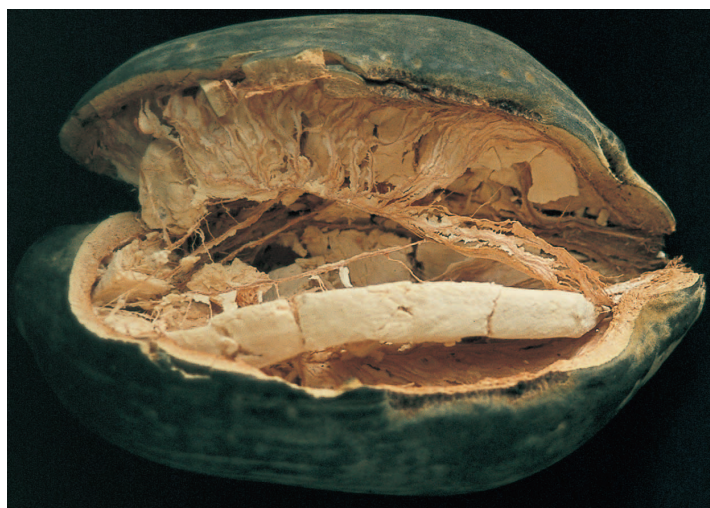


# Capacità antiossidante dei derivati del Baobab

**N**egli ultimi anni si è assistito ad un notevole incremento degli studi etnobotanici rivolti alla ai rimedi fitoterapici. In questo contesto il Baobab (*Adansonia digitata* L.) rappresenta un soggetto di studio molto interessante in virtù del millenario uso dei suoi prodotti da parte delle popolazioni africane, che hanno portato a definirlo "albero farmacista". Il frutto di questa pianta rappresenta una fonte naturale di principi nutrizionali essenziali, in particolare di fibre, solubili e non, e sostanze ad azione antiossidanti fra le quali spiccano la provitamina A e la vitamina C. In questo studio la capacità antiossidante integrale (IAC<sup>®</sup>) di prodotti derivanti dal frutto del Baobab, è stata confrontata con quella di alcuni frutti notoriamente ricchi in antiossidanti, con particolare riferimento al contenuto di acido ascorbico.

Lo studio è stato condotto, mediante fotochemiluminescenza (PCL), valutando la capacità dei prodotti in esame di contrastare il radicale anione superossido ( $O_2^{\bullet-}$ ) una delle specie di ossigeno reattive (ROS) più dannose per la salute umana. I risultati delle determinazioni condotte, indicano che il frutto del Baobab, in particolare polpa e fibre, possiede rilevanti proprietà antiossidanti. Polpa e fibre, si sono dimostrati essere più attivi o almeno equipotenti rispetto ad altri prodotti derivanti da fonti naturali, quali fragola, kiwi, arancia e mela ed estratti vegetali come quello da acini d'uva.



## ■ Introduzione

In anni recenti il concetto di salute si è andato evolvendo: a partire da quando veniva identificato con l'assenza di patologie, allargandosi negli anni '90 a comprendere la prevenzione, fino ad identificarsi, ai giorni nostri, nel più ampio concetto di benessere.

In concomitanza con l'affermarsi di questo concetto, si è assistito in questi ultimi anni ad una richiesta crescente di

Essiccazione di frutti di baobab su graticci nella regione del Mali. In basso, dal guscio dischiuso si intravede la tipica consistenza fibrosa della polpa.



## in comparazione con altri frutti ed estratti vegetali

Presentiamo un interessante contributo alla comprensione delle proprietà dei derivati di *Adansonia digitata*, legate al loro contenuto in antiossidanti, e utili per lo sviluppo di integratori dalle finalità nutraceutiche e cosmetiche.

nuovi prodotti per il mantenimento del buono stato di salute che servano a correggere squilibri legati a stili di vita od alimentazione non corretti. Pertanto, finalità terapeutiche e non, hanno portato al fatto che un numero sempre maggiore di prodotti botanici ed erbe siano investigati al fine di evidenziarne le potenzialità d'impiego per la salute umana (1). In particolare, si è assistito ad un aumento degli studi etnobotanici rivolti a trovare una conferma scientifica a rimedi

fitoterapici tradizionali (2). Questi rimedi, spesso, non sono efficaci rispetto a gravi patologie, ma si tende sempre più a suggerirne l'uso per il trattamento di disturbi minori e come ausilio al mantenimento del buono stato di salute generale.

In questo contesto, una importante classe di sostanze, gli antiossidanti, sta attraendo sempre più l'interesse di ricercatori e consumatori per le potenzialità applicative, che vanno dalla terapia, alla prevenzione e mantenimento del buono stato di salute, grazie alle note proprietà di neutralizzare gli effetti nocivi dei radicali liberi.

Il nostro continuo interesse di ricerca verso le proprietà antiossidanti, sia di singole molecole che di miscele complesse, ci ha portato a rivolgere la nostra attenzione al settore dell'etnobotanica ed etnomedicina, come guida alla scoperta di nuovi principi funzionali (3). In questo contesto il Baobab (*Adansonia digitata* L.) rappresenta un soggetto di studio molto interessante per il millenario uso tradizionale dei suoi prodotti fatto dalle popolazioni africane e che hanno portato a definirlo "albero farmacista" (4, 5, 6).

Il frutto è da ritenere la parte più interessante della pianta del Baobab, in quanto rappresenta una preziosa fonte naturale ricca di principi nutrizionali essenziali, in particolare: fibre, solubili e non, microelementi, glucidi e sostanze ad azione antiossidante fra le quali spiccano la provitamina A e la vitamina C (7). Nonostante l'elevato contenuto di vitamina C e le numerose applicazioni nella medicina tradizionale afri-

# Capacità antiossidanti del Baobab

► cana, della polpa del frutto di baobab (antidiarroico, antipiretico, antinfiammatorio e ricostituente) non è mai stata investigata a fondo la potenzialità antiossidante. L'unica eccezione è rappresentata da uno studio apparso nel 1998 dove si sono esplorate, mediante la metodica ORAC, le proprietà antiossidanti delle foglie fresche (8).

Abbiamo pertanto intrapreso lo studio qui riportato al fine di valutare, mediante fotochemiluminescenza (PCL), se all'elevato contenuto in principi antiossidanti fosse correlata una corrispondente capacità di contrastare i radicali liberi, in particolare le specie reattive di ossigeno (ROS). Come già discusso, a determinare la capacità globale di un prodotto concorrono, assieme alla vitamina C, anche altre componenti di natura sia idrofila che lipofila.

L'indagine è stata pertanto condotta in modo da evidenziare entrambe le attività, riassumendole in un unico valore comprensivo, definito come capacità antiossidante integrale (IAC<sup>®</sup>), del frutto di baobab. Al fine di facilitare la comprensione dei risultati, la valutazione della attività è stata condotta in modo comparativo, confrontandola a quella di kiwi, arancia, fragola e mela, anch'essi noti per il buon contenuto di vitamina C. Sempre a fini comparativi è stata inoltre valutata la IAC<sup>®</sup> di un estratto secco di acini d'uva titolato in OPC (proantocianidine oligomeriche).

## Il frutto di Baobab (*Adansonia digitata*)

Il Baobab è una pianta pantropicale appartenente alla famiglia delle Bombacaceae originaria dell'Africa centrale, in particolare delle zone sahariane del Mali, e successivamente diffusa in varie regioni del mondo. Le foglie, la corteccia e il frutto vengono utilizzati tradizionalmente dalle popolazioni indigene africane, sia a scopo alimentare che per applicazioni medicinali.

Dal punto di vista nutrizionale la parte della pianta più interessante è il frutto. La polpa del frutto di Baobab può essere ritenuta una fonte preziosa di principi nutrizionali, quali glucidi, microelementi, fibre, solubili e non, e soprattutto di vitamina C, pari a 2,8-3 g per ogni kg di prodotto. Tale quantitativo è considerevole e risulta approssimativamente sei volte maggiore rispetto a quello di un'arancia. Il frutto maturo si presenta di forme variabili, da ovoidale fino a oblungo-cilindrico e di lunghezza fino a 40 cm. È costituito da un epicarpo legnoso e coriaceo a forma di capsula, ricoperto da una lanugine vellutata giallo-verde, e da una parte interna denominata endocarpo.

Quest'ultima è costituita da una polpa, suddivisa in 8-10



La polpa del frutto maturo di baobab si presenta pulverulenta, di colore biancastro e di sapore leggermente acidulo, dovuto alla presenza di acidi organici.

spicchi tramite filamenti fibrosi, in cui sono contenuti i semi. La polpa del frutto maturo del Baobab si presenta pulverulenta, di colore biancastro e caratterizzata da un caratteristico sapore leggermente acidulo, dovuto alla presenza di acidi organici, quali l'acido citrico, acido tartarico, acido malico ed acido succinico. Vista la sua morfologia strutturale di capsula ovoidale perfettamente ermetica, la polpa può essere ottenuta dal frutto mediante un semplice processo meccanico, seguito da una macinazione diretta; in tal modo si ottiene direttamente una polvere che viene impiegata direttamente per scopi alimentari (9).

## Fotochemiluminescenza (PCL)

I metodi più impiegati per la valutazione dell'attività antiossidante si basano sulla generazione di specie radicaliche, e conseguente quantificazione del tempo necessario ed entità dello spegnimento della specie radicalica coinvolta da parte di un antiossidante. Per lo studio in oggetto è stata scelta la tecnica PCL perchè molto rapida (3 minuti) e sensibile (ordine delle nanomoli) (15) ed inoltre può essere condotta secondo due protocolli diversi, ACW (Antioxidant Capacity Watersoluble) ed ACL (Antioxidant Capacity Lipidsoluble), che consentono di mettere in evidenza, per uno stesso prodotto, la capacità antiossidante della componente sia idrosolubile che liposolubile (16).

Nella componente idrosolubile rientrano normalmente antiossidanti appartenenti alle famiglie dei flavonoidi, vitamina C, amminoacidi ecc. mentre nella liposolubile rientrano composti come tocoferoli, tocotrienoli, carotenoidi ecc. La PCL è basata su un'amplificazione della reazione di spegnimento di radicali derivanti da specie reattive di ossigeno (ROS) dovuta all'autossidazione fotoindotta del luminol, accompagnata da un'intensa chemiluminescenza. La presenza di antiossidanti inibisce l'autossidazione del luminol, dovuta all'interazione con l'anione superossido (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>) generato per via fotochi-

**Tabella 1** Contenuto in acido ascorbico in alcuni frutti, espresso in mg di vitamina ogni 100 grammi di prodotto

| Frutto                     | Nome latino                | mg di acido ascorbico / 100 grammi   |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Polpa del frutto di Baobab | <i>Adansonia digitata</i>  | 150 to 499 <sup>10</sup>             |
| Kiwi giallo                | <i>Actinidia chinensis</i> | 52 <sup>11b</sup> -120 <sup>10</sup> |
| Arancia                    | <i>Citrus sinensis</i>     | 46 <sup>12</sup>                     |
| Mela                       | <i>Malus sylvestris</i>    | 6 <sup>12</sup>                      |
| Pesca                      | <i>Prunus persica</i>      | 4-13 <sup>12</sup>                   |
| Fragola                    | <i>Fragaria ananassa</i>   | 61 <sup>12</sup>                     |

**Nonostante l'elevato contenuto di vitamina C e le numerose applicazioni (antipiretico, antiinfiammatorio, ricostituente) nella medicina tradizionale africana, non è mai stata investigata a fondo la potenzialità antiossidante della polpa del frutto di baobab.**

**Tab. 2** Capacità antiossidante della componente idrosolubile espressa come la potenza corrispondente alle millimoli equivalenti di Trolox per ogni g di prodotto. Il valore ottenuto rappresenta la media (n=3) ± SD

| Prodotti                                      | Capacità antiossidante | mg/g equivalenti di vitamina C |
|---|------------------------|--------------------------------|
| Polpa frutto Baobab                           | 6,96 ± 0,057           | 110,961                        |
| Estratto glicolico polpa del frutto di baobab | 0,93 ± 0,053           | 14,227                         |
| Fibre Baobab                                  | 24,70 ± 0,394          | 377,085                        |
| Polpa frutto Kiwi                             | 0,34 ± 0,007           | 5,201                          |
| Polpa frutto Arancia                          | 0,10 ± 0,009           | 1,53                           |
| Polpa frutto Fragola                          | 0,90 ± 0,004           | 13,767                         |
| Polpa frutto Mela                             | 0,16 ± 0,014           | 2,447                          |
| Estratto secco titolato al 90% in OPC         | 6,16 ± 0,233           | 94,233                         |

mica (17). Altre metodiche, anch'esse correntemente in uso presso i nostri laboratori, consentono, altrettanto efficacemente, di misurare l'attività antiossidante di composti puri e miscele complesse. Riteniamo però la metodica PCL di particolare interesse in quanto consente di misurare la capacità antiossidante nei confronti di O<sub>2</sub><sup>-</sup>, una delle specie ossigeno reattive più pericolose, responsabile di danni ossidativi alle strutture biologiche direttamente correlabili agli effetti nocivi sulla salute umana.

La metodica, permette inoltre di valutare la capacità antiossidante sia di miscele complesse che di sostanze pure mediante la costruzione di una retta di taratura con un antiossidante di riferimento. Nel nostro caso abbiamo utilizzato come riferimento il Trolox<sup>®</sup>, un potente analogo della vitamina E, esprimendo le potenze ottenute come millimoli equivalenti in attività antiossidante di Trolox<sup>®</sup>, per grammo di prodotto in esame.

A fini esplicativi tali valori sono stati anche espressi come microgrammi/grammo di vitamina C od E che forniscono una potenza equivalente a quella del campione in oggetto. Le determinazioni sono state condotte secondo la metodica originariamente descritta da Popov e Lewin (18).

## MATERIALI E METODI

I kit ACW ed ACL sono stati acquistati da Analytik Jena AG, Jena, Germany; il Trolox<sup>®</sup> ((S)-(2)-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-chroman-2-carboxylic acid)) necessario per preparare la soluzione standard alla concentrazione di 1 nmol/L, da Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Germany. I campioni derivanti da *Adansonia digitata* sono stati gentilmente forniti da Baobab Fruit Co., Verona; l'estratto secco titolato di acini d'uva al 90% in OPC da Polichimica, Bologna.

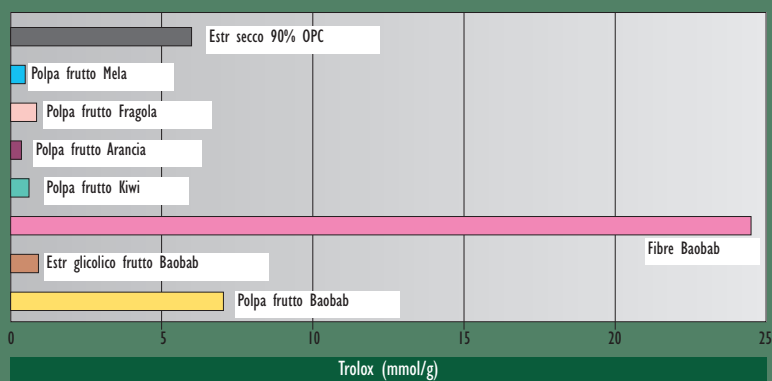
I diversi frutti sono stati acquistati, in funzione della reperibilità, in supermercati locali.

## Preparazione dei campioni per l'analisi PCL

Una quantità esattamente pesata di prodotto viene sospesa in 1 mL di metanolo, grado analitico, in caso di antiossidanti liposolubili, o 1 mL di acqua, grado analitico, per antiossidanti idrosolubili, e mescolata per 1 minuto con vortex a temperatura ambiente. La soluzione così ottenuta viene filtrata con filtri per HPLC (Chemtek Analitica, Bologna) e diluita con Reagente 1 del kit ACL o ACW (AnalytikJena, Jena, Germany). Diverse diluizioni dei diversi campioni da 1:100 a 1:4 vengono valutate al fine di ricavare una curva di calibrazione. I risultati vengono espressi in millimoli di Trolox<sup>®</sup>, che esprimono una capacità antiossidante equivalente a un grammo del prodotto in esame.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Nonostante sia nota da tempo la composizione chimica e nutrizionale del frutto di Baobab, con particolare riferimento al contenuto in vitamina C, le sue proprietà antiossidanti,

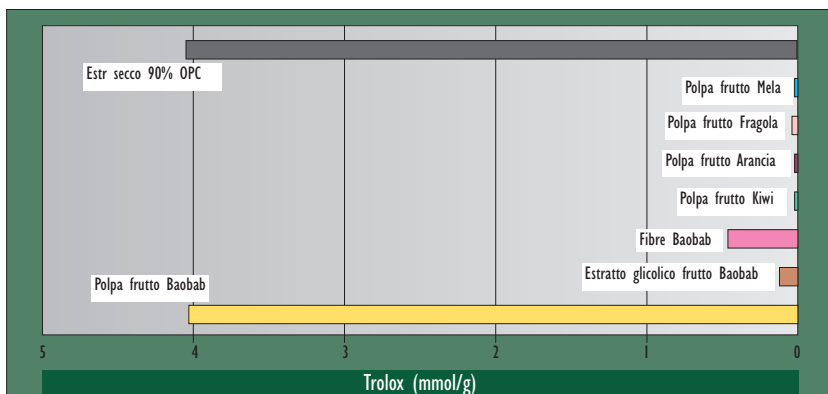


**Fig. 1** Capacità antiossidante della componente idrosolubile, espressa come millimoli equivalenti di Trolox per ogni grammo di prodotto.

# Capacità antiossidanti del Baobab

**Tab. 3** Capacità antiossidante liposolubile (ACL), espressa in millimoli di equivalenti di Trolox per ogni grammo di prodotto

| Prodotti                                      | Capacità antiossidante | mg/g equivalenti di vitamina E |
|---|------------------------|--------------------------------|
| Polpa del frutto di baobab                    | 4,148 ± 0,0706         | 197,24                         |
| Estratto glicolico polpa del frutto di baobab | 0,092 ± 0,003          | 4,35                           |
| Fibre Baobab                                  | 0,375 ± 0,071          | 17,5                           |
| Polpa frutto Kiwi                             | 0,0035 ± 0,0013        | 0,16                           |
| Polpa frutto Arancia                          | 0,003 ± 0,0008         | 0,14                           |
| Polpa frutto Fragola                          | 0,0062 ± 0,0002        | 0,29                           |
| Polpa frutto Mela                             | 0,0015 ± 0,0002        | 0,07                           |
| Estratto secco titolato al 90% in OPC         | 4,093 ± 0,070          | 191,06                         |



**Fig. 2** Capacità antiossidante della componente liposolubile, espressa come la potenza corrispondente alle millimoli equivalenti di Trolox per ogni grammo di prodotto..

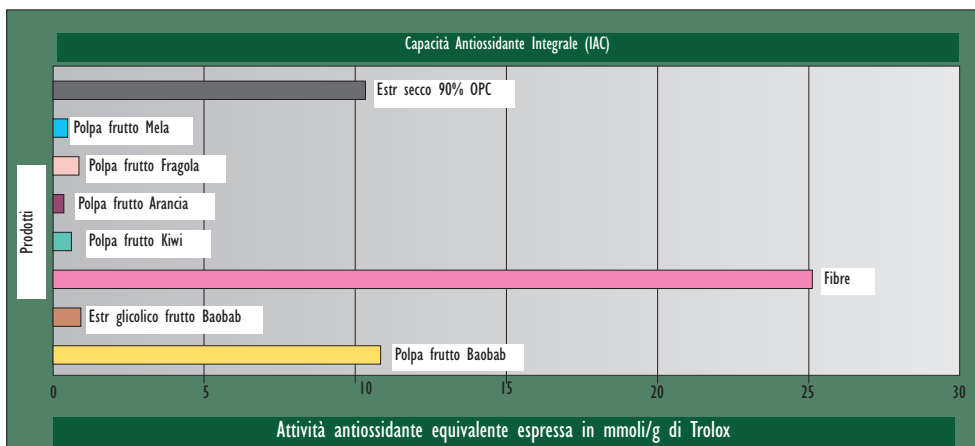
► dovute sia dalle componenti idrofila che lipofila, non sono mai state investigate in dettaglio. In questo studio, la capacità antiossidante di alcuni prodotti dell'*Adansonia digitata* è stata messa a confronto con quella di altri frutti di uso più comune, noti per il loro elevato contenuto in acido ascorbico, abitualmente consigliati nella dieta in virtù delle loro proprietà nutriceutiche ed antiossidanti. È noto infatti che alte concentrazioni di questa vitamina si riscontrano in frutti come arance, limoni, pompelmi, kiwi e fragole (14). Come già accennato in precedenza, la sola presenza di elevate quantità di vitamina C, non è però sufficiente a descrivere il potere antiossidante globale di un prodotto complesso, in quanto a questa azione contribuiscono anche altre componenti della pianta o alimento, nonché la biodisponibilità della vitamina

stessa. I valori ottenuti sono stati espressi come capacità antiossidante, intesa come millimoli di Trolox®, che esprimono una capacità antiossidante equivalente a un grammo del prodotto in esame. Nel caso della componente idrofila tale valore è stato anche espresso come quantità equivalente di vitamina C (la vitamina di riferimento nel compartimento idrofilo) (Tabella 2) mentre nel caso della componente lipofila è stato anche espresso come quantità equivalente vitamina E (vitamina di riferimento in questo compartimento) (Tabella 3).

Ritenendo inoltre utile introdurre un valore che consentisse di descrivere il contributo alla capacità antiossidante dovuto, non solo alla componente idrosolubile ma anche a quella liposolubile, proponiamo la Capacità Antiossidante Integrata (IAC®), definita come la somma della capacità antiossidante della componente idrofila e lipofila.

Come si può notare dai dati ottenuti (Figura 1 e Tabella 2), le fibre ricavate dal frutto del Baobab e la polpa del frutto hanno esibito un valore di capacità antiossidante molto significativo, corrispondente a 24,70 mmoli e 6,96 mmoli di Trolox® per ogni grammo di prodotto, rispettivamente. In particolare, la capacità relativa alle fibre è risultata essere cinque volte superiore rispetto a quella della polpa del frutto del Baobab e dell'estratto secco di acini d'uva, ricco di potenti antiossidanti (OPC, proantocianidine oligomeriche) che risultano invece essere equipotenti. Un altro dato degno di nota si può ricavare dalla valutazione comparativa tra i prodotti derivanti dal frutto del Baobab ed altri frutti ricchi di antiossidanti. È interessante rilevare che la capacità antiossidante idrosolubile della polpa del frutto del Baobab è notevolmente superiore a quella rilevata nella polpa di arancia (0,1), fragola (0,90), kiwi (0,34) e mela (0,16) (Tabella 2).

Per quanto attiene alla capacità antiossidante della com-



**Fig. 3** Capacità Antiossidante Integrata (IAC®), somma della capacità antiossidante della componente idro- e lipo-solubile, espressa in millimoli equivalenti di Trolox per ogni g di prodotto.

**Tab. 4** Capacità antiossidante Integrale (IAC<sup>®</sup>), espressa in millimoli equivalenti di Trolox<sup>®</sup> per ogni grammo di prodotto

| <b>Prodotti</b>                                      | <b>Capacità antiossidante integrale (IAC)</b> |
|--|---|
| <b>Polpa del frutto di baobab</b>                    | <b>11,11</b>                                  |
| <b>Estratto glicolico polpa del frutto di baobab</b> | <b>1,02</b>                                   |
| <b>Fibre Baobab</b>                                  | <b>25,075</b>                                 |
| <b>Polpa frutto Kiwi</b>                             | <b>0,344</b>                                  |
| <b>Polpa frutto Arancia</b>                          | <b>0,103</b>                                  |
| <b>Polpa frutto Fragola</b>                          | <b>0,906</b>                                  |
| <b>Polpa frutto Mela</b>                             | <b>0,162</b>                                  |
| <b>Estratto secco titolato al 90% in OPC</b>         | <b>10,25</b>                                  |

ponente liposolubile (Figura 2, Tabella 3), questa è stata valutata sugli stessi prodotti descritti in precedenza. Anche in questo caso, i prodotti derivanti dall'*Adansonia digitata* si presentano come i più interessanti. In particolare, la polpa del frutto presenta una capacità (4.148 mmoli/g), ancora una volta equivalente a quella dell'estratto secco di acini d'uva ricco in OPC (4.093 mmoli/g). Si può inoltre notare come, a differenza del protocollo per la valutazione degli antiossidanti idrosolubili, le fibre evidenzino un'attività antiossidante molto inferiore rispetto alla polpa del frutto, con un valore di 0,375. Gli altri prodotti considerati, sono tutti dotati di una capacità molto limitata. Questi dati possono essere interpretati alla luce di un basso contenuto in antiossidanti liposolubili in essi contenuti.

Dal confronto tra la capacità antiossidante della componente idro- e lipo-solubile dei prodotti considerati, si può osservare che solamente la polpa del frutto di Baobab e l'estratto secco al 90% in OPC mantengono la stessa potenza in entrambi i compartimenti. In tutti gli altri prodotti la più alta capacità antiossidante si osserva per la componente idrosolubile, questo suggerisce che il contributo maggiore a questa attività possa essere quello legato all'acido ascorbico. Questi dati, trovano conferma nei valori riportati in letteratura relativi al contenuto medio in acido ascorbico nelle arance, che contengono circa sei volte meno vitamina C della polpa del frutto del Baobab. Infatti, esse mostrano, nel nostro sistema di valutazione, una capacità antiossidante della componente idrofila che è circa 7 volte inferiore.

Come si può osservare in Tabella 4 e Figura 3, i risultati dello studio possono essere facilmente comparati dall'analisi dei valori di IAC<sup>®</sup>. Questi dati mostrano chiaramente che i prodotti derivanti da *Adansonia digitata* sono provvisti di una rilevante capacità antiossidante.

In particolare il risultato migliore è relativo alle fibre (25.075), anche se dovuto per la maggior parte alla componente idrosolubile, seguito dalla polpa del frutto (11.11) che presenta un contenuto molto equilibrato in antiossidanti idro- e lipo-solubili. Il valore di IAC<sup>®</sup> dell'estratto secco di acini d'uva al 90% in OPC (10.25) conferma anche questo tipo di prodotti come di valore nella protezione contro i danni indotti da radicali liberi, in virtù della presenza di antiossidanti efficaci in entrambi i compartimenti (idrofilo e lipofilo). Comunque, dal confronto con i prodotti di *Adansonia digitata* emerge come semplici componenti della pianta, la polpa del ►

# Capacità antiossidanti del Baobab

► frutto, che non hanno subito nessun processo di elaborazione o concentrazione, possiedono una capacità equivalente a quella di estratti secchi da acini d'uva, configurandosi così come un prodotto efficace e nel contempo provvisto delle caratteristiche più vicine possibili allo stato in cui è riscontrabile in natura. Nel caso della polpa del frutto del Baobab infatti, si tratta di un prodotto largamente impiegato come tale nella alimentazione delle popolazioni sub-sahariane.

## CONCLUSIONI

Riassumendo, l'ordine di potenza relativa dei vari prodotti espressa in IAC® risulta come segue: *Adansonia digitata* fibre >>> *Adansonia digitata* polpa del frutto = estratto secco titolato al 90% in OPC >>> polpa del frutto di fragola > polpa del frutto di kiwi > polpa del frutto di arancia > polpa del frutto di mela.

In conclusione, in attesa che vengano chiarite altre proprietà possedute dalla pianta, questo studio è stato condotto come contributo alla comprensione delle proprietà terapeuti-

che, nutriceutiche e cosmeceutiche dei prodotti derivanti da *Adansonia digitata*, legate al contenuto di antiossidanti. Alla luce dei dati qui riportati, e in attesa di conferme cliniche, si può comunque affermare che la polpa e le fibre contenute nel frutto del Baobab appaiono essere, al pari di altri prodotti erboristici ricchi in antiossidanti, potenzialmente utili sia per il mantenimento dello stato di benessere, che come coadiuvanti nel trattamento di condizioni di stress ossidativo come quelle che si riscontrano in fumatori, soggetti sottoposti ad intenso esercizio fisico o affetti da patologie in cui i radicali liberi giocano un ruolo rilevante nel mantenimento o eziopatogenesi della malattia. Il metodo da noi utilizzato, PCL, e la IAC®, intesa come somma della capacità antiossidante della componente idro- e lipo-solubile, rappresentano utili strumenti per descrivere la capacità antiossidante globale di matrici complesse come quelle naturali. Infatti, questo valore meglio descrive il comportamento di un prodotto nei confronti della protezione di substrati ossidabili in un contesto biologico che è costituito di entrambi i compartimenti, idrofilo e lipofilo. ■

## Bibliografia

1. Farrukh.A., Mukhtar H. - photo-chemoprevention by botanica antioxidants. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol*, 15: 297-306, 2002.
2. Gottlieb OR, Borin MR, de Brito NR Integration of ethnobotany and phytochemistry. dream or reality? *Phytochemistry* 60(2), 145-52, 2002.
3. a) Manfredini, S., Vertuani, S., Manfredi, B., Rossoni, G., Calviello, G., Palozza, P. Novel antioxidant agent deriving from molecular combination of vitamin C and E analogues: 3,4-dihydroxy-5(R)-[2(R,S)-(6-hydroxy-2,5,7,8-tetra-methyl-chroman-2(R,S)-yl-methyl)-[1,3]dioxolan-4(S)-yl]-5H-furan-2-one and 3-O-octadecyl derivatives. *Biorg. Med. Chem.* 12, 2791 - 2801, 2000; b) Fito-tocotrienoli. Potenti antiossidanti liposolubili. *Integr Nutr.* 4 (4), 15-19, 2001. c) Ninfali, P., Biagiotti, E., Bacchiocca, M., Avanzi, L., Vertuani, S., Manfredini, S. capacità antiossidante di prodotti agroalimentari e di antiossidanti naturali o di sintesi. *Industrie alimentari.* 412, 257-262, 2002; c) Buzzoni, V., Vertuani S., Braccioli, E., Manfredini, S. Determinazione mediante fotochemiluminescenza della capacità antiradicalica di miscele antiossidanti ottenute da olio di palma (*Elaeis guineensis*). *Piante Medicinali*, 1, (3), 107-110, 2002
4. Kerharo J, Adam JG. La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. *Plantes Médicales et Toxiques.* Editions Vigot Frères, Paris, 1974
5. Etkin NL, Ross PJ. Food as medicine and medicine as food. *Soc. Sci. Med.*, 16, 1559-1573, 1982
6. Sidibé M, Scheuring JF, Tembely D, Sidibé MM, Hofman P, Frigg M. Baobab - Homegrown vitamin C for Africa. *Agroforestry Today*, 8(2), 13-15, 1996
7. Scheuring JF, Sidibé M, Frigg M. Malian agronomic research identifies local baobab tree as source of Vitamin A and vitamin C. *Sight and Life Newsletter*1, 21-24, 1999
8. Cook JA, VanderJagt DJ, Dasgupta A, Mounkaila G, Glew RS, Blackwell W, Glew RH. Use of the Trolox assay to estimate the antioxidant content of seventeen edible wild plants of Niger. *Life Sci*, 63(2), 105-110, 1998
9. Nour AA, Magboul BI, Kheiri NH. Chemical composition of baobab fruit (*Adansonia digitata* L.). *Trop. Sci.*, 22(4), 383-388, 1980
10. United States Department of Agriculture. "Food Industry Red Book. Nutrient Tables", Washington DC, US Government Printing Office, 1998.
11. a) Kvesitatdze GI, Kalandiia AG, Papunidze SG, Vanidze MR. Use of HPLC for identification and quantitative determination of ascorbic acid in kiwi fruit. *Prikl Biokhim Mikrobiol.* 37(2), 243-6, 2001  
b) Szeto YT, Tomlinson B, Benzie IF. Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: implications for dietary planning and food preservation. *Br J Nutr* 87(1), 55-9, 2002
12. Proteggente AR, Pannala AS, Paganga G, Van Buren L, Wagner E, Wiseman S, Van De Put F, Dacombe C, Rice-Evans CA. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radic Res* 36(2), 217-33, 2002
13. Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader AA. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J Agric Food Chem* 14, 50(17), 4976-82, 2002
14. Proteggente AR, Pannala AS, Paganga G, Van Buren L, Wagner E, Wiseman S, Van De Put F, Dacombe C, Rice-Evans CA. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables

**Il metodo della  
fotochemiluminescenza, e  
la IAC,<sup>®</sup> Capacità  
Antiossidante Integrale,  
rappresentano utili  
strumenti per descrivere la  
capacità antiossidante di  
matrici complesse, come  
quelle naturali.**

reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radic Res 36(2), 217-33, 2002

15. Schlesier K, Harwat M, Bohm V, Bitsch R. Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. Free Radic Res 36(2), 177-87, 2002

16. Lewin G, Popov I. Photochemiluminescent detection of antiradical activity III: a simple assay of ascorbate in blood plasma, J Biochem Biophys Methods 28, 277-282, 1994

17. Popov I, Lewin G, Baehr R.

Photochemiluminescent detection of antiradical activity. I. Assay of superoxide dismutase, Biomed Biochim Acta 46, 775-779, 1987

18. Popov I, Lewin G. Oxidants and Antioxidants Part B – Antioxidative homeostasis: characterization by means of chemiluminescent technique, Methods in Enzymology 300, 437-456, 1999