

S. Malgora

Il Vino nell'Antico Egitto

ANANKE

# Il Vino nell'Antico Egitto

## Il passato nel bicchiere

a cura di

Sabina Malgora



ANANKE



# Il vino attraverso i secoli

Patrick E. McGovern

## BREVE SOMMARIO STORICO

La viticoltura si espanse molto presto al di fuori del nord del Levante<sup>1</sup> come si vede dalla sempre più ampia definizione di Canaan nel mondo antico fino ad includere delle aree meridionali interne. Gaza, la Valle del Giordano e la zona collinare meridionale del Levante erano state vitate con la *vitis vinifera* verso il 3500 A.C., a giudicare dai semi, dai tralci ed anche dai grappoli disidratati (uvetta) ritrovati a Jerico ed in altri siti della regione.

L'industria del Levante meridionale si era infatti così sviluppata che, al tempo di Scorpione I (ca 3150 a.C.) uno dei primi re dell'Egitto unito, erano stati importati dal Canaan del sud tutti i 4500 litri del vino, immagazzinato per l'Oltretomba nel suo sepolcro ad Abydos, nel Medio Egitto. Questo era un vino molto speciale: era corretto con resina del terebinto, ed era inoltre stata aggiunta frutta fresca (uva e fichi) ed una varietà di erbe (tra queste timo e santoreggia). Era essenzialmente una medicina energetica, e la ben documentata farmacopea egizia successivamente prese chiaramente ispirazione, come pure la botanica, dal mondo di Canaan. Solo la migliore bevanda poteva servire da accompagnamento ad un faraone nell'oltretomba. Secondo i Testi delle Piramidi dell'Antico Regno

<sup>1</sup> McGovern 2003 e 2009: per una visione generale degli aspetti principali, con riferimenti.

“Lui (il re) deve prendere il suo pasto dai fichi e dal vino, che si trovano nel giardino del dio”. Avendo a disposizione un vino corretto con dei fichi, al re morto era assicurato un cibo santificato per l'Oltretomba.

Una volta che i re e le classi superiori furono sedotti dal vino, il logico passo seguente fu di trasferire la viticoltura direttamente in Egitto, in modo da adattare i vini ai loro gusti ed avere un maggior controllo. A cominciare all'incirca dal 3.000 a.C., i faraoni Egizi finanziarono l'installazione dell'industria del vino nel Delta del Nilo.

In grandi aree del Delta furono piantati vitigni, azione che poteva essere fatta solo utilizzando degli specialisti provenienti dal Levante del nord o del sud. Per assicurare il successo dell'industria del vino, le viti furono fornite da commercianti stranieri, probabilmente con delle navi via mare. Delle viti immerse nella terra sono state trovate tra il materiale di stivaggio, che serviva ad imballare orci vinari ed anfore, in navi naufragate. Immergere nella terra le radici, i rami o i germogli era necessario per mantenerli umidi e vitali. Una volta che le viti erano arrivate nel Delta intervenivano altri esperti di Canaan. Contadini e giardinieri piantavano i vitigni, fissavano le viti sui tralicci e scavavano canali di irrigazione. Architetti ed artigiani furono chiamati a costruire le attrezzature vinarie, specialmente torchi, ed allestire contenitori speciali per la produzione e lo



*Fig. 1 - Visione generale della tomba del re Scorpione ad Abydos, ca. 3150 a.C.: una delle camere (a sinistra) stipata con anfore di vino prima dello scavo (Per gentile concessione del German Institute of Archaeology, Cairo.)*

stoccaggio del vino. Erano richiesti inoltre vinai per controllare le operazioni. Possono occorrere fino a sette anni prima che la vite incominci a produrre frutti. I vini devono essere curati e la fermentazione e l'invecchiamento devono essere accuratamente sorvegliati. Migliaia di anni dopo, era ancora evidente il segno lasciato dagli specialisti di Canaan nella realizzazione di questa industria, nei nomi semitici di molti vecchi vinai.

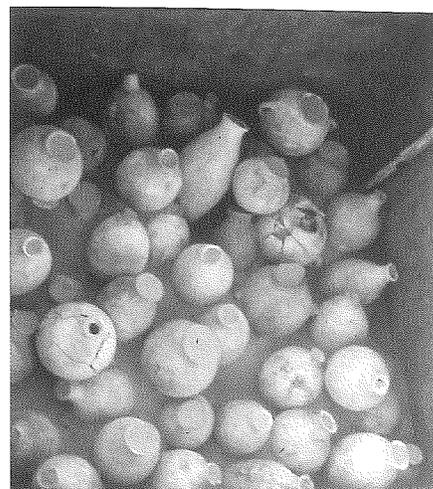
Occorre sottolineare che, fin dal suo esordio, il livello del nuovo sistema di produzione fu notevolmente alto. Ovviamente gli specialisti di Canaan potevano contare su una tradizione millenaria, quando portarono le viti nel Delta del Nilo. Anche la scrittura geroglifica egizia per "uva", "vitigno" o "vino" è una conferma evidente della loro capacità nella viticoltura. Come i più antichi caratteri scritti riferiti alla vitis vinifera ed al vino di ogni parte del mondo, il geroglifico illustra graficamente una vite ben tenuta, che cresce su un traliccio di paletti verticali con una forcilla sulla cima per tenere la vite. La piantina è radicata in un contenitore, probabilmente per poterla facilmente irrigare. In sostanza al momento della creazione dell'antica industria egizia si poteva vedere il miglior sistema di una moderna coltivazione dei vitigni, inclusa l'irrigazione goccia a goccia.

I vignaioli di Canaan dovettero inoltre pensare "fuori schema". I vigneti del Levante, nor-

malmente su terreni collinari, che drenavano l'acqua durante l'inverno piovoso, avevano un *terroir* molto differente da quello piatto ed alluvionale del Delta. Di fronte alla forte calura estiva ed a precipitazioni di gran lunga inferiori, le colture del Delta del Nilo, specialmente l'uva, molto sensibile all'acqua, dovevano essere irrigate. Il sistema a traliccio diminuiva l'esposizione diretta al sole dei grappoli. Fortunatamente il ricco deposito alluvionale del Delta, ripulito dal Nilo superiore durante l'inondazione annuale, era ben drenato e privo di sale. Il conglomerato di sabbia, argilla e diversi minerali era un suolo calcareo, non così diverso da quello vicino a Bordeaux.

La cultura del vino dei vignaioli del Levante fu trasferita all'Egitto con un successo al di là delle migliori aspettative. Fino all'invasione Islamica del VII secolo d.C. le regioni del Delta fornivano ai templi dell'Egitto ed ai loro re migliaia di orci pieni di vino. Vino, dove era specificato esattamente da quale posto del Delta proveniva, l'equivalente antico di quello che oggi è l'etichetta del vino e del vigneto, che aveva raggiunto lo stato canonico di offerta funeraria nella VI dinastia, attorno al 2.200 a.C. Puntualmente, quasi tutte le più importanti feste religiose, inclusa la più importante *heb-sed* per garantire il continuo benessere del faraone e la fertilità della terra, richiedevano offerte di vino e numerose bevute, che spesso duravano per settimane.

Fig. 2 - Una "cantina per l'eternità": visione parziale di alcune delle 700 anfore vinarie seppellite con il re Scorpione I, uno dei primi re dell'Egitto, nella tomba (U-J) ad Abydos, circa 3150 a.C. Il vino, aromatizzato con resina di pino, fichi, erbe, tra cui balsamo, coraindolo, menta, salvia ed molti altri, era un vero elisir curativo per l'Aldilà. (per gentile concessione del German Institute of Archaeology, Cairo.)



## IL VINO DALLA DINASTIA 0, AL NUOVO REGNO ED AL PERIODO BIZANTINO

Il clima secco dell'Egitto ha favorito un'eccellente conservazione degli antichi materiali organici, oltre a fornire prove letterarie e botaniche molto dettagliate per i "vini medicinali"<sup>2</sup>. Campioni di residui da due anfore egizie<sup>3</sup>, analizzati con sistemi chimici molto sensibili, illustrano lo stadio più antico e più moderno della storia vinicola egizia. Combinando assieme i dati archeologici ed archeobotanici si può fare una ragionevole supposizione su quanto contenevano originariamente i recipienti. Poiché entrambi i campioni erano stati già analizzati con metodi meno precisi, gli ultimi risultati sono una conferma della metodologia precedente e danno ulteriori chiarimenti sul contenuto dei recipienti.

Il campione più antico viene da una tomba multicamera (U-J) di Abydos dell'Alto Egitto<sup>4</sup>. Datata dal radiocarbonio al periodo IIIa2 di Naqada (ca. 3150 a.C.), la tomba fu costruita nel deserto ed appartiene ad uno dei primi re del paese, Scorpion I della Dinastia 0, all'inizio della storia dinastica egizia. Il suo contenuto era eccezionalmente ricco ed includeva qualcosa

come 700 orci di tipologia straniera ammassati in tre camere.

Nel 1994, un campione di un residuo giallastro a scaglie dell'anfora nr 156 fu analizzato con la spettrometria di trasformazione all'infrarosso Fourier (FT-IR), con l'HPLC (cromatografia liquida ad alto rendimento), e con lo spot test Feigl per l'acido tartarico e tartarato<sup>5</sup>. Il residuo rappresentava i resti di agglomerato di materiale sulla superficie di un liquido, che era gradualmente evaporato ed aveva lasciato un anello o un segno di livello nella parte interna dell'anfora. I tre metodi indipendenti dettero dei risultati, che indicavano prepotentemente la presenza di tartarato, un importante biomarcatore per il vino ed altri prodotti derivati dall'uva in Medio Oriente. I dati dell'HPLC confermarono la supposizione che la resina di un albero - molto probabilmente di terebinto - era stata aggiunta al contenuto del recipiente.

L'identificazione del tartarato, come del sale di calcio, era fondata sui tre metodi, che si confermavano tra di loro in modo indipendente. Se uno dei test fosse stato negativo, avrebbe invalidato l'identificazione del tartarato di calcio con gli altri metodi. Anche se mescolanze di componenti possono creare dubbi per gli spettri dell'IR e dell'HPLC UV (ultravioletto), queste venivano semplificate da metodi statistici ed esaminate in base alla presenza/assenza di as-

2 Manniche 1989 e Nunn 1996.

3 Per risultati dettagliati, con dati scientifici, vedi McGovern, et al. 2009.

4 Dreyer 1998; vedi anche McGovern 2003 e 2009

5 McGovern et al. 2001



Fig. 3 - Una selezione di anfore vinarie dalla tomba del re Scorpione I di Abydos. (Per gentile concessione del German Institute of Archaeology, Cairo.)

sorbimenti chiave. Se mancava un assorbimento noto per un componente, quel componente veniva escluso come possibilità. Gli spettri IR ed UV per il campione di Abydos vennero anche esaminati per “confrontarli” con grandi database di importanti prodotti naturali e di materiali organici lavorati, componenti sintetici, campioni di vini moderni, e “campioni di riferimento di vini antichi”. Questi ultimi erano residui da antichi contenitori, che probabilmente all’origine avevano contenuto vino, confermati da seri studi archeologici o da iscrizioni esterne, che riportavano il loro contenuto.

Una volta che il tartarato di calcio era identificato con un alto livello di probabilità nel residuo, intervenivano considerazioni archeologiche ed enologiche per determinare se il prodotto dell’uva fosse vino e non succo d’uva, sciroppo o aceto. Lo sciroppo, prodotto riscaldando il succo d’uva e poi riducendolo, non corrispondeva ai dati ottenuti, perché la sua viscosità avrebbe lasciato uno strato uniforme di residuo all’interno dell’anfora. Invece il residuo era rimasto sulla linea del livello del liquido e sul fondo del recipiente, dove si era depositato dal liquido. Poco probabile che l’anfora contenesse del succo d’uva.

Il succo d’uva, comunque, diventerebbe naturalmente vino in diversi giorni con la fermentazione, nel clima caldo del Medio Oriente. L’identificazione di un segmento DNA coppia-

base 256 di un più grande frammento di coppia-base 840 appartenente alla sequenza del ribosoma del più importante lievito del vino, *Saccharomyces cerevisiae*, confermò questa supposizione<sup>6</sup>. Una fermentazione intenzionale per produrre aceto era poco probabile, perché erano prese delle precauzioni per proteggere il liquido nelle anfore dall’ossigeno, sigillando l’apertura ed aggiungendo resine d’albero con proprietà anti-ossidanti.

Semi di chicco d’uva dell’anfora nr 156 portarono un’ulteriore conferma che la stessa aveva contenuto originariamente del vino d’uva. Inoltre, ricordando il fatto dell’aggiunta di additivi al vino (vedi oltre), alcune anfore (escludendo la numero 156) contenevano un unico intero fico, che si era conservato con l’essiccazione. Era stato affettato, forse per assicurare una maggiore superficie di contatto per aumentare la dolcezza del vino, il gusto ed altre proprietà, e per assicurare che ci fosse lievito sufficiente per iniziare e mantenere la fermentazione.

Il secondo campione, un residuo, che si era depositato od era stato intenzionalmente applicato all’interno di un’anfora della Bassa Nubia, nel sud dell’Egitto, è datato a più di 3.500 anni dopo l’anfora di Abydos e rappresenta la fase terminale della produzione di vino prima della conquista islamica. Datata dal IV all’inizio del VI secolo d.C. (Periodo Ballana) l’anfora è stata

6 Cavalieri 2003

ritrovata in una tomba nel Gebel Adda. In base alla forma ed all'iscrizione sulle spalle è stata identificata come un orcio da vino<sup>7</sup>. Molti di questi contenitori ricoprivano il terreno attorno alle taverne dei villaggi Nubiani di quel periodo, mostrando come il vino si fosse trasformato da una bevanda per l'élite dei tempi dei Faraoni in una bevanda per tutti, tanto che alcuni erano anche sepolti con esso.

Nei nostri studi iniziali del 1990 sul vino del Vicino Oriente<sup>8</sup>, il residuo del Gebel Adda ci fornì un "antico campione di riferimento" per rilevare l'acido tartarico e tartarato ed altri costituenti del vino. Essendo un noto residuo di vino antico, che è stato sottoposto ad un processo di invecchiamento, la sua composizione serviva a stabilire se altri contenitori, che richiedevano studi più complessi, come l'anfora n. 156 di Abydos, avevano una volta contenuto del vino d'uva. Moderni campioni di riferimento di acido tartarico e tartarato ed altri elementi del vino fornivano ulteriori controlli.

Come ci aspettavamo, il residuo di Gebel Adda fu trovato positivo al test dell'acido tartarico e tartarato secondo i tre metodi. Il suo spettro FT-IR mostrò anche gli assorbimenti caratteristici e molto precisi per l'acido tartarico e per un sale tartarato sia come posizione, forma, intensità relativa e molteplicità. Questi risultati erano direttamente comparabili con il residuo dell'anfora nr 156 di Abydos, solo che in quest'ultimo lo spettro FT-IR non possedeva l'acuto, intenso picco carbonile dell'acido, con una spalla, a 1720-1740  $\text{cm}^{-1}$ . In altre parole, mentre l'acido tartarico nell'anfora di Abydos era stato convertito completamente in sale di calcio, il residuo più giovane del Gebel Adda conteneva ancora l'acido.

Un'altra importante deduzione si può ricavare dallo spettro FT-IR: devono essere presenti altri componenti non identificati, ricchi di idrocarburo, nei due campioni antichi, a causa dell'intenso picco attorno ai 2.900  $\text{cm}^{-1}$  e mol-

ti altri assorbimenti supplementari nella "zona dell'impronta" da 1550-800  $\text{cm}^{-1}$  che non erano causati dall'acido tartarico e tartarato. Alcuni di questi componenti furono in seguito identificati come probabili composti di resina d'albero nel campione di Abydos dall'HPLC, usando un rivelatore UV. Questo metodo, che noi non avevamo a disposizione quando fu analizzato il campione del Gebel Adda, è stato molto utile nel nostro programma di analisi corrente, perché permette una separazione cromatografica ed un più preciso riconoscimento chimico. Assieme al GC-MS (cromatografia a gas - spettrometria di massa), queste tecniche ci hanno consentito di dimostrare la nostra precedente scoperta che le resine degli alberi, sia del pino che del terebinto, venivano spesso aggiunte nei vini dell'antichità.

Tra il 1990 ad oggi sono stati analizzati molti campioni di antiche anfore contenenti probabilmente vino, che variano da ca. il 5.400 a.C. fino al periodo Bizantino e da siti che vanno dal Medio Oriente alla Grecia<sup>9</sup>. Un gruppo di nove campioni del palazzo del Faraone Amenhotep III a Malkata<sup>10</sup>, datati a metà periodo (ca. 1390-1350 a.C.) tra il residuo di Abydos e quello del Gebel Adda, ha un'importanza particolare nel fornire un'altra serie di "antichi campioni di riferimento" con ulteriori prove di vino contenente resine. Le anfore analizzate recavano iscrizioni con inchiostro nero sulle loro spalle, che si leggevano come se fossero moderne etichette da vino, fornendo l'anno del faraone, quando il vino era stato prodotto, il nome ed il luogo della tenuta nel Delta del Nilo, il nome del vignaiolo come pure delle note sulla qualità. I risultati dei nostri esami chimici su questi campioni confermano un vino contenente resina, che si può paragonare a quelli delle anfore di Abydos e Gebel Adda.

Anche se le prove archeologiche, le iscrizioni ed i tests chimici sono congruenti, come sono quelli dei campioni di Abydos, Malkata e Gebel Adda, qualcuno può essere scettico. Per le

7 N.B. Millet, pers. comm., 1989

8 McGovern, *et al.* 1990

9 Beck et al., 2008; anche McGovern 2003 e 2009.

10 McGovern 1997a.



*Fig. 4 - Un residuo giallastro, l'accumulo di materiali organici dalla superficie del vino che un tempo riempiva l'anfora no. 50 della tomba del re Scorpione I (U-j) ad Abydos, ca. 3150 a.C. (Hartung 2001: cat. no.156, pls. 58:and 94:156). Il residuo, che forma un cerchio attorno alla superficie interna dell'anfora, è inclinati rispetto al piano orizzontale poiché l'anfora con il suo contenuto fu inclinata in antichità. Le analisi mostrano che erbe, tra cui balsamo, coriandolo, menta, salvia e molte altri elementi erano immerse nel vino, al quale resina di pino e fichi sono stati aggiunti. h. cm 33,5. Disegno per gentile concessione del German Archaeological Institute in Cairo.*

scienze storiche generalmente è vero che l'identificazione di un qualunque prodotto naturale antico è limitata dal database e dall'impossibilità di replicare gli eventi del passato. Un archeologo potrebbe chiedere campioni da un miglior contesto archeologico, domandarsi se un particolare tipo di contenitore era utilizzato per il vino, proporre interpretazioni alternative dei reperti a disposizione.

Un chimico vorrà dei riconoscimenti ancor più definitivi dell'acido tartarico e tartarato e

dei composti delle resine degli alberi con il miglioramento dei suoi strumenti chimici.

#### **ANALISI LC/MS/MS (CROMATOGRAFIA LIQUIDA ABBINATA A SPETTROGRAFIA DI MASSA)**

Un importante successo per l'individuazione dell'acido tartarico e tartarato è stato recentemente raggiunto dai ricercatori dell'Università di Barcellona<sup>11</sup>. Usando lo LC/MS/MS essi analizzarono "antichi campioni di riferimento" da contenitori di vino dell'Antico e Nuovo Regno, (1) un'anfora della tomba del Faraone Semerkhet della I dinastia, che regnò ca. 150 anni dopo Scorpion I, vicino alla tenuta dell'industria reale di produzione del vino nel Delta del Nilo; (2) un'anfora della tomba del Faraone Tutankhamon, che regnò per poco tempo dopo Amenhotep III; e (3) un'anfora in cui si pensa avesse contenuto vino del Delta del Nilo con una datazione vicina alle anfore di Tutankhamon oppure un po' più tarda dell'inizio della XIX dinastia.

Lo studio di Barcellona ha lasciato pochi dubbi sul fatto che l'acido tartarico e tartarato fosse stato mantenuto intatto nelle antiche anfore Egizie, o come residuo adesivo o assorbito nella pasta ceramica e tenuto dai componenti dell'ar-

<sup>11</sup> Guasch-Jané, *et al.* 2004.

gilla. Viene identificato senza alcun dubbio usando il sistema di monitoraggio multireattivo (RM) dello LC/MS/MS. In sintesi, l'acido tartarico (Mw 150.1) viene ionizzato, quando viene fuori una colonna LC in un momento specifico, nella prima cella dello spettrometro di massa quadripolare, dove viene filtrato a massa. Lo ione molecolare privato del protone viene quindi frammentato in una cellula a collisione e gli ioni che ne nascono vengono di nuovo filtrati da un secondo quadripolare. L'acido tartarico viene identificato grazie a dei modesti pezzi di frammentazione, che sono prodotti e rilevati.

Nella nostra presente collaborazione per lo sviluppo delle tecniche archeologiche biomolecolari con la Divisione Servizi Scientifici del Tax and Trade Bureau (TTB), il più importante laboratorio governativo per le analisi delle bevande alcoliche negli Stati Uniti, abbiamo deciso per prima cosa di ri-analizzare con lo LC/MS/MS i campioni di Abydos e di Gebel Adda. Il problema da risolvere era chiaro: era proprio l'acido tartarico e tartarato presente in questi campioni - uno proveniente da un'anfora relativamente recente, rappresentante un "antico campione di riferimento" e l'altro da un contenitore molto più antico con pochi indizi del suo contenuto originale? Se fosse così, allora le nostre precedenti conclusioni, fondate su tre metodi meno precisi e su considerazioni archeologiche generali, ne sarebbero grandemente rafforzate. I campioni furono, nel frattempo, immagazzinati in atmosfera controllata, al buio.

Le nostre analisi LC/MS/MS dei due campioni seguirono la metodologia generale di Guasch, Jané *et al.* (2004) con alcune modifiche. La transizione monitorata  $M/Rm/z$  149687 corrisponde alla perdita dei frammenti di COOH e OH della molecola  $[M-H]^+$  di acido tartarico. Entrambi i campioni di Abydos e di Gebel Adda hanno dato picchi per l'acido tartarico al tempo di ritenzione di 0.75 min, che corrisponde ad uno standard 0.1  $\Phi$ g/mL (0.1 ppm) dell'acido tartarico. Esami simili da controlli su un vasellame antico neutro o con acqua, fatti

prima e dopo ogni analisi, erano negativi (i dati non sono mostrati). Come vasellame neutro fu usato il bordo di un'antica ciotola da un sito in Giordania (Tell el-Fukhar, Tarda Età del Bronzo II, ca 1400-1200 a.C. nr 763). Era stata prodotta con argilla locale secondo la INAA (instrumental Neutron Activation Analysis)<sup>12</sup>, ed era molto bassa la probabilità, che avesse contenuto originariamente vino o un altro prodotto dell'uva.

#### ANALISI CON SISTEMA SPME (MICROESTRAZIONE A FASE SOLIDA) E TD (DISASSORBIMENTO TERMICO) GC/MS

Avendo avuto la conferma dell'acido tartarico e tartarato nei campioni di Abydos e Gebel Adda con lo LC/MS/MS, li abbiamo quindi analizzati con il sistema SPME e TD GC/MS. Lo scopo era di scoprire se i vini Egizi contenessero qualche aggiunta derivata dalle piante, come era risultato dalle nostre precedenti analisi.

Il sistema SPME ed il TD GC/MS sono molto utili nell'archeologia biomolecolare, a causa della loro alta sensibilità e selettività per i componenti volatili che ci interessano<sup>13</sup>. L'efficienza e la sensibilità di estrazione SPME sono notevolmente aumentati con la dissoluzione o la sospensione del campione solido in una soluzione acquosa salina. Inoltre il metodo richiede solo pochi milligrammi del prezioso campione archeologico e le analisi possono essere fatte rapidamente senza l'estrazione in un solvente organico.

I componenti dei campioni di Abydos e Gebel Adda furono identificati dal tempo di ritenzione e/o corrispondevano alle voci dell'elenco della libreria dello spettro di massa con più di 160.000 campioni (NIST05). I componenti rilevati nell'antico vasellame neutro si ritiene che derivino o da antiche e/o da moderne "contaminazioni dell'ambiente", causate da infiltra-

12 McGovern 1997b.

13 McGovern, *et al.* 2008.

zione dell'acqua nel terreno e dal maneggiare il campione (per es. plasticizzanti ed antiossidanti dalla plastica, includendo componenti della famiglia dei ftalati e 3,5-di-ter-butyl-4-hydroxybenzaldeide). Probabilmente alcuni dei componenti, che bollivano a bassa gradazione, fino all'esano erano anche dei contaminanti, ma verosimilmente essi erano contenuti all'interno della struttura degli ioni dell'argilla. Tutto l'antico etanolo sarebbe stato metabolizzato dai microrganismi.

Una ricerca nella letteratura chimica, utilizzando SciFinder Scholar ed altri sistemi bioinformatici (per es. Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases, il database chimico dello Amber Research Laboratory del Vassar College e la Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 2004), permetteva di distinguere diversi gruppi di probabili componenti antichi nei campioni di Abydos e di Gebel Adda.

Come si può capire dai campioni che sono positivi all'acido tartarico e tartarato, componenti del vino moderno sono ben rappresentati in uno o in entrambi gli antichi campioni, includendo alcoli, acidi, esteri, aldeidi, derivati di acidi grassi e terpenoidi. Mentre benzaldeide, 2-etil-1-esano, nonano ed etilpalmitina si trovano nel vino, potrebbero anche essere delle parti contaminanti. Si nota, per questi reperi, in particolare l'eccellente conservazione del campione più antico, quello di Abydos.

Nel campione di Abydos possiamo menzionare tre erbe - santoreggia (*Satureia*) Artemisia seibeni (appartenente alla famiglia dell'assenzio) e tanaceto blu (*Tanacetum annuum*) - per la presenza contemporanea di otto composti terpenici: linaiola, canfora, borneolo, mentolo L, terpineolo alfa, carvone, timolo ed acetone di geranio. Gli stessi composti, eccetto l'acetone, si trovano in ulteriori sette specie erbarie, incluso la pianta balsamica (*Melissa*), la senna (*Cassia*), coriandolo (*Coriandrum*), camedrio (*Teucrium*), menta (*Mentha*), salvia (*Salvia*) e timo (*Thymus/Thymbra*).

Può essere significativo che soltanto la santoreggia, la senna e la salvia sono probabilmente indigene in Egitto. Dato che l'artemisia seibeni ed il tanaceto blu sono verosimilmente originari, rispettivamente, dell'Iran e del Marocco, sembrerebbe difficile che fossero state commercializzate o trapiantate in Egitto in tempi così antichi. Delle restanti sette erbe sono tutte certamente originarie del Levante del sud (Feinbrun-Dothan 1978; per il coriandolo)<sup>14</sup>. Oggi crescono nelle vicinanze dell'area dove era stato fatto il vino di Abydos, secondo i risultati dell'INAA<sup>15</sup>, cioè la Valle del Giordano, le terre alte ad ovest ed a est di questa ed il litorale del Mediterraneo vicino a Gaza.

Per il campione di Gebel Adda, solo il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), appartenente alla famiglia della menta (*Lamiaceae* oppure *Labiatae*) potrebbe spiegare fencione, canfora, borneolo, cuminaldeide e vanillina. Il rosmarino, che può vivere in un clima relativamente secco, cresce sia nel sud del Levante che in Egitto<sup>16</sup>.

Ad oggi non sono stati circoscritti unici biomarcatori per le erbe, che possono essere state aggiunte ai vini di Abydos e Gebel Adda. Inoltre molti dei composti che abbiamo identificato si trovano in altre piante ed erbe della regione del Mediterraneo Orientale. Per es. canfora, borneolo, carvone e timo sono contenuti nel millefoglie (*Achillea*); gli stessi composti eccetto il borneolo nel finocchio selvatico (*oeniculum vulgare*); linaiola e timo nella maggiorana; e solo borneolo nell'origano, etc.

Da notare due erbe dell'Egitto: Ambrosia marittima contiene canfora e carvone, e Conyzadiscoscorides ha canfora e linaiola. Linaiola, terpineolo alfa ed acetone di geranio si trovano anche nel vino, e canfora e borneolo si trovano nella resina di pino (in basso), oltre a rosmarino e molte altre erbe. Comunque, anche se si potrebbe proporre molte differenti permutazioni dei composti accertati, derivanti da differenti pro-

14 Si veda: Zohary ed Hopf M 2000.

15 McGovern et al. 2001.

16 Davis 1982.

dotti naturali, la spiegazione più semplice e diretta è che, una o più erbe, che possono contare un grande numero di relativamente rari composti nei campioni di Abydos e Gebel Adda, erano probabilmente gli additivi dei vini.

Entrambi gli antichi campioni contenevano inoltre composti trovati nella resina del pino. I nostri precedenti risultati dell'HPLC per il campione di Abydos ci avevano già orientati verso l'aggiunta di una resina d'albero, che avevamo al momento identificato come terebinto. In ogni caso col TD GC/MS fu osservato un composto diterpenico specifico del pino - la retene (resina), un prodotto d'ossidazione dell'acido abietico<sup>17</sup> -. L'analisi GC/MS normale del campione di Abydos ha anche rivelato la presenza di ulteriori prodotti ossidativi dell'acido, cioè acido deidroabietico ed acido 7-ossodeidroabietico. Non esistevano triterpenoidi caratteristici della resina di terebinto<sup>18</sup>.

Il campione di Gebel Adda non era stato analizzato nel nostro studio iniziale per le resine d'albero. Oltre alla retene con l'SPME ed il TD GC/MS si era trovato metildeidroabietato. Metildeidroabietato (SI, Fig. S4) indica che la resina del pino è stata trasformata dal calore in catrame, la qual cosa è conforme con tutto l'interno dell'anfora, che è stata rinforzata con uno strato scuro per sigillarla.

17 Beck *et al.* 2008.

18 Mills e White 1994.

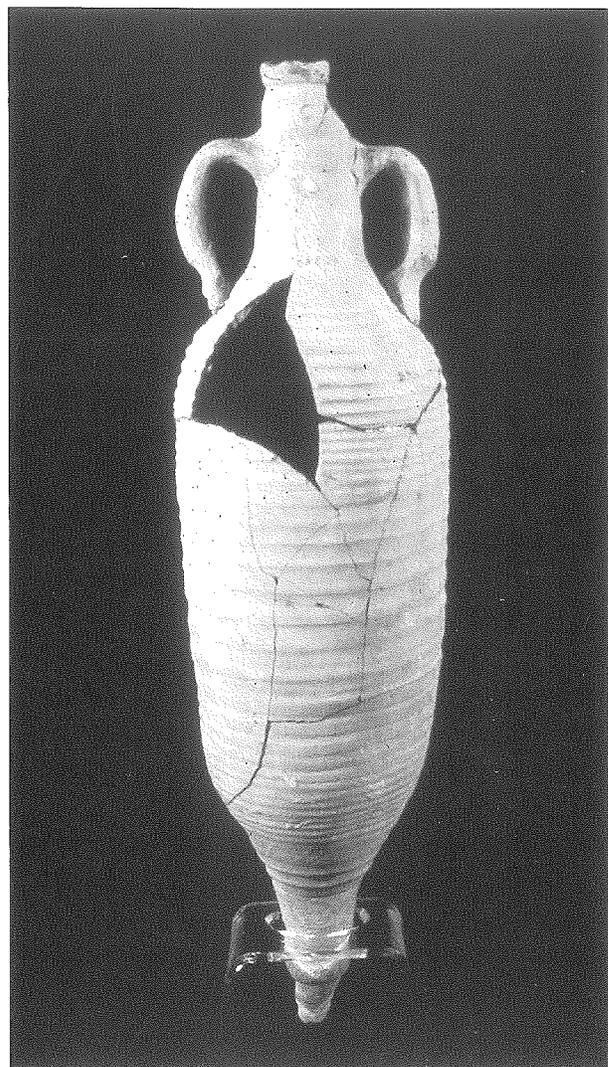


Fig. 5 - Anfora per vino dalla tomba 217 della necropoli 4 a Gebel Adda (Egitto), datata all'inizio del periodo Bizantino (Periodo Ballana, Bassa Nubia, IV-inizio VI d.C.). h. cm 67,3. Per gentile concessione del Royal Ontario Museum © ROM; per gentile concessione di W. Pratt (museum no. 973.24.1217).

## CONCLUSIONI

Utilizzando lo LC/MS/MS per analizzare i campioni di Abydos e Gebel Adda, due reperti Egizi, separati nel tempo da più di 3.500 anni, siamo stati in grado di confermare il nostro metodo iniziale per l'identificazione dell'acido tartarico e tartarato, il biomarcatore chiave per il vino ed i prodotti dell'uva. Con la dimostrazione che tre

diverse tecniche – FT – IR – HPLC, ed il test spot di Feigl - avevano provato la presenza di acido tartarico e tartarato negli antichi campioni ed eseguendo comparazioni statistiche con grandi database IR ed UV di “antichi campioni di riferimento” per il vino e moderni standard, eravamo ragionevolmente sicuri che i nostri risultati erano corretti. Inoltre, considerazioni di tipo archeologico – certamente ad un più basso livello di probabilità – supportavano la “ipotesi del vino” come la soluzione migliore per le prove a disposizione.

Ovviamente l’“ipotesi del vino” rimane oppure cade se può essere rilevato l’acido tartarico e tartarato negli antichi residui. Con il continuo miglioramento degli strumenti di analisi i chimici così come gli archeologi dovrebbero sempre controllare i risultati già ottenuti, eliminare ogni “falso positivo” e produrre nuovi dati, quando vengono messi a disposizione da nuovi scavi o da tecniche di analisi. Le nostre analisi sui campioni di Abydos e Gebel Adda mostrano un chiaro esempio di come questo fatto possa coesistere nel campo della archeologia biomolecolare in costante evoluzione<sup>19</sup>.

Le successive analisi dei campioni di Abydos e di Gebel Adda con lo SPME ed il TD GC/MS hanno avuto un altro successo, una conseguenza inaspettata oltre alla conferma della presenza dell’acido tartarico e tartarato. Queste tecniche sensibili e versatili ci hanno permesso di iniziare ad esplorare chimicamente la medicina delle erbe degli antichi Egizi. Ancora molto lavoro deve essere fatto per realizzare e definire queste scoperte, ma gli antichi vini ed altre bevande alcoliche sono noti per essere un mezzo eccellente per sciogliere e somministrare preparazioni a base di erbe sia esternamente che internamente<sup>20</sup>. Infatti, prima dell’avvento delle moderne medicine di sintesi, le bevande alcoliche erano un palliativo universale.

L’analisi chimica apre una nuova porta sulla primitiva farmacologia egizia fornendo ai con-

temporanei informazioni sugli additivi vegetali nelle antiche bevande alcoliche. In particolare l’aggiunta al vino di una resina delle piante, soprattutto, come già detto, per protezione contro le malattie del vino, era una delle pratiche più note ed estese in tutto il mondo antico. Vini resinati erano ancora prodotti nel Medio Evo, secondo i vasti trattati di agricoltura e medicina basati su scritti classici, insieme conosciuti come la *Geoponica*<sup>21</sup>.

Il valore medicinale delle resine degli alberi non era soltanto apprezzato nel Medio Oriente e nel Mediterraneo. Nella valle del Fiume Giallo in Cina venivano aggiunte probabilmente resine di abete cinese, della famiglia degli alberi profumati, ed altre specie native alle bevande fermentate ricavate dal riso, miglio e da frutti già a partire dal 7.000 a.C.; secondo le differenti analisi fatte con FT-IR, GC/MS, LC/MS, con gli isotopi e con i tests spot<sup>22</sup>.

Ricerche più recenti hanno rilevato questo fenomeno anche nel sud e nel nord dell’Europa<sup>23</sup>.

Fino ad oggi, degli scritti, in particolare una serie di papiri di medicina, ci hanno fornito le prime informazioni sull’antica *materia medica* Egizia, che era conosciuta in tutto il mondo antico<sup>24</sup>. La maggioranza dei papiri appartiene al Nuovo Regno, incluso il più lungo, il papiro Ebers di 108 pag., datato a ca 1550 a.C. Molti papiri sono più antichi e datati a metà della 12a Dinastia, ca 1850 a.C., ed il nome Egizio per “dottore” (*swnw*), che diagnosticava malattie e spesso faceva trattamenti con erbe medicinali, lo si trova già nella 3a Dinastia, ca 2650 a.C. (12). Un racconto più tardo, che non è confermato da altre fonti, afferma che Djer, il secondo faraone della Dinastia I, era anche un *swnw*<sup>25</sup>; questa è una possibilità affascinante, che potrebbe essere legata ai rilevamenti chimici della tomba U-j, poiché Djer regnò appena dopo Scorpione I, ca 3.100 a.C., e la sua

21 e.g., Dalby 2011.

22 McGovern *et al.* 2004; McGovern *et al.* 2010.

23 McGovern, *et al.* 2013a e 2013b.

24 Manniche 1989, Nunn 1996 e Grapow 1954-73.

25 Nunn 1996.

19 contra Stern *et al* 2008.

20 Majno 1975.

tomba ad Abydos è vicina alla U-J.

Le ricette dei papiri, che assommano a più di mille, forniscono un quadro dettagliato dell'antica farmacopea Egizia, anche se più dell'80% dei ca 160 geroglifici dei nomi delle piante sfuggono ad una traduzione. Molte verdure e frutti incluso aglio, cipolla, sedano, tuberi, anguria, fichi, moringa, pesca, giuggiolo etc, sono presenti come ingredienti nelle formulazioni, ma di gran lunga i più numerosi sono le bevande alcoliche (vino e birra), le resine degli alberi (terebinto, pino, incenso, mirra, abete etc), ed erbe di ogni tipo (mandragola, brionia, coriandolo, cumino, assenzio, aloe, etc.). Nella descrizione queste piante ed i loro derivati sono macerate, mescolate assieme, immerse come decotti o infusioni in vino o aceto, birra, miele, latte, olio e/o acqua, filtrate e somministrate per specifiche indisposizioni (come lassativi, emollienti, espettoranti, analgesici, diuretici, afrodisiaci, etc). Molti di questi ingredienti fanno ancora parte della tradizionale medicina delle erbe del moderno Egitto.

Tra i possibili additivi di erbe per il vino di Abydos solo il coriandolo è noto con il suo antico nome Egizio (*š3w*). Otto cestini (mezzo litro) di fiori e bacche di coriandolo nella tomba di Tutankhamon sottolineano la sua importanza nella antica cultura e medicina Egizia<sup>26</sup>. Coriandolo è chiaramente scritto nelle liste di diverse ricette mediche<sup>27</sup>.

Così problemi di stomaco richiedevano di bere birra mescolata con questa erba, brionia, lino e datteri. Per il trattamento di sangue nelle feci doveva essere grattugiato e mescolato con casto albero

ed un altro frutto non identificato, infuso nella birra, filtrato e bevuto. Per trattare l'herpes si preparava un balsamo per esterno con semi di coriandolo, mirra e miele fermentato.

Per quanto riguarda le altre possibili erbe aggiunte nel vino di Abydos, - pianta balsamica, senna, camedrio, menta, salvia, santoreggia e

timo - ad oggi devono ancora essere identificate con certezza con il loro nome Egizio, anche se ulteriori studi linguistici prevedono il loro chiarimento. Per es. probabilmente *k3y* in una ricetta per il *kyphi*<sup>28</sup>, un famoso disinfettante per il tempio ed un additivo per bevande, dovrebbe essere tradotto "menta". Secondo alcune iscrizioni della fine del I millennio a.C. nei templi di Edfu e Philae il *kyphi* veniva preparato macinando e setacciando una uguale quantità di acoro dolce (*Acoruscalamus*), giunco aromatico (*Andropogonschoenanthus*), resina di terebinto, cassia, "menta" e probabilmente aspalathus. Questa polvere veniva poi combinata con delle misture, preparate separatamente, di vino con bacche di ginepro, *Cyperus* ed altre piantine, uvetta e vino, ed incenso e miele. La ricetta era completata con l'aggiunta di mirra finemente macinata.

Questa conferma letteraria di un antico vino Egizio resinato con erbe è stata solo parzialmente fornita dalle nostre analisi sul campione di Abydos, poiché, a parte il vino stesso e possibilmente la menta, le altre componenti erbacee del *kyphi* non erano state provate chimicamente. Ma noi non stiamo contestando che il *kyphi* non sia stato sviluppato ed usato già all'inizio del 3.150 a.C. Piuttosto la nostra critica indica che additivi di piante, incluse varie erbe e resine di alberi, venivano già somministrati con le bevande alcoliche millenni prima delle iscrizioni dei templi di Edfu e Philae.

I più probabili additivi erbacei per il vino di Abydos, secondo le conoscenze odierne, hanno un'altra importante caratteristica in comune: quasi tutti erano domestici o coltivati nel Levante del sud, prima della loro introduzione in Egitto<sup>29</sup>. Questa circostanza si accorda con il fatto che il vino delle anfore di Abydos era stato prodotto molto verosimilmente in questa regione. All'inizio del 3.000 a.C. quando la vitis vinifera venne trapiantata nel Delta del Nilo, si potrebbe ragionevolmente ipotizzare che anche alcune erbe del sud del Levante avevano accom-

26 Germer 1989.

27 Manniche 1989.

28 Manniche 1989.

29 Germer 1993.

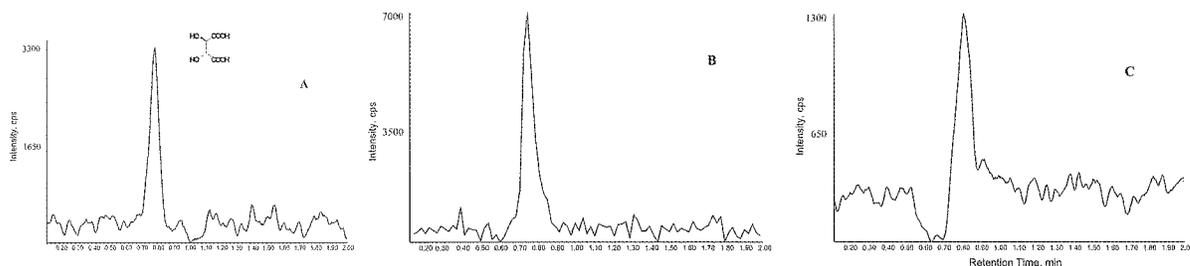


Fig. 6 - MRM LC/MS/MS tracce di acido tartarico in soluzione (A) corrispondente a  $m/z$  149 87 frammentazione molecolare. B e C sono cromatogrammi per l'estratto acquoso degli campioni antichi rispettivamente di Gebel Adda (Fig. 5) e Abydos (Fig. 3).

pagnato o avevano seguito in breve tempo la vite nei giardini e nei campi del paese. Questi sviluppi avevano allargato in modo considerevole la farmacopea Egizia.

Altri ricercatori hanno iniziato a dare comunicazione di aver individuato tracce chimiche e botaniche di misture di erbe nelle bevande alcoliche. All'incirca nello stesso periodo del vino di Abydos, rosmarino indigeno e menta, assieme a timo venivano aggiunti ad una bevanda fermentata di grano ed orzo a Genò in Spagna<sup>30</sup>. Rosmarino selvatico era anche uno degli ingredienti, assieme a mirto d'acqua, millefoglie ed altre erbe, nel gruit, il principale agente amaro della birra all'inizio del Medio Evo in Europa<sup>31</sup>.

L'evidenza archeochimica e archeobotanica del rosmarino ha un interesse speciale, perché solo questa erba ebbe un'alta probabilità di essere stata aggiunta al vino resinato di Gebel Adda. Sfortunatamente non conosciamo l'antico nome egizio di questa erba, così non possiamo rintracciarla nella medicina Egizia. Sappiamo che il rosmarino era molto popolare per insaporire il cibo al tempo di Roma e Bisanzio<sup>32</sup> quando il vino resinato di Gebel Adda è stato prodotto. Inoltre esso contiene numerosi composti antiossidanti (ad es. acido ramerino e carnosol), che hanno potenzialmente vasti benefici

effetti medicinali<sup>33</sup>.

Mentre resta ancora molto da scoprire sui vini addizionati con erbe dell'antico Egitto, le nostre ricerche chimiche su Abydos e Gebel Adda, assieme ai risultati di Malkata, confermano la loro grande antichità e importanza a partire dall'unificazione iniziale del paese sotto i faraoni per molti millenni.

Ulteriori miglioramenti nelle tecniche di analisi porteranno in evidenza senza alcun dubbio altri importanti composti dei vini antichi. Per es. il campione di Gebel Adda è stato recentemente analizzato dal FTICR/MS (risonanza di trasformazione ciclotrone a ioni Fourier / spettrometria di massa). Sono stati notati segni conformi alla struttura del resveratrolo, il ben noto antiossidante, che ha effetti anticancerogeni, e che viene accreditato di estendere la vita in molti organismi. Si stanno inoltre facendo degli ulteriori studi di conferma con l'UPLC/MS (cromatografia liquida ad alto rendimento / spettrometria di massa)<sup>34</sup>.

## RICONOSCIMENTI

Noi ringraziamo Abdul Mabud, Jeffrey Ammann e Vanessa Kinton del Scientific Services Division

30 Juan-Tresserras 1998.

31 Nelson 2005.

32 Dalby 1996.

33 Lai e Roy 2004; Aggarwal e Shishodia 2006.

34 P. Schmitt-Kopplin and R. Gougeon, pers. comm., 2009.

TTB per aver fornito la loro competenza tecnica e per il continuo supporto. Una sovvenzione dello Abramson Cancer Center della University of Pennsylvania ci ha dato un parziale contributo finanziario. Günter Dreyer del German Archaeological Institute del Cairo ci ha dato consigli sulla archeologia della tomba di Abydos. W. Christian Petersen ci ha fornito assistenza nelle analisi GC/MS presso lo Scientific Research and Analysis Laboratory del Winterthur Museum and Country Estate e consulenza sui problemi chimici assieme ad Olga Jáuregui della University of Barcelona e Theodore Davidson del MASCA. Naomi F. Miller del MASCA ci ha aiutato nell'interpretazione dei dati archeobotanici. Il recente lavoro con l'uso del FTICR/MS ed il UPLC/MS fa parte di una collaborazione con Philippe Schmitt-Kopplin del Helmholtz Zentrum München e con Régis Gougeon dello Institut Universitarie de la Vigne et du Vin Jules Guyot, Dijon. Informazioni dettagliate sui metodi di estrazione per le analisi con lo LC/MS/MS e sulle condizioni sperimentali per lo SPME, TD e le analisi ad iniezione liquida GC/MS sono fornite nella Supporting Information di McGovern *et al.* 2009.

## BIBLIOGRAFIA

- Aggarwal M.M., Shishodia S. 2006, "Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer", *BiochemPharmac* 71, pp. 1397-421.
- Amber Research Laboratory of Vassar College, chemical database, URL: <http://cima.ng-london.org.uk/ar1/>, maintained by the National Gallery, London.
- Beck C.W., Stout E., Lee K.C., Chase A.A., De-Rosa N 2008, "Analysis of Organic Remains in the Fabric of Minoan and Mycenaean Pottery Sherds by Gas Chromatography-Mass Spectrometry", in Tzedakis Y., Martlew H., Jones M.K. (a cura di), *Archaeology Meets Science: Biomolecular Investigations in Bronze Age Greece*, Oxbow Books, Oxford, pp. 12-47.
- Cavaliere D., McGovern P.E., Hartl D.L., Mortimer R., Polsinelli M. 2003, "Evidence for *S. cerevisiae* fermentation in ancient wine", *J MolEvol* 57, pp. 226-32.
- Dalby A. 1996, *Siren Feasts: a History of Food and Gastronomy in Greece*, Routledge, London, 190, n. 21.
- Dalby A. 2011, *Geoponika: Farm Work*, Prospect Books, Devon.
- Davis P.H. 1982, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 7, Edinburgh Univ Press, Edinburgh
- Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases, URL: <http://www.ars-grin.gov/duke/>, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville, MD.
- Dreyer G. 1998, *Umm el-Qaab I: Das prädynastische Königsggrab U-j und seine frühen Schriftzeugnisse*, Archäologische Veröffentlichungen 86, P von Zabern, Mainz.
- Feinbrun-Dothan N. 1978, "Flora Palaestina, part 3: Ericaceae to Compositae", in Zohary M. (a cura di), *Flora Palaestina*, Part 3: *Ericaceae to Compositae*, Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem.
- Germer R. 1989, *Die Pflanzenmaterialien aus dem Grab des Tutanchamun*, Gerstenberg, Hildesheim.
- Germer R. 1993, "Ancient Egyptian Pharmaceutical Plant and the Eastern Mediterranean" in Jacob I and W (a cura di), *The Healing Past: Pharmaceuticals in the Biblical and Rabbinic World*, EJ Brill, Leiden, pp. 69-80.
- Grapow H. 1954-73, *Grundriss der Medizin der alten Ägypter*, Akademie, Berlin.
- Guasch-Jané M.R., Ibern-Gómez M., Andrés-Lacueva C., Jáuregui O., Lamuela-Raventós R.M. 2004, "First evidence of white wine in ancient Egypt from Tutankhamun's tomb", *AnalChem* 76:1672-77.
- Juan-Tresserras J. 1998, "La cerveza prehistórica: investigaciones archeobotánicas y experimentales" in Maya J.L., Cuesta F., López Cachero J. (a cura di), *Genó: un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre (Lleida)* University of Barcelona, Barcelona, pp. 241-52.
- Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (2004) (Wiley-Interscience, Hoboken, NJ); also available on-line at <http://mrw.interscience.wiley.com/emrw/9780471238966/home/>.

- Lai P.K. e Roy J. 2004, "Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices", *Curr Med Chem*11(11), pp. 1451-60.
- McGovern P.E. 1997a, "A Ceramic Sequence for Northern Jordan: an Archaeological and Chemical Perspective", in Bisheh G, Zaghloul M, Kehrberg I (a cura di), *Studies in the History and Archaeology of Jordan VI*, eds, Dept of Antiquities, Amman, pp. 421-25.
- McGovern P.E. 1997b, "Wine of Egypt's golden age: an archaeochemical perspective", *J EgyptArchaeol*83, pp. 69-108.
- McGovern P.E., Badler V, Michel RH 1990, "The Analytical Challenge of Detecting Ancient Wine: two Cases Studies from the Ancient Near East", in Biers W.R., McGovern P.E. (a cura di), *Organic Contents of Ancient Vessels: Materials Analysis and Archaeological Investigation*, MASCA Research Papers in Science and Archaeology, vol. 7, MASCA, University of Pennsylvania Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia, pp. 25-36.
- McGovern P.E. 2001, "The Origin of the Tomb U-J Syro-Palestinian Type Jars as Determined by Neutron Activation Analysis", in Hartung U. (a cura di), *Umm el-Qaab II: ImportkeramikausdemFriedhof U in Abydos (Umm el-Qaab) und die BeziehungenägyptenszuVorderasienim 4. Jahrtausend v. Chr.*, P von Zabern, Mainz, pp. 407-16.
- McGovern P.E. 2003, *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture*, Princeton Univ Press, Princeton.
- McGovern P.E. (2009), *Uncorking the Past: The Quest for Wine, Beer, and Other Alcoholic Beverages*, Univ. of California Press.
- McGovern P.E., Glusker D.L., Exner L.J. 2001, "The Organic Contents of the Tomb U-J Syro-Palestinian Type Jars: Resinated Wine Flavored with Fig", in Hartung U. (a cura di) *Umm el-Qaab II: ImportkeramikausdemFriedhof U in Abydos (Umm el-Qaab) und die BeziehungenägyptenszuVorderasienim 4. Jahrtausend v. Chr.*, P von Zabern, Mainz, pp. 399-403.
- McGovern P.E., Zhang J., Tang J., Zhang Z., Hall G.R., Moreau R.A., Nuñez A., Butrym E.D., Richards M.P., Wang C-s, Cheng G., Zhao Z, e Wang C. 2004, "Fermented beverages of pre- and proto-historic China", *Proc Natl Acad Sci USA* 101:17593-8.
- McGovern P.E., Mirzoian A. e Hall G.R. 2009, "Ancient Egyptian Herbal Wines "The Proc Natl Acad Sci USA 106:18, pp. 7361-6.
- McGovern P.E., Christofidou-Solomidou M., Wang W., Dukes F., Davidson T., e El-Deiry W.S. 2010, "Anticancer activity of botanical compounds in ancient fermented beverages (Review)", *Intern J Oncology*37, pp. 5-14.
- McGovern P.E., Hall G.R., and Mirzoian A. 2013a, "A Biomolecular Archaeological Approach to 'Nordic Grog'", *Danish J Archaeol*, online <http://dx.doi.org/10.1080/21662282.2013.867101>.
- McGovern P.E., Luley B.P., Rovira N., Mirzoian A., Callahan M.P., Smith K.E., Hall, G.R., Davidson T., e Henkin, J.M. 2013b, "The Beginning of Viniculture in France", *Proc Natl Acad Sci USA* 110:25, pp. 10147-52.
- Majno G. 1975, *The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World*, Harvard Univ Press, Cambridge.
- Manniche L. 1989, *An Ancient Egyptian Herbal*, Univ of Texas Press, Austin, pp. 57-58, 94, 120, 144, 159-62.
- Mills J.S. e White R. 1994, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Nelson M. 2005, *The Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe*, Routledge, London.
- Nunn J.F. 1996, *Ancient Egyptian Medicine*, Univ. of Oklahoma Press, Norman, pp. 24-42, 121-122, 124, 131-132, 136-162., 211-212.
- SciFinder Scholar, URL: <http://www.cas.org/SCIFINDER/SCHOLAR/> (Chemical Abstract Services, American Chemical Society).
- Stern B., Heron C., Tellefsen T., Serpico M. 2008, "New investigations into the Uluburun resin cargo", *J Archaeol Sci* 35, pp. 2188-203.
- Zohary D. e Hopf M. 2000, *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*, Oxford Univ Press, Oxford, pp. 205-206.