

LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DI DEOSSINIVALENOLO (DON) – NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

FASE DI COLTIVAZIONE E RACCOLTA

PREMESSA

Ridurre il rischio da micotossine nei cereali prodotti in Emilia-Romagna

Nella nostra Regione si verificano normalmente condizioni ambientali favorevoli alla contaminazione da **micotossine** che in certe annate può raggiungere livelli fortemente critici. Ne consegue che il controllo e la riduzione del rischio micotossine rappresentano il presupposto essenziale per fare sì che la cerealicoltura regionale rimanga competitiva e caratterizzata da una elevata qualità (compresa quella sanitaria) delle sue produzioni. È in tale contesto che si inserisce la realizzazione delle Linee guida mais e cereali autunno-vernini redatte per favorire l'adozione di corrette pratiche volte alla riduzione del rischio contaminazione micotossine in campo e durante lo stoccaggio. È infatti ampiamente riconosciuto che la prevenzione risulta essere ancora la migliore strategia di controllo delle micotossine, purché sia applicata su tutta la filiera a partire dal campo e fino alla lavorazione del prodotto finito (es. pasta e pane). La **strategia** possibile per ridurre il rischio di contaminazione da micotossine sui cereali presuppone la conoscenza di un insieme di fattori: l'andamento stagionale, l'agrotecnica, i funghi coinvolti e il loro modo di interagire con l'ospite, i risultati di specifici modelli previsionali, i contenuti delle **Linee guida mais** e delle **Linee guida cereali autunno-vernini**.

Cosa sono le micotossine e come si sviluppano

Le micotossine sono contaminanti naturali prodotti da funghi naturalmente presenti nell'ambiente.

Lo sviluppo fungino e la formazione di micotossine possono avvenire sia in campo sulla pianta sia in una qualunque delle successive fasi di conservazione e trasformazione della materia prima. Una volta prodotte, le micotossine possono persistere per lungo tempo dopo la crescita vegetativa e la morte del fungo stesso; si tratta infatti di composti stabili che tendono ad accumularsi nel tempo.

La presenza delle micotossine dipende principalmente dalle condizioni meteorologiche; l'azione dell'uomo può contribuire significativamente a limitarne la produzione, ma non può eliminarle.

In Emilia-Romagna la principale malattia che causa la formazione di micotossine nel frumento è la fusariosi della spiga.

È causata da un complesso di specie fungine appartenenti al genere *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae*) o a generi ad esso correlati, come ad esempio *Microdochium*. È una delle principali e più dannose malattie dei cereali a paglia e può colpire numerose graminacee: frumento, orzo, segale, avena, triticale e riso. Attualmente l'attenzione è focalizzata su *F. graminearum*, principale responsabile della produzione di micotossine normate (deossinivalenolo e zearalenone).

Nel frumento la malattia causa il disseccamento parziale o totale della spiga: le spighette appaiono sbiancate rispetto alla parte sana, che rimane di colore verde (**Fig. 1**). La differenza di colore fra parti infette e sane è un importante aspetto diagnostico, che va però attenuandosi con il progredire della maturazione. Se il clima si mantiene umido a lungo, sulle glume compaiono dei cuscinetti di spore colorate, dal salmone all'arancio. Le cariossidi si presentano striminzite e di colore grigiastro o rosato. Lo striminzimento non è però un sintomo costante, in quanto le cariossidi infettate tardivamente, in uno stadio avanzato di maturazione, possono presentarsi di dimensioni normali. Nel grano duro le cariossidi spesso perdono il loro aspetto traslucido ed appaiono pallide o opache.

Il quadro dei danni causati dalla malattia è comunque articolato in quanto si possono riscontrare:

1. riduzione della produzione (determinata dal minor numero di cariossidi, dalla riduzione del loro peso unitario e specifico);
2. peggioramento delle caratteristiche qualitative della granella (distruzione delle pareti cellulari con alterazione della frazione lipidica e riduzione di quella proteica);
3. diminuzione della germinabilità e del vigore germinativo dei semi;
4. accumulo di micotossine.

Figura 1 - Spighe di frumento colpite da fusariosi



Nel complesso di funghi coinvolti nella fusariosi della spiga, *F. graminearum* è il principale produttore di DON e ZEA, affiancato da *F. culmorum*, quest'ultimo in calo come incidenza sui cereali nella nostra regione nell'ultimo decennio. *F. sporotrichioides* e *F. langsethiae* sono invece produttori delle tossine T-2 e HT-2, anch'esse appartenenti ai tricoteceni come DON e ZEA; non esiste ancora un limite di legge per queste micotossine, ma vi sono raccomandazioni ed è atteso che in tempi medio-brevi vengano anch'esse incluse nel regolamento. La coltura a maggiore rischio di contaminazione per T-2 e HT-2 è l'avena, mentre in frumento e orzo coltivati nella nostra regione le contaminazioni sono sporadiche e molto contenute. Gli studi svolti in merito agli strumenti di prevenzione sono limitati e al momento non consentono di stilare specifiche linee guida. Pertanto, questo documento si riferisce esclusivamente al DON.

La strategia regionale per ridurre il rischio di contaminazione da micotossine

Nell'ambito di tale strategia riveste particolare rilevanza la predisposizione delle presenti buone pratiche agricole "Linee guida" per la riduzione del rischio contaminazione da fusarium-tossine. La raccomandazione della Commissione Europea 583/2006 rappresenta il punto di partenza per la stesura di questo documento, che nasce dall'attività di un apposito Gruppo di lavoro regionale insediatosi fin dal 2003. I vari aggiornamenti del documento derivano dalle indicazioni emerse da approfondite indagini bibliografiche, dall'esperienza maturata dagli operatori del settore e da specifiche attività di ricerca e sperimentazione condotte a livello sia regionale sia nazionale. Le Linee guida, curate da Ri.Nova (ex C.R.P.V) sotto la supervisione dei ricercatori dell'Università Cattolica di Piacenza, sono state preliminarmente esaminate da un gruppo ristretto di tecnici esperti coordinato dalla Regione (Settore Organizzazione di mercato, qualità e promozione) ed i documenti periodicamente aggiornati hanno avuto anche l'apporto di un Tavolo più allargato costituito dai vari rappresentanti della Filiera (Organizzazioni dei Produttori, Rappresentanti dei trebbiatori, Stoccatore ecc.) e dagli altri Settori regionali competenti (Fitosanitario e Prevenzione collettiva e sanità pubblica). Il presente aggiornamento tiene conto anche in particolare delle linee guida nazionali per il controllo delle micotossine redatte da: Reyneri A. e Scarpino V., Locatelli S., Vaccino P. (2023), che sono state adattate alle condizioni pedoclimatiche e alla realtà agricola dell'Emilia-Romagna.

Linee guida per il controllo della micotossina DEOSSINIVALENOLO (DON)

Le Linee Guida riassumono, con finalità operative, i punti critici e gli interventi volti a ridurre la probabilità di incorrere in elevate contaminazioni da micotossine nella granella di frumento. Va comunque sottolineato che nessuna delle pratiche colturali per il controllo delle micotossine, se singolarmente adottata, è in grado di assicurare una riduzione importante del contenuto in DON, mentre si ottengono risultati apprezzabili solo applicando le diverse pratiche in modo corretto e combinato.

La diffusione delle diverse specie fungine e la conseguente produzione di micotossine sono fondamentalmente legate alla complessa interazione tra ambiente, pratiche colturali e genotipo della varietà impiegata. L'andamento climatico rappresenta l'elemento di maggiore importanza nella determinazione della contaminazione. A questo fattore seguono le pratiche agronomiche, che in annate climatiche non estreme consentono un

efficace strumento di controllo dell'accumulo di micotossine nella granella. Il controllo dei fattori predisponenti la contaminazione nella fase di campo è ancor più importante se si considera che l'accumulo di questi metaboliti difficilmente si accresce nelle operazioni successive alla raccolta, qualora queste vengano effettuate in maniera attenta e corretta.

Durante la fase di coltivazione in campo va dunque messa in atto una sequenza di pratiche colturali atte a ridurre la probabilità di elevate contaminazioni. Le misure elencate nelle Linee Guida presentano un'efficacia attesa diversa e, pertanto, vengono proposte secondo la seguente scala di efficacia nel controllo della contaminazione:

Efficacia della strategia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Descrizione
Molto elevata	Strategia della massima importanza per la costanza degli effetti e la notevole efficacia nel ridurre la contaminazione; mantiene un'accettabile efficacia anche se non è accompagnata da altri-interventi
Elevata	Strategia frequentemente efficace e in grado di ridurre in modo rilevante la contaminazione
Media	Strategia sovente efficace quando è accompagnata da altre misure di efficacia elevata
Bassa	Strategia talvolta ininfluyente o di effetto ridotto sulla contaminazione

LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DI DEOSSINIVALENOLO (DON) – NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie agronomiche e azioni per il controllo delle micotossine
<i>Sistemazione del terreno</i>	I terreni asfittici a causa del ristagno idrico originano un rallentamento dello sviluppo della coltura, una minore crescita della radice e possibili attacchi da funghi aumentando gli stress e facilitando l'insorgenza della fusariosi della spiga.	Media	<ul style="list-style-type: none"> Le sistemazioni del terreno preparatorie alla semina devono assicurare lo sgrondo delle acque in eccesso, in particolar modo nei terreni poco permeabili.
<i>Concia della semente</i>	La concia consente di ridurre la presenza dei patogeni eventualmente trasmessi attraverso il seme e, fra questi, <i>Fusarium</i> spp, nonché di contenere l'incidenza del "mal del piede".	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> Scegliere i formulati commerciali dotati di specifica attività nei confronti di <i>Fusarium</i>. La concia industriale garantisce la migliore azione dei concianti. Si consiglia l'impiego di sementi certificate.
<i>Avvicendamento</i>	Le precessioni con cereali autunno-vernini e soprattutto con i cereali primaverili-estivi (mais, sorgo) contribuiscono ad incrementare la carica di inoculo presentando un forte effetto moltiplicatore del rischio rispetto alle altre precessioni.	Molto elevata	<ul style="list-style-type: none"> Avvicendare il frumento con colture che non ospitano le medesime specie di <i>Fusarium</i> (es. barbabietola da zucchero, medica, soia, altre leguminose da granella, girasole, patata ed altre orticole in generale). Evitare i ristoppi di frumento tenero e duro e la successione tra le due specie. In caso di successione dopo mais o sorgo rispettare le indicazioni riportate di seguito in merito alla gestione dei residui.
<i>Lavorazione del terreno e gestione dei residui colturali</i>	I residui colturali di cereali, soprattutto di cereali estivi (mais, sorgo), contengono inoculo di <i>F. graminearum</i> e <i>F. culmorum</i> che fungono da substrato essenziale per la contaminazione e l'infezione del raccolto che segue. La rimozione dei residui della coltura precedente e gli interventi di lavorazione del terreno, volti a interrare tanto più efficacemente i residui, sono quindi di primaria importanza per ridurre l'inoculo potenziale.	Molto elevata	<ul style="list-style-type: none"> Asportare o interrare i residui privilegiando l'aratura. La minima lavorazione e in particolar modo la semina diretta (sodo) dopo mais o sorgo, sono attuabili soltanto negli ambienti con basso rischio di infezione e qualora non si intenda coltivare frumento duro.

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie agronomiche e azioni per il controllo delle micotossine
<i>Scelta varietale</i>	<p>La suscettibilità alla fusariosi è crescente passando dal frumento tenero al frumento duro.</p> <p>La suscettibilità alla fusariosi della spiga è assai diversa tra le varietà in modo particolare per il frumento tenero. I livelli di tolleranza delle varietà attualmente disponibili, se non considerati all'interno di una più ampia strategia di controllo, non sono sufficienti a garantire un basso rischio di contaminazione da DON.</p> <p>Aspetti morfologici, fisiologici, compositivi della cariosside e di ciclo colturale, interagiscono e possono facilitare o limitare lo sviluppo di <i>F. graminearum</i> e la produzione di micotossine.</p>	Elevata	<ul style="list-style-type: none"> • Impiegare varietà meno sensibili alla fusariosi della spiga. • Si consiglia l'impiego di sementi certificate.
<i>Epoca di semina e investimento alla semina</i>	Elevati investimenti e semine precoci possono stimolare un eccessivo accostamento e densità di spighe alla raccolta, determinando un microclima più favorevole alla contaminazione da parte dei funghi tossigeni.	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> • Non eccedere con gli investimenti (seguire le indicazioni fornite dalle aziende sementiere) e non anticipare troppo le semine, da effettuarsi preferibilmente a partire dalla seconda metà di ottobre.
<i>Qualità della semente</i>	La semente infetta, originata in campi colpiti da fusariosi della spiga trasmette e diffonde l'inoculo.	Media	<ul style="list-style-type: none"> • Impiegare semente certificata e concia con fungicidi.
<i>Controllo delle infestanti</i>	Le malerbe competono con la coltura per gli elementi nutritivi, l'acqua e la luce, aumentando la probabilità e l'entità degli stress e creano un microambiente favorevole alla produzione di inoculo e alla crescita dei funghi tossigeni.	Media	<ul style="list-style-type: none"> • Eseguire un accurato e tempestivo diserbo o applicare tecniche di lotta meccanica mediante passaggi ripetuti di strigliatura. • Si raccomanda di fare riferimento alle norme e alle sostanze attive consentite dal Disciplinare di Produzione Integrata dell'Emilia-Romagna (DPI-RER).
<i>Fertilizzazione fosfo-potassica</i>	La nutrizione squilibrata influenza negativamente la fertilità della spiga e rende più suscettibile la pianta agli attacchi dei funghi tossigeni	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> • Eseguire apporti di potassio e fosforo in relazione alla dotazione del suolo e in funzione del bilancio degli elementi.
<i>Fertilizzazione azotata</i>	Le carenze di azoto causano sviluppo stentato della	Media	<ul style="list-style-type: none"> • Apportare quantitativi di azoto equilibrati e

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie agronomiche e azioni per il controllo delle micotossine
	<p>coltura predisponendola agli attacchi dei funghi tossigeni; tali carenze si manifestano con calo delle rese e proporzionale aumento della concentrazione di tossine.</p> <p>Viceversa, gli eccessi di azoto provocano un maggior rischio di allettamento e maturazioni più tardive con effetti favorevoli allo sviluppo dei funghi tossigeni.</p>		<p>correttamente frazionati.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si consiglia di adottare il metodo del bilancio oppure, in alternativa, il metodo semplificato, basato sulla scheda a “Dose standard”, così come previsto dai DPI-RER oppure dai sistemi predittivi a supporto delle decisioni.
<i>Trattamenti fungicidi per la difesa della foglia</i>	<p>Le infezioni rilevanti di oidio, ruggini e septoria possono determinare condizioni di stress con ricadute marginali sulla fusariosi della spiga. L’applicazione di fungicidi dall’accestimento alla foglia a bandiera non influenza in modo significativo la fusariosi della spiga e l’accumulo di DON.</p>	Bassa	<p>Per i trattamenti chimici si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal DPI-RER e/o da altri specifici disciplinari inseriti in accordi quadro promossi dalla Regione Emilia-Romagna (es. Accordo quadro per la produzione di grano duro di alta qualità).</p>
<i>Trattamenti fungicidi per la difesa della spiga</i>	<p>L’impiego di sostanze attive che inibiscono la crescita dei funghi tossigeni è efficace quando difendono la spiga durante la fioritura, nel momento in cui l’inoculo può penetrare nell’infiorescenza e successivamente colonizzare le cariossidi.</p> <p>Il trattamento non va considerato come risolutivo, ma a supporto di un’agrotecnica corretta.</p>	Elevata	<ul style="list-style-type: none"> • Applicare fungicidi attivi contro <i>Fusarium</i> dalla fine della spigatura alla piena fioritura. Preferire le miscele per ridurre il rischio di insorgenza di resistenze. L’applicazione di fungicidi non attivi contro <i>Fusarium</i> (es. strobilurine e SDHI) può aumentare lo sviluppo di questi ultimi e l’accumulo di DON • Per i trattamenti chimici si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal DPI-RER e/o da altri specifici disciplinari inseriti in accordi quadro promossi dalla Regione Emilia-Romagna (es. Accordo quadro per la produzione di grano duro di alta qualità). • Applicare il fungicida in modo preventivo o entro 12 ore dall’evento infettante (pioggia, nebbie o

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie agronomiche e azioni per il controllo delle micotossine
			rugiade prolungate) per massimizzare l'efficacia. <ul style="list-style-type: none"> Utilizzare attrezzature per la distribuzione correttamente tarate ed efficienti
<i>Trattamenti con agenti di biocontrollo per la difesa della spiga</i>	Applicazioni che diffondono l'inoculo del fungo (<i>Pythium oligandrum</i>) non patogeno e non tossigeno può competere per la nicchia ecologica occupata da funghi patogeni, tra cui quelli tossigeni del genere <i>Fusarium</i> . Concorrono alla riduzione della problematica di fusariosi della spiga anche prodotti recentemente registrati contenenti: <i>Bacillus subtilis</i> , idrogeno carbonato di K e laminarina.	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> Applicare prodotti a base di <i>Pythium oligandrum</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, idrogeno carbonato di K o laminarina tra gli stadi di fine accostamento alla levata, possibilmente in 2 distribuzioni successive
<i>Trattamenti insetticidi</i>	Gli insetti fitofagi possono favorire stress e cali di resa aumentando indirettamente il rischio di incorrere in maggiori contaminazioni.	Bassa	
<i>Epoca di raccolta</i>	Nel caso di andamenti meteorologici piovosi nel corso della maturazione la crescita dei funghi tossigeni può protrarsi anche oltre la maturazione fisiologica.	Media	<ul style="list-style-type: none"> In condizioni a rischio di contaminazioni elevate raccogliere appena possibile.
<i>Regolazione mietitrebbia</i>	La raccolta deve essere eseguita con mietitrebbia idonea a fornire un prodotto pulito da polveri, da cariossidi molto striminzite (che sono in genere quelle a più alto tenore di micotossine) e rotte.	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice e adottare una velocità di lavoro adeguata. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci.
<i>Trasporto al centro di stoccaggio</i>	I vani di carico sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	Bassa	<ul style="list-style-type: none"> Pulire il vano di carico dopo ogni trasporto rimuovendo anche le polveri.

TABELLE

Tab. 1. Limiti massimi ammessi o raccomandati di micotossine nei cereali autunno-vernini.

Micotossine	Tenori massimi	Prodotti	Osservazioni	Destinazione
Aflatossine Reg. CE n. 915/2023	B1: 2,0 µg/kg B1+B2+G1+G2: 4,0 µg/kg	Tutti i cereali e loro prodotti derivati, compresi i prodotti trasformati a base di cereali	Compresi i prodotti trasformati a base di cereali. I prodotti derivati da cereali si riferiscono ai prodotti contenenti almeno l'80 % di prodotti a base di cereali.	Consumo umano
	B1: 0,10 µg/kg	Alimenti per la prima infanzia e alimenti trasformati a base di cereali destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia	Il tenore massimo si applica alla materia secca (5) del prodotto come immesso sul mercato.	
Ocratossina A Reg. CE n. 915/2023	5,0 µg/kg	Chicchi di cereali non trasformati	Il tenore massimo si applica ai chicchi di cereali non trasformati immessi sul mercato precedentemente alla prima trasformazione	
	3,0 µg/kg	Prodotti derivati da chicchi di cereali non trasformati e cereali immessi sul mercato per il consumatore finale	Compresi i prodotti trasformati a base di cereali. I prodotti derivati da chicchi di cereali non trasformati si riferiscono ai prodotti contenenti almeno l'80 % di prodotti a base di cereali.	
Deossinivalenolo Reg. UE 915/2023 modificato dal Reg UE 1022/2024	1000µg/kg	Chicchi di cereali non trasformati	Il tenore massimo si applica ai chicchi di cereali non trasformati immessi sul mercato precedentemente alla prima trasformazione	
	1500 µg/kg	Chicchi di frumento duro non trasformati e chicchi di granturco non trasformati	Il tenore massimo si applica ai chicchi di frumento duro non trasformati immessi sul mercato precedentemente alla prima trasformazione	

Micotossine	Tenori massimi	Prodotti	Osservazioni	Destinazione
	750 µg/kg	Cereali immessi sul mercato per il consumatore finale, granturco per pop corn e pop corn	Ad eccezione del riso	
	150 µg/kg	Alimenti per la prima infanzia e alimenti trasformati a base di cereali destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia	Ad eccezione dei prodotti a base di riso. Il tenore massimo si applica alla materia secca del prodotto come immesso sul mercato.	
Zearalenone Reg. UE 915/2023	100 µg/kg	Chicchi di cereali non trasformati	Il tenore massimo si applica ai chicchi di cereali non trasformati immessi sul mercato precedentemente alla prima trasformazione	
	75 µg/kg	Cereali immessi sul mercato per il consumatore finale, farina di cereali, semola, crusca e germe come prodotti finali immessi sul mercato per il consumatore finale,	Ad eccezione del riso e dei prodotti a base di riso	
Tossine T2 e HT2(1) Reg. UE 1038/2024 che modifica il Reg UE 915/2023	50 µg/kg	Chicchi di cereali non trasformati ad eccezione dei chicchi di orzo non trasformati da destinare alla maltazione, chicchi di orzo non trasformati diversi dai chicchi di orzo da destinare alla maltazione, chicchi di granturco non trasformati, chicchi di frumento duro non trasformati e dei chicchi di avena non trasformati con tegumento non commestibile	Ad eccezione dei chicchi di granturco non trasformati destinati alla molitura ad umido e del riso. Il tenore massimo si applica ai chicchi di cereali non trasformati immessi sul mercato per la prima trasformazione (6)	
	200 µg/kg	Chicchi di orzo non trasformati da destinare alla maltazione	Il tenore massimo si applica ai chicchi di orzo non trasformati da destinare alla maltazione immessi sul mercato per la prima trasformazione (6).	
	150 µg/kg	Chicchi di orzo non trasformati diversi dai chicchi di orzo da destinare alla maltazione	Il tenore massimo si applica ai chicchi di orzo non trasformati immessi sul mercato per la prima trasformazione	

Micotossine	Tenori massimi	Prodotti	Osservazioni	Destinazione
	100 µg/kg	Chicchi di granturco non trasformati e chicchi di frumento duro non trasformati	Ad eccezione dei chicchi di granturco non trasformati per i quali è chiaro, attraverso ad esempio l'etichettatura o la destinazione, che sono destinati unicamente alla molitura ad umido (produzione di amido). Il tenore massimo si applica ai chicchi di granturco non trasformati e ai chicchi di frumento duro non trasformati immessi sul mercato per la prima trasformazione ⁽⁶⁾	
	1250 µg/kg	Chicchi di avena non trasformati con tegumento non commestibile	Il tenore massimo si applica ai chicchi di avena non trasformati con tegumento immessi sul mercato per la prima trasformazione (6). Il tenore massimo si applica ai chicchi di avena con tegumento non commestibile.	
	20 µg/kg	Cereali immessi sul mercato per il consumatore finale, ad eccezione dell'avena immessa sul mercato per il consumatore finale e orzo, granturco e frumento duro immessi sul mercato per il consumatore finale	Ad eccezione del riso.	
	50 µg/kg	Orzo, granturco e frumento duro immessi sul mercato per il consumatore finale		
	20 µg/kg	Prodotti di macinazione dei cereali ad eccezione dei prodotti di macinazione dell'avena (compresa la crusca d'avena) e la crusca di cereali diversi dall'avena e prodotti di macinazione del granturco	Ad eccezione dei prodotti di macinazione del riso.	
	50 µg/kg	Crusca di cereali diversi dall'avena e prodotti di macinazione del granturco		

Micotossine	Tenori massimi	Prodotti	Osservazioni	Destinazione
	20 µg/kg	Prodotti da forno, ad eccezione dei prodotti da forno contenenti almeno il 90 % di prodotti di macinazione dell'avena, pasta alimentare, merende a base di cereali e cereali da colazione, ad eccezione dei fiocchi d'avena, cereali da colazione costituiti almeno per il 50 % di crusca di cereali, prodotti di macinazione dei chicchi di avena, prodotti di macinazione dei chicchi di granturco, chicchi di avena integrale, chicchi di orzo, chicchi di granturco o chicchi di frumento duro, e costituiti per meno del 40 % di prodotti di macinazione dei chicchi di avena e chicchi di avena integrale, cereali da colazione costituiti almeno per il 50 % di crusca di cereali, prodotti di macinazione dei chicchi di avena, prodotti di macinazione dei chicchi di granturco, chicchi di avena integrale, chicchi di orzo, chicchi di granturco o chicchi di frumento duro, e almeno per il 40 % di prodotti di macinazione dei chicchi di avena e chicchi di avena integrale.	Ad eccezione dei prodotti a base di riso. Compresi i piccoli prodotti da forno. Con il termine "pasta alimentare" si intende la pasta alimentare (secca) con un contenuto di acqua di circa il 12 %.	
	50 µg/kg	Cereali da colazione costituiti almeno per il 50 % di crusca di cereali, prodotti di macinazione dei chicchi di avena, prodotti di macinazione dei chicchi di granturco, chicchi di avena integrale, chicchi di orzo, chicchi di granturco o chicchi di frumento duro, e costituiti per meno del 40 % di prodotti di macinazione dei chicchi di avena e chicchi di avena integrale		
	75 µg/kg	Cereali da colazione costituiti almeno per il 50 % di crusca di cereali, prodotti di macinazione dei chicchi di avena, prodotti di macinazione dei chicchi di granturco, chicchi di avena integrale, chicchi di orzo, chicchi di granturco o chicchi di frumento duro, e almeno per il 40 % di prodotti di macinazione dei chicchi di avena e chicchi di avena integrale		
	10 µg/kg	Alimenti per la prima infanzia e alimenti trasformati a base di cereali destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia ⁽³⁾ .	Ad eccezione dei prodotti a base di riso. Il tenore massimo si applica alla materia secca (5) del prodotto come immesso sul mercato.	

Micotossine	Tenori massimi	Prodotti	Osservazioni	Destinazione
	10 µg/kg	Alimenti a fini medici speciali destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia (3)	Ad eccezione dei prodotti a base di riso. Il tenore massimo si applica alla materia secca (5) del prodotto come immesso sul mercato.».	
Aflatossina B1 Reg. UE n. 574/2011	0,02 mg/kg	Materie prime per mangimi	Contenuto massimo in mg/kg (ppm) di mangime con un tasso di umidità del 12 %	Prodotti destinati all'alimentazione degli animali)
Deossinivalenolo Raccomandazione (UE) 2016/1319 della Commissione del 29 luglio 2016	8 mg/kg(*)	Materie prime per mangimi Cereali e prodotti a base di cereali	Valore di riferimento in mg/kg (ppm) di mangime al tasso di umidità del 12 %	
Zearalenone Raccomandazione (UE) 2016/1319 della Commissione del 29 luglio 2016	2 mg/kg(*)	Materie prime per mangimi Cereali e prodotti a base di cereali		
Ocratossina A Raccomandazione (UE) 2016/1319 della Commissione del 29 luglio 2016	0,25 mg/kg (*)	Materie prime per mangimi Cereali e prodotti a base di cereali		

µg/kg = ppb mg/kg = ppm (*) Limiti raccomandati

(*) Nel caso dei cereali e prodotti a base di cereali somministrati direttamente agli animali occorre prestare particolare attenzione a che il loro utilizzo nella razione giornaliera non comporti un'esposizione degli animali a tali micotossine superiore a quella che comporterebbe una razione giornaliera composta esclusivamente da mangimi completi.

(1) Somma delle tossine T-2 e HT-2: Per la somma delle tossine T-2 e HT-2, i tenori massimi si riferiscono alle concentrazioni lower bound, che sono calcolate ipotizzando che tutti i valori inferiori al limite di quantificazione siano pari a zero.

(3) Alimento quale definito all'articolo 2 dal regolamento (UE) n. 609/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 giugno 2013, relativo agli alimenti destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia, agli alimenti a fini medici speciali e ai sostituti dell'intera razione alimentare giornaliera per il controllo del peso e che abroga la direttiva 92/52/CEE del Consiglio, le direttive 96/8/CE, 1999/21/CE, 2006/125/CE e 2006/141/CE della Commissione, la direttiva 2009/39/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e i regolamenti (CE) n. 41/2009 e (CE) n. 953/2009 della Commissione (GU L 181 del 29.6.2013, pag. 35).

(5) La materia secca è determinata conformemente al regolamento (CE) n. 401/2006 della Commissione, del 23 febbraio 2006, relativo ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo ufficiale dei tenori di micotossine nei prodotti alimentari (GU L 70 del 9.3.2006, pag. 12).

(6) Per «prima trasformazione» si intendono tutti i trattamenti fisici o termici dei chicchi, diversi dall'essiccazione. La pulizia, comprese le procedure di spazzolatura, cernita (cernita per colore, se opportuno) ed essiccazione, non sono considerate «prima trasformazione» se l'intero chicco rimane intatto dopo la pulizia e la cernita. Per «spazzolatura» si intende la pulizia dei cereali spazzolandoli e/o strofinandoli vigorosamente e nel rimuovere le polveri (ad esempio mediante aspirazione). La spazzolatura può essere seguita da una cernita per colore prima della molitura.

Note:

- Per «prima trasformazione» si intendono tutti i trattamenti fisici o termici dei chicchi, diversi dall'essiccazione. La pulizia, comprese le procedure di spazzolatura, cernita (cernita per colore, se opportuno) ed essiccazione, non sono considerate «prima trasformazione» se l'intero chicco rimane intatto dopo la pulizia e la cernita. Per «spazzolatura» si intende la pulizia dei cereali spazzolandoli e/o strofinandoli vigorosamente e nel rimuovere le polveri (ad esempio mediante aspirazione). La spazzolatura può essere seguita da una cernita per colore prima della molitura.

Tab. 2. Principali funghi produttori di micotossine nei cereali autunno-vernini nella fase di campo

Funghi coinvolti	Condizioni di crescita dei funghi	Micotossine prodotte	Condizioni di produzione micotossine
<i>Fusarium culmorum</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. poae</i> <i>F. sporotrichioides</i> <i>F. langsethiae</i>	Temperature: 4 – 35 °C Temperatura ottimale: 25 °C Umidità granella: min 20 – 21%	Deossinivalenolo, Zearalenone, Nivalenolo, T-2, HT-2	Temperature: 10 - 30 °C Temperatura ottimale: 20 °C <i>F. culmorum</i> , 20°C <i>F. sporotrichoides</i> 25°C <i>F. poae</i> 30 °C <i>F. graminearum</i> a _{w(1)} minimo: 0,95

(1) a_w: acqua libera nella granella