa avviandosi verso un processo di morte cellulare programmata. In lavori precedenti, è stato osservato che l'attivazione della PCD richiede la soppressione dei sistemi antiossidanti: l'ascorbato e il glutatione spostano il loro stato redox verso la forma ossidata; l'attività enzimatica dell'ascorbato perossidasi cala drasticamente (DE PINTO *et al.*, 2002; DE GARA, 2003). Questi eventi sono necessari per consentire la persistenza e la modulazione delle ROS, che sembrano fungere da messaggeri secondari, piuttosto che da semplice causa di tossicità.

Lo scopo delle ricerche che stiamo conducendo è caratterizzare se e come una diversa produzione di perossido di idrogeno sia in grado di stimolare o sopprimere le vie di eliminazione delle ROS. I dati finora ottenuti indicano che quando il perossido di idrogeno viene prodotto al di sotto di un certo valore soglia si ha un aumento dei pool di ascorbato e glutatione e dell'attività ascorbato perossidasi. Se il perossido di idrogeno viene, invece, prodotto a concentrazioni maggiori, oltre ad avviarsi il processo di morte cellulare programmata, si verifica una drastica diminuzione dell'attività ascorbato perossidasi. La regolazione di questo enzima sembra essere complessa e probabilmente coinvolge, in tempi differenti, sia l'espressione genica che controlli post-traduzionali.

LETTERATURA CITATA

- DE GARA L., 2003 – *Ascorbate metabolism and plant*

growth - from germination to cell death. In: ASARD H., MAY J. e SMIRNOFF N. (Eds.), BIOS Scientific Publishers Ltd Oxford. "Vitamin C: its function and biochemistry in animals and plants": 83-95

DE GARA L., DE PINTO M.C., TOMMASI F., 2003 - *The antioxidant system vis à vis reactive oxygen species during plant pathogen interaction*. Plant Physiol. Biochem., 41: 863-870.

DE PINTO M.C., TOMMASI F., DE GARA L., 2002 - *Changes in the antioxidant systems as part of the signaling pathway responsible for programmed cell death activated by nitric oxide and reactive oxygen species in tobacco Bright-Yellow 2 cells*. Plant Physiol., 130: 698-708.

PASTORI C., FOYER C., 2002 - *Common components, networks and Pathways of cross-tolerance to stress*. Plant Physiol., 129: 460-468.

Alterazioni del metabolismo dell'ascorbico e del glutatone durante la conservazione di semi di *Ginkgo biloba* L.

F. TOMMASI, C. PACIOLLA, M.C. DE PINTO e L. DE GARA. Dipartimento di Biologia e Patologia Vegetale, Università di Bari.

Ginkgo biloba L., specie molto antica, riscuote molto interesse per la sua storia, per alcune sue caratteristiche morfologiche e fisiologiche e per la sua utilizzazione sia come pianta ornamentale sia come fonte di sostanze che trovano numerose applicazioni in vari campi dalla biologia alla medicina. Molti aspetti della sua biologia riproduttiva sono ancora oggi non del tutto conosciuti; solo recentemente è stato dimostrato che i suoi semi non subiscono una fase di post maturazione dopo il distacco dalla pianta madre, ma sono già completamente sviluppati al momento della disseminazione (HOLT, ROTHWELL, 1997). I semi di *G. biloba* possono essere considerati "recalcitranti" in quanto si distaccano dalla pianta madre con un elevato contenuto d'acqua e sono molto sensibili alla disidratazione. Molti aspetti della fisiologia dei semi recalcitranti sono poco noti (PAMMENTER, BERJACK, 1999; HENDRY *et al.*, 1992) anche se il problema della conservazione di tali semi ha una notevole rilevanza applicativa perché sono recalcitranti i semi di molte specie arboree e di origine tropicale. Le caratteristiche morfologiche dei semi di *G. biloba*, quali l'embrione ben sviluppato e immerso in un endosperma aploide da cui è facilmente separabile, li rendono particolarmente adatti a costituire un sistema modello per lo studio dei meccanismi fisiologici della recalcitranza (LIANG, SUN, 2002). In questo lavoro i due principali sistemi antiossidanti, l'ascorbico e il glutatone, sono stati studiati durante la conservazione di semi di *G. biloba* a 4 e a 25°C. I risultati ottenuti hanno evidenziato che la conservazione a 4°C per sei mesi non compromette la capacità germinati-

va di tali semi, mentre la conservazione a 25°C determina un notevole calo della germinabilità ed evidenti danni ai tessuti, soprattutto endospermatici. La conservazione a basse temperature non blocca comunque il deterioramento del seme che procede inesorabilmente, anche se più lentamente. Il contenuto di ascorbico cala drasticamente negli embrioni conservati a 25°C, rimane invariato in quelli conservati a 4°C; il contenuto di glutatone decresce in entrambi, ma soprattutto in quelli conservati a 25°C. Un drastico calo dell'attività dell'ascorbato perossidasi è osservabile sia nei semi conservati a 4°C che in quelli conservati a 25°C, soprattutto nell'embrione, indicando che probabilmente la poco efficiente rimozione del perossido di idrogeno potrebbe essere implicata nel precoce deterioramento di questi semi.

LETTERATURA CITATA

HENDRY G.A.F., FINCH-SAVAGE W.E., THORP P.C., ATHERTON N.M., BUCKLAND S.M., NILSSON K.A., SEEL W.E., 1992 - *Free radical processes and loss of seed viability during desiccation in the recalcitrant species Quercus robur L.* New Phytol, 122: 273-279.

HOLT B.F., ROTHWELL G.W., 1997 - *Is Ginkgo biloba an oviparous plant?* Am. J. Bot., 84: 870-872.

LIANG Y., SUN W.Q., 2002 - *Rate of dehydration and cumulative desiccation stress interacted to modulate desiccation tolerance of recalcitrant Cocoa and Ginkgo embryonic tissues*. Plant Physiol, 128: 1323-1331.

PAMMENTER N.W., BERJACK P., 1999 - *A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation tolerance mechanism*. Seed Sci. Res., 9: 13-37.

Studio dell'organizzazione del sistema di endomembrane in diversi sistemi vegetali

G.P. DI SANSEBASTIANO e G. DALESSANDRO. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università di Lecce.

L'uso di GFP chimeriche permette oggi un nuovo approccio, in vivo, allo studio del sistema di endomembrane. In particolare, GFP con localizzazione vacuolare stanno rendendo possibile lo studio dell'origine e fisiologia del sistema vacuolare. La loro descrizione nei vacuoli di tessuti vegetali pienamente differenziati è stata pubblicata con notevole ritardo rispetto alla pubblicazione di risultati simili in protoplasti (SWANSON *et al.*, 1998; DI SANSEBASTIANO *et al.*, 2001). Solo recentissime pubblicazioni hanno mostrato la distribuzione di GFP vacuolari in piante intere di *Arabidopsis thaliana* cv. *Wassilevskaja* (FLUCKIGER *et al.*, 2003) e cv. *Columbia* (TAMURA *et al.*, 2003); oppure di *Nicotiana tabacum* (DI SANSEBASTIANO *et al.*, 2004). Gli studi citati, condotti in laboratori diversi, hanno messo in evidenza un sorprendente grado di variabilità. Oltre a linee

transgeniche di *Arabidopsis thaliana* e *Nicotiana tabacum* già disponibili, abbiamo prodotto nuove linee transgeniche di *N. benthamiana* per effettuare uno studio comparato. Si è proceduto ad analisi attraverso microscopia confocale e biochimica. Grazie alla microscopia confocale si è effettuato il confronto della distribuzione della fluorescenza, rappresentativo dell'organizzazione del complesso vacuolare. L'analisi biochimica ha riguardato la stabilità delle GFP vacuolari sottoposte all'azione di proteasi vacuolari luce-dipendenti (TAMURA *et al.*, 2003). Il comportamento delle stesse GFP vacuolari nelle diverse specie vegetali citate, pur rappresentando i più diffusi sistemi sperimentali, non è omogeneo. Il pattern di fluorescenza mette in evidenza una diversa organizzazione del sistema vacuolare in cellule di *Arabidopsis* e *Nicotiana*; inoltre, l'influenza della degradazione proteolitica nelle condizioni anche estremamente acide dei vacuoli, è diversa nelle piante transgeniche delle tre specie esaminate. Vi è poca letteratura sull'espressione di GFP solubili in compartimenti del sistema di secrezione di piante transgeniche ed inoltre si tratta sempre di studi su promotori tessuto specifici o su espressioni transienti. Al contrario è necessario conoscere i meccanismi e l'efficienza dell'accumulo di proteine esogene in diverse specie vegetali in vista di applicazioni biotecnologiche.

LETTERATURA CITATA

- DI SANSEBASTIANO G.P., PARIS N., MARC-MARTIN S., NEUHAUS J.-M., 2001 – *Regeneration of a lytic central vacuole and of neutral peripheral vacuoles can be visualized by green fluorescent proteins targeted to either type of vacuoles*. Plant Physiol., 126: 78-86.
- DI SANSEBASTIANO G.P., RENNA L., PIRO G., DALESSANDRO G., 2004 – *Stubborn GFPs in Nicotiana tabacum vacuoles*. Plant Biosystems, 138: 37-42.
- FLUCKIGER R., DE CAROLI M., PIRO G., DALESSANDRO G., NEUHAUS J.-M., DI SANSEBASTIANO G.P., 2003 – *Vacuolar system distribution in Arabidopsis tissues, visualized using GFP fusion proteins*. J. Exp. Bot., 54: 1-8.
- SWANSON S.J., BETHKE P.C., JONES R.L., 1998 – *Barley aleurone cells contain two types of vacuoles. Characterization of lytic organelles by use of fluorescent probes*. Plant Cell., 105: 685-698.
- TAMURA K., SHIMADA T., ONO E., TANAKA Y., NAGATANI A., HIGASHI S.I., WATANABE M., NISHIMURA M., HARA-NISHIMURA I., 2003 – *Why green fluorescent fusion proteins have not been observed in the vacuoles of higher plants*. Plant J., 35: 545-555.

Biosintesi dei polisaccaridi esocellulari e di parete in *Leptolyngbya* sp.VRUC 135

C. CONGEDO, G. DALESSANDRO e G. PIRO.
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed

Ambientali, Università di Lecce.

I cianobatteri sono microrganismi fotoautotrofi con parete tipicamente gram-negativa caratterizzati dalla presenza di rivestimenti addizionali di natura polisaccaridica denominati genericamente come esopolisaccaridi (EPS). Durante la crescita in coltura, materiale polisaccaridico può essere rilasciato come materiale solubile in acqua (RPS) (DE PHILIPPIS, VINCENZINI, 1998). Gli RPS cianobatterici costituiscono una importante risorsa per la produzione di materiale di interesse industriale; questi polisaccaridi sono facilmente recuperabili dal terreno di coltura e sono oggetto di attenzione per la loro possibile utilizzazione in campo biotecnologico. Le specie appartenenti al genere *Leptolyngbya* sono frequenti negli ipogei romani dove colonizzano affreschi e substrati lapidei formando biofilms che determinano notevoli problemi per la conservazione delle opere d'arte (ALBERTANO, 1993). In questo lavoro è stata studiata la biosintesi e la composizione dei polisaccaridi secreti, dei polisaccaridi esocellulari e dei polisaccaridi di parete in *Leptolyngbya* sp. VRUC 135 gentilmente fornita dalla prof.ssa Albertano dell'Università "Tor Vergata" di Roma. Cellule di *Leptolyngbya* sp. VRUC 135 sono state prelevate al 60° giorno di crescita e incubate per 3h in presenza di D-[U-¹⁴C]glucosio. Al termine del periodo di incubazione i cianobatteri sono stati pellettati attraverso centrifugazione e il sovrantante è stato trattato con etanolo per precipitare i polisaccaridi secreti. Le cellule, private del pool endogeno sono state sottoposte ad estrazione in acqua a 100°C al fine di estrarre gli esopolisaccaridi e quindi omogenate per isolare ulteriori esopolisaccaridi e le pareti cellulari. Queste ultime sono state sottoposte a digestione enzimatica con α -amilasi, pronasi e fosfolipasi C; la frazione residua è stata sottoposta ad estrazioni selettive in CDTA, Na₂CO₃ e KOH a diverse concentrazioni (0,5;1,0;4,0M) (SELVENDRAN, RYDEN, 1990). Tutte le frazioni sono state idrolizzate con TFA; il residuo insolubile nei diversi estraenti è stato idrolizzato in H₂SO₄ 3%. La caratterizzazione dei polisaccaridi estratti è stata effettuata attraverso elettroforesi e cromatografie su carta. I risultati ottenuti evidenziano che in *Leptolyngbya* sp. VRUC 135 c'è un'attiva sintesi di polisaccaridi secreti, esocellulari e di parete. Questi polisaccaridi sono caratterizzati da una elevata percentuale di residui glucosidici e basse percentuali di xilosio, ramnosio, galattosio. Altri zuccheri sono presenti in tracce. La solubilizzazione dei polisaccaridi nei diversi estraenti chimici indica una complessa organizzazione della parete e dei polisaccaridi esocellulari.

LETTERATURA CITATA

- ALBERTANO P., 1993 – *Epilithic algal communities in hypogean monuments environment*. Giorn. Bot. Ital., 127: 385-392.
- DE PHILIPPIS R., VINCENZINI M., 1998 – *Exocellular polysaccharides from cyanobacteria and their possible applications*. FEMS Microbiol. Rev., 22: 151-175.

SELVENDRAN R.R., RYDEN P., 1990 – In: *Methods in Plant Biochemistry*, vol. 2: 549-579. Academic Press, Norwich.

1999 – *Oxygen and nutrient dynamics within mats of the filamentous macroalga Chaetomorpha linum*. *Estuaries*, 22: 31-38.

PARENZAN P., 1981 – *Salviamo il Galeso*. Thal. Sal., 11: 159-161.

Osservazioni sui popolamenti algali del fiume Galeso (Taranto) ed indagini preliminari sugli adattamenti ecofisiologici di *Chaetomorpha linum* (*Chlorophyta*)

E. CAPUTO e M.C. DE TULLIO. Dipartimento di Biologia e Patologia Vegetale, Università di Bari.

Il fiume Galeso è un breve corso d'acqua che sfocia nel Mar Piccolo di Taranto ed è caratterizzato da notevoli differenze nella salinità delle acque in diverse parti del suo corso (PARENZAN, 1981). L'indagine floristica ha evidenziato la presenza di varie macroalghe localizzate in posizioni diverse lungo il corso del fiume. In condizioni di bassa salinità, presso la sorgente, si sono riscontrate specie tipiche di acqua dolce, tra cui *Oedogonium* sp., *Spyrogyra* sp. e *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kuetzing.

In condizioni intermedie tra quelle prettamente marine e quelle fluviali prevalgono altre *Chlorophyta* tra cui *Monostroma oxyspermum* e soprattutto *Chaetomorpha linum* (O. F. Mueller) Kuetzing, che va a costituire densi e spessi tappeti (fino a 50 cm) che ricoprono l'intero alveo del fiume nella zona di introgresione delle acque marine. In alcuni periodi dell'anno si osserva la presenza della *Rhodophyta* *Gracilaria bursa-pastoris* (S. G. Gmelin) P. C. Silva. Si sono riscontrate profonde variazioni stagionali nei popolamenti algali nel periodo ottobre 2002 - settembre 2003. In particolare, *C. linum* è presente principalmente nei mesi invernali e regredisce in primavera, in concomitanza con una massiccia fioritura di diatomee epifite. Dati preliminari sulla capacità di adattamento di *C. linum* (tipica alga di estuario) alle variazioni di salinità mostrano un significativo aumento dell'attività degli enzimi acido ascorbico ossidasi (AAO) e deidroascorbico riduttasi in condizioni di elevata salinità. Inoltre si osserva una diminuzione dell'attività di AAO all'aumentare della densità dell'alga, ovvero quando la distribuzione di ossigeno e nutrienti nei tappeti di *C. linum* può risultare un fattore limitante (KRAUSE-JENSEN *et al.*, 1999). I dati ottenuti sono in accordo con l'ipotesi di un ruolo specifico di AAO nel management dell'ossigeno negli organismi fotosintetici (DE TULLIO *et al.*, 2004).

LETTERATURA CITATA

DE TULLIO M.C., LISO R., ARRIGONI O., 2004 – *Ascorbic acid oxidase: an enzyme in search of a role*. Biol. Plant., (in stampa).
KRAUSE-JENSEN D., CHRISTIANSEN P.B., RYSGAARD S.,

Percorsi didattici di biologia vegetale per la scuola media inferiore: meglio prevenire che curare

M.C. DE TULLIO. Dipartimento di Biologia e Patologia Vegetale, Università di Bari.

E' ampiamente diffusa tra i docenti universitari la convinzione che il livello di preparazione di base delle matricole sia di anno in anno sempre più basso. Ciononostante, è ben raro che si organizzino interventi diretti nelle scuole per cercare di invertire questa tendenza. In questo quadro si colloca il tentativo di strutturare tre percorsi didattici incentrati su grandi tematiche della biologia (Teoria cellulare; Genetica e Biotecnologie; Respirazione e Fotosintesi) ad uso dei docenti e degli studenti delle scuole secondarie di primo grado. Tali argomenti di ampio respiro vengono trattati utilizzando i notevoli mezzi didattici che la biologia vegetale mette a disposizione degli insegnanti (LONGO, 1998). Obiettivo dei percorsi didattici elaborati è quello di andare oltre il concetto secondo cui la pratica di laboratorio è di per sé uno strumento valido in termini di trasferimento delle conoscenze scientifiche, concetto ormai ampiamente superato dalla recente ricerca in campo didattico (HART *et al.*, 2000). Viceversa, si è cercato di utilizzare le esperienze di laboratorio come metodo di approfondimento in un quadro strutturato di attività teoriche e pratiche. Il percorso sulla cellula, partendo da semplici elementi quali il concetto di misure lineari e passando attraverso l'uso progressivo di vari mezzi di osservazione (occhio, lente di ingrandimento, microscopio stereoscopico, microscopio ottico) conduce l'alunno ad una discussione su cellule, tessuti ed organi. Il percorso sulla genetica e le biotecnologie si vale dell'uso di piante a ciclo vitale rapido per caratterizzare la progenie risultante dagli incroci tra piante wild type e mutanti carenti in gibberellina, ricostruendo così le esperienze di Mendel nel corso di un anno scolastico. Il terzo percorso parte dalla realizzazione di un modello in scala della composizione dell'aria e, attraverso una rappresentazione modellistica delle reazioni di combustione e respirazione, giunge ad identificare le piante come produttori primari di ossigeno e zuccheri mediante una serie di esperienze pratiche. Questi percorsi, preparati in collaborazione con l'Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali (ANISN), sono stati presentati a docenti di scuola media inferiore, che li

stanno attualmente utilizzando come strumenti didattici. I percorsi prevedono delle schede per l'osservazione guidata. Tali schede, una volta completate dagli alunni, verranno analizzate al termine dell'anno scolastico in corso allo scopo di valutare l'efficacia dei percorsi didattici proposti.

LETTERATURA CITATA

HART C., MULHALL P., BERRY A., LOUGHRAN J., GUNSTONE, R., 2000 – *What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments?* J. Res. Sci. Teach., 37: 655-675.

LONGO C., 1998 – *Didattica della biologia*. La Nuova Italia, Firenze.

Specie attive dell'ossigeno e dell'ossido nitrico: effetto sulla sintesi di legami crociati ammidici nella parete di cellule in sospensione di *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

M. LENUCCI, G. PIRO e G. DALESSANDRO. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università degli Studi di Lecce.

L'irrigidimento della parete come risposta all'attacco di un patogeno coinvolge la formazione di nuovi cross-link interpolimerici (WOJTASZEK *et al.*, 1995; EL-GENDY *et al.*, 2001). La lisina ha la potenzialità di formare legami ammidici tra proteine strutturali e pectine contribuendo all'assemblaggio della parete ed al suo irrigidimento (PERRONE *et al.*, 1998). In questa ricerca è stata testata l'esistenza *in vivo* di tali legami e l'eventuale effetto sulla loro formazione del perossido di idrogeno (H₂O₂) e dell'ossido nitrico (NO). Questi composti, prodotti immediatamente dopo la percezione del patogeno, inducono numerose risposte, locali e sistemiche, agendo sia indipendentemente sia in cooperazione (DELLEDONNE *et al.*, 2002).

La sintesi *in vitro* di tre glicoconjugati modello, N α -

galatturonil-lisinammide, N ϵ -galatturonil-lisinammide ed N ϵ -galatturonil-poli-lisinammide, seguita dallo studio delle loro caratteristiche cromatografiche ed elettroforetiche e della loro stabilità ad acidi, alcali e specifiche idrolasi, ha permesso l'isolamento di composti simili a quelli modello da pareti isolate da cellule in sospensione di *Arabidopsis thaliana*. Le indagini sono state condotte utilizzando L-[U-¹⁴C]lisina come tracciante radioattivo. La sequenza ossidativa, attivata *in vivo* dall'attacco di patogeni, è stata mimata utilizzando il sistema glucosio/glucosio ossidasi (G/GO), che genera H₂O₂, il nitroprussiato di sodio (SNP), che genera NO e una miscela di G/GO ed SNP (DELLEDONNE *et al.*, 1998).

Le pareti purificate sono state idrolizzate selettivamente nelle loro componenti utilizzando enzimi e acidi; gli idrolizzati radioattivi sono stati caratterizzati mediante elettroforesi ad alto voltaggio a pH 2,0. I risultati conseguiti suggeriscono la presenza di legami ammidici tra acido galatturonico e lisina nella parete di cellule in coltura di *Arabidopsis*. Un leggero incremento della radioattività attribuibile a questi coniugati potrebbe essere indotta dall'interazione tra H₂O₂ e NO.

LETTERATURA CITATA

WOJTASZEK P., TRETOWAN J., BOLWELL G.P., 1995 – *Specificity in the immobilisation of cell wall proteins in response to different elicitor molecules in suspension-cultured cells of French bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Plant Molecular Biology, 28: 1075-1087.

EL-GENDY W., BROWNLEADER M.D., ISMAIL H., CLARKE P.J., GILBERT J., EL-BORDINY F., TREVAN M., HOPKINS J., NALDRETT M., JACKSON P., 2001 – *Rapid deposition of wheat cell wall structural proteins in response to Fusarium-derived elicitors*. J. Exp. Bot., 52: 85-90.

PERRONE P., HEWAGE C.M., SADLER I.H., FRY S.C., 1998 – *N- α and N- ϵ -D-Galacturonoyl-L-Lysine amides: properties and possible occurrence in plant cell walls*. Phytochemistry, 49: 1879-1890.

DELLEDONNE M., MURGIA I., EDERLE D., SBICEGO P.F., BIONDINI A., POLVERARI A., LAMB C., 2002 – *Reactive oxygen intermediates modulate nitric oxide signaling in the plant hypersensitive disease-resistance response*. Plant. Physiol. Biochem., 40: 605-610.

DELLEDONNE M., XIA Y.J., DIXON R.A., LAMB C., 1998 – *Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance*. Nature, 394: 585-588.