



"ASSAGGI DI BOTANICA"

Consulenza tecnico-scientifica sulla commestibilità dei semi di *Nigella sativa* L. e *N. damascena* L.

Relazione con note bibliografiche

COMMITTENTE: Associazione Nigella

Cuneo, 12 marzo 2024	Consulente scientifico: Dr. Valentina Carasso
-----------------------------	--

Dr. Valentina Carasso, Ph.D.
Via Roata Canale, 55 - 12100 - CUNEO
Tel. cell. 3384204339
e-mail: valentina.carasso@virgilio.it
P. IVA: 03369290048

INDICE

INTRODUZIONE

NIGELLA SATIVA L.

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SEMI DI *NIGELLA SATIVA* L.

FITOCOSTITUENTI DI *NIGELLA SATIVA* L.

FATTORI CHE POSSONO INFLUENZARE LA COMPOSIZIONE FITOCHIMICA DI
NIGELLA SATIVA L.

UTILIZZO DEL CUMINO NERO (*N. SATIVA*) NEGLI ALIMENTI

I SEMI DI *NIGELLA SATIVA* IN CUCINA

NIGELLA DAMASCENA L.

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SEMI DI *NIGELLA DAMASCENA* L.

FITOCOSTITUENTI DI *NIGELLA DAMASCENA* L.

UTILIZZO DI *NIGELLA DAMASCENA* NEGLI ALIMENTI

CONCLUSIONI RELATIVE AD ENTRAMBE LE SPECIE

BIBLIOGRAFIA CITATA O CONSULTATA

NIGELLA SATIVA L.

NIGELLA DAMASCENA L.

INTRODUZIONE

Il genere *Nigella* comprende circa 22 specie di erbe annuali appartenenti alla famiglia botanica delle *Ranunculaceae* (Helvacioğlu et al., 2021). Il termine *Nigella* deriva dal latino “niger”, e fa riferimento al colore nero intenso dei semi della maggior parte delle specie di *Nigella*; le più conosciute tra queste specie sono la *Nigella sativa* L. e la *Nigella damascena* L. (Kokoska, 2011; Salehi et al., 2021).

È noto che entrambe le specie sono ampiamente utilizzate nel Mediterraneo e nella medicina tradizionale asiatica, nonché nell’industria e per le loro proprietà culinarie.

Nigella sativa L. è comunemente conosciuta come cumino nero, seme nero, habba Saouda e senoudj o sinoudj in Algeria e nei paesi del Maghreb. Il cumino nero è coltivato nel Nord Africa, nell’Europa meridionale, in Medio Oriente e in Asia sudoccidentale, ed è usato principalmente per scopi industriali e medicinali (usi alimentari e terapeutici) (Helvacioğlu et al., 2021; Topcagic et al., 2017; Shahbazi et al., 2022) in India, Pakistan, Iran, Siria, Turchia, Etiopia, Oman e Arabia Saudita (Sharma et al., 2019; Khare et al., 2004). I semi di *Nigella sativa* generano un grande interesse nel campo alimentare, cosmetico e farmaceutico.

Nigella damascena L. è comunemente conosciuta come *love-in-a-mist* (amore nella nebbia), o *nigelle de damas* (in Francese). È originaria dell’Europa meridionale ed è diffusa in tutta la zona temperata dell’Europa e della regione mediterranea; questa specie è coltivata in tutto il mondo, in particolare come pianta ornamentale (Kokoska et al., 2013; Niu et al., 2020; Fico et al., 2004; Badalamenti et al., 2022). I semi di *N. damascena* sono utilizzati nella medicina tradizionale per i loro molteplici effetti benefici, ma hanno un impiego anche come aromi naturali nella preparazione di alcuni alimenti (Fico et al., 2004; Badalamenti et al., 2022; Sajfirtova et al., 2014).

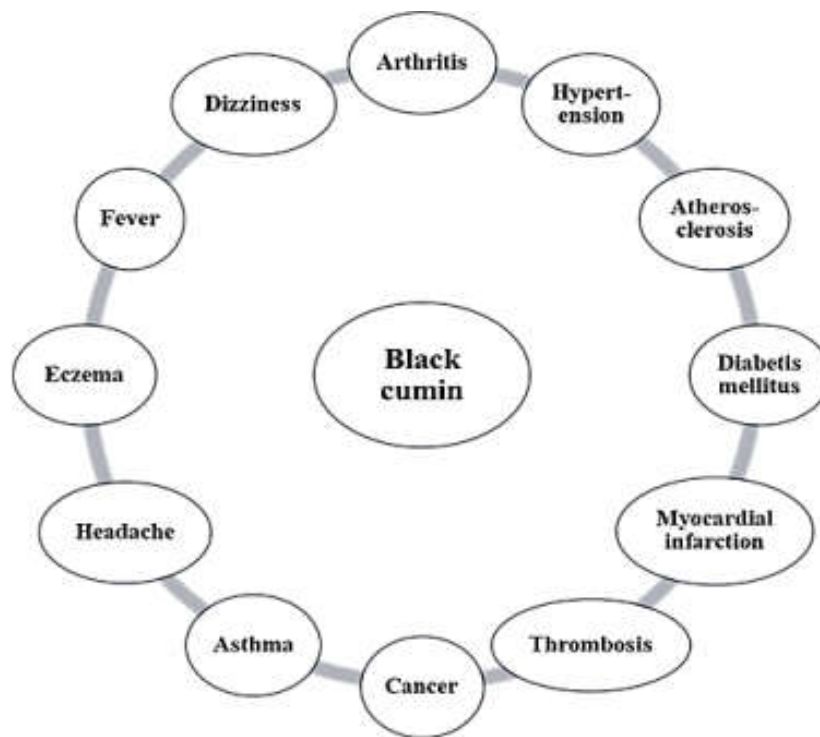
Nelle prossime pagine si presenta una sintesi dei risultati della ricerca condotta su *Nigella sativa* L. e *N. damascena* L., allo stato attuale delle conoscenze (marzo 2024), e relativamente al loro potenziale utilizzo per l’alimentazione umana.

Le pubblicazioni scientifiche disponibili in rete, sulle due specie, appaiono sbilanciate, in quanto prevalgono gli studi su *N. sativa*. Tuttavia è stato possibile reperire alcune informazioni di interesse anche per *N. damascena*.

Eventuali approfondimenti o chiarimenti sui contenuti della presente relazione sono rintracciabili consultando la bibliografia citata al fondo.

NIGELLA SATIVA L.

La *Nigella sativa* L. è una pianta medicinale ampiamente utilizzata in tutto il mondo. È molto popolare in vari contesti di medicina tradizionale. I semi e l'olio hanno una lunga storia di utilizzo folcloristico e sono stati ampiamente utilizzati nel trattamento di diverse malattie e disturbi. Il cumino nero (*N. sativa*) è stato utilizzato come antipertensivo, tonico epatico, diuretico, digestivo, antidiarroico, stimolante dell'appetito, analgesico, antibatterico e nei disturbi della pelle. Diversi ricercatori hanno condotto studi approfonditi sulla *N. sativa* ed è stato esplorato un ampio spettro delle sue azioni farmacologiche come quelle antidiabetiche, antitumorali, immunomodulatori, analgesiche, antimicrobiche, antinfiammatorie, spasmolitiche, bronco-dilatatorie, epatoprotettive, renali, gastroprotettive, antiossidanti, ecc. (Ahmad et al., 2013).



Potenzialità curative del cumino nero, *N. sativa* (Kaskoos, 2011; Lutterodt et al., 2010)

In particolare, in Asia, i semi di *Nigella sativa* sono utilizzati per i problemi di indigestione o per curare il diabete, come capita in India (Tajmiri et al., 2016); diversamente, in Bangladesh, sono consumati per curare il dolore dovuto al ciclo mestruale, mentre in Pakistan come tonico afrodisiaco, e in Malesia si usano per curare la malaria (Al-Adhroey et al., 2010).

In Africa, e in particolare in Algeria, i semi di *N. sativa* si usano come agenti ipoglicemici e ipotensivi, oppure, come accade in Marocco, vengono usati per curare problemi digestivi, respiratori e cardiovascolari, o contro le allergie (Eddouks et al., 2002; El-Seedi et al., 2013; Jamila and Mostata, 2014).

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SEMI DI *NIGELLA SATIVA* L.

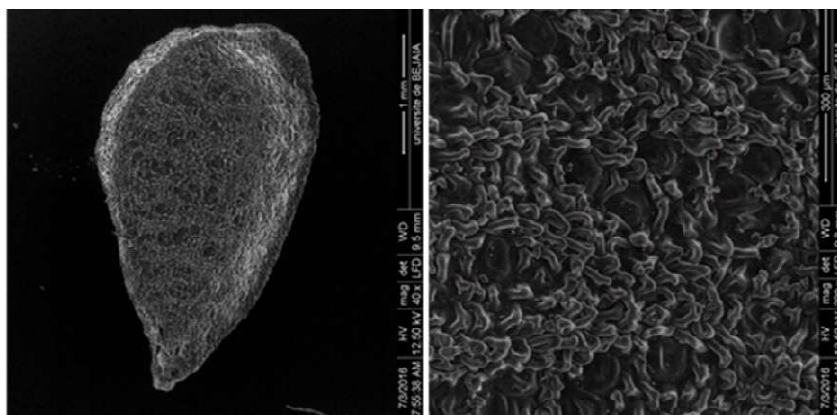
Essendo i semi di *Nigella* il principale prodotto utilizzato in campo farmaceutico e alimentare si presenta, qui di seguito, la descrizione particolareggiata di quelli di *N. sativa*, al fine di fornire le indicazioni utili ad un eventuale riconoscimento commerciale o agronomico.

Macroscopicamente i semi di *Nigella sativa* appaiono obovato-piramidali, con base larga e aspetto ruvido; la lunghezza è di $3,16 \pm 0,03$ mm mentre la larghezza misura $1,77 \pm 0,02$ mm; l'aspetto esterno li fa apparire neri a maturità, con tegumenti duri e costolati trasversalmente (Benazzouz-Smail et al., 2023).

Microscopicamente, la sezione trasversale del seme mostra un'epidermide monostrato costituita da cellule ellittiche, a parete spessa, ricoperte esternamente da una cuticola papillosa e riempite di contenuto scuro. L'epidermide è seguita da 2-4 strati di cellule parenchimatiche allungate tangenzialmente a parete spessa, seguite da uno strato pigmentato bruno-rossastro composto da cellule allungate rettangolari a parete spessa. All'interno dello strato pigmentato è presente uno strato composto da cellule allungate rettangolari o quasi colonnari, a parete spessa.

L'endosperma è costituito da cellule a parete sottile, rettangolari o poligonali, per lo più ricche di globuli oleosi (Abd El-Hack et al., 2016; Aygun Aysenur et al., 2020).

I semi di *N. sativa*, visti al microscopio elettronico, sono columellati (cioè a forma di *columella*, struttura botanica tipica dei muschi) e presentano tre alte creste longitudinali su ciascun angolo. Il *testa* (strato esterno dei tegumenti del seme) è composto da cellule columellate e non columellate che sono raggruppate come a formare una singola cellula o formano gruppi da una a tre cellule columellate (Benazzouz-Smail et al., 2023).



Vista generale di un seme di *N. sativa* L. (sin.) e microtopografia dei suoi tegumenti al microscopio elettronico (destra) (Foto da: Benazzouz-Smail et al., 2023)

FITOCOSTITUENTI DI *NIGELLA SATIVA*

In considerazione dell'utilizzo alimentare dei semi di *Nigella sativa* vediamo brevemente quali sono i principali componenti fitoattivi, di queste unità biologiche.

I principali costituenti dei semi di questa specie sono gli oli (27-40%) e le proteine (16-19%), caratterizzate principalmente da aminoacidi come l'arginina, l'acido glutammico, la leucina e la lisina. Tra i Sali minerali (1,79-3,74%) sono stati ritrovati rame, zinco, fosforo e ferro (Tashniya et al., 2021).

Tra le vitamine e i sali minerali altre indagini chimiche confermano la presenza di Cu, P, Zn e Fe. Sempre nei semi di questa specie è stata riscontrata anche la presenza di carotene (Bajuri et al., 1993; Boudiaf et al., 2016).

Vitamins and minerals	Concentration (mg kg⁻¹)
Thiamine	15.4
Niacin	57
Pyridoxine	5
Folic acid	160
Iron	105 – 451
Copper	14.7 – 18
Phosphorus	527 – 5289
Zinc	60 – 68
Calcium	1860– 3868

Vitamine e Sali minerali nel cumino nero (Kabir et al., 2019; Abd El-Hack et al., 2016; Khoddami et al., 2011)

I composti attivi più importanti sono il timochinone (30%-48%), il timoidrochinone, il ditimochinone, p-cimene (7%-15%), il carvacrolo (6%-12%), il 4-terpineolo (2%-7%), il t-anetolo (1%-4%), il sesquiterpene longifolene (1%-8%) l' α -pinene e il timolo ecc .

Nutrient components	Concentration (g kg ⁻¹)
Moisture	38.0 – 73.4
Ash	37.0 – 67.2
Crude fibre	58.3 – 84
Protein	172.7 – 312.0
Lipid	320 – 459.3
Total carbohydrates	192.6 – 340.0

Composti nutrizionali nel cumino nero (Kabir *et al.*, 2019; Abd El-Hack *et al.*, 2016; Khoddami *et al.*, 2011)

Ma vediamo ora questi costituenti più nel dettaglio.

Carboidrati

I carboidrati sono presenti in misura variabile (28,5-33,7%), mentre le fibre si assestano su valori che vanno dal 5,5 al 8,9% (Bourgou *et al.*, 2010b; Tiruppur Venkatachallam *et al.*, 2010; Kooti *et al.*, 2016; El-Naggar *et al.*, 2017).

I semi di *N. sativa* dell'Arabia Saudita hanno un contenuto di carboidrati del 31.94% (Al-Jassir, 1992). Similmente, i valori dei carboidrati di *N. sativa* proveniente da altri Paesi presenta questi composti in percentuali variabili dal 24.9% al 40.0% (Al-Mamun & Absar, 2019; Atta, 2003; Babayan *et al.*, 1978; Kabir *et al.*, 2019).

Nei semi di *Nigella sativa* si ritrovano inoltre alcaloidi, terpeni e composti fenolici.

Oli

Gli oli presenti nei semi di *N. sativa* sono stati altamente studiati e mostrano una predominanza di acido linoleico (50-60%), acido oleico 820%), acido miristico (30%) e acido palmitico (12,5%).

Questi oli sono solitamente estratti con solventi o con spremitura a freddo.

Gli oli volatili sono caratterizzati dal fatto che possono evaporare alle condizioni ambientali. I semi di *Nigella* mostrano, a questo riguardo, una grande abbondanza di timochinone, p-cymene e altri acidi fenolici derivati, come il ditimochinone (nigellone), il timoidrochinone, il carvacrolo e il timolo.

Tutti questi composti sono considerati principi attivi della *Nigella* ma la loro composizione può variare in funzione del chemiotipo e della specie. Ad esempio, risulta che il chemiotipo dei semi di *Nigella* egiziani sia quello con la maggior quantità di p-cymene (33,0%) e di timochinone (32,2%) (Viuda-Martos *et al.*, 2011).

Dalle analisi condotte in altre ricerche risulta che i semi di *N. sativa* contengano un olio ricco di acidi grassi insaturi, principalmente acido linoleico (50-60%), acido oleico (20%), acido eicodadienoico (3%) e acido diomolinoleico (10%). Gli acidi grassi saturi (acido palmitico, stearico) ammontano a circa il 30% o meno. L' α -sitosterolo è uno sterolo importante, che rappresenta rispettivamente il 44% e il 54% degli steroli totali nelle varietà tunisine e iraniane di oli di semi neri, seguito dallo stigmasterolo (6,57-20,92% degli steroli totali) (Bourgou Soumaya et al., 2012, Çakmakçı et al., 2014).

Alcaloidi

Tra gli alcaloidi riscontrati nei semi di *N. sativa* si ricordano la nigellimina, la nigellimina-N-ossido, la nigellicina e la nigellidina-4-O-sulfito (Atta Ur et al., 1995; Yun et al., 2014).

Altre pubblicazioni riportano che i semi di cumino nero contengono due diversi tipi di alcaloidi; cioè alcaloidi isochinolinici, ad es. nigellicimina e nigellicimina-N-ossido e alcaloidi pirazolici o alcaloidi portanti un anello indazolico che includono nigellidina e nigellicina. Inoltre, i semi di *N. sativa* contengono anche alfa-ederina, un triterpene pentaciclico solubile in acqua e saponina, un potenziale agente antitumorale (Bajuri et al., 1993; Bordoni et al., 2019).

Saponine

Nei semi di *N. sativa* sono inoltre stati riscontrati anche dei triterpeni, come le saponine.

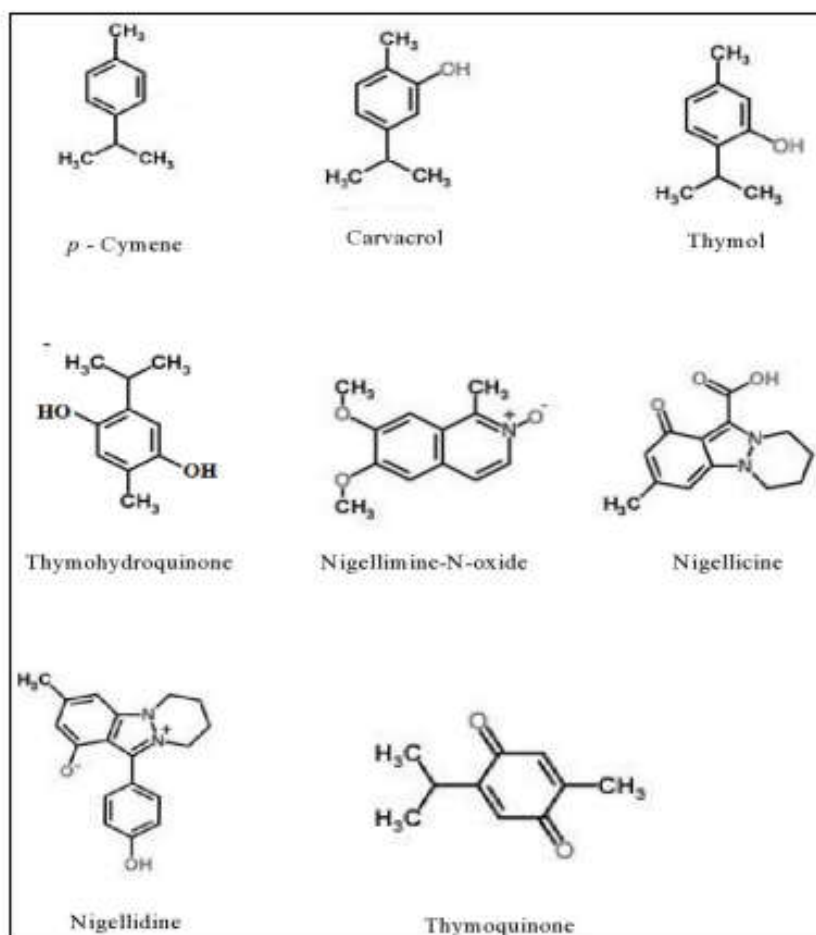
Composti fenolici

Uno studio recente ha dimostrato che ci possono essere differenze qualitative e quantitative tra i composti fenolici estratti dai semi di *N. sativa*. Tra questi si segnalano la quercitrina, l'iperoside e il kaempferolo (Toma et al., 2015).

Altri composti

Esempi di altri composti chimici riportati includono nigellone, avenasterol-5-ene, avenasterol-7-ene, campesterolo, colesterolo, citrostadienolo, cicloeucalenolo, gramisterolo, lofenolo, obtusifoliolo, stigmastanolo, stigmasterolo-7-ene, β -amirina, butirro -spermolo, cicloartenolo, 24-metilene-cicloartanolo, taraxerolo, tirucallolo, 3-O-[[β -D-xilopiranosil(1 $\rightarrow$ 3)- α -L-rhamnopyranosil(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-arabino-piranosile] -28-O-[α -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranosyl] hederagenin, olio volatile (0,5-1,6%), olio grasso (35,6-41,6%), acido oleico, esteri degli acidi grassi insaturi con C15 e terpenoidi superiori, esteri dell'acido deidrostearico e linoleico, alcool alifatico, idrossichetone β -insaturo, glicoside dell'ederagenina, melantina, melantigenina, principio

amaro, tannino, resina, proteina, zucchero riducente, saponina glicosidale, 3-O-[β -D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-rhamno-piranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-glucopiranosil]-11-metossi- 16, 23-diidrossi-28-metil-olean-12-enoato, stigma-5, 22-dien-3- β -D-gluco-piranoside, cicloart-23-metil-7, 20, 22-triene-3 β , 25-diolo, nigellidina-4-O-solfito, N. miniere A3, A4, A5, C, N. miniere A1, A2, B1 e B2 (Bornare et al., 2015; Embuscado, 2015).



Struttura chimica di alcuni dei principali fitocomposti presenti nel cumino nero (Agbaria *et al.*, 2015; Forouzanfar *et al.*, 2014; Hangargekar *et al.*, 2020)

FATTORI CHE POSSONO INFLUENZARE LA COMPOSIZIONE FITOCHIMICA DI *NIGELLA SATIVA*

Alla luce di quanto sopra esposto, è necessario precisare che i fitocostituenti di *Nigella* possono variare all'interno della stessa specie, e ciò in funzione di fattori come le condizioni di crescita delle piante, il clima a cui sono soggette, la zona di coltivazione, le diverse parti che costituiscono la pianta, nonché i metodi di estrazione che vengono adottati. La composizione chimica può anche variare

durante i diversi stadi di sviluppo della pianta. Inoltre, anche la salinità del suolo o altri fattori simili, possono influenzare in modo importante la composizione dei fenoli presenti nei semi di *Nigella*.

Ciò significa che nelle diverse parti della pianta di *Nigella* ci si può imbattere in un'alta variabilità nel contenuto di molecole fitochimiche, in particolare nei semi. Ogni olio o estratto dai semi di *N. sativa* dovrebbe quindi essere caratterizzato (vedi analizzato) in modo appropriato, al fine di informare chi lo utilizza della reale parte di molecole attive presenti al suo interno.

UTILIZZO DEL CUMINO NERO (*N. SATIVA*) NEGLI ALIMENTI

Il cumino nero è stato considerato una delle erbe più ricche di sostanze nutritive e più apprezzate nel mondo. Il suo seme è una ricca fonte di nutrienti e componenti bioattivi che gli conferiscono importanti usi nutrizionali (Bashir et al., 2021).

Nigella sativa è una spezia molto apprezzata per il suo aroma e sapore caratteristici. Secondo la Royal Horticultural Society, i suoi semi vengono usati in cucina per aromatizzare pane, dolci, pietanze al curry, carne, chutney, salse e verdure cotte (Bown, 2011). I semi di cumino nero sono stati aggiunti come spezia a una varietà di cibi persiani come yogurt, sottaceti, salse e insalate (Hajhashemi et al. 2004 ; Venkatachallam et al. 2010). I semi vengono utilizzati nella preparazione di un piatto dolce tradizionale e consumati con miele e sciroppo (Cheikh-Rouhou et al. 2007 ; Hamrouni-sellami et al. 2008). Essi sono anche impiegati come condimento nella realizzazione di ricette e pietanze salate e come sostituti del pepe, ma anche nell'industria farmaceutica, dei profumi e, in ultimo, come repellenti per gli insetti (Dubey et al., 2016).

L'olio di semi volatili e fissi di *Nigella sativa* è utilizzato in tutto il mondo per alimenti funzionali e nutraceutici (Hassanien et al., 2015).

L'utilizzo delle spezie negli alimenti è finalizzato principalmente a conferire colore, sapore e aroma alle preparazioni. Le principali proprietà delle spezie, infatti, sono i loro effetti antiossidanti e antimicrobici. Ciò al fine di migliorare la conservabilità dei cibi sullo scaffale, così come incrementare le loro proprietà nutrizionali.

Preservare gli alimenti dalla degradazione, principalmente attraverso processi di ossidazione o ad opera di microrganismi, durante la lavorazione, lo stoccaggio e la commercializzazione è una questione importante nell'industria alimentare. L'industria alimentare ha utilizzato additivi sintetici, che riducono la crescita microbica e ritardano l'ossidazione dei materiali ossidabili, come i

lipidi. Tuttavia, a causa dell'impatto economico degli alimenti avariati e delle crescenti preoccupazioni dei consumatori sulla sicurezza degli alimenti contenenti antiossidanti sintetici, è stata prestata molta attenzione ai composti bioattivi naturali (Alzoreky e Nakahara, 2003 ; Viuda-Martó et al., 2011).

Il criterio principale per l'applicazione delle spezie nei generi alimentari è che i prodotti da trattare siano ricchi di grassi, e quindi, possano essere altamente suscettibili al deterioramento microbico e all'ossidazione dei lipidi (Embuscado, 2015).

Il cumino nero (*Nigella sativa* L.) è considerato una delle spezie con più elevata attività di riduzione dei radicali liberi e azione anti-microbica dovuta proprio ai suoi costituenti. I vari composti bioattivi nella *Nigella sativa* si trovano concentrati nei semi rendendoli altamente efficaci nelle applicazioni verso alimenti di origine sia animale che vegetale (Tashniya et al., 2021).

Vediamo ora in quali alimenti l'industria alimentare utilizza i semi della *Nigella sativa*.

Olio

Negli ultimi decenni, la produzione di colture oleose è stata tra le attività più vivaci dell'agricoltura mondiale. Nel decennio 2000-2010 il settore è cresciuto di quasi il 5% all'anno in seguito all'incremento del consumo alimentare nei paesi in via di sviluppo. Le quattro colture oleaginose più importanti – palma da olio, soia, colza e semi di girasole – rappresentano circa il 75% della produzione mondiale (FAO Statistical Yearbook, 2013). I mercati mondiali degli oli vegetali sono altamente competitivi e richiedono un costante miglioramento della qualità dell'olio per aumentare le prospettive di mercato.

La presenza nell'olio di semi di *N. sativa* di composti bioattivi liposolubili come tocoferoli e fitosteroli in quantità elevate lo rende un buon motivo per miscelarlo con altri oli.

L'olio estratto dai semi di cumino nero si applica, pertanto, nella preparazione con miscele di olio di colza, per arricchire quest'ultimo con omega-6 e omega-3. Dallo studio condotto da Rudzinska et al. (2016), risulta che questa miscela riduca gli acidi grassi polinsaturi rispetto a quelli saturi, migliorando la stabilità degli oli. L'utilizzo di una concentrazione del 10% di olio di cumino nero e del 20% di olio di crusca di riso risulta efficace contro l'ossidazione dell'olio di colza. Pare che l'olio di cumino nero abbia una elevata attività antiossidante già a basse concentrazioni.

Queste proprietà stabilizzanti e nutrizionali sono state studiate anche relativamente all'olio di mais, mescolandolo con quello di cumino nero. L'aggiunta di quest'ultimo pare abbia migliorato il contenuto di certi acidi grassi minori. Inoltre, quando l'olio di *N. sativa* viene mescolato a quello di semi di coriandolo si osserva un miglioramento nella stabilità ossidativa e un incremento delle proprietà nutrizionali (Ramadan and Wahdan, 2012).

Burro

Siccome i prodotti ad uso quotidiano sono ricchi di nutrienti, essi sono anche più soggetti a contaminazioni batteriche, dovute anche alla forte presenza di grasso che li espone maggiormente all'ossidazione. Il burro, se prodotto con l'aggiunta di olio ricavato dai semi di *N. sativa*, a diverse concentrazioni (dal 0,05 a 0,1 fino a 0,2% sul peso) pare avere un'azione efficace per prevenire le contaminazioni microbiche, così come l'irrancidimento. Ciò senza dover utilizzare conservanti di origine sintetica (Cakmakci et al., 2014). Probabilmente, i composti chimici del cumino nero che agiscono in questo senso sono ascrivibili al p-cymene e al thymochinone, con forte attività antimicrobica. L'azione antifungina di queste molecole, diversamente, non viene riscontrata.

Formaggi

Molti formaggi sono stati studiati per verificare l'effetto bioattivo del cumino nero nei loro oli. In Turchia, dove vengono prodotti più di 100 varietà diverse di formaggio, il più popolare è l'Erzincan Tulum, che costituisce il terzo formaggio più prodotto nel Paese. A causa dei numerosi effetti benefici del cumino nero, i ricercatori hanno verificato se il cumino nero possa essere utilizzato come additivo naturale nella produzione del formaggio Tulum.

Le indagini di laboratorio, pertanto, sono state condotte per lo più su formaggi Tulum con latte crudo di pecora. È stato scoperto che l'aggiunta di cumino nero intero può ridurre l'attacco da parte di batteri coliformi, lieviti e muffe e, in aggiunta, con l'aumento della concentrazione di cumino nero si assiste ad una riduzione della carica batterica nei formaggi.

L'olio di semi di cumino nero spremuto a freddo è stato anche applicato come agente antibatterico e antiossidante durante la produzione e la conservazione del formaggio Domiati (prodotto, in questo caso, in Egitto) preparato con colture starter contenenti batteri contaminanti e batteri patogeni inoculati artificialmente. Riguardo agli effetti del cumino nero sulle caratteristiche chimiche di questi formaggi, si è assistito ad una diminuzione del loro contenuto di umidità così come ad un incremento

della materia secca, delle ceneri, dei Sali minerali, delle proteine e dei grassi (Cakir and Cakmakci, 2018; Maghoub et al., 2013).

Yogurt

Lo yogurt è un altro degli alimenti che è stato oggetto di sperimentazione con i semi della *N. sativa*. L'alto contenuto di thymochinone presente nell'olio di questi semi è stato addizionato allo yogurt, per valutarne gli effetti, anche a livello terapeutico. Alcuni problemi, però, sono sorti a causa del processo di degradazione subito dalla molecola durante le fasi di produzione e stoccaggio dello yogurt. Come possibile soluzione è stata suggerita la micro-incapsulazione dei semi di *N. sativa* usando una tecnologia a spray secco che favoriva la ritenzione del thymochinone all'interno dello yogurt (Mohammed et al., 2017).

La micro-incapsulazione è un processo comunemente utilizzato per produrre oli commestibili sotto forma di polvere che consente una maggiore durata di conservazione del prodotto prevenendo l'ossidazione degli oli. Questo processo migliora la solubilità dell'olio, impedisce all'olio di essere rilasciato in una fase inappropriata e contribuisce a facilitarne la manipolazione.

L'olio di *Nigella sativa* ottenuto da spremitura a freddo è stato quindi micro-incapsulato usando la tecnologia di cui si è detto (Spray Drying Technology) con l'aggiunta di un mix di amido modificato, maltodestrine e yogurt (Abedi et al., 2016). Le analisi conclusive della prova hanno riscontrato il mantenimento del thymochinone durante il periodo di conservazione dello yogurt.

Gelato

Secondo un altro studio, mediante una nano-emulsione è stato possibile inserire l'olio di *N. sativa* all'interno del gelato utilizzando quattro diverse percentuali di olio (0% controllo, 3%, 5% e 10%). Per stabilizzare questa nano-emulsione sono però stati aggiunti anche gomma arabica, sodio caseinato e Tween-20 (Mohammed et al., 2020). Il gelato addizionato con l'olio di cumino nero è poi stato sottoposto a diverse analisi, riscontrando che quello in cui l'aggiunta era stata del 5% presentava un buon apprezzamento, a livello di gusto, da parte dei consumatori. I dati raccolti hanno anche dimostrato che la nano-emulsione di olio di *N. sativa* ha migliorato le proprietà fisiche del gelato, confermando che tale prodotto dolciario può essere fortificato con la nano-emulsione di olio di cumino nero.

Biscotti

I biscotti sono generi alimentari con una durata di conservazione elevata a causa del loro basso contenuto di umidità e si differenziano dai biscotti secchi per il maggior contenuto di grassi. L'alto contenuto di grassi, a volte, è responsabile del deterioramento dei biscotti, dovuto all'ossidazione. I ricercatori hanno così pensato di incorporare l'olio e la farina di semi di cumino nero nella ricetta dei biscotti, per prevenire l'ossidazione dei grassi in essi contenuti.

Il prodotto sviluppato è stato analizzato dal punto di vista sensoriale, delle qualità fisiche e nutrizionali. I risultati hanno rivelato che all'aumentare della concentrazione dell'olio di *N. sativa* si otteneva un punteggio organolettico sempre più basso, fino a diventare inaccettabile a causa del gusto particolare acquisito dai biscotti. Diversamente, con l'aggiunta del 6 % di olio è stato invece possibile produrre biscotti apprezzati dai consumatori. L'analisi nutrizionale ha rivelato che il contenuto di grassi era leggermente più alto rispetto al campione di controllo mentre gli altri costituenti sono rimasti quasi del tutto invariati (Bornare et al., 2015).

Pizza

Il cambiamento degli stili di vita ha aperto la strada a nuove problematiche fisiologiche e intolleranze alimentari. I prodotti fitochimici derivati dalle spezie sono stati ampiamente utilizzati nella dieta dell'uomo per combattere queste disfunzioni, grazie al loro potenziale terapeutico e alle elevate potenzialità farmacologiche. Uno studio del 2018 ha esplorato il potenziale antiossidante, le proprietà fisico-chimiche e sensoriali della base per pizza arricchita con cumino nero (*Nigella sativa*), utilizzando estratti di olio convenzionali o "supercritici".

L'impasto della pizza è stato quindi arricchito con olio di semi di *N. sativa* ed è poi stato analizzato, verificandone le proprietà antiossidanti. Sembra che l'aggiunta di olio di semi di cumino nero abbia migliorato la conservazione della pasta della pizza, mostrando proprietà fisico-chimiche e antiossidanti superiori (Iqbal et al., 2018).

Maionese

La maionese è una delle salse più comunemente usate in tutto il mondo ma è vulnerabile all'ossidazione a causa del suo alto contenuto di olio. L'utilizzo di antiossidanti naturali invece di quelli sintetici è un argomento popolare e promettente nell'industria alimentare. Lo scopo di questo studio era di aumentare la stabilità ossidativa della maionese utilizzando olio di cumino nero spremuto a freddo, che ha un'elevata attività antiossidante grazie al suo contenuto fenolico.

L'olio di semi di cumino nero è stato pertanto aggiunto in diverse concentrazioni (5, 10, 20%) alla maionese e le sue proprietà conservanti sono state analizzate (Ozdemir et al., 2018). I risultati evidenziano l'azione antiossidante di questo olio, prevenendolo dall'irrancidimento. La concentrazione di olio di *N. sativa* più valida è risultata essere quella del 5%, valore questo, che permette di mantenere anche un elevato apprezzamento, in termini di parametri sensoriali, da parte dei consumatori. L'accettabilità complessiva della Maionese-5% di cumino nero, nell'analisi sensoriale, è risultata superiore a quella della Maionese-Controllo. In conclusione, l'uso di olio di semi di *N. sativa* nella maionese ne ha migliorato la stabilità ossidativa e il sapore.

Pesce

La composizione biologica del pesce fresco lo rende estremamente deperibile portandolo ad un rapido declino della sua qualità. Inoltre, questi prodotti non possono essere conservati per un lungo periodo in normali condizioni di refrigerazione a causa dell'attività enzimatica e del deterioramento microbiologico a cui vanno incontro. Per ovviare a queste problematiche sono stati studiati dei metodi alternativi per aumentare la durata di conservazione del pesce fresco conservato e per incrementare il valore economico di tali prodotti in modo da soddisfare la crescente richiesta e diminuire i costi energetici legati alla loro conservazione.

Risulta quindi importante che i metodi e i materiali utilizzati per allungare la durata di conservazione degli alimenti sugli scaffali o nei banchi frigo dei supermercati siano semplici, economici e sicuri. Per questi motivi, recentemente, sono stati preferiti gli additivi vegetali come l'olio di cumino (*Nigella sativa*).

In uno studio del 2017 (Ozpolat and Duman) i ricercatori si sono concentrati sul valutare gli effetti dell'applicazione di olio di cumino nero sulla qualità chimica, microbiologica e sensoriale dei filetti di pesce (*Barbus grypus*) durante la conservazione a 2 ± 1 °C.

I filetti sono stati preparati e trattati con diverse concentrazioni di olio di cumino nero (0,2, 0,4 e 0,6%) ed esaminati nella loro carica microbica, lungo diversi periodi di conservazione. Dai risultati emerge che la stabilità alla conservazione sia migliorata in corrispondenza dei dosaggi maggiori di olio e che all'analisi sensoriale ci sia stata un buon gradimento. In riferimento alla carica microbica, la maggiore riduzione dei microorganismi è stata osservata con le due concentrazioni maggiori di olio utilizzate.

Pollo

La carne di pollo è molto suscettibile al deterioramento microbico, con conseguente durata di conservazione molto breve. Questo genere di alimento fornisce un eccellente substrato per la crescita di microrganismi grazie all'elevato contenuto di umidità e proteine. Oltre al deterioramento microbico, il contenuto lipidico della carne porta a reazioni di ossidazione che influiscono negativamente sulla qualità della carne in presenza di ossigeno. La breve durata di conservazione della carne di pollo rappresenta quindi un rischio elevato per i consumatori e potenziali perdite economiche per i produttori. Ad oggi, è stato dimostrato che alcune tipologie di imballaggio interagiscono direttamente o indirettamente con il prodotto alimentare confezionato, preservandone la qualità e prolungandone la durata di conservazione.

L'imballaggio alimentare antimicrobico è una forma di imballaggio attivo, basata sull'incorporazione di sostanze antimicrobiche naturali nei materiali di imballaggio, allo scopo di eliminare cambiamenti indesiderati nella qualità degli alimenti. Inoltre, un imballaggio attivo che incorpora composti antimicrobici di derivazione naturale, come oli essenziali ed estratti vegetali, diventa un'alternativa valida all'uso di conservanti chimici per i consumatori che richiedono conservanti naturali. Recentemente, numerosi oli essenziali sono stati impiegati come promettenti conservanti naturali nel confezionamento della carne di pollo.

In uno studio del 2019, Konuk et al., hanno applicato l'olio essenziale di semi di cumino nero a diversi strati delle confezioni di imballaggio nelle quali si trovava della carne di pollo, per analizzarne le relative proprietà antiossidanti e antimicrobiche.

L'attività antiossidante risulta essere aumentata con l'incremento del numero di strati di olio essenziale di cumino nero, mentre l'effetto antimicrobico pare essere efficace contro batteri sia gram negativi (come *Escherichia coli*) che positivi (*Staphylococcus aureus*). Questa ricerca evidenzia anche l'attività antiossidante dell'olio di semi di cumino nero, capace di ridurre l'ossidazione dei grassi della carne di pollo.

Pertanto, l'uso dell'olio di cumino nero come antimicrobico naturale può fornire protezione antimicrobica negli alimenti e aumentarne la durata di conservazione.

I SEMI DI *NIGELLA SATIVA* IN CUCINA

I semi di *N. sativa* sono ideali per la preparazione di piatti mediorientali e asiatici e vengono utilizzati per aromatizzare focacce come il pane naan indiano, verdure in salamoia, salse, formaggio (di pecora), curry e piatti contenenti melanzane, zucca, ortaggi a radice e legumi.

Per esaltare il sapore della nigella è necessario scaldare i semi in una padella asciutta o con olio caldo prima dell'uso. I semi integri, infatti, sono duri e difficili da spaccare e i loro oli essenziali sono racchiusi all'interno di minuscole goccioline. Per estrarli è quindi necessario macinarli e poi tostarli in padella. A questo punto i semi rilasciano il loro sapore caratteristico.

La nigella è una spezia forte, nel senso che rilascia un delicato calore sulla lingua e ha un aroma leggermente amaro, erbaceo, come di cipolla bruciata. Ciò è dovuto ai composti aromatici secondari presenti nei semi, come le notevoli concentrazioni di cimene, che conferiscono un aroma fresco e terroso, o le piccole quantità di terpeni delicati come il pinene e il limonene (Farrimond, 2020).

In cucina i principali cibi che si possono abbinare ai semi di Nigella sono:

- le verdure, come gli ortaggi da radice (carote, daikon, ...), ma anche la zucca e le melanzane;
- i cereali e i legumi, che possono essere insaporiti durante la preparazione di riso o di bulgur con semi di Nigella leggermente tostiti;
- le uova, che possono essere strapazzate o fritte e poi cosparse di semi;
- il pane, anche di segale, mescolando i semi all'impasto o spargendoglieli sopra;
- i formaggi, inserendo i semi direttamente nella mousse di feta o in altri formaggi cremosi;
- la carne di agnello, utilizzando il korma indiano, a cottura lenta, o il tagine marocchino.

Questa spezia è spesso inclusa nelle miscele di condimenti asiatiche, arabe o africane, ad esempio nel “Panch Phoron” indiano (miscela di cinque spezie).

Il sito della BBC, nella sezione Food, presenta numerose ricette con i semi di *Nigella sativa* (https://www.bbc.co.uk/food/nigella_seeds).

Qui di seguito si presentano le immagini di alcune preparazioni, a puro titolo esemplificativo, di questo prodotto nella tradizione gastronomica indiana e non solo, spesso anche in abbinamento ai semi di sesamo.



Dall'alto a sinistra: Persian-Style Dal; Mirza Ghasemi; Borani Laboo; Maast O'Moosir; Kashke Bademjan; Rose Harissa Aubergines and Hummus; Borani Esfenaj; Coconut and Herb Chickpea curry; Maast O'Khia (<https://saffronandherbs.com/2022/03/25/sesame-and-nigella-seed-flatbread/>)

***NIGELLA DAMASCENA* L.**

Nigella damascena L. è tradizionalmente utilizzata come pianta ornamentale, della quale esistono numerose varietà. Come ingrediente alimentare, la si ritrova come aromatizzante nel pane e nei formaggi (Ballero and Fresu, 1993), o come condimento (Heiss and Oeggel, 2005), ma è nota anche nella medicina popolare, utilizzata per regolare le mestruazioni, per le affezioni catarrali e l'amenorrea, come diuretico e starnutatorio, come analgesico, anti edematoso e antipiretico, come vermifugo e per i suoi effetti disinfettanti.

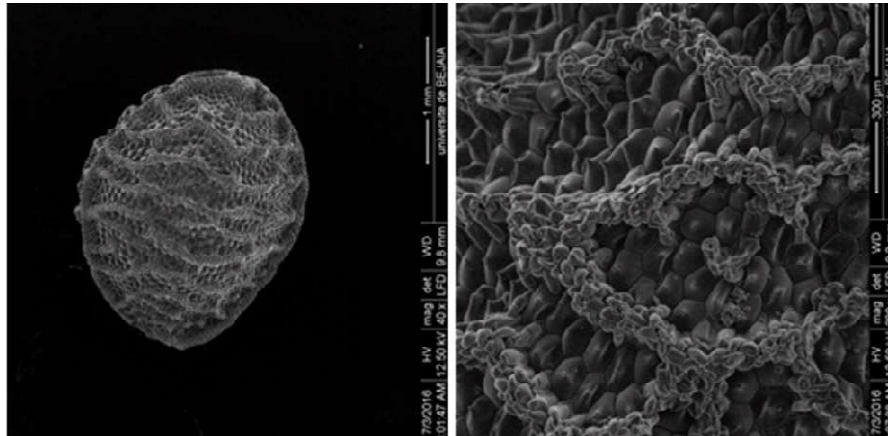
In particolare, in Italia, i semi di questa specie, per via della loro azione galattagoga, sono utilizzati per curare il *trachoma*, una malattia degli occhi di origine batterica (Geracie et al., 2016; Leporatti and Ghedira, 2009). In Serbia, gli stessi semi sono tradizionalmente usati come antielmintici (per i bambini) e per curare l'ematuria o alcune malattie della pelle, come l'eczema (Geraci et al., 2016).

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SEMI DI *NIGELLA DAMASCENA* L.

Come già fatto per *Nigella sativa* anche per *N. damascena* si è ritenuto utile presentare una descrizione particolareggiata dei suoi semi, al fine di facilitarne il riconoscimento visivo.

I semi di *Nigella damascena* L., ad un esame macroscopico, appaiono piccoli, a cupola, con una lunghezza di $2,45 \pm 0,03$ mm e una larghezza di $1,73 \pm 0,01$ mm; esternamente sono neri e a maturità appaiono striati, con nervature trasversali e tegumenti duri.

Se osservati al microscopio elettronico questi semi hanno una struttura a triquetra (antico simbolo a tre punte) o sub-piramidale e presentano una superficie reticolata, come già descritto da Dadandi et al. (2009). Questa struttura reticolare è composta da tre striature longitudinali prominenti su ciascun bordo e da striature continue incrociate che sono collegate tra di loro. Le striature sono composte da cellule arrotondate, talvolta leggermente allungate, compresse su entrambi i lati, che ricordano la forma dei globuli rossi. Tali striature sono più piccole del lume cellulare e sono raggruppate in modo irregolare. Le cellule del lume (esagonali) si trovano all'interno del reticolo e sono caratterizzate dalla presenza consistente di un mucrone affusolato al centro delle cellule.



Vista generale di un seme di *N. damascena* L. (sin.) e microtopografia dei suoi tegumenti al microscopio elettronico (destra) (Foto da: Benazzouz-Smail et al., 2023)

FITOCOSTITUENTI DI *NIGELLA DAMASCENA*

Cinquantasette composti naturali sono stati isolati e caratterizzati prelevandoli dai semi, dalle radici e dalle parti aeree della pianta. Tra questi costituenti, gli alcaloidi, i flavonoidi, i diterpeni, i triterpeni e i composti aromatici sono i principali costituenti (Badalamenti *et al.*, 2022).

I composti isolati e i vari estratti ottenuti con solventi di diversa polarità presentavano un diverso spettro di attività biologiche come attività antibatterica, antifungina, antitumorale, antiossidante, antinfiammatoria, antipiretica, antiedema e antivirale.

Vediamoli ora più nel dettaglio.

Carboidrati

Il contenuto totale di carboidrati dei semi di *damascena* L. è risultato più elevato (32.47%) di quelli dei semi di *N. sativa* L. (27.23%) (Benazzouz-Smail et al., 2023).

Alcaloidi

Vari test *in vitro* e *in vivo* hanno dimostrato il potenziale farmacologico del β -elemene e dell'alcaloide damascenina. La damascenina è presente nei semi di *Nigella damascena* L. in misura pari a circa lo 0,1–0,3 % (peso secco). La maggior parte dell'alcaloide è presente nel *testa*, vale a dire nello strato

superficiale esterno dei tegumenti del seme. I semi di altre specie di *Nigella* finora indagate ne possiedono solo tracce (Vishin et al., 1960).

Purtroppo il maggior numero di studi biologici su questa specie e sui suoi metaboliti è stato condotto *in vitro*; pertanto, sono necessarie ulteriori indagini per valutare gli aspetti tossicologici e i reali meccanismi d'azione degli estratti grezzi per confermare il potenziale terapeutico di *N. damascena*. A questo scopo, Badalamenti et al. (2022) ha testato la potenziale tossicità della damascenina, il principale alcaloide presente nei semi di *N. damascena*, *in vivo* e *in vitro* su topi da laboratorio. I risultati di questa ricerca evidenziano che non sono stati osservati effetti tossici o mortalità nei gruppi di trattamento dei topi e i parametri biochimici sono rimasti invariati.

Oli

I semi di *N. damascena* contengono, come principali oli, l'acido linoleico (31,2-69,5%) e l'acido oleico (15,8-36,0%) (Kökdil et al., 2005; Matthaus and Özcan, 2011). Invece, per quanto riguarda gli oli volatili, quasi il 100% di questi ultimi è costituito da sesquiterpeni, dei quali il β -elemene (73,2%) è il più rappresentato (Moretti et al., 2004; Geng et al., 2009).

Composti fenolici

Tra i composti fenolici, uno studio del 2014 ha riscontrato che i semi di *N. damascena* (così come quelli di *N. sativa*, *N. arvensis* e *N. hispanica*) hanno più flavonoidi e acidi fenolici derivati che altre specie come *N. nigellastrum* e *N. orientalis* (Farag et al., 2014). Uno studio dell'anno successivo, già citato per *N. sativa* (Toma et al., 2015) ha dimostrato che ci sono differenze tra i composti fenolici degli estratti etanoliche dai semi di *N. sativa* e *N. damascena*.

UTILIZZO DI NIGELLA DAMASCENA NEGLI ALIMENTI

A differenza della vasta bibliografia scientifica disponibile su *Nigella sativa*, quella reperibile su *N. damascena*, relativamente ai suoi utilizzi come genere alimentare, è ridottissima. Si è già detto dell'uso principale di tale entità nel giardinaggio, come pianta ornamentale, o del suo utilizzo terapeutico. Le informazioni circa l'applicazione in campo alimentare, anche industriale di *N. damascena* sono, per quanto mi è dato sapere, al momento attuale, indisponibili.

I rari richiami, sull'utilizzo alimentare dei semi di questa specie, si limitano a descrivere il loro dolce profumo di fragola, per preparare cibi (Sajfrtova et al., 2019).

Anche per quanto riguarda le applicazioni terapeutiche, il maggior numero di studi biologici condotti su questa specie e sui suoi metaboliti è stato realizzato *in vitro*; pertanto, sono carenti le indagini per valutare gli aspetti tossicologici e i reali meccanismi d'azione degli estratti grezzi per confermare il potenziale terapeutico dei semi di *N. damascena* (Badalamenti et al., 2022).

CONCLUSIONI RELATIVE AD ENTRAMBE LE SPECIE

I semi di *Nigella* e i suoi estratti grezzi presentano un'ampia gamma di applicazioni e potenzialità bioattive, come diversi studi hanno dimostrato attraverso prove sia *in vitro* che *in vivo*.

I semi *Nigella sativa* e *Nigella damascena* sono una buona fonte di grassi, proteine e carboidrati, che possono essere utilizzati come alimento energetico o come integratori alimentari. I semi sono inoltre considerati un'importante fonte di composti fenolici, vale a dire acido idrossibenzoico, caffeico, vanillico e cumarico. I semi di *Nigella damascena* L. risultano essere più ricchi in termini di composti fenolici rispetto a quelli di *Nigella sativa* L.. Tuttavia, questa differenza è risultata più quantitativa che qualitativa (Benazzouz-Smail et al., 2023).

Nigella sativa risulta essere la specie più studiata nei laboratori, probabilmente per il suo largo impiego popolare e nella medicina tradizionale islamica e indiana. Tuttavia, è di fondamentale importanza che, nella coltivazione e nell'utilizzo di questa specie, si proceda ad una miglior caratterizzazione dei suoi fitocostituenti ed estratti grezzi. Ciò in ragione del fatto che molte indagini di laboratorio hanno concentrato la loro attenzione sulla quantificazione del timochinone tralasciando, di fatto, gli altri composti fitochimici che potrebbero essere presenti e che, allo stato attuale delle conoscenze, risultano essere addirittura un'ottantina (Salehi et al., 2021).

In una pubblicazione del 2003, Ali e Blundlen riferiscono che il diffuso utilizzo medico e alimentare di alcuni semi di *Nigella* come spezia, condimento o infusione (*N. sativa* e *N. damascena*) suggerisce che il loro consumo è sicuro. I semi, infatti, sono caratterizzati da un basso livello di tossicità (Ali and Blundlen, 2003) e nessun effetto serio nelle prove cliniche è stato osservato (Namazi et al., 2018). In ogni caso, ulteriori ricerche su *N. damascena* sono necessarie, in quanto la maggior parte delle analisi si è concentrata su *N. sativa*.

Per quanto riguarda quest'ultima specie, numerosi sono gli studi tossicologici condotti sui suoi semi. Da questi emerge che non vi sono effetti tossici relativi all'olio fisso somministrato a topi di

laboratorio (Khader and Bresgen, 2009). Tuttavia, in altre ricerche viene segnalato che i semi dovrebbero essere utilizzati in dosi moderate, in quanto i loro oli volatili contengono melanthina, nigellina, damascenina e tannini che sono tossici a dosi elevate. La bassa tossicità cronica degli oli fissi di *Nigella* (per dosi terapeutiche) è stata riportata da Zaoui et al. (2002).

Anche Dubey et al. (2016) sottolineano come i meccanismi di azione degli estratti dai sei semi di *N. sativa*, così come i suoi costituenti, necessitino di ulteriori indagini e prove di laboratorio. Maggiori ricerche sono inoltre necessarie per esplorare gli effetti del timochinone, sia a livello cellulare che molecolare.

Nel complesso, nonostante sia necessario aggiornarsi costantemente sul progresso delle conoscenze da parte della ricerca scientifica, l'indagine bibliografica sin qui condotta ha evidenziato l'ampio utilizzo di *Nigella* nella medicina tradizionale. In generale, entrambe le piante analizzate, presentano delle potenzialità farmacologiche che le promuovono per impieghi in diversi settori, tra i quali l'industria farmaceutica, cosmetica e alimentare, seppur con i dovuti approfondimenti conoscitivi di cui si è detto.

In conclusione, le fonti scientifiche e bibliografiche consultate per redigere la presente ricerca suggeriscono, per la specie *N. damascena*, un utilizzo prevalente come pianta ornamentale, mentre per la *N. sativa*, un possibile impiego dei semi in alimenti di vario genere.

Tuttavia, l'appartenenza del genere *Nigella* alla famiglia delle *Ranunculaceae*, nella quale si ritrovano numerose specie tossiche e mortali (come, ad esempio, *l'Aconitum*) (Caramiello, 2011) impone di sottoporre il prodotto destinato all'uso alimentare (o terapeutico) a rigorose analisi tossicologiche, al fine di escludere qualsiasi rischio per la salute di chi lo dovesse assumere.

BIBLIOGRAFIA CITATA O CONSULTATA

Per *NIGELLA SATIVA*

Abd El-Hack, Mohamed Ezzat, Mahmoud Alagawany, Mayada Ragab Farag, Ruchi Tiwari, Kumaragurubaran Karthik, Kuldeep Dhama. Nutritional, Healthical and Therapeutic Efficacy of Black Cumin (*Nigella Sativa*) in Animals, Poultry and Humans. *International Journal of Pharmacology* 2016;12(3):232-48.

Abedi, Abdol Samad, Marjan Rismanchi, Mehrnoush Shahdoostkhany, Abdorreza Mohammadi, Hedayat Hosseini. Microencapsulation of *Nigella Sativa* Seeds Oil Containing Thymoquinone by Spray-Drying for Functional Yogurt Production. *International Journal of Food Science and Technology* 2016;51(10):2280-89

Adam, Siti Hajar, Izuddin Fahmy Abu, Datu Agasi Mohd Kamal, Ami Febriza, Mohd Izhar Ariff Mohd Kashim, and Mohd Helmy Mokhtar. 2023. "A Review of the Potential Health Benefits of *Nigella sativa* on Obesity and Its Associated Complications" *Plants* 12, no. 18: 3210. <https://doi.org/10.3390/plants12183210>.

Agbaria Riad, Adi Gabarin, Arik Dahan, Shimon BenShabat. Anticancer Activity of *Nigella Sativa* (Black Seed) and Its Relationship with the Thermal Processing and Quinone Composition of the Seed. *Drug Design, Development and Therapy* 2015;9:3119-24.

Ahmad A, Husain A, Mujeeb M, Khan SA, Najmi AK, Siddique NA, Damanhoury ZA, Anwar F. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2013 May;3(5):337-52. doi: 10.1016/S2221-1691(13)60075-1. PMID: 23646296; PMCID: PMC3642442.

Ali, B. H., and Blunden, G. (2003). Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytother Res.* 17, 299–305. doi:10.1002/ptr.1309

Al-Jassir MS. Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia. *Food Chem.* 1992;45:239–242.

Al-Mamun, M., & Absar, N. (2019). Major nutritional compositions of black cumin seeds-cultivated in Bangladesh and the physicochemical characteristics of its oil. *International Food Research Journal*, 25, 2634–2639.

Al-Naqeep, G. N., Ismail, M. M., Al-Zubairi, A. S., and Esa, N. M. (2009). Nutrients composition and minerals content of three different samples of *Nigella sativa* L. Cultivated in Yemen. *Asian J. Biol. Sci.* 2, 43–48. doi:10.3923/ajbs.2009.43.48

Alu'datt, M.H., Rababah, T., Al-u'datt, D.G. F., Gammoh, S., Alkandari, S., Allafi, A., Alrosan, M., Kubow, S., & Al-Rashdan, H. K. (2024). Designing novel industrial and functional foods using the bioactive compounds from *Nigella sativa* L. (black cumin): Biochemical and biological prospects toward health implications. *Journal of Food Science*, 1–29. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16981>

Alzoreky NS, Nakahara K. Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *Int J Food Microbiol.* 2003;80:223–230. doi: 10.1016/S0168-1605(02)00169-1.

Atta Ur, R., Malik, S., Hasan, S. S., Choudhary, M. I., Ni, C.-Z., and Clardy, J. (1995). Nigellidine—a new indazole alkaloid from the seeds of *Nigella sativa*. *Tetrahedron Lett.* 36, 1993–1996.

Babayan, V. K., Koottungal, D., & Halaby, G. A. (1978). Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of *Nigella sativa* L. seeds. *Journal of Food Science*, 43(4), 1314–1315.

Bashir, O. *et al.* (2021). Food Applications of *Nigella sativa* Seeds. In: Fawzy Ramadan, M. (eds) Black cumin (*Nigella sativa*) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications. Food Bioactive Ingredients. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48798-0_13.

Benazzouz-Smail L, Achat S, Brahmi F, Bachir-Bey M, Arab R, Lorenzo JM, Benbouriche A, Boudiab K, Hauchard D, Boulekbache L, et al. Biological Properties, Phenolic Profile, and Botanical Aspect of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Seeds: A Comparative Study. *Molecules.* 2023; 28(2):571. <https://doi.org/10.3390/molecules28020571>

Bornare DT, Jafir Pathan Y, Shaikh Tausif Ahmed. Extraction and Utilization of *Nigella Sativa* L. Oil in Development of Value Added Cookies. *International Journal of Engineering Research And V* 2015; 4(08):386-89.

Bourgou S, Ksouri R, Bellila A, Skandrani I, Falleh H, Marzouk B. Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *C R Biol.* 2008;331(1):48–55.

Bown D., 2011. L'enciclopedia delle erbe. Royal Horticultural Society. Pg. 317.

Çakır Yusuf, Songül Çakmakçı. Some Microbiological, Physicochemical and Ripening Properties of Erzincan Tulum Cheese Produced with Added Black Cumin (*Nigella Sativa* L.). *Journal of Food Science and Technology* 2018;55(4):1435-43

Çakmakçı Songül, Engin Gündoğdu, Elif Dağdemir, Ümmügülsüm Erdoğan. Tereyağı, Üzerine Çörekotu (*Nigella Sativa* L.) Uçucu Yağı, Kullani, labilirlüğününraştı, rilması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 2014;20(4):533-39.

Caramiello R., 2011. Veleno, dalla parte delle piante. In L'occhio della scienza. Piemonte Parchi, Gennaio-Febbraio 2011. <https://www.yumpu.com/it/document/view/15644536/download-rivista-pdf-regione-piemonte>

Cheikh-Rouhou S, Besbes S, Hentati B, Blecker C, Deroanne C, Attia H. *Nigella sativa* L.: chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chem.* 2007;101:673–681. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.02.022.

Cheikh-Rouhou S, Besbes S, Lognay G, Blecker C, Deroanne C, Attia H. Sterol composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and Aleppo pine (*Pinus halpensis* Mill.) seed oils. *J Food Comp Anal.* 2008; 21(2):162–168.

Dubey P.N., Balraj Singh, Mishra B.K., Kant K., and Solanki R.K., 2016. *Nigella* (*Nigella sativa*): a high value seed spice with immense medicinal potential. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(8): 967-79.

El-Naggar, T., Carretero, M. E., Arce, C., and Gomez-Serranillos, M. P. (2017). Methanol extract of *Nigella sativa* seed induces changes in the levels of neurotransmitter amino acids in male rat brain regions. *Pharm. Biol.* 55, 1415–1422. doi:10.1080/13880209.2017.1302485

Embuscado Milda E. Spices and Herbs:Natural Sources of Antioxidants - A Mini Review. *Journal of Functional Foods* 2015;18:811-19.

FAO Statistical Yearbook . *World food and agriculture*. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013.

Farrimond S., 2020. La Scienza delle Spesie. Gribaudo Editore pg. 129.

Forouzanfar Fatemeh, Bibi Sedigheh Fazly Bazzaz, Hossein Hosseinzadeh. Black Cumin (*Nigella Sativa*) and Its Constituent (Thymoquinone): A Review on Antimicrobial Effects. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences* 2014;17(12):929-38.

Hajhashemi V, Ghannadi A, Jafarabadi H. Black cumin seed essential oil, as a potent analgesic and anti-inflammatory drug. *Phytother Res.* 2004;18:195–199. doi: 10.1002/ptr.1390.

Hamrouni-Sellami I, Kchouk ME, Marzoul B. Lipid and aroma composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) Seeds from Tunisia. *J Food Biochem.* 2008;32:335–352. doi: 10.1111/j.1745-4514.2008.00161.x.

Hangargekar, Chitra B, Rubiya Quazi S, Mohammad Sadat Khan A, Amol Joshi A, Pallavi Hangargekar B. A review on kalonji (*Nigella sativa*): a seed of blessing 2020;7(2):590-96.

Hassanien MF, Assiri AM, Alzohairy AM, Oraby HF. Health-promoting value and food applications of black cumin essential oil: an overview. J Food Sci Technol. 2015 Oct;52(10):6136-42. doi: 10.1007/s13197-015-1785-4.

Helvacioğlu, S.; Charehsaz, M.; Güzelmeriç, E.; Oçkun, M.A.; Ayran, I.; Kırmızıbekmez, H.; Kan, Y.; Aydın, A.; Yeşilada, E. Protective effect of *Nigella sativa* and *Nigella damascena* fixed oils against aflatoxin induced mutagenicity in the classical and modified ames test. *Chem. Biodivers.* **2021**, *18*, e2000936.

Iqbal Muhammad J, Masood Butt S, Iqra Saeed, Hafiz Suleria AR. Physicochemical and Antioxidant Properties of Pizza Dough-Base Enriched with Black Cumin (*Nigella Sativa*) Extracts. Current Nutrition & Food Science 2018; 15(5):508-16.

Kabir Yearul, Hitoshi Shirakawa, Michio Komai. Nutritional Composition of the Indigenous Cultivar of Black Cumin Seeds from Bangladesh. Progress in Nutrition 2019; 21:428-34.

Kaskoos RA. Fatty acid composition of black cumin oil from Iraq. Res J Med Plant 2011;5(1):85-89.

Khader M. and Bresgen N., 2009. *In vitro* toxicological properties of thymoquinone. Food Chemistry and Toxicology 47: 129– 33.

Khoddami Ali, Hasanah Ghazali M, Ali Yassoralipour, Yogeshini Ramakrishnan, Ali Ganjloo. Physicochemical Characteristics of *Nigella* Seed (*Nigella Sativa* L.) Oil as Affected by Different Extraction Methods. JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society 2011;88(4):533-40.

Khare CP. *Encyclopedia of Indian medicinal plants*. NewYork: Springes-Verlag Berlin Heidelberg; 2004.

Khare, C.P. *Indian Herbal Remedies: Rational Western Therapy, Ayurvedic, and Other Traditional Usage, Botany*; Springer Science & Business Media: New Delhi, India, 2004.

Kokoska, L. *Chemistry and Biological Activity of Nigella Genus: The Antimicrobial and Anti-Inflammatory Effects of Seed Extracts, Essential Oils and Compounds of Six Nigella Species*; LAP LAMBERT Academic Publishing: Berlin, Germany, 2011; p. 90.

Konuk Takma, Dilara Figen Korel. Active Packaging Films as a Carrier of Black Cumin Essential Oil: Development and Effect on Quality and Shelf-Life of Chicken Breast Meat. Food Packaging and Shelf Life 2019; 19:210-17.

Kooti, W., Hasanzadeh-Noohi, Z., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., and Ashtary-Larky, D. (2016). Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (*Nigella sativa*). Chin. J. Nat. Med. 14, 732–745. doi:10.1016/S1875-5364(16)30088-7

Lutterodt Herman, Marla Luther, Margaret Slavin, Jun Jie Yin, John Parry, Jin Ming Gao, Liangli Lucy Yu. Fatty Acid Profile, Thymoquinone Content, Oxidative Stability, Antioxidant Properties of Cold-Pressed Black Cumin Seed Oils. LWT- Food Science and Technology 2010;43(9):1409-13.

Mahgoub Samir A, Mohamed Fawzy Ramadan, Kahled El-Zahar M. Cold Pressed *Nigella Sativa* Oil Inhibits the Growth of Foodborne Pathogens and Improves the Quality of Domiati Cheese. Journal of Food Safety 2013;33(4):470-480

Mahmoud, H.S., Almallah, A.A., Gad EL-Hak, H.N. *et al.* The effect of dietary supplementation with *Nigella sativa* (black seeds) mediates immunological function in male Wistar rats. *Sci Rep* **11**, 7542 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86721-1>

Mehta BK, Pandit V, Gupta M. New principles from seeds of *Nigella sativa*. *Nat Prod Res.* 2009;23(2):138–48.

Mohammed, Nameer Khairullah, Chin Ping Tan, Yazid Abd Manap, Amaal Alhelli M, Anis Shobirin Meor Hussin. Process Conditions of Spray Drying Microencapsulation of *Nigella Sativa* Oil. Powder Technology 2017; 315:1-14.

Mohammed, Nameer Khairullah, Belal J. Muhiaddin, Anis Shobirin Meor Hussin. Characterization of Nanoemulsion of *Nigella Sativa* Oil and Its Application in Ice Cream. Food Science and Nutrition 2020; 8(6):2608-18.

Namazi, N., Larijani, B., Ayati, M. H., and Abdollahi, M. (2018). The effects of *Nigella sativa* L. on obesity: a systematic review and meta-analysis. J. Ethnopharmacol 219, 173–181. doi:10.1016/j.jep.2018.03.001

Nickavar B, Mojab F, Javidnia K, Amoli MA. Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Z Naturforsch C.* 2003;58(9–10):629–631.

Niu, Y.; Zhou, L.; Meng, L.; Chen, S.; Ma, C.; Liu, Z.; Kang, W. Recent progress on chemical constituents and pharmacological effects of the genus *Nigella*. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* **2020**, 2020, 6756835.

Öz Mustafa, Suat Dikel, Mustafa Durmuş, Yeşim Özoğul. Effects of Black Cumin Oil (*Nigella Sativa*) on Sensory, Chemical and Microbiological Properties of Rainbow Trout During 23 Days of Storage at $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 2017; 26(6):665-74.

Ozdemir Necla, Meryem Nur Kantekin-Erdogan, Tuba Tat, Aziz Tekin. Effect of Black Cumin Oil on the Oxidative Stability and Sensory Characteristics of Mayonnaise. *Journal of Food Science and Technology* 2018; 55(4):1562-68.

Ozpolat Emine, Muhsine Duman. Effect of Black Cumin Oil (*Nigella Sativa* L.) on Fresh Fish (*Barbus Grypus*) Fillets during Storage at $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$. *Food Science and Technology* 2017; 37(1):148-52.

Ramadan, Mohamed Fawzy, Khaled Mohamed Wahdan M. Blending of Corn Oil with Black Cumin (*Nigella Sativa*) and Coriander (*Coriandrum Sativum*) Seed Oils: Impact on Functionality, Stability and Radical Scavenging Activity. *Food Chemistry* 2012;132(2):873-79

Rudzińska Magdalena, Minar MM, Hassanein Adel, Abdel-Razek G, Katarzyna Ratusz, Aleksander Siger. Blends of Rapeseed Oil with Black Cumin and Rice Bran Oils for Increasing the Oxidative Stability. *Journal of Food Science and Technology* 2016;53(2):1055-62

Salehi B, Quispe C, Imran M, Ul-Haq I, Živković J, Abu-Reidah IM, Sen S, Taheri Y, Acharya K, Azadi H, Del Mar Contreras M, Segura-Carretero A, Mnayer D, Sethi G, Martorell M, Abdull Razis AF, Sunusi U, Kamal RM, Rasul Suleria HA, Sharifi-Rad J. *Nigella* Plants - Traditional Uses, Bioactive Phytoconstituents, Preclinical and Clinical Studies. *Front Pharmacol.* 2021 Apr 26;12:625386. doi: 10.3389/fphar.2021.625386. PMID: 33981219; PMCID: PMC8107825.

Saxena, S. N., Rathore, S. S., Diwakar, Y., Kakani, R. K., Kant, K., Dubey, P. N., et al. (2017). Genetic diversity in fatty acid composition and antioxidant capacity of *Nigella sativa* L. genotypes. *LWT* 78, 198–207. doi:10.1016/j.lwt.2016.12.033

Shahbazi, E.; Safipor, B.; Golkar, P. Responses of *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. to drought stress: Yield, fatty acid composition and antioxidant activity. *J. Agric. Sci. Technol.* **2022**

Sharma, R.; Sahu, P.; Jain, A.; Kumar, V.; Khokhar, D.; Geda, A.K.; Gupta, B. *Nigella sativa*. In *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019; pp. 91–101.

Tiruppur Venkatachallam, S. K., Pattekhan, H., Divakar, S., and Kadimi, U. S. (2010). Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide. *J. Food Sci. Technol.* 47, 598–605. doi:10.1007/s13197-010-0109-y

Toma, C. C., Olah, N. K., Vlase, L., Mogosan, C., and Mocan, A. (2015). Comparative studies on polyphenolic composition, antioxidant and diuretic effects of *Nigella sativa* L. (Black cumin) and *Nigella damascena* L. (Lady-in-a-Mist) seeds. *Molecules* 20, 9560–9574. doi:10.3390/molecules20069560

Topcagic, A.; Zeljkovic, S.C.; Karalija, E.; Galijasevic, S.; Sofic, E. Evaluation of phenolic profile, enzyme inhibitory and antimicrobial activities of *Nigella sativa* L. seed extracts. *Bosn. J. Basic Med. Sci.* **2017**, 17, 286.

Mohammed, Thasniya & Krishnan, Reshma & S H, Arunima & Kumar, Gopika. (2021). *Nigella sativa*: Properties, processing and food applications. 10. 173-184. 10.22271/tpi.2021.v10.i5Sc.6204.

Venkatachallam SKT, Pattekhan H, Divakar S, Kadimi US. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide. *J Food Sci Technol.* 2010;47:598–605. doi: 10.1007/s13197-010-0109-y.

Viuda-Martos, M., Mohamady, M. A., Fernández-López, J., Abd Elrazik, K. A., Omer, E. A., Pérez-Alvarez, J. A., et al. (2011). In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control* 22, 1715–1722. doi:10.1016/j.foodcont.2011.04.003

Wahab, Shadma, and Abdulrhman Alsayari. 2023. "Potential Pharmacological Applications of *Nigella* Seeds with a Focus on *Nigella sativa* and Its Constituents against Chronic Inflammatory Diseases: Progress and Future Opportunities" *Plants* 12, no. 22: 3829. <https://doi.org/10.3390/plants12223829>

Warrier PK, Nambiar VPK, Ramankutty . Chennai: Orient Longman Pvt Ltd; 2004. Indian medicinal plants-a compendium of 500 species; pp. 139–142.

Yun, Q., Liu, Q., He, C., Ma, X., Gao, X., Talbi, A., et al. (2014). UPLC-QTOF/MS characterization, HPLC fingerprint analysis and species differentiation for quality control of *Nigella glandulifera* Freyn et Sint seeds and *Nigella sativa* L. seeds. *Anal. Methods* 6, 4845–4852. doi:10.1039/c4ay00775a

Zaoui A, Cherrah Y, Mahsinna N, Alaoni K, Marouch H and Hassan H., 2002. Acute and chronic toxicity of *N. sativa* fixed oil. *Phytomedicine* 9: 69–74.

<https://www.nature.com/search?q=Nigella&journal=>

Per *NIGELLA DAMASCENA*

Al-Adhroey, A. H., Nor, Z. M., Al-Mekhlafi, H. M., and Mahmud, R. (2010). Ethnobotanical study on some Malaysian anti-malarial plants: a community based survey. *J. Ethnopharmacol* 132, 362–364. doi:10.1016/j.jep.2010.08.006

Badalamenti N, Modica A, Bazan G, Marino P, Bruno M. The ethnobotany, phytochemistry, and biological properties of *Nigella damascena* - A review. *Phytochemistry*. 2022 Jun;198:113165. doi: 10.1016/j.phytochem.2022.113165. Epub 2022 Mar 23. PMID: 35339516.

Ballero M, Fresu I (1993) Le piante di uso officinale nella Barbagia di Seui (Sardegna Centrale). *Fitoterapia* 64:141–150

Benazzouz-Smail L, Achat S, Brahmi F, Bachir-Bey M, Arab R, Lorenzo JM, Benbouriche A, Boudiab K, Hauchard D, Boulekbache L, et al. Biological Properties, Phenolic Profile, and Botanical Aspect of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Seeds: A Comparative Study. *Molecules*. 2023; 28(2):571. <https://doi.org/10.3390/molecules28020571>

Caramiello R., 2011. Veleno, dalla parte delle piante. In L'occhio della scienza. Piemonte Parchi, Gennaio-Febbraio 2011. <https://www.yumpu.com/it/document/view/15644536/download-rivista-pdf-regione-piemonte>

Maria Laura Colombo & Franca Tome (1994) Damascenine Accumulation in *Nigella Damascena* L Laboratory-Grown Plants, *Giornale botanico italiano*, 128:1, 96, DOI: [10.1080/11263509409437027](https://doi.org/10.1080/11263509409437027)

Dadandi, M.; Kökdil, G.; İlçim, A.; Özbilgin, B. Seed macro and micro morphology of the selected *Nigella* (Ranunculaceae) taxa from Turkey and their systematic significance. *Biologia* 2009, 64, 261–270.

Eddouks, M., Maghrani, M., Lemhadri, A., Ouahidi, M. L., and Jouad, H. (2002). Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet). *J. Ethnopharmacol.* 82, 97–103. doi:10.1016/s0378-8741(02)00164-2

El-Seedi, H., Burman, R., Mansour, A., Turki, Z., Boulos, L., Gullbo, J., et al. (2013). The traditional medical uses and cytotoxic activities of sixty-one Egyptian plants: discovery of an active cardiac glycoside from *Urginea maritima*. *J. Ethnopharmacol* 145, 746–757. doi:10.1016/j.jep.2012.12.007

Farag, M. A., Gad, H. A., Heiss, A. G., and Wessjohann, L. A. (2014). Metabolomics driven analysis of six *Nigella* species seeds via UPLC-qTOF-MS and GC-MS coupled to chemometrics. *Food Chem.* 151, 333–342. doi:10.1016/j.foodchem.2013.11.032

Fico, G.; Panizzi, L.; Flamini, G.; Braca, A.; Morelli, I.; Tomè, F.; Cioni, P. Biological screening of *Nigella damascena* for antimicrobial and molluscicidal activities. *Phytother. Res.* **2004**, 18, 468–470

Geng, D., Zhang, S., and Lan, J. (2009). Analysis on chemical components of volatile oil and determination of thymoquinone from seed of *Nigella glandulifera*. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 34, 2887–2890. doi:10.1021/acs.orglett.7b03189.s001

Geraci, A., Polizzano, V., and Schicchi, R. (2018). Ethnobotanical uses of wild taxa as galactagogues in Sicily (Italy). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 87, 1–18. doi:10.5586/asbp.3580

Heiss, A. G., and Oeggl, K. (2005). The oldest evidence of *Nigella damascena* L. (Ranunculaceae) and its possible introduction to central Europe. *Veget Hist. Archaeobot* 14, 562–570. doi:10.1007/s00334-005-0060-4

Jamila, F., and Mostafa, E. (2014). Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments. *J. Ethnopharmacol* 154, 76–87. doi:10.1016/j.jep.2014.03.016

Kökdil, G., Tamer, L., Ercan, B., Ilci, A., Aras, N., and Atik, U. (2005). Effects of *Nigella unguicularis* fixed oil on blood biochemistry and oxidant/antioxidant balance in rats. *J. Ethnopharmacology* 99, 131–135. doi:10.1016/j.jep.2005.02.009

Matthaus, B., and Özcan, M. M. (2011). Fatty acids, tocopherol, and sterol contents of some *Nigella* species seed oil. *Czech J. Food Sci.* 29, 145–150. doi:10.17221/206/2008-cjfs

Moretti, A., D'antuono, L. F., and Elementi, S. (2004). Essential oils of *Nigella sativa* L. And *Nigella damascena* L. Seed. *J. Essent. Oil Res.* 16, 182–183. doi:10.1080/10412905.2004.9698690

Sajfritova, M.; Sovova, H.; Karban, J. Enrichment of *Nigella damascena* extract with volatile compounds using supercritical fluid extraction. *J. Supercrit. Fluids* **2014**, 94, 160–164.

Salehi B, Quispe C, Imran M, Ul-Haq I, Živković J, Abu-Reidah IM, Sen S, Taheri Y, Acharya K, Azadi H, Del Mar Contreras M, Segura-Carretero A, Mnayer D, Sethi G, Martorell M, Abdull Razis AF, Sunusi U, Kamal RM, Rasul Suleria HA, Sharifi-Rad J. *Nigella* Plants - Traditional Uses, Bioactive Phytoconstituents, Preclinical and Clinical Studies. *Front Pharmacol.* 2021 Apr 26;12:625386. doi: 10.3389/fphar.2021.625386. PMID: 33981219; PMCID: PMC8107825.

Vishin, M., Mothes, K., Engelbrecht, L. *et al.* Biosynthesis of Damascenine in *Nigella damascena* L.. *Nature* 188, 61–62 (1960). <https://doi.org/10.1038/188061a0>