

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA

SEZIONE REGIONALE PUGLIESE

RIUNIONE SCIENTIFICA

ABSTRACTS DELLE RELAZIONI

Taranto  
28 Gennaio 2011



## Riunione scientifica della Sezione Regionale Pugliese della Società Botanica Italiana Taranto, 28 gennaio 2011

### Osservazioni su introgressione ed ibridazione nelle *Orchidaceae* spontanee della Puglia

A. TURCO, A. ALBANO e P. MEDAGLI. Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

La famiglia delle *Orchidaceae* mostra un'elevata diversità specifica, derivante anche dall'elevata complessità delle modalità di riproduzione che la caratterizza.

Le orchidee mediterranee della sottotribù delle *Orchidinae* mostrano, infatti, una serie di strategie riproduttive volte ad attrarre gli impollinatori, alcune delle quali sono specie-specifiche (VAN DER PIJL *et al.*, 1966).

Le principali strategie utilizzate per attrarre gli impollinatori possono essere suddivise in quattro categorie (BERGER, 2006):

- Specie non nettariifere, che, imitando una fonte di nutrimento, ingannano l'impollinatore (*food deceptive species*);
- Specie nettariifere, che offrono una "ricompensa" all'impollinatore (*rewarding species*);
- Specie che, attraverso segnali olfattivi, stimolano alla pseudo-copulazione l'impollinatore (*sexual deceptive species*);
- Specie che attraggono gli impollinatori mediante segnali olfattivi non finalizzati alla pseudo-copulazione (*non rewarding species*).

La *food deception* è la strategia più diffusa nelle *Orchidaceae*, riguarda circa un terzo delle specie (TREMBLAY *et al.*, 2005) e nel Mediterraneo risulta essere esclusivamente di tipo generalista (COZZOLINO, SCOPECE, 2008); mimetismo definito da SCHIESTL (2005) come "generalizzato".

Tali specie producono segnali generici (colorazione della corolla e stimoli olfattivi) che attraggono una svariata quantità di impollinatori (SCHIESTL, 2005) e, di conseguenza, sviluppano barriere post-zigotiche che garantiscono il loro isolamento riproduttivo (COZZOLINO, SCOPECE, 2008).

L'effetto di queste barriere si traduce in fenomeni quali la sterilità, la scarsa vitalità degli ibridi e la mortalità a livello embrionale (SCOPECE *et al.*, 2008), che pertanto impediscono fenomeni di speciazione mediante ibridazione.

Nella *sexual deception*, un fenomeno tipico del genere *Ophrys*, invece, i fiori imitano, attraverso emissione di specifici feromoni e un'opportuna conformazione del labello, i segnali emessi dalla femmina di un particolare impollinatore, stimolando i comporta-

menti sessuali del maschio (SCHIESTL, 2005).

Questa tipologia di mimetismo (batesiano) suggerisce un ruolo preponderante da parte degli impollinatori nell'isolamento riproduttivo (PAULUS, GACK, 1990), unico elemento in grado di separare le morfospécie, rendendo occasionalmente possibile il processo di formazione di ibridi, o, addirittura, l'insorgere di nuove entità ibridogene.

La *sexual deception* è, infatti, una modalità che favorisce l'incrocio tra morfotipi diversi per azione di impollinatori non specifici. In queste condizioni, l'elevata compatibilità genetica esistente fra le diverse morfospécie, consente la formazione di intermedi o di fenomeni di introgressione.

È questo il meccanismo che ha consentito l'insorgere di un nuovo *taxon* di recente scoperta: *Ophrys oxyrhynchos* Tod. subsp. *ingrassiae* Dura, Turco, Gennaio, Medagli (DURA *et al.*, *in stampa*). Questa entità è stata osservata, fino ad oggi, in sole tre località dei comuni di Martina Franca e Crispiano (Taranto). Il nuovo *taxon* descritto è, infatti, un'entità di origine ibridogena nata per introgressione tra *Ophrys oxyrhynchos* Tod. subsp. *celiensis* (O. Danesch & E. Danesch) Del Prete (entità alla quale il *taxon* è maggiormente assimilabile), *Ophrys holosericea* (Burm. F.) Greuter subsp. *parvimaclulata* (O. Danesch & E. Danesch) O. Danesch & E. Danesch e *Ophrys holosericea* (Burm. F.) Briq. subsp. *apulica* (O. Danesch & E. Danesch) Buttler.

La nuova entità è endemica e simpatica con *O. oxyrhynchos* subsp. *celiensis*, dalla quale si distingue per le minori dimensioni dei fiori, la forma del labello e il disegno della macula, che mostrano caratteri intermedi con le tre entità parentali citate.

Nelle *non rewarding species* convergono tutte le altre tipologie di attrazione, come ad esempio quella adottata dal genere *Serapias*, in cui la caratteristica disposizione degli elementi floreali, conniventi a formare un casco, permette al genere di attrarre gli insetti che lo usano per riposare (DAFNI *et al.*, 1981) o come rifugio dalle avversità atmosferiche (GUMPRECHT, 1977) in quanto la temperatura interna al casco supera, durante il mattino, di 3 °C quella esterna (DAFNI *et al.*, 1981; FELICOLI *et al.*, 1998).

Questa modalità consente la formazione di numerosi ibridi nell'ambito del genere *Serapias* e la presenza in Puglia di numerose specie del suddetto genere ha consentito di rinvenire e descrivere alcuni nuovi ibridi.

*Serapias x marchiorii* Turco & Medagli (TURCO, MEDAGLI, 2009) ibrido i cui parentali sono *Serapias bergonii* E.G. Camus e *Serapias politisii* Renz, è stata rinvenuta nell'area "Palude di Cassano", nel territo-

rio di Melendugno (Lecce). Il ritrovamento di questo nuovo ibrido, di difficile identificazione, è poco diffuso a causa della scarsa sovrapposizione degli areali dei parentali.

*Serapias x ruggieroi* Medagli & Turco (*Serapias parviflora* Parl. x *Serapias vomeracea* (Burm. F.) Briq. subsp. *longipetala* (Ten.) H. Baumann & Kunkel) e *Serapias x demericoi* Medagli & Turco (*Serapias parviflora* Parl. x *Serapias politisii* Renz) sono state invece rinvenute nell'area "Macchie di S. Cataldo", nei pressi di S. Cataldo (Lecce), durante la primavera del 2010 (MEDAGLI, TURCO, *in stampa*).

Di queste due entità, *S. x demericoi* è un ibrido raro e localizzato, vista la scarsa sovrapposizione degli areali delle specie parentali, mentre *S. x ruggieroi*, per analoghe considerazioni, potrebbe potenzialmente avere una diffusione più ampia.

La nomenclatura utilizzata fa riferimento ad AA.VV. (2009).

#### LETTERATURA CITATA

- AA.VV., 2009 – *Orchidee d'Italia. Guida alle orchidee spontanee*. Il Castello Ed., Cornaredo (Milano). 303 pp.
- BERGER L., 2006 – *Quelques notions de base sur la pollinisation des orchidées*. L'Orchidophile, 170: 183-202.
- COZZOLINO S., SCOPECE G., 2008 – *Specificity in pollination and consequences for postmating reproductive isolation in deceptive Mediterranean orchids*. Phil. Trans. R. Soc. B., 363: 3037-3046.
- DAFNI A., IVRI Y., BRANTJES N.M.B., 1981 – *Pollination of Serapias vomeracea Briq. (Orchidaceae) by imitation of holes for sleeping solitary male bees* (Hym). Hacta Bot. Neerl., 30: 69-73.
- DURA T., TURCO A., GENNAIO R., MEDAGLI P., – *Ophrys oxyrhynchos Tod. subsp. ingrassiae Dura, Turco, Gennaio, Medagli, subspecie nuova della Puglia*. G.I.R.O.S. (*in stampa*).
- FELICOLI A., STRUMIA F., FILIPPI L., PINZAUTI M., 1998 – *Observations on the relation between orchids of the genus Serapias and their pollinators in an area of central Tuscany*. Frustula Entomol., 21: 103-108.
- GUMPRECHT R., 1977 – *Seltsame bestäubungsvorgänge bei orchidee*. Die Orchidee, 28: 1-23.
- MEDAGLI P., TURCO A., – *Serapias x ruggieroi e Serapias x demericoi ibridi naturali nuovi del Salento*. Thalassia Sal., (*in stampa*).
- PAULUS H.F., GACK C., (1990) – *Pollinators as prepollinating isolation factors: evolution and speciation in Ophrys* (Orchidaceae). Israel J. Bot., 39: 43-97.
- SCHIESTL F.P., (2005) – *On the success of a swindle: pollination by deception in orchids*. Naturwissenschaften, 92: 255-264.
- SCOPECE G., WIDMER A., COZZOLINO S., 2008 – *Evolution of postzygotic reproductive isolation in a deceptive orchid lineage*. Am. Nat., 171: 315-326.
- TREMBLAY R.L., ACKERMAN J.D., ZIMMERMAN J.K., CALVO R.N., 2005 – *Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification*. Biol. J. Linn. Soc., 84: 1-54.
- TURCO A., MEDAGLI P., 2009 – *Serapias x marchiorii Turco & Medagli (Serapias bergonii E. G. Camus x Serapias politisii Renz) ibrido naturale nuovo del Salento*. Thalassia Sal., 32: 145-150.
- VAN DER PIJL L., DODSON C.H., 1966 – *Orchid flower: their pollination and evolution*. Coral Glabes, FL University Miami Press.

#### Effetto di alcune terre rare su *Nephrolepis cordifolia* e suo possibile impiego nella bonifica di suoli inquinati da lantanidi

C. FASCIANO<sup>1</sup>, M.P. IPPOLITO<sup>1</sup>, L. D'AQUINO<sup>2</sup> e F. TOMMASI<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro". <sup>2</sup>ENEA, Centro di Ricerche di Portici.

Con il termine "terre rare" o "lantanidi" si indicano gli elementi chimici compresi nella Tavola Periodica fra il Lantanio ed il Lutezio inclusi l'ittrio e lo scandio, i quali manifestano comuni proprietà chimiche connesse ad una simile configurazione elettronica esterna. La denominazione "terre rare" si riferisce all'aspetto di alcuni ossidi ed anche al fatto che tali elementi fossero ritenuti poco diffusi in natura prima che si scoprisse che nella crosta terrestre essi sono molto più abbondanti di quanto ritenuto in passato. Durante gli ultimi vent'anni, la Cina è stata la più grande esportatrice di terre rare (fino al 95% del mercato mondiale) sia per il basso costo del lavoro che per la quasi totale mancanza di leggi concernenti la protezione ambientale. La lavorazione delle terre rare può produrre, infatti, molti sottoprodotti tossici e inquinanti. Negli ultimi anni, i lantanidi vengono largamente impiegati in campo industriale, agricolo (come fertilizzanti), e zootecnico (come additivi alimentari). I primi dati riguardanti gli effetti delle terre rare su organismi vegetali risalgono al 1917 (CHIEN, 1917). Attualmente, in letteratura sono presenti numerosi dati, talvolta contraddittori, relativi agli effetti dei lantanidi su varie specie di piante coltivate. Alcuni Autori indicano che essi promuovono la germinazione dei semi, lo sviluppo di radici e germogli, la fioritura, la produttività in campo, la tolleranza a vari tipi di stress (HU *et al.*, 2004). Altri studi riportano risultati nulli o addirittura inibitori di tali sostanze sui sistemi vegetali. Dati recenti hanno messo in evidenza che gli effetti dell'esposizione a terre rare leggere variano in base alla specie, al suo stato fisiologico, al tipo ed alla durata dei trattamenti (D'AQUINO *et al.*, 2009). Scarsi sono i dati in letteratura relativi agli effetti dei lantanidi su felci, sebbene sia dimostrato che la crescita di *Dryopteris erythrosora* (Eaton) Kuntze è stimolata dal trattamento con terre rare e che la felce accumula lantanidi nei tessuti (OZAKI *et al.*, 2000; OZAKI, ENOMOTO, 2001). Diversi studi effettuati su Pteridofite hanno messo in risalto la loro capacità di accumulare ioni metallici in differenti strutture vegetali e suggeriscono, pertanto, il loro possibile impiego nel fitorimedio (KACHENKO *et al.*, 2007; FENG *et al.*, 2009; SINGH *et al.*, 2009). Tra le felci, il genere *Nephrolepis* risulta in grado di accumulare mercurio ed alluminio (CHEN *et al.*, 2009; OLIVARES *et al.*, 2009). Lo scopo di questo lavoro è stato lo studio degli effetti di concentrazioni crescenti di nitrato di lantanio su piante di *Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl cresciute *in vitro* su terreno agarizzato ed in

serra. Sono stati analizzati il contenuto proteico totale, quello in clorofilla ed in carotenoidi. Sono state valutate, inoltre, le variazioni delle due principali molecole antiossidanti non enzimatiche vegetali, ascorbato e glutazione e l'attività di perossidasi e superossido dismutasi, enzimi coinvolti nell'eliminazione di alcune specie reattive dell'ossigeno quali perossido di idrogeno e anione superossido. I dati ottenuti indicano che *N. cordifolia* tollera la somministrazione di concentrazioni millimolari di nitrato di lantanio, senza evidenziare segni di tossicità, a differenza di quanto accade in altre specie modello appartenenti alle piante a seme. Il possibile utilizzo di *N. cordifolia* per il fitomedio di suoli inquinati da lantanidi viene discusso.

#### LETTERATURA CITATA

- CHIEN S.S., 1917 – *Peculiar Effect of Barium, Strontium and Cerium on Spirogyra*. Botanical Gaz., 63: 406-409.
- CHEN J., SHIYAB S., HAN F.X., MONTS D.L., WAGGONER C.A., YANG Z., SU Y., 2009 – *Bioaccumulation and physiological effects of mercury in Pteris vittata and Nephrolepis exaltata*. Ecotoxicology, 18: 110-121.
- D'AQUINO L., DE PINTO M.C., NARDI L., MORGANA M., TOMMASI F., 2009 – *Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in Triticum durum*. Chemosphere, 75: 900-905.
- FENG R., WEI C., TU S., WU F., YANG L., 2009 – *Antimony accumulation and antioxidative responses on four fern plants*. Plant Soil, 317: 93-101.
- HU Z., RICHTER H., SPAROVEK G., SCHNUG E., 2004 – *Physiological and biochemical effects of Rare Earth elements on plants and their agricultural significance: a Review*. J. Plant Nutr., 27: 183-220.
- KACHENKO A.G., SINGH B., BHATIA N.P., 2007 – *Heavy metal tolerance in common fern species*. Australian J. Bot., 55: 63-73.
- OLIVARES E., PENA E., MARCANOB E., MOSTACERO J., AGUIARA G., BENÍTEZ M., RENGIFO E., 2009 – *Aluminium accumulation and its relationship with mineral plant nutrient in 12 pteridophytes from Venezuela*. Environm. Experim. Bot., 65: 132-141.
- OZAKI T., ENOMOTO S., 2001 – *Uptake of rare earth elements by Driopteris erythrosora (autumn fern)*. RIKEN Review: New Trends in Bio-Trace Elements Research, 35: 84-87.
- OZAKI T., ENOMOTO S., MINAI Y., AMBE S., AMBE F., MIKIDE Y., 2000 – *Beneficial effect of rare earth elements on the growth of Driopteris erythrosora*. J. Plant Physiol., 156: 330-334.
- SINGH N., MA L.Q., VU J.C., RAJ A., 2009 – *Effect of arsenic on nitrate metabolism in arsenic hyperaccumulating and non-hyperaccumulating ferns.* Environm. Poll., 157: 2300-2305.

#### Le terre rare: il petrolio del duemila o un'emergenza ambientale?

M.P. IPPOLITO<sup>1</sup>, C. FASCIANO<sup>1</sup>, L. D'AQUINO<sup>2</sup>, L. BIANCO<sup>1</sup> e F. TOMMASI<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro". <sup>2</sup>ENEA, Centro di Ricerche di Portici.

Le terre rare, denominate anche lantanidi, comprendono 15 elementi chimici appartenenti al gruppo IIIB della Tavola Periodica, più l'ittrio e lo scandio. Tali elementi furono così definiti alla fine del XVIII sec., quando alcuni di essi furono estratti per la prima volta da una miniera. Il termine "rare" attribuito a questi elementi dipende dal fatto che, sebbene tali elementi siano abbastanza diffusi nella crosta terrestre, difficilmente sono concentrati in quantità tali da renderne appetibile l'estrazione. I lantanidi vengono utilizzati per applicazioni industriali di alta tecnologia ma anche in agricoltura e zootecnia (HE *et al.*, 2001; D'AQUINO *et al.*, 2009a). L'espandersi dell'impiego delle terre rare suscita preoccupazioni di tipo "geostrategico" e "ambientale" di cui si parla con crescente insistenza. Il problema geostrategico è connesso al fatto che attualmente circa il 95% di questi materiali usati nelle fabbriche di tutto il mondo arriva dalla Cina, che detiene anche il 53% delle riserve. Il problema ambientale è invece connesso al fatto che l'estrazione di questi minerali avviene con pratiche devastanti per il territorio ed il loro utilizzo anche nei sistemi agricoli e zootecnici ne modifica il naturale ciclo biogeochimico con rischi di accumulo che suscitano timori per i possibili effetti sulla catena alimentare e sulla salute umana. Fra i lantanidi, l'elemento più utilizzato è il lantanio, che sotto forma di nitrato e cloruro viene utilizzato su un largo numero di colture sia mediante trattamenti fogliari sia per trattamenti ai semi o al terreno. A seguito delle applicazioni di terre rare ai sistemi vegetali è stato dimostrato il loro accumulo in piante coltivate (XU *et al.*, 2002). Inoltre, benché il numero di studi sulle interazioni tra lantanidi e sistemi biologici sia in continua crescita, l'effetto di tali elementi sulla fisiologia dei vegetali, che sono alla base della catena alimentare, è ancora lontano dall'essere chiarito del tutto. È stato anche dimostrato che organismi fungini terricoli simbiotici di piante possono accumulare elevate quantità di lantanidi, cosa che lascia ipotizzare un loro ruolo anche nell'assorbimento da parte delle piante stesse (D'AQUINO *et al.*, 2009b). Effetti tossici sul biota sono stati recentemente dimostrati (ORAL *et al.*, 2010). In letteratura, a seguito di trattamenti con terre rare, è riportata stimolazione di sistemi antiossidanti (ZHANG *et al.*, 2003; IPPOLITO *et al.*, 2010), ossia enzimi e molecole implicati nelle reazioni in grado di controllare i livelli di specie reattive dell'ossigeno nelle piante.

Scopo del lavoro svolto è stato lo studio comparativo degli effetti di concentrazioni crescenti di nitrato di lantanio in specie modello al fine di chiarirne l'eventuale tossicità ed il meccanismo d'azione. Le specie utilizzate sono state: lenticchia d'acqua, fagiolo, grano, avena, pomodoro. Le informazioni raccolte hanno riguardato soprattutto alcuni parametri riguardanti lo stato metabolico della pianta, quali il livello di perossidazione lipidica ed il contenuto in clorofilla, e variazioni nei principali sistemi antiossidanti, in particolare le componenti del ciclo ascorbato-glutazione. I dati ottenuti hanno mostrato che in tutte le specie considerate si verificano segni evidenti

di tossicità ed alterazioni degli antiossidanti, anche se tali effetti dipendono dalla specie considerata e dal suo stato fisiologico. In tutti i casi, le risposte sono risultate di tipo bifasico suggerendo un meccanismo d'azione riconducibile all'ormesi.

I dati ottenuti, alla luce anche di quanto riportato in letteratura, suggeriscono che il problema ambientale sia da tenere in considerazione.

#### LETTERATURA CITATA

- D'AQUINO L., DE PINTO M.C., NARDI L., MORGANA M., TOMMASI F., 2009a – *Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in Triticum durum*. Chemosphere, 75: 900-905.
- D'AQUINO L., MORGANA M., CARBONI M.A., STAIANO M., VITTORI ANTISARI M., RE M., LORITO M., VINALE F., ABADI K.M., WOO S.L., 2009b – *Effect of some rare earth elements on the growth and lanthanide accumulation in different Trichoderma strains*. Soil Biol. Biochem., 41: 2406-2413.
- HE M.L., RANZ D., RAMBECK W.A., 2001 – *Study on the performance enhancing effects of rare earth elements in growing and fattening pigs*. J. Animal Physiol. Animal Nutr., 85: 263-270.
- IPPOLITO M.P., FASCIANO C., D'AQUINO L., MORGANA M., TOMMASI F., 2010 – *Responses of Antioxidant Systems After Exposition to Rare Earths and Their Role in Chilling Stress in Common Duckweed (Lemna minor L.): A Defensive Weapon or a Boomerang?* Arch. Environm. Contamin. Toxicol., 58: 42-52.
- ORAL R., BUSTAMANTE P., WARNAU M., D'AMBRA A., GUIDA M., PAGANO G., 2010 – *Cytogenetic and developmental toxicity of cerium and lanthanum to sea urchin embryos*. Chemosphere, 81: 194-198.
- XU X., ZHU W., WANG Z., WITKAMP G.J., 2002 – *Distribution of rare earths and heavy metals in field-grown maize after application of rare earth-containing fertilizers*. Sci. Total Environm., 293: 97-105.
- ZHANG L., ZENG F., XIAO R., 2003 – *Effect of Lanthanum Ions (La<sup>3+</sup>) on the Reactive Oxygen Species Scavenging Enzymes in Wheat Leaves*. Biol. Trace Elements Res., 91: 243-255.

#### **Argania spinosa (L.) Skeels: una risorsa per l'ambiente!**

P. TANZARELLA, F. TOMMASI e L. MASTROPASQUA. Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro".

*Argania spinosa* (L.) Skeels, pianta spontanea del sud-ovest del Marocco, è definita dai popoli berberi 'albero della vita' poiché ha un ruolo socio-economico ed ecologico importantissimo in questo ecosistema arido. Il seme, da cui si estrae l'olio di Argan, contenuto in una drupa dal colore giallastro a maturità, è ricco di saponine, polifenoli e acidi grassi insaturi (CHARROUF *et al.*, 2007), sostanze dalle provate proprietà terapeutiche (DRISSI *et al.*, 2004; AMZAL *et al.*, 2008). Il legno della pianta è utilizzato come combustibile, i germogli dell'albero e i frutti rappresen-

tano alimento per capre e cammelli.

Le piante di argania presentano, nel loro habitat naturale, una rilevante variabilità intraspecifica che si manifesta sia nella morfologia dei frutti che nella diversa produttività (BANI-AAMEUR, 2002; ALOUANI, BANI-AAMEUR, 2004). Per questo motivo numerosi studi sono condotti con l'intento di selezionare genotipi altamente produttivi. Nel Campus dell'Università di Bari è presente un esemplare di argania che da diversi anni fiorisce e fruttifica abbondantemente e sui cui frutti sono state analizzate alcune caratteristiche della polpa. L'esame del colore, dimensioni, peso secco e fresco delle drupe ha permesso d'individuare, inizialmente, cinque stadi di maturazione su ognuno dei quali sono stati approfonditi alcuni aspetti fisiologici. Il contenuto in zuccheri solubili quali glucosio, fruttosio e saccarosio, aumenta nel corso della maturazione; i contenuti di saccarosio e glucosio risultano più elevati in percentuale rispetto a quello in fruttosio. L'amido, dopo un picco nel secondo stadio di maturazione, diminuisce e il contenuto totale in carboidrati raggiunge il massimo nel terzo stadio di maturazione. Il colore della parte carnosa delle drupe, è dovuto alla presenza dei pigmenti il cui rapporto quantitativo varia nel corso della maturazione. Clorofilla a e clorofilla b diminuiscono con l'evolvere della maturazione mentre i carotenoidi aumentano nel terzo stadio di maturazione per poi declinare leggermente nel quarto e quinto stadio. Con l'intento di individuare il momento della maturazione in cui si ha la massima espressione delle qualità nutrizionali della polpa di questi frutti, si è dosato il contenuto in acido ascorbico, un noto antiossidante largamente diffuso nelle piante. La forma ossidata dell'acido ascorbico (acido deidroascorbico) non è stata mai riscontrata, mentre la forma ridotta è sempre presente, in maniera rilevante, pari a 0,2 mg g<sup>-1</sup> di peso fresco, a partire dal terzo stadio di maturazione. Dall'analisi globale dei dati, quello individuato come terzo stadio sembra quindi corrispondere alla fase di maturazione in cui vengono espresse al massimo alcune caratteristiche della parte carnosa del frutto quali il contenuto in zuccheri solubili, carotenoidi e acido ascorbico. Gli ultimi due stadi, quarto e quinto, possono essere interpretati come un unico stadio in quanto privi di differenze significative morfo-fisiologiche. I dati ottenuti, anche se limitati ad un solo esemplare, possono rappresentare la base di partenza per individuare le peculiarità della pianta utili ad una migliore utilizzazione di questa risorsa ambientale. La polpa, sinora impiegata solo come materia residuale per alimentare capre e cammelli, nello stadio di maturazione più opportuno, quello definito come "terzo stadio", potrebbe essere sfruttata come risorsa energetica (biofuel) e rappresentare così una ulteriore fattore di ricchezza della pianta.

#### LETTERATURA CITATA

- ALOUANI M., BANI-AAMEUR F., 2004 – *Argan (Argania spinosa (L.) Skeels seed germination under nursery conditions: Effect of cold storage, gibberellic acid and moth-*

- er-tree genotype*. Ann. For. Sci., 61: 191-194.
- AMZAL H., ALAOU K., TOK S., ERRACHIDI A., CHAROF R., CHERRAH Y., BENJOUAD A., 2008 – *Protective effect of saponins from Argania spinosa against free radical-induced oxidative haemolysis*. Fitoterapia, 79: 337-344.
- BANI-AAMEUR F., 2002 – *Argania spinosa (L.) Skeels flowering phenology*. Gen. Res. Crop Evol., 49: 11-19.
- CHARROUF Z., HILALI M., JAUREGUI O., SOUFIAOUI M., GUILLAUME D., 2007 – *Separation and characterization of phenolic compounds in argan fruit pulp using liquid chromatography-negative electrospray ionization tandem mass spectroscopy*. Food Chem., 100: 1398-1401.
- DRISSI A., GIRONA J., CHERKI M., GODÀ G., DEROUICHE A., EL MESSAL M., SAILE R., KETTANI A., R. SOLÀ, MASANA L., ADLOUNI A., 2004 – *Evidence of hypolipemiant and antioxidant properties of argan oil derived from the argan tree (Argania spinosa)*. Clin. Nutr., 23: 1159-1166.

### Regolazione della biosintesi di vitamina C in *Solanum lycopersicum*

P. RACANELLI e M.C. DE TULLIO. Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro".

Sebbene le singole tappe della *Smirnoff-Wheeler pathway*, principale via biosintetica della vitamina C (acido ascorbico, AsA) siano state ormai in larga misura caratterizzate (BULLEY *et al.*, 2009), rimangono ancora notevoli incertezze sul meccanismo che controlla la produzione di AsA. La sovraespressione di singoli geni coinvolti nella biosintesi ha fornito finora un limitato incremento del contenuto della vitamina, mentre addirittura la sovraespressione del gene che codifica per la galattono-lattone deidrogenasi, enzima che catalizza l'ultima tappa della via biosintetica, non determina alcun incremento di AsA (IMAI *et al.*, 2009). Sulla base di tali dati, si rafforza chiaramente l'ipotesi secondo cui il contenuto di AsA nelle piante sarebbe soggetto ad un rigoroso meccanismo di regolazione (ARRIGONI, DE TULLIO, 2002). Un recente lavoro (ZHANG *et al.*, 2009) ha riportato l'identificazione di *AMR1*, un gene di *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. che codifica per una proteina F-box apparentemente in grado di regolare in maniera coordinata l'espressione di diversi geni della via *Smirnoff-Wheeler*, ed in particolare la mannosio 3'-5' epimerasi, la galattosio 1-fosfato fosfatasi e, sia pure in minor misura, la galattono-lattone deidrogenasi. Va evidenziato che *AMR1* di *Arabidopsis* è un regolatore negativo della biosintesi, e che l'inattivazione del gene raddoppia il contenuto fogliare di AsA. Abbiamo condotto uno studio preliminare per cercare di identificare un eventuale ortologo di *AMR1* in *Solanum lycopersicum* Mill. A tale scopo è stata effettuata nel *database* del *Gene Index Project* una ricerca per la identificazione di sequenze di pomodoro con elevata analogia con *AMR1*. Sono stati disegnati *primers* specifici per l'amplificazione mediante PCR di un gene di pomodoro

(TC227036) che presenta elevata omologia con *AMR1*. L'espressione di questo gene è stata analizzata in parallelo con l'espressione di alcuni geni della via biosintetica *Smirnoff-Wheeler* in diversi stadi maturativi della bacca di pomodoro. I risultati ottenuti mostrano una costante espressione del gene candidato, in contrasto con la diversa espressione dei geni della via biosintetica e con un chiaro aumento del contenuto di vitamina C nel corso della maturazione. Sulla base di questi dati, il gene analizzato non sembrerebbe un effettivo ortologo di *AMR1*. Altri possibili geni di pomodoro che presentano una buona omologia di sequenza con *AMR1* sono in corso di caratterizzazione.

### LETTERATURA CITATA

- ARRIGONI O., DE TULLIO M.C., 2002 – *Ascorbic acid: much more than just an antioxidant*. Biochim. Biophys. Acta, 1569: 1-9.
- BULLEY S., RASSAM M., HOSER D., OTTO W., SCHUNEMANN N., WRIGHT M., MACRAE E., GLEAVE A., LAING, W., 2009 – *Gene expression studies in kiwifruit and gene over-expression in Arabidopsis indicates that GDP-L-galactose guanylyltransferase is a major control point of vitamin C biosynthesis*. J. Exp. Bot., 60: 765-778.
- IMAI T., NIWA M., BAN Y., HIRAI M., ÔBA K., MORIGUCHI T., 2009 – *Importance of the L-galactono-lactone pool for enhancing the ascorbate content revealed by L-galactono-lactone dehydrogenase- overexpressing tobacco plants*. Plant Cell Org. Tiss. Cult., 96: 105-112.
- ZHANG W., LORENCE A., GRUSZEWSKI H.A., CHEVONE B.I., NESSLER C., 2009 – *AMR1, an Arabidopsis gene that coordinately and negatively regulates the mannosyl-L-galactose ascorbic acid biosynthetic pathway*. Plant Physiol., 150: 942-950.

### Determinazione di molecole bioattive e dell'attività antiossidante in spremute ottenute da diverse varietà di arancio

S. LAZZARI, A. MONTEFUSCO, M.S. LENUCCI e G. DALESSANDRO. Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

Da molti anni ormai la spremuta d'arancia non è più considerata come una semplice bevanda dissetante, ma come una vera e propria fonte di vitamina C e di sostanze naturali ad alto potere antiossidante che rivestono un ruolo importantissimo nel contrastare i radicali liberi e nel prevenire l'insorgenza di molte patologie. Studi epidemiologici hanno dimostrato che tali sostanze naturali, denominate genericamente sostanze fitochimiche, se assunte, esercitano un'attività biologica molto marcata, da poterla definire farmacologica, contrastando l'attività dei radicali liberi presenti nel nostro organismo (PRIOR, CAO, 2000). Queste molecole contribuiscono nel prevenire malattie cardiovascolari, malattie metaboliche, patologie infiammatorie e cronico degenerative, cancro e malattie legate all'invecchiamento (LAMPE, 1999;

RONCO *et al.*, 1999; RAPISARDA *et al.*, 2000). Considerando gli effetti benefici che gli antiossidanti apportano alla salute umana, questo lavoro è stato finalizzato a determinare il contenuto di alcune molecole bioattive (composti fenolici, flavonoidi, carotenoidi e vitamina C) e l'attività antiossidante in spremute ottenute da diverse varietà di arancia (Navelina, Valencia, Tarocco e Sanguinello) e su due prodotti commerciali a base di succo d'arancia. I due prodotti commerciali utilizzati sono stati scelti l'uno contenente il 20 % di succo di arance rosse e l'altro costituito al 100% da succo di arance a polpa bionda. Tutte le determinazioni sono state effettuate mediante saggi spettrofotometrici su estratti ottenuti da aliquote di spremute o di succhi commerciali trattate con opportuni solventi o soluzioni estraenti. Per la determinazione dei composti fenolici si è utilizzato il metodo riportato da XU *et al.* (2008), per i flavonoidi è stato utilizzato il metodo di ZHISHEN *et al.* (1999), per i carotenoidi è stato utilizzato il metodo di SADLER *et al.* (1990) modificato da PERKINS-VEAZIE *et al.* (2001), per la vitamina C il metodo di KAMPFENKEL *et al.* (1995) e per l'attività antiossidante il metodo TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) riportato da RE *et al.* (1999). Le determinazioni sono state dapprima eseguite sui vari campioni al tempo 0. Per le quattro varietà di arancia i dosaggi fatti al tempo 0 sono quelli effettuati sulle spremute ottenute dal prodotto appena acquistato sul mercato locale. Per i due prodotti commerciali, invece, i dosaggi fatti al tempo 0 sono quelli effettuati sul succo subito dopo l'apertura della confezione. Gli stessi dosaggi sono stati poi ripetuti dopo sette giorni, sia sulle spremute ricavate da arance appartenenti alle quattro varietà già usate al tempo 0 e tenute per 7 giorni a temperatura ambiente, sia sugli stessi prodotti commerciali già saggiati al tempo 0 e conservati in frigo, sempre per sette giorni, ad una temperatura di circa 4-5 °C. Dall'analisi dei risultati si evidenzia che:

- la spremuta ottenuta utilizzando la varietà tarocco presenta il più alto contenuto di composti fenolici, di flavonoidi e di vitamina C;
- la spremuta ottenuta utilizzando la varietà valencia presenta il più alto contenuto di carotenoidi;
- tra le molecole bioattive estratte i carotenoidi sono risultati essere i più stabili nel tempo, mentre i flavonoidi si sono rivelati i meno stabili;
- i valori relativi all'attività antiossidante dei composti idrosolubili estratti risultano sempre più elevati rispetto a quelli relativi all'attività antiossidante dei composti liposolubili estratti;
- l'attività antiossidante totale presente nei vari prodotti analizzati rimane generalmente costante nell'arco di una settimana;
- il succo commerciale contenente arance pigmentate è risultato essere il campione con il più basso contenuto di molecole bioattive analizzate;
- le varietà, le condizioni di stoccaggio e di processing sono alcuni dei fattori capaci di influenzare sia le capacità antiossidanti, sia il contenuto di alcune molecole bioattive.

#### LETTERATURA CITATA

- KAMPFENKEL K., VAN MONTAGU M., INZÉ D., 1995 – *Extraction and determination of ascorbate and dehydroascorbate from plant tissue*. Anal. Biochem., 225: 165-167.
- LAMPE J.W., 1999 – *Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies*. Am. J. Clin. Nutr., 70: 475S-490S.
- PERKINS-VEAZIE P., COLLINS J.K., PAIR S.D., ROBERTS W., 2001 – *Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars*. J. Sci. Food Agric., 81: 983-987.
- PRIOR R.L., CAO G., 2000 – *Flavonoids: diet and health relationships*. Nutr. Clin. Care, 3: 279-288.
- RAPISARDA P., FANELLA F., MACCARONE E., 2000 – *Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices*. J. Agric. Food Chem., 48: 2249-2252.
- RE R., PELLEGRINI N., PROTEGGENTE A., PANNALA A., YANG M., RICE-EVANS C., 1999 – *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*. Free Rad. Biol. Med., 26: 1231-1237.
- RONCO A., DE STEFANI E., BOFFETTA P., DENEOPELLEGRINI H., MENDILAHARSU M., LEBORGNE F., 1999 – *Vegetables, fruits, and related nutrients and risk of breast cancer: a case-control study in Uruguay*. Nutr. Cancer, 35: 111-119.
- SADLER G., DAVIS J., DEZMAN D., 1990 – *Rapid extraction of lycopene and  $\beta$ -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates*. J. Food Sci., 55: 1460-1461.
- XU G., LIU D., CHEN J., YE X., MA Y., SHI J., 2008 – *Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China*. Food Chem., 106: 545-551.
- ZHISHEN J., MENGCHENG T., JIANMING W., 1999 – *The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals*. Food Chem., 64: 555-559.

#### Determinazione dell'attività antiossidante e del contenuto di fenoli e flavonoidi in albicocca, pesca e prugna

M.V. CANDIDO, A. FERILLI, A. MONTEFUSCO, M.S. LENUCCI e G. DALESSANDRO. Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

Gli antiossidanti sono sostanze presenti negli alimenti e nell'organismo in basse concentrazioni e sono in grado di diminuire drasticamente, o di prevenire, i processi di ossidazione a carico di substrati ossidabili (ARUOMA, 1994; APAK *et al.*, 2007).

Frutta e verdura sono importanti fonti di antiossidanti naturali (MURCIA *et al.*, 2001; JIMÉNEZ *et al.*, 2008) quali i tocoferoli, la vitamina C, i carotenoidi e i composti fenolici. Essi sono in grado di contrastare le ROS (specie reattive dell'ossigeno) e, di conseguenza, di ridurre i danni ossidativi cellulari (SPORMANN *et al.*, 2008; MÜLLER *et al.*, 2010).

È noto che l'attività antiossidante di frutta e verdura sia di grande importanza nella prevenzione di un gran numero di malattie degenerative (DI MATTEO, ESPOSITO, 2003; JIMÉNEZ *et al.*, 2008). Gli esperti

del settore consigliano un'assunzione di cinque volte al giorno di alimenti a base di cereali e verdura, in quanto gli antiossidanti, in essi presenti, stimolano anche il sistema immunitario, fluidificano il sangue, sono antibatterici e antivirali. Una corretta alimentazione gioca, quindi, un ruolo fondamentale nel garantire un efficace sistema di difesa antiossidante (PRENESTI *et al.*, 2007; JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

I polifenoli sono una classe di composti ad elevata attività antiossidante presenti nella frutta e negli ortaggi. Oltre ad essere responsabili dell'aspetto e del sapore dei frutti, nonché delle loro proprietà benefiche per la salute, hanno proprietà antimicrobiche (CEVALLOS-CASALS *et al.*, 2006). Le principali classi di polifenoli vengono distinte in flavonoidi, acidi fenolici, stilbeni e lignani.

In questo lavoro è stata valutata l'attività antiossidante e il contenuto di composti fenolici e di flavonoidi in alcuni frutti appartenenti al genere *Prunus* quali albicocca, pesca gialla, pesca bianca, pesca-noce, percoca, prugna rossa e prugna gialla, acquistati tutti sul mercato locale e tutti di provenienza italiana.

Ciascun frutto è stato lavato, privato del nocciolo, tagliato in piccoli pezzi ed omogenato in azoto liquido usando un Blender. Aliquote di omogenato sono state trattate con opportuni solventi o soluzioni estraenti per dosare gli antiossidanti idrosolubili, gli antiossidanti liposolubili, i composti fenolici e i flavonoidi.

L'attività antiossidante è stata valutata mediante il metodo TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) riportato da RE *et al.* (1999).

Per l'estrazione dei fenoli e dei flavonoidi è stato utilizzato il metodo di CANTIN *et al.* (2009), mentre per la determinazione dei fenoli il metodo riportato da XU *et al.* (2008); entrambi i metodi sono stati leggermente modificati nel nostro laboratorio. Per la determinazione dei flavonoidi è stato utilizzato il metodo di ZHISHEN *et al.* (1999). Dai dati ottenuti emerge che:

- l'attività antiossidante più elevata è stata registrata nella prugna rossa, mentre la più bassa nell'albicocca;
- i valori relativi all'attività antiossidante dei composti idrosolubili sono risultati più elevati rispetto a quelli relativi all'attività antiossidante dei composti liposolubili;

- tra i frutti analizzati la più elevata quantità di fenoli è stata registrata nella prugna rossa, mentre la più bassa nell'albicocca;

- la prugna rossa ha evidenziato il più elevato contenuto di flavonoidi rispetto a tutti gli altri frutti analizzati.

#### LETTERATURA CITATA

- APAK R., GÜÇLÜ K., DEMIRATA B., ÖZYÜREK M., ÇELİK S.E., BEKTAŞOĞLU B., BERKER K.I., ÖZYURT D., 2007 – *Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay*. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- ARUOMA O.I., 1994 – *Nutrition and health aspects of free radical and antioxidants*. *Food Chem. Toxicol.*, 32:

671-683.

- CANTIN C.M., MORENO M.A., GOGORCENA Y., 2009 – *Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine (Prunus persica (L.) Batsch) breeding progenies*. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 4586-4592.
- CEVALLOS-CASALS B.A., BYRNE D., OKIE W.R., CISNEROS-ZEVALLOS L., 2006 – *Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties*. *Food Chem.*, 96: 273-280.
- DI MATTEO V., ESPOSITO E., 2003 – *Biochemical and therapeutic effects of antioxidants in the treatment of Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and Amyotrophic Lateral Sclerosis*. *Curr. Drug Targets-CNS Neurol. Disorders*, 2: 95-107.
- JIMÉNEZ A.M., MARTÍNEZ-TOMÉ M., EGEA I., ROMOJARO F., MURCIA M.A., 2008 – *Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (Prunus armeniaca v. bulida)*. *Eur. Food Res. Technol.*, 227: 125-134.
- MÜLLER L., GNOYKE S., POPKEN A.M., BÖHM V., 2010 – *Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 43: 992-999.
- MURCIA M.A., LOPEZ-AYERRA B., MARTÍNEZ-TOMÉ M., GARCIA-CARMONA F., 2001 – *Effect of industrial processing on chlorophyll content of broccoli*. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 1299-1305.
- PRENESTI E., BERTO S., DANIELE P.G., TOSO S., 2007 – *Antioxidant power quantification of decoction and cold infusions of Hibiscus sabdariffa flowers*. *Food Chem.*, 100: 433-438.
- RE R., PELLEGRINI N., PROTEGGENTE A., PANNALA A., YANG M., RICE-EVANS C., 1999 – *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical action decolorization assay*. *Free Rad. Biol. Med.*, 26: 1231-1237.
- SPORMANN T.M., ALBERT F.W., RATH T., DIETRICH H., WILL F., STOCKIS J-P., EISENBRAND G., JANZOWSKI C., 2008 – *Anthocyanin/polyphenolic-rich fruit juice reduces oxidative cell damage in an intervention study with patients on hemodialysis*. *Cancer Epidemiol., Biomarkers Prev.*, 17: 3372-3380.
- XU G., LIU D., CHEN J., YE X., MA Y., SHI J., 2008 – *Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China*. *Food Chem.*, 106: 545-551.
- ZHISHEN J., MENGCHENG T., JIANMING W., 1999 – *The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals*. *Food Chem.*, 64: 555-559.

#### Uso di miscele enzimatiche nella preparazione di matrici di pomodoro idonee all'estrazione del licopene con CO<sub>2</sub> supercritica

M.C. CONTINO, C. COPPOLA, M.S. LENUCCI, G. PIRO e G. DALESSANDRO. Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

Il licopene, principale carotenoide presente nel pomodoro maturo, sembra coinvolto nella prevenzione e cura di numerose patologie (RAO, 2006) con meccanismi anche differenti da quelli correlati alla sua riconosciuta potente attività antiossidante (DI

MASCIO *et al.*, 2002; ERDMAN *et al.*, 2009). Viene utilizzato dall'industria alimentare, farmaceutica e cosmetica come colorante o come ingrediente nella formulazione di alimenti funzionali, integratori e prodotti anti-ageing.

Il licopene attualmente in commercio è ottenuto prevalentemente per sintesi chimica o estratto dal pomodoro utilizzando solventi organici. Tuttavia, la fondata preoccupazione riguardante la potenziale tossicità di tali solventi, che permangono inevitabilmente in piccole quantità nei prodotti finali, ha stimolato la ricerca di tecnologie estrattive "solvent free" quali l'uso di fluidi sub e supercritici. Utilizzando matrici liofilizzate opportunamente preparate da passate di pomodoro, la CO<sub>2</sub> supercritica ha permesso di ottenere estratti oleosi contenenti licopene (oleoresine), privi di qualsiasi traccia di solvente con una efficienza estrattiva prossima all'80% (LENUCCI *et al.*, 2010).

Sebbene per migliorare la resa di estrazione del licopene dal pomodoro e, soprattutto, dagli scarti della sua lavorazione, siano state recentemente proposte strategie che abbinano l'uso di solventi organici all'azione idrolitica di specifici enzimi (LAVECCHIA, ZUORRO, 2008; SOWBHAGYA, CHITRA, 2010), non esistono, attualmente, studi sull'uso di enzimi idrolitici (glicosidasi e proteasi) nell'ottimizzazione del processo estrattivo del licopene con CO<sub>2</sub> supercritica. Pertanto, questo studio è volto a stabilire se il trattamento della passata di pomodoro (cv. Kalvert) con glicosidasi (Celluclast® e Viscozyme®) e con una proteasi (Flavourzyme®), possa determinare variazioni nel titolo di licopene delle matrici e nelle rese di estrazione.

Le condizioni ottimali di idrolisi (concentrazione enzimatica, tempo, pH, temperatura) sono state individuate per ciascun enzima. Successivamente sono state preparate diverse matrici aggiungendo alla passata di pomodoro gli enzimi, singoli o in miscela, alla concentrazione dello 0,25% (v/v) per 24 h a 50 °C. L'uso degli enzimi non determina variazioni significative nell'umidità residua nelle matrici liofilizzate che risulta prossima al 3% in peso. Al contrario il peso secco delle matrici viene significativamente ridotto nei trattamenti in cui le glicosidasi sono utilizzate singolarmente ed in miscela.

L'idrolisi della passata con Celluclast® permette di ottenere un aumento del titolo di licopene e di lipidi nella matrice liofilizzata che, rispetto alla matrice controllo non sottoposta ad idrolisi, risultano più alti del 51% e del 47%, rispettivamente. Incrementi anche superiori (+100% rispetto alla matrice controllo) nel titolo di licopene e di lipidi sono stati ottenuti trattando la passata con Celluclast® + Viscozyme® e Celluclast® + Viscozyme® + Flavourzyme®.

La maggior parte dei trattamenti enzimatici aumentano significativamente la densità di impaccamento delle matrici nei *vessel* utilizzati per l'estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica. Questo, unitamente al più alto titolo di licopene delle matrici idrolizzate, determina un consistente aumento della quantità di licopene impaccato per unità di volume che, rispetto alla

matrice controllo, può raggiungere valori fino a 4 volte superiori.

Le estrazioni del licopene con CO<sub>2</sub> supercritica sono state condotte a 68 °C, 503 bar in un estrattore da laboratorio (Spe-ed SFE, Applied Separations, Allentown, PA, USA). Il flusso di CO<sub>2</sub> gassosa è stato mantenuto costante a circa 5 L/min. L'estrazione è stata interrotta dopo 60 minuti.

L'idrolisi con le miscele enzimatiche determina un consistente aumento dell'oleoresina estratta che, nel caso della matrice ottenuta incubando la passata con Celluclast® + Viscozyme®, è circa doppia rispetto a quella estratta dalla matrice controllo. L'utilizzo degli enzimi sembra, tuttavia, peggiorare le rese di estrazione. In particolare, le rese di estrazione relative alle matrici ottenute per idrolisi della passata con Celluclast® + Viscozyme® e Celluclast® + Viscozyme® + Flavourzyme®, sono ridotte di circa il 59% rispetto al controllo.

L'aggiunta di una co-matrice inerte (PSE-matrix, LabService Analytica S.r.l., Anzola Emilia, Bologna, Italia) aumenta significativamente le rese di estrazione sia nella matrice controllo (+27%), che in quelle idrolizzate. L'aumento più alto (+163%) è stato riscontrato nella matrice idrolizzata con Celluclast® + Viscozyme®.

Il trattamento termico prolungato (50 °C, 24 h) a cui la passata è sottoposta nel corso dell'idrolisi enzimatica, non determina variazioni significative nella composizione isomerica del licopene nelle matrici. Al contrario, indipendentemente dal trattamento enzimatico, le alte temperature e pressioni a cui la matrice è sottoposta durante l'estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica, favoriscono una riduzione dell'isomero *all*-(E) a favore degli isomeri Z nelle oleoresine.

In conclusione possiamo affermare che l'idrolisi enzimatica con Celluclast® consente di concentrare il licopene nelle matrici. Questo enzima, ad azione prevalentemente cellulolitica, rimuove parte della componente polisaccaridica della parete delle cellule di pomodoro che influisce in modo consistente sul peso secco della matrice. L'uso combinato del Viscozyme® (ad azione pectinolitica) e del Flavourzyme® potenzia notevolmente l'azione del Celluclast®. Nelle condizioni testate, l'idrolisi enzimatica non determina alcun miglioramento nelle rese di estrazione del licopene, pertanto sono necessari ulteriori studi per identificare le condizioni di estrazione ottimali. Per il loro elevato contenuto di licopene e la ridotta quantità di polisaccaridi di parete che notoriamente interferiscono con la biodisponibilità e l'assimilazione della molecola stessa, le matrici idrolizzate risultano potenzialmente utilizzabili, tal quali, come ingredienti nella formulazione di una vasta gamma di prodotti contenenti licopene "solvent free".

#### LETTERATURA CITATA

- DI MASCIO P., KAISER S.P., SIES H., 2002 – *Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher*. Arch. Biochem. Biophys., 274: 179-185.  
ERDMAN JR. J.W., FORD N.A., LINDSHIELD B.L., 2009 –

- Are the health attributes of lycopene related to its antioxidant function?* Arch. Biochem. Biophys., 483: 229-235.
- LAVECCHIA R., ZUORRO A., 2008 – *Improved lycopene extraction from tomato peels using cell-wall degrading enzymes.* Eur. Food Res. Technol., 228: 153-158.
- LENUCCI M.S., CACCIOPOLA A., DURANTE M., SERRONE L., LEONARDO R., PIRO G., DALESSANDRO G., 2010 – *Optimisation of biological and physical parameters for lycopene supercritical CO<sub>2</sub> extraction from ordinary and high-pigment tomato cultivars.* J. Sci. Food Agric., 90: 1709-1718.
- RAO A.V., 2006 – *Tomatoes, lycopene and human health. Preventing chronic diseases* (Rao AV Ed) - Caledonian Science Press, Badalona, Spain.
- SOWBHAGYA H.B., CHITRA V.N., 2010 – *Enzyme-assisted extraction of flavorings and colorants from plant materials.* Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 50(2): 146-161.

### Effetto “interferente” delle proteine SNARE

M. DE BENEDICTIS, M. FARACO, G-P. DI SANSEBASTIANO e G. DALESSANDRO. Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

Il traffico di membrana all'interno delle cellule eucariote è mediato dalle proteine SNARE (*soluble N-ethylmaleimide-sensitive factor attachment protein receptor*) (JAHN *et al.*, 2006), polipeptidi che formano spontaneamente interazioni proteina-proteina altamente specifiche e permettono il processo di fusione tra le vescicole e la membrana di destinazione.

Recentemente è stata individuata una nuova classe funzionale di proteine SNARE dette interferenti (i-SNARE) poiché inibiscono il processo di fusione sostituendosi o legandosi ad una subunità del complesso SNARE funzionale e formando in questo modo un complesso non fusogenico (VARLAMOV *et al.*, 2004).

Nelle piante è stato messo in evidenza un effetto interferente da parte della Qa-SYP21 (FORESTI *et al.*, 2006) nel processo di trasporto al complesso vacuolare. Tra le proteine SNARE di *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. coinvolte nel trasporto ai vacuoli sono state identificate due Qa-SNARE, SYP21/22; due Qb-SNARE, VTI11/12 e le Qc-SNARE, SYP51/52. Le Qc-SNARE della famiglia genica SYP5 sono oggetto di questo studio ed hanno manifestato anch'esse un effetto interferente.

Una potente strategia per lo studio funzionale delle proteine SNARE *in vivo* è emersa negli ultimi anni e prevede la neutralizzazione selettiva di specifiche interazioni attraverso lo sviluppo e l'espressione in cellula di mutanti dominanti negativi (DN).

Grazie all'uso di marcatori enzimatici della secrezione come secRGUS, o del trasporto al vacuolo come RGUS-Chi (DI SANSEBASTIANO *et al.*, 2007) possiamo valutare l'effetto della sovra-espressione sia delle forme native delle proteine, sia delle versioni mutate solubili, che corrispondono al mutante DN, rilevan-

do l'identità e la specificità d'azione delle proteine SNARE SYP5.

Abbiamo studiato l'effetto della sovraespressione della forma nativa della proteina e del suo mutante DN solubile mettendo in evidenza l'esistenza sia di una funzione “classica” che di una funzione “interferente” per la stessa proteina SNARE.

Abbiamo osservato che i mutanti DN di SYP5 provocano un'alterazione dell'esocitosi con il coinvolgimento e l'alterazione dei compartimenti endocitotici. Tale comportamento è dovuto ad un effetto DN classico, compensato e corretto dall'eventuale competizione biochimica della forma nativa (GEELEN *et al.*, 2002). Le proteine Syp5 sono tuttavia coinvolte nel trasporto al vacuolo poiché si localizzano sul tonoplasto e se sovra-esprese mostrano avere un effetto di interferenza nel normale sviluppo dei vacuoli, inibendo il flusso di membrana da PVC a vacuolo. Nel caso del trasporto vacuolare, con la co-espressione della forma nativa e la corrispondente versione mutata, non si ristabilisce il corretto pathway di secrezione, ad indicare quindi un meccanismo d'azione contemporaneo ma indipendente da quello rivelato dall'effetto DN sull'esocitosi. La differenza tra effetto DN e interferente è statisticamente molto significativa.

Conoscere l'effetto delle i-SNARE potrebbe avere un'estrema rilevanza nella comprensione dell'organizzazione del complesso vacuolare. Abbiamo ipotizzato che le i-SNARE potrebbero regolare gli eventi di fusione omotipica dei compartimenti vacuolari ed endocitotici.

È stato suggerito che in modo non dissimile le i-SNARE possano avere una funzione fisiologica a livello dell'apparato del Golgi incrementando la polarità di questo organello (VARLAMOV *et al.*, 2004).

### LETTERATURA CITATA

- DI SANSEBASTIANO G.P., REHMAN R.U., NEUHAUS J-M., 2007 – *Development of rat  $\beta$ -glucuronidase as a reporter protein for the analysis of the plant secretory pathway.* Plant Biosystems, 141: 329-336.
- FORESTI O., DASILVA L.L., DENECKE J., 2006 – *Overexpression of the Arabidopsis syntaxin PEP12/SYP21 inhibits transport from the prevacuolar compartment to the lytic vacuole in vivo.* Plant Cell, 18: 2275-93.
- GEELEN D., LEYMAN B., BATOKO H., DI SANSEBASTIANO G.P., MOORE I., BLATT M.R., 2002 – *The abscisic acid-related SNARE homolog NtSyr1 contributes to secretion and growth: evidence from competition with its cytosolic domain.* Plant Cell, 14: 387-406.
- JAHN R., SCHELLER R.H., 2006 – *SNAREs: engines for membrane fusion.* Nat. Rev. Mol. Cell Biol., 7: 631-643.
- VARLAMOV O., VOLCHUK A., RAHIMIAN V., DOEGE C., PAUMET F., ENG W., ARANGO N., PARLATI F., RAVAZZOLA M., ORCI L., SÖLLNER T.H., ROTHMAN J.E., 2004 – *i-SNAREs: inhibitory SNAREs that fine-tune the specificity of membrane fusion.* J. Cell Biol., 164: 79-88.

## Secrezione di secGFP-PMEI1 in protoplasti di tabacco

M. DE CAROLI, M. TUNNO, F. MANUALDI, G. DALESSANDRO e G. PIRO. Di.S.Te.B.A. Università del Salento.

Gran parte del traffico vescicolare nelle cellule vegetali è diretto verso la parete cellulare che rappresenta la localizzazione finale dei polisaccaridi di matrice (pectine ed emicellulose), sintetizzati nell'apparato di Golgi, e le proteine strutturali ed enzimatiche, sintetizzate nel RE e modificate nel Golgi. Nonostante questo intenso traffico, a cui si aggiunge anche il trasporto verso la membrana plasmatica dei complessi enzimatici coinvolti nella sintesi della cellulosa (WIGHTMAN, TURNER, 2010), i meccanismi che controllano il *target* e la secrezione in parete sono ancora poco conosciuti.

In questo lavoro viene analizzato il meccanismo attraverso il quale la proteina fluorescente secGFP-PMEI1 raggiunge la parete. La chimera secGFP-PMEI1 è stata ottenuta fondendo secGFP, una forma secreta di GFP (DI SANSEBASTIANO *et al.*, 1998), a PMEI1, una proteina di parete, estratta da *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., che inibisce le pectine metilesterasi, il cui cDNA è stato fornito dalla Prof.ssa Bellincampi (Università "La Sapienza" Roma). Le analisi sono state condotte attraverso osservazioni al microscopio confocale.

Protoplasti di tabacco trasformati in maniera transiente con il costrutto chimerico secGFP-PMEI1, a 24 ore dalla trasformazione, evidenziano una fluorescenza verde discontinua ben visibile nella zona periferica del protoplasto. Per confermare la presenza della chimera nella porzione extraprotoplasmatica, sono stati effettuati esperimenti di immunomarcatura, utilizzando un anticorpo primario anti-GFP riconosciuto da un anticorpo secondario coniugato con il fluoroforo Alexa fluor 546 che emette fluorescenza nel rosso. L'anticorpo riconosce secGFP-PMEI1 esternamente al protoplasto, ovvero in parete. La specificità del riconoscimento anticorpo anti-GFP e secGFP-PMEI1 nella porzione esterna del protoplasto è stata dimostrata in protoplasti di tabacco trasformati con secGFP-KDEL, marcatore del RE.

È noto che nei protoplasti, a 18 ore dalla loro preparazione, è già possibile analizzare quantitativamente e qualitativamente la composizione polisaccaridica della parete neo-sintetizzata (LEUCCI *et al.*, 2007). La rigenerazione della parete nei protoplasti è stata valutata usando l'anticorpo monoclonale JIM7 (KNOX *et al.*, 1990), che lega in maniera specifica le pectine metilesterificate. A 18 ore dalla preparazione dei protoplasti, JIM7 marca chiaramente la superficie cellulare e l'intensità della marcatura aumenta nel tempo. Inoltre, analisi biochimiche dimostrano in maniera inequivocabile che secGFP-PMEI1 è presente nella frazione delle proteine di parete già dopo 24 ore dalla trasformazione.

Attraverso analisi di bioinformatica, PMEI1 è stata recentemente classificata come una probabile proteina legata ad un'ancora di glicosilfosfatidilinositolo

(GPI). Si pensa che l'ancora di GPI possa fungere da segnale di *targeting* per le proteine destinate alla membrana plasmatica. Le proteine legate ad un'ancora di GPI possono essere ritenute nella membrana plasmatica o rilasciate in parete dall'azione di fosfolipasi specifiche (ELORTZA *et al.*, 2006). Per verificare tale previsione è stata valutata la solubilizzazione di secGFP-PMEI1 in Triton X-114 ed il possibile rilascio dall'ancora in seguito al trattamento con fosfolipasi C. Questo enzima taglia in maniera specifica il dominio idrofobico dell'ancora, convertendo le proteine GPI ancorate nella loro forma idrofilica (SEDBROOK *et al.*, 2002). SecGFP-PMEI1 risulta insolubile in Triton X-114, infatti è rilevata solo nella fase detergente arricchita in proteine idrofobiche, ed è sensibile all'azione della fosfolipasi C. Utilizzando un secondo costrutto PMEI1-GFP, dove la GFP è legata al carbossi-terminale di PMEI1, non si osserva mai fluorescenza in parete. Inoltre, PMEI1-GFP è solubile in Triton X-114. Questo costrutto non è quindi legato a GPI. In presenza di mannosamina, un amino zucchero che interferisce con la sintesi di GPI impedendo l'ancoraggio della proteina all'ancora di GPI (LISANTI *et al.*, 1991), si verifica un accumulo di secGFP-PMEI1 nell'apparato di Golgi, evidenziando un *pattern* simile a quello osservato con PMEI1-GFP. Queste evidenze dimostrano che secGFP-PMEI1 è una proteina ancorata a GPI e che l'ancoraggio a GPI è indispensabile per la secrezione in parete. Si tratta delle prime evidenze che dimostrano che esistono meccanismi più complessi del semplice meccanismo di *bulk flow* che regolano la secrezione in parete.

Questo lavoro è stato finanziato con i fondi del progetto PRIN 2007.

## LETTERATURA CITATA

- DI SANSEBASTIANO G.P., PARIS N., MARC-MARTIN S., NEUHAUS J.M., 1998 – *Specific accumulation of GFP in a non-acidic vacuolar compartment via a C-terminal propeptide-mediated sorting pathway*. Plant J., 15: 449-458.
- ELORTZA F., MOHAMMED S., BUNKENBORG J., FOSTER L.J., NÜHSE T.S., BRODBECK U., PECK S.C., JENSEN O.N., 2006 – *Modification-specific proteomics of plasma membrane proteins: identification and characterization of glycosylphosphatidylinositol-anchored proteins released upon phospholipase D treatment*. J. Proteome Res., 5: 935-943.
- KNOX J.P., LINSTAD P.J., KING J., COOPER C., ROBERTS K., 1990 – *Pectin esterification is spatially regulated both within cell wall and between developing tissues of root apices*. Planta, 181: 512-521.
- LEUCCI M.R., DI SANSEBASTIANO G.P., GIGANTE M., DALESSANDRO G., PIRO G., 2007 – *Secretion marker proteins and cell-wall polysaccharides move through different secretory pathway*. Planta, 225: 1001-1017.
- LISANTI M.P., CARAS I.W., RODRIGUEZ-BOULAN E., 1991 – *Fusion proteins containing a minimal GPI-attachment signal are apically expressed in transfected MDCK cells*. J. Cell Sci., 99: 637-640.
- SEDBROOK J.C., CARROLL K.L., HUNG K.F., MASSON P.H., SOMERVILLE C.R., 2002 – *The Arabidopsis SKU5 gene encodes an extracellular glycosyl phosphatidylinositol-anchored glycoprotein involved in directional root growth*. Plant Cell, 14: 1635-1648.
- WIGHTMAN R., TURNER S., 2010 – *Trafficking of the plant cellulose synthase complex*. Plant Physiol., 153: 427-432.

## L'albero della manna nelle campagne del Salento

F. TARANTINO. Liceo Statale F. Capece, Maglie (Lecce).

È insolito trovare nelle campagne del Salento carsico acqua di superficie. Invece vi è un luogo, nel centro della penisola, nelle campagne di Supersano nei periodi di autunno-vernini, dove è possibile trovare affioramenti di acqua nelle campagne, tanto che nelle annate più abbondanti di piogge i terreni diventano impraticabili per mesi interi. Il luogo era un vero "eden": area ricca di acquitrini, di animali selvatici stanziali e migratori, profondamente ombroso e fresco per la presenza di tipiche latifoglie continentali. Qui, le querce, dominanti in tutto il Salento, diventano in modo specifico "a foglia caduca" proprio per il freddo insistente in inverno: farnetto, quercia virgiliana, rovere. Ma non solo. MARINOSCI (1870) descrive in modo puntuale la presenza del castagno, albero tipicamente collinare che ordinariamente vive dai 500 ai 1.000 metri di altitudine, dell'olmo tipico dei climi freddi continentali, del carpino, ed in ultimo del frassino indicandone la presenza anche di frassino meridionale che invece è spontaneo in questo territorio, ma meno adatto alla produzione della manna. Quest'ultimo fu ritrovato anche dal sottoscritto nella primavera 2002 sulle pendici della "serra". Ma è stato il nome del Santuario, ancora oggi molto conosciuto, di "Coelimanna" a creare le basi di questa ricerca. Santuario importante per i pregiati affreschi e la incantevole Cripta che li custodisce. Ma poiché nessun nome e/o toponimo locale è "calato da cielo", se non fortemente radicato nella tradizione, nella cultura e attività del luogo, come poteva spiegarsi questo nome "Coelimanna" a Supersano, proprio a fianco alla cripta basiliana? Le ipotesi su questa origine sono state, tra storia e leggenda, tra le più stravaganti e assortite, ma nessuna con una base storica valida. Mancava quindi il ritrovamento odierno per avvalorare non solo la presenza dell'orno, ma in particolare il nome "Coelimanna" dato al luogo. In occasione di un laboratorio didattico con gli studenti dello Scientifico Capece di Maglie, percorrendo i sentieri alle spalle della Cripta a non molti metri della stessa, mi sono imbattuto in questo albero dal portamento arbustiforme, posto in posizione di ombra per il sovrastare dei *Pini d'Aleppo*, ma ben visibile e riconoscibile.

### LETTERATURA CITATA

MARINOSCI M., 1870 - *Flora salentina*, Tipografia Editrice Salentina, Lecce.

### Caratterizzazione di materiale generativo di piante spontanee di interesse alimentare e terapeutico e di possibile impiego per interventi di risanamento ambientale

R. ACCOGLI, F. CAFORIO, A. RUSSO e S. MARCHIORI. Orto Botanico del Di.S.Te.B.A. - Università del Salento.

Negli ultimi anni, si è riscoperta la valenza estetico-paesaggistica e naturalistica di numerose specie spontanee o naturalizzate, annuali, bienni o perenni (*wildflowers*) (LENZI *et al.*, 2007). Da qui l'idea di testare il comportamento di alcune tra le specie autoctone più diffuse nel Salento, ampiamente utilizzate in gastronomia e in farmaceutica, da impiegare anche per interventi di risanamento di aree degradate (BRETZEL, PEZZAROSSA, 2007). La scelta è caduta su: cardo mariano (*Silybum marianum* (L.) Gaertner), grespino (*Sonchus oleraceus* L.) e cicoria selvatica (*Cichorium intybus* L.); tali specie affiancano comunemente quelle di interesse agrario, provvedono al ripristino degli equilibri naturali, regimano l'umidità relativa dell'ambiente circostante e sono richiamo e cibo per insetti e uccelli. Inoltre, è stata dimostrata un'elevata idoneità della cicoria selvatica e del grespino nella fitodepurazione dei metalli pesanti (MP) ed un'elevata capacità del grespino nell'assorbimento degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) dal suolo agrario (DURANTE, 2009)

Il materiale generativo delle tre specie è stato raccolto tra giugno e settembre 2010 e per ciascuna di esse si è proceduto alla selezione dei semi, alla loro valutazione in peso, forma, colore, potere germinativo. Contenitori per la semina sono state capsule *petri* sterili (diametro 9 cm) con carta da filtro come substrato. Per ogni lotto di semina, sono state realizzate tre ripetizioni, con 30 elementi per capsula.

In Orto Botanico su terreno agrario e su di un'area esterna in forte degrado, sono state realizzate parcelle sperimentali per la coltivazione delle singole specie, al fine di valutare: caratteri morfometrici, fenofasi, rese produttive, capacità del popolamento di auto potenziarsi, risposte alla domesticazione.

Il materiale generativo è stato esaminato dal punto di vista morfometrico, valutando forma, colore, misura dei due assi principali per almeno 100 semi, quindi il peso di 1000 semi (Tab. 1)

### TABELLA 1

Principali caratteri dei semi.  
Main features of the seeds.

Specie	Colore semi maturi	Peso 1000 semi (g)	Asse vert. (mm)	Asse orizz. (mm)
<i>Sonchus oleraceus</i>	rame	0,24	2,9±0,4	1,2± 0,2
<i>Cichorium intybus</i>	marrone foca	0,98	2,8± 0,3	1,3± 0,3
<i>Silybum marianum</i>	marrone scuro	11,49	7,2 ± 0,4	3,4± 0,4

Le semine in piastra sono state effettuate in due camere di crescita distinte: la prima con temperatura di 18 °C e fotoperiodo di 12 h, la seconda con temperatura di 24 °C e fotoperiodo di 16 h. Per tutte e tre le specie l'emergenza era già oltre il 30% dopo soli 4 giorni dalla semina ed ha raggiunto i valori massimi tra il 7° ed il 13° giorno. Il cardo mariano ha registrato un elevato potere germinativo (87%) nella

prima camera e un basso valore (37%) nella seconda, probabilmente perché necessita di un fotoperiodo più lungo. Per il grespino sono state riportate registrazioni di poco differenti, 57% nella prima camera, 63% nella seconda, a conferma della grande adattabilità della specie. Per la cicoria selvatica le condizioni ottimali erano quelle della seconda camera, con temperatura più elevata e fotoperiodo più lungo. La messa a punto di protocolli colturali per le più comuni specie spontanee viene finalizzata ad una loro coltivazione negli habitat suscettibili di riqualificazione paesaggistica, come i numerosi spazi ruderali o i terreni rocciosi non lavorabili, ma anche nelle aree inquinate da risanare.

#### LETTERATURA CITATA

- BRETZEL F., PEZZAROSSA B., 2007 – *Riqualificazione ambientale a basso input energetico di suoli urbani attraverso l'utilizzo di piante erbacee spontanee (wildflowers)*. Atti 2° Conv. Naz. "Piante Mediterranee. Valorizzazione delle risorse e sviluppo sostenibile". Agrigento, 7-8 ottobre 2004: 595-600.
- DURANTE U., 2008-2009 – *Il Sonchus oleraceus nella fitoremediazione di inquinamento del terreno da IPA*. Tesi laurea AA 2008-2009 – Facoltà di SS. MM.FF. NN. Università del Salento
- LENZI A., MALORGIO F., SERENA M.G., TESI R., 2007 – *Possibile impiego in floricoltura di alcuni wildflowers della Toscana*. Atti 2° Conv. Naz. "Piante Mediterranee - Valorizzazione delle risorse e sviluppo sostenibile". Agrigento, 7-8 ottobre 2004: 587-594.

#### Caratterizzazione di materiale generativo di *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach proveniente dalla stazione pugliese Palude del Capitano (Lecce)

M.P. BIANCHI, R. ACCOGLI, P. MEDAGLI e S. MARCHIORI. Orto Botanico del Di.S.Te.B.A., Università del Salento.

*Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach è presente in Puglia a Palude del Capitano (Nardò - Lecce) (CANIGLIA *et al.*, 1975), dove forma una cenosi ascrivibile all'associazione fitosociologia *Cistus monspeliensis-Sarcopoterietum spinosum* Brullo, Minissale & Spampinato 1997, della classe *Cisto-Micromerietea* Oberdorfer 1954. Secondo la Direttiva Habitat del 92/43/CEE, si tratta di un Habitat di interesse comunitario, "*Phrygane a Sarcopoterium spinosum*" (AA. VV., 2010). La dinamica vegetazionale nella stazione pugliese sembra favorire l'espansione delle specie della macchia mediterranea (soprattutto di *Pistacia lentiscus* L.) a scapito di *S. spinosum*. Pertanto, presso l'Orto Botanico del DiSTeBA è stato programmato un intervento di conservazione *ex situ* e di reintroduzione. In studi pregressi è stato messo in evidenza un elevato potere germinativo degli pseudocarpi prelevati nella stazione pugliese (TORNADORE *et al.*, 1978; TORNADORE *et al.*, 1982). Trattamenti quali l'imbibi-

zione a 4 °C per 24 h, l'immersione in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> per 30' e l'imbibizione a temperatura ambiente per 24 h, hanno permesso di ottenere percentuali di germinazione più elevate (RUTA *et al.*, 2009).

Il materiale generativo era stato raccolto nel mese di giugno 2010 e conservato in luogo asciutto. Dopo cinque mesi, gli pseudocarpi sono stati ripresi, ne sono stati valutati i caratteri morfometrici e sottoposti a prove di germinazione. In ogni pseudocarpo erano presenti da 2 a 4 semi (a volte anche 6), alcuni dei quali spesso abortiti.

Il peso di 1000 pseudocarpi è di 5.2 g. In 100 pseudocarpi sono state misurate le lunghezze dei due assi principali: per quello verticale si registra un valore di 3,3±0,4 mm; per quello orizzontale di 3,1±0,3 mm. I semi hanno la forma di uno spicchio, con un apice appuntito ed uno arrotondato, con due facce piane ed una convessa. Il peso di 1000 semi è di 1 g. L'altezza e la larghezza media di 100 semi sono, rispettivamente, di 0,3±0,3 mm e 1,2±0,2 mm. Contenitori per la semina erano capsule Petri sterili (diametro 9 cm) con carta da filtro come substrato, tenute in camera di crescita a 25 °C e fotoperiodo di 16 h. Per ogni lotto di semina, sono state realizzate tre ripetizioni, con 25 elementi per capsula (semi o pseudocarpi). Tra i possibili pretrattamenti, si è scelto di effettuare la vernalizzazione, perciò semi nudi e pseudocarpi interi sono stati imbibiti e tenuti a 4 °C per 24 h prima di essere seminati.

In definitiva, le prove di germinazione interessavano 4 gruppi di materiale generativo: 1) pseudocarpi vernalizzati; 2) pseudocarpi non trattati; 3) semi vernalizzati; 4) semi non trattati.

Gli pseudocarpi che non hanno subito alcun trattamento hanno cominciato a germinare dopo 3 settimane dalla semina, mentre quelli sottoposti a vernalizzazione hanno iniziato alla quarta settimana. Le curve di germinazione hanno evidenziato un diverso comportamento della vitalità del materiale generativo. Dato inatteso è che i semi nudi hanno avuto bisogno di più tempo per innescare il processo germinativo: 5 settimane per quelli senza trattamento, 7 settimane per i semi vernalizzati. A 11 settimane dalla semina, per gli pseudocarpi è stato registrato il 90% della germinazione (vernalizzati e non), ma per ogni pseudocarpo si era formata una ed una sola plantula. È stato registrato solo il 16% della germinazione per i semi vernalizzati ed il 20% per semi che non avevano subito alcun trattamento.

Dai risultati preliminari emerge la scarsa utilità del trattamento di vernalizzazione a cui è stato sottoposto il materiale generativo, sia come pseudocarpi interi che come semi nudi. Solo un seme per ogni pseudocarpo forma la giovane plantula anche se gli altri lo potrebbero fare successivamente, in maniera scalare. Le tecniche adottate suggerirebbero di partire da materiale generativo purificato (semi nudi) per un risultato più realistico in merito al numero di individui che si dovrebbero ottenere per gli interventi di reintroduzione.

#### LETTERATURA CITATA

- A.A.V.V., 2010 – *Manuale italiano interpretazione degli*

- habitat* (Direttiva 92/43 CEE). Ministero Ambiente e Tutela Territorio e Mare, Società Botanica Italiana.
- CANIGLIA G., CHIESURA LORENZONI F., CURTI L., LORENZONI G.G., MARCHIORI S., 1975 – *Inquadramento fitosociologico di una cenosi a Sarcopoterium spinosum (L.) Spach. del Salento (Puglia)*. Atti Ist. Bot. Univ. Pavia, 10(s. 6): 241-267.
- RUTA C., MORONE FORTUNATO I., TAGARELLI A., 2009 – *Studio sulla propagazione di Sarcopoterium spinosum (L.) Spach*. Italian J. Agron., 4(Suppl. 4).
- TORNADORE N., CANIGLIA G., BALUGANI U., 1982 – *Germinazione di Sarcopoterium spinosum (L.) Spach (Rosaceae) proveniente da stazioni italiane*. Giorn. Bot. Ital., 116(Suppl. 1): 102-103.
- TORNADORE N., CANIGLIA G., CHIESURA LORENZONI F., CURTI L., LORENZONI G.G., MARCHIORI S., RAZZARA S., 1978 – *Sarcopoterium spinosum (L.) Spach in Puglia. Vitalità germinativa comparata*. Giorn. Bot. Ital., 112(4): 307-308.

### Una nuova specie di *Isoetes*

P. ERNANDES, L. BECCARISI e V. ZUCCARELLO.  
DI.S.TE.B.A., Università del Salento

*Isoetes* è un genere cosmopolita di pteridofite eterosporee (*Pteridophyta*), classe *Lycopsidea*, famiglia *Isoëtaceae*, che comprende circa 200-250 specie (TAYLOR, HICKEY 1992; HICKEY, 1997).

Si tratta di piante sia acquatiche (permanentemente sommerse, che espletano il loro ciclo vitale esclusivamente nel mezzo acquatico), sia anfibia (semi-sommerse, localizzate ai margini dei corpi idrici, in cui il livello dell'acqua è oscillante), sia terrestri (quasi sempre emerse) (PFEIFFER, 1922). È proprio sulla base di quest'aspetto ecologico che tradizionalmente si suddivide il genere in sezioni (GRENIER, GODRON, 1856).

Relativamente al Mediterraneo, GREUTER *et al.* (1984) indicano 11 specie certe, di cui 8 sono endemiche. Restringendo il campo alle *Isoetes* terrestri e anfibia, quelle terrestri si distinguono dalle anfibia per la presenza di fillopodidi e di *velum* (JERMY, AKEROYD, 1993). Nell'ambito delle terrestri la morfologia delle spore rappresenta il principale carattere discriminante. Tutte le specie del genere *Isoetes* sono specie indicatrici di habitat di acque dolci, generalmente lentiche, ascrivibili alle seguenti categorie di habitat di interesse comunitario o prioritari: 3110 "Oligotrophic waters containing very few minerals of sandy plains (*Littorelletalia uniflorae*)"; 3120 "Oligotrophic waters containing very few minerals generally on sandy soils of the West Mediterranean with *Isoetes* spp."; 3170 "Mediterranean temporary ponds" (European Commission DG Environment 2007).

In questo studio sono state prese in esame popolazioni di *Isoetes* di varie località della Puglia, che differiscono per diversi caratteri, dalle altre specie esistenti. L'area di studio è localizzata nell'Italia meridionale, in Puglia, e comprende i territori delle provincie

di Lecce, Brindisi e Taranto.

Sono stati inoltre esaminati gli *exiccata* del genere *Isoetes* provenienti da aree geografiche differenti, conservati presso gli erbari delle Università di Firenze (FI), Torino (TO), Ancona (ANCO), Sassari (SASSA), Palermo (PAL) e Roma (RO).

In Puglia sono note le seguenti segnalazioni relative al genere *Isoetes*: *I. histrix* Dur. var. *subinermis* Dur. (VACCARI 1920) e *I. histrix* Bory (MARCHIORI *et al.*, 1999; ERNANDES *et al.*, 2007).

I singoli individui sono stati descritti sulla base di 18 caratteri morfologici che riguardano la morfologia e l'anatomia della pianta, le caratteristiche dello sporangio, le caratteristiche delle spore osservate al SEM. Attraverso un software di analisi immagini, sono stati misurati i diametri maggiore e minore. La forma delle spore, la morfologia della perina ed altre caratteristiche distintive sono state definite seguendo il glossario di FERRARINI *et al.* (1986).

Per i conteggi cromosomici è stato utilizzato il metodo di BATTAGLIA (1951).

*Isoetes iapygia* Ernandes Beccarisi & Zuccarello (ERNANDES *et al.*, 2010) è specie terrestre, alta dalla base del corno 4,0 cm. Il bulbo è privo di fillopodidi ± trilobo. Sono presenti resti basali delle fronde (scales) leggermente induriti, parzialmente resistenti, minuti, bruni, traslucidi. Le fronde quasi filiformi, in numero di 20 per cespo, sono arcuate, di color verde brillante, decolorate in un buon tratto basale, semitrasparenti in controluce, con *trabeculae* trasversali evidenti. La sezione fogliare è a profilo triangolare, provvista di sole 2 camere aerifere. Gli stomi sono presenti solo nella pagina inferiore della fronda. Gli sporangi sono globosi, con *velum* completo. La ligula è membranacea, ovata di 1,2 mm. Le macrospore sono trileti, con diametro di 447 µm, bianche, tubercolate, a profilo rotondeggiante-triangolare in vista polare; l'equatore è poco definito, marginato e le braccia laesurali della faccia prossimale sono pronunciate; laesura sottile; cingoli prominenti nella faccia distale. Le microspore sono monoleti, hanno un diametro di 30µm, brune, coniculate-echinate nella faccia distale, lievemente rugose sulla faccia prossimale; la laesura della faccia prossimale è pronunciata. Il numero cromosomico è  $2n=22$ . *I. iapygia* risulta simile alle specie anfibia per l'assenza di fillopodidi e la semitrasparenza delle fronde (COSTE, 1937), simile alle specie terrestri per il *velum* completo e per le macrospore tubercolate, un carattere comune a *I. histrix* e *I. subinermis*. Rispetto a queste ultime, però, le macrospore di *I. iapygia* hanno i tubercoli un po' più sviluppati e acuti. Un carattere del tutto unico di *I. iapygia* è rappresentato dalle due camere aerifere: tutte le specie di *Isoetes* fino ad ora descritte ne possiedono quattro (PFEIFFER, 1922; KEELEY, 1982).

L'areale geografico di *I. iapygia* è ben definito, limitato alla Puglia meridionale e non sovrapposto con l'areale di altre specie congeneriche. *I. histrix* e *I. subinermis* sono anch'esse presenti in Puglia, ma al di fuori del range geografico di *I. iapygia* ed in habitat differente, caratterizzato da suoli profondi.

Per quanto riguarda la regione mediterranea, com-

portamento ecologico simile a quello di *I. iapygia* è espresso da *I. olympica* in Asia (QUÉZEL, 1998; MUSSELLMANN, 2002), da *I. setacea*, presente in ambienti umidi su roccia lungo il versante mediterraneo della Francia (BRAUN-BLANQUET, 1952) e da *I. duriei*, che si ritrova all'interno di piccole pozze stagionali su roccia sull'isola di Pantelleria (GIANGUZZI, 1999), sulle isole Baleari, in Grecia (BERGMEIER, RAUS, 1999) e, in associazione con il muschio *Pleurochaete squarrosa*, anche sulle Alpi Marittime (POIRON, BARBERO, 1966; BARBERO *et al.*, 1982).

Riassumendo, *I. iapygia* esprime caratteri morfologici intermedi tra *I. velata*, da una parte, e *I. histrix* e *I. subinermis*, dall'altra. Si distingue da queste specie per la differente ecologia e corologia e per l'originalità di presentare due sole camere aerifere fogliari.

Le camere aerifere rivestono un ruolo chiave nelle *Isoëtes*, sia come sostegno fisico, sia come mezzo di diffusione dell'ossigeno e dell'anidride carbonica. e sarebbero un carattere ereditato da antenati acquatici del genere. Nel corso dell'evoluzione, il passaggio da un ambiente prettamente acquatico ad uno anfibi e poi terrestre avrebbe ridotto la grandezza di questi canali nelle specie più recenti di *Isoëtes* (TAYLOR, HICKEY, 1992). *I. iapygia* sembra rappresentare un caso estremo di riduzione delle camere aerifere, al vertice di una serie evolutiva che parte dalle *Isoëtes* acquatiche e giunge a quelle terrestri. Le caratteristiche ecologiche costituiscono un elemento a supporto di questa ipotesi. Infatti, l'habitat di *I. iapygia* ha un minimo grado di inondazione, minore persino rispetto all'habitat delle altre *Isoëtes* terrestri presenti in Puglia.

#### LETTERATURA CITATA

- BARBERO M., GIUDICELLI J., LOISEL R., QUÉZEL P., TERZIAN E., 1982 – *Étude des biocénoses des mares et ruisseaux temporaires à éphémérophytes dominants en région méditerranéenne française*. Bull. Ecol., 13: 387-400.
- BATTAGLIA E., 1951 – *Accorgimenti nella tecnica citologica relativa alla reazione di Feulgen*. Caryologia, 3: 381-383.
- BERGMEIER E., RAUS T., 1999 – *Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland*. Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz., 17: 463-479.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N., NÈGRE R., 1952 – *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Montpellier*: Centre National Recherche Scientifique.
- COSTE H., 1937 – *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Blanchard Ed.
- ERNANDES P., BECCARISI L., ZUCCARELLO V., 2007 – *L'habitat prioritario "stagni temporanei mediterranei" in Puglia: nuovi dati distributivi e segnalazioni di specie interessanti*. Inform. Bot. Ital., 39(2): 271-279.
- , 2010 – *A new species of Isoëtes (Isoëtaceae, Pteridophyta) for the Mediterranean*. Plant Biosystems, 144: 805-813.
- EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT, 2007 – *Interpretation Manual of European Union Habitats*. EUR 27.
- FERRARINI E., CIAMPOLINI F., PICHI SERMOLLI R.E.G., MARCHETTI D., 1986 – *Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae*. Webbia, 40(1): 1-202.

- GIANGUZZI L., 1999 – *Vegetazione e bioclimatologia dell'isola di Pantelleria (Canale di Sicilia)*. Braun Blanquetia, 22: 1-70.
- GRENIER J.C.M., GODRON D.A., 1856 – *Flore de France, ou description des plantes qui croissent naturellement en France et en Corse*. Paris, Librairie des Sciences Naturelles.
- GREUTER W., BURDET H.M., LONG G. (Eds.), 1984 – *Med-Checklist I*. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques.
- HICKEY R.J., 1997 – *Genus Isoëtes in the New World: an overview*. Amer. J. Bot., 84(6): 162.
- JERMY A.C., AKEROYD J.R., 1993 – *Isoetes L*. In: TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A. (Eds.), *Flora Europaea* (second edition) 1. Cambridge, University Press.
- KEELEY J.E., 1982 – *Distribution of diurnal acid metabolism in the genus Isoëtes*. Am. J. Bot., 69: 254-257.
- MARCHIORI S., MEDAGLI P., SABATO S., RUGGIERO L., 1999 – *Contributo alla conoscenza della flora del sito Raucchio-Rete Naturale 2000*. Thalassia Salentina, 23: 31-57.
- MUSSELMAN L.J., 2002 – *The only quillwort (Isoëtes olympica A. Braun) in Siria is threatened with extirpation*. Fern Gaz., 16: 324-329.
- PFEIFFER N.E., 1922 – *Monograph of the Isoëtaceae*. Ann. Missouri Bot. Gard., 9: 79-232.
- POIRON L., BARBERO M., 1966 – *L'Isoetion du Massif de Biot (Alpes Maritimes)*. Bull. Soc. Bot. Fr., 113: 410-415.
- QUÉZEL P., 1998 – *La végétation des mares transitoires à Isoëtes en région méditerranéenne, intérêt patrimonial et conservation*. Ecol. Medit., 24: 111-117.
- TAYLOR W.C., HICKEY R.J., 1992 – *Habitat, evolution and speciation in Isoëtes*. Ann. Missouri Bot. Gard., 79(3): 613-622.
- VACCARI A., 1920 – *Piante dell'agro Brindisino*. In: FIORI A., *Addenda ad Floram Italicam*. Boll. Soc. Bot. Ital., 1920: 8-10.

#### La biodiversità nascosta: il fitoplancton del Mar Piccolo di Taranto

M. BELMONTE e F. RUBINO. CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, UOS Talassografico "A. Cerruti", Taranto.

Con il termine biodiversità, nella sua accezione più semplice, s'intende la varietà delle forme viventi sulla Terra. Questo vuol dire che si può parlare di biodiversità partendo dalle molecole fino ad arrivare alla complessità degli ecosistemi. In pratica, però, quella con cui chi studia la biodiversità ha più comunemente a che fare è la ricchezza specifica, cioè il numero delle specie presenti in una certa area o un certo volume della biosfera (HEIP, 2009).

Il problema è che la biodiversità espressa in un dato momento non è detto sia quella che in realtà caratterizza una regione. Questo vale in particolare per tutte le specie che mostrano una presenza discontinua nell'ambiente e il cui studio non può prescindere dal conoscere il loro ciclo vitale.

Il fitoplancton marino costiero è paradigmatico da questo punto di vista, perché formato soprattutto da

elementi (le specie) la cui presenza nella colonna d'acqua è riscontrabile solo per brevi periodi durante l'anno, normalmente correlati al ciclo stagionale. Questa caratteristica strutturale del fitoplancton marino, almeno alle latitudini temperate, porta a chiedersi dove siano le specie quando non sono nell'acqua, dove ci aspettiamo di trovarle. Per tante di queste la risposta è venuta dallo studio del loro ciclo vitale, che ha permesso di visualizzare un quadro più complesso di quello descritto sui testi di ecologia marina, con la presenza di cicli vitali eteromorfi che vedono l'alternanza di stadi pelagici e stadi bentonici (MONTRESOR, 2009). Non si tratta dei classici cicli vitali meroplanctonici come quelli dello zooplankton, che prevedono la presenza delle larve nell'acqua e degli adulti nel benthos, ma in questo caso, al contrario, gli adulti sono planctonici e si riproducono sessualmente, mentre i loro prodotti (ipnozigoti e uova di resistenza) sono bentonici. Perciò, la risposta alla domanda dove siano le specie quando non sono in acqua è: in un altro dominio, quello del benthos. Questa dinamica, con interazioni di tipo funzionale tra pelagos e benthos, è stata dimostrata per oltre 200 specie di dinoflagellati, ma è comune anche ad altri gruppi del fitoplancton marino come le diatomee e si può supporre rappresenti la regola piuttosto che l'eccezione, per la spiegazione delle fluttuazioni stagionali e le variazioni interannuali che caratterizzano le comunità fitoplanctoniche.

Come conseguenza di tutto questo, ha senso distinguere tra la biodiversità espressa in un determinato momento nella colonna d'acqua e quella nascosta nei sedimenti del fondo sotto forma di stadi di resistenza, cioè stadi dormienti, prodotti di solito dalla riproduzione sessuata, che rappresentano un'assicurazione per le specie contro la variabilità ambientale, intesa sia in senso abiotico sia in termini di competizione per le risorse e pressione di predazione.

Nel Mar Piccolo di Taranto, già da diversi anni è stato avviato uno studio della dinamica dei dinoflagellati planctonici integrando le informazioni dalla colonna d'acqua con quelle dai sedimenti (RUBINO *et al.*, 2009). Il risultato più generale si può quantificare nella presenza di milioni di stadi di resistenza del fitoplancton per m<sup>2</sup> di fondo e in un rapporto tra la biodiversità potenziale, cioè l'insieme di tutte le specie di dinoflagellati presenti nell'ambiente, e quella espressa in un dato momento dell'anno pari almeno a 5 a 1. Vuol dire che in ogni stagione, per ciascuna specie presente in acqua ce ne sono almeno cinque dormienti nel sedimento, pronte a germinare e rifornire di stadi attivi la comunità planctonica, a patto che le condizioni ambientali siano favorevoli. Che questo sia un elemento fondamentale nel funzionamento del sistema planctonico è evidenziato da una stretta complementarietà tra le dinamiche di presenza e distribuzione dei diversi stadi morfofunzionali tra la colonna d'acqua e i sedimenti, per cui la presenza di alte densità di stadi attivi corrisponde a basse densità di stadi di resistenza e viceversa. Questo trasferimento di biodiversità tra il pelagos e il benthos è stato formalizzato nel modello della "supply-vertical

ecology" (MARCUS, BOERO, 1998) e impone di riconsiderare le classiche metodiche di studio del fitoplancton per non trascurare l'ingente porzione di biodiversità nascosta nei sedimenti, la cui espressione può di volta in volta influire pesantemente sulla struttura delle comunità fitoplanctoniche.

#### LETTERATURA CITATA

- HEIP C., 2009 – *Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Printbase, Dublin, Ireland.  
 MARCUS N.H., BOERO F., 1998 – *The importance of benthic-pelagic coupling and the forgotten role of life cycles in coastal aquatic systems*. *Limnol. Oceanogr.*, 43: 763-768.  
 MONTRESOR M., 2009 – *Uno, nessuno, centomila: cicli vitali eteromorfi nel fitoplancton*. *Biol. Marina Medit.*, 16: 138-140.  
 RUBINO F., BELMONTE M., BOERO F., 2009 – *Benthic recruitment for planktonic dinoflagellates: an experimental approach*. *Biol. Marina Medit.*, 16: 158-161.

#### L'effetto dei cambiamenti climatici sulle macroalghe alloctone: il caso del Mar Piccolo di Taranto

E. CECERE, G. ALABISO, G. PORTACCI e A. PETROCELLI. Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR

L'introduzione di specie non-indigene costituisce una delle maggiori minacce per la biodiversità degli ambienti marini costieri e per le attività che in essi vi si conducono. Spesso, questo fenomeno è strettamente connesso con le attività stesse, come l'acquacoltura, dal momento che è stato dimostrato che molte specie vengono introdotte tramite i molluschi importati (MINEUR *et al.*, 2007). Nel Mar Piccolo di Taranto, l'ostrica giapponese *Crassostrea gigas* Thunberg, 1793 sembra essere il principale vettore di introduzione di macroalghe alloctone (PETROCELLI, CECERE, 2010), e il bacino può essere considerato un vero e proprio "hot spot" per l'introduzione di tali specie (CECERE, PETROCELLI, 2009). Infatti, nel Mar Piccolo negli ultimi 20 anni, sono state segnalate 9 specie di macroalghe alloctone: le Rodoficee *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft *et M.J. Wynne*, *Grateloupia turuturu* Yamada, *Hypnea cornuta* (Kützting) J. Agardh, *Osmundea oederi* (Gunnerus) G. Furnari, *Solieria filiformis* (Kützting) P.W. Gabrielson, *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris, la Fucoficea *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar e le Cloroficee *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman *et Boudouresque* e *Codium fragile* (Suringar) Hariot v. *fragile* (CECERE, PETROCELLI, 2004; MASTROTOTARO *et al.*, 2004; GRAVILI *et al.*, 2010).

La fenologia vegetativa e riproduttiva, la dinamica di popolazione nonché l'estensione dei popolamenti delle specie *C. fragile* v. *fragile*, *H. cornuta*, *G. turuturu* e *U. pinnatifida*, sono state seguite per tre anni

nell'ambito del progetto VECTOR (Vulnerabilità delle Coste e degli ecosistemi marini italiani ai cambiamenti climatici e loro ruoli nei cicli del carbonio mediterraneo).

*Undaria pinnatifida*, appartenente all'ordine delle *Laminariales*, è nativa delle acque temperato fredde del Giappone; sporofiti con sporofilli maturi sono stati raccolti per la prima volta ad aprile 1998 (CECERE *et al.*, 2000). Gli studi di popolazione hanno evidenziato che, dal 2000 al 2004, la specie si è diffusa pur rimanendo nella zona di primo rinvenimento; negli anni successivi, è stata osservata una progressiva contrazione della popolazione fino alla completa scomparsa della specie.

*Codium fragile* v. *fragile*, anch'essa nativa delle acque temperato fredde del Giappone, è stata rinvenuta la prima volta a luglio 2002 e ritrovata a luglio dell'anno successivo. Dopo 7 anni di assenza, è stata nuovamente osservata a giugno 2009; non è stata osservata nell'estate 2010.

*Hypnea cornuta*, originaria delle acque calde dell'Atlantico orientale (Guinea, Africa occidentale), è stata raccolta per la prima volta a dicembre 2000 nel Secondo Seno. È stato osservato che i talli di questa specie, sia aptofitici che pleustofitici, sono presenti da maggio a dicembre. Dopo dieci anni dal suo rinvenimento, la specie si è diffusa nel Secondo Seno ma solo nelle aree più interne; non ha mostrato, pertanto, un comportamento invasivo, non mostrandosi dannosa né per l'ambiente né per le attività di miticoltura. Nelle comunità pleustofitiche, la biomassa di *H. cornuta* raggiunge valori massimi di circa 4 kg peso fresco m<sup>-2</sup> in estate (Luglio-Agosto), quando la specie diventa dominante. In inverno, quando i valori di biomassa sono quasi vicini a zero (4-5 g peso fresco m<sup>-2</sup>), sono stati raccolti solo frammenti di tallo fortemente modificati che, molto probabilmente, svolgono il ruolo di strutture atte al superamento della stagione invernale (CECERE *et al.*, 2004). Per quanto attiene alla fenologia riproduttiva, dal suo ritrovamento fino al 2007, sono stati osservati solo i caratteristici propaguli multicellulari, tipici della specie, che servono per la riproduzione vegetativa. A dicembre 2008 sono stati osservati per la prima volta i tetrasporangi. I gametofiti, al contrario, non sono mai stati raccolti.

*Grateloupia turuturu*, originaria delle acque temperato-fredde del Giappone, è stata raccolta per la prima volta a febbraio 2007, nel Primo Seno nei pressi di una pescheria. Le osservazioni mensili, condotte per due anni consecutivi, sia sui substrati artificiali (reti da pesca) che su quelli naturali, hanno mostrato che i talli eretti, che nascono da basi incrostanti, sono presenti da ottobre a giugno; in primavera (marzo-aprile), essi raggiungono la lunghezza massima di 23 cm sui substrati artificiali e di 80 cm su quelli naturali. In estate, sono presenti solo le basi che fungono da organi per il superamento della stagione sfavorevole. Gli organi riproduttivi sono stati osservati solo sui talli insediati sui substrati naturali: i tetrasporofiti in febbraio e marzo e i gametofiti da marzo a giugno (CECERE *et al.*, 2011).

Nell'ambito del progetto VECTOR, i risultati delle osservazioni condotte sulle macroalghe alloctone presenti in Mar Piccolo sono stati interpretati alla luce dei valori di temperatura registrati nel bacino negli ultimi 13 anni. In questo periodo è stato osservato un leggero innalzamento dei valori minimi di temperatura. Si ipotizza che tale incremento possa avere determinato la scomparsa di *U. pinnatifida* e *C. fragile*, specie ad affinità temperato-fredda e, al contrario, la diffusione di *H. cornuta*, specie ad affinità calda. Quest'ultima può ormai essere considerata una specie stabilmente insediata nel bacino.

Per quanto attiene a *G. turuturu*, le osservazioni sono ancora in corso. Al momento la sua popolazione sembra in fase di espansione anche se in una zona ristretta del bacino.

Si ritiene, pertanto, che la conoscenza della biologia e dell'eco-fisiologia delle specie introdotte e l'andamento della temperatura della zona di introduzione potrebbe permettere di prevedere il comportamento delle eventuali specie alloctone.

*Ringraziamenti* - La ricerca è stata finanziata dal Progetto VECTOR (Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca, Bando 2001).

#### LETTERATURA CITATA

- CECERE E., MORO I., WOLF M.A., PETROCELLI A., VERLAQUE M., SFRISO A., 2011 – *The introduced seaweed Grateloupia turuturu* (Rhodophyta, Halymeniales) in two Mediterranean transitional water systems. *Botanica Marina*, 54: (in stampa).
- CECERE E., PETROCELLI A., 2004 – *Floristic and biogeographic considerations about the benthic macroalgal flora in the Gulf of Taranto*. *Biogeographia*, 25: 7-18
- , 2009 – *The Mar Piccolo of Taranto*. In: CECERE E., PETROCELLI A., IZZO G., SFRISO A. (Eds.), *Flora and Vegetation of the Italian Transitional Water Systems*: 195-227. *CORILA*, Multigraf Spinea, Venezia.
- CECERE E., PETROCELLI A., SARACINO O.D., 2000 – *Undaria pinnatifida* (Fucophyceae, Laminariales) spread in the central Mediterranean: its occurrence in the Mar Piccolo in Taranto (Ionian Sea, southern Italy). *Cryptogamie, Algologie*, 21(3): 305-309.
- CECERE E., PETROCELLI A., VERLAQUE M., 2004 – *Morphology and vegetative reproduction of the introduced species Hypnea cornuta* (Rhodophyta, Gigartinales) in the Mar Piccolo of Taranto (Italy, Mediterranean Sea). *Botanica Marina*, 47: 381-388.
- GRAVILI C., BELMONTE G., CECERE E., DENITTO F., GIANGRANDE A., GUIDETTI P., LONGO C., MASTROTOTARO F., MOSCATELLO S., PETROCELLI A., PIRAINO S., TERLIZZI A., BOERO F., 2010 – *Nonindigenous species along the Apulian coast, Italy*. *Chem. Ecol.*, 26: 121-142.
- MASTROTOTARO F., PETROCELLI A., CECERE E., MATARRESE A., 2004 – *Non indigenous species settled down in the Taranto seas*. *Biogeographia*, 25: 47-54.
- MINEUR F., BELSHER T., JOHNSON M.P., MAGGS C.A., VERLAQUE M., 2007 – *Experimental assessment of oyster transfers as a vector for macroalgal introductions*. *Biol. Conserv.*, 137: 237-247.
- PETROCELLI A., CECERE E., 2010 – *Biodiversity and mollusc transfer: need of observance of the laws to avoid alien seaweeds introduction*. *Biol. Marina Medit.*, 17: 175-176.

## La flora marina di Santa Cesarea Terme (Lecce)

A. BOTTALICO, G. LAZZO e C. PERRONE.  
Dipartimento di Biologia, Università di Bari "Aldo Moro".

Le coste pugliesi si estendono per 829 km, ma ad oggi sono ancora scarse e frammentarie le conoscenze sulla flora marina di questa regione. I più antichi studi floristici risalgono a ZANARDINI (1860-1871) e SANTARELLI (1931) per le coste adriatiche, e a BENTIVOGLIO (1903) e PIERPAOLI (1923) per le coste ioniche. Dal 1960 ad oggi, specifiche indagini floristiche marine sono state condotte solo sul promontorio del Gargano e alle Isole Tremiti per il Mare Adriatico e nel Golfo di Taranto per il Mar Ionio (FURNARI *et al.*, 2003, 2010). I restanti tratti di costa pugliese risultano quasi del tutto inesplorati. Lo scopo del presente lavoro è incominciare a colmare la mancanza di conoscenze fornendo un contributo sulla flora della costa relativa al Comune di Santa Cesarea Terme (Lecce, Mar Ionio). Il tratto di costa Otranto-Leuca è interessante per l'ubicazione geografica al centro del Mediterraneo, in quanto subisce influenze sia dal Mar Egeo che dal Canale di Suez, oltre che per la grande varietà di habitat e di substrati che lo caratterizzano. La costa è infatti formata da una serie parallela di alte falesie e numerose grotte marine carsiche, in molte delle quali sgorgano acque sulfuree, sottoposte ad un intenso moto ondoso. I pochi record per questa zona si ritrovano in GIACCONE (1970), in FELICINI (1965) per Otranto, e l'unico lavoro in cui si cita Santa Cesarea Terme è quello di HUVÈ *et al.* (1963).

I campionamenti sono stati effettuati in tutte le stagioni lungo 8 transetti su un tratto di costa di circa 8 km, dal mesolitorale fino a 30 m di profondità. Sono stati individuati 155 *taxa* a livello specifico ed infra-specifico, comprendenti 109 *Rhodophyta*, 25 *Phaeophyta* e 21 *Chlorophyta*. Interessanti le segnalazioni nuove per la Puglia di 3 specie di *Rhodophyta* e di 1 specie di *Chlorophyta*. *Osmundea verlaquei* G. Furnari rappresenta il primo record per le coste pugliesi ed il secondo per il Mar Ionio. La flora marina di S. Cesarea Terme è caratterizzata da *Corallinales* tipiche del coralligeno di parete e di fondo, che creano imponenti formazioni sui marciapiedi di erosione e concrezioni nelle grotte; da notevoli cinture di *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory de Saint-Vincent, estesi tappeti di piccole *Gelidiales* sulle piattaforme rocciose del mesolitorale e di *Rhodomelaceae* sui fondali più profondi ai piedi delle falesie. Rari e poco estesi i fondali ghiaiosi o sabbiosi, che comunque non ospitano angiosperme e macroalghe.

Dal punto di vista biogeografico, questa flora è caratterizzata da un'alta incidenza dell'elemento Atlantico (44,81%), seguito da quello Cosmopolita (30,52%) e da quello Mediterraneo (13,64%). Una bassa incidenza è invece rappresentata dall'elemento Circumboreale (0,65%). Questo spettro corologico è molto simile a quello riportato per il Gargano da CECERE *et al.* (2000); esso evidenzia anche le affinità di questa flora con quelle di aree più meridionali come le isole di Linosa e di Lampedusa (CORMACI *et al.*, 1997), soprattutto per quanto riguarda gli elementi Indo-Pacifico (5,84%) e Circumtropicale (4,54%). L'Indice R/P (*Rhodophyta/Phaeophyta*), pari a 4,36, risulta essere molto elevato e sembrerebbe indicativo di caratteristiche tropicali, ma incongruente con la dominante Atlantica; potrebbe essere influenzato dalla geomorfologia della costa e dal moto ondoso, che favoriscono la colonizzazione dei substrati da parte di alghe rosse piuttosto che brune e verdi.

### LETTERATURA CITATA

- BENTIVOGLIO T., 1903 – *La Galaxaura adriatica Zan. a Taranto e la sua area di distribuzione nel Mediterraneo*. Nuova Notarisa. Serie XIV.
- CECERE E., PETROCELLI A., ALONGI G., SARACINO O.D., CORMACI M., FURNARI G., 2000 – *Marine benthic flora of the Gargano promontory (Adriatic Sea, southern Italy)*. *Flora Medit.*, 10: 325-347.
- CORMACI M., LANFRANCO E., BORG J.A., BUTTIGIEG S., FURNARI G., MICALLEF S.A., MISFUD C., PIZZUTO F., SCAMMACCA B., SERIO D., 1997 – *Contribution to the knowledge of benthic marine algae on rocky substrata of the Maltese Islands (Mediterranean Sea)*. *Bot. Mar.*, 40: 203-215.
- FELICINI G., 1965 – *Alghe macroscopiche del Mare d'Otranto*. *Webbia*, 20: 289-305.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., CATRA M., NISI A., SERIO D., 2010 – *Macrofito-benthos*. *Biol. Marina Medit.*, 17: 801-828.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D., 2003 – *Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos*. *Biol. Marina Medit.*, 10: 482.
- GIACCONE G., 1970 – *Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana*. *Giorn. Bot. Ital.*, 103: 485-514.
- HUVÈ H., HUVÈ P., PICARD J., 1963 – *Aperçu préliminaire sur le benthos littoral de la côte rocheuse adriatique italienne*. *Rapp. Proces-Verbaux des Réun. Commiss. Int. Explor. Sci. Mer. (Medit.)*, 17: 93-102.
- PIERPAOLI I., 1923 – *Prima contribuzione allo studio delle alghe del Golfo di Taranto*. *Riv. Biol.*, 5: 1-19.
- SANTARELLI E., 1931 – *Contribuzione alla flora algologica del mare Adriatico*. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, 28: 315-335.
- ZANARDINI G., 1860-1871 – *Iconographia Phycologica Adriatica ossia scelta di Ficee nuove o più rare del Mare Adriatico figurate, descritte ed illustrate da G. Zanardini*. *Tip. G. Antonelli. Venezia*. Vol. 1, Tavv. I-XL (1860); Vol. 2, Tavv. XLI-LXXX (1865); Vol. 3, Tavv. LXXXI-CXII (1871).