

Composizione biochimica e proprietà antiossidanti dell'olio di semi di dattero (*Phoenix dactylifera* L.) *

Cinzia Benincasa¹ ✉

Rosa Nicoletti¹, Hamza Harkat^{2,3}

Ratiba Bousba², Kamel Atrou²

Mine Gültekin-Özgülven³

Ümit Altuntaş³

Evren Demircan³

Hamdy A. Zahran⁴

Beraat Özçelik³

¹ Council for Agricultural Research and Economics (CREA), Research Centre for Olive, Fruit and Citrus Crops Rende (CS), Italia

² Department of Biology and Plant Ecology, Frères, Mentouri University, Algeria

³ Department of Food Engineering Istanbul Technical University Turkey

⁴ Oils and Fats Department Food Industries and Nutrition Research Institute, Cairo, Egypt

Biochemical composition and antioxidant properties of palm seed oil (*Phoenix dactylifera* L.)*

Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) trees are largely cultivated across the Algerian oases; they are main sources of remuneration and the economic basis for residents of these areas. Date palm fruits are rich sources of essential nutrients, vitamins, minerals, and dietary fibres, with many potential health benefits, yet there are few studies on the chemical composition and biological properties of date palm seed oil. In this study, we present an in-depth characterisation of the biochemical composition and antioxidant properties of date palm seed oil (DPSO) produced in Algeria. DPSOs of eight Algerian cultivars, Arechti, Degla-Baida, Deglet-Nour, Ghars, Haloua, Itima, Mech-Degla, and Tentbouchet, were investigated to determine their biochemical compositions and antioxidant properties. The results highlight the potential of DPSO as an alternative food and a natural resource, thanks to several important compounds having high antioxidant capacity. In particular, fatty acids analyses showed that oleic (42.74-50.19%), lauric (18.40-22.2%), and myristic (8.83-10.17%) were the major fatty acids. Biophenols and tocopherols analyses revealed the presence of important compounds, such as catechin (22.04-24.92 mg/kg), vanillin (10.67-23.98 mg/kg), and α -tocopherol (443.59 mg/kg), at highly remarkable levels. Therefore, a comparison with the literature data concerning other seed oils, including olive oil, confirms that DPSO can be considered a high-quality oil, from a biochemical and biological point of view.

INTRODUZIONE

La palma da dattero è anche nota, nella sua accezione scientifica, come *Phoenix Dactylifera*. La palma da dattero è uno degli alberi più vetusti di cui l'uomo abbia beneficiato e viene coltivata fin dall'antichità [1] principalmente in Medio Oriente e in Nord Africa, con una produzione globale annua di 9,24 milioni di tonnellate, produzione che è aumentata notevolmente negli ultimi 30 anni [2]. In queste aree sono state censite più di 13 milioni di palme da dattero e 940 varietà, con una produzione totale di circa 1,13 milioni di tonnellate [3, 4]. Grazie alla sua tolleranza alle alte temperature, alla siccità e alla salinità rispetto ad altre specie da frutto, essa è considerata un simbolo di vita in diverse aree aride del pianeta. Il frutto della palma da dattero è considerato un alimento ideale in quanto fornisce un'ampia gamma di nutrienti essenziali correlati a notevoli benefici per la salute: è una ricca fonte di fibre alimentari, vitamine essenziali, minerali e metaboliti secondari [5-9]. Tra questi ultimi, i principali composti fenolici presenti nel dattero sono gli acidi gallico, protocatecuico, p-cumarico e ferulico, oltre ad alcuni derivati dell'acido cinnamico [8, 9]. Questi composti bioattivi, in grado di annichilire i radicali liberi reattivi, come il radicale superossido, il radicale idrossile o il perossido di idrogeno, possono inibire l'ossidazione di proteine e lipidi [10]. Inoltre, gli antiossidanti

(*) 2022 - CONGRESS OF ITALIAN SOCIETY FOR FATS AND OILS RESEARCH
EDIBLE FATS AND OILS INNOVATION AND SUSTAINABILITY IN PRODUCTION AND CONTROL
Perugia, June 15-17, 2022

✉ CORRESPONDENCE AUTHOR:

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA),
Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura
Via Settimio Severo 83,
87036 Rende (CS), Italia
Mail: cinzia.benincasa@crea.gov.it

Received: October 17, 2022

Accepted: January 12, 2023

svolgono un ruolo importante per la salute umana, in quanto riducono il rischio di potenziali problemi di salute cronici, come diversi tipi di cancro e malattie cardiovascolari e neurologiche [11]. Concentrazioni eccezionalmente elevate di metaboliti secondari si ritrovano nei semi [12-16]. È interessante notare come i semi, in generale, dal punto di vista della sopravvivenza di una pianta, siano i componenti più importanti dei frutti, il che potrebbe spiegare l'accumulo di questi composti fenolici proprio a livello del nocciolo. Dai dati disponibili, si è potuto apprendere come l'area di coltivazione, le pratiche colturali e il genotipo influiscano molto sul patrimonio fenolico dei semi [9, 13, 17-19] e che i semi di dattero rappresentano una buona fonte di olio (dal 5 al 13%) ricco in composti fenolici, tocoferoli e fitosteroli. Il profilo chimico, in termini di composizione di vitamine, minerali e acidi grassi, è stata studiata da diversi ricercatori che hanno dimostrato la preziosità dell'olio di semi di dattero (OSD) per l'utilizzo in formulazioni alimentari [16, 20-33]. Tuttavia, pochi sono i lavori ad oggi presenti in letteratura e il presente studio ha proprio lo scopo di contribuire all'arricchimento di questa conoscenza. In particolare, otto tipologie di oli di semi di dattero provenienti dalle cultivar *Arechti*, *Degla-Baida*, *Deglet-Nour*, *Ghars*, *Haloua*, *Itima*, *MechDegla* e *Tentbouchet*, diffuse localmente in tutta la provincia di Biskra, in Algeria (Ziban oasis), sono state studiate in termini di composizione dei tocoferoli, acidi grassi, fenoli singoli e totali. Lo studio condotto ha dimostrato che i semi di dattero, producendo un olio ricco di composti bioattivi, sono ottimi ingredienti per l'industria nutraceutica, farmaceutica e cosmetica e non dovrebbero essere trattati come "semplici rifiuti", ma come materie prime. La produzione dell'olio di semi dovrebbe essere considerata una nuova risorsa economica che potrebbe contribuire allo smaltimento dei sottoprodotti derivanti dalla lavorazione dei datteri.

PARTE SPERIMENTALE

MATERIALE VEGETALE E PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

I semi di dattero oggetto di studio sono stati collezionati da diverse varietà di palme nell'annata 2019-2020. Nello specifico, le varietà selezionate sono state scelte sulla base di un'indagine preliminare avuta con gli agricoltori locali, preziosi conoscitori del patrimonio di palme da dattero. Sono state, quindi, selezionate tre tipologie di dattero (secco, morbido o semi-morbido) da palmeti situati nella provincia di Biskra (Algeria sud-orientale, regione arida). Seguendo questi criteri, le varietà di dattero collezionate, tra le più rappresentative della Regione, sono state otto: quattro datteri morbidi (*Deglet-Nour*, *Ghars*, *Itima* e *Tentbouchet*), tre datteri secchi (*Degla-Baida*, *Haloua* e *Mech-Degla*) e un dattero semi-morbido (*Arechti*) (Fig. 1).

Il metodo di campionamento, per ogni varietà, è stato

condotto suddividendo il palmeto in diverse parcelle e selezionando dieci alberi. I datteri sono stati raccolti in maniera casuale, da diverse posizioni e altezze durante l'ultimo stadio di maturazione. Dopo la raccolta, avvenuta manualmente, i frutti sono stati selezionati e snocciolati. I semi così ottenuti sono stati, quindi, lavati per allontanarne eventuali residui di polpa e sottoposti ad un processo di essiccamento a 60°C per 24 ore. Dopo l'essiccamento è seguita la macinazione con successiva liofilizzazione.

ESTRAZIONE DELL'OLIO

L'estrazione dell'olio dai semi di *Phoenix dactylifera* L. è stata eseguita secondo la procedura che prevede l'impiego dell'estrattore Soxhlet utilizzando n-esano come solvente di estrazione. Brevemente, l'estrazione dell'olio è stata condotta mettendo a rifluire per 3 ore 30 g di semi macinati con 400 mL di n-esano. La temperatura della piastra è stata regolata in modo tale da permettere una costante e fluida ebollizione del solvente. Dopo l'estrazione, una distillazione sottovuoto a 40-50°C ha permesso la rimozione del solvente. L'olio ottenuto è stato filtrato, conservato in un contenitore scuro e mantenuto alla temperatura di 4°C fino al momento delle analisi.

ESTRAZIONE DELLA COMPONENTE FENOLICA

L'estrazione dei composti minori polari di natura fenolica dai campioni sottoposti ad esame è stata effettuata secondo le direttive descritte dal Consiglio Oleicolo Internazionale (COI) [52] apportando opportune modifiche al protocollo estrattivo [53-55]. In generale, l'estrazione dei composti fenolici è stata la seguente: 2,5 g di campione sono stati trattati con una soluzione idroalcolica in un bagno ad ultrasuoni. Una successiva centrifugazione ha permesso il recupero del surnatante che, previa filtrazione, è stato utilizzato per l'analisi dei fenoli totali e dei fenoli singoli.

ANALISI DEI FENOLI TOTALI

I fenoli totali (FT) sono stati misurati mediante spettrofotometria a 756 nm secondo il metodo di Folin-Ciocalteu [34]. In particolare, 2,5 mL di reagente, op-



Figura 1 - Semi di diverse cultivar di palma da dattero (*Phoenix dactylifera* L.). (a) *Arechti*, (b) *Degla-Baida*, (c) *Deglet-Nour*, (d) *Ghars*, (e) *Haloua*, (f) *Itima*, (g) *Mech-Degla*, (h) *Tentbouchet*.

portunamente diluito, sono stati aggiunti all'estratto fenolico (0,5 mL) e agitato vigorosamente. Successivamente, la soluzione è stata lasciata a riposare per 2 ore a temperatura ambiente con 2 mL di Na₂CO₃ al 7,5%. I risultati ottenuti sono stati espressi come mg di acido gallico equivalente per 100 g di olio (mg AGE/100 g di olio). Ogni analisi è stata condotta in duplice.

ANALISI DEI FENOLI SINGOLI

La determinazione e l'analisi quantitativa dei fenoli singoli è stata ottenuta con l'ausilio di curve di calibrazione esterne costruite tramite un'analisi di regressione attraverso il metodo dei minimi quadrati. Per ogni analita di interesse (tirosolo, idrossitirosolo, oleuropeina, acido vanillico, vanillina, luteolina, luteolina-7-O-glucoside, luteolina-4-O-glucoside, catechina, acidi caffeico, ferulico e omovanillico) sono state preparate soluzioni standard stock da cui, con opportune diluizioni, sono state ottenute soluzioni a concentrazione decrescente. Tutte le curve di calibrazione sono risultate lineari nel range di concentrazione considerato (1-2000 ng/ml) con coefficiente di correlazione compreso tra 0.9990 e 0.9997. L'analisi HPLC è stata eseguita tramite un sistema Agilent Technologies 1200. Gli analiti sono stati separati tramite una colonna HPLC Eclipse XDB-C8-A [granulometria 5 µm, lunghezza 150 mm e diametro interno 4,6 mm (Agilent Technologies, Santa Clara, California)] ad un flusso 250 µl/min ed un volume di iniezione di 10 µl. L'eluizione degli analiti è stata eseguita tramite il seguente gradiente di fase mobile (A: H₂O, 0,1% acido formico; B: Metanolo): da 10% a 100% B in 15 minuti e tenuto 2 minuti e da 100% a 10% B in 8 minuti. Il tempo di eluizione totale per ogni iniezione è di 25 minuti. Le analisi ESI-MS/MS sono state eseguite tramite uno spettrometro di massa MSD Sciex Applied Biosystem API 4000 Q-Trap in modalità ionica negativa utilizzando il monitoraggio delle reazioni multiple (MRM). Le condizioni sperimentali sono state le seguenti: ionspray voltage (IS) -4500 V; curtain gas 20 psi; temperature 400°C; ion source gas (1) 35 psi; ion source gas (2) 45 psi; collision gas thickness (CAD) medium. I risultati sono la media di due analisi indipendenti.

ANALISI DEGLI ESTERI METILICI DEGLI ACIDI GRASSI

L'identificazione e conseguente quantificazione degli acidi grassi presenti nell'olio di semi di dattero (OSD)

è stata eseguita sugli esteri metilici degli stessi ottenuti tramite reazione di transesterificazione durante il trattamento dei campioni secondo la metodica descritta da Moss *et al.* [35]. L'analisi degli esteri metilici degli acidi grassi, noti anche con l'acronimo FAME, è stata condotta mediante gascromatografia associata a rivelatore a ionizzazione di fiamma (GC-FID). Le temperature dell'iniettore e del rivelatore sono state mantenute a 250 e 280°C, rispettivamente. Il flusso del gas vettore, l'idrogeno, e il rapporto di splittaggio sono stati impostati a 40 mL/min e a 1/50, rispettivamente. L'identificazione dei FAMES è stata condotta confrontando il tempo di ritenzione di ciascun FAME con i FAMES standard di riferimento. Ogni campione è stato trattato in duplice.

ANALISI DEI TOCOFEROLI

La composizione dei tocoferoli è stata determinata secondo il metodo descritto da Nehdi *et al.* [16]. In generale, 0,2 g di olio sono stati trattati con 2 mL di esano. Un'aliquota di soluzione (20 µl) opportunamente filtrata è stata iniettata in un sistema HPLC (Agilent 1100) dotato di una colonna Zorbax NH₂ (25 cm × 4,6 mm d.i., granulometria 5 µm, Agilent) utilizzando una fase mobile isocratica di esano:acetato di etile (80:20). Il sistema di rivelazione a fluorescenza è stato settato alle lunghezze d'onda di 295 e 325 nm. L'analisi quantitativa dei singoli tocoferoli è stata ottenuta con l'ausilio di curve di calibrazione esterne costruite tramite un'analisi di regressione attraverso il metodo dei minimi quadrati. I risultati, espressi in mg di tocoferolo α, β, γ e δ per kg di olio, sono la media di due analisi indipendenti.

ANALISI STATISTICA

Tutti i dati ottenuti sono stati trattati statisticamente utilizzando il software SPSS versione 25. È stata quindi condotta l'analisi della varianza (ANOVA) e il test di Duncan (p ≤ 0,05).

RISULTATI E DISCUSSIONE

RESA IN OLIO

Le diverse cultivar hanno presentato variazioni significative in termini di contenuto in olio (Tab. I). La cultivar risultata più ricca è stata *Arechti* (5,30 g/100g), valore che è risultato essere inferiore rispetto a quello evidenziato da Nehdi *et al.* [28] (7,83 g/100g). *Degla-Baida* è risultata, invece, la più povera in olio, con una

Tabella I - Resa in olio e fenoli totali (FT) degli oli di semi di dattero in esame. Lettere diverse nella stessa riga indicano differenze significative per p < 0,05.

	Arechti	Degla-Baida	Deglet-Nour	Ghars	Haloua	Itima	Mech-Degla	Tent-bouchet
Resa in olio (g/100g)	5,30±0,31 ^d	3,41±0,27 ^a	4,93±0,39 ^c	4,54±0,53 ^{b,c}	4,52±0,04 ^{b,c}	4,61±0,10 ^{b,c}	4,68±0,55 ^{b,c}	4,53±0,46 ^{b,c}
FT (mg AGE/100g)	156,09	193,35	154,59	173,19	166,43	170,05	157,04	177,66

resa totale di 3,41 g/100g. Per le restanti cultivar le rese in olio sono risultate abbastanza paragonabili fra loro e comprese tra 4,52 e 4,93 g/100g. Questi valori sembrano essere simili a quelli indicati da Ali *et al.* [36]. Come confermato da diversi ricercatori, però, i solventi e i metodi di estrazione utilizzati per l'ottenimento dell'OSD potrebbero influire direttamente sulla resa di estrazione e, conseguentemente, sulla qualità dell'OSD stesso [36-38].

CONTENUTO FENOLICO TOTALE

Il contenuto dei fenoli totali (FT) negli oli analizzati (Tab. I) è compreso in un range di 154,59 (*Deglet-Nour*) e 193,35 mg AGE/100g (*Degla-Baida*). I dati ottenuti e quelli disponibili in letteratura hanno evidenziato che gli oli di semi di dattero prodotti in Algeria hanno un valore di FT più alto rispetto a quelli prodotti in Marocco (181,03 mg AGE/100g), [32] ma più basso rispetto a quelli prodotti in Iran (1952,93 mg AGE/100g) [23, 33]. Il processo di estrazione dell'olio e il solvente utilizzato potrebbero influenzare, come per la resa in olio, anche questo valore e, quindi, tutta l'attività antiossidante degli oli [26].

CONTENUTO IN FENOLI SINGOLI

Per le otto cultivar, i profili qualitativi fenolici sono risultati simili (Tab. II), ma le loro concentrazioni hanno mostrato notevoli variazioni. In totale sono state determinati e quantificati 12 composti fenolici. Il principale fenolo trovato in tutti i campioni di OSD è la catechina (da 22,04 a 24,92 mg/kg) seguita dalla vanillina (da 10,67 a 23,98 mg/kg), dall'acido vanillico (da 2,04 a 4,94 mg/kg), dalla luteolina (da 2,76 a 3,45 mg/kg), dal tirosolo (da 1,23 a 2,39 mg/kg) e dall'oleuropeina (da 0,37 a 1,38 mg/kg). Non è stato osservato l'acido omovanillico se non nell'olio della

cultivar *Itima* (5,26 mg/kg), mentre l'acido caffeico, l'acido ferulico, l'idrossitirosolo, la luteolina-7-O-glucoside e la luteolina-4-O-glucoside sono stati riscontrati, pur se a concentrazioni molto basse, in tutti gli oli analizzati. Tuttavia, nonostante i valori bassi, essi sono considerati comunque sufficienti ai fini di una attività biologica. Dal confronto tra le cultivar è emerso che *Haloua* vanta la quantità più elevata di catechina, acido vanillico, luteolina e tirosolo mentre la cultivar *Mech-Degla* ne presenta i valori più bassi. La determinazione di fenoli come la catechina e la luteolina in questi oli è stato un dato rilevante e sorprendente sia perché la loro presenza non era stata ancora registrata prima d'ora [25, 33], sia per il valore nutraceutico che può derivare proprio dalla loro presenza, dato che questi fenoli risultano utili nella prevenzione di patologie neoplastiche e cardiovascolari [40-42].

CONTENUTO IN ACIDI GRASSI

Il profilo qualitativo degli acidi grassi (Tab. III) è risultato essere abbastanza simile per tutte le cultivar tranne che per qualche acido grasso presente solo in alcune delle cultivar studiate (acidi palmitoleico, eptadecenoico, eicosanoico). In particolare, si è evidenziata la presenza di dieci acidi grassi saturi e sei insaturi. I principali acidi grassi risultano essere: l'acido l'oleico (C18:1- ω 9) in quantità variabili, dal 42,74 al 50,19%; l'acido laurico (C12:0), dal 18,4% al 22,26%; l'acido miristico (C14:0), dall'8,83% al 10,17%; l'acido palmitico (C16:0), dal 9,11% al 10,37%; l'acido linoleico (C18:2 ω 6), dal 6,58% all'8,12% e l'acido stearico (C18:0), dal 3,07% al 3,64%. Gli altri acidi grassi (beenico, lignocericico, linolenico, arachidico, caprico, caprilico, margarico, palmitoleico, eptadecenoico ed eicosenoico) sono stati trovati in piccole quanti-

Tabella II - Contenuto in fenoli singoli degli oli di semi di dattero in esame. Lettere diverse nella stessa riga indicano differenze significative per $p < 0,05$. ND: non determinabile.

Fenoli (mg/kg)	<i>Arechti</i>	<i>Degla-Baida</i>	<i>Deglet-Nour</i>	<i>Ghars</i>	<i>Haloua</i>	<i>Itima</i>	<i>Mech-Degla</i>	<i>Tent-bouchet</i>
Vanillina	20,13±0,0 ^g	15,41±0,01 ^d	14,89±0,04 ^c	11,77±0,01 ^b	18,75±0,01 ^f	17,13±0,0 ^e	10,67±0,01 ^a	23,98±0,03 ^h
Acido vanillico	3,60±0,03 ^e	3,49±0,0 ^d	3,73±0,0 ^f	4,56±0,01 ^g	4,94±0,02 ^h	2,75±0,01 ^b	2,04±0,02 ^a	2,96±0,01 ^c
Acido caffeico	0,27±0,01 ^d	0,24±0,01 ^c	0,39±0,02 ^f	0,19±0,01 ^b	0,22±0,01 ^{b,c}	0,14±0,01 ^a	0,35±0,01 ^e	0,14±0,01 ^a
Acido ferulico	0,05±0,01 ^d	0,04±0,01 ^{c,d}	0,03±0,01 ^{b,c}	0,31±0,01 ^g	0,01±0,01 ^{a,b}	0,09±0,02 ^e	ND	0,19±0,01 ^f
Catechina	23,91±0,0 ^e	22,04±0,04 ^d	24,21±0,03 ^a	20,31±0,04 ^a	24,92±0,04 ^{c,d}	24,34±0,04 ^e	22,91±0,02 ^b	24,07±0,03 ^{b,c}
Acido omovanillico	ND	ND	ND	ND	ND	5,26±0,11 ^a	ND	ND
Idrossitirosolo	0,45±0,03 ^d	0,34±0,04 ^c	0,18±0,02 ^b	0,07±0,02 ^a	ND	ND	ND	ND
Tirosolo	1,81±0,02 ^e	1,24±0,01 ^a	1,7±0,01 ^d	1,64±0,02 ^c	2,39±0,01 ^g	1,5±0,01 ^b	1,23±0,01 ^a	2,17±0,01 ^f
Luteolina	3,06±0,01 ^c	3,33±0,03 ^e	3,23±0,01 ^e	3,14±0,01 ^d	3,45±0,01 ^g	2,76±0,01 ^a	3,35±0,01 ^f	2,93±0,01 ^b
Luteolina-7-O-glucoside	0,25±0,01 ^b	0,17±0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Luteolina-4-O-glucoside	0,09±0,01 ^{c,d}	0,04±0,02 ^a	0,1±0,02 ^d	0,05±0,02 ^{a,b}	0,06±0,01 ^{a,b}	0,04±0,01 ^a	0,07±0,01 ^{b,c}	0,06±0,01 ^{a,b}
Oleuropeina	1,38±0,02 ^h	1,05±0,01 ^f	1,09±0,01 ^g	0,88±0,01 ^e	0,52±0,01 ^b	0,84±0,01 ^d	0,65±0,01 ^c	0,37±0,01 ^a

Tabella III – Contenuto degli esteri metilici degli acidi grassi (FAMES) degli oli di semi di dattero in esame. Lettere diverse nella stessa riga indicano differenze significative per $p < 0,05$. ND: non determinabile.

Acidi grassi (%)	Arechti	Degla-Baida	Deglet-Nour	Ghars	Haloua	Itima	Mech-Degla	Tent-bouchet
Caprilico (C8:0)	0,26±0,02 ^{b,c}	0,37±0,01 ^f	0,42±0,02 ^g	0,31±0,01 ^d	0,24±0,02 ^b	0,28±0,02 ^{c,d}	0,16±0,01 ^a	0,35±0,01 ^e
Caprico (C10:0)	0,36±0,01 ^a	0,45±0,01 ^a	0,45±0,0 ^a	0,45±0,01 ^a	0,33±0,33 ^a	0,38±0,04 ^a	0,25±0,25 ^a	0,61±0,0 ^a
Laurico (C12:0)	19,76±1,01 ^{a,b}	22,26±1,77 ^b	22,03±0,99 ^b	20,51±1,19 ^{a,b}	20,12±0,86 ^{a,b}	21,02±0,85 ^{a,b}	18,4±18,4 ^a	22,19±0,97 ^b
Miristico (C14:0)	9,94±0,66 ^a	10,17±0,97 ^a	8,83±1,02 ^a	9,57±0,93 ^a	10,07±0,72 ^a	9,84±0,04 ^a	9,87±0,63 ^a	10,12±1,19 ^a
Palmitico (C16:0)	9,38±0,39 ^{a,b}	10,37±0,22 ^b	9,11±0,33 ^a	9,58±0,80 ^{a,b}	9,17±0,70 ^a	9,82±0,08 ^{a,b}	9,74±0,51 ^{a,b}	9,78±0,61 ^{a,b}
Palmitoleico (C16:1ω7)	0,16±0,01 ^{b,c}	ND	ND	0,13±0,0 ^{a,b}	ND	0,18±0,04 ^c	0,13±0,0 ^{a,b}	0,12±0,0 ^a
Margarico (C17:0)	0,19±0,01 ^e	0,14±0,01 ^d	0,06±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a	0,13±0,01 ^{c,d}	0,2±0,01 ^e	0,11±0,01 ^b	0,12±0,01 ^{b,c}
Eptadecenoico (C17:1ω7)	0,13±0,01 ^b	0,07±0,0 ^a	0,06±0,01 ^a	0,11±0,01 ^b	0,12±0,02 ^b	0,19±0,03 ^c	0,12±0,01 ^b	ND
Stearico (C18:0)	3,52±0,05 ^{d,e}	3,59±0,01 ^e	3,36±0,09 ^{c,d}	3,49±0,01 ^{c,d,e}	3,64±0,13 ^e	3,19±0,09 ^{a,b}	3,07±0,08 ^a	3,34±0,06 ^{b,c}
Oleico (C18:ω9)	42,74±1,47 ^a	43,81±0,04 ^{a,b}	46,18±1,49 ^{a,b,c}	48,14±1,74 ^{c,d}	44,66±0,64 ^{a,b}	46,54±1,67 ^{b,c}	50,19±1,59 ^d	44,2±2,06 ^{a,b}
Linoleico (C18:2ω6)	6,82±1,01 ^a	7,45±0,87 ^a	7,15±0,95 ^a	6,58±1,12 ^a	8,12±1,11 ^a	6,87±1,09 ^a	6,78±0,87 ^a	7,89±0,73 ^a
Linolenico (C18:3ω3)	0,66±0,03 ^d	0,32±0,01 ^a	0,69±0,03 ^d	0,47±0,01 ^{b,c}	0,54±0,08 ^c	0,82±0,10 ^e	0,47±0,03 ^{b,c}	0,41±0,03 ^{a,b}
Arachidico (C20:0)	0,59±0,03 ^{c,d}	0,33±0,02 ^d	0,66±0,04 ^d	0,52±0,03 ^{b,c}	0,48±0,02 ^b	0,77±0,09 ^e	0,5±0,07 ^{b,c}	0,5±0,02 ^{b,c}
Eicosanoico (C20:1ω9)	0,13±0,01 ^b	0,06±0,01 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Beenico (C22:0)	1,88±0,02 ^a	0,22±0,02 ^a	0,59±0,03 ^d	0,41±0,03 ^c	0,31±0,01 ^b	0,43±0,01 ^c	0,32±0,02 ^b	0,25±0,01 ^a
Lignocerico (C24:0)	1,59±0,02 ^a	0,17±0,0 ^b	0,29±0,02 ^c	0,25±0,03 ^b	0,33±0,0 ^d	0,28±0,02 ^c	0,24±0,01 ^b	0,22±0,02 ^b

Table IV - Cholesterol content of soft white cheeses fortified with flaxseed oil

Samples	Cholesterol mg/100g ± SD	Fat g/100g ± SD	Cholesterol/fat
SCN	133.7 ^a ± 0.10	20,06 ^a ± 0.08	6.66
SCO	131.5 ^b ± 0.14	17,96 ^b ± 0.08	7.32
RSCO	123.8 ^c ± 0.02	16,46 ^c ± 0.08	7.52

Values are means of triplicate determinations ±SD

a,b,c lower case letters within each column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$)

SCN: Regular soft white cheese, SCO: Soft white cheese fortified with flaxseed oil, RSCO: Reduced soft white cheese fortified with flaxseed oil

tà e in meno dell'1,88%. L'analisi degli acidi grassi ha mostrato che l'OSD è un'importante fonte di acidi grassi saturi (dal 42,97 al 48,39%), insaturi (51,39-57,22%), monoinsaturi (43,16-50,44%) e polinsaturi (7,05-8,3%). Per la valutazione della stabilità ossidativa degli oli, sono stati considerati due interessanti descrittori: il rapporto fra gli acidi grassi insaturi e quelli saturi (UFA/SFA) ed il rapporto fra acido oleico e linoleico (O/L) (Tab. IV) [46]. I rapporti oleico/linoleico (O/L) e UFA/SFA variavano rispettivamente da 5,5 (*Haloua*) a 7,41 (*Mech-Degla*) e da 1,06 (*Degla-Baida*) a 1,33 (*Mech-Degla*). I rapporti UFA/SFA osservati sono risultati simili a quelli riportati nell'OSD saudita (da 1,23 a 1,48) [31]. Il rapporto O/L è risultato molto

più basso rispetto all'olio d'oliva, nel quale può variare da 3 a 25. Anche i valori UFA/SFA si presentano molto inferiori rispetto quelli dell'olio di oliva (4,8) e di girasole (6,75) [30,46]. Rispetto agli OSD prodotti da altre varietà coltivate in altri Paesi, il profilo degli acidi grassi è risultato relativamente simile a quello degli OSD prodotti in Tunisia, Marocco, Arabia Saudita, Emirati Arabi Uniti e Sudan [22, 26, 31, 39, 47]. Tuttavia, gli OSD delle varietà coltivate in Iran hanno prodotto livelli inferiori di acido oleico (37,60%) e linoleico (6,93%) [48]. Una possibile spiegazione per la variazione dei risultati potrebbe essere attribuita ai fattori pedoclimatici che influenzano la composizione quantitativa e qualitativa degli acidi grassi.

Tabella V - Contenuto in tocoferoli singoli e totali (TT) degli oli di semi di dattero in esame. Lettere diverse nella stessa riga indicano differenze significative per $p < 0,05$.

Tocoferolo	Arechti	Degla-Baida	Deglet-Nour	Ghars	Haloua	Itima	Mech-Degla	Tent-bouchet
Alpha	310,51±05,65 ^d	260,95±05,13 ^e	543,95±11,11 ^a	432,91±14,78 ^b	310,86±07,05 ^d	295,6±10,35 ^b	443,59±9,64 ^b	379,86±3,00 ^c
Beta	89,27±09,46 ^a	51,6±06,86 ^d	32,04±7,59 ^e	54,64±3,69 ^d	69,18±1,56 ^{b,c}	35,82±0,77 ^e	60,48±08,7 ^{c,d,e}	71,68±01,57 ^b
Gamma	55,36±04,30 ^{d,e}	54,45±05,5 ^{d,e}	45,49±3,6 ^d	95,6±13,26 ^b	52,85±5,72 ^d	64,25±01,46 ^c	113,19±1,51 ^a	86,54±04,48 ^b
TT	716,44 ^b	560,12 ^a	878,85 ^e	769,16 ^c	946,26 ^f	809,82 ^d	942,35 ^f	746,02 ^{b,c}

CONTENUTO IN TOCOFEROLI

Nell'analisi della frazione insaponificabile dell'OSD sono emersi quattro isomeri della vitamina E (Tab. V); di questi, il più abbondante è risultato essere l' α -tocoferolo in quantità variabile da 260,95 a 543,95 mg/kg. I valori di β -tocoferolo e γ -tocoferolo riscontrati possono essere compresi in un range da 32,04 a 89,27 mg/kg e 45,49 a 113,19 mg/kg, rispettivamente. Per quanto riguarda il δ -tocoferolo il valore più alto è stato registrato nell'olio di semi di *Haloua* (513,37 mg/kg). Il contenuto minimo e massimo di tocoferolo totale (TT) (560,12 e 946,26 mg/kg) è stato osservato nelle varietà *Degla-Baida* e *Haloua*, rispettivamente. Dai risultati ottenuti, possiamo considerare l'olio di semi di dattero una buona fonte di vitamine E; infatti, in termini di contenuto di tocoferolo l'OSD si colloca al quarto posto tra gli oli di semi, segue il melograno (3483,4 mg/kg), gli oli di semi di germe di grano (3117,5 mg/kg) e l'olio di fico (1400,2 mg/kg) [50]. La vitamina E svolge un ruolo importante per la salute, proteggendo gli acidi grassi dalla ossidazione e, nel nostro organismo, questo permette di promuovere la stabilità delle membrane lipidiche [49]. Data la facilità di estrazione dell'olio di semi di dattero rispetto ai semi delle piante sopra menzionate, questo può essere tranquillamente considerato un'importante fonte naturale di vitamina E la quale, grazie alle sue caratteristiche antiossidanti, è attivamente coinvolta in molte funzioni biologiche, dalla stimolazione immunitaria, alle attività di protezione renale, cardiaca ed epatica [51].

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Brouk, A. Fishman, Antioxidant properties and health benefits of date seeds. *Functional Properties of Traditional Foods, Integrating Food Science and Engineering Knowledge into the Food Chain* 12, 233-240, (2016).
- [2] Faostat. Food and agriculture data. In *Crop Statistics*; FAO Regional Office for the Near East and North Africa: Cairo, Egypt, (2019).
- [3] M. Belguedj, Les Ressources Génétiques du Palmier Dattier. *Caractéristiques des Cultivars de Dattiers Dans Les Palmeraies du Sud-Est Algérien*, 289 (2002).
- [4] M. Belguedj, A. Tirichine, Ressources Génétiques du Palmier Dattier. *Caractéristiques des Cultivars de Ghardaia*, 89 (2011).
- [5] A. Mansouri, G. Embarek, E. Kokkalou, P. Kefalas, Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chem.* 89, 411-420, (2005).
- [6] F. Biglari, A.F. Alkarkhi, A.M. Easa, Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem.* 107, 1636-1641, (2008).
- [7] S. Ali Haimoud, R. Allem, A. Merouane, Antioxidant and anti-inflammatory properties of widely consumed date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit varieties in Algerian oases. *J. Food Biochem.* 40, 463-471, (2016).
- [8] F. Khallouki, I. Ricarte, A. Breuer, R.W. Owen, Characterization of phenolic compounds in mature Moroccan Medjool date palm fruits (*Phoenix dactylifera*) by HPLC-DAD-ESI-MS. *J. Food Compos.* 70, 63-71, (2018).
- [9] D. Atmani, N. Chaher, M. Berboucha, K. Ayouni, H. Lounis, H. Boudaoud, N. Debbache, D. Atmani, Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chem.* 112, 303-309, (2009).
- [10] J. Bertonec, U. Doberšek, M. Jamnik, T. Golob, Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem.* 105, 822-828, (2007).
- [11] S. Besbes, C. Blecker, C. Deroanne, N.E. Drira, H. Attia, Date seeds: Chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chem.* 84, 577-584, (2004).
- [12] M. Al-Farsi, C. Alasalvar, M. Al-Abid, K. Al-Shoaily, M. Al-Amry, F. Al-Rawahy, Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chem.* 104, 943-947, (2007).
- [13] I. Nehdi, S. Omri, M. Khalil, S. Al-Resayes, Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil. *Ind. Crops Prod.* 32, 360-365, (2010).
- [14] F.A. Juhaimi, K. Ghafoor, M.M. Özcan, Physical and chemical properties, antioxidant activity, total phenol and mineral profile of seeds of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 63, 84-89, (2012).
- [15] M. Metoui, A. Essid, A. Bouzoumita, A. Ferchichi, Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activity of Tunisian Date Palm Seed. *Pol. J. Environ. Stud.* 28, 267-274, (2019).
- [16] M.A. Al-Farsi, C.Y. Lee, Optimization of pheno-

- lics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chem.* 108, 977-985, (2008).
- [17] C. Platat, H. Habib, F. Al Maqbali, N. Jaber, W. Ibrahim, Identification of date seeds varieties patterns to optimize nutritional benefits of date seeds. *J. Nutr. Food Sci.* 8, 1-8, (2014).
- [18] M.A. Al-Farsi, C.Y. Lee, Usage of date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds in human health and animal feed. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 1st ed.; Preedy, V., Watson, R.R., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 447-452, (2011).
- [19] S. Sirisena, K. Ng, S. Ajlouni, The emerging Australian date palm industry: Date fruit nutritional and bioactive compounds and valuable processing by products. *Foods* 14, 813-823, (2015).
- [20] M. Rahman, S. Kasapis, N. Al-Kharusi, I. Al-Marhubi, A. Khan, Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *J. Food Eng.* 80, 1-10, (2007).
- [21] V. Bondet, W. Brand-Williams, C. Berset, Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *LWT-Food Sci. Technol.* 30, 609-615, (1997).
- [22] Habib, H.M.; Kamal, H.; Ibrahim, W.H.; Al Dhaheri, A.S. Carotenoids, fat soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil. *Ind. Crops Prod.*, 42, 567-572, (2013).
- [23] M.Q. Raza, M.U. Arshad, M.S. Arshad, F.M. Anjum, Characterization of compositional and functional characteristics of date seeds and oil (*Phoenix dactylifera* L.) from three varieties. *Int. J. Biosci.* 15, 1-4, (2019).
- [24] O.K. Laghouiter, M. Benalia, N. Gourine, A. Djerridane, I. Bombarda, M. Yousfi, Chemical characterization and in vitro antioxidant capacity of nine Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Med. J. Nutr. Metab.* 11, 103-117, (2018).
- [25] M. Boukouada, Z. Ghiaba, N. Gourine, I. Bombarda, M. Saidi, M. Yousfi, Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Nat. Prod. Commun.* 9, 1777-1780, (2014).
- [26] I.A. Nehdi, H.M. Sbihi, C.P. Tan, U. Rashid, S.I. Al-Resayes, Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil from six Saudi Arabian cultivars. *J. Food Sci.* 83, 624-630, (2018).
- [27] H. Hamza, W. Elfalleh, K. Nagaz, Date Palm Seed Oil (*Phoenix dactylifera* L.) Green Extraction: Physicochemical Properties, Antioxidant Activities, and Phenolic and Fatty Acid Profiles. *J. Food Qual.* 2021, 2394220, (2021).
- [28] I.A. Nehdi, H. Sbihi, C.P. Tan, S.I. Al-Resayes, Evaluation and characterisation of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad seed oil: Comparison with *Helianthus annuus* (sunflower) seed oil. *Food Chem.* 136, 348-353, (2013).
- [29] A. Mohd Jaih, R.A. Rahman, A. Razis, A. Arifin, A. Al-Awaadh, N. Suleiman, Fatty acid, triacylglycerol composition and antioxidant properties of date seed oil. *Int. Food Res. J.* 26, 517-527, (2019).
- [30] V.M. Lieb, C. Kleiber, E.M. Metwali, N.M. Kadasa, O.A. Almaghrabi, C.B. Steingass, R. Carle, Fatty acids and triacylglycerols in the seed oils of Saudi Arabian date (*Phoenix dactylifera* L.) palms. *Int. J. Food Sci. Technol.* 55, 1572-1577, (2020).
- [31] R.S.M. Abdalla, A. Albasheer, A.R.M. El-Hussein, E.A. Gadkariem, Physico-chemical characteristics of date seed oil grown in Sudan. *Am. J. Appl. Sci.* 9, 993-999, (2012).
- [32] A. Golshan Tafti, N. Solaimani Dahdivan, S. Yasini Ardakani, Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. *Int. Food Res. J.* 24, 1399-1406, (2017).
- [33] H. Ourradi, S. Ennahli, M.V. Martos, F. Hernandez, C. Dilorenzo, L. Hssaini, A. Elantari, H. Hanine, Proximate composition of polyphenolic, phytochemical, antioxidant activity content and lipid profiles of date palm seeds oils (*Phoenix dactylifera* L.). *J. Agric. Food Res.* 6, 100217, (2021).
- [34] M. Coseteng, C. Lee, Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52, 985-989, (1987).
- [35] C.W. Moss, M. Lambert, W. Merwin, Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. *Appl. Microbiol.* 28, 80-85, (1974).
- [36] M.A. Ali, T.A. Al-Hattab, I.A. Al-Hydary, Extraction of date palm seed oil (*Phoenix dactylifera*) by soxhlet apparatus. *Int. J. Adv. Eng. Technol.* 8, 261, (2015).
- [37] A. Al-Sumri, N. Al-Siyabi, R. Al-Saadi, S. Al-Rasbi, A. Al-Dallal, Study on the extraction of date palm seed oil using soxhlet apparatus. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 7, 1266-1270, (2016).
- [38] S. Ben-Youssef, J. Fakhfakh, C. Breil, M. Abert-Vian, F. Chemat, N. Allouche, Green extraction procedures of lipids from Tunisian date palm seeds. *Ind. Crops Prod.* 108, 520-525, (2017).
- [39] D. Lin, M. Xiao, J. Zhao, Z. Li, B. Xing, X. Li, M. Kong, L. Li, Q. Zhang, Y. Liu, An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules* 21, 1374, (2016).
- [40] X.Q. Chen, T. Hu, Y. Han, W. Huang, H.B. Yuan, Y.T. Zhang, Y. Du, Y.W. Jiang, Preventive effects of catechins on cardiovascular disease. *Molecules* 21, 1759, (2016).
- [41] J. Bernatoniene, D.M. Kopustinskiene, The role of catechins in cellular responses to oxidative stress. *Molecules* 23, 965, (2018).
- [42] M. Isemura, Catechin in Human Health and Disease. *Molecules* 24, 528, (2019).

- [43] R. Aparicio, L. Roda, M.A. Albi, F. Gutiérrez, Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *J. Agric. Food Chem.* 47, 4150-4155, (1999).
- [44] G. Blekas, C. Vassilakis, C. Harizanis, M. Tsimidou, D.G. Boskou, Biophenols in table olives. *J. Agric. Food Chem.* 50, 3688-3692, (2002).
- [45] H. Manai-Djebali, D. Krichène, Y. Ouni, L. Gallardo, J. Sánchez, E. Osorio, D. Daoud, F. Guido, M. Zarrouk, Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia. *J. Food Compos. Anal.* 27, 109-119, (2012).
- [46] J. Milinovic, R. Garcia, A.E. Rato, M.J. Cabrita, Rapid Assessment of Monovarietal Portuguese Extra Virgin Olive Oil's (EVOO's) Fatty Acids by Fourier-Transform Near-Infrared Spectroscopy (FT-NIRS). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 121, 1800392, (2019).
- [47] C. Alem, J. Ennassir, M. Benlyas, A.N. Mbark, Y.F. Zegzouti, Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 16, 350-357, (2017).
- [48] M. Akbari, R. Razavizadeh, G. Mohebbi, A. Barmak, Oil characteristics and fatty acid profile of seeds from three varieties of date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars in Bushehr-Iran. *Afr. J. Biotechnol.* 11, 12088-12093, (2012).
- [49] E. Niki, Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxyl radical scavenger: In vitro and in vivo evidence. *Free Radic. Biol. Med.* 66, 3-12, (2014)
- [50] E. Aksoz, O. Korkut, D. Aksit, C. Gokbulut, Vitamin E (α -, β + γ -and δ -tocopherol) levels in plant oils. *Flav. Frag. J.* 35, 504-510, (2020).
- [51] C.K. Sen, S. Khanna, S. Roy, Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols. *Life Sci.* 78, 2088-2098, (2006).
- [52] COI/T.20/Doc No 29 - Determination of Biophenols in Olive Oils By HPLC. International Olive Council, 29, 1-8.
- [53] P. Plastina, C. Benincasa, E. Perri, A. Fazio, G. Augimeri, M. Poland, J. Meijerink, Identification of hydroxytyrosyl oleate, a derivative of hydroxytyrosol with anti-inflammatory properties, in olive oil by-products. *Food chemistry* 279, 105-113, (2019).
- [54] C. Benincasa, E. Romano, M. Pellegrino, E. Perri, (Characterization of phenolic profiles of Italian single cultivar olive leaves (*Olea europaea* L.) by mass spectrometry. *Mass Spectrom. Purif. Tech.* 4(2), (2018).
- [55] M.B. Mohamed, F. Guasmi, S.B. Ali, F. Radhouani, J. Faghim, T. Triki, C. Benincasa, The LC-MS/MS characterization of phenolic compounds in leaves allows classifying olive cultivars grown in South Tunisia. *Biochemical Systematics and Ecology* 78, 84-90, (2018).