

La collana

L'agricoltura del Cilento e Vallo di Diano presenta materiale genetico unico e ricchissimo, ed una varietà di tecniche agropastorali e di uso dei prodotti naturali. La collana MIdA agricoltura ne documenta e divulga le valenze tecniche, storico-culturali ed ambientali e lancia la sfida di inserirlo in cicli produttivi sostenibili ed integrati con la fruizione culturale e turistica per raccoglierne il potenziale di eco-compatibilità e sviluppo. E' realizzata in collaborazione fra la fondazione MIdA e la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali dell'Università della Basilicata.

Copyright 2015. Riproduzione vietata, tutti i diritti riservati dalla legge sui diritti d'autore.

"Iniziativa realizzata nell'ambito della Misura 413. 313 "INCENTIVAZIONE DELLE ATTIVITA' TURISTICHE" del PSR I Sentieri del Buon Vivere - PSR Campania 2007-2013 -Asse IV-Approccio Leader"



Il rafano rusticano

curiosità, valore nutrizionale e proprietà salutistiche

Susanna De Maria, Rosa Agneta, Giuseppe Mercurio, Anna Rita Rivelli

Collana MIdA Agricoltura

ISBN 978-88-908337-2-4



9 788890 833724

Il rafano rusticano: curiosità, valore nutrizionale e proprietà salutistiche
Susanna De Mana, Rosa Agneta, Giuseppe Mercurio, Anna Rita Rivelli
Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Copyright 2015©. Riproduzione vierara, tutti i diritti riservati dalla legge sui diritti d'autore

Collana l'IIdA Agricoltura

Editor in chief
Prof **Mariana Amato**•2.,

Editorial board:
Dr. Geol. Aniello Aloia a.e.s.
Prof Mariana Amato 1.,1
Sig. Antonietta Cafaro'
Prof Domenico Calcaterra u
Dott, **Daniela** Casorelli i;
Dott, **Anna DeMauro**
Ing. Angelo De V,ta '"
Prof Gaetano Di Pasquale"
Dott. Giuseppe Landi '
Prof Michele Perniola'
Dott. Roberta Rossi.'?

¹ Università degli Studi della Basilicata - Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali
¹ .AfidA- Musei Integrati dell'Ambiente
¹ Geopark Cilento, Vallo di Diano and Alburni European & Global Geopark
• Geopark Manager National Parkof Cilento, Vallo di Diano and Alburni European & Olobul Geopark
s Coordinatore Nazionale Forum dei Geoparchi Italiani
• Università di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse
¹ MidA Junior Scientific Council
• Università degli Studi delfAquila - Dipartimento di Ingegneria industriale e dell'infonnazioae e di economia
⁰ Università di Napoli Federico II- Dipartimento di Agraria
¹ **Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura** del Ministero per le **Politiche Agrarie e Forestali**

Questa pubblicazione si inserisce nel progetto “I sapori di Auletta”, un percorso attraverso le risorse naturali e culturali, ed i prodotti del nostro territorio, da quelli già noti alle produzioni di nicchia, che potranno un giorno costituire una ricchezza ulteriore per lo sviluppo delle aree rurali.

Il progetto ha lo scopo di accrescere in primo luogo la consapevolezza dei cittadini, ed in particolare delle giovani generazioni, riguardo al patrimonio che queste risorse costituiscono, e poi naturalmente di diffondere la conoscenza di queste unicità in un ambito che parte dal nostro paese e da quelli limitrofi per abbracciare l'intero territorio del Geoparco Cilento.

Il sindaco di Auletta
Pietro Pessolano

INDICE

- Origine e diffusione della specie	5
- Inquadramento botanico e biologia	11
- Aspetti nutrizionali e salutistici	19
- Uso alimentare e medicinale	25
- Esigenze pedoclimatiche e tecnica colturale	29
- Avversità fitopatologiche	35
- Uso culinario e ricette in cucina	39



Origine e diffusione della specie

Il rafano rusticano, semplicemente rafano, cren o barbaforte (*Armoracia rusticana* Gaertner, Meyer & Scherbius) è una pianta erbacea perenne, rustica, estremamente resistente, conosciuta fin dall'antichità come erba medicinale e come pianta di considerevole valore nutritivo e di notevole interesse culinario. Della pianta si consumano prevalentemente le radici, spesse, bianche e carnose, caratterizzate da un aroma intenso e fragrante e dal gusto pungente dovuto alla presenza di composti bioattivi contenenti zolfo.

La lunga e diffusa tradizione legata all'uso del rafano come pianta medicinale e alimentare e il crescente interesse scientifico verso i composti bioattivi di cui il rafano è particolarmente ricco, oltre a incoraggiarne l'uso come alimento funzionale e salutistico e di beneficio per la salute umana, attualmente aprono il campo a nuove applicazioni in diversi settori agro-industriali e farmaceutici.

L'origine, l'etimologia del nome e la diffusione del rafano sono state oggetto d'interesse da diverso tempo e di recente argomentate da diversi autori in interessanti recensioni (La Rocca e Chisci, 2005, Wedelsbäck Bladh e Olsson, 2011, Agneta et al., 2013). Circa il centro di origine della specie, secondo alcuni autori esso si collocerebbe tra l'Europa orientale e la parte sud occidentale della Russia. I primi dati storici disponibili indicavano il rafano nativo delle regioni temperate dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale; la conferma di tale origine arriva dagli studi geografici e filologici di De Candolle nel 1890 il quale notò che tipi selvatici erano diffusi dalla Finlandia e Polonia alle regioni intorno al Mar Caspio e il deserto di Cumania (ora Romania) e Turchia. Da qui, il rafano si sarebbe diffuso anche in Europa occidentale e, attraverso l'Atlantico, nel Nuovo Mondo, portato dai primi coloni.

Oltre che l'origine anche il significato del termine “rafano” è molto controverso. Sempre secondo De Candolle (1890) la parola *chren*, comune nelle lingue slave, è il nome più antico del rafano. Tale nome comune sarebbe stato poi introdotto nei dialetti tedeschi e francesi nelle forme di *kren*, *kreen*, *cran* e *cranson*. *Meer-retig*, *meerradys* e *meridi*, sono altre parole comuni utilizzate per indicare il rafano in diverse lingue dell'Europa occidentale, vocaboli meno primitivi rispetto al nome *chren* come i termini *horseradish* in inglese, *raifort* in francese, e *pepperrot* in svedese (Courter e Rhodes, 1969). In particolare il termine “*horse radish*” è stato utilizzato per la prima volta da John Gerard nel suo famoso *English herbal* (1597), testo che riporta diverse informazioni e una chiara descrizione della pianta. Alcuni ritengono che gli inglesi chiamarono la pianta “*horseradish*” in riferimento alla sua propensione a diffondersi rapidamente con un comportamento ‘galoppante’, cioè, difficile da controllare quando introdotta in un areale. E' possibile anche che fosse chiamata “*harsh radish*” per il gusto aspro e amaro della radice. Il termine “*armoracia*”, è stato comunemente usato come nome generico o epiteto specifico; secondo alcuni autori (Barton e Castle, 1887) esso deriverebbe dal celtico *ar* ‘vicino’, *mor* ‘mare’, *rich* ‘contro’, cioè, “pianta che cresce vicino al mare”. Secondo altri autori, invece, il termine deriverebbe dal latino “*armoricus*” cioè bretone, in riferimento all'Armorica, una zona della Bretagna, dove la pianta veniva coltivata; mentre “*rusticana*”, probabilmente ha origine dal latino “*rusticus*” con riferimento al portamento della pianta, nel senso che cresce in maniera irregolare come un incolto. Il nome francese *raifort* deriverebbe dal latino *radix fortis*, onde poi barbaforte, mentre *cren* da *kren-cren-crenson*, dal nome russo della pianta.

La ricca e complessa varietà di nomi noti per la specie danno un'idea di quanto il rafano si sia ben presto diffuso in tutto il mondo, dall'Europa orientale in Asia

e in America, come riportato in precedenza. Difatti il rafano si è naturalizzato in molte parti del mondo, dove oggi si ritrova allo stato selvatico, semi-coltivato o coltivato nei più svariati ambienti tra cui giardini domestici, aree incolte, lungo strade, fossi, zone perturbate e terreni agricoli.

Nel Nuovo Continente, come riportato da Courther e Rhodes (1969), furono i coloni europei ad importare il rafano dove esso si diffuse così rapidamente tanto che già nel 1840 venivano censite popolazioni selvatiche nelle vicinanze di Boston. Sempre negli stessi anni iniziò la coltivazione della specie in alcune aree vicino Sant Louis. Da allora le superfici destinate alla coltivazione sono aumentate sempre di più, tanto che attualmente le principali aree di produzione commerciale si trovano proprio in Nord America, in particolare in California, Illinois e Wisconsin (oltre che in diverse aree dell'Europa e dell'Asia). Nello Stato dell'Illinois la città di Collinsville, designata capitale mondiale del rafano rusticano, annualmente ospita uno spettacolare festival ricco di eventi, esibizioni e competizioni con preparazione di piatti tipici a base di rafano (Figura 1).



Figura 1. Immagini del festival di Collinsville, capitale mondiale del rafano. Fonte: www.horseradishfestival.net.

Nei Paesi europei, il rafano è attualmente molto apprezzato e consumato particolarmente in Austria, Ungheria, Polonia e Germania. In quest'ultimo paese, vi è produzione su larga scala nelle aree centrali, come l'Alta Franconia, in Turingia e Sprea, luoghi di coltivazione già documentati nel lontano 1569 (Hanelt, 2001). La provincia serba della Voivodina, vanta persino una ricca collezione di rafano selvatico iniziata molto tempo fa, nella quale figura, vale la pena ricordarlo, l'ecotipo denominato "Novosadski", molto ricercato dalla corte austro-ungarica per la sua eccezionale qualità (Vögel, 1996). Il rafano è coltivato anche in Russia, nel Caucaso, in Asia. Recentemente, la Cina ha avviato produzioni di crescente interesse commerciale, provenienti perlopiù da piccole aziende agricole. In Italia il rafano è particolarmente consumato e coltivato nelle regioni settentrionali (Triveneto) e in alcune meridionali (Basilicata, Campania, Puglia) (La Rocca e Chisci, 2005). Esso risulta presente anche in Piemonte, Lombardia, Liguria e Sicilia (La Rocca e Chisci, 2005). Recentemente in Basilicata sono state censite e collezionate numerose accessioni di rafano la cui provenienza, caratterizzazione morfologica e variabilità sono riportate in un lavoro di Sarli et al. (2011). Sebbene l'ipotesi debba essere confermata da studi storico-botanici più dettagliati (Pieroni et al., 2005), è probabile che il rafano sia arrivato nei villaggi dell'entroterra della Basilicata via migranti provenienti dalla Svevia durante il XIII secolo. Secondo altri ricercatori (Hammer et al., 2011), invece, la pianta è stata probabilmente introdotta come spezia tradizionale dall'Albania via immigrati albanesi diretti verso il Sud Italia, dove oggi il rafano è particolarmente diffuso soprattutto nelle aree Arbëreshë. In diversi Comuni della Basilicata (Accettura, Montemurro, Corleto Perticara e altri), oltre al tradizionale consumo della radice fresca, alcuni coltivatori stanno sperimentando altre forme di conservazione e utilizzazione della radice come la produzione di creme e deliziosi

estratti liquorosi.

In Figura 2 sono riportate le regioni italiane in cui il rafano risulta presente anche come specie archeofita naturalizzata, fermo restando la sua presenza, come specie coltivata o semi-coltivata nelle altre regioni precedentemente citate.

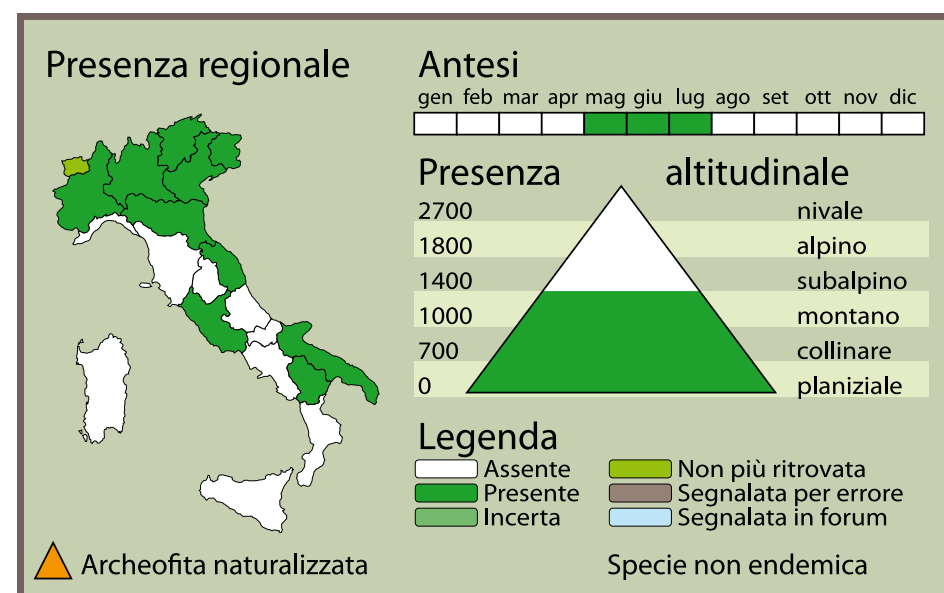


Figura 2. Mappa delle presenze regionali della specie come archeofita naturalizzata. Fonte: <http://www.actaplantarum.org/floraitaliae>.

Inquadramento botanico e biologia

Il rafano rusticano (*Armoracia rusticana*, Gaertner, Meyer & Scherb.) è una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle Brassicaceae, la cui classificazione botanica è riportata in Figura 3.



Regno: Plantae
 Divisione: Magnoliophyta
 Classe: Magnoliopsida
 Ordine: Capparales
 Famiglia: Brassicaceae
 Genere: *Armoracia*
 Specie: *Armoracia rusticana*
 Gaertner, Meyer & Scherb.

Figura 3. Classificazione botanica del rafano.

La specie presenta delle caratteristiche botaniche e morfologiche ben definite che chiaramente la contraddistinguono da tutte le altre specie appartenenti alla famiglia delle Brassicacee o Crucifere. Di questa specie difficile è stata la classificazione tassonomica, infatti nel corso dei secoli essa è stata collocata in diversi generi da diversi botanici utilizzando vari nomi latini e diversi epiteti specifici (Weber 1949). Nel 1969 gli studiosi Courter e Rhodes hanno riepilogato in

una review alcuni dei numerosi nomi scientifici utilizzati per la classificazione botanica del rafano nel corso di tre periodi storici, dai tempi del botanico Dioscoride (40-90 d.C.) fino al 1900 (Tabella 1).

Tra i generi figurano, tra quelli più antichi, il nome Sinapi, probabilmente per il sapore simile a quello della senape. Durante il rinascimento, invece il rafano venne collocato nel genere *Raphanus* con diversi epiteti nel corso degli anni. Solo in seguito, da Linneo in poi, vennero usati i generi *Cochlearia*, forse in riferimento alla forma delle foglie basali simile alla “coclear” un mestolo utilizzato dai romani per servire i dolci, e *Nasturtium*, dal latino “nasus tortus” ossia “torcere il naso” in riferimento al forte odore pungente che irrita le narici, e altri quali *Roripa*, *Radicula*, *Armoracia*, con numerosi specifici epiteti quali *rivini*, *rusticana*, *armoracia* o *lapathifolia*. Solo nel 1800 fu pubblicato e riconosciuto il nome scientifico di questa specie da Gaertner, Meyer e Scherbius come *Armoracia rusticana*; questo binomio è quello attualmente utilizzato per classificare il rafano rusticano (Shehata et al., 2009).

Ugualmente vasta è la varietà di nomi comuni utilizzati per designare questa specie; la numerosità dei termini in uso è legata non solo ai diversi linguaggi ma anche alla differenziazione dialettale nei diversi paesi e territori, e curiosa è la loro etimologia, come già richiamato nel paragrafo precedente.

Anche in Italia molteplici sono i nomi comuni del rafano, alcuni noti anche in forma dialettale: *mostarda dei capussin* o *peverella* o *remolass* (in Lombardia), *rafano*, *ravanet* (Piemonte), *armuassa*, *ravanasso* (Liguria), *cree*, *kren* (Trentino Alto Adige), *jerbe cajarie* (Friuli), *crein* (Emilia), *barbaforte*, *erba da scorbutto* (Toscana), *pizzica lingua* (Umbria), *rafano*, *barbaforte* (Basilicata) *rafanu di Spagna* (Sicilia), *armurata* (Sardegna). Il riferimento è spesso legato al sapore piccante (p.es. *pizzica lingua*) e al potere curativo della radice (p.es. *erba da scorbutto*).

Tabella 1. Classificazione del rafano durante tre periodi storici (tabella modificata da Courter and Rhodes (1969).

Nome	Fonte
FINE ETÀ ANTICA	
<i>Persicum sinapi</i>	Dioscoride
<i>Sinapi persicum</i>	Dioscoride
<i>Thlaspi cratevae</i>	Dioscoride
<i>Persicon napy</i>	Plinio
RINASCIMENTO	
<i>Thlaspi alterum</i>	Turner
<i>Raphanus vulgaris</i>	Matthioli
<i>Raphanus magna</i>	Dodoens
<i>Raphanus rusticanus</i>	Gerard
<i>Raphanus sylvestris</i>	Bauhin J.
DA LINNEO FINO ALL' EPOCA MODERNA	
<i>Armoracia rivini</i>	Ruppins
<i>Cochlearia armoracia</i>	Linneo
<i>Cochlearia rusticana</i>	Lamarck
<i>Armoracia lapathifolia</i>	Gilbert
<i>Armoracia rusticana</i>	Gaertner et al.
<i>Nasturtium armoracia</i>	Fries
<i>Roripa rusticana</i>	Gren. & Godr.
<i>Roripa armoracia</i>	Hitchcock
<i>Radicula armoracia</i>	Robinson
<i>Armoracia armoracia</i>	Britton

Morfologia della pianta

Il rafano è una pianta erbacea perenne che cresce fino ad un'altezza di circa 80-100 cm (Foto 1). Molto complessa risulta la morfologia fogliare, nelle forme e nelle dimensioni delle foglie, principalmente in funzione della fenologia e dell'età della pianta.



Foto 1. Pianta di rafano nel periodo di massimo sviluppo vegetativo (Foto Agneta).

Generalmente è caratterizzato da un rigoglioso apparato fogliare con un numero di foglie molto elevato che talvolta può raggiungere anche le 70 foglie per pianta. Il rafano presenta anche uno spiccato polimorfismo; le foglie possono variare per forma, margine, torsione, ondulazione in funzione di diversi fattori, incluso l'habitat in cui crescono. Difatti da studi in corso presso l'Università degli Studi della Basilicata sono state individuate marcate differenze nella morfologia fogliare nel corso del ciclo vegetativo (forma e margine fogliare) e tra i diversi genotipi diffusi nel territorio della Basilicata (dati non pubblicati). In generale, le foglie, che si sviluppano a rosetta dal colletto radicale, hanno lunghi piccioli, sono generalmente oblunگو-ovate o ellittiche, di solito cordate alla base o asimmetriche e crenate o dentate in modo non uniforme. Tuttavia, foglie di forme

diverse si rinvencono sulla pianta nel corso della stagione, da intere o laminate in primavera-estate a incise e pennate in autunno con tipi intermedi visibili in tutte le stagioni (Foto 2).

In alcuni casi le foglie presentano una torsione della nervatura centrale e/o una marcata ondulazione del margine (Foto 3). A prescindere dalle forme possono raggiungere fino a 100 cm di lunghezza. Diverse sono le foglie che si accrescono sullo stelo florale: di dimensioni notevolmente inferiori, sono generalmente sessili, lanceolate, irregolarmente dentate o con margine prevalentemente liscio



Foto 2. Differenze morfologiche delle foglie (da sinistra verso destra: foglia ovata incisa e pennata) (Foto Rivelli e De Maria).



Foto 3. Portamento di una pianta giovane e torsione fogliare (Foto De Maria e Rivelli).

e disposte alternate lungo lo stelo.

In genere, in habitat naturali, il rafano fiorisce abbondantemente e per un lungo periodo di tempo, fino a metà agosto; esso produce numerosi fiori profumati, di piccole dimensioni, con quattro sepali e quattro petali bianchi, con pedicelli di 5-7 cm di lunghezza, eretti, sostenuti in racemi (Foto 4). Lo stelo florale tuttavia, non è sempre presente, la pianta può formarlo o meno in funzione delle condizioni ambientali.



Foto 4. Infiorescenza del rafano (Foto Agneta).

Il frutto è una siliquetta, latisetta obovoide o ellissoide, di circa 4-6 mm di lunghezza, con stilo corto (0.5 mm), che a maturità si apre nelle due logge che contengono semi, due file per ciascun loculo, piccolissimi, oblungi, compressi, spesso abortiti, lisci e marroni (Foto 5). Un grammo di semi di rafano può contenere 1600 semi. Molte varietà di rafano, producono pochi semi o non ne producono affatto. Ad ogni modo, in letteratura è frequentemente riportato che il rafano raramente produce semi vitali e difatti la pianta è considerata altamente



Foto 5. Silique immature (sinistra in alto) e siliqua matura con le 2 logge contenenti i semi. Immagine elaborata con uno stereomicroscopio cortesemente fornita dal Prof. I. Camele, Università della Basilicata.

sterile. Essa, invero, viene propagata per via vegetativa, piantando sezioni di radici dell'anno precedente.

Il rafano è una geofita rizomatosa, cioè ha un fusto sotterraneo, metamorfosato, in questo caso detto rizoma, che ogni anno emette radici e fusti avventizi. La radice principale è lunga, cilindrica e affusolata. Da essa si dipartono numerose radici laterali più sottili (che si utilizzano di norma per i nuovi impianti) (Foto 6). Le radici presentano polarità distinte: un'estremità prossimale o punto di attacco della radice principale che presenta diverse gemme avventizie dalle quali possono formarsi i nuovi germogli e una estremità distale. Se indisturbato, l'apparato radicale, può raggiungere una profondità di 3-4 m con una diffusione laterale di circa 1 m. Esternamente le radici sono coriacee, di colore bianco-giallo chiaro, internamente sono carnose e bianche.



Foto 6. Radici di rafano (Foto Agneta).

Aspetti nutrizionali e salutistici

Il rafano, dal sapore forte, piccante e aromatico, è una pianta con importanti proprietà nutrizionali e salutistiche. Diverse fonti ne attestano i numerosi effetti benefici per la salute umana.

Difatti il rafano risulta ricco di vitamine, sali minerali (quali sodio, potassio, calcio, fosforo, magnesio, ferro, zinco e rame, zolfo, silicio), amminoacidi, pectine, fenoli e zuccheri, che conferiscono alla radice un elevato valore energetico. La radice presenta inoltre piccole quantità di acido folico, piridossina, riboflavina, niacina e acido pantotenico. A titolo di esempio, in tabella 2 è riportato il valore nutrizionale di diversi nutrienti presenti in 100 g di salsa di rafano o cren.

Notoriamente la radice è ricca di vitamina B e soprattutto di vitamina C della quale si riportano in letteratura contenuti superiori a quelli di altre specie come peperoni, prezzemolo, arance, limoni o kiwi. Infatti, in riferimento a quest'ultima vitamina, alcuni ricercatori dell'Università della Basilicata hanno riscontrato sorprendenti contenuti sia nella radice (circa 50 mg/100g) che nelle foglie (valori superiori a 150 mg/100g), in particolare in quelle più giovani. Questi dati suggeriscono che è opportuno consumare non solo la radice, ma anche le foglie giovani, per esempio miste ad altre verdure o insalate, cotte o crude.

Tabella 2. Valore nutrizionale di salsa di rafano (per 100g di prodotto). Fonte: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service; USDA National Nutrient Database for Standard Reference (<http://ndb.nal.usda.gov>).

Nutriente	Valore
NUTRIENTI PRINCIPALI	
Acqua	85 %
Calorie	48 kcal
Proteine	1.18 g
Grassi	0.69 g
Ceneri	1.76 g
Carboidrati	11.3 g
Fibre	3.3 g
Zuccheri	8.0 g
MINERALI	
Calcio	56 mg
Magnesio	27 mg
Fosforo	31 mg
Potassio	246 mg
Sodio	314 mg
Zinco	0.83 mg
Rame	0.058 mg
Manganese	0.126 mg
Selenio	2.8 µg
VITAMINE	
Acido ascorbico (vitamina C)	24.9 - 110 mg
Tiamina (vitamina B1)	0.008 mg
Riboflavina (vitamina B2)	0.024 mg
Niacina (vitamina B3)	0.386 mg
Acido pantotenico (vitamina B5)	0.093 mg
Piridossina (vitamina B6)	0.073 mg

Numerosi sono anche gli enzimi, tra cui la perossidasi che è ampiamente utilizzata in biologia molecolare e la mirosinasi. Quest'ultimo enzima, contenuto in speciali cellule chiamate mirosine, è particolarmente importante nella pianta, poiché è responsabile della decomposizione dei glucosinolati, molecole solforate (la cui struttura generale è riportata in Figura 4), in particolari composti volatili, definiti isotiocianati.

Sono proprio questi isotiocianati che conferiscono al rafano il suo caratteristico aroma. Infatti, i tessuti della pianta, quando integri, non hanno nessun particolare odore, solo con la rottura delle cellule vegetali, quando i glucosinolati entrano in contatto con la mirosinasi, a seguito della loro decomposizione, si ha la produzione di una varietà di composti volatili, tra cui i più abbondanti sono gli isotiocianati.

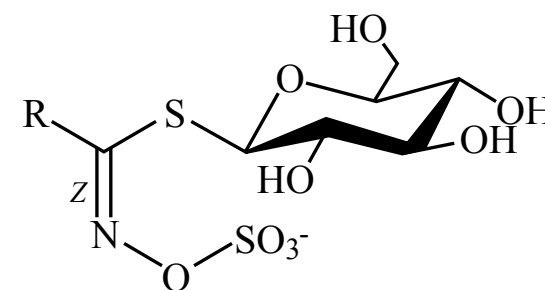


Figura 4. Struttura chimica dei glucosinolati.

Tabella 3. Glucosinolati identificati in piante di rafano (modificata da Agneta et al. 2014a). In ogni cromatogramma il numero indica il picco del glucosinolato analizzato e le lettere il nome del glucosinolato corrispondente nella colonna a fianco.

Cromatogramma	Nome glucosinolato
	A) Glucoiberina
	B) Sinigrina
	C) 2-metisulfonil-oxo-etil-GLS
	D) Gluconapina
	E) Glucococlearina e glucoconringianina
	F) Glucosativina
	G) Glucoibarina
	H) 4-idrossiglucobrassicina e 5-idrossiglucobrassicina
	I) Glucobarbarina
	J) Glucobrassicinapina
	K) Glucotropaeolina
	L) Glucobrassicina
	M) Gluconasturtina
	N) 4-metossiglucobrassicina
	O) Glucoarabirsutaina

Gli stessi ricercatori hanno evidenziato notevoli differenze di contenuto tra le diverse parti della pianta. In particolare le prime foglioline che si formano durante la ripresa vegetativa hanno un contenuto di glucosinolati 15 volte superiore ($117 \mu\text{mol/g}$) rispetto alla radice (circa $8 \mu\text{mol/g}$) (Agneta et al. 2014a). Inoltre, la concentrazione di glucosinolati varia in funzione delle accessioni e della fenologia delle piante, come recentemente mostrato da più ricercatori (Agneta et al., 2014b, Wedelsbäck Bladh et al. 2013).

Tra i prodotti di degradazione dei glucosinolati maggiormente presenti nel rafano si ritrovano l'allil e il fenilettil isotiocianato, entrambi in gran parte responsabili del caratteristico sapore piccante. In particolare, al primo sono da attribuirsi la lacrimazione, il gusto amaro e il forte odore pungente.

Ai glucosinolati sono inoltre associate numerose attività biologiche; difatti, pur non essendo direttamente coinvolti nella crescita, nello sviluppo e nella riproduzione delle piante, sembra svolgano diverse importanti funzioni ecologiche agendo come pesticidi naturali e come difesa dagli erbivori, probabilmente per il sapore amaro che essi conferiscono alla pianta.

A livello salutistico, alcune ricerche attribuiscono a questi metaboliti secondari presenti negli estratti di rafano, una possibile riduzione della proliferazione di cellule tumorali e del colesterolo, una protezione contro le lesioni gastriche, significativi effetti antimicrobici e proprietà antiossidanti (Nguyen et al., 2013).



Uso alimentare e medicinale

L'uso del rafano come pianta alimentare e medicinale era largamente diffuso in epoca medioevale nelle zone orientali e mediterranee del vecchio continente. Si ritiene che in Europa il rafano sia diventato popolare come condimento poiché era considerato un conservante naturale, capace di coprire il gusto della carne alterata grazie al suo particolare aroma piccante. Dagli ebrei presenti in Europa, il rafano veniva utilizzato come erba amara durante la cena rituale pasquale, in quanto cibo simbolico, che per il suo gusto, ricordava la sofferenza dei loro antenati durante l'esodo dall'Egitto. Verso la fine del 1600, gli inglesi usavano aggiungere il rafano alla carne di manzo e alle ostriche, mentre le foglie tenere erano spesso consumate come verdura mista ad altre piante selvatiche; i tedeschi invece, utilizzavano le radici tagliate in piccoli pezzi poi schiacciate e mescolate con sale e aceto per condire carne e pesce. Le parti principali di questa pianta sono ancora oggi ampiamente impiegate per preparare diversi piatti tradizionali. In particolare, in Polonia le radici vengono utilizzate come condimento, con cetrioli sott'aceto, grattugiate con uova sode, zuppe o piatti di carne, spesso consumati a Pasqua, mentre le foglie, sono poste sotto la base dell'impasto del pane, per evitare che durante la cottura il pane si attacchi, insaporendolo al contempo. In Bulgaria, Romania e Russia, le radici grattugiate rappresentano il condimento di qualsiasi carne cotta (ad esempio, agnello, maiale e pollo), spesso combinate con aceto, sale, olio, panna, o yogurt. Anche in Italia, nelle regioni del Triveneto, il rafano è presente da tempo nella tradizione culinaria preparato in diversi modi, principalmente come salsa per accompagnare i bolliti. Più al sud, in Basilicata questa pianta è la base per la preparazione di piatti tipici durante il periodo di carnevale: il rafano viene grattugiato

come condimento per la pasta fatta in casa, i *ferriciedd*, o aggiunto alle uova, formaggio pecorino e salame per preparare un piatto tradizionale, la *rafanat*; le radici sono impiegate crude, grattugiate o tagliate in pezzi, spesso abbinate con olio, sale e aceto, come condimento per la carne cotta di maiale, agnello e pollo o per aromatizzare salsicce; in particolare dalle radici grattugiate, combinate con l'olio, si ottiene una crema, da spalmare sul pane grigliato, e che può essere utilizzata tutto l'anno; le foglie tenere, invece, mescolate ad altre specie vegetali, vengono impiegate per la preparazione di insalate.

Oltre ad essere una pianta alimentare e da condimento, il rafano ha una lunga storia come pianta curativa, impiegata nella medicina tradizionale in diverse parti del mondo. Nell'antichità, i primi medici e botanici attribuivano molte virtù a tale erba. In una leggenda legata all'oracolo di Delfi si legge che il dio Apollo avesse detto che "il ravanella valeva il suo peso in piombo, la barbabietola il suo peso in argento e il rafano il suo peso in oro" proprio per le proprietà salutistiche che gli vengono conferite. Si ritiene che gli antichi greci lo usassero a scopo terapeutico per alleviare dolori reumatici e contusioni (sfregandolo sulle zone interessate) e già ai tempi di Ovidio (43 a.C.-17 d.C.) era noto il suo potere afrodisiaco tanto che il poeta nella sua celebre opera "*Ars amatoria*" ne consigliava l'uso per preparare filtri erotici vegetali. Inoltre, il medico e botanico greco Dioscoride (40-90 a.C) descriveva la pianta come un potente diuretico. Più tardi, in epoca medievale, la badessa e naturalista tedesca Hildegard di Bingen (1098-1179), nel suo libro sulle piante medicinali, consigliava di mescolare il rafano con vite calda o acqua per il trattamento delle malattie polmonari, mentre con l'erba cinese *Alpinia galanga* per curare il mal di cuore. Nel 1597, il botanico ed erborista John Gerard riteneva che la pianta fosse utile a ridurre il dolore dovuto a sciatica e coliche. Oltre ad alleviare i reumatismi, il rafano era anche considerato un rimedio con-

tro problemi respiratori, grazie alla sue proprietà espettoranti. Più comunemente veniva adottato come rimedio per lo scorbuto, raccomandato anche dall'erborista William Coles (1626-1662). In particolare risultava utile ai soldati e marinai che nei lunghi viaggi, andavano incontro a gravi carenze di vitamina C, non avendo accesso a verdura o frutta fresca. Inoltre, anche i nativi americani incominciarono a usare il rafano per trattare il mal di denti, come diuretico, per migliorare la digestione, e come valido aiuto per il trattamento di asma, tosse e bronchite.

La tradizione di utilizzare il rafano per scopi medicinali è ancora diffusa in paesi come la Bulgaria, la Romania, e diverse aree della Russia: le radici o le foglie grattugiate vengono messe in un panno, talvolta con alcol o aceto, ed applicate sulla pelle per alleviare i dolori reumatici. Dalle radici schiacciate si ottiene una pasta che, posta in prossimità della gola, allevia i problemi respiratori. Una miscela di rafano e miele di acacia viene adoperata come trattamento contro tosse e bronchite, mentre in combinazione con aceto, sale e zucchero viene utilizzata per ridurre la pressione arteriosa.

Anche nella Basilicata, nel Sud Italia, le foglie e le radici di rafano vengono da lungo tempo utilizzate come medicina naturale per la cura di reumatismi, mal di testa, sinusite, tosse e bronchite. Foglie di rafano, aneto e alloro, aggiunte ad acqua, aceto, sale, e zucchero, sono impiegate anche come rimedio per recuperare da un stato di ubriachezza.

Attualmente le proprietà curative e terapeutico del rafano sono oggetto di crescente interesse scientifico anche in campo medico. Le attuali conoscenze sui componenti bioattivi del rafano (glucosinolati e loro prodotti di degradazione) e la sperimentazione farmacologica, incoraggiano moderne applicazioni terapeutiche in campo medico.

In Germania, è stato approvato l'uso del rafano per il trattamento delle infezioni

del tratto respiratorio e come trattamento di supporto nelle infezioni del tratto urinario. Anche negli Stati Uniti il rafano è riportato tra i componenti di un noto farmaco antisettico urinario.

Nel 1995 è stato brevettato un farmaco a base di rafano per il trattamento dei disturbi nasali e sinusali, da applicare come spray o in gocce all'interno delle mucose (Friedman, 1995).

Oggi le applicazioni più interessanti e promettenti in campo medico riguardano le proprietà antitumorali del rafano. La ragione di questo crescente interesse è dovuta ad una solida correlazione tra il consumo di Brassicaceae e la diminuzione di alcune forme di cancro, come recentemente riportato da Velasco et al. (2010). Diversi studi hanno evidenziato che è l'allil-isotiocianato, prodotto dalla degradazione dei glucosinolati, ad avere probabilmente un ruolo come agente antitumorale inibendo lo sviluppo delle cellule tumorali (Zhang, 2004). Sebbene sarebbero necessari studi a carattere più strettamente clinico, diversi ricercatori hanno evidenziato che il rafano potrebbe inibire il cancro alla prostata (Srivastava et al., 2003), ai polmoni e lo sviluppo di tumori al fegato e al tratto anteriore dello stomaco (Kosson e Horbowicz, 2008).

L'uso di quest'erba è tuttavia sconsigliato alle persone che soffrono di ulcera, gastrite e alle donne in stato di gravidanza e durante l'allattamento. Come altre specie ricche di glucosinolati, inoltre, è consigliato consumarne in moderate quantità per chi ha problemi di ipotiroidismo.

Tra le altre proprietà salutistiche, in letteratura è riportato inoltre che grazie alle note proprietà vermifughe e antimicrobiche il rafano è usato da tempo mescolato al cibo per cani e come conservante naturale in cibi precotti poiché inibisce la crescita di diversi batteri tra cui *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella typhimurium*.

Esigenze pedoclimatiche e tecnica colturale

Il rafano ha un'ampia adattabilità climatica; trova le condizioni ottimali di crescita nelle regioni a clima temperato continentale, con inverni freddi che inducono la pianta ad andare in dormienza. Ha una buona resistenza al freddo durante la fase di riposo vegetativo.

I terreni più adatti alla coltura sono profondi, umidi e ben drenati, friabili e fertili, anche se essa può essere coltivata su diversi tipi di terreno da sabbiosi a sciolti. Tuttavia, la qualità della radice è scarsa in suoli superficiali, in suoli argillosi o limosi che compromettono lo sviluppo radicale e rendono più difficoltose le operazioni di raccolta. Un pH ottimale dovrebbe essere compreso tra 5.5 e 7, anche se il rafano cresce bene anche su suoli più acidi. Prospera in luoghi soleggiati, ma tollera bene anche le zone in penombra.

Passando a considerare la tecnica colturale, il rafano si propaga per via vegetativa attraverso talee radicali trapiantate all'inizio della primavera (fine aprile - inizio maggio).

Essendo una specie perenne può essere coltivata come coltura annuale o poliennale. Nel primo caso, il più diffuso, si raccoglie tutto l'apparato radicale che viene suddiviso in radici primarie, commercializzate, e radici secondarie che servono come stock per l'impianto dell'anno successivo. Le talee radicali vengono preparate praticando un taglio netto orizzontale nella parte apicale (da cui si svilupperanno i germogli) e un taglio obliquo nella parte distale per assicurarsi di trapiantarle con la corretta polarità.

La schematizzazione di tale metodo di propagazione è stata ben dettagliata da Shehata et al. (2009) come illustra la figura 5.

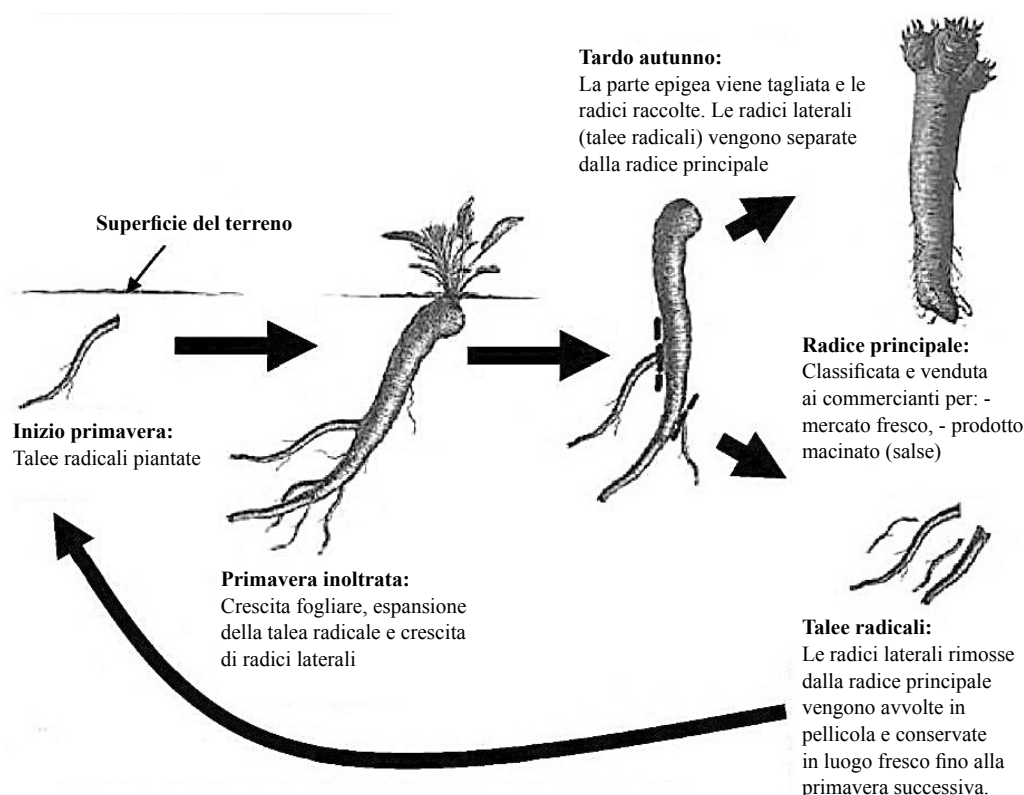


Figura 5. Schematizzazione del metodo di coltivazione annuale del rafano (da Shehata et al. 2009).

Come coltura poliennale, si raccolgono solo le radici laterali che sono destinate alla produzione, mentre la radice principale rimane in campo per rigenerare altre radici. Quest'ultimo sistema è poco utilizzato poiché è molto più laborioso e richiede una maggiore gestione agronomica. In entrambi i casi, la raccolta delle radici può essere effettuata in tardo autunno, ma si può protrarre fino al tardo inverno, inizio primavera.

Per una buona qualità delle radici, le talee radicali utilizzate per l'impianto dovrebbero avere un diametro di 0.8-2 cm e una lunghezza di 15-35 cm (Foto 7).



Foto 7.
Talee radicali da utilizzare per il nuovo impianto (Foto Agneta).

Prima del trapianto si prepara il terreno con aratura e concimazione. Successivamente il campo viene lavorato con assolcatori per creare solchi che vengono lasciati aperti per un facile trapianto.

Le talee radicali vengono posizionate, di norma manualmente, con una inclinazione di circa 30-45° a circa 10 cm di profondità. Il sesto di impianto dovrebbe mantenersi su 40-60 cm nella fila e 70-90 tra le file. In regioni a clima umido, l'irrigazione non è necessaria, tuttavia un adeguato rifornimento idrico nelle stagioni più secche garantisce maggiori produzioni.

Benché il rafano sia una coltura molto rustica, può essere utile effettuare una pacciamatura per evitare lo sviluppo di infestanti e per mantenere un adeguata umidità del terreno. Inoltre, una rincalzatura del terreno garantisce produzioni più elevate e aiuta nella fase di raccolta delle radici. In Nord America e Nord Europa, dove il rafano è largamente coltivato e commercializzato, si pratica il cosiddetto "lifting" della radice (Walters and Wahle, 2010). Questa pratica consiste

in una scalzatura del rafano effettuata durante le prime fasi di crescita ai fini di rimuovere le radici laterali che si originano lungo la radice principale lasciando solo quelle che si formano nella parte distale. In questo modo si ottengono radici di alta qualità, più uniformi e facili da pulire. E' una operazione effettuata ancora manualmente due volte durante il ciclo di crescita, quando le foglie raggiungono una lunghezza di circa 20-25 cm e dopo sei settimane.

In diversi parti dell'Italia, il rafano viene coltivato per autoconsumo in orti e giardini. In questi casi è preferibile coltivarlo in zone laterali degli orti o confinarlo in larghe vasche perché è una specie molto invasiva.

Per una crescita ottimale, in dipendenza dal tipo di suolo, la concimazione dovrebbe garantire un apporto tra i 100 e 200 kg ha⁻¹ di azoto, 100/150 kg ha⁻¹ di fosforo e potassio. Dalla letteratura risulta consigliato aggiungere anche 30/50 kg ha⁻¹ di zolfo. Ingenti quantitativi di azoto dovrebbero comunque essere evitati per evitare un eccessivo sviluppo fogliare, nonché numerose radici laterali e formazione di radici irregolari. Come altre brassicacee, il rafano richiede adeguati quantitativi di boro (1- 3 kg ha⁻¹).

La raccolta viene effettuata praticando una lavorazione profonda del terreno in modo da scavare fino a una profondità di circa 1,5 m lungo il profilo del suolo. Nel Nord America, per la raccolta, si utilizza uno scavapatate modificato.

Dopo la raccolta, le radici vengono lavate, pulite, selezionate e destinate alla commercializzazione (Foto 8 e 9).

Le produzione di radici variano notevolmente in funzione di diversi fattori (tra cui genotipo, qualità del materiale di propagazione, ambiente di coltivazione e tecnica colturale) tanto che i pochi dati disponibili riportano un ampio range che varia tra le 6 e le 20 t/ha.

Come richiamato nei capitoli precedenti al rafano sono attribuite diverse fun-



Foto 8.
Raccolta e pulizia delle radici destinate al mercato fresco (Foto Agneta e Rivelli).



Foto 9. Radici destinate al mercato fresco (Foto Agneta e Rivelli).

zioni ecologiche e di controllo di patogeni ed erbivori. Diverse ricerche hanno evidenziato che il rafano può essere una valida alternativa all'uso di prodotti chimici. Infatti, soprattutto nell'agricoltura biologica, la notevole biomassa residua potrebbe essere vantaggiosamente sovesciata per apportare al terreno elevati quantitativi di materiale organico che essendo anche molto ricchi di composti solforati, possono inibire molti funghi patogeni ed esplicare un effetto repellente nei confronti di alcuni insetti e nematodi.

Avversità fitopatologiche

Generalmente il rafano non è soggetto a gravi problemi fitopatologici anche se pochi sono gli studi ancora disponibili in letteratura. Le patologie fungine sono il principale fattore limitante nella produzione di rafano. Il rafano è suscettibile a diverse malattie fogliari, la cui resistenza è varietà dipendente. Tra di esse si cita la ruggine bianca causa di danneggiamenti che limitano l'accrescimento radicale. E' una malattia sistemica che può essere facilmente gestita con uso di varietà resistenti e di fungicidi. Altri danni fogliari sono causati da diversi patogeni quali *Cercospora armoraciae*, *Ramularia armoraciae* e *Phytophthora campestri armoraciae* che causano punteggiature delle foglie.

Un'altra fitopatia importante è legata allo *Spiroplasma citri*, trasmesso dalle cicaline (Cicadellidi), che provoca scarsa crescita fogliare, con clorosi marcate che portano all'appassimento dell'apparato fogliare. Le radici si imbruniscono e sezionate orizzontalmente presentano un caratteristico anello scuro in corrispondenza dei fasci vascolari. Le radici diventano fragili e si spezzano facilmente se piegate. Sono segnalate inoltre anche infezioni da *Agrobacterium tumefaciens*, patogeno galligeno, che è causa di seri problemi alle radici soprattutto in Europa. Tra i diversi danni da patogeni, quelli causati da *Verticillium* e *Fusarium* sono i più temuti. Essi infatti provocano imbrunimenti o decolorazioni interne della radice, con notevoli perdite di prodotto commerciabile. Ricercatori dell'Università dell'Illinois, regione in cui il rafano è largamente coltivato, hanno evidenziato che una volta che questi patogeni sono in campo è difficile eliminarli. La modalità di trapianto del rafano, attraverso talee radicali, rende difficile il controllo fitosanitario. Se le talee radicali trapiantate provengono da piante infette, già

verso luglio, agosto è possibile che si manifestino i primi segnali di infezione, con perdite di raccolto di circa il 30%. I trattamenti possibili sono le rotazioni e chiaramente l'uso di talee non infette. Recenti indagini, ancora in corso, presso l'Università degli Studi della Basilicata, hanno evidenziato che in radici di rafano infette da *Fusarium oxysporum*, causa di marciume secco, successivamente si insediano anche batteri fluorescenti (molto probabilmente del genere *Pseudomonas*) (Foto 10).

Il TMV (Virus del mosaico del tabacco) è un altro patogeno a cui è suscettibile il rafano, così come altre numerose colture. Viene trasmesso da afidi o per danno meccanico che provocando ferite causa l'ingresso del patogeno nella pianta. I sintomi includono chiazze fogliari a mosaico, ingiallimenti fogliari e imbrunimenti del peduncolo. Spesso questa malattia è tollerata e non richiede interventi fitosanitari.



Foto 10. Radici di rafano con evidenti sintomi di marciume secco (a sinistra) e molle (a destra e a pagina successiva). Immagine elaborata e cortesemente fornita dal Prof. I. Camele, Università degli Studi della Basilicata.



Per il rafano sono stati segnalati pochi insetti causa di danni economici. Tra questi citiamo le cicaline (*Circulifer tenelus*), che come ricordato in precedenza, sono il principale vettore di infezione dello *Spiroplasma citri*, la pulce dei tuberi (varie specie di *Epitrix*) e le larve del lepidottero *Plutella xylostella*, noto anche come tignola delle cruciferae poichè si nutre solo su piante che producono glucosinolati.

Il rafano sembra essere suscettibile anche agli attacchi del crisomelide defogliatore, il *Phaedon cochleariae* e all'altica della bietola, la *Chaectonema tibialis*. Tra gli altri insetti che possono danneggiare la coltura sono stati segnalati anche il tripide degli orti (*Thrips tabaci*), alcuni afidi (*Myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*), la cavolaia (*Pieris rapae*) e diversi generi di cavallette.

Da indagini ancora in corso dagli entomologi dell'Università della Basilicata,

il rafano sembra anche suscettibile all'attacco di formiche (le cui specie sono ancora in corso di identificazione) (Foto 11) e di *Aphrophoridae* (o sputacchine vere) (Foto 12).



Foto 11. Foglie di rafano danneggiate da formiche (Foto Rivelli).



Foto 12. Danni causati dalla “sputacchina vera” su foglie di rafano (Foto De Maria).

Uso culinario e ricette in cucina

Le radici del rafano, considerato da sempre il “tartufo dei poveri”, sono usate nella cucina tradizionale in diverse regioni italiane, di cui si riportano note più specifiche relative alla Basilicata, e in particolare di alcuni comuni dove è particolarmente diffuso l'uso durante i pranzi carnevaleschi e pasquali.

Abitualmente le radici possono essere consumate fresche fra gennaio ed aprile, o durante tutto l'anno dopo essere state tagliate a pezzi e conservate in olio extravergine di oliva in contenitori di vetro. Esse vengono grattugiate come condimento sulla pasta e in altre preparazioni come pastelle, sughi, frittate e gustose salse d'accompagnamento per pesce e carni, utile anche a rendere queste ultime pietanze più digeribili.

Si riportano di seguito alcune delle tante ricette che prevedono l'uso del rafano, erba base della cucina “povera” contadina, che per le proprietà più volte richiamate, ne arricchisce sicuramente il valore nutrizionale. Sono state scelte le principali ricette che nell'insieme potrebbero formare un gustoso menù. Particolarmente interessante è l'accompagnamento del menù anche con altre salse ed estratti liquorosi a base di radici di rafano (di recente produzione da parte di alcuni coltivatori soprattutto nel comune di Montemurro in Basilicata).

RICETTE

Salsa di mele con cren

Ingredienti: un bicchiere da mescita di sidro, il succo di mezzo limone, 1 cucchiaino da minestra di zucchero, un pizzico di sale, 2-3 mele grattugiate, 50-60 g di radice.

Preparazione: mescolare gli ingredienti e servire la salsa con carne fredda o pesce.

(Tratto da: *La Rocca e Chisci*, 2005).



Fusilli con rafano, pecorino e sugo

Ingredienti: 400 g di fusilli, per il sugo: ragù di maiale o agnello, formaggio pecorino grattugiato, radice di rafano grattugiata.

Preparazione: lessare la pasta in acqua salata e condirla con ragù di maiale o di agnello e servire spolverizzando abbondantemente di rafano e pecorino grattugiato.

(Tratto da: *Le ricette lucane, le tipicità della cucina di Basilicata*.

Indirizzo web: www.novasiri.it/RicetteLucane/Ricetta38.shtml)



Tortini di rafano e patate

Ingredienti: 4 uova, 4 cucchiaini di parmigiano grattugiato, 2 grosse patate, 3 cucchiaini di rafano in polvere, sale, olio e prezzemolo

Preparazione: sbucciare le patate e grattugiarle grossolanamente, quindi saltarle in padella per 6-7 minuti con poco olio e sale avendo cura di mescolarle continuamente. A parte sbattere le uova con il parmigiano, il prezzemolo tritato e un pizzico di sale. Quindi aggiungere le patate raffreddate e il rafano e mescolare bene. Imburrare 4 stampini in alluminio versarvi il composto dividendolo equamente in ognuno. Infornare a 220°C per 10 minuti e servire caldo o freddo.

(Tratto da: www.taccuinistorici.it/ita/ricette/contemporanea/sfizziosita%27/Rafano-nella-cucina-lucana.html)



Rafanata

Ingredienti: 10 uova, pecorino grattugiato, mollica di pane di semola sbriciolata, 50 g di rafano grattugiato, 100 g di salsiccia stagionata, sale, olio extravergine d'oliva.

Preparazione: in una terrina sbattere le uova con un pizzico di sale, il pecorino grattugiato, la mollica di pane, la salsiccia e il rafano. Versare il composto in una padella dove l'olio di oliva sarà già caldo. Rigirare la rafanata quando sarà rassodata sulla superficie. Giunta a cottura togliere dall'olio e disporre sulla spianatoia. Tagliata a pezzi la rafanata va disposta fra due fette di pane e gustata dopo un quarto d'ora circa.

(Tratto da: <http://ricettelucane.wordpress.com/tag/rafano/>)



Bibliografia consultata

- Agneta R., Lelario F., De Maria S., Möllers C., Bufo S., Rivelli A.R. 2014a. Glucosinolate profile and distribution among plant tissues and phenological stages of field-grown horseradish. *Phytochemistry* 106: 178-187.
- Agneta R., Möllers C., De Maria S., Rivelli A.R. 2014b. Evaluation of root yield traits and glucosinolate concentration of different *Armoracia rusticana* accessions in Basilicata region (southern Italy). *Scientia Horticulturae* 170: 249-255.
- Agneta R., Möllers C., Rivelli A.R. 2013. Horseradish (*Armoracia rusticana*), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review. *Genetic Resource Crop Evolution* 60:1923–1943.
- Barton B.H., Castle T. 1877. British flora medica. (ed. J.R. Jackson) Catto and Windus, London, p. 477.
- Courter J.W., Rhodes A.M. 1969. Historical notes on horseradish. *Economic Botany* 23:156–164.
- De Candolle A. 1890. Origin of cultivated plants. Appleton and Co., New York.
- Friedman W.H. 1995. Horseradish preparation for the treatment of nasal and sinus dysfunction. US Patent 5385734. Publication date: 01/31.
- Hammer K., Laghetti G., Pignone D. 2011. The meeting of two cultures and their agricultures. In: Linguistic Islands and plant genetic resources - the case of Arbëreshë. Aracne ed. s.r.l., Roma 253–271.
- Hanelt P. 2001 (ed. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research). Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops. Springer, Berlin, 1419–1420.
- Kosson R., Horbowicz M. 2008. Effect of long term storage on some nutritive components and isothiocyanates content in roots of two horseradish types. *Vegetable Crops Research Bulletin* 69:155-164.

- La Rocca F. e Chisci G. 2005. Il cren – Rafano rusticano o barbaforte – Usi erboristici e ricette in cucina. Libreria Editrice Fiorentina
- Nguyen N.M., Gonda S., Vasas G. 2013. A review on the phytochemical composition and potential medicinal uses of horseradish (*Armoracia rusticana*) root. *Food Review International* 29: 261-275.
- Pieroni A., Quave C.L. 2005. Traditional pharmacopoeias and medicines among Albanians and Italians in southern Italy: a comparison. *Journal of Ethnopharmacology* 101:258–270.
- Sarli G., De Lisi A., Agneta R., Grieco S., Ierardi G., Montemurro F., Negro D., Montesano V. 2012. Collecting horseradish (*Armoracia rusticana*, Brassicaceae): local uses and morphological characterization in Basilicata (Southern Italy). *Genetic Resource Crop Evoutionl* 59: 889–899.
- Shehata A.M., Mulwa R.M.S., Babadoost M., Uchanski M., Norton M.A., Skirvin R., Walters S.A. 2009. Horseradish: Botany, Horticulture, Breeding. In: Janick, J. (ed), Horticultural Reviews. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, vol 35, pp 221-261.
- Srivastava S. K., Xiao D., Lew K.L., Hershberger P., Kokkinakis D.M., Johnson C.S., Trump D.L., et al. 2003. Allyl Isothiocyanate, a constituent of cruciferous vegetables, inhibits growth of PC-3 human prostate cancer xenografts in vivo. *Carcinogenesis* 24:1665–1670.
- Velasco P., Francisco M., Cartea M.E. 2010. Glucosinolates in Brassica and cancer. In: Watson RR, Preedy VR (eds), Bioactive foods and extracts. Cancer treatment and prevention. 1st edn. CRC Press, USA, pp 3–29.
- Vögel G. 1996. Handbuch des speziellen Gemüsebauen. Ulmer, Stoccolma (Hohenheim) 381-390.
- Walters S.A., Wahle E.A. 2010. Horseradish Production in Illinois. *Horticulture Technology* 20: 267-276.
- Weber W.W. 1949. Seed production in horseradish. *Journal of Heredity* 40:223-227

- Wedelsbäck Bladh K., Olsson K.M. 2011. Introduction and use of horseradish (*Armoracia rusticana*) as food and medicine from antiquity to the present: emphasis on the Nordic countries. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 17:197-213.
- Wedelsbäck Bladh K., Olsson K.M., Yndgaard F. 2013 Evaluation of glucosinolates in nordic horseradish (*Armoracia rusticana*). *Botanica Lithuanica* 19: 48-56.
- Zhang Y. 2004. Cancer-preventive isothiocyanates: Measurement of human exposure and mechanism of action. *Mutation Research* 555, 173–190.

Questa pubblicazione si inserisce nel progetto “I sapori di Auletta”, un percorso attraverso le risorse naturali e culturali, ed i prodotti del nostro territorio, da quelli già noti alle produzioni di nicchia, che potranno un giorno costituire una ricchezza ulteriore per lo sviluppo delle aree rurali.

Il progetto ha lo scopo di accrescere in primo luogo la consapevolezza dei cittadini, ed in particolare delle giovani generazioni, riguardo al patrimonio che queste risorse costituiscono, e poi naturalmente di diffondere la conoscenza di queste unicità in un ambito che parte dal nostro paese e da quelli limitrofi per abbracciare l'intero territorio del Geoparco Cilento.

Il sindaco di Auletta
Pietro Pessolano

INDICE

- Origine e diffusione della specie	5
- Inquadramento botanico e biologia	11
- Aspetti nutrizionali e salutistici	19
- Uso alimentare e medicinale	25
- Esigenze pedoclimatiche e tecnica colturale	29
- Avversità fitopatologiche	35
- Uso culinario e ricette in cucina	39



Origine e diffusione della specie

Il rafano rusticano, semplicemente rafano, cren o barbaforte (*Armoracia rusticana* Gaertner, Meyer & Scherbius) è una pianta erbacea perenne, rustica, estremamente resistente, conosciuta fin dall'antichità come erba medicinale e come pianta di considerevole valore nutritivo e di notevole interesse culinario. Della pianta si consumano prevalentemente le radici, spesse, bianche e carnose, caratterizzate da un aroma intenso e fragrante e dal gusto pungente dovuto alla presenza di composti bioattivi contenenti zolfo.

La lunga e diffusa tradizione legata all'uso del rafano come pianta medicinale e alimentare e il crescente interesse scientifico verso i composti bioattivi di cui il rafano è particolarmente ricco, oltre a incoraggiarne l'uso come alimento funzionale e salutistico e di beneficio per la salute umana, attualmente aprono il campo a nuove applicazioni in diversi settori agro-industriali e farmaceutici.

L'origine, l'etimologia del nome e la diffusione del rafano sono state oggetto d'interesse da diverso tempo e di recente argomentate da diversi autori in interessanti recensioni (La Rocca e Chisci, 2005, Wedelsbäck Bladh e Olsson, 2011, Agneta et al., 2013). Circa il centro di origine della specie, secondo alcuni autori esso si collocerebbe tra l'Europa orientale e la parte sud occidentale della Russia. I primi dati storici disponibili indicavano il rafano nativo delle regioni temperate dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale; la conferma di tale origine arriva dagli studi geografici e filologici di De Candolle nel 1890 il quale notò che tipi selvatici erano diffusi dalla Finlandia e Polonia alle regioni intorno al Mar Caspio e il deserto di Cumania (ora Romania) e Turchia. Da qui, il rafano si sarebbe diffuso anche in Europa occidentale e, attraverso l'Atlantico, nel Nuovo Mondo, portato dai primi coloni.

Oltre che l'origine anche il significato del termine “rafano” è molto controverso. Sempre secondo De Candolle (1890) la parola *chren*, comune nelle lingue slave, è il nome più antico del rafano. Tale nome comune sarebbe stato poi introdotto nei dialetti tedeschi e francesi nelle forme di *kren*, *kreen*, *cran* e *cranson*. *Meer-retig*, *meerradys* e *meridi*, sono altre parole comuni utilizzate per indicare il rafano in diverse lingue dell'Europa occidentale, vocaboli meno primitivi rispetto al nome *chren* come i termini *horseradish* in inglese, *raifort* in francese, e *pepperrot* in svedese (Courter e Rhodes, 1969). In particolare il termine “*horse radish*” è stato utilizzato per la prima volta da John Gerard nel suo famoso *English herbal* (1597), testo che riporta diverse informazioni e una chiara descrizione della pianta. Alcuni ritengono che gli inglesi chiamarono la pianta “*horseradish*” in riferimento alla sua propensione a diffondersi rapidamente con un comportamento ‘galoppante’, cioè, difficile da controllare quando introdotta in un areale. E' possibile anche che fosse chiamata “*harsh radish*” per il gusto aspro e amaro della radice. Il termine “*armoracia*”, è stato comunemente usato come nome generico o epiteto specifico; secondo alcuni autori (Barton e Castle, 1887) esso deriverebbe dal celtico *ar* ‘vicino’, *mor* ‘mare’, *rich* ‘contro’, cioè, “pianta che cresce vicino al mare”. Secondo altri autori, invece, il termine deriverebbe dal latino “*armoricus*” cioè bretone, in riferimento all'Armorica, una zona della Bretagna, dove la pianta veniva coltivata; mentre “*rusticana*”, probabilmente ha origine dal latino “*rusticus*” con riferimento al portamento della pianta, nel senso che cresce in maniera irregolare come un incolto. Il nome francese *raifort* deriverebbe dal latino *radix fortis*, onde poi barbaforte, mentre *cren* da *kren-cren-crenson*, dal nome russo della pianta.

La ricca e complessa varietà di nomi noti per la specie danno un'idea di quanto il rafano si sia ben presto diffuso in tutto il mondo, dall'Europa orientale in Asia

e in America, come riportato in precedenza. Difatti il rafano si è naturalizzato in molte parti del mondo, dove oggi si ritrova allo stato selvatico, semi-coltivato o coltivato nei più svariati ambienti tra cui giardini domestici, aree incolte, lungo strade, fossi, zone perturbate e terreni agricoli.

Nel Nuovo Continente, come riportato da Courther e Rhodes (1969), furono i coloni europei ad importare il rafano dove esso si diffuse così rapidamente tanto che già nel 1840 venivano censite popolazioni selvatiche nelle vicinanze di Boston. Sempre negli stessi anni iniziò la coltivazione della specie in alcune aree vicino Sant Louis. Da allora le superfici destinate alla coltivazione sono aumentate sempre di più, tanto che attualmente le principali aree di produzione commerciale si trovano proprio in Nord America, in particolare in California, Illinois e Wisconsin (oltre che in diverse aree dell'Europa e dell'Asia). Nello Stato dell'Illinois la città di Collinsville, designata capitale mondiale del rafano rusticano, annualmente ospita uno spettacolare festival ricco di eventi, esibizioni e competizioni con preparazione di piatti tipici a base di rafano (Figura 1).



Figura 1. Immagini del festival di Collinsville, capitale mondiale del rafano. Fonte: www.horseradishfestival.net.

Nei Paesi europei, il rafano è attualmente molto apprezzato e consumato particolarmente in Austria, Ungheria, Polonia e Germania. In quest'ultimo paese, vi è produzione su larga scala nelle aree centrali, come l'Alta Franconia, in Turingia e Sprea, luoghi di coltivazione già documentati nel lontano 1569 (Hanelt, 2001). La provincia serba della Voivodina, vanta persino una ricca collezione di rafano selvatico iniziata molto tempo fa, nella quale figura, vale la pena ricordarlo, l'ecotipo denominato "Novosadski", molto ricercato dalla corte austro-ungarica per la sua eccezionale qualità (Vögel, 1996). Il rafano è coltivato anche in Russia, nel Caucaso, in Asia. Recentemente, la Cina ha avviato produzioni di crescente interesse commerciale, provenienti perlopiù da piccole aziende agricole. In Italia il rafano è particolarmente consumato e coltivato nelle regioni settentrionali (Triveneto) e in alcune meridionali (Basilicata, Campania, Puglia) (La Rocca e Chisci, 2005). Esso risulta presente anche in Piemonte, Lombardia, Liguria e Sicilia (La Rocca e Chisci, 2005). Recentemente in Basilicata sono state censite e collezionate numerose accessioni di rafano la cui provenienza, caratterizzazione morfologica e variabilità sono riportate in un lavoro di Sarli et al. (2011). Sebbene l'ipotesi debba essere confermata da studi storico-botanici più dettagliati (Pieroni et al., 2005), è probabile che il rafano sia arrivato nei villaggi dell'entroterra della Basilicata via migranti provenienti dalla Svevia durante il XIII secolo. Secondo altri ricercatori (Hammer et al., 2011), invece, la pianta è stata probabilmente introdotta come spezia tradizionale dall'Albania via immigrati albanesi diretti verso il Sud Italia, dove oggi il rafano è particolarmente diffuso soprattutto nelle aree Arbëreshë. In diversi Comuni della Basilicata (Accettura, Montemurro, Corleto Perticara e altri), oltre al tradizionale consumo della radice fresca, alcuni coltivatori stanno sperimentando altre forme di conservazione e utilizzazione della radice come la produzione di creme e deliziosi

estratti liquorosi.

In Figura 2 sono riportate le regioni italiane in cui il rafano risulta presente anche come specie archeofita naturalizzata, fermo restando la sua presenza, come specie coltivata o semi-coltivata nelle altre regioni precedentemente citate.

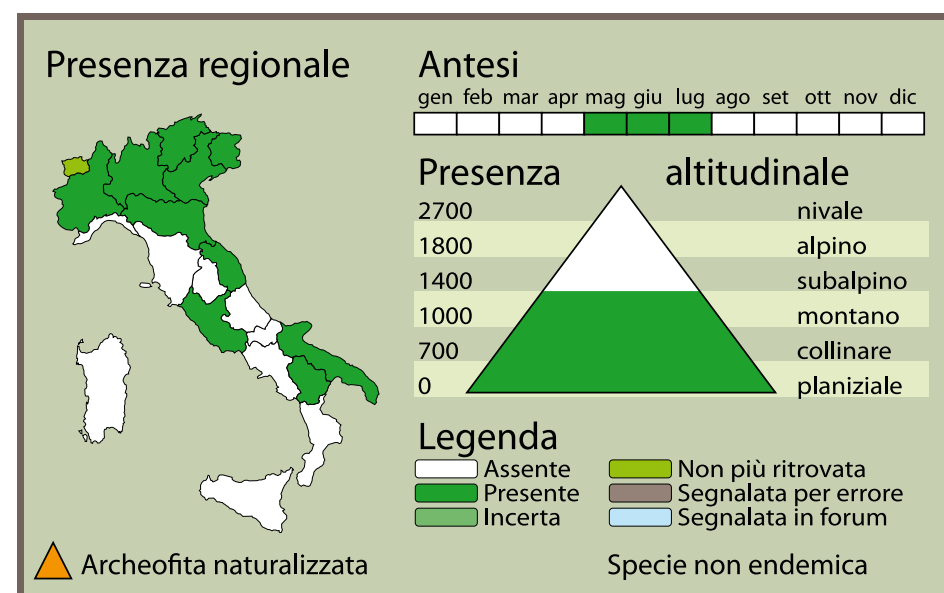


Figura 2. Mappa delle presenze regionali della specie come archeofita naturalizzata. Fonte: <http://www.actaplantarum.org/floraitaliae>.

Inquadramento botanico e biologia

Il rafano rusticano (*Armoracia rusticana*, Gaertner, Meyer & Scherb.) è una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle Brassicaceae, la cui classificazione botanica è riportata in Figura 3.



Regno: Plantae
 Divisione: Magnoliophyta
 Classe: Magnoliopsida
 Ordine: Capparales
 Famiglia: Brassicaceae
 Genere: *Armoracia*
 Specie: *Armoracia rusticana*
 Gaertner, Meyer & Scherb.

Figura 3. Classificazione botanica del rafano.

La specie presenta delle caratteristiche botaniche e morfologiche ben definite che chiaramente la contraddistinguono da tutte le altre specie appartenenti alla famiglia delle Brassicacee o Crucifere. Di questa specie difficile è stata la classificazione tassonomica, infatti nel corso dei secoli essa è stata collocata in diversi generi da diversi botanici utilizzando vari nomi latini e diversi epiteti specifici (Weber 1949). Nel 1969 gli studiosi Courter e Rhodes hanno riepilogato in

una review alcuni dei numerosi nomi scientifici utilizzati per la classificazione botanica del rafano nel corso di tre periodi storici, dai tempi del botanico Dioscoride (40-90 d.C.) fino al 1900 (Tabella 1).

Tra i generi figurano, tra quelli più antichi, il nome Sinapi, probabilmente per il sapore simile a quello della senape. Durante il rinascimento, invece il rafano venne collocato nel genere *Raphanus* con diversi epiteti nel corso degli anni. Solo in seguito, da Linneo in poi, vennero usati i generi *Cochlearia*, forse in riferimento alla forma delle foglie basali simile alla “coclear” un mestolo utilizzato dai romani per servire i dolci, e *Nasturtium*, dal latino “nasus tortus” ossia “torcere il naso” in riferimento al forte odore pungente che irrita le narici, e altri quali *Roripa*, *Radicula*, *Armoracia*, con numerosi specifici epiteti quali *rivini*, *rusticana*, *armoracia* o *lapathifolia*. Solo nel 1800 fu pubblicato e riconosciuto il nome scientifico di questa specie da Gaertner, Meyer e Scherbius come *Armoracia rusticana*; questo binomio è quello attualmente utilizzato per classificare il rafano rusticano (Shehata et al., 2009).

Ugualmente vasta è la varietà di nomi comuni utilizzati per designare questa specie; la numerosità dei termini in uso è legata non solo ai diversi linguaggi ma anche alla differenziazione dialettale nei diversi paesi e territori, e curiosa è la loro etimologia, come già richiamato nel paragrafo precedente.

Anche in Italia molteplici sono i nomi comuni del rafano, alcuni noti anche in forma dialettale: *mostarda dei capussin* o *peverella* o *remolass* (in Lombardia), *rafano*, *ravanet* (Piemonte), *armuassa*, *ravanasso* (Liguria), *cree*, *kren* (Trentino Alto Adige), *jerbe cajarie* (Friuli), *crein* (Emilia), *barbaforte*, *erba da scorbutto* (Toscana), *pizzica lingua* (Umbria), *rafano*, *barbaforte* (Basilicata) *rafanu di Spagna* (Sicilia), *armurata* (Sardegna). Il riferimento è spesso legato al sapore piccante (p.es. *pizzica lingua*) e al potere curativo della radice (p.es. *erba da scorbutto*).

Tabella 1. Classificazione del rafano durante tre periodi storici (tabella modificata da Courter and Rhodes (1969).

Nome	Fonte
FINE ETÀ ANTICA	
<i>Persicum sinapi</i>	Dioscoride
<i>Sinapi persicum</i>	Dioscoride
<i>Thlaspi cratevae</i>	Dioscoride
<i>Persicon napy</i>	Plinio
RINASCIMENTO	
<i>Thlaspi alterum</i>	Turner
<i>Raphanus vulgaris</i>	Matthioli
<i>Raphanus magna</i>	Dodoens
<i>Raphanus rusticanus</i>	Gerard
<i>Raphanus sylvestris</i>	Bauhin J.
DA LINNEO FINO ALL' EPOCA MODERNA	
<i>Armoracia rivini</i>	Ruppins
<i>Cochlearia armoracia</i>	Linneo
<i>Cochlearia rusticana</i>	Lamarck
<i>Armoracia lapathifolia</i>	Gilbert
<i>Armoracia rusticana</i>	Gaertner et al.
<i>Nasturtium armoracia</i>	Fries
<i>Roripa rusticana</i>	Gren. & Godr.
<i>Roripa armoracia</i>	Hitchcock
<i>Radicula armoracia</i>	Robinson
<i>Armoracia armoracia</i>	Britton

Morfologia della pianta

Il rafano è una pianta erbacea perenne che cresce fino ad un'altezza di circa 80-100 cm (Foto 1). Molto complessa risulta la morfologia fogliare, nelle forme e nelle dimensioni delle foglie, principalmente in funzione della fenologia e dell'età della pianta.



Foto 1. Pianta di rafano nel periodo di massimo sviluppo vegetativo (Foto Agneta).

Generalmente è caratterizzato da un rigoglioso apparato fogliare con un numero di foglie molto elevato che talvolta può raggiungere anche le 70 foglie per pianta. Il rafano presenta anche uno spiccato polimorfismo; le foglie possono variare per forma, margine, torsione, ondulazione in funzione di diversi fattori, incluso l'habitat in cui crescono. Difatti da studi in corso presso l'Università degli Studi della Basilicata sono state individuate marcate differenze nella morfologia fogliare nel corso del ciclo vegetativo (forma e margine fogliare) e tra i diversi genotipi diffusi nel territorio della Basilicata (dati non pubblicati). In generale, le foglie, che si sviluppano a rosetta dal colletto radicale, hanno lunghi piccioli, sono generalmente oblunگو-ovate o ellittiche, di solito cordate alla base o asimmetriche e crenate o dentate in modo non uniforme. Tuttavia, foglie di forme

diverse si rinvencono sulla pianta nel corso della stagione, da intere o laminate in primavera-estate a incise e pennate in autunno con tipi intermedi visibili in tutte le stagioni (Foto 2).

In alcuni casi le foglie presentano una torsione della nervatura centrale e/o una marcata ondulazione del margine (Foto 3). A prescindere dalle forme possono raggiungere fino a 100 cm di lunghezza. Diverse sono le foglie che si accrescono sullo stelo florale: di dimensioni notevolmente inferiori, sono generalmente sessili, lanceolate, irregolarmente dentate o con margine prevalentemente liscio



Foto 2. Differenze morfologiche delle foglie (da sinistra verso destra: foglia ovata incisa e pennata) (Foto Rivelli e De Maria).



Foto 3. Portamento di una pianta giovane e torsione fogliare (Foto De Maria e Rivelli).

e disposte alternate lungo lo stelo.

In genere, in habitat naturali, il rafano fiorisce abbondantemente e per un lungo periodo di tempo, fino a metà agosto; esso produce numerosi fiori profumati, di piccole dimensioni, con quattro sepali e quattro petali bianchi, con pedicelli di 5-7 cm di lunghezza, eretti, sostenuti in racemi (Foto 4). Lo stelo florale tuttavia, non è sempre presente, la pianta può formarlo o meno in funzione delle condizioni ambientali.



Foto 4. Infiorescenza del rafano (Foto Agneta).

Il frutto è una siliquetta, latisetta obovoide o ellissoide, di circa 4-6 mm di lunghezza, con stilo corto (0.5 mm), che a maturità si apre nelle due logge che contengono semi, due file per ciascun loculo, piccolissimi, oblungi, compressi, spesso abortiti, lisci e marroni (Foto 5). Un grammo di semi di rafano può contenere 1600 semi. Molte varietà di rafano, producono pochi semi o non ne producono affatto. Ad ogni modo, in letteratura è frequentemente riportato che il rafano raramente produce semi vitali e difatti la pianta è considerata altamente



Foto 5. Silique immature (sinistra in alto) e siliqua matura con le 2 logge contenenti i semi. Immagine elaborata con uno stereomicroscopio cortesemente fornita dal Prof. I. Camele, Università della Basilicata.

sterile. Essa, invero, viene propagata per via vegetativa, piantando sezioni di radici dell'anno precedente.

Il rafano è una geofita rizomatosa, cioè ha un fusto sotterraneo, metamorfosato, in questo caso detto rizoma, che ogni anno emette radici e fusti avventizi. La radice principale è lunga, cilindrica e affusolata. Da essa si dipartono numerose radici laterali più sottili (che si utilizzano di norma per i nuovi impianti) (Foto 6). Le radici presentano polarità distinte: un'estremità prossimale o punto di attacco della radice principale che presenta diverse gemme avventizie dalle quali possono formarsi i nuovi germogli e una estremità distale. Se indisturbato, l'apparato radicale, può raggiungere una profondità di 3-4 m con una diffusione laterale di circa 1 m. Esternamente le radici sono coriacee, di colore bianco-giallo chiaro, internamente sono carnose e bianche.



Foto 6. Radici di rafano (Foto Agneta).

Aspetti nutrizionali e salutistici

Il rafano, dal sapore forte, piccante e aromatico, è una pianta con importanti proprietà nutrizionali e salutistiche. Diverse fonti ne attestano i numerosi effetti benefici per la salute umana.

Difatti il rafano risulta ricco di vitamine, sali minerali (quali sodio, potassio, calcio, fosforo, magnesio, ferro, zinco e rame, zolfo, silicio), amminoacidi, pectine, fenoli e zuccheri, che conferiscono alla radice un elevato valore energetico. La radice presenta inoltre piccole quantità di acido folico, piridossina, riboflavina, niacina e acido pantotenico. A titolo di esempio, in tabella 2 è riportato il valore nutrizionale di diversi nutrienti presenti in 100 g di salsa di rafano o cren.

Notoriamente la radice è ricca di vitamina B e soprattutto di vitamina C della quale si riportano in letteratura contenuti superiori a quelli di altre specie come peperoni, prezzemolo, arance, limoni o kiwi. Infatti, in riferimento a quest'ultima vitamina, alcuni ricercatori dell'Università della Basilicata hanno riscontrato sorprendenti contenuti sia nella radice (circa 50 mg/100g) che nelle foglie (valori superiori a 150 mg/100g), in particolare in quelle più giovani. Questi dati suggeriscono che è opportuno consumare non solo la radice, ma anche le foglie giovani, per esempio miste ad altre verdure o insalate, cotte o crude.

Tabella 2. Valore nutrizionale di salsa di rafano (per 100g di prodotto). Fonte: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service; USDA National Nutrient Database for Standard Reference (<http://ndb.nal.usda.gov>).

Nutriente	Valore
NUTRIENTI PRINCIPALI	
Acqua	85 %
Calorie	48 kcal
Proteine	1.18 g
Grassi	0.69 g
Ceneri	1.76 g
Carboidrati	11.3 g
Fibre	3.3 g
Zuccheri	8.0 g
MINERALI	
Calcio	56 mg
Magnesio	27 mg
Fosforo	31 mg
Potassio	246 mg
Sodio	314 mg
Zinco	0.83 mg
Rame	0.058 mg
Manganese	0.126 mg
Selenio	2.8 µg
VITAMINE	
Acido ascorbico (vitamina C)	24.9 - 110 mg
Tiamina (vitamina B1)	0.008 mg
Riboflavina (vitamina B2)	0.024 mg
Niacina (vitamina B3)	0.386 mg
Acido pantotenico (vitamina B5)	0.093 mg
Piridossina (vitamina B6)	0.073 mg

Numerosi sono anche gli enzimi, tra cui la perossidasi che è ampiamente utilizzata in biologia molecolare e la mirosinasi. Quest'ultimo enzima, contenuto in speciali cellule chiamate mirosine, è particolarmente importante nella pianta, poiché è responsabile della decomposizione dei glucosinolati, molecole solfo-ate (la cui struttura generale è riportata in Figura 4), in particolari composti volatili, definiti isotiocianati.

Sono proprio questi isotiocianati che conferiscono al rafano il suo caratteristico aroma. Infatti, i tessuti della pianta, quando integri, non hanno nessun particolare odore, solo con la rottura delle cellule vegetali, quando i glucosinolati entrano in contatto con la mirosinasi, a seguito della loro decomposizione, si ha la produzione di una varietà di composti volatili, tra cui i più abbondanti sono gli isotiocianati.

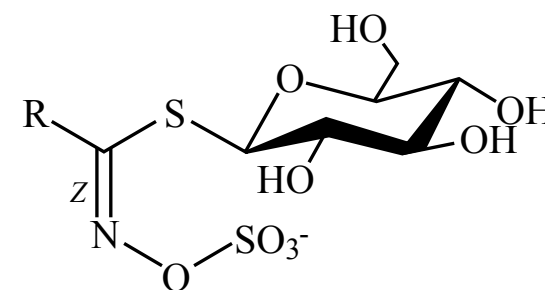


Figura 4. Struttura chimica dei glucosinolati.

Tabella 3. Glucosinolati identificati in piante di rafano (modificata da Agneta et al. 2014a). In ogni cromatogramma il numero indica il picco del glucosinolato analizzato e le lettere il nome del glucosinolato corrispondente nella colonna a fianco.

Cromatogramma	Nome glucosinolato
	A) Glucoiberina
	B) Sinigrina
	C) 2-metisulfonil-oxo-etil-GLS
	D) Gluconapina
	E) Glucococlearina e glucoconringianina
	F) Glucosativina
	G) Glucoibarina
	H) 4-idrossiglucobrassicina e 5-idrossiglucobrassicina
	I) Glucobarbarina
	J) Glucobrassicinapina
	K) Glucotropaeolina
	L) Glucobrassicina
	M) Gluconasturtina
	N) 4-metossiglucobrassicina
	O) Glucoarabirsutaina

Gli stessi ricercatori hanno evidenziato notevoli differenze di contenuto tra le diverse parti della pianta. In particolare le prime foglioline che si formano durante la ripresa vegetativa hanno un contenuto di glucosinolati 15 volte superiore ($117 \mu\text{mol/g}$) rispetto alla radice (circa $8 \mu\text{mol/g}$) (Agneta et al. 2014a). Inoltre, la concentrazione di glucosinolati varia in funzione delle accessioni e della fenologia delle piante, come recentemente mostrato da più ricercatori (Agneta et al., 2014b, Wedelsbäck Bladh et al. 2013).

Tra i prodotti di degradazione dei glucosinolati maggiormente presenti nel rafano si ritrovano l'allil e il fenilettil isotiocianato, entrambi in gran parte responsabili del caratteristico sapore piccante. In particolare, al primo sono da attribuirsi la lacrimazione, il gusto amaro e il forte odore pungente.

Ai glucosinolati sono inoltre associate numerose attività biologiche; difatti, pur non essendo direttamente coinvolti nella crescita, nello sviluppo e nella riproduzione delle piante, sembra svolgano diverse importanti funzioni ecologiche agendo come pesticidi naturali e come difesa dagli erbivori, probabilmente per il sapore amaro che essi conferiscono alla pianta.

A livello salutistico, alcune ricerche attribuiscono a questi metaboliti secondari presenti negli estratti di rafano, una possibile riduzione della proliferazione di cellule tumorali e del colesterolo, una protezione contro le lesioni gastriche, significativi effetti antimicrobici e proprietà antiossidanti (Nguyen et al., 2013).



Uso alimentare e medicinale

L'uso del rafano come pianta alimentare e medicinale era largamente diffuso in epoca medioevale nelle zone orientali e mediterranee del vecchio continente. Si ritiene che in Europa il rafano sia diventato popolare come condimento poiché era considerato un conservante naturale, capace di coprire il gusto della carne alterata grazie al suo particolare aroma piccante. Dagli ebrei presenti in Europa, il rafano veniva utilizzato come erba amara durante la cena rituale pasquale, in quanto cibo simbolico, che per il suo gusto, ricordava la sofferenza dei loro antenati durante l'esodo dall'Egitto. Verso la fine del 1600, gli inglesi usavano aggiungere il rafano alla carne di manzo e alle ostriche, mentre le foglie tenere erano spesso consumate come verdura mista ad altre piante selvatiche; i tedeschi invece, utilizzavano le radici tagliate in piccoli pezzi poi schiacciate e mescolate con sale e aceto per condire carne e pesce. Le parti principali di questa pianta sono ancora oggi ampiamente impiegate per preparare diversi piatti tradizionali. In particolare, in Polonia le radici vengono utilizzate come condimento, con cetrioli sott'aceto, grattugiate con uova sode, zuppe o piatti di carne, spesso consumati a Pasqua, mentre le foglie, sono poste sotto la base dell'impasto del pane, per evitare che durante la cottura il pane si attacchi, insaporendolo al contempo. In Bulgaria, Romania e Russia, le radici grattugiate rappresentano il condimento di qualsiasi carne cotta (ad esempio, agnello, maiale e pollo), spesso combinate con aceto, sale, olio, panna, o yogurt. Anche in Italia, nelle regioni del Triveneto, il rafano è presente da tempo nella tradizione culinaria preparato in diversi modi, principalmente come salsa per accompagnare i bolliti. Più al sud, in Basilicata questa pianta è la base per la preparazione di piatti tipici durante il periodo di carnevale: il rafano viene grattugiato

come condimento per la pasta fatta in casa, i *ferriciedd*, o aggiunto alle uova, formaggio pecorino e salame per preparare un piatto tradizionale, la *rafanat*; le radici sono impiegate crude, grattugiate o tagliate in pezzi, spesso abbinate con olio, sale e aceto, come condimento per la carne cotta di maiale, agnello e pollo o per aromatizzare salsicce; in particolare dalle radici grattugiate, combinate con l'olio, si ottiene una crema, da spalmare sul pane grigliato, e che può essere utilizzata tutto l'anno; le foglie tenere, invece, mescolate ad altre specie vegetali, vengono impiegate per la preparazione di insalate.

Oltre ad essere una pianta alimentare e da condimento, il rafano ha una lunga storia come pianta curativa, impiegata nella medicina tradizionale in diverse parti del mondo. Nell'antichità, i primi medici e botanici attribuivano molte virtù a tale erba. In una leggenda legata all'oracolo di Delfi si legge che il dio Apollo avesse detto che "il ravanella valeva il suo peso in piombo, la barbabietola il suo peso in argento e il rafano il suo peso in oro" proprio per le proprietà salutistiche che gli vengono conferite. Si ritiene che gli antichi greci lo usassero a scopo terapeutico per alleviare dolori reumatici e contusioni (sfregandolo sulle zone interessate) e già ai tempi di Ovidio (43 a.C.-17 d.C.) era noto il suo potere afrodisiaco tanto che il poeta nella sua celebre opera "*Ars amatoria*" ne consigliava l'uso per preparare filtri erotici vegetali. Inoltre, il medico e botanico greco Dioscoride (40-90 a.C) descriveva la pianta come un potente diuretico. Più tardi, in epoca medievale, la badessa e naturalista tedesca Hildegard di Bingen (1098-1179), nel suo libro sulle piante medicinali, consigliava di mescolare il rafano con vite calda o acqua per il trattamento delle malattie polmonari, mentre con l'erba cinese *Alpinia galanga* per curare il mal di cuore. Nel 1597, il botanico ed erborista John Gerard riteneva che la pianta fosse utile a ridurre il dolore dovuto a sciatica e coliche. Oltre ad alleviare i reumatismi, il rafano era anche considerato un rimedio con-

tro problemi respiratori, grazie alla sue proprietà espettoranti. Più comunemente veniva adottato come rimedio per lo scorbuto, raccomandato anche dall'erborista William Coles (1626-1662). In particolare risultava utile ai soldati e marinai che nei lunghi viaggi, andavano incontro a gravi carenze di vitamina C, non avendo accesso a verdura o frutta fresca. Inoltre, anche i nativi americani incominciarono a usare il rafano per trattare il mal di denti, come diuretico, per migliorare la digestione, e come valido aiuto per il trattamento di asma, tosse e bronchite.

La tradizione di utilizzare il rafano per scopi medicinali è ancora diffusa in paesi come la Bulgaria, la Romania, e diverse aree della Russia: le radici o le foglie grattugiate vengono messe in un panno, talvolta con alcol o aceto, ed applicate sulla pelle per alleviare i dolori reumatici. Dalle radici schiacciate si ottiene una pasta che, posta in prossimità della gola, allevia i problemi respiratori. Una miscela di rafano e miele di acacia viene adoperata come trattamento contro tosse e bronchite, mentre in combinazione con aceto, sale e zucchero viene utilizzata per ridurre la pressione arteriosa.

Anche nella Basilicata, nel Sud Italia, le foglie e le radici di rafano vengono da lungo tempo utilizzate come medicina naturale per la cura di reumatismi, mal di testa, sinusite, tosse e bronchite. Foglie di rafano, aneto e alloro, aggiunte ad acqua, aceto, sale, e zucchero, sono impiegate anche come rimedio per recuperare da un stato di ubriachezza.

Attualmente le proprietà curative e terapeutico del rafano sono oggetto di crescente interesse scientifico anche in campo medico. Le attuali conoscenze sui componenti bioattivi del rafano (glucosinolati e loro prodotti di degradazione) e la sperimentazione farmacologica, incoraggiano moderne applicazioni terapeutiche in campo medico.

In Germania, è stato approvato l'uso del rafano per il trattamento delle infezioni

del tratto respiratorio e come trattamento di supporto nelle infezioni del tratto urinario. Anche negli Stati Uniti il rafano è riportato tra i componenti di un noto farmaco antisettico urinario.

Nel 1995 è stato brevettato un farmaco a base di rafano per il trattamento dei disturbi nasali e sinusali, da applicare come spray o in gocce all'interno delle mucose (Friedman, 1995).

Oggi le applicazioni più interessanti e promettenti in campo medico riguardano le proprietà antitumorali del rafano. La ragione di questo crescente interesse è dovuta ad una solida correlazione tra il consumo di Brassicaceae e la diminuzione di alcune forme di cancro, come recentemente riportato da Velasco et al. (2010). Diversi studi hanno evidenziato che è l'allil-isotiocianato, prodotto dalla degradazione dei glucosinolati, ad avere probabilmente un ruolo come agente antitumorale inibendo lo sviluppo delle cellule tumorali (Zhang, 2004). Sebbene sarebbero necessari studi a carattere più strettamente clinico, diversi ricercatori hanno evidenziato che il rafano potrebbe inibire il cancro alla prostata (Srivastava et al., 2003), ai polmoni e lo sviluppo di tumori al fegato e al tratto anteriore dello stomaco (Kosson e Horbowicz, 2008).

L'uso di quest'erba è tuttavia sconsigliato alle persone che soffrono di ulcera, gastrite e alle donne in stato di gravidanza e durante l'allattamento. Come altre specie ricche di glucosinolati, inoltre, è consigliato consumarne in moderate quantità per chi ha problemi di ipotiroidismo.

Tra le altre proprietà salutistiche, in letteratura è riportato inoltre che grazie alle note proprietà vermifughe e antimicrobiche il rafano è usato da tempo mescolato al cibo per cani e come conservante naturale in cibi precotti poiché inibisce la crescita di diversi batteri tra cui *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella typhimurium*.

Esigenze pedoclimatiche e tecnica colturale

Il rafano ha un'ampia adattabilità climatica; trova le condizioni ottimali di crescita nelle regioni a clima temperato continentale, con inverni freddi che inducono la pianta ad andare in dormienza. Ha una buona resistenza al freddo durante la fase di riposo vegetativo.

I terreni più adatti alla coltura sono profondi, umidi e ben drenati, friabili e fertili, anche se essa può essere coltivata su diversi tipi di terreno da sabbiosi a sciolti. Tuttavia, la qualità della radice è scarsa in suoli superficiali, in suoli argillosi o limosi che compromettono lo sviluppo radicale e rendono più difficoltose le operazioni di raccolta. Un pH ottimale dovrebbe essere compreso tra 5.5 e 7, anche se il rafano cresce bene anche su suoli più acidi. Prospera in luoghi soleggiati, ma tollera bene anche le zone in penombra.

Passando a considerare la tecnica colturale, il rafano si propaga per via vegetativa attraverso talee radicali trapiantate all'inizio della primavera (fine aprile - inizio maggio).

Essendo una specie perenne può essere coltivata come coltura annuale o poliennale. Nel primo caso, il più diffuso, si raccoglie tutto l'apparato radicale che viene suddiviso in radici primarie, commercializzate, e radici secondarie che servono come stock per l'impianto dell'anno successivo. Le talee radicali vengono preparate praticando un taglio netto orizzontale nella parte apicale (da cui si svilupperanno i germogli) e un taglio obliquo nella parte distale per assicurarsi di trapiantarle con la corretta polarità.

La schematizzazione di tale metodo di propagazione è stata ben dettagliata da Shehata et al. (2009) come illustra la figura 5.

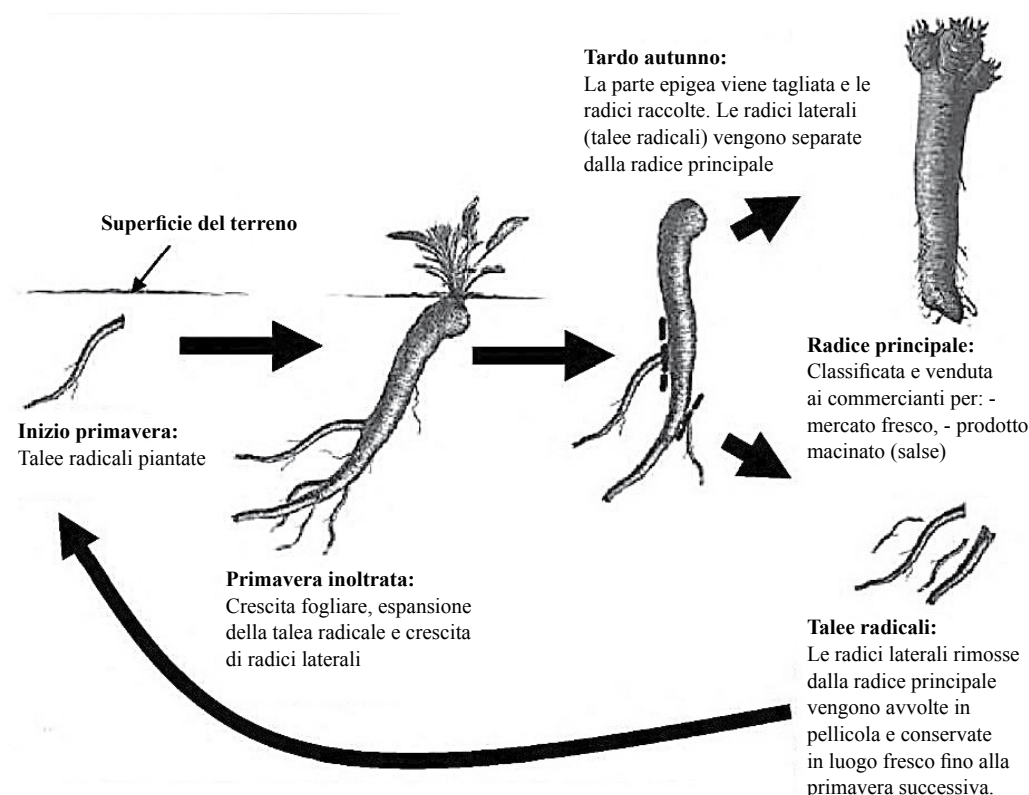


Figura 5. Schematizzazione del metodo di coltivazione annuale del rafano (da Shehata et al. 2009).

Come coltura poliennale, si raccolgono solo le radici laterali che sono destinate alla produzione, mentre la radice principale rimane in campo per rigenerare altre radici. Quest'ultimo sistema è poco utilizzato poiché è molto più laborioso e richiede una maggiore gestione agronomica. In entrambi i casi, la raccolta delle radici può essere effettuata in tardo autunno, ma si può protrarre fino al tardo inverno, inizio primavera.

Per una buona qualità delle radici, le talee radicali utilizzate per l'impianto dovrebbero avere un diametro di 0.8-2 cm e una lunghezza di 15-35 cm (Foto 7).



Foto 7.
Talee radicali da utilizzare per il nuovo impianto (Foto Agneta).

Prima del trapianto si prepara il terreno con aratura e concimazione. Successivamente il campo viene lavorato con assolcatori per creare solchi che vengono lasciati aperti per un facile trapianto.

Le talee radicali vengono posizionate, di norma manualmente, con una inclinazione di circa 30-45° a circa 10 cm di profondità. Il sesto di impianto dovrebbe mantenersi su 40-60 cm nella fila e 70-90 tra le file. In regioni a clima umido, l'irrigazione non è necessaria, tuttavia un adeguato rifornimento idrico nelle stagioni più secche garantisce maggiori produzioni.

Benché il rafano sia una coltura molto rustica, può essere utile effettuare una pacciamatura per evitare lo sviluppo di infestanti e per mantenere un adeguata umidità del terreno. Inoltre, una rincalzatura del terreno garantisce produzioni più elevate e aiuta nella fase di raccolta delle radici. In Nord America e Nord Europa, dove il rafano è largamente coltivato e commercializzato, si pratica il cosiddetto "lifting" della radice (Walters and Wahle, 2010). Questa pratica consiste

in una scalzatura del rafano effettuata durante le prime fasi di crescita ai fini di rimuovere le radici laterali che si originano lungo la radice principale lasciando solo quelle che si formano nella parte distale. In questo modo si ottengono radici di alta qualità, più uniformi e facili da pulire. E' una operazione effettuata ancora manualmente due volte durante il ciclo di crescita, quando le foglie raggiungono una lunghezza di circa 20-25 cm e dopo sei settimane.

In diversi parti dell'Italia, il rafano viene coltivato per autoconsumo in orti e giardini. In questi casi è preferibile coltivarlo in zone laterali degli orti o confinarlo in larghe vasche perché è una specie molto invasiva.

Per una crescita ottimale, in dipendenza dal tipo di suolo, la concimazione dovrebbe garantire un apporto tra i 100 e 200 kg ha⁻¹ di azoto, 100/150 kg ha⁻¹ di fosforo e potassio. Dalla letteratura risulta consigliato aggiungere anche 30/50 kg ha⁻¹ di zolfo. Ingenti quantitativi di azoto dovrebbero comunque essere evitati per evitare un eccessivo sviluppo fogliare, nonché numerose radici laterali e formazione di radici irregolari. Come altre brassicacee, il rafano richiede adeguati quantitativi di boro (1- 3 kg ha⁻¹).

La raccolta viene effettuata praticando una lavorazione profonda del terreno in modo da scavare fino a una profondità di circa 1,5 m lungo il profilo del suolo. Nel Nord America, per la raccolta, si utilizza uno scavapatate modificato.

Dopo la raccolta, le radici vengono lavate, pulite, selezionate e destinate alla commercializzazione (Foto 8 e 9).

Le produzione di radici variano notevolmente in funzione di diversi fattori (tra cui genotipo, qualità del materiale di propagazione, ambiente di coltivazione e tecnica colturale) tanto che i pochi dati disponibili riportano un ampio range che varia tra le 6 e le 20 t/ha.

Come richiamato nei capitoli precedenti al rafano sono attribuite diverse fun-



Foto 8.
Raccolta e pulizia delle radici destinate al mercato fresco (Foto Agneta e Rivelli).



Foto 9. Radici destinate al mercato fresco (Foto Agneta e Rivelli).

zioni ecologiche e di controllo di patogeni ed erbivori. Diverse ricerche hanno evidenziato che il rafano può essere una valida alternativa all'uso di prodotti chimici. Infatti, soprattutto nell'agricoltura biologica, la notevole biomassa residua potrebbe essere vantaggiosamente sovesciata per apportare al terreno elevati quantitativi di materiale organico che essendo anche molto ricchi di composti solforati, possono inibire molti funghi patogeni ed esplicare un effetto repellente nei confronti di alcuni insetti e nematodi.

Avversità fitopatologiche

Generalmente il rafano non è soggetto a gravi problemi fitopatologici anche se pochi sono gli studi ancora disponibili in letteratura. Le patologie fungine sono il principale fattore limitante nella produzione di rafano. Il rafano è suscettibile a diverse malattie fogliari, la cui resistenza è varietà dipendente. Tra di esse si cita la ruggine bianca causa di danneggiamenti che limitano l'accrescimento radicale. E' una malattia sistemica che può essere facilmente gestita con uso di varietà resistenti e di fungicidi. Altri danni fogliari sono causati da diversi patogeni quali *Cercospora armoraciae*, *Ramularia armoraciae* e *Phytophthora campestri armoraciae* che causano punteggiature delle foglie.

Un'altra fitopatia importante è legata allo *Spiroplasma citri*, trasmesso dalle cicaline (Cicadellidi), che provoca scarsa crescita fogliare, con clorosi marcate che portano all'appassimento dell'apparato fogliare. Le radici si imbruniscono e sezionate orizzontalmente presentano un caratteristico anello scuro in corrispondenza dei fasci vascolari. Le radici diventano fragili e si spezzano facilmente se piegate. Sono segnalate inoltre anche infezioni da *Agrobacterium tumefaciens*, patogeno galligeno, che è causa di seri problemi alle radici soprattutto in Europa. Tra i diversi danni da patogeni, quelli causati da *Verticillium* e *Fusarium* sono i più temuti. Essi infatti provocano imbrunimenti o decolorazioni interne della radice, con notevoli perdite di prodotto commerciabile. Ricercatori dell'Università dell'Illinois, regione in cui il rafano è largamente coltivato, hanno evidenziato che una volta che questi patogeni sono in campo è difficile eliminarli. La modalità di trapianto del rafano, attraverso talee radicali, rende difficile il controllo fitosanitario. Se le talee radicali trapiantate provengono da piante infette, già

verso luglio, agosto è possibile che si manifestino i primi segnali di infezione, con perdite di raccolto di circa il 30%. I trattamenti possibili sono le rotazioni e chiaramente l'uso di talee non infette. Recenti indagini, ancora in corso, presso l'Università degli Studi della Basilicata, hanno evidenziato che in radici di rafano infette da *Fusarium oxysporum*, causa di marciume secco, successivamente si insediano anche batteri fluorescenti (molto probabilmente del genere *Pseudomonas*) (Foto 10).

Il TMV (Virus del mosaico del tabacco) è un altro patogeno a cui è suscettibile il rafano, così come altre numerose colture. Viene trasmesso da afidi o per danno meccanico che provocando ferite causa l'ingresso del patogeno nella pianta. I sintomi includono chiazze fogliari a mosaico, ingiallimenti fogliari e imbrunimenti del peduncolo. Spesso questa malattia è tollerata e non richiede interventi fitosanitari.



Foto 10. Radici di rafano con evidenti sintomi di marciume secco (a sinistra) e molle (a destra e a pagina successiva). Immagine elaborata e cortesemente fornita dal Prof. I. Camele, Università degli Studi della Basilicata.



Per il rafano sono stati segnalati pochi insetti causa di danni economici. Tra questi citiamo le cicaline (*Circulifer tenelus*), che come ricordato in precedenza, sono il principale vettore di infezione dello *Spiroplasma citri*, la pulce dei tuberi (varie specie di *Epitrix*) e le larve del lepidottero *Plutella xylostella*, noto anche come tignola delle cruciferae poichè si nutre solo su piante che producono glucosinolati.

Il rafano sembra essere suscettibile anche agli attacchi del crisomelide defogliatore, il *Phaedon cochleariae* e all'altica della bietola, la *Chaectonema tibialis*. Tra gli altri insetti che possono danneggiare la coltura sono stati segnalati anche il tripide degli orti (*Thrips tabaci*), alcuni afidi (*Myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*), la cavolaia (*Pieris rapae*) e diversi generi di cavallette.

Da indagini ancora in corso dagli entomologi dell'Università della Basilicata,

il rafano sembra anche suscettibile all'attacco di formiche (le cui specie sono ancora in corso di identificazione) (Foto 11) e di *Aphrophoridae* (o sputacchine vere) (Foto 12).



Foto 11. Foglie di rafano danneggiate da formiche (Foto Rivelli).



Foto 12. Danni causati dalla “sputacchina vera” su foglie di rafano (Foto De Maria).

Uso culinario e ricette in cucina

Le radici del rafano, considerato da sempre il “tartufo dei poveri”, sono usate nella cucina tradizionale in diverse regioni italiane, di cui si riportano note più specifiche relative alla Basilicata, e in particolare di alcuni comuni dove è particolarmente diffuso l'uso durante i pranzi carnevaleschi e pasquali.

Abitualmente le radici possono essere consumate fresche fra gennaio ed aprile, o durante tutto l'anno dopo essere state tagliate a pezzi e conservate in olio extravergine di oliva in contenitori di vetro. Esse vengono grattugiate come condimento sulla pasta e in altre preparazioni come pastelle, sughi, frittate e gustose salse d'accompagnamento per pesce e carni, utile anche a rendere queste ultime pietanze più digeribili.

Si riportano di seguito alcune delle tante ricette che prevedono l'uso del rafano, erba base della cucina “povera” contadina, che per le proprietà più volte richiamate, ne arricchisce sicuramente il valore nutrizionale. Sono state scelte le principali ricette che nell'insieme potrebbero formare un gustoso menù. Particolarmente interessante è l'accompagnamento del menù anche con altre salse ed estratti liquorosi a base di radici di rafano (di recente produzione da parte di alcuni coltivatori soprattutto nel comune di Montemurro in Basilicata).

RICETTE

Salsa di mele con cren

Ingredienti: un bicchiere da mescita di sidro, il succo di mezzo limone, 1 cucchiaino da minestra di zucchero, un pizzico di sale, 2-3 mele grattugiate, 50-60 g di radice.

Preparazione: mescolare gli ingredienti e servire la salsa con carne fredda o pesce.

(Tratto da: *La Rocca e Chisci*, 2005).



Fusilli con rafano, pecorino e sugo

Ingredienti: 400 g di fusilli, per il sugo: ragù di maiale o agnello, formaggio pecorino grattugiato, radice di rafano grattugiata.

Preparazione: lessare la pasta in acqua salata e condirla con ragù di maiale o di agnello e servire spolverizzando abbondantemente di rafano e pecorino grattugiato.

(Tratto da: *Le ricette lucane, le tipicità della cucina di Basilicata*.

Indirizzo web: www.novasiri.it/RicetteLucane/Ricetta38.shtml)



Tortini di rafano e patate

Ingredienti: 4 uova, 4 cucchiaini di parmigiano grattugiato, 2 grosse patate, 3 cucchiaini di rafano in polvere, sale, olio e prezzemolo

Preparazione: sbucciare le patate e grattugiarle grossolanamente, quindi saltarle in padella per 6-7 minuti con poco olio e sale avendo cura di mescolarle continuamente. A parte sbattere le uova con il parmigiano, il prezzemolo tritato e un pizzico di sale. Quindi aggiungere le patate raffreddate e il rafano e mescolare bene. Imburrare 4 stampini in alluminio versarvi il composto dividendolo equamente in ognuno. Infornare a 220°C per 10 minuti e servire caldo o freddo.

(Tratto da: www.taccuinistorici.it/ita/ricette/contemporanea/sfizziosita%27/Rafano-nella-cucina-lucana.html)



Rafanata

Ingredienti: 10 uova, pecorino grattugiato, mollica di pane di semola sbriciolata, 50 g di rafano grattugiato, 100 g di salsiccia stagionata, sale, olio extravergine d'oliva.

Preparazione: in una terrina sbattere le uova con un pizzico di sale, il pecorino grattugiato, la mollica di pane, la salsiccia e il rafano. Versare il composto in una padella dove l'olio di oliva sarà già caldo. Rigirare la rafanata quando sarà rassodata sulla superficie. Giunta a cottura togliere dall'olio e disporre sulla spianatoia. Tagliata a pezzi la rafanata va disposta fra due fette di pane e gustata dopo un quarto d'ora circa.

(Tratto da: <http://ricettelucane.wordpress.com/tag/rafano/>)



Bibliografia consultata

- Agneta R., Lelario F., De Maria S., Möllers C., Bufo S., Rivelli A.R. 2014a. Glucosinolate profile and distribution among plant tissues and phenological stages of field-grown horseradish. *Phytochemistry* 106: 178-187.
- Agneta R., Möllers C., De Maria S., Rivelli A.R. 2014b. Evaluation of root yield traits and glucosinolate concentration of different *Armoracia rusticana* accessions in Basilicata region (southern Italy). *Scientia Horticulturae* 170: 249-255.
- Agneta R., Möllers C., Rivelli A.R. 2013. Horseradish (*Armoracia rusticana*), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review. *Genetic Resource Crop Evolution* 60:1923–1943.
- Barton B.H., Castle T. 1877. British flora medica. (ed. J.R. Jackson) Catto and Windus, London, p. 477.
- Courter J.W., Rhodes A.M. 1969. Historical notes on horseradish. *Economic Botany* 23:156–164.
- De Candolle A. 1890. Origin of cultivated plants. Appleton and Co., New York.
- Friedman W.H. 1995. Horseradish preparation for the treatment of nasal and sinus dysfunction. US Patent 5385734. Publication date: 01/31.
- Hammer K., Laghetti G., Pignone D. 2011. The meeting of two cultures and their agricultures. In: Linguistic Islands and plant genetic resources - the case of Arbëreshë. Aracne ed. s.r.l., Roma 253–271.
- Hanelt P. 2001 (ed. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research). Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops. Springer, Berlin, 1419–1420.
- Kosson R., Horbowicz M. 2008. Effect of long term storage on some nutritive components and isothiocyanates content in roots of two horseradish types. *Vegetable Crops Research Bulletin* 69:155-164.

- La Rocca F. e Chisci G. 2005. Il cren – Rafano rusticano o barbaforte – Usi erboristici e ricette in cucina. Libreria Editrice Fiorentina
- Nguyen N.M., Gonda S., Vasas G. 2013. A review on the phytochemical composition and potential medicinal uses of horseradish (*Armoracia rusticana*) root. *Food Review International* 29: 261-275.
- Pieroni A., Quave C.L. 2005. Traditional pharmacopoeias and medicines among Albanians and Italians in southern Italy: a comparison. *Journal of Ethnopharmacology* 101:258–270.
- Sarli G., De Lisi A., Agneta R., Grieco S., Ierardi G., Montemurro F., Negro D., Montesano V. 2012. Collecting horseradish (*Armoracia rusticana*, Brassicaceae): local uses and morphological characterization in Basilicata (Southern Italy). *Genetic Resource Crop Evoutionl* 59: 889–899.
- Shehata A.M., Mulwa R.M.S., Babadoost M., Uchanski M., Norton M.A., Skirvin R., Walters S.A. 2009. Horseradish: Botany, Horticulture, Breeding. In: Janick, J. (ed), Horticultural Reviews. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, vol 35, pp 221-261.
- Srivastava S. K., Xiao D., Lew K.L., Hershberger P., Kokkinakis D.M., Johnson C.S., Trump D.L., et al. 2003. Allyl Isothiocyanate, a constituent of cruciferous vegetables, inhibits growth of PC-3 human prostate cancer xenografts in vivo. *Carcinogenesis* 24:1665–1670.
- Velasco P., Francisco M., Cartea M.E. 2010. Glucosinolates in Brassica and cancer. In: Watson RR, Preedy VR (eds), Bioactive foods and extracts. Cancer treatment and prevention. 1st edn. CRC Press, USA, pp 3–29.
- Vögel G. 1996. Handbuch des speziellen Gemüsebauen. Ulmer, Stoccolma (Hohenheim) 381-390.
- Walters S.A., Wahle E.A. 2010. Horseradish Production in Illinois. *Horticulture Technology* 20: 267-276.
- Weber W.W. 1949. Seed production in horseradish. *Journal of Heredity* 40:223-227

- Wedelsbäck Bladh K., Olsson K.M. 2011. Introduction and use of horseradish (*Armoracia rusticana*) as food and medicine from antiquity to the present: emphasis on the Nordic countries. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 17:197-213.
- Wedelsbäck Bladh K., Olsson K.M., Yndgaard F. 2013 Evaluation of glucosinolates in nordic horseradish (*Armoracia rusticana*). *Botanica Lithuanica* 19: 48-56.
- Zhang Y. 2004. Cancer-preventive isothiocyanates: Measurement of human exposure and mechanism of action. *Mutation Research* 555, 173–190.

