

## Analisi degli alcaloidi dei lupini

Un necessario presupposto alla trasformazione alimentare

I lupini sono una coltura interessante per il sistema agrario. Come altri legumi, sono ottima fonte di proteine vegetali, possono fissare l'azoto nel terreno e presentano un buon potenziale di commercializzazione grazie all'ampia gamma di usi possibili. Tuttavia, i lupini contengono alcaloidi, sostanze di difesa delle piante che oltre una certa dose risultano tossiche per l'uomo e gli animali. Il contenuto di alcaloidi può variare a seconda della varietà e delle condizioni di coltivazione e deve essere quantificato dopo la raccolta.

Questo opuscolo fornisce informazioni e indicazioni sull'analisi e la riduzione dei livelli di alcaloidi nei lupini. È rivolto ai produttori, ai centri di stoccaggio, alle aziende di trasformazione e a ogni altro portatore di interessi del settore.



Le specie di lupino sono diverse e quella ritenuta più importante per i sistemi agrari italiani è il lupino bianco (a sinistra). In Italia può anche essere presente il lupino a foglia stretta («blu») (a destra). Si noti che entrambe le specie possono avere fiori bianchi, bluastri o azzurri.

Il contenuto totale di alcaloidi nei lupini dipende dalla specie di lupino, dalla varietà e da fattori ambientali come la qualità del suolo e le condizioni climatiche. Negli ultimi anni è stato riscontrato un aumento dei livelli di alcaloidi nei lupini dolci, le cui ragioni sono probabilmente diverse: tra queste, i cambiamenti climatici e i meccanismi di difesa contro i parassiti.



Attualmente in Italia non esiste un limite legale per gli alcaloidi presenti nei lupini, ma le aziende alimentari hanno la responsabilità di immettere sul mercato solo prodotti sicuri. A tal proposito, informazioni precise sul contenuto di alcaloidi nella granella raccolta possono essere fornite solo da un'analisi degli alcaloidi effettuata da un laboratorio competente.

## Potenzialità e rischi della coltivazione del lupino

Il termine lupino origina dal latino come «fagiolo lupo» e la pianta è conosciuta nella regione mediterranea sin dall'epoca romana, dove era coltivata per la ricchezza in proteine per l'alimentazione umana e animale e per il miglioramento del suolo. Fino al XX secolo si trattava di lupini amari che potevano essere mangiati solo dopo aver eliminato gli alcaloidi che contenevano, ma nel secolo scorso, grazie alla selezione varietale, il contenuto di alcaloidi è

stato ridotto a tal punto che da quel momento in poi sono stati chiamati lupini dolci e, in linea di principio, potevano essere utilizzati senza il processo di deamarizzazione.

Solo alcune delle specie di lupino sono utilizzate per la coltivazione. In Italia, si tratta principalmente del lupino bianco (*Lupinus albus*) e, in via minore e più erratica, del lupino a foglia stretta o blu (*Lupinus angustifolius*).

### Proprietà di interesse

La domanda di proteine vegetali da parte dei consumatori è in aumento e le leguminose hanno quindi un grande potenziale come colture in rotazione nei seminativi.

Rispetto ad altri legumi da granella, i lupini contengono livelli molto elevati di proteine, acidi grassi insaturi e componenti bioattivi come il tocoferolo (un antiossidante). A seconda delle varietà di lupino, il contenuto proteico è compreso tra il 30 e il 44% della sostanza secca della granella.

La coltura di lupino presenta ulteriori vantaggi nella fase di coltivazione:

- Fissazione dell'azoto, con conseguente basso fabbisogno di fertilizzanti nelle colture in successione
- Mobilizzazione attiva del fosforo
- Periodo di fioritura lungo, ideale per gli impollinatori
- Apparato radicale ampiamente ramificato e profondo, tale da migliorare la struttura del suolo
- Tolleranza al gelo, consentendo una semina primaverile precoce, quando non autunnale

### Sfide

I maggiori ostacoli alla diffusione dei lupini sono riconducibili al contenuto spesso elevato di alcaloidi per la trasformazione in mangimi e alimenti. La coltivazione in climi freddi e umidi è anche limitata dalla malattia dell'antracnosi, non particolarmente temibile in Italia, una malattia dei lupini causata dal fungo *Colletotrichum lupini* che si trasmette attraverso i semi e può portare al fallimento totale del raccolto nelle varietà suscettibili.

La nuova varietà di lupino bianco Arsenio registrata dal CREA e adatta alla coltivazione in Italia presenta bassi livelli di alcaloidi.

Oltre al contenuto di alcaloidi e all'eventualità dell'antracnosi, vi sono altri fattori a rendere sfidante la coltivazione:

- Rese variabili
- Pressione elevata delle infestanti
- Parziale mancanza di infrastrutture e meccanizzazione dedicata, oltre a limitati centri di raccolta



I fiori di lupino sono una fonte di polline attraente per gli insetti impollinatori

## Cosa sono gli alcaloidi?

Gli alcaloidi sono composti organici azotati presenti in natura. Permettono alle piante di difendersi dai predatori e di solito sono tossici per l'organismo animale e umano, oltre una certa soglia. Esempi di alcaloidi noti sono la nicotina nel tabacco, la solanina nella patata, la morfina nel papavero da oppio o la caffeina nel caffè.

### Alcaloidi nei lupini

Sono stati individuati circa 170 alcaloidi del lupino, sia tossici che non tossici. Questa scheda informativa si occupa esclusivamente degli alcaloidi chinolizidinici tossici, la cui sommatoria, almeno di quelli più frequenti, è rilevante per l'analisi in laboratorio della granella di lupino.

Gli alcaloidi del lupino hanno un sapore amaro. Ad alte concentrazioni, il prodotto raccolto può diventare immangiabile e persino portare a casi di avvelenamento. I sintomi tipici dell'avvelenamento investono il sistema nervoso, circolatorio e digestivo, con vertigini, tachicardia, nausea, perdita del controllo motorio e, in dosi elevate, arresto cardiaco e paralisi respiratoria.

Le varietà di lupino a basso contenuto di alcaloidi sono note anche come lupini dolci, mentre i lupini ad alto contenuto di alcaloidi sono noti come lupini amari.

Per l'Autorità per la Sicurezza Alimentare di Australia e Nuova Zelanda (FSANZ), intervenuta sulla materia, i lupini si qualificano come dolci laddove nella granella presentino un contenuto medio di alcaloidi intorno ai 130–150 milligrammi per chilo (0,013–0,015 %). I lupini amari, invece, possono avere un contenuto totale di alcaloidi da 40 000 a 80 000 milligrammi per chilo (dal 4 all'8 %), a seconda della varietà.



A seconda della varietà di lupino, sono possibili diversi rapporti percentuali tra i singoli alcaloidi.

### Elementi che influiscono sul contenuto di alcaloidi

- Specie di lupino
- Varietà di lupino
- Fattori ambientali come suolo e clima

**Tabella 1: Gli alcaloidi chinolizidinici più comuni nelle colture di lupino**

Lupino bianco <i>Lupinus albus</i>	Lupino azzurro <i>Lupinus angustifolius</i>	Lupino giallo <i>Lupinus luteus</i>	Lupino delle Ande <i>Lupinus mutabilis</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lupanina</li><li>• Albina</li><li>• Multiflorina</li><li>• 13-idrossilupanina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lupanina</li><li>• Angustifolina</li><li>• 13-idrossilupanina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lupinina</li><li>• Sparteina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lupanina</li><li>• 13-idrossilupanina</li><li>• 3-idrossilupanina</li><li>• Sparteina</li><li>• Tetraidrohombifolina</li></ul>

## Quadro normativo

I lupini contengono una miscela di diversi alcaloidi, la tossicità di alcuni dei quali non è ancora sufficientemente conosciuta. L'effetto tossico della sparteina, probabilmente l'alcaloide più tossico dei lupini, è quello studiato meglio. Di conseguenza, la valutazione del rischio per tutti gli alcaloidi contenuti nei lupini si basa primariamente sulle conoscenze acquisite in merito alla sparteina.

Per garantire la sicurezza degli alimenti a base di lupino, è dunque importante analizzarli per il loro contenuto totale di alcaloidi chinolizidinici.

La normativa sul tema può essere diversa a seconda dei paesi; di norma, non esistono livelli massimi definiti per legge per tali alcaloidi negli alimenti o nei mangimi. In questo caso si applica il principio dell'autoregolamentazione per il quale le aziende devono garantire che vengano immessi sul mercato solo alimenti sicuri. Un alimento è considerato non sicuro se si può presumere che sia dannoso per la salute o inadatto al consumo umano.

L'Istituto federale tedesco per la valutazione dei rischi (BfR) ha definito i seguenti valori guida, raccomandati anche in Italia per garantire la protezione della salute umana e animale:

- Ai prodotti alimentari si applica un contenuto totale di alcaloidi inferiore a 200 mg/kg (0,02 % della sostanza secca). Il valore guida si riferisce al prodotto finale da consumare.
- Per i mangimi si applica un contenuto totale di alcaloidi inferiore a 500 mg/kg (0,05 % della sostanza secca). Solo i lupini dolci sono autorizzati come mangime per animali nell'UE.

L'Australia è il maggior produttore mondiale di lupini. Gli standard di importazione ed esportazione dell'organizzazione industriale Pulse Australia prevedono un contenuto massimo di alcaloidi dello 0,02 %.

## Raccomandazioni sulla procedura per l'analisi degli alcaloidi

### Quando prelevare il campione?

Il tenore di alcaloidi deve essere determinato dopo la prima pulizia grossolana del raccolto ed è importante prelevare un campione rappresentativo (p. 5 Figura 2).

I lupini devono essere puliti immediatamente dopo la trebbiatura, altrimenti l'umidità dei semi delle erbe spontanee e altre impurità possono trasferirsi alla granella da trasformare. I raccolti provenienti da campi o lotti diversi devono essere conservati separatamente (ad esempio, in grandi sacchi o bidoni) fino a quando non saranno disponibili i risultati delle analisi. In questo modo si può evitare la contaminazione di partite buone con partite amare. Nel caso di centri di raccolta, questi devono fornire informazioni sulla quantità minima di lupini che possono trattare per evitare che si lavorino insieme partite con diverso tenore di alcaloidi in fase di post-essiccazione.

Se il contenuto di alcaloidi supera il valore soglia per gli alimenti, i lupini possono comunque essere utilizzati a valle del processo di deamarizzazione o dirottati al consumo animale quale mangime (p. 7). Laddove il contenuto di alcaloidi superi il valore soglia nella prima analisi, è raccomandabile un'ulteriore analisi dopo il processo di deamarizzazione (p. 5 Figura 1).



Gli alcaloidi devono essere analizzati subito dopo la raccolta

## Come si preleva un campione rappresentativo?

Semi diversi di lupino all'interno di uno stesso lotto possono presentare un contenuto variabile di alcaloidi. Ciò significa che il loro tenore è distribuito in modo non uniforme. Come nel caso delle micotossine nei cereali, possono verificarsi «nidi di alcaloidi» o semi di lupino con concentrazioni particolarmente elevate. Per ottenere valori affidabili, devono essere prelevati campioni rappresentativi, costituiti da diversi campioni di un lotto, che possono quindi rappresentare il contenuto medio di alcaloidi dell'intera partita di lupini.

### Struttura del campionamento rappresentativo

**Campione individuale:** campione prelevato in un singolo punto della partita di lupini.

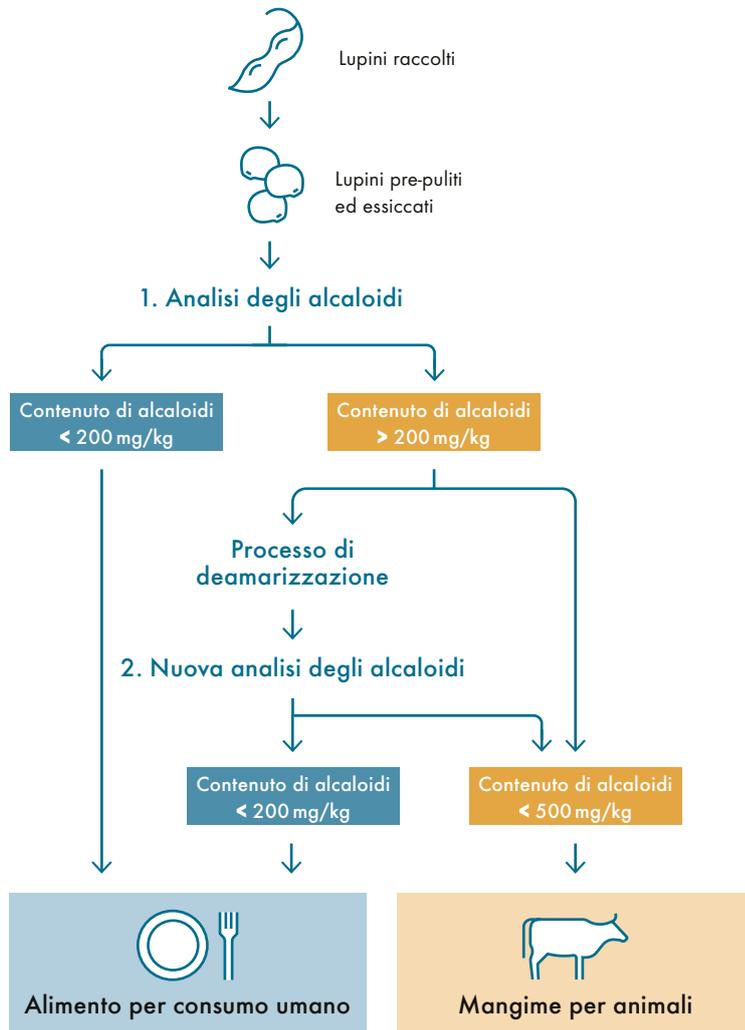
**Campione composito:** campione costituito da vari campioni singoli provenienti dalla stessa partita di lupini.

I centri di raccolta seguono solitamente buone prassi di campionamento per assicurarne la rappresentatività. Se la granella non viene consegnata a un centro di raccolta, la procedura di campionamento raccomandata per il controllo del contenuto di micotossine nei cereali o nei prodotti a base di cereali può fornire delle utili indicazioni: la tabella 2 a pagina 6 si basa su questo principio e indica quanti campioni singoli e quanti campioni compositi sono necessari per il campionamento rappresentativo, a seconda del peso della partita di lupini. Le quantità indicate dai laboratori sono fornite a titolo di esempio. Le dimensioni esatte del campione di laboratorio devono essere richieste al laboratorio di riferimento.

### Un esempio di calcolo

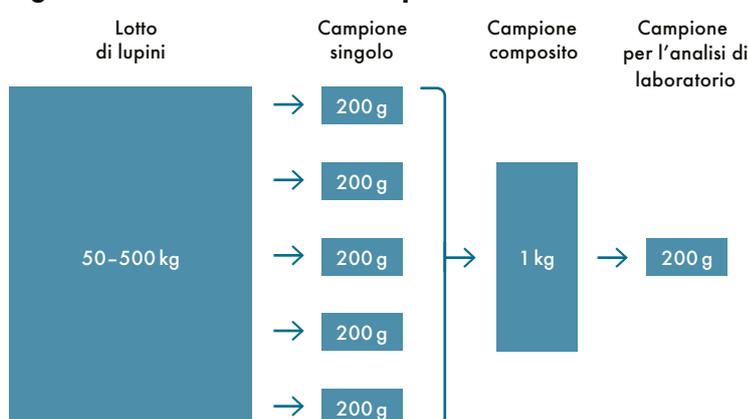
Per una partita di lupini di peso compreso tra 50 e 500 chilogrammi, si prelevano cinque campioni individuali di 200 grammi ciascuno e si mescolano per formare un campione collettivo di un chilo (Figura 2). Il campione per il laboratorio viene poi prelevato da questo campione composito (Figura 6).

**Figura 1: Albero decisionale in funzione del contenuto di alcaloidi**



Il campionamento va effettuato direttamente dopo la raccolta o dopo la pre-pulizia della granella. La destinazione finale del lotto va decisa in funzione del risultato dell'analisi degli alcaloidi e se il loro contenuto supera i 500 mg/kg sarà necessario adottare ulteriori misure di riduzione, in quanto la granella non può essere destinata neanche agli animali.

**Figura 2: Costituzione del campione**



**Tabella 2: Metodi di campionamento per il controllo degli alcaloidi nei lupini**

Lotto di lupini (kg)	Numero di campioni singoli	Campione composito (kg)	Campione per l'analisi di laboratorio (che ne indicherà la quantità necessaria) (g)
≤ 50	3	1	1 × 200
> 50 fino a ≤ 500	5	1	1 × 200
> 500 fino a ≤ 1000	10	1	1 × 200

Regolamento UE n. 401/2006, sezione B.4 tabella 2

### Procedura di campionamento

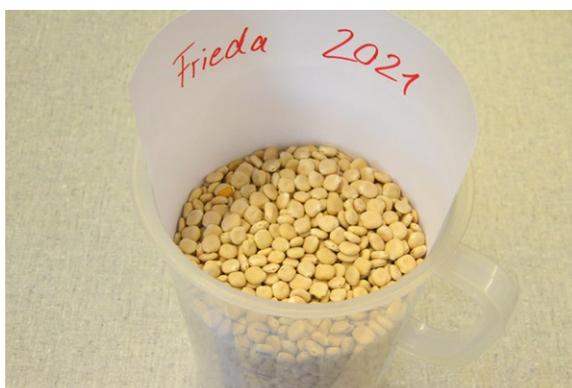
I singoli campioni non devono essere prelevati solo dalla superficie del contenitore (carrello, sacco, big bag), ma se possibile attraverso tutti gli «strati» della partita di lupini. A questo scopo si utilizza un raccoglitore di materiale sfuso o una lancia per campioni (figura a destra).

Se questi attrezzi non sono disponibili, è meglio prelevare i campioni durante i processi di lavorazione che movimentano la granella. È il caso, ad esempio, della pulizia. Con un piccolo contenitore, si possono raccogliere singoli campioni in momenti diversi. La somma dei singoli campioni deve essere almeno pari al peso del campione composito.

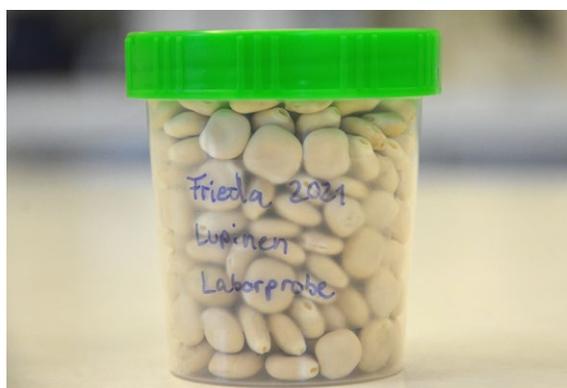
Nella fase finale, tutti i singoli campioni vengono omogeneizzati per formare un campione composito, ovvero i semi di lupino vengono mescolati in un contenitore (in basso a sinistra). Circa 200 grammi di lupini vengono prelevati da questo campione composito omogeneizzato e inviati al laboratorio.



La lancia per il campionamento può essere utilizzata anche per prelevare singoli campioni dagli strati inferiori di un sacco.



I campioni provenienti da diversi punti di un lotto vengono mescolati in un campione composito (ben omogeneizzato)



Un campione di laboratorio è prelevato dal campione composito (immagine a sinistra)

## Dove si può analizzare il contenuto di alcaloidi?

Esistono pochi laboratori che analizzano gli alcaloidi del lupino. Nel box seguente vengono date indicazioni relative a un laboratorio pubblico di riferimento.

Esistono anche dei limiti nella quantificazione degli alcaloidi. In linea di massima, il contenuto totale di alcaloidi viene determinato con precisione fino a 500 milligrammi per chilo di lupini. Se la loro somma supera questo valore, è necessario effettuare una seconda analisi per determinare l'esatto contenuto totale di alcaloidi. Su richiesta, i laboratori di

riferimento forniranno informazioni sul valore esatto entro il quale è possibile determinare con precisione il contenuto totale di alcaloidi. In particolare, è importante che venga analizzato il contenuto totale di alcaloidi chinolizidinici.

### Possibili laboratori per l'analisi degli alcaloidi chinolizidinici nei lupini

CREA - Centro per la Produzione Animale e l'Acquacoltura

Viale Piacenza 29, 26900 - Lodi (LO)

[crea.gov.it](http://crea.gov.it) > centri di ricerca >

[Zootecnia e Acquacoltura](#)

[za@crea.gov.it](mailto:za@crea.gov.it)

## Riduzione degli alcaloidi nella lavorazione degli alimenti

Se il contenuto totale di alcaloidi di un lotto di lupini supera il valore guida, è possibile deamarizzare la granella di lupino. La descrizione dei seguenti metodi si basa sulla letteratura e sull'esperienza internazionale.

### Riduzione mediante ammollo

Sebbene gli alcaloidi siano resistenti al calore, sono solubili in acqua. Ciò significa che la quantità di alcaloidi presenti nei lupini può essere ridotta efficacemente attraverso il processo di cottura e l'ammollo per diversi giorni. La sbucciatura o la tostatura, invece, non riducono il contenuto di alcaloidi, poiché questi ultimi si trovano all'interno dei semi di lupino e non vengono distrutti dal calore secco. Un metodo di deamarizzazione<sup>1</sup> prevede i seguenti passaggi:

- Aggiungere sei parti di acqua fredda a una parte di lupini e lasciare in ammollo per 24 ore.
- Scolare e risciacquare
- Aggiungere altre sei parti di acqua e far bollire per almeno 10 minuti; scolare e risciacquare.
- Lasciare in ammollo per diversi giorni fino a quando i lupini non hanno più un sapore amaro; cambiare l'acqua due o tre volte al giorno.

Nella regione mediterranea, l'ammollo dei lupini è praticato da secoli per ridurre gli alcaloidi.

### Promuovere l'azione di lisciviazione

A bassi valori di pH, tra 2,2 e 2,4, gli alcaloidi sono ancora più solubili in acqua. A questo scopo si può aggiungere acido citrico. Anche l'aggiunta di sale comune (NaCl) favorisce il drenaggio degli alcaloidi. A seconda del contenuto iniziale di alcaloidi, è possibile regolare la durata dell'ammollo e la frequenza del ricambio d'acqua. Gli alcaloidi devono essere dilavati fino a eliminare il sapore amaro dai lupini.



L'ammollo è un metodo collaudato per ridurre gli alcaloidi nei lupini

<sup>1</sup> BFR «Valutazione del rischio di presenza di alcaloidi nei semi di lupino»

## Riduzione mediante fermentazione

Gli alcaloidi dei lupini sono relativamente stabili e normalmente non vengono ridotti dalla fermentazione. Tuttavia, c'è un'eccezione: in un esperimento scientifico è stato dimostrato che la fermentazione con un ceppo speciale del fungo *Rhizopus oligosporus* ha ridotto il contenuto di alcaloidi di oltre la metà dopo 48 ore a 25 gradi Celsius e a un valore di pH di 5,5. I ricercatori avevano cercato specificamente un ceppo con questa proprietà.

Questo fungo è utilizzato nella produzione di tempeh ed è generalmente disponibile in commercio, anche se difficilmente nella forma del ceppo specifico in grado di abbattere gli alcaloidi del lupino. Sono quindi necessarie ulteriori prove per l'applicazione pratica.



Il tempeh è tradizionalmente ottenuto da legumi da granella tramite fermentazione (la foto mostra il tempeh di lupino)

Il tempeh proviene dall'Indonesia ed è prodotto dalla soia mediante fermentazione. Anche altri legumi da granella possono costituire la base del tempeh.

## Riferimenti e informazioni aggiuntive

### Progetto LUPINNO SUISSE

[fibl.org](http://fibl.org) > Themi/Progetti > Banca dati dei progetti > [LUPINNO SUISSE](#) (in tedesco, inglese)

[swiss.legumehub.eu](http://swiss.legumehub.eu) > Leguminosen > [Lupine](#) (in tedesco, francese)

### Progetto DIVINFOOD

[firab.it](http://firab.it) > Progetti internazionali > [DIVINFOOD](#)

[fibl.org](http://fibl.org) > Themi/Progetti > Banca dati dei progetti > [DIVINFOOD](#) (in tedesco, inglese)

### Base legale

Catalogo delle materie prime per mangimi:  
Regolamento UE N. 68/2013

Metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di micotossine nei prodotti alimentari:  
Regolamento UE N. 401/2006 del 23 febbraio 2006

Valutazione del rischio di presenza di alcaloidi nei semi di lupino

L'Istituto federale tedesco per la valutazione dei rischi BfR (2017).  
Risikobewertung des Alkaloidvorkommens in Lupinensamen. Comunicazione del 27 marzo 2017. DOI 10.17590/20170327-102936  
[bfr.bund.de](http://bfr.bund.de) > Publikationen > BfR Stellungnahmen > laufende Nummer 003, Jahrgang 2017

### Base scientifica

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2019). Scientific opinion on the risks for animal and human health related to the presence of quinolizidine alkaloids in feed and food, in particular in lupins and lupin-derived products. EFSA Journal vom 25. September 2019. DOI: [10.2903/j.efsa.2019.5860](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5860)

Estivi, L., Buratti, S., Fusi, D., Benedetti, S., Rodríguez, G., Brandolini, A., & Hidalgo, A. (2022). Alkaloid content and taste profile assessed by electronic tongue of *Lupinus albus* seeds debittered by different methods. Journal of Food Composition and Analysis Nr. 114 von July 2022, DOI:[10.1016/j.jfca.2022.104810](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104810)

## Colophon

### Editori

Istituto di ricerca dell'agricoltura biologica FiBL  
Ackerstrasse 113, Postfach 219, 5070 Frick, Svizzera  
Tel. +41 (0)62 8657272, info. [swisse@fibl.org](mailto:swisse@fibl.org), [fibl.org](http://fibl.org)

Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica FIRAB  
Via Pio Molajoni 76, 00159 ROMA, Italia  
Tel. +39 (0)6 94325200, [firab@firab.it](mailto:firab@firab.it), [firab.it](http://firab.it)

### Finanziamento

Progetto LUPINNO SUISSE, finanziamento attraverso l'Ufficio federale dell'agricoltura UFAG

Versione italiana: Progetto DIVINFOOD, finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea

**Autrici:** Ivraina Brändle, Christine Arncken, Ursula Kretzschmar, Ludvine Nicod, Mariateresa Lazzaro (FiBL Svizzera)

**Revisione dell'edizione originale:** Michael Wink (Università Heidelberg)

**Traduzione:** Luca Colombo (FIRAB Italia)

**Redazione:** Simona Moosmann, Jeremias Lütold (FiBL Svizzera)

**Layout:** Sandra Walti (FiBL Svizzera)

**Fotografie:** Christine Arncken (FiBL Svizzera): Titeltitel, Pag.3; Katharina Bitterlich (FiBL Svizzera): Pag.2; Django Hegglin (FiBL Svizzera): Pag. 4; Thomas Alföldi (FiBL Svizzera): Pag.1 links; Andreas Basler (FiBL Svizzera): Pag. 6, 7, 8

**FiBL no ordine:** 1762

La pubblicazione è disponibile per download gratuito al seguente indirizzo: [shop.fibl.org](http://shop.fibl.org).

Tutte le informazioni contenute in questa guida sono state create dagli autori al meglio delle loro conoscenze, così come verificate, da loro stessi e dagli editori coinvolti, con la massima cura. Tuttavia, gli errori non possono essere completamente esclusi. Pertanto, tutte le informazioni sono fornite senza alcuna garanzia da parte degli autori o degli editori. Che, di conseguenza non si assumono alcuna responsabilità per errori di contenuto o qualsiasi tipo di danno causato dal seguire le raccomandazioni fornite.

2024 © FiBL, FIRAB

Copyright: [fibl.org/it/copyright](http://fibl.org/it/copyright)