

# **Le fusariosi del grano: riconoscerle in campo**

***Prof. Roberto Causin  
Dott. Riccardo Rasera***

LE MICOTOSSINE NEL FRUMENTO:  
aggiornamenti e aspettative per il 2009.  
Borsa merci di Bologna – Giovedì 28 Maggio 2009

## MALATTIE FUNGINE DEL FRUMENTO:

**Fusariosi della spiga (Fusarium Head Blight = FHB)**

Mal del piede da Fusarium spp. e altri patogeni

Mal del piede (Take All Disease) da *Gaeumannomyces graminis*

Oidio

Ruggini (gialla, bruna e nera)

Septoriosi e Stagonosporiosi

Maculatura fogliare

Alternariosi

Carbone

Carie

## Principali malattie fungine del frumento nel Nord Italia

<b>Patogeno</b>	<b>Malattia</b>	<b>Organo colpito</b>
<i>Blumeria graminis f.sp. tritici</i>	Oidio o mal bianco	Guaine, foglie, culmo, spighe
<i>Puccinia striiformis f.sp. tritici</i>	Ruggine gialla o striata o delle glume	Guaine, foglie, spighe
<i>Puccinia recondita f.sp. tritici</i>	Ruggine bruna o fogliare o puntiforme	Foglie
<i>Puccinia graminis f.sp. tritici</i>	Ruggine nera o dello stelo	Guaine, foglie, culmo, spighe
<i>Mycosphaerella graminicola</i> ( <i>Septoria tritici</i> )	Septoriosi	Foglie
<i>Phaeosphaeria nodorum</i> , ( <i>Stagonospora nodorum</i> )	Stagonosporiosi	Guaine, foglie, culmo, spighe
<i>Ustilago tritici</i>	Carbone volante	Spighe
<i>Tilletia caries</i>	Carie	Cariossidi



Patogeno	Malattia	Organo colpito
<i>F. graminearum</i> ( <i>Gibberella zeae</i> ) <i>F. culmorum</i> <i>F. avenaceum</i> ( <i>Gibberella avenacea</i> ) <i>F. poae</i> <i>Microdochium nivale</i> ( <i>F. nivale</i> ) <i>F. equiseti</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. crookwellense</i> , <i>F. langsethiae</i> ?	<b>Fusariosi della spiga  (FHB)</b>	Spiga
<i>F. graminearum</i> ( <i>Gibberella zeae</i> ), <i>F. culmorum</i> , <i>F. avenaceum</i> ( <i>G. avenacea</i> ), <i>Microdochium nivale</i> , <i>Tapesia yallundae</i> , <i>Gaeumannomyces graminis</i> , ( <i>Rhizoctonia cerealis</i> )*	<b>Mal del piede da Fusarium ed altre specie e Take All Disease  *Rizottonosi</b>	Radici, colletto, culmo
<i>Alternaria</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp., <i>Epicoccum</i> spp.	Nerume o volpatura	Guaine, foglie, culmo, spighe
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> ( <i>Helminthosporium</i> )	Maculatura della foglia	Foglie (guaina, raram. spiga)

# Mal del piede: sintomi



- **Fallanze** legate alla mancata germinazione o morte precoce dei germinelli
- **Danneggiamento dell'apparato radicale e vascolare** con interruzione del flusso di acqua e nutrienti;
- **accestimento -levata:**  
**imbrunimenti** più o meno estesi delle radici e del fusticino che possono interessare anche le zone internodali ed estendersi ai fasci vascolari delle foglie, ingiallimenti ;
- **dalla levata in poi:**  
la compromissione dell'apparato radicale e vascolare può favorire **l'allettamento e determinare stati di sofferenza;**
- **in spigatura:** **spighe scarsamente fertili** che maturano prematuramente mentre il resto della pianta resta verde, cariossidi vuote o striminzite;

Se l'annata risulta particolarmente calda e umida, alla base della pianta si possono avere **evasioni di micelio rosso o arancione oppure scuro (*G. graminis*)**

**Forti attacchi di mal del piede con evasione del micelio possono innalzare il potenziale di inoculo di *F.graminearum*?**

## Sintomi della Fusariosi sulla spiga



- **Inizialmente** piccolissime macchie brunastre che poi si diffondono e necrotizzano dando **disseccamenti parziali o totali delle glume e del rachide** e dei suoi tessuti conduttori che possono causare un prematura essiccazione o della spiga intera o di parti di essa che assumono colorazione biancastra;
- **Compromissione** parziale o totale della **formazione delle cariossidi**, se si formano sono striminzite e grigio- brunastre;
- In concomitanza di **periodi umidi e piovosi** formazione di **micelio rossastro o delle fruttificazioni agamiche** (sporodochi) di **color arancione** sulle glume.
- Se il clima è **mite e piovoso a lungo**, possono comparire **i periteci** evidenziando una serie di piccoli corpuscoli rotondeggianti nero-bluastri sulle glume.





# Fusariosi della spiga sintomi sulle cariossidi



## Sintomi:

- **attacco precoce:** sterilità; produzione di granella striminzita ; tombstone (piccola, raggrinzita, colore bianco o rosa pallido, frattura “gessosa”)
- **attacco tardivo:** colonizzazione della granella e colorazione rossastra.

## Danni quantitativi:

- riduzione del peso dei semi e del peso ettolitrico che possono variare dal 30 al 70%;
- riduzione del contenuto di proteine e della loro qualità (?).

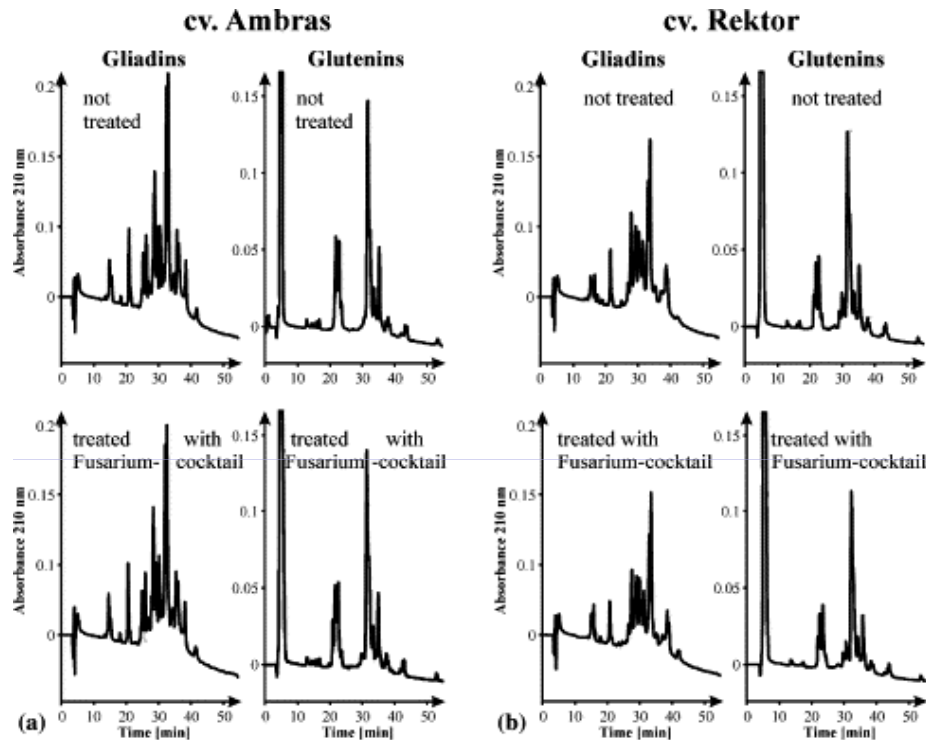


## Danni qualitativi:

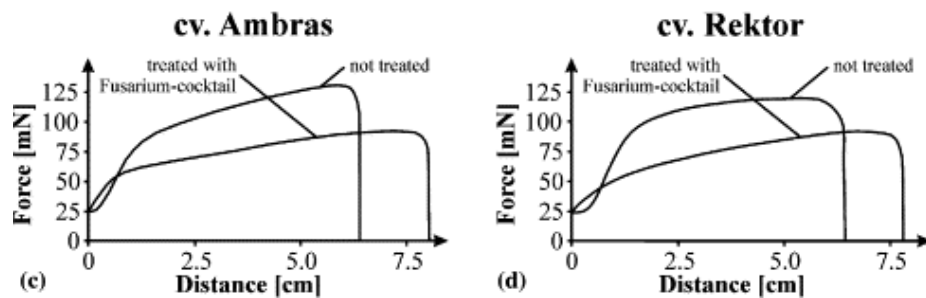
- riduzione della germinabilità e dell'energia germinativa;
- la semente infetta risulta la prima fonte di inoculo;
- presenza di **contaminazione da micotossine**



# Effetto dell'infezione di varie specie di Fusarium sulle caratteristiche tecnologiche della farina



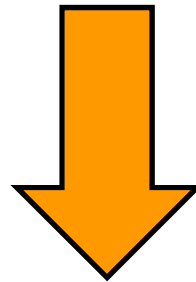
HPLC chromatograms of gliadin and glutenin extracts of wheat flours (a, b) and micro-extension tests of wheat doughs (c, d). (a) and (c) cv. Ambras, (b) and (d) cv. Rektor.



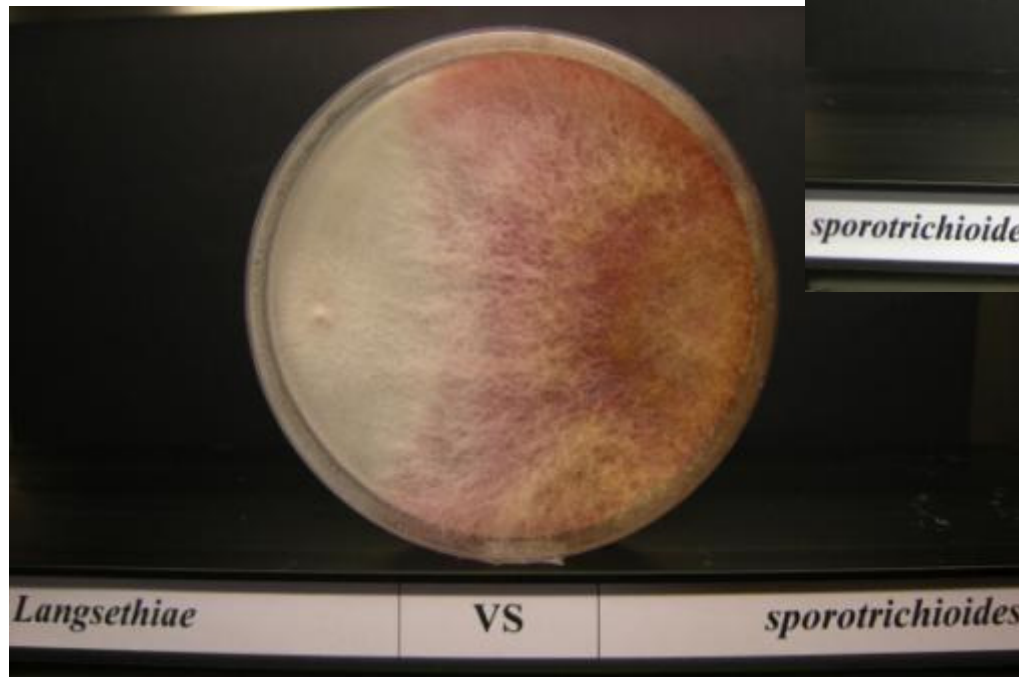
Da: Fusarium-inoculated wheat: deoxynivalenol contents and baking quality in relation to infection time. Alexander Prange, Barbara Birzele<sup>a</sup>, Johannes Krämera<sup>a</sup>, Anja Meierb<sup>b</sup>, Hartwig Modrowc<sup>c</sup> and Peter Köhlerd<sup>d</sup>



**la Fusariosi della Spiga (FHB) è una delle malattie più preoccupanti ed è dovuta a più specie di *Fusarium*.**



**Le diverse specie di *Fusarium* sono tra loro in competizione.....**



**Prove condotte a temperatura e umidità non controllata durante il periodo di fioritura del frumento**

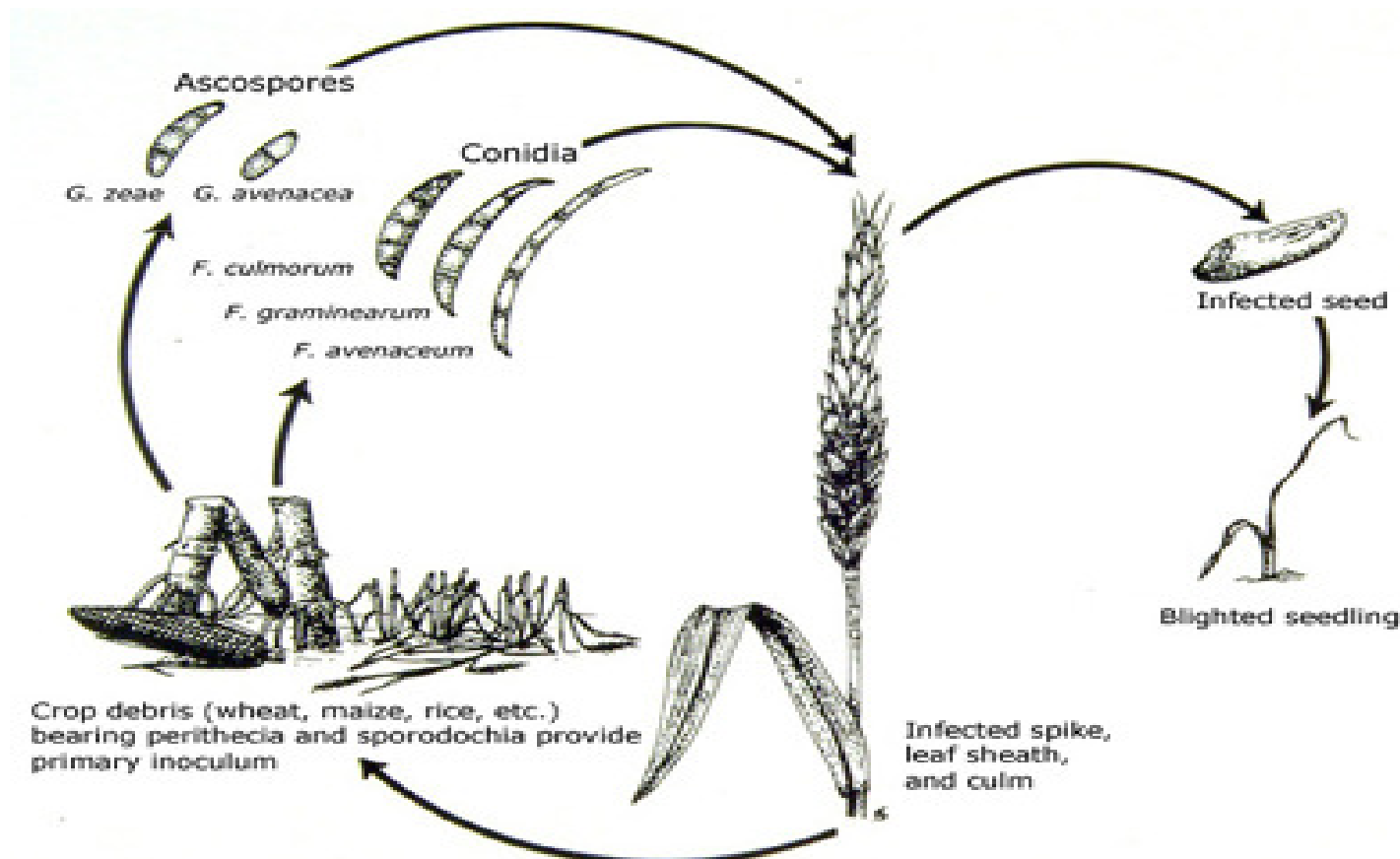
## **Fusarium micotossigeni e micotossine sintetizzate**

<i>F. avenaceum</i>	MON, BEA
<i>F. culmorum</i>	DON, ZEN, NIV, FUS, ZOH, AcDON
<i>F. equiseti</i>	ZEN, ZOH, MAS, DAS, NIV, DAcNIV, FUS, FUC, BEA
<i>F. graminearum</i>	DON, ZEN, NIV, FUS, AcDON, DAcDON, DAcNIV
<i>F. poae</i>	DAS, NIV, FUS, MAS, T2, HT2, NEO, BEA
<i>F. sporotrichioides</i>	T2, HT2, NEO, MAS, DAS

*Abbreviations: AcDON – Mono-acetyldeoxynivalenols (3-AcDON, 15-AcDON); AcNIV – Monoacetylivalenol (15-AcNIV); BEA – Beauvericin; DiAcDON – Di-acetyldeoxynivalenol (3,15-AcDON); DAcNIV – Diacetylivalenol (4,15-AcNIV); DAS – Diacetoxyscirpenol; DON – Deoxynivalenol (Vomitoxin); FB1 – Fumonisin B1; FB2 – Fumonisin B2; FB3 – Fumonisin B3; FUP – Fusaproliferin; FUS – Fusarenone-X (4-Acetyl-NIV); FUC – Fusarochromanone; HT2 – HT-2 toxin; MAS – Monoacetoxyscirpenol; MON – Moniliformin; NEO – Neosolaniol; NIV – Nivalenol; T2 – T-2 toxin; ZEN – Zearalenone; ZOH – zearalenols ( $\alpha$  and  $\beta$  isomers). (Bottalico et al., 2002)*

**Nei nostri ambienti  
normalmente prevale  
*Fusarium graminearum***

## Ciclo biologico di *F. graminearum*, *F. culmorum* e *F. avenaceum*.



# Esigenze ecologiche di *F. graminearum*

PERITECI: optimum per la formazione 29 °C

ASCOSPORE: optimum per formazione 25-28 °C; dispersione 16 °C;  
germinazione  $\geq 15$  °C (+ calo temperatura + aumento Umidità)

MACROCONIDI: formazione 28-32 °C; optimum germinazione 25 °C

CRESCITA MICELIARE: optimum 25 °C ; opt. per infezione conidica  
25 °C 36-48 ore bagnatura

ATTIVITA' DELL'ACQUA : 0.99 – 0.97

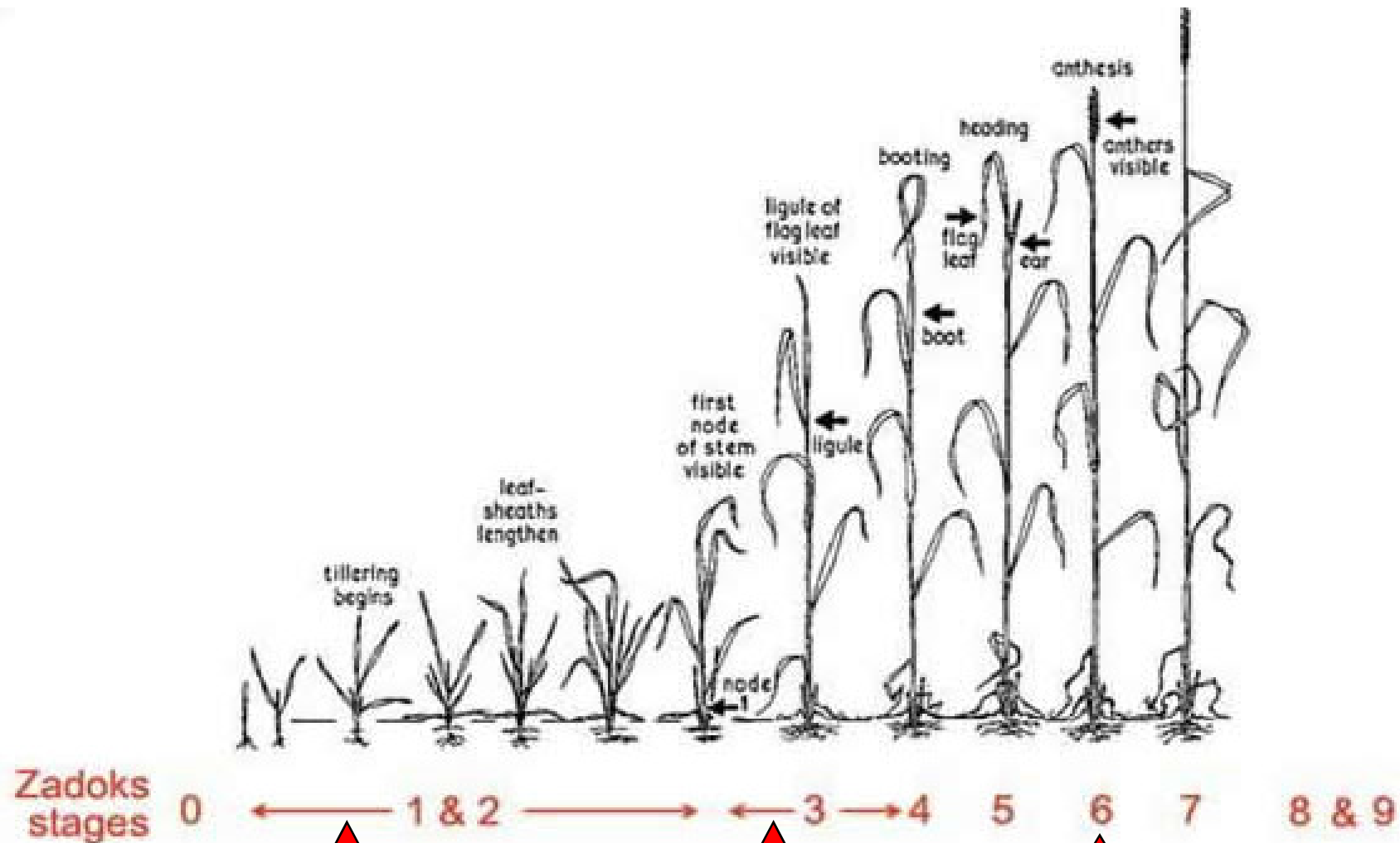
Sono sufficienti temperature > di 16 °C perché *F. graminearum* è molto virulento, mentre il fattore critico è l'acqua (a 20°, 60 ore di bagnatura)



**PRIMAVERE NON TROPPO RIGIDE MA MOLTO PIOVOSE FAVORISCONO LE INFEZIONI**



# Infezioni di *F. graminearum* al frumento



**MAL DEL PIEDE**

**FUSARIOSI DELLA SPIGA**

# Micotossine

I Fusaria responsabili dell'FHB producono micotossine che contaminano la granella;

si tratta soprattutto di TRICOTECENI quali

Deossinavalenolo (DON)

T2 e HT2

## ZEARALENONE

I regolamenti CE 1881/06 e 1126/07 fissano i limiti massimi ammissibili per DON e ZEARALENONE, mentre quelli per T2 e HT2 sono ancora allo studio; ne era prevista la fissazione per luglio 2009 ma molto probabilmente la data slitterà all'anno prossimo o ancora più avanti.



Gruppo di Lavoro Micotossine

<b>Deossinivalenolo</b> <sup>(17)</sup>		Tenore massimo (µg/kg)
Cereali non trasformati <sup>(18)</sup> <sup>(19)</sup> diversi da grano duro, avena e granoturco		1 250
Grano duro e avena non trasformati <sup>(18)</sup> <sup>(19)</sup>		1 750
Granoturco non trasformato <sup>(18)</sup> , ad eccezione del granturco non trasformato destinato alla molitura ad umido (*)		1 750 <sup>(20)</sup>
Cereali prodotti	<b>Zearalenone</b> <sup>(17)</sup>	
	Cereali non trasformati <sup>(18)</sup> <sup>(19)</sup> diversi dal granturco	100
	Granoturco non trasformato <sup>(18)</sup> ad eccezione del granturco non trasformato destinato alla molitura ad umido (*)	350 <sup>(20)</sup>
	Cereali destinati al consumo umano diretto, farina di cereali, crusca e germe come prodotto finito commercializzato per il consumo umano diretto, eccetto i prodotti alimentari di cui ai punti 2.5.6, 2.5.7, 2.5.8, 2.5.9 e 2.5.10	75

## **Fattori coinvolti nella determinazione della gravità fusariosi della spiga e della contaminazione da micotossine**

Seme infetto; semina troppo anticipata e profonda;  
investimenti elevati; eccessivo apporto di N

Andamento climatico nelle fasi tra spigatura, antesi e maturazione (alta piovosità o umidità e non troppo freddo\*)

Specie e Ceppo di Fusarium (Zona)

Varietà (susceptibilità)

Monosuccessione e Precessione colturale (negativa la precessione di altri cereali)

Minima lavorazione o semina su sodo (residui colturali che restano in superficie)

Mal del piede?....Ecc...

# Possibilità di difesa dalle malattie fungine dei cereali

**AVVICENDAMENTI** con colture non-ospiti;

**GESTIONE DEI RESIDUI COLTURALI**

interramento, distruzione, lotta biologica contro l'inoculo svernante;

**USO DI VARIETÀ RESISTENTI**

**USO DI SPECIE O VARIETÀ PIÙ ADATTE** all'ambiente di coltivazione

(es: frumento duro più suscettibile di frumento tenero se coltivato a Nord)

**EVITARE SITUAZIONI DI STRESS ALLA PIANTA**

(concimazione, diserbo, irrigazione, investimento...)

**USARE SEME SANO**

**CONCIA DEL SEME** prodotti chimici/concia biologica (ceppi fungini e batterici)

**TRATTAMENTI CHIMICI IN FIORITURA O BIOLOGICI**

## Principi attivi disponibili per il controllo delle fusariosi

<b>Principio attivo</b>	<b>Specie</b>	<b>Azione</b>
<b><u>Protioconazolo</u></b>	Triazolintioni	IBS inibitore della demetilazione; endoterapico con azione preventiva e curativa. Buona persistenza
<b><u>Prochloraz</u></b>	Imidazoli	Endoterapico con azione preventiva, curativa e eradicante. Azione per contatto. Usato per la concia nei confronti del mal del piede.
<b><u>Propiconazolo</u></b>	Triazoli	IBS sistemico, assorbimento rapido e traslocazione acropeta.
<b><u>Flutriafol</u></b>	Triazoli	IBS sistemico (via traslaminare e xilematica), assorbimento veloce per via fogliare
<b><u>Tebuconazole</u></b>	Triazoli	IBS sistemico a rapido assorbimento, sistemicità acropeta
Thiophanate-methyl	Tiocianochinoni	Attivo dopo biotrasformazione in vivo agisce per via sistemica e per contatto, rapido assorbimento
Mancozeb	Ditiocarbammato	Azione per contatto fogliare con elevata azione biologica, lunga persistenza e azione attivante la vegetazione
Metiram	Ditiocarbammato	Azione per contatto fogliare

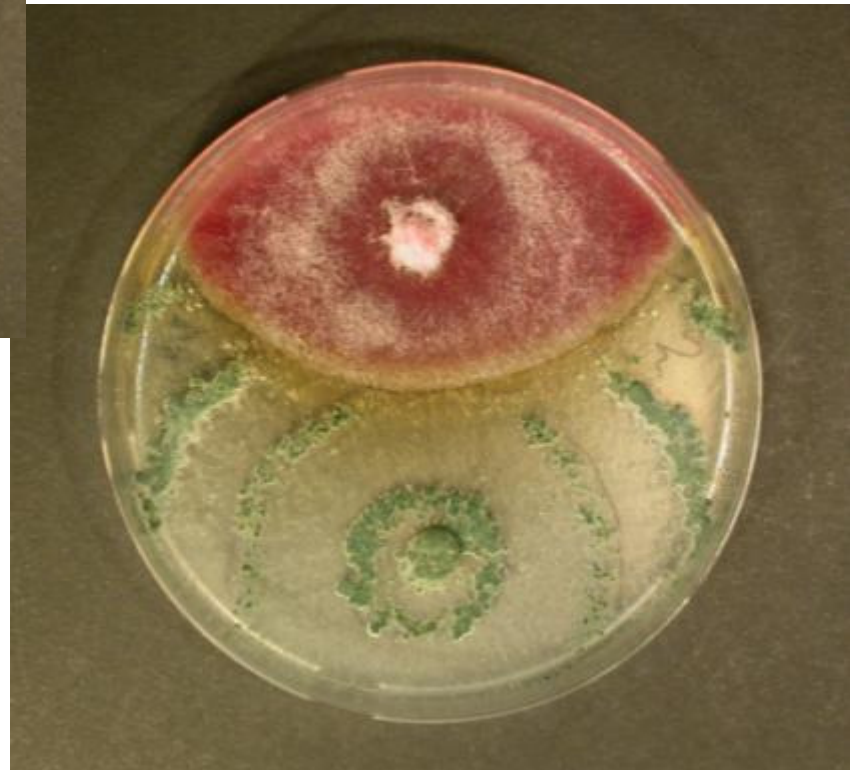
**Residui colturali** → abbattimento inoculo primario  
Riduzione nella produzione dei periteci 67- 25%,  
fungicida 20%

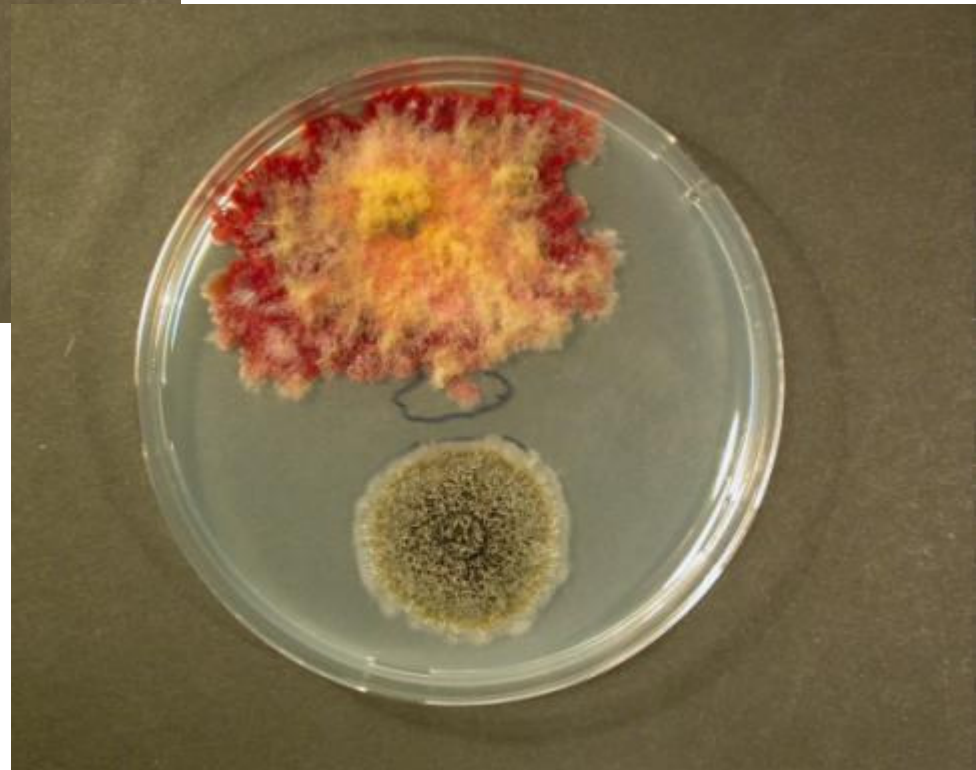
**CONTROLLO  
BIOLOGICO**

**Concia del seme**  
→ induzione di resistenza e protezione

**Trattamento in fase di antesi** → antagonismo diretto  
Riducono l'FHB index e la contaminazione da DON







## PROPOSTA OPERATIVA

**Monitoraggio in campo sull'incidenza delle fusariosi della spiga in grano tenero e duro**

**FHB index ↔ perdite produttive ↔ contaminazione DON**

Primo campionamento 10-15gg dalla raccolta  
rilievo FHB e contaminazione DON

Secondo campionamento alla raccolta  
analisi micologiche e contaminazione DON

**1. Scheda agronomica** ( Varietà, precessione colturale, data di semina.....)

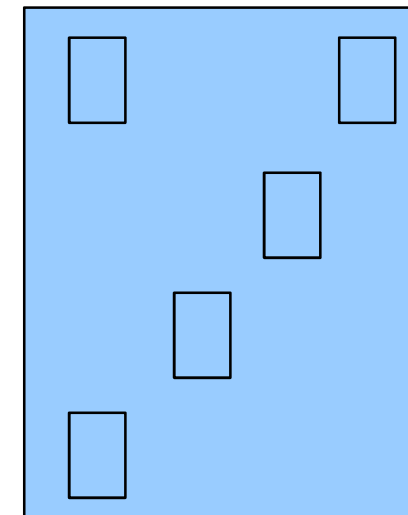
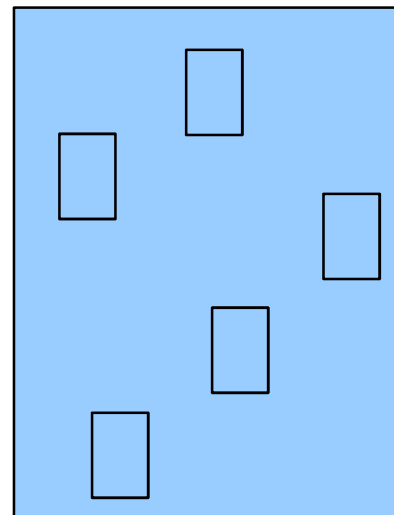
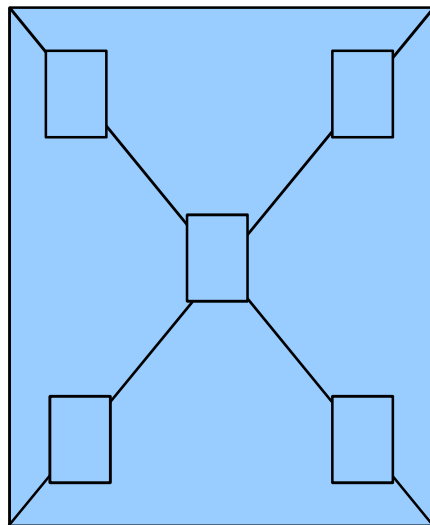
## 2. Rilievo dell'incidenza della malattia

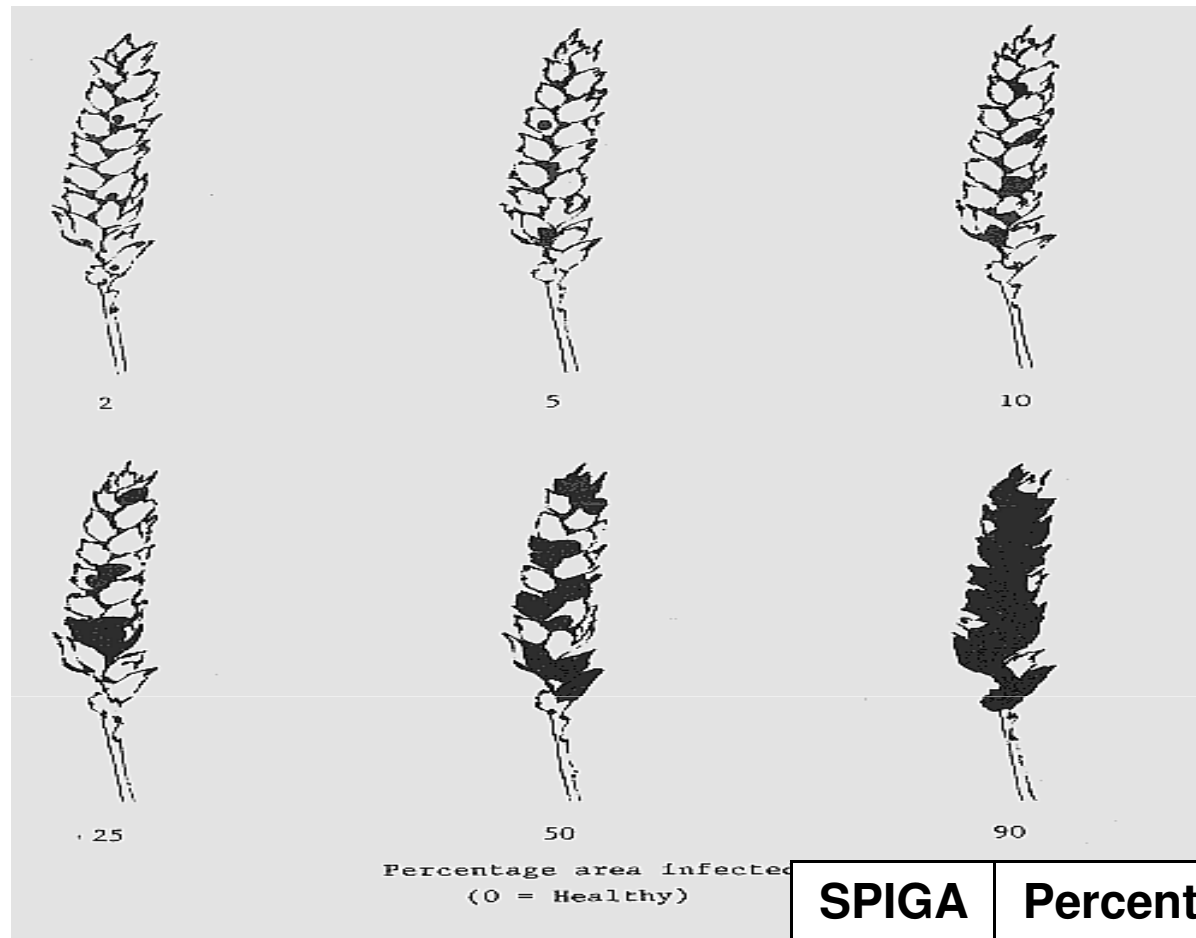
**CAMPIONE:** rappresentativo e casuale; raccogliere informazioni!

**RILEVARE:** frequenza e severità (vedi riferimento alla figura)

**CALCOLARE UN INDICE**, ad esempio Mc Kinney  $I = \sum (ixf)/n$

**Oppure semplicemente la media della percentuale di danno**





SPIGA	Percentuale di infezione	SPIGA	Percentuale di infezione
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

# Grazie per l'attenzione !

**Prof. Roberto Causin and Dott. Rasera Riccardo**

Università di Padova – Facoltà di Agraria

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Sezione Patologia Vegetale

Agripolis - Viale dell'Università, 16 - 35020 Legnaro (PD), Italia

e-mail: [roberto.causin@unipd.it](mailto:roberto.causin@unipd.it)

[riccardo.rasera@unipd.it](mailto:riccardo.rasera@unipd.it)

tel +39.049.8272887

fax +39.049.8272890



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
PADOVA  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E  
SISTEMI AGRO-FORESTALI

