

GABRIELLA AURELI\*, MARIA GRAZIA D'EGIDIO\*,  
ANDREINA BELOCCHI\*, ERSILIO DESIDERIO\*

## Monitoraggio delle produzioni nazionali di frumento duro per la presenza di deossinivalenolo (DON)

### INTRODUZIONE

La coltivazione del frumento duro, che a livello mondiale è meno diffusa rispetto a quella del frumento tenero, in Italia riveste un ruolo di primario interesse in quanto fornisce la materia prima all'industria di trasformazione per la produzione della pasta. L'area di coltivazione del grano duro è tradizionalmente diffusa in particolare nel Meridione, soprattutto Puglia e Sicilia, in aree agricole caratterizzate da carenza idrica e nelle quali spesso non sussistono alternative colturali. Tale coltivazione si è estesa negli ultimi anni anche in alcune zone del Centro-Nord dove le condizioni agro-climatiche consentono il raggiungimento di elevati livelli produttivi. Inoltre, a partire dagli ultimi decenni del XX secolo, si è sviluppato un grande interesse da parte dei *breeders* verso la realizzazione di varietà con caratteristiche innovative, rispetto a quelle tradizionalmente coltivate, sempre più rispondenti alle esigenze dell'industria di trasformazione.

Gli aspetti qualitativi del frumento duro continuano a essere oggetto di ricerca e sperimentazione soprattutto riguardo ad alcuni obiettivi fra i quali il miglioramento delle caratteristiche merceologiche della materia prima, particolarmente in relazione ad alcuni aspetti fondamentali come il contenuto e la composizione in proteine e, non meno importante, lo studio dei problemi fitopatologici del frumento nelle varie fasi di coltivazione da cui dipendono in larga misura le caratteristiche igienico-sanitarie del prodotto. Riguardo a quest'ultimo punto assumono una particolare importanza i fenomeni di attacchi fungini, fra i quali i più diffusi in questo tipo di coltura sono quelli legati alla fusariosi della spiga (*Fusarium* Head Blight – FHB), una malattia della quale sono responsabili numerose specie fungine (Klix et al., 2007; Lemmens

\* CRA-QCE, Unità di Ricerca per la Valorizzazione qualitativa dei Cereali, Roma

et al., 2005; Rocha et al. 2005; Parry et al., 1995) fra le quali le più frequenti nel frumento sono *F. culmorum*, *F. poae* e *F. graminearum*, quest'ultima ritenuta la specie più virulenta (Miller, 2008). La complessità eziologica della malattia ne giustifica, fra l'altro, sia l'ampia diffusione geografica che la variabilità stagionale (Rossi, 2006). In Italia la fusariosi risulta diffusa in varie aree cerealicole, particolarmente in alcuni microareali del Centro-Nord, dove è in grado di svilupparsi in concomitanza di eventi climatici primaverili eccezionalmente piovosi. Infatti, le condizioni climatiche caldo-umide coincidenti con le fasi fenologiche comprese fra la spigatura e la maturazione latteo-cerosa possono favorire lo sviluppo della malattia verso la quale il frumento duro risulta essere, fra i cereali a paglia, la specie che mostra maggiore sensibilità (Balmas, 2006; Moretti et al., 2002).

All'infezione del frumento da parte delle specie di *Fusarium* produttrici di deossinivalenolo (DON) può seguire l'accumulo di tale micotossina nel seme nel quale la medesima può permanere fino alle fasi successive al raccolto e cioè durante la conservazione e la trasformazione della materia prima fino al prodotto finito. A tale proposito è importante considerare due aspetti che sono in relazione alla valutazione e alla gestione del rischio igienico-sanitario: la distribuzione della micotossina nell'ambito della struttura della cariosside e la stabilità della stessa durante i processi di trasformazione della materia prima. Riguardo al primo aspetto, la concentrazione di DON nel frumento non ha una distribuzione omogenea all'interno della cariosside dato che è più alta nei tegumenti esterni che dopo la molitura vanno a costituire i cosiddetti prodotti di scarto (soprattutto crusca), rispetto alle zone interne della cariosside stessa dalle quali ha origine, nel frumento duro, la semola (Aureli et al., 2007; Trigo-Stockli et al., 1996); il DON, inoltre, tende a concentrarsi nelle frazioni con granulometria più piccola le quali, se eliminate, permettono un significativo abbattimento della tossina (Avantaggiato et al., 2002). Nella valutazione del rischio, pertanto, è importante anche considerare l'aspetto tecnologico e la destinazione d'uso degli sfarinati. In particolare, il processo di molitura comporta un abbattimento di DON, pari al 63% nella semola di grano duro e al 74% nella farina di grano tenero, fatto 100 il valore relativo al frumento non pulito (Campagna et al., 2005); a causa delle caratteristiche di idrosolubilità della molecola si ha inoltre una ulteriore perdita della tossina nell'acqua di cottura della pasta che comporta una riduzione complessiva dell'80% rispetto al livello iniziale.

Considerata la generale stabilità delle micotossine (tra le quali il DON) e la conseguente resistenza delle stesse a trattamenti fisici, chimici e biologici di detossificazione, il mezzo più efficace per gestire il rischio sanitario della materia prima lungo le varie fasi della filiera che portano al prodotto finito è

rappresentato dalle azioni di prevenzione della contaminazione e della diffusione della malattia fungina in campo.

#### METODI DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI

L'attività di monitoraggio per la determinazione del deossinivalenolo nel frumento duro nazionale, che si è svolta nell'arco di un triennio (2006-2008) nell'ambito del Progetto "MICOCER", ha previsto un programma di campionamento rappresentativo di tre diversi aspetti della realtà produttiva nazionale e, precisamente: aziende agricole, campi sperimentali e centri di stoccaggio e di trasformazione. In particolare, il prelievo di campioni direttamente presso le aziende agricole ha fornito un quadro aderente alla realtà agricola nazionale, mentre il campionamento presso i campi sperimentali appartenenti alla Rete di confronto varietale frumento duro ha permesso di effettuare un confronto dei dati, a parità di condizioni agronomiche applicate, sulla base delle tre principali variabili: condizione pedoclimatica, località di coltivazione e varietà. Inoltre, il prelievo di campioni presso i centri di stoccaggio ha fornito informazioni sulla fase immediatamente successiva al raccolto e precedente la trasformazione della materia prima.

La preparazione dei campioni di grano duro rappresentativi della zona di coltivazione e destinati all'analisi per la determinazione del deossinivalenolo, è stata eseguita secondo lo schema descritto nel Regolamento 401/2006 e ha interessato, complessivamente, le seguenti regioni: Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sardegna e Sicilia.

Il piano di campionamento e lo svolgimento delle indagini analitiche per la determinazione del DON, previsti nel progetto MICOCER per il biennio 2006-2007, sono proseguiti anche per il raccolto dell'anno 2008. Il prelievo di campioni relativi al monitoraggio aziendale e ai centri di stoccaggio, sono stati effettuati con la collaborazione di enti e aziende specificati nella tabella 1.

Nel complesso, l'insieme dei campioni di frumento duro, oggetto dell'indagine condotta nelle tre annate agrarie considerate, ha riguardato i seguenti gruppi:

- 1087 campioni provenienti dalle aziende agricole di produzione e prelevati in campo nella fase di post-raccolta (trebbiatura) oppure all'arrivo degli stessi nei centri di stoccaggio;
- 1643 campioni provenienti dai campi sperimentali della Rete nazionale di confronto varietale del frumento duro, coordinata da Ersilio Desiderio del

ELENCO COLLABORATORI
Agriservice Sementi, Lacedonia (AV)
ARSIA - Toscana, Rispescia (GR)
ARSIAL - Azienda sperimentale dimostrativa di Tarquinia (VT)
ARSSA - Abruzzo, Avezzano (AQ)
ASSAM - Marche, Ancona
Coop. ACOF, Rosciano di Fano (PU)
Coop. Agricola Apricena s.c.ar.l., Apricena (FG)
Coop. Agricola La Pineta, Cerignola (FG)
Coop. Federico II, Altamura (BA)
Coop. Terremerse, Bagnocavallo (RA)
Coop. Tuscania, Tuscania (VT)
Coop. Unità Contadina, Lavello (PZ)
CRA-ACM (ex Ist. Sper. Cerealicoltura), Acireale (CT)
CRA-CER (ex Ist. Sper. Cerealicoltura), Foggia
ERSAM Molise, Campobasso
Jolly Sgambaro s.r.l., Cerignola (FG)
Lotito Flavio, Potenza
Molini Popolari Riuniti, Umbertide (PG)
S.I.S. - Società Italiana Sementi, San Lazzaro di Savena (BO)
Solimando Michele, Puglia

Tab. 1 *Monitoraggio frumento duro (triennio 2006-2008): elenco dei collaboratori per il monitoraggio aziendale e presso i centri di stoccaggio*

CRA-QCE; è stato considerato un gruppo di sei varietà (Ciccio, Simeto, Duilio, Iride, Claudio e Cresco), sempre presenti nel triennio in tutti gli areali della Rete, scelte per diffusione e per epoca di fioritura che è progressivamente più tardiva procedendo dalla varietà Ciccio alla varietà Cresco; nel biennio 2006-2007, oltre alle sei varietà, nei principali ambienti rappresentativi delle aree della durogranicoltura, sono state analizzate anche tutte le varietà presenti nella Rete (30 in totale).

Nella figura 1 viene riportato, nel dettaglio, il numero di campioni prelevato in ciascuna regione partecipante al progetto; in rapporto, invece, alla suddivisione del territorio nazionale nei tre principali areali geografici i campioni totali risultano così suddivisi: 285 nel Nord, 1063 nel Centro e 1382 nel Sud-isole.

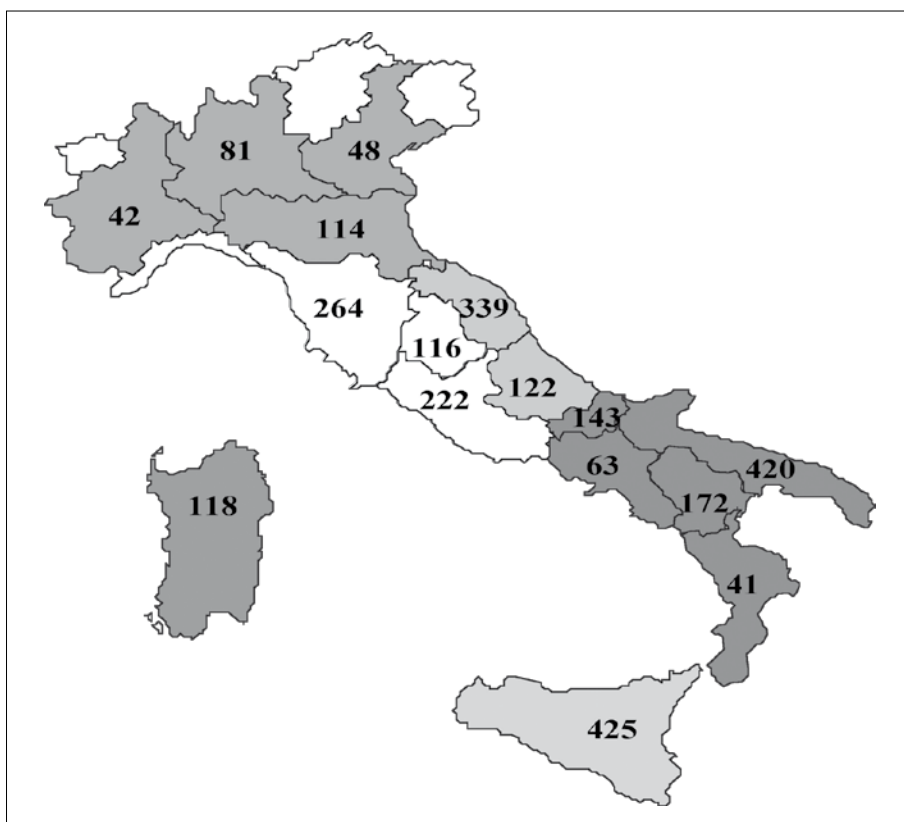


Fig. 1 *Dislocazione geografica dei campioni di frumento duro*

L'analisi di *screening* del deossinivalenolo è stata eseguita presso il CRA-QCE di Roma utilizzando un test immunoenzimatico ELISA (kit Ridascreen®-DON, R-Biopharm), con un limite di sensibilità di 18,5 ppb e un recupero di tossina nei cereali compreso fra l'85 e il 110%. Sul 12% dei campioni totali è stata effettuata la determinazione del DON con metodo cromatografico (HPLC) a cura dell'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Bari.

La scelta del metodo analitico di tipo immunoenzimatico è stata effettuata considerando principalmente due aspetti:

- l'analisi permette di effettuare, in tempi relativamente brevi, una prima indagine di *screening* riguardante un grande numero di campioni;
- la caratteristica di cross-reattività del sistema immunoenzimatico, che permette di "riconoscere", oltre alla tossina principale, anche composti a essa

correlati e comunque tossici (es.: precursori acetilati, nivalenolo, fusarenone, ecc.), è utile al fine di individuare i campioni positivi non solo per la presenza della micotossina stessa ma anche dei suddetti composti.

L'affidabilità del test ELISA per il DON utilizzato nell'analisi di screening è stata verificata preliminarmente in uno studio interlaboratorio, svolto nell'ambito dello stesso progetto MICOCER, e successivamente confermata dal *ring test* ai fini della procedura di validazione del metodo analitico (Brera et al., 2008).

## RISULTATI

Per una corretta interpretazione dei risultati di seguito riportati è opportuno ricordare che in base alla normativa europea, e sulla base della valutazione del rischio per la popolazione, i limiti massimi ammissibili di DON nella granello di frumento duro sono di 1750 ppb (Reg. CE n. 1881/2006).

Nella tabella 2 sono riportati i dati relativi al DON nei campioni di frumento duro (in totale 1087) provenienti dal monitoraggio aziendale e presso i centri di stoccaggio, relativi alle zone di coltivazione del Centro (436) e del Sud-Isole (651) nei tre anni considerati. Al riguardo, risulta evidente il maggiore grado di contaminazione rilevato nelle aree centrali rispetto a quelle meridionali, in particolare per quanto riguarda i valori medi della concentrazione di DON nei campioni positivi (valori più elevati: 477 ppb contro 54 ppb) ed i livelli più alti di contaminazione (13561 ppb contro 906 ppb). Anche l'andamento climatico nelle tre diverse annate ha avuto una ricaduta evidente sulla presenza di DON, con i valori medi e massimi più alti nel 2008 nelle regioni centrali, mentre in quelle meridionali i valori medi dei campioni positivi sono pressoché irrilevanti in quanto inferiori a 100 ppb. Nell'Italia centrale l'annata 2008 ha fatto registrare anche il maggior numero di campioni positivi rispetto agli altri due anni.

I dati sulla rilevazione del DON nei campioni (in totale 1643) provenienti dai campi della Rete nazionale frumento duro (tab. 3) mostrano un forte grado di contaminazione nelle zone del Nord rispetto ai restanti areali, sia per quanto riguarda i valori medi di concentrazione in tutti e tre gli anni, e in particolare nel 2008 (2211 ppb), sia per i valori massimi raggiunti (1280 ppb nel 2006 e 6764 ppb nel 2008). Nel Centro il livello massimo è risultato pari a 4613 ppb nel 2008 a fronte del minor numero (81) di campioni positivi rispetto agli altri due anni. Nelle regioni meridionali e insulari, inoltre, la contaminazione media si mantiene sempre su valori inferiori a 100 ppb e con

ANNI	CENTRO					SUD-ISOLE				
	n. totale	n. neg.	n. pos.	media pos. (ppb)	massimo (ppb)	n. totale	n. neg.	n. pos.	media pos. (ppb)	massimo (ppb)
2006	150	90	60	84	449	299	225	74	54	906
2007	152	66	86	286	4351	254	165	89	48	422
2008	134	20	114	477	13561	98	70	28	45	329
Totale	436	176	260	—	—	651	460	191	—	—

Tab. 2 Monitoraggio frumento duro a livello aziendale e presso i centri di stoccaggio: contaminazione da DON

ANNI	NORD					CENTRO					SUD-ISOLE				
	n. totale	n. neg.	n. pos.	media pos. (ppb)	massimo (ppb)	n. totale	n. neg.	n. pos.	media pos. (ppb)	massimo (ppb)	n. totale	n. neg.	n. pos.	media pos. (ppb)	massimo (ppb)
2006	84	29	55	291	1280	258	129	129	225	791	297	251	46	62	219
2007	135	4	131	174	502	264	75	189	155	1285	305	132	173	88	459
2008	66	0	66	2211	6764	102	21	81	480	4613	132	88	44	57	233
Totale	285	33	252	—	—	624	225	399	—	—	734	471	263	—	—

Tab. 3 Rete nazionale frumento duro: contaminazione da DON

valori massimi che non superano i 500 ppb in ciascuno dei tre anni. Nel complesso, i livelli di concentrazione di deossinivalenolo tendono a decrescere progressivamente procedendo dalle regioni del Nord verso il Meridione dove si raggiungono i valori minimi.

Nella tabella 4, relativa alla percentuale dei campioni positivi sul totale di quelli esaminati (incidenza %), è interessante osservare la sostanziale similitudine per il Centro e del Sud-Isole tra i risultati relativi al monitoraggio aziendale (61% e 30% rispettivamente) e alla Rete nazionale (67% e 35% rispettivamente). È particolarmente evidente l'influenza delle condizioni climatiche annuali, soprattutto per quanto riguarda il progressivo aumento di incidenza del DON dal 2006 al 2008 nelle aree del Nord e del Centro ma non in quelle meridionali e insulari nelle quali, a eccezione del dato relativo alla Rete nel 2007, il livello massimo non supera mai il 35%. Le zone più colpite dalla presenza di DON sono risultate comunque quelle appartenenti all'areale Nord, nel quale è stata rilevata la percentuale di incidenza più elevata in ciascuno dei tre anni che ha raggiunto il livello massimo (100%) nel 2008.

Il campionamento relativo alla Rete nazionale di frumento duro ha reso possibile il confronto fra le varietà in prova in condizioni sperimentali con-

ANNI	MONITORAGGIO AZIENDALE			RETE NAZIONALE			
	Centro	Sud-Isole	Media	Nord	Centro	Sud-Isole	Media
2006	40	25	33	65	50	15	43
2007	57	35	46	97	72	57	75
2008	85	29	57	100	79	33	71
Media	61	30	–	87	67	35	–

Tab. 4 Incidenza % (n. positivi sul totale dei campioni) nel triennio

PRECOCI → TARDIVE	VARIETÀ	2006		2007		2008	
		valore medio	valore massimo	valore medio	valore massimo	valore medio	valore massimo
	<i>Ciccio</i>	209	782	124	436	1010	6383
	<i>Simeto</i>	187	735	161	1285	1164	6764
	<i>Duilio</i>	230	740	141	1051	1120	4804
	<i>Iride</i>	132	476	133	453	838	4008
	<i>Claudio</i>	104	341	101	301	799	3875
	<i>Creso</i>	189	905	112	913	902	5207

Tab. 5. Rete nazionale – valori (ppb) medi e massimi della contaminazione da DON nei campioni positivi



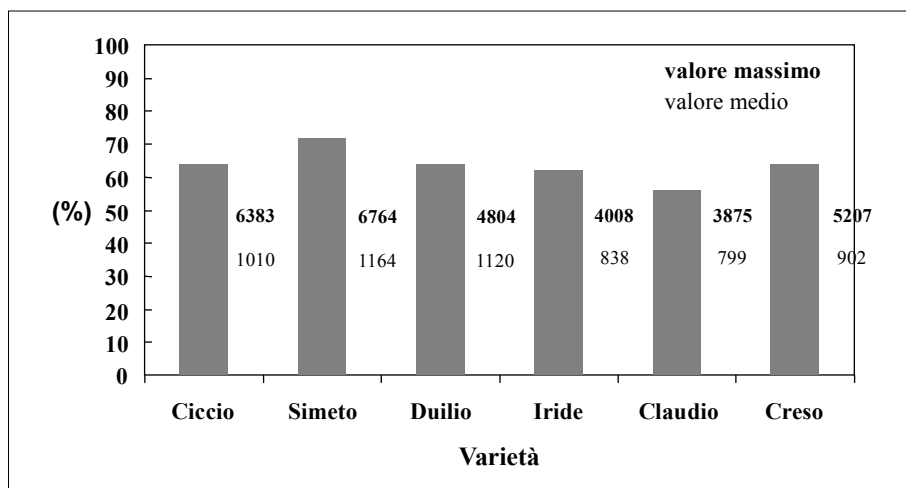


Fig. 2 Rete nazionale (anno 2008): incidenza % (n. positivi sul totale dei campioni), valori (ppb) medi e massimi di DON

trollate in tutti i campi. Nella tabella 5, nella quale sono riportati i valori medi e massimi di DON nei campioni positivi riscontrati nelle sei varietà, si può osservare che il livello di contaminazione nei tre anni è piuttosto uniforme, e non marcatamente differenziato, soprattutto per quanto riguarda i valori medi. Tale andamento è evidente sia negli anni con basso grado di contaminazione da DON (2006 e 2007) sia nel 2008 durante il quale l'accumulo di micotossina è stato di gran lunga più consistente a causa delle condizioni climatiche che hanno favorito la diffusione della fusariosi specialmente nelle regioni del Nord.

In figura 2 sono riportati i dati relativi alla percentuale di incidenza dei campioni positivi, alla contaminazione media e ai livelli massimi di concentrazione del DON delle sei varietà considerate nel 2008. Al riguardo si può osservare che non si evidenziano sostanziali differenze fra le varietà, soprattutto in rapporto all'epoca di fioritura.

## CONCLUSIONI

Il sistema di monitoraggio della contaminazione da DON, adottato nell'ambito del triennio del Progetto MICOCER ha fornito, nell'insieme, un quadro piuttosto ampio di informazioni sul diverso grado di diffusione e sull'entità della presenza di questa micotossina nei campioni esaminati, sia in

relazione alla posizione geografica delle località che in funzione delle condizioni climatiche delle singole annate. L'adozione del metodo immunoenzimatico (ELISA) per l'analisi di *screening* ha permesso di ottenere, in tempi relativamente brevi, dati analitici su un grande numero di campioni di frumento duro rappresentativi di numerose aree di coltivazione del territorio nazionale.

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile evidenziare la forte influenza soprattutto dell'ambiente di coltivazione e dell'andamento climatico. Al riguardo è importante comunque precisare che sebbene vi sia, in senso generale, un diverso andamento nel grado di incidenza e di entità di accumulo di DON procedendo dalle zone del Nord verso quelle del Sud, la valutazione del rischio di contaminazione deve tener conto soprattutto dell'ambiente inteso come microareale, cioè delle caratteristiche pedo-climatiche proprie delle singole zone di coltivazione. Tale considerazione vale soprattutto per il Centro-Nord dato che, come dimostrano i dati relativi ai campioni di frumento duro provenienti dai campi dislocati nel Sud-isole, i valori di DON in quest'ultimo areale sono pressoché trascurabili. È inoltre interessante osservare come l'effetto delle caratteristiche climatiche dell'annata agraria sul grado di incidenza e i valori massimi di concentrazione di DON siano molto più pronunciati nelle zone di coltivazione del Centro-Nord rispetto a quelle dislocate nel Meridione; in queste ultime, infatti, il clima svolge un ruolo determinante durante il ciclo colturale del frumento duro nel contrastare in modo efficiente la diffusione della fusariosi e l'accumulo di DON, a conferma quindi della tradizionale vocazionalità di questi territori.

Nonostante non si siano evidenziate differenze sostanziali nel grado di suscettibilità alla contaminazione da DON nelle sei cultivar sempre presenti nel triennio, la scelta varietale, in funzione non solo delle caratteristiche agronomiche ma anche dell'adattabilità all'ambiente di coltivazione, rimane comunque uno degli aspetti più importanti di cui tener conto al fine di ottenere una materia prima con caratteristiche di elevata qualità di cui l'aspetto igienico-sanitario rappresenta il requisito fondamentale. Da ricordare, infine, che gran parte delle varietà di frumento duro sono state selezionate in ambienti meridionali, dove gli attacchi di fusariosi della spiga sono generalmente trascurabili e che solo da alcuni anni è stata avviata una selezione di varietà meno suscettibili alla fusariosi della spiga, particolarmente negli ambienti del Centro-Nord.

#### RIASSUNTO

Le caratteristiche igienico-sanitarie dei cereali sono alla base della valutazione qualitativa della materia prima e dei prodotti da essa derivati, con particolare attenzione all'assenza di sostanze tossiche come le micotossine. Con riferimento a queste ultime è stata svolta

una indagine per la determinazione dei livelli di contaminazione da deossinivalenolo (DON) nel frumento duro nazionale nel triennio 2006-2008. L'analisi del DON con test ELISA è stata effettuata su un totale di 2730 campioni dei quali 1087 provenienti da aziende agricole e da centri di stoccaggio e 1643 campioni provenienti da campi sperimentali. I risultati ottenuti hanno evidenziato che l'ambiente e l'andamento climatico sono fattori che condizionano fortemente il grado di contaminazione. In particolare è stata rilevata una certa variabilità annuale nei livelli medi di DON nelle aree del Centro-Nord, mentre nelle zone meridionali tali livelli sono sempre pressoché trascurabili in tutto il periodo considerato. La scelta varietale, in funzione dell'ambiente di coltivazione, costituisce uno degli aspetti più importanti di cui tener conto per una gestione ottimale della coltura anche se, nello studio effettuato, non sono state rilevate differenze sostanziali tra le cultivar nel grado di suscettibilità alla contaminazione da DON.

#### ABSTRACT

The sanitary characteristics of cereals constitute the basis of the quality of raw material and of final products with particular attention to the absence of toxic compounds like mycotoxins. With the aim to point out the level of contamination of deoxynivalenol (DON) in durum wheat at national level, an investigation during triennial crop seasons 2006-2008 was carried out. The analysis of DON by ELISA test was made on 2730 samples, whose 1087 coming from farming crops and storage sites and 1643 samples from experimental fields. The results showed that the environment and the climatic conditions are the main factors strongly influencing the contamination degree. Particularly, some variability about mean values of DON in Central-Northern areas was detected, while in the Southern ones the DON values were negligible in all the three years. The variety choice represents one of the most important aspects related to the crop management and to the better adaptability to the growing environment though substantial differences among cultivars regarding the susceptibility to DON were not clearly shown.

#### BIBLIOGRAFIA

- AURELI G., D'EGIDIO M.G. (2007): *Riduzione del deossinivalenolo (DON) nel duro: efficacia della decorticazione nei processi di trasformazione del frumento*, «Tecnica Molitoria», 7, pp. 1-5.
- AVANTAGGIATO G., DE GIROLAMO A., FANELLI C., RICELLI A. (2002): *Funghi tossigeni e micotossine: metodi di decontaminazione delle derrate*, «Informatore fitopatologico», 12, pp. 43-49.
- BALMAS V. (2006): *Contro la fusariosi serve la lotta integrata*, «L'Informatore Agrario», 12 (Suppl.), pp. 24-25.
- BRERA C., DEBEGNACH F., DE SANTIS B., PANNUNZI E., BERDINI C., PRANTERA E., MIRAGLIA M. (2008): *Validazione di metodi immunoenzimatici per la determinazione delle micotossine in campioni di cereali*, «I Georgofili. Quaderni», IV.
- CAMPAGNA C., HAIDUKOWSKI M., PANCALDI D., PASCALE M., RAVAGLIA S., SILVESTRI M., VISCONTI A. (2005): *Fonti di rischio e gestione delle micotossine nel frumento*, «L'Informatore Agrario», 1, pp. 39-47.

- COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE (2006): Regolamento (EC) n. 401/2006, 23.02.2006, «Gazzetta Ufficiale della Unione Europea», L. 70/12.
- COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE (2006): Regolamento (EC) n. 1881/2006, 19.12.2006, «Gazzetta Ufficiale della Unione Europea», L. 364/5.
- KLIX M.B., BEYER M. AND VEREET J.A. (2008): *Effects of cultivar, agronomic practices, geographic location, and meteorological conditions on the composition of selected Fusarium species on wheat heads*, «Can. J. Plant Pathol.», 30, pp. 46-57.
- LEMMENS M., SCHOLZ U., BERTHILLER F., DALL'ASTA C., KOUTNIK A., SCHUMACHER R., ADAM G., BUERSTMAYR H., MESTERHÁZY A., KRŠKA R. AND RUCKENBAUER P. (2005): *The ability to detoxify the mycotoxin deoxynivalenol colocalizes with a major quantitative trait locus for Fusarium head blight resistance in wheat*, «Molecular Plant-Microbe Interactions», 12, pp. 1318-1324.
- MILLER J.D. (2008): *Mycotoxins in small grains and maize: Old problems, new challenges*, «Food Additives and Contaminants», 25 (2), pp. 219-230.
- MORETTI A., CORAZZA L., BALMAS V., SANTORI A., RITIENI A. (2002): *Funghi tossigeni e micotossine: filiera cerealicola*, «Informatore fitopatologico», 12, pp. 17-33.
- PARRY D.W., JENKINSON P., MCLEOD L. (1995): *Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals: a review*, «Plant Pathol.», 44, pp. 207-238.
- ROCHA O., ANSARI K. AND DOOHAN F.M. (2005): *Effects of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: A review*, «Food Additives and Contaminants», 22 (4), pp. 369-378.
- ROSSI V. (2006): *Fusariosi della spiga, malattia a molte facce*, «L'Informatore Agrario», 12, (Suppl.), pp. 19-23.
- TRIGO-STOCKLI D.M., DEYOE C.W., SATUMBAGA R.F. AND PEDERSEN J.R. (1996): *Distribution of deoxynivalenol and zearalenone in milled fractions of wheat*, «Mycotoxins», 73 (3), pp. 388-391.