



ISTISAN CONGRESSI 24|C2

ISSN: 0393-5620 (cartaceo) • 2384-857X (online)

VII Congresso Nazionale

Le micotossine e le tossine vegetali naturali nella filiera agro-alimentare

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 5-7 giugno 2024

RIASSUNTI

A cura di
F. Debegnach, M. De Giacomo, E. Gregori,
V. Patriarca e B. De Santis



ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

VII Congresso Nazionale

**Le micotossine e le tossine vegetali naturali
nella filiera agro-alimentare**

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 5-7 giugno 2024

RIASSUNTI

A cura di
Francesca Debegnach, Marzia De Giacomo, Emanuela Gregori,
Valeria Patriarca e Barbara De Santis

Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria

ISSN 0393-5620
ISTISAN Congressi
24/C2

Istituto Superiore di Sanità

VII Congresso Nazionale. Le micotossine e le tossine vegetali naturali nella filiera agro-alimentare. Istituto Superiore di Sanità, Roma, 5-7 giugno 2024. Riassunti.

A cura di Francesca Debegnach, Marzia De Giacomo, Emanuela Gregori, Valeria Patriarca e Barbara De Santis

2024, xv, 73 p. ISTISAN Congressi 24/C2

Sin dal 2004, il Congresso si è tenuto presso l'Istituto Superiore di Sanità con frequenza media biennale, rappresentando un'opportunità per i ricercatori e in generale per tutti gli operatori del Servizio Sanitario Nazionale e della filiera agro-alimentare per confrontarsi in base alle proprie esperienze. Anche in questa edizione è stato dato largo spazio a quei contributi contraddistinti da tecniche innovative di controllo delle tossine sul campo, metodi innovativi di rilevazione rapida, soluzioni tecnologiche finalizzate alla mitigazione delle contaminazioni, strategie mirate di sicurezza alimentare, e non ultimo alla comunicazione e alla percezione del rischio.

Parole chiave: Micotossine; Tossine vegetali; Valutazione del rischio; Valutazione dell'esposizione; Metodi di analisi; Campionamento

Istituto Superiore di Sanità

7th National Congress. Mycotoxins and Plant Toxins in agri-food chain. Istituto Superiore di Sanità, Rome, June 5-7, 2024. Abstract book.

Edited by Francesca Debegnach, Marzia De Giacomo, Emanuela Gregori, Valeria Patriarca e Barbara De Santis

2024, xv, 73 p. ISTISAN Congressi 24/C2 (in Italian and in English)

The Congress, hosted every two years by the Istituto Superiore di Sanità (ISS), represents an opportunity for researchers and for all stakeholders in the National Health Service and in the agri-food chain to exchange views. In this edition, as in previous ones, wide attention was given to those contributions characterised by innovative field toxin control techniques, innovative rapid detection methods, technological solutions aimed at mitigating contamination, targeted food safety strategies and, last but not least, communication and risk perception.

Key words: Mycotoxins; Plant toxins; Risk assessment; Exposure assessment; Methods of analysis; Sampling

Si ringraziano il Sig. Mauro Di Pasquale e la Sig.ra Giuliana Verrone per il loro supporto tecnico

Responsabile scientifica: Barbara De Santis

Segreteria Scientifica: Francesca Debegnach, Marzia De Giacomo, Emanuela Gregori

Per informazioni su questo documento scrivere a: barbara.desantis@iss.it

Citare questo documento come segue:

Debegnach F, De Giacomo M, Gregori E, Patriarca V, De Santis B (Ed.). *VII Congresso Nazionale. Le micotossine e le tossine vegetali naturali nella filiera agro-alimentare. Istituto Superiore di Sanità, Roma, 5-7 giugno 2024. Riassunti.* Roma: Istituto Superiore di Sanità, 2019 (ISTISAN Congressi 24/C2).

Legale rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità: *Rocco Bellantone*

Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 119 del 16/5/2014 (cartaceo) e n. 120 del 16/5/2014 (online)

Direttore Responsabile della serie: *Paola De Castro*

Redazione: *Patrizia Mochi e Cristina Gasparrini*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori, che dichiarano di non avere conflitti di interesse.

© Istituto Superiore di Sanità 2024

Viale Regina Elena, 299 – 00161 Roma



RELATORI, RELATRICI, MODERATORI E MODERATRICI

Umberto Agrimi	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Paola Battilani	Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
Terenzio Bertuzzi	DiANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
Alberto Biancardi	Reparto Chimica degli Alimenti e dei Mangimi, Dipartimento Alimenti e Sicurezza Alimentare, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Brescia
Margherita Bignami	CONTAM Panel Expert, EFSA, European Food Safety Authority, Parma
Massimo Blandino	DISAFA, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi, Torino
Stefania Bonan	Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Bologna
Carlo Brera	già Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Riccardo Calcagni	FRUITIMPRESE, Associazione Imprese Ortofrutticole, Roma
Igor Calderari	ASSITOL, Associazione Italiana dell'Industria Olearia, Roma
Monica Capasso	Ufficio VI, ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma
Lorenzo Cavalli	ANTIM, Associazione Tecnici Industria Molitoria, Bologna
Guido Conforti	ANICAV, Associazione Nazionale Industriali Conserve Alimentari Vegetali, Napoli
Lucia Coppola	Centro di Riferimento per la Medicina di Genere, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Francesca Debegnach	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Marzia De Giacomo	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Barbara De Santis	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Giorgio Fedrizzi	Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna Bruno Ubertini, Bologna
Lisa Ferrari	Dipartimento di Chimica, Tossicologia Alimentare, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Legnaro, Padova
Paola Giorni	DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
Emanuela Gregori	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Josipa Grzetic Martens	EURL Mycotoxins and Plant Toxins, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands
Ron Hoogenboom	EFSA, Food Contaminants at Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands
Renato Ignera	ASSOERBE, Associazione Italiana Trasformatori, Importatori, Esportatori, Grossisti, Rappresentanti di Case Estere di Pianta Medicinali, Aromatiche e da Profumo, Milano
Veronica MT Lattanzio	Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Bari
Chiara Lanzaova	CREA, Centro di Ricerca per la Cerealicoltura e Colture Industriali, Bergamo
Maurizio Monti	ANTIM, Associazione Tecnici Industria Molitoria, Bologna
Emilia Paba	INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale, Laboratorio Rischio Agenti Biologici, Roma
Sandra Paduano	Ufficio VI, ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma
Lea Pallaroni	ASSALZOO, Associazione Nazionale tra i Produttori di Alimenti Zootecnici, Roma

Antonio Petrone	ANICAV, Associazione Nazionale Industriali Conserve Alimentari Vegetali, Napoli
Mario Piccialuti	UNIONFOOD, Unione Italiana Food, Roma
Amedeo Reyneri	Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli studi di Torino, Grugliasco, Torino
Eleonora Rollo	Barilla G. e R. Fratelli S.p.A, Parma
Giovanna Rufo	UNIONFOOD, Unione Italiana Food, Roma
Fabrizio Scalzo	Ufficio VII, Alimentazione Animale, ex Direzione Generale della Sanità Animale e dei Farmaci Veterinari, Ministero della Salute, Roma
Stefano Sdogati	Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Perugia
Ettore Soria	ASSOLATTE, Associazione Nazionale Lattiero-Casearia, Milano
Paolo Stacchini	Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
Elena Sturchio	INAIL, Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici, Laboratorio Biotecnologie, Roma
Francesca Tino	ex Direzione Generale della Sanità Animale e dei Farmaci Veterinari, Ministero della Salute, Roma
Marinella Trovato	ASSOERBE, Associazione Italiana Trasformatori, Importatori, Esportatori, Grossisti, Rappresentanti di Case Estere di Pianta Medicinali, Aromatiche e da Profumo, Milano
Frans Verstraete	DG SANTE, Bruxelles

INDICE

Programma	vii
Premessa	xiii
Note per la consultazione	xv
Presentazioni orali	1
Poster	35
Indice degli autori	71

PROGRAMMA

Mercoledì 5 giugno 2024

8.30 Registrazione dei partecipanti

9.00 Saluti istituzionali

Rocco Bellantone

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità

Umberto Agrimi

Direttore Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità

Ugo Della Marta

Direttore Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, ex DGSAN, Ministero della Salute

Pierdavide Lecchini

Direttore Ufficio VII - Alimentazione Animale, ex DGSAF, Ministero della Salute

Prima sessione

GESTIONE DEL RISCHIO I

Moderatori: Umberto Agrimi, Paolo Stacchini

9.30 *Gestione dei rischi da micotossine e tossine vegetali negli alimenti. Anni 2016-2027*

Sandra Paduano

9.50 *Piano di controllo ufficiale della contaminazione da micotossine e tossine vegetali*

Fabrizio Scalzo

10.10 *Aggiornamenti della Commissione Europea*

Frans Verstraete

10.40 Coffee break

11.10 *Clima e micotossine, le dinamiche del cambiamento*

Paola Battilani

11.30 *Agricoltura rigenerativa e rischio micotossine nei cereali*

Amedeo Reyneri

- 11.50 *Valorizzazione di sottoprodotti agroalimentari per il contenimento di funghi micotossigeni*
Paola Giorni
- 12.10 *Progetti di Ricerca ed esperienze di comunicazione del rischio nel settore agroalimentare e biotecnologico*
Elena Sturchio
- 12.30 Discussione
- 13.00 Lunch
- 14.00 Sessione Poster
- 15.00 **Tavola Rotonda**
LE PROSPETTIVE DELLA FILIERA, IL MONDO DELLE ASSOCIAZIONI
Moderatrici: Monica Capasso, Barbara De Santis
- Interventi da: **Igor Calderari, Guido Conforti, Antonio Petrone, Lorenzo Cavalli, Maurizio Monti, Lea Pallaroni, Mario Piccialuti, Giovanna Rufo, Ettore Soria, Marinella Trovato, Renato Iguera, Riccardo Calcagni**
- 15.30 Coffee break
- 17.20 Chiusura della giornata

Giovedì 6 giugno 2024

Seconda sessione

GESTIONE DEL RISCHIO II

Moderatori: Paola Battilani, Carlo Brera

- 8.30 Registrazione partecipanti
- 9.00 *Alternarioli nei prodotti trasformati a base di pomodoro: una nuova filiera interessata dalle micotossine*
Terenzio Bertuzzi
- 9.20 *Minimizzare il rischio micotossine nei cereali tra cambiamento climatico e transizione ecologica*
Massimo Blandino
- 9.40 *Valutazione della presenza di micotossine in varietà di canapa alimentare*
Chiara L Lanzanova

- 10.00 *I controlli delle micotossine e delle TVN all'importazione per garantire la sicurezza degli alimenti provenienti da Paesi Terzi*
Francesca Tino
- 10.20 *Tossine vegetali naturali e attività del Laboratorio Nazionale di Riferimento*
Giorgio Fedrizzi
- 10.40 *Micotossine e attività del Laboratorio Nazionale di Riferimento*
Barbara De Santis
- 11.00 Coffee break

Terza sessione

CAMPIONAMENTO E METODOLOGIE ANALITICHE

Moderatori: **Francesca Debegnach, Giorgio Fedrizzi**

- 11.30 *EURL for Myco And Plant Toxins in Food and Feed: Distribution of co-harvested plant parts in laboratory samples*
Josipa Grzetic Martens
- 11.50 *Acido cianidrico: un rischio per l'alimentazione umana e animale*
Lisa Ferrari
- 12.10 *Aflatossina M1, Aflatossicolo e Sterigmatocistina: dati preliminari sui formaggi della filiera ovicaprina italiana*
Stefano Sdogati
- 12.30 *Destino delle micotossine durante il processo di produzione della pasta senza glutine: approccio untargeted con standard marcato ^{13}C in LC-HRMS*
Eleonora Rollo
- 12.50 Lunch
- 14.00 Sessione Poster
- 15.00 *Determinazione LC-MS/MS di tossine vegetali naturali in alimenti zootecnici*
Alberto Biancardi
- 15.20 *La nuova normativa sul campionamento per le micotossine e le tossine vegetali naturali*
Emanuela Gregori
- 15.40 Discussione
- 16.00 Chiusura della giornata

Venerdì 7 giugno 2024

Quarta sessione

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Moderatrici: Sandra Paduano, Barbara De Santis

- 8.30 Registrazione partecipanti
- 9.00 *Reference points for adverse animal health effects for mycotoxins*
Ron Hoogemboom
- 9.20 *Ruolo dei meccanismi di genotossicità nella valutazione del rischio di una micotossina alimentare*
Margherita Bignami
- 9.40 *Esposizione della popolazione adulta europea alle micotossine mediante modeling dei dati di biomonitoraggio disponibili*
Francesca Debegnach
- 10.00 *Risultati preliminari del Progetto OTABioTox: focus sui principali elementi di valutazione del rischio in gruppi di popolazione all'ocratossina a: biomonitoraggio e caratterizzazione tossicologica*
Lucia Coppola
- 10.20 *Nuovi approcci metodologici per la valutazione del rischio*
Marzia De Giacomo
- 10.40 *Coffee break*
- 11.10 *Comprendere le sfide dell'analisi del rischio in relazione all'evoluzione dello scenario europeo della sicurezza alimentare: il contributo della piattaforma FoodSafety4EU*
Veronica MT Lattanzio
- 11.30 *Rischio di esposizione a micotossine per i lavoratori del settore zootecnico*
Emilia Paba
- 11.50 *Alcaloidi pirrolizidinici nel tè (Camellia Sinensis) e nel miele: valutazione del rischio per la salute dei consumatori*
Stefania Bonan
- 12.10 *Analisi dei dati di contaminazione ed esposizione per le micotossine e le tossine vegetali naturali dal 2019 ad oggi*
Barbara De Santis

- 12.30 Discussione e Conclusioni
 Moderatori: **Barbara De Santis, Francesca Debegnach, Paolo Stacchini**
- 13.30 Chiusura dei lavori

PREMESSA

Il Congresso è giunto alla sua settima edizione, nella quale l'orientamento generale è stato quello di mettere al centro dei contributi la sostenibilità e il forte impatto del cambiamento climatico sulla tematica delle micotossine e delle tossine vegetali naturali.

Come consuetudine si sono selezionati quei contributi sia orali che sotto forma di poster caratterizzati dalla trattazione delle varie tematiche da un punto di vista pragmatico in modo tale da fornire risposte adeguate e mirate ai ricercatori e a tutti gli operatori sanitari, sia pubblici che privati che operano sul territorio nelle varie filiere agro-alimentari. I contributi sono stati suddivisi in tre sessioni: Gestione del Rischio, Campionamento e Metodologie Analitiche, e Valutazione del Rischio.

Nella sessione “Gestione del rischio”, sono state illustrate varie attività di prevenzione e autocontrollo al fine di limitare l'aumento di contaminazione da micotossine nei cereali, come conseguenza del cambiamento climatico, e di rispondere alle richieste di transizione ecologica dei consumatori, delle filiere alimentari e della politica.

Nella sessione “Campionamento e Metodologie Analitiche” sono state illustrate le più moderne tecniche di rilevazione con l'obiettivo di condividere nuovi approcci e procedure per la determinazione delle micotossine e delle tossine vegetali naturali, nonché la nuova normativa sul campionamento.

Infine, nella sessione “Valutazione del Rischio” sono state presentate varie sfaccettature della tematica tra cui l'esposizione della popolazione adulta europea alle micotossine, e l'applicazione di metodologie QSAR come contributo alla valutazione del rischio.

Barbara De Santis

NOTE PER LA CONSULTAZIONE

Il presente volume raccoglie gli abstract dei contributi presentati al VII Congresso Nazionale “Le micotossine e le tossine vegetali naturali nella filiera agro-alimentare”, sia come presentazioni orali che come poster.

Per comodità di consultazione, gli abstract sono riportati separatamente in due sezioni distinte, per le presentazioni orali e per i poster.

Le presentazioni orali sono organizzate secondo l'ordine degli interventi descritto nel programma.

I poster sono invece presentati in ordine alfabetico del primo autore e numerati, al fine di facilitare la corrispondenza con l'esposizione degli stessi durante la manifestazione.

Alla fine del volume è comunque incluso un indice di tutti gli autori di ogni singolo contributo.

Presentazioni orali

GESTIONE DEI RISCHI DA MICOTOSSINE E TOSSINE VEGETALI NEGLI ALIMENTI. ANNI 2016-2027

Paduano Sandra, Capasso Monica, Della Marta Ugo

Ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma

La ex Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione del Ministero della salute ha dato attuazione, dall'entrata in vigore dei regolamenti del cosiddetto "Pacchetto igiene", alla legislazione dell'UE (Unione Europea) armonizzando, a livello territoriale, le pianificazioni, l'esecuzione dei controlli e le azioni successive attraverso linee guida, piani nazionali di controllo ufficiale e di monitoraggio quali strumenti a supporto della gestione dei rischi. La "linea guida per i controlli ufficiali ai sensi dei regolamenti (CE) 882/2004 e 852/2004" ha fornito indicazioni per la pianificazione dei controlli sui tre livelli (centrale, regionale, locale), per la rendicontazione e la gestione delle non conformità. I campionamenti, finalizzati ai controlli analitici dei contaminanti regolamentati, sono indirizzati a macrocategorie alimentari per cui è previsto un numero minimo di analisi a livello nazionale da distribuire, in modo proporzionale al numero di abitanti, per Regione e Provincia autonoma. Il piano nazionale, per il triennio 2016-2018 (prorogato al 2019), volto al campionamento di alimenti per la ricerca analitica delle micotossine regolamentate fornisce indicazioni specifiche per i piani delle regioni/province autonome, per le combinazioni alimento/micotossina oggetto di controllo e relativo numero di campioni, per le procedure campionamento, sui punti di campionamento critici e introduce il concetto di rete dei laboratori ufficiali. Sulla base dell'elaborazione dei dati e delle valutazioni di esposizione dell'ISS i programmi di campionamento sono stati oggetto di revisione con il piano nazionale 2020-2022 aggiornato con l'inclusione delle tossine vegetali regolamentate e mantenendo la struttura del precedente piano. Il piano nazionale quinquennale 2023-2027, tenuto conto dell'aggiornamento della legislazione UE, dei dati di occorrenza raccolti, delle valutazioni di esposizione dell'ISS e delle criticità emerse nel corso degli anni, si amplia comprendendo indicazioni per altri controlli ufficiali volti alle verifiche sul sistema di autocontrollo degli operatori del settore alimentare nonché indicazioni con impatto sia sulle attività delle Autorità competenti che dei laboratori ufficiali. Ai piani nazionali di controllo ufficiale si affiancano, dal 2017, i piani nazionali di monitoraggio per le combinazioni di contaminanti agricoli/tossine vegetali e alimenti non regolamentati, finalizzati all'individuazione di rischi emergenti, al soddisfacimento dei debiti informativi nei confronti dell'UE e che introducono, dal 2020, lo strumento RACE (*Rapid Assessment Contaminant Exposure*) per la valutazione dei rischi di esposizione al fine della gestione dei rischi.

PIANO DI CONTROLLO UFFICIALE DELLA CONTAMINAZIONE DA MICOTOSSINE E TOSSINE VEGETALI

Scalzo Fabrizio, Collu Marco

*Ufficio VII Alimentazione Animale, ex Direzione Generale della Sanità Animale e dei
Farmaci Veterinari, Ministero della Salute, Roma*

Il controllo ufficiale dei mangimi in Italia è coordinato dal Ministero della Salute che predispone un Piano di Controllo triennale, il PNAA. Questo è diviso in 8 diversi programmi di controllo, di cui uno è dedicato al controllo della contaminazione delle Micotossine e delle Tossine vegetali Naturali sia negli animali da reddito che da affezione. Il PNAA viene redatto dal Ministero della Salute di concerto con i Centri di Referenza Nazionali e i Laboratori Nazionali di Riferimento e discusso con le Regioni e Province Autonome. Viene attuato dai Servizi Veterinari delle Autorità Competenti Locali mediante un'attività di verifica ispettiva presso gli operatori del settore dei mangimi e un'attività di campionamento, le analisi sono svolte dai laboratori ufficiali degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali. Tutte le attività relative al controllo ufficiale sono gestite e archiviate attraverso un sistema informativo nazionale disponibile sul portale VETINFO, il SINVSA. Tutti i programmi di campionamento, compreso quello dedicato alle Micotossine e alle Tossine Vegetali Naturali, sono divisi in un'attività di Monitoraggio e una attività di Sorveglianza ai quali si aggiunge un'attività di controllo conoscitivo relativo ad alcune micotossine. Nel programma specifico vengono date tutte le informazioni utili per lo svolgimento del controllo ufficiale indicando anche il numero minimo di campioni da effettuare per singola Regione o Provincia Autonoma e le azioni da intraprendere in caso di non conformità.

AGGIORNAMENTI DELLA COMMISSIONE EUROPEA

Verstraete Frans

DG SANTE, Commissione Europea, Bruxelles

Sarà illustrato il nuovo panorama legislativo in vigore e in discussione nell'UE in tema di tenori massimi, campionamento e analisi relativi all'alimentazione umana e animale. Infatti, la normativa relativa ai tenori massimi di alcuni contaminanti negli alimenti, che abroga il Regolamento (CE) n. 1881/2006, è stata recentemente applicata e include nuovi tenori massimi per le micotossine e le tossine vegetali. Al contempo, sono stati pubblicati i Regolamenti di esecuzione 2023/2782 e 2023/2783, relativi ai metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei tenori di micotossine e di tossine vegetali negli alimenti, regolamenti che abrogano, rispettivamente, il Regolamento (CE) n. 401/2006 e il Regolamento (UE) 2015/705. Nell'alimentazione animale, mentre non sono modificati i contenuti massimi di micotossine (aflatossina B1 e sclerozi della segale cornuta) e tossine vegetali naturali (gossipolo, acido cianidrico, teobromina, viniltioossazolidone e isotiocianato di allile) indicati nella Direttiva 2002/32/CE (le successive modifiche), sono in fase di discussione e revisione nel gruppo dei lavori in sede SCopaFF i valori guida di ocratossina A, deossinivalenolo, fumonisine, zearalenone e tossine T-2 e HT-2. Invece, per quanto riguarda i metodi di campionamento e d'analisi per i controlli ufficiali degli alimenti per gli animali, il Regolamento (CE) n. 152/2009 è stato modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) 2024/771 della Commissione.

CLIMA E MICOTOSSINE, LE DINAMICHE DEL CAMBIAMENTO

Battilani Paola, Camardo Leggieri Marco

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Il Cambiamento Climatico (CC) è un fenomeno complesso in grado di modificare gli ecosistemi a livello globale. L'innalzamento della temperatura, attualmente in linea con la previsione di + 2°C, accompagnato dai noti fenomeni di innalzamento della concentrazione di CO₂ nell'aria, variazione di distribuzione e intensità delle piogge, ed il verificarsi di eventi estremi, ha già mostrato effetti rilevanti in diverse aree del mondo. Da tenere in seria considerazione è l'impatto che il CC può avere sui rischi per la sicurezza alimentare, ambito nel quale le micotossine giocano un ruolo fondamentale. Le temperature più elevate stanno favorendo la migrazione, l'introduzione e una maggiore abbondanza di specie fungine termofile e termotolleranti; di conseguenza, alcuni funghi micotossigeni, come *Aspergillus flavus* e *Fusarium graminearum*, stanno estendendo le rispettive aree di diffusione. L'aumento della temperatura accorcia il ciclo di crescita delle colture e consente cambiamenti nelle rispettive aree di coltivazione. Inoltre, si prevede che i fattori di stress abiotici derivanti dai cambiamenti climatici indeboliranno la resistenza delle colture ospiti rendendole più vulnerabili alle infezioni fungine, aumentando anche il rischio di contaminazione da micotossine. Le interazioni funghi-pianta ospite sono destinate a variare con il CC, con modifiche anche della struttura delle comunità microbiche, con l'effetto di influenzare in futuro la prevalenza delle specie e la co-presenza delle micotossine. L'impatto del CC sulla produzione di micotossine è complesso e varia a seconda delle specie fungine e delle condizioni ambientali, come pure della pianta ospite e non è di facile previsione. Migliorare i modelli che supportano le previsioni, sia con i risultati di nuovi studi che con l'aiuto di sistemi di elaborazione dati più avanzati, quali il *machine learning*, hanno già mostrato effetti positivi. Espandere la ricerca su diversi patosistemi, oltre ai ben più studiati cereali, considerando anche le micotossine attualmente ritenute minori, nonché l'ampliamento delle colture ospiti dei funghi micotossigeni noti, sono tutti aspetti di assoluta importanza. I futuri sforzi della ricerca dovrebbero concentrarsi sullo studio di come la co-presenza di funghi micotossigeni possa cambiare in uno scenario di CC, ma anche sull'impatto del CC sulla produzione di micotossine modificate, risultato del *cross-talk* tra la pianta e il fungo. Studiare e comprendere la complessità che evolve è fondamentale per garantire la sicurezza e la protezione alimentare e prevenire effetti dannosi sulla salute umana e animale. Il trasferimento delle conoscenze a tutti gli attori delle filiere, inclusi coloro che hanno la possibilità di agire sulle decisioni strategiche, è cruciale per raggiungere l'obiettivo di gestire lo scenario futuro della presenza di micotossine a livello globale e fornire alle persone cibo sano mantenendo in salute il nostro pianeta.

AGRICOLTURA RIGENERATIVA E RISCHIO MICOTOSSINE NEI CEREALI

Reyneri Amedeo, Blandino Massimo, Meloni Raffaele, Scapino Mattia
Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco, Torino

Nella storia antica e più recente, i modelli agricoli sono sempre stati orientati per rispondere alle crisi e alle esigenze che di epoca in epoca si sono manifestate con maggiore urgenza. Proprio in risposta alle emergenze causate dalle crisi complesse e dalle nuove condizioni ambientali si è sempre più vigorosamente proposta l'Agricoltura rigenerativa. Questa è un'espressione aggiornata di un'agricoltura integrata che riprende l'approccio olistico dell'agricoltura biologica, senza introdurre limiti a priori all'adozione di innovazioni tecnologiche nel settore della nutrizione (fertilizzanti, biostimolanti di sintesi) e della difesa (prodotti fitosanitari di sintesi) o di tecniche di miglioramento genetico (OGM, TEA ecc.), incorporando gli obiettivi della *carbon farming* ma in una visione più vicina alle esigenze espresse dalla società e dal mercato. Nella sua applicazione attuale l'agricoltura rigenerativa comporta l'adozione di alcune vincolanti pratiche colturali: le lavorazioni ridotte del terreno in sostituzione dell'aratura, la presenza quanto prolungata o meglio continua di colture nel corso dell'anno anche attraverso il ricorso di colture intercalari o di *cover crops*, l'impiego di colture e processi colturali a bassa impronta carbonica e rispettose della biodiversità. I riflessi di questo modello di agricoltura sull'esposizione all'infezione di funghi tossigeni e sull'accumulo di micotossine nelle granelle di cereale appaiono complessi. In primo luogo rappresentano una maggiore fonte di rischio i residui lasciati in superficie delle colture in precessione dovuti alla sostituzione dell'aratura con lavorazioni ridotte che danno così origine ad un inoculo potenzialmente maggiore. In secondo luogo la necessità di mantenere una costante copertura del suolo mediante colture intercalari o *cover crops* può presentare un doppio effetto. Ciò in relazione alla composizione; maggiore rischio nel caso di un cereale in seconda semina; minore rischio se è una leguminosa prativa o comunque una coltura che lascia in superficie pochi residui (quali soia, pisello proteico, colza, molte orticole di pieno campo). Le modalità di raccolta e di terminazione della coltura intercalare possono anch'esse influenzare l'ammontare dei residui al suolo o lo stato di questi, ovvero se verdi e in turgore oppure se ormai secchi, con un rischio maggiore nel caso di quest'ultima situazione. In conclusione, l'adozione dell'agricoltura rigenerativa presenta aspetti contraddittori e complessi riguardo alla suscettibilità delle colture cerealicole nei confronti della contaminazione da micotossine. In particolare l'adozione delle lavorazioni ridotte deve essere ben ponderata e bilanciata con gli interventi agronomici preventivi e di lotta per evitare di creare situazioni di maggior rischio in particolare riguardo alle Fusarium-tossine.

VALORIZZAZIONE DI SOTTOPRODOTTI AGROALIMENTARI PER IL CONTENIMENTO DI FUNGHI MICOTOSSIGENI

Giorni Paola (a), Tacchini Massimo (b), Sacchetti Gianni (b), Guerrini Alessandra (b), Soldano Mariangela (c), Blandino Massimo (d), Bertuzzi Terenzio (e)

(a) *DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

(b) *UNIFE, Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie, Ferrara*

(c) *Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p.A, Reggio Emilia*

(d) *DISAFA, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco, Torino*

(e) *DIANA, Dipartimento di Scienze Animali della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

La presenza di micotossine nelle materie prime alimentari rappresenta un rischio concreto a livello mondiale; l'UE ha stabilito livelli massimi per le principali micotossine e recentemente è stata pubblicata una raccomandazione per le tossine prodotte da *Alternaria* spp., sottolineando la crescente preoccupazione sui possibili effetti di queste micotossine sulla salute umana. I metodi preventivi, come le buone pratiche agricole e l'uso di prodotti chimici appropriati, sono considerati la migliore strategia per ridurre la contaminazione da micotossine. Tuttavia, il crescente interesse dei consumatori per gli effetti nocivi sull'ambiente dovuti all'uso di pesticidi chimici ha portato a una crescente domanda di prodotti naturali. Fra questi, diversi composti bioattivi hanno mostrato di poter essere efficaci come inibitori dell'attività antifungina e della produzione di micotossine. In uno studio di tre anni, l'efficacia di 14 estratti bioattivi ottenuti da scarti alimentari è stata testata contro le più importanti specie micotossigene dei cereali (*Aspergillus flavus* e *Fusarium verticillioides* per il mais e *F. graminearum* e *Alternaria alternata* per il frumento) con prove *in vitro*. Gli estratti hanno mostrato un effetto specie-specifico, risultando più efficaci nel contenimento delle micotossine rispetto a quello della crescita fungina. Le riduzioni ottenute nella produzione di tossine variavano a seconda dell'estratto utilizzato andando dal 5 al 75% per le aflatossine (AFBs), dall'11 al 94% per le fumonisine (FBs), dal 9 all'80% per il deossinivalenolo (DON), dal 63 al 100% per lo zearalenone (ZEN) e dal 7 al 96% per gli alternarioli (ALT). Gli estratti che hanno mostrato le migliori performance sono stati testati in campo, in due anni successivi caratterizzati da condizioni climatiche differenti. I risultati ottenuti su mais non sono stati significativi, mentre quelli su frumento hanno mostrato riduzioni fino al 48% per il DON e maggiori del 60% per ALT, sebbene il fungicida di sintesi abbia condotto a riduzioni più consistenti e significative. Ulteriori studi dovranno seguire per definire le concentrazioni d'impiego più prestazionali e l'eventuale utilizzo di conservanti per ampliare nel tempo l'efficacia di queste sostanze fotosensibili e termolabili.

PROGETTI DI RICERCA ED ESPERIENZE DI COMUNICAZIONE DEL RISCHIO NEL SETTORE AGROALIMENTARE E BIOTECNOLOGICO

Sturchio Elena, Zanellato Miriam, Boccia Priscilla

INAIL, Laboratorio Biotecnologie per la Sicurezza e l'Ambiente, Dipartimento Innovazioni Tecnologiche, Roma

I temi della sostenibilità e l'impatto del cambiamento climatico sono al centro del dibattito scientifico, sollecitando la necessità di un approccio *One Health* in contesti di interconnessione tra la salute umana, animale e ambientale, come quello evidenziato dalla problematica micotossine. Sebbene la carenza di cibo sia diventata una sfida importante, fornire risorse alimentari sicure è un punto fondamentale su scala globale; secondo la FAO circa un quarto del cibo mondiale è contaminato da micotossine. Il cambiamento climatico può influenzare la distribuzione e l'incidenza della contaminazione da micotossine, mettendo a rischio la sicurezza e la sostenibilità delle produzioni agricole; e a questo si aggiunge spesso anche la mancanza di conoscenze e informazioni validate da parte dei consumatori. Per "comunicazione del rischio" si intende lo scambio di informazioni tra persone, gruppi e organizzazioni in relazione alla valutazione dei rischi e alle decisioni sui comportamenti da adottare per evitare o ridurre tali rischi. Il suo fine ultimo è quello di aiutare i portatori di interesse, i consumatori e il pubblico in generale a comprendere la logica del processo decisionale basata sul rischio, affinché questi possano criticamente formularne un proprio giudizio. I ricercatori del Laboratorio Biotecnologie hanno realizzato e consolidato negli anni un "Network sulla valutazione e comunicazione del rischio nell'agroalimentare e nel settore Biotech" per la promozione e realizzazione di progetti innovativi e di rete in collaborazione tra Istituzioni, scuola, organismi pubblici e privati di ricerca e territorio al fine di promuovere la cultura scientifica e tecnologica e della sicurezza sul lavoro per il raggiungimento in maniera trasversale degli obiettivi dell'Agenda 2030 sullo Sviluppo Sostenibile dell'Onu. La Scuola rappresenta nel contesto di tali progettualità non solo un destinatario della Terza Missione del mondo della ricerca ma anche un vero e proprio partner di tale innovativo processo. In collaborazione, quindi, con i partner del *Network*, sono stati sperimentati diversi approcci metodologici formativi/informativi innovati per aumentare la percezione del rischio nei giovani lavoratori nel settore agroalimentare e della sicurezza nelle applicazioni biotecnologiche. Con l'espressione "percezione del rischio" si intende un processo cognitivo in grado di orientare i comportamenti delle persone di fronte a decisioni che coinvolgono rischi potenziali e ci si riferisce alla valutazione individuale e soggettiva delle probabilità che si manifesti un determinato evento negativo con esiti dannosi. Il processo decisionale è una funzione mentale complessa influenzata da molteplici aspetti dei processi cognitivi, comportamentali ed emotivi. Dai risultati dei progetti realizzati si è evidenziato come le componenti irrazionali dovrebbero essere considerate, insieme alle componenti razionali, nella pianificazione di pratiche di comunicazione in quanto maggiormente suscettibili ad essere trasformate in comportamenti concreti.

ALTERNARIOLI NEI PRODOTTI TRASFORMATI A BASE DI POMODORO: UNA NUOVA FILIERA INTERESSATA DALLE MICOTOSSINE

Bertuzzi Terenzio (a), Giorni Paola (b)

(a) DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(b) DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

La Raccomandazione 2022/553, emanata dall'Unione Europea a seguito del parere scientifico di EFSA sulla presenza di alternarioli negli alimenti, riporta livelli indicativi massimi relativi alla presenza di alcune di queste micotossine (acido tenuazonico TeA, alternariolo AOH, alternariolo mono etere AME) in alcuni alimenti, tra i quali i prodotti trasformati a base di pomodoro. Il pomodoro da industria è la specie orticola più coltivata in Italia: dati ISTAT del 2023 indicano una produzione di pomodoro da industria pari a 5.403.840 tonnellate (1° produttore europeo e 3° mondiale dopo USA e Cina). Come altre colture, anche il pomodoro può subire attacchi fungini particolarmente dannosi durante la crescita in campo; tra questi, l'Alternariosi rappresenta una delle patologie più di interesse per il pomodoro. Oltre ai livelli massimi indicati, l'Unione Europea raccomanda che gli stati membri monitorino le tossine negli alimenti considerati e individuino i fattori responsabili di alte contaminazioni. Un monitoraggio svolto dal 2017 al 2023 su diversi prodotti a base di pomodoro ha rilevato la presenza di TeA nel 86,6% dei campioni di concentrato (n=149), con concentrazioni superiori al limite indicato di 500 µg/kg nel 6,7%; la presenza invece in salse e passate è risultata pari al 58,5% e sempre inferiore al limite indicato. AOH, AME e tentossina sono stati rilevati raramente. Il monitoraggio mostra come la contaminazione riguarda principalmente i prodotti concentrati; limiti diversi dovrebbero essere fissati tenendo conto del fattore di concentrazione ottenuto durante la trasformazione. Diversi campionamenti effettuati al momento dello scarico dei pomodori all'impianto di trasformazione hanno rilevato livelli di contaminazione di TeA talvolta molto alti con valori superiori a 10000 µg/kg. Sia il monitoraggio che i campionamenti hanno evidenziato come le contaminazioni siano maggiormente presenti nei campioni raccolti e processati dopo precipitazioni piovose in campo e nel periodo finale della campagna di raccolta e lavorazione. Prove su diverse varietà di pomodoro inoculate artificialmente con *A. solana* e *A. tenuissima* hanno mostrato che TeA migra facilmente all'interno della bacca mentre AOH e AME rimangono maggiormente sulla buccia; inoltre, TeA può essere solubilizzato nelle acque di lavaggio. Trattamenti termici vicino a 100°C riducono solo in parte la presenza degli alternarioli, con riduzioni vicine al 20%.

MINIMIZZARE IL RISCHIO MICOTOSSINE NEI CEREALI TRA CAMBIAMENTO CLIMATICO E TRANSIZIONE ECOLOGICA

Blandino Massimo (a), Scarpino Valentina (a), Badeck Franz (b), Morcia Caterina (b), Terzi Valeria (b), Rizza Fulvia (b), Giorni Paola (c), Bertuzzi Terenzio (d), Maruccia Stefano (a), Reyneri Amedeo (a)

(a) *Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco, Torino*

(b) *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Research Centre for Genomics and Bioinformatics, Fiorenzuola d'Arda, Piacenza*

(c) *DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

(d) *DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

Tra le molteplici sfide che il cambiamento climatico impone, vi è anche quella dell'aumento del rischio di contaminazione da micotossine nei cereali. Una prova di campo triennale ha confrontato l'effetto della CO₂ elevata (570 ppm, atteso nel 2050 e ottenuto con un impianto FACE) rispetto a quella ambientale (404 ppm) sul contenuto di micotossine normate ed emergenti in frumento tenero, duro e avena. La condizione di CO₂ elevata ha aumentato da 1,4 a 2,8 volte il contenuto di deossinivalenolo (DON), tossine T2 e HT2, enniatine e moniliformina in tutte le colture, mentre la quantità di DNA fungino è aumentata solo per qualche specie e in misura meno proporzionale alle tossine, facendo ipotizzare un effetto della futura composizione dell'atmosfera principalmente sulla tossinogenesi dei funghi produttori. Tuttavia, l'aumento delle temperature primaverili e una probabile maggiore concentrazione degli eventi piovosi con la fioritura del frumento, fanno presupporre anche un aumento della gravità della fusariosi della spiga. In parallelo, è necessario ridurre l'uso di fitofarmaci chimici, per rispondere alle richieste di transizione ecologica dei consumatori, delle filiere alimentari e della politica. In una ricerca biennale è stato valutato l'impatto di alcuni bio-fungicidi (sostanze naturali, microrganismi competitori, elicitori) alternativi ai convenzionali prodotti chimici e applicati alla fioritura sul controllo delle malattie e il contenuto in micotossine. Nel 2022, con una bassa pressione delle malattie, i bio-fungicidi hanno controllato lo sviluppo della malattia, riducendo il DON (-51%), sebbene il risultato sia stato inferiore al fungicida di sintesi (-75%). Nel 2023, con elevate piogge e una forte severità della malattia, i bio-fungicidi non hanno ridotto significativamente il DON, che è stato diminuito del 60% solo con l'applicazione del fungicida di sintesi. La definizione di programmi di difesa efficaci richiederà un'attenta valutazione delle innovazioni disponibili e un loro opportuno inserimento nei sistemi colturali, ridisegnandone l'impostazione per rispondere alle richieste di percorsi agronomici più sostenibili, ma competitivi in termini produttivi, qualitativi ed economici.

VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI MICOTOSSINE IN VARIETÀ DI CANAPA ALIMENTARE

Lanzanova Chiara (a), Giorni Paola (b), Locatelli Sabrina (a), Montanari Massimo (c), Alberti Ilaria (d), Leni Giulia (e), Abate Alessio (e), Bertuzzi Terenzio (e)

(a) CREA, Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Bergamo

(b) DIPROVES, Dipartimento di Scienze della Produzione Vegetale Sostenibile, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(c) CREA, Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Bologna

(d) CREA, Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Rovigo

(e) DIANA, Dipartimento di Scienze animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Negli ultimi anni in Europa la coltivazione della canapa (*Cannabis sativa L.*) ha suscitato interesse per le potenziali opportunità di mercato dei suoi prodotti. La sua coltivazione, infatti, è passata da 20.450 ettari nel 2015 a 33.020 ettari nel 2022. Grazie alla grande versatilità di questa coltura, si sono aperti sbocchi per il suo utilizzo in campo alimentare, nutraceutico (*gluten free*), cosmetico, energetico e industriale. Come per altre colture, anche i semi di canapa potrebbero essere contaminati da patogeni fungini che ne comprometterebbero la qualità e la sicurezza alimentare. Considerando il recente interesse dei consumatori nell'utilizzo della canapa per scopi alimentari, nel periodo 2018-2022 è stata condotta una piccola indagine sulla contaminazione da micotossine in varietà di canapa coltivati in Italia ad uso alimentare. Oltre alle principali micotossine normate abbiamo prestato particolare attenzione alle tossine prodotte da *Alternaria spp.* che negli ultimi anni sono state rinvenute in diversi prodotti alimentari, compromettendone la qualità e la sicurezza. Recentemente, la Commissione Europea ha pubblicato una raccomandazione sulla presenza delle tossine di *Alternaria*, fissando limiti massimi per Alternariolo (AOH), Alternariolo Monoetere (AME) e Acido Tenuazonico (TeA) in alcune matrici, quali semi di sesamo e di girasole (compreso l'olio), frutta secca, fichi secchi, prodotti trasformati a base di pomodoro e *baby food* a base di cereali (Raccomandazione (UE) 553/2022). I risultati dell'indagine hanno mostrato una presenza limitata delle principali micotossine normate a livello Europeo (AFs, FBs, OTA A, DON, ZEA), ma livelli molto elevati di alternarioli, raggiungendo un valore massimo di 38510 µg/kg, per TeA, 308 µg/kg per la tentossina (TEN), 226 µg/kg per AOH e 288 µg/kg per AME. Per quanto riguarda la canapa l'UE non ha ancora raccomandato o fissato limiti massimi, ma il recente interesse verso i prodotti di questa coltivazione da destinare al consumo umano ha reso importante la raccolta di dati relativi a possibili implicazioni per la salute del consumatore, oltre che per fissare limiti adeguati in fase di sviluppo di una possibile normativa sulla presenza di alternarioli negli alimenti.

I CONTROLLI DELLE MICOTOSSINE E DELLE TVN ALL'IMPORTAZIONE PER GARANTIRE LA SICUREZZA DEGLI ALIMENTI PROVENIENTI DA PAESI TERZI

Tino Francesca

Ex Direzione Generale della Sanità e dei Farmaci Veterinari, Ministero della Salute, Roma

Con l'entrata in vigore del Reg. (UE) 2017/625 il sistema dei controlli ufficiali è stato esteso all'intera filiera agroalimentare, con controlli caratterizzati dall'approccio basato sul rischio per una maggiore efficacia. In particolare l'adozione della nuova normativa ha delineato un quadro armonizzato dei controlli ufficiali su animali e merci in ingresso nell'UE, una base legale più efficace contro le frodi, una maggior collaborazione e scambio di informazioni tra autorità competenti, autorità doganali ed altre autorità preposte a gestire i controlli delle partite provenienti da Paesi terzi, nonché il miglioramento dell'utilizzo degli strumenti informatici e la digitazione dei controlli (Sistema IMSOC). In Italia il Decreto legislativo 2 febbraio 2021, n. 24 - adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Reg. (UE) 2017/625 - ha istituito i Posti di Controllo Frontaliero (PCF) e ha trasferito le competenze degli Uffici di Sanità Marittima Aerea e di Frontiera (USMAF) ai PCF in materia di controlli sugli alimenti di origine non animale e sui Materiali destinati al Contatto con Alimenti (MOCA). L'approccio basato sul rischio, che caratterizza il Reg. (UE) 2017/625 in merito ai controlli ufficiali, ha distinto animali e merci in due categorie, a seconda che siano a rischio più elevato (art. 47) o meno elevato (artt. da 44 a 46) e quindi soggetti rispettivamente a controlli obbligatori nel PCF di primo arrivo nell'UE o a controlli periodici basati sul rischio con frequenza stabilita dagli Stati Membri; a tutte le categorie si applicano le stesse regole in caso di non conformità. Nel corso dell'anno 2023 sono state notificate ai PCF italiani, per l'importazione, 40.155 partite di animali e prodotti di origine animale e 203.597 partite di prodotti di origine NON animale e MOCA. Per quanto riguarda, nello specifico, la ricerca di micotossine e tossine vegetali, nessun controllo è stato programmato ed eseguito nel 2022-2023 su prodotti di origine animale (alimenti e mangimi), mentre sono state campionate ed analizzate merci di origine vegetale. Tali analisi sono state effettuate sia su matrici considerate a basso rischio (campionate sulla base del Piano di monitoraggio nazionale) sia su altre considerate a maggior rischio per tipologia e provenienza, oggetto di controllo accresciuto ai sensi del Reg. (UE) 2019/1793. Nel dettaglio nel periodo 2022-2023 sono stati campionati presso i PCF alimenti (frutta secca e a guscio, semi oleosi, cereali, caffè, tè, mate e spezie e preparazioni di frutta) e mangimi per la ricerca di aflatossine, ocratossina A, DON, zearalanone, alcaloidi pirrolizidinici (PA), acido cianidrico. Le principali non conformità hanno riguardato il riscontro di Aflatossine, Ocratossina A ed Alcaloidi Pirrolizidinici (PA) solo negli alimenti (soprattutto frutta a guscio e secca, semi e frutti oleosi e cereali) e non nei mangimi.

TOSSINE VEGETALI NATURALI E ATTIVITÀ DEL LABORATORIO NAZIONALE DI RIFERIMENTO TVN

Fedrizzi Giorgio, Caprai Elisabetta

LNR-TVN, Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Tossine Vegetali Naturali negli Alimenti, Reparto Chimico degli Alimenti, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Bologna

La designazione da parte del Ministero della Salute del Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Tossine Vegetali Naturali negli alimenti (LNR-TVN) ha previsto un'attività congiunta tra il Reparto Chimico degli Alimenti di Bologna dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna (IZSLER) e l'Istituto Superiore di Sanità. Dal 2020 ad oggi sono state sviluppate metodiche analitiche di conferma, validate secondo la normativa vigente (Regolamento (UE) 2023/2783), per le seguenti tossine vegetali naturali: alcaloidi pirrolizidinici, alcaloidi tropanici, cannabinoidi, alcaloidi dell'oppio, acido erucico e glicosidi cianogenetici, in numerose matrici oggetto del piano nazionale di controllo ufficiale e del piano di monitoraggio dei contaminanti e delle tossine vegetali naturali. A causa dell'elevata diffusione delle piante che producono tali tossine e dell'influenza dei cambiamenti climatici, l'interesse della comunità scientifica per le tossine vegetali naturali è in continua evoluzione. Il Regolamento (UE) 2023/915 ha recentemente fissato limiti massimi consentiti per numerose di queste tossine, come gli alcaloidi pirrolizidinici, gli alcaloidi tropanici, gli alcaloidi dell'oppio, ecc. Per altre classi di composti non regolamentati come i glicocalcaloidi e gli alcaloidi chinolizidinici, sono stati invece richiesti a livello europeo dati di monitoraggio, al fine di una corretta valutazione del rischio di esposizione della popolazione da parte di EFSA (*European Food Safety Authority*). Negli ultimi anni l'LNR-TVN è stato inoltre coinvolto in numerosi casi d'intossicazione acuta a causa della presenza di tossine vegetali naturali in alimenti e mangimi. In particolare si sono verificati casi di ricovero ospedaliero in diverse regioni italiane (Lombardia, Lazio, Campania, Emilia Romagna) a seguito del consumo di alimenti vegetali contaminati da alcaloidi tropanici prodotti da piante del genere *Datura* spp. Questi episodi hanno portato alla stesura di linee guida ministeriali "Indirizzi operativi nei casi di intossicazione alimentare acuta da ingestione di alcaloidi del tropano (AT)", prodotte in collaborazione tra il Ministero della Salute, l'LNR-TVN, il Centro Antiveneni di Pavia e l'ISS, al fine di tutelare la salute dei consumatori con un intervento tempestivo ed efficace.

MICOTOSSINE E ATTIVITÀ DEL LABORATORIO NAZIONALE DI RIFERIMENTO

De Santis Barbara, Debegnach Francesca, Gregori Emanuela, De Giacomo Marzia
Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

In ottemperanza al Regolamento Comunitario CE/882/2004, abrogato nel 2017 con il Regolamento UE/2017/625, il Ministero della Salute ha designato nel 2007 il Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e per i Rischi Alimentari ora Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, come Laboratorio Nazionale di Riferimento (LNR) per le Micotossine in alimenti e mangimi e nel 2020 come l'LNR per le Tossine Vegetali Naturali (TVN) negli alimenti. Il LNR per le TVN è stato assegnato all'Istituto Superiore di Sanità e all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna in condivisione, attribuendo a ciascun istituto specifiche competenze. Al fine di fornire prestazioni e risultati di laboratorio qualificati e riconosciuti in ambito nazionale e internazionale, l'LNR-Micotossine e TVN, opera in base allo sviluppo di una politica della qualità conforme alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, ed è accreditato con il n. 0779 da parte dell'Ente Italiano di Accreditamento (ACCREDIA). Le attività ed il ruolo dell'LNR sono del tutto speculari a quelli dell'EURL, e sono caratterizzati dalla necessità di garantire ai laboratori ufficiali che operano sul territorio la piena armonizzazione dei criteri alla base della produzione del dato analitico fornendo il supporto necessario all'individuazione delle migliori caratteristiche di efficienza (*best performance characteristics*) dei metodi di analisi, alla corretta interpretazione della normativa vigente, alla partecipazione agli studi interlaboratorio; inoltre l'LNR si occupa della pre-validazione dei dati analitici di prima istanza, del tempestivo trasferimento delle informazioni ricevute dall'EURL, nonché di fornire supporto all'Autorità Competente nazionale in merito a questioni sia tecniche sia legate alla sicurezza d'uso dei prodotti alimentari. L'LNR Micotossine e TVN svolge attività di ricerca in collaborazione con partner nazionali ed internazionali per affrontare questioni chiave nel campo della valutazione del rischio e per far progredire le capacità analitiche. La presentazione avrà lo scopo di fornire un quadro aggiornato delle attività svolte nell'ultimo periodo per il tema delle micotossine in alimenti e mangimi.

EUROPEAN REFERENCE LABORATORY FOR MYCO AND PLANT TOXINS IN FOOD AND FEED: DISTRIBUTION OF CO-HARVESTED PLANT PARTS IN LABORATORY SAMPLES

Grzetic Martens Josipa, Kalli Sylvia, Jellema Tjeerd, Mulder Patrick

EURL, Mycotoxins and plant toxins, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands

Wageningen Food Safety Research (WFSR), housed within Wageningen University & Research (WU), assumed the role of the European Union Reference Laboratory (EURL MP) for mycotoxins and plant toxins in food and feed on March 1st, 2018. The EURL bridges the EU Commission and National Reference Laboratories (NRLs) to ensure effective enforcement of EU legislation on these toxins. The EURL also plays a key role in maintaining high food safety standards by developing new testing methods, offering expert guidance, organizing proficiency testing, and facilitating knowledge exchange. Through workshops, training, and information sharing, the EURL strengthens the NRL network, promoting continuous improvement in food safety practices across the EU. This collaboration strengthens the overall food safety framework within the European Union. While the formalization of representative sampling is recent, the practice itself is much older. Fields like geology and agriculture depend heavily on sampling techniques because studying the entire population (e.g., all rocks on Earth or all peanuts of import samples) is simply impossible. By obtaining a representative sample, analytical chemists can ensure their analyses accurately reflect the composition and properties of the entire material, leading to reliable and actionable results. Some challenges are to be considered when dealing with sampling for evaluation of natural contaminants in food and feed. The representativeness of a food or feed sample for analysis is primarily influenced by three key factors: heterogeneity of contaminant distribution, inherent heterogeneity of the food matrix, and the employed sampling technique. We will provide a brief overview of the actions taken by our EURL to determine the appropriate portion size and sample preparation procedure to obtain a representative and homogeneous (laboratory) sample for chemical analysis. Case studies of distribution of pyrrolizidine alkaloids in cumin and culinary herbs and tropane alkaloids in corn will be discussed.

ACIDO CIANIDRICO: UN RISCHIO PER L'ALIMENTAZIONE UMANA E ANIMALE

Ferrari Lisa, Gallina Albino, Angeletti Roberto

Dipartimento di Chimica, Tossicologia Alimentare, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Legnaro, Padova

I cianoglicosidi rappresentano un gruppo di tossine vegetali biosintetizzate dalle piante come meccanismo di difesa. La caratteristica chiave di queste tossine è la capacità di liberare cianuro dopo l'ingestione ed è ciò che ne determina la potenziale tossicità per l'uomo e per gli animali provocandone, nei casi più gravi, avvelenamento acuto. I livelli di cianoglicosidi presenti nelle piante possono variare ampiamente a seconda della cultivar, delle condizioni climatiche, della parte della pianta e del grado di lavorazione che il prodotto finito ha subito. È stato sviluppato un metodo di analisi qualitativo e quantitativo per la determinazione dei cianoglicosidi e, conseguentemente, anche quella di cianuro (espresso come acido cianidrico), che potenzialmente può essere liberato dopo l'ingestione del prodotto da parte del consumatore. Il metodo prevede la separazione dei principali cianoglicosidi (amigdalina, prunasina, linamarina, durrina) dalla matrice attraverso un'estrazione solido-liquido e una determinazione con metodo HPLC-HRMS. Il metodo è stato validato secondo i parametri in vigore nel 2021, seguendo il Regolamento (CE) 333/2007 relativo ai metodi di analisi di alcuni contaminanti e il Regolamento (CE) 401/2006 relativo ai metodi di analisi di micotossine nei prodotti alimentari. Semi di drupacee e manioca utilizzati come materie prime o prodotti pronti al consumo, sono solo alcuni dei prodotti alimentari in cui si sono trovati i cianoglicosidi. Il rischio legato alla liberazione di cianuro viene valutato anche nell'industria mangimistica per l'alimentazione animale, dove vengono utilizzati come ingredienti prodotti ad alto contenuto di cianoglicosidi come semi di lino, di drupacee e manioca. Problematiche riscontrate anche al pascolo, sia a livello mondiale che nazionale (Piemonte, 2022 - Veneto, 2023) hanno suscitato un particolare interesse per quanto riguarda anche l'allevamento all'esterno. Lo stesso metodo è stato utilizzato per valutare la contaminazione da cianoglicosidi in vegetali raccolti presso un pascolo a seguito di un caso di vacche da latte, che dopo l'ingestione di piante di sorgo selvatico (*Sorghum halepense*) sono andate incontro a morte. Dalle analisi effettuate si è evidenziato l'alto contenuto di cianoglicosidi nelle piante di sorgo prelevate presso il pascolo fino a un massimo di 1,2 % di durrina (0,1% in acido cianidrico), mentre il contenuto ruminale degli animali deceduti ne era privo. Questo evidenzia che la liberazione del cianuro avviene già nelle prime fasi della digestione, con un'immediata manifestazione di tossicità acuta che può portare la morte dell'animale. Un maggior rischio per i pascoli si può riscontrare nei periodi estivi, a causa dell'aumento della produzione di cianoglicosidi, influenzato da condizioni climatiche ostili quali alte temperature e siccità.

AFLATOSSINA M1, AFLATOSSICOLO E STERIGMATOCISTINA: DATI PRELIMINARI SUI FORMAGGI DELLA FILIERA OVICAPRINA ITALIANA

Sdogati Stefano (a), Pecorelli Ivan (a), Condoleo Roberto (b), Militello Guglielmo (b), Di Marco Pisciotto Ilaria (c), Lambiase Sara (c), Rossini Carmela (c), Massafra Stefania (d), Torres Elena (d), Cossu Marco (e), Lo Cascio Giovanni (f), Macaluso Andrea (f), Pantano Licia (f), Neri Bruno (b), Gallo Pasquale (c), Gili Marilena (d), Sanna Andrea (e), Vella Antonio (f), Boselli Carlo (b)

(a) Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Perugia

(b) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana, Roma

(c) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Portici, Napoli

(d) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Torino

(e) Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, Sassari

(f) Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia, Palermo

L'Aflatossina M1 (AFM1) può essere presente nel latte come risultato dell'ingestione di aflatossina B1, contenuta nei mangimi a causa della contaminazione da funghi appartenenti al genere *Aspergillus*. AFM1 è classificata dalla IARC nel gruppo 1 come "cancerogena per l'uomo". Oltre alle quattro aflatossine (B1, B2, G1 e G2), questi funghi possono produrre anche Sterigmatocistina (STE), mentre l'Aflatossicolo (AFX) è un metabolita dell'aflatossina B1. AFM1 è rilevante per la filiera casearia e il suo tenore massimo nel latte è stabilito in 0,050 µg/kg, mentre per le altre due molecole (AFX, STE), con proprietà tossicodinamiche paragonabili, le informazioni di occorrenza negli alimenti sono ancora frammentarie. Lo scopo della ricerca strategica (IZS LT IZS 01/21 RC) è stato lo sviluppo, la validazione e l'applicazione di un metodo analitico, in grado di determinare AFM1, STE, AFX, nei prodotti lattiero caseari di origine bufalina, ovina e caprina. Il focus qui riportato esamina i dati preliminari ottenuti solo per i prodotti ovini e caprini. Sono state impiegate colonnine di Immunoaffinità (IAC) selettive per AFM1, AFX e STE e standard interni marcati isotopicamente (ILIS), che si sono rilevati elementi imprescindibili al fine di ottenere un metodo analitico standardizzato, sensibile (LOQ 0,010-0,025 µg/kg), robusto e con soddisfacenti performances in termini di accuratezza e precisione. Il metodo sviluppato è stato utilizzato da tutti i laboratori coinvolti nella ricerca, al fine di ottenere dei risultati coerenti fra loro. I risultati preliminari, ottenuti dal laboratorio IZSUM dall'analisi di campioni di formaggio acquistati sul mercato (n=24), mostrano una incidenza del 33% di campioni rilevati (> LOQ) per AFM1; STE è stata rilevata solo nel 4% dei casi (< LOQ – 0,024 µg/kg), mentre AFX non è stato mai rilevato. I campioni analizzati, risultano contaminati per AFM1 nel range 0,010-0,024 µg/kg. La presenza di AFM1 e STE nei formaggi ovini e caprini, nonostante i livelli relativamente bassi, emersi dai dati preliminari del nostro studio, risulta essere rilevante, atteso anche l'ampio consumo di tali prodotti in Italia, circa 23 kg pro capite all'anno (fonte: CLAL 2020). Pertanto, la gestione e la mitigazione del rischio da esposizione di AFM1 e STE rientra nell'interesse degli attori della filiera stessa oltre che degli organi preposti al controllo ufficiale.

DESTINO DELLE MICOTOSSINE DURANTE IL PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA PASTA SENZA GLUTINE: APPROCCIO UNTARGETED CON STANDARD MARCATO ^{13}C IN LC-HRMS

Rollo Eleonora (a,b), Schamann Alexandra (c), Malachovac Alexandra (c), Krska Rudolf (d,e), Suman Michele (f)

(a) *Barilla G.R. F.lli SpA, Laboratorio di Ricerca Avanzato, Parma*

(b) *Dipartimento di Scienze e degli Alimenti e del Farmaco, Università degli Studi, Parma*

(c) *FFoQSI, Austrian Competence Centre for Feed and Food Quality, Safety & Innovation, Tulln, Austria*

(d) *Università di Risorse Naturali e Scienze della Vita, Vienna; Dipartimento di Agrobiotecnologie IFA-Tulln, Istituto di Bioanalisi e Agrometabolomica, Tulln, Austria*

(e) *Istituto per la Sicurezza Alimentare Globale, Scuola di Scienze Biologiche, Queens University Belfast, Belfast, Irlanda del Nord*

(f) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una Filiera Agro-Alimentare Sostenibile, Piacenza*

Il nostro gruppo di ricerca multidisciplinare accademico-industriale ha iniziato diversi anni fa a condurre ricerche approfondite per indagare e comprendere il comportamento delle tossine fungine nelle varie catene alimentari. Sulla base dell'esperienza precedente e delle conoscenze attuali in questo settore, si presume che le micotossine possano degradarsi o essere modificate a causa dell'esposizione a condizioni energetiche e/o meccaniche durante il processo, formando così nuove tossine modificate. Tuttavia, la riduzione del livello di micotossine non si traduce necessariamente in un'attenuazione degli effetti tossicologici. Attualmente, informazioni complete sui nuovi prodotti di degradazione delle micotossine sono ancora mancanti: indagare e identificare la loro struttura e il loro potenziale di tossicità è di grande interesse per le strategie di valutazione del rischio. Studiare il destino delle micotossine durante il processo di lavorazione degli alimenti è un compito arduo per diversi motivi: i) la caratterizzazione e l'identificazione strutturale dei prodotti di degradazione in matrici complesse è difficile, ii) la composizione delle matrici varia durante le fasi di produzione, iii) la disponibilità di standard analitici è limitata, (iv) la preparazione di standard analitici "interni" in quantità maggiori, necessari per la conferma strutturale e per la valutazione tossicologica, è costosa e richiede tempo. Pertanto, la maggior parte degli studi pubblicati si è concentrata principalmente sul rilevamento mirato delle micotossine progenitrici e sul calcolo del tasso di declino dopo la produzione. In questo studio è stato applicato l'approccio SIL (*Stable Isotope Labelling*)-LC-HRMS "untargeted": le materie prime utilizzate per la produzione alimentare vengono trattate con una miscela di standard di micotossine non marcati e marcati con ^{13}C , i prodotti intermedi e il prodotto finale vengono poi analizzati mediante cromatografia liquida ad alta risoluzione e spettrometria di massa (LC-HRMS). Dal cromatogramma a scansione completa vengono estratte le coppie di segnali rilevate provenienti da composti

non marcati e marcati isotopicamente. Saranno presentati i risultati preliminari dell'applicazione di questo approccio sul destino di aflatossine e fumonisine durante la produzione di pasta senza glutine.

Questo progetto è stato finanziato da:

- *FoodSafeR - programma di ricerca e innovazione Horizon Europe dell'Unione Europea con l'accordo di sovvenzione n. 101060698.*
- *NextGenerationEU - Piano Nazionale Resistenza e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 - Avviso N. 341 del 15 marzo 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca; Codice progetto PE00000003, Decreto Direttoriale MUR n. 1550 dell'11 ottobre 2022 di concessione del finanziamento, CUP D93C22000890001, titolo progetto "ON Foods - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods".*

DETERMINAZIONE LC-MS/MS DI TOSSINE VEGETALI NATURALI IN ALIMENTI ZOOTECNICI

Biancardi Alberto, Moretti Alessandro, Menotta Simonetta

Reparto Chimica degli Alimenti e dei Mangimi, Dipartimento Alimenti e Sicurezza Alimentare, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna, Brescia

La sezione III della Direttiva 2002/32/CE riguarda le tossine vegetali naturali ed il loro contenuto massimo a seconda delle diverse tipologie di prodotti destinati all'alimentazione degli animali. Tra queste sono presenti il gossipolo e la teobromina. Il gossipolo è una tossina polifenolica estratta dai semi della pianta del cotone. La teobromina è una dimetilxantina presente nella pianta del cacao e nei relativi sottoprodotti. Nel presente lavoro sono stati messi a punto e validati i relativi metodi di determinazione LC-MS/MS in alimenti zootecnici al fine di ottemperare a quanto prescritto dalla Direttiva 2002/32/CE. In entrambi i metodi l'approccio è del tipo "*dilute&shoot*" a partire da un estratto in soluzione idro-organica acida per acido fosforico nel caso del gossipolo, mentre nel caso della teobromina si parte da un estratto in soluzione acquosa basica diluita. Nella sua genesi, il metodo del gossipolo deriva dalla partecipazione ad uno studio collaborativo interlaboratorio, atto alla determinazione quantitativa del gossipolo libero (GOS) in semi di cotone, prodotti derivati da semi di cotone e alimenti ad uso zootecnico nell'intervallo 69÷5.950 mg/kg (UNI EN 17504:2022. *Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis - Determination of gossypol in cottonseed and feeding stuff by LC-MS/MS*). Alla luce del fatto che il metodo UNI EN 17504 non copre l'intero intervallo dei Limiti Permessi (20-6.000 mg/kg), è stato necessariamente prodotto, come suggerito nel documento stesso, un metodo interno in linea con il metodo EN 17504 ma valido nel campo di applicazione 10-1.000 mg/kg per gli alimenti ad uso zootecnico e 250-7.000 mg/kg per i semi di cotone e i derivati. Quanto alla teobromina, il metodo è stato validato nel range 5-450 mg/kg. Per entrambi i metodi sono stati valutati i seguenti parametri: linearità, specificità, effetto matrice, LOQ, esattezza e precisione, incertezza. Dai risultati ottenuti entrambi i metodi risultano idonei allo scopo prefissato: tutti i requisiti previsti dalla normativa vigente sono rispettati. È stato infine messo a punto e validato nel range 1-25 mg/kg un metodo LC-MS/MS per la determinazione di ricinina in alimenti zootecnici. La ricinina è un alcaloide piperidinico tossico, considerato *biomarker* di esposizione alla ricina, potente citotossina naturale tipica dei semi della pianta del *Ricinus Communis*. Come tale può essere presente nei pannelli di semi di ricino ad uso agricolo (impiegati come fertilizzanti e repellenti per talpe e insetti) e quindi contaminare i mangimi. Lo scopo di questo lavoro è applicare tale metodo ad un monitoraggio su mangimi al fine di valutare se la ricinina può costituire un problema e, nel caso, inserirla nel novero delle sostanze indesiderabili.

LA NUOVA NORMATIVA SUL CAMPIONAMENTO PER LE MICOTOSSINE E LE TOSSINE VEGETALI NATURALI

Gregori Emanuela (a), Debegnach Francesca (a), Scialò Giuseppina (a), Rizzo Marianna (b),
De Giacomo Marzia (a), De Santis Barbara (a)

*(a) Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto
Superiore di Sanità, Roma*

(b) CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Rende, Cesena

Lo scorso anno l'Unione Europea ha aggiornato e ampliato la normativa riguardante le micotossine e le tossine vegetali naturali in modo da garantire un sistema efficace e pronto garante della salute pubblica in termini di sicurezza alimentare. Gli aggiornamenti hanno riguardato la pubblicazione dei Regolamenti di esecuzione (UE) n. 2023/2782 e n. 2023/2783. Il Regolamento di esecuzione (UE) n. 2782/2023, che ha abrogato lo storico Regolamento (CE) n. 401/2006, stabilisce procedure dettagliate per il campionamento e l'analisi delle micotossine negli alimenti, introducendo delle novità sia riguardo il campionamento per gli integratori alimentari, per le erbe essiccate, le infusioni e i tè, sia riguardo i criteri di rendimento analitico, che sono stati adeguati alle odierne metodologie analitiche. Similmente, è stato pubblicato il Regolamento di esecuzione (UE) n. 2023/2783 per i metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei tenori di tossine vegetali naturali negli alimenti. Questo regolamento abroga il Regolamento (UE) 2015/705, che si limitava all'acido erucico, richiama i metodi di campionamento per le micotossine per tutti gli alimenti ad eccezione delle patate e del miele per cui si fa riferimento alla versione consolidata del Regolamento (CE) 333/2007 e fornisce prescrizioni specifiche sui criteri di rendimento per le analisi delle tossine vegetali naturali. Entrambi i regolamenti europei del 2023 rappresentano un passo significativo verso una maggiore sicurezza alimentare nell'UE, fornendo strumenti e procedure standardizzate per identificare e gestire il gravoso problema del campionamento per queste classi di contaminanti.

REFERENCE POINTS FOR ADVERSE ANIMAL HEALTH EFFECTS FOR MYCOTOXINS

Hoogemboom Ron (a), Rovesti Elena (b)

(a) Department of Toxicology, Wageningen Food Safety Research, Wageningen, The Netherlands

(b) EFSA, European Food Safety Authority, Parma

The CONTAM Panel of EFSA performs risk assessments on contaminants for humans, but also food and non-food producing animals. This includes mycotoxins that may be present in feed and feed ingredients. A large number of Opinions on various mycotoxins have been published over the past decades. Reference Points (RPs) for adverse animal health effects are the No-Observed Adverse Effect Levels (NOAELs), ideally obtained from controlled studies with target species. They are expressed on the level in the whole ration, rather than per kg body weight per day. Recently EFSA was asked by the European Commission to evaluate the RPs for a selected number of mycotoxin/species combinations. It was decided to give more weight to so-called case reports, despite the uncertainties in such studies, like only one concentration (meaning no NOAEL), the potential presence of other mycotoxins, the influence of other factors on the affected farm. In some cases this evaluation did not result in a different RP. However, for fumonisins in horses this resulted in a reduction of the RP, based on many case studies on ELEM (equine leukoencephalomalacia). For fumonisins in poultry but also deoxynivalenol in broilers and turkeys (but not laying hens and ducks), the RPs were lowered based on controlled studies showing effects on the intestinal wall (villus height), although without clear effects on the growth. The RP for deoxynivalenol in horses was also reduced, based on reduced feed intake. For T2/HT2, there was a reduction of the RP for cows but also sheep. It was considered that rumen acidosis may have played a role in the case studies by decreasing ruminal detoxification, but acidosis is not uncommon. Based on estimated mean and P95 exposure, there is a concern for health effects of deoxynivalenol in broilers and turkeys, and of fumonisins in poultry. EFSA also performed a new assessment for ochratoxin A and for ergot alkaloids, including ergovaline. For the latter compounds, there was a clear interaction between exposure and climatic conditions, showing increased sensitivity for high and low temperatures.

RUOLO DEI MECCANISMI DI GENOTOSSICITÀ NELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI UNA MICOTOSSINA ALIMENTARE

Bignami Margherita

EFSA, CONTAM Panel Expert, European Food Safety Authority, Parma

Il ruolo dei meccanismi di genotossicità nella valutazione del rischio di una micotossina alimentare verrà discusso utilizzando come esempio il caso della Ocratossina (OTA). L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha pubblicato nel 2020 un parere scientifico sui rischi per la salute connessi alla presenza negli alimenti dell'OTA. Questa tossina, prodotta da specie del genere *Aspergillus* e *Penicillium*, è presente in una serie di alimenti quali cereali, carni conservate, frutta fresca e secca, formaggi, ma anche nei mangimi. I numerosi effetti tossici riportati in varie specie animali (roditori, conigli, maiali) includono nefrotossicità, immunotossicità, neurotossicità ed alterazioni dello sviluppo. Inoltre, esperimenti di cancerogenesi hanno dimostrato che OTA induce tumori del rene (ratti e topi in ambedue i sessi), oltre a tumori del fegato nei topi. OTA ha proprietà genotossiche sia *in vitro* che *in vivo*. Il principale tipo di danno genetico è costituito da mutazioni geniche (delezioni e sostituzione di basi) osservate sia in ratti che in topi e presenti solamente nella regione del rene (midollare renale). Tuttavia, i meccanismi molecolari responsabili della genotossicità dell'OTA non sono stati completamente chiariti. Permangono quindi una serie di incertezze riguardanti a) la formazione di addotti al DNA (livelli estremamente bassi di addotti e assenza della loro caratterizzazione chimica); b) la natura del danno cromosomico (danno alle proteine del fuso mitotico o formazione di doppie rotture del DNA in mitosi?). Le osservazioni che l'esposizione a OTA aumenta anche i livelli di specie reattive dell'ossigeno con conseguente ossidazione delle basi del DNA (e.g. 8-idrossiguanina) indicano che questa tossina induce anche stress ossidativo. Di conseguenza alcuni degli effetti genotossici osservati potrebbero essere la conseguenza secondaria di uno stress ossidativo e non di una interazione diretta del contaminante col DNA. La distinzione tra meccanismi di azione diretti o indiretti che possono entrambi contribuire al processo di cancerogenesi non è stata stabilita. Dal momento che non si poteva escludere che le proprietà genotossiche dell'OTA potessero avere un ruolo diretto nella cancerogenesi della micotossina gli esperti hanno calcolato il cosiddetto margine di esposizione (MOE) per sostanze sia genotossiche che cancerogene. Gli esperti hanno preferito quindi un approccio prudentiale e hanno concluso che esistono motivi di preoccupazione sanitaria per la maggior parte delle fasce di consumatori. Le incertezze in questo parere rimangono tuttavia consistenti con possibile conseguente sovrastima del rischio.

ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE ADULTA EUROPEA ALLE MICOTOSSINE MEDIANTE *MODELING* DEI DATI DI BIOMONITORAGGIO DISPONIBILI

De Santis Barbara (a), Debegnach Francesca (a), Toscano Piero (b), Crisci Alfonso (b), Battilani Paola (c), Brera Carlo (a)

(a) *Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Istituto per la BioEconomia, Centro Nazionale delle Ricerche, Firenze*

(c) *Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

Gli studi di biomonitoraggio (*Human BioMonitoring*, HBM) misurano la dose interna della tossina tal quale o di suoi metaboliti, in campioni biologici umani come urina o sangue. L'approccio HBM prende in considerazione l'esposizione da diverse fonti fornendo una stima più accurata. I biomarcatori urinari hanno acquisito grande importanza per valutare l'esposizione individuale alle micotossine, poiché ad oggi sono disponibili in letteratura un numero enorme di dati sul BM, questo lavoro mira a presentare il tentativo di valutare l'esposizione alle micotossine utilizzando dati sul BM già pubblicati. A tal fine, è stata adottata una metodologia probabilistica utilizzando il test della bontà di adattamento di Kolmogorov-Smirnov per superare la scarsità iniziale di dati sui biomarcatori, per valutare l'incertezza e fornire una stima affidabile della concentrazione di BM. Per quanto riguarda i dati di concentrazione dei biomarcatori, sono stati utilizzati quelli provenienti da due progetti di ricerca, "Miscele di micotossine negli alimenti e nei mangimi: approccio olistico, innovativo e flessibile alla modellizzazione della valutazione del rischio: MYCHIF" e "Studio sperimentale sui biomarcatori del deossinivalenolo nelle urine - DONEXPO". I valori di concentrazione modellati sono stati utilizzati come *input* per la valutazione dell'esposizione a singole micotossine, calcolata adottando l'approccio dell'assunzione giornaliera probabile (*Probable Daily Intake*, PDI). Sono stati selezionati diversi scenari di esposizione in base al peso corporeo e alla classe di concentrazione del biomarcatore delle micotossine (limite inferiore e limite superiore); l'esposizione è stata inoltre valutata per area geografica (Nord vs Sud Europa). I risultati hanno evidenziato una preoccupazione per la salute pubblica per Aflatossina M1 (AFM1), FBs, tossine T-2 e HT-2 e Nivalenolo (NIV), scarsa preoccupazione emerge per Ocratossina A (OTA), Deossinivalenolo (DON) e Citrinina (CIT). In particolare, il margine di esposizione per AFM1 non ha rispettato il valore di riferimento di 10.000 considerato una bassa priorità di rischio; per le *Fusarium* tossine, Fumonisine (FBs) e tossine T-2 e HT-2 i valori di PDI sono risultati circa dieci volte superiori alla loro dose giornaliera tollerabile (TDI); il NIV ha presentato la situazione più critica, con un valore di PDI 30 volte superiore alla TDI di riferimento. La valutazione per area geografica ha evidenziato una prevalenza di OTA e DON nel Nord, il contrario è stato notato per Zearalenone (ZEN), più alto nei Paesi del Sud. Nonostante la necessaria cautela nel valutare i risultati ottenuti, dovuta alla numerosità dei dati, al numero limitato di paesi che alimentano il dataset per alcuni biomarcatori e all'incertezza dei valori di velocità di

escrezione (*Excretion Rate*, ER) disponibili in letteratura, l'*output* degli scenari europei presentati è considerato un prezioso esercizio iniziale per la valutazione dell'esposizione, mediante un modello statistico, utilizzando dati esistenti già pubblicati.

RISULTATI PRELIMINARI DEL PROGETTO OTABIOTOX: FOCUS SUI PRINCIPALI ELEMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN GRUPPI DI POPOLAZIONE ALL'OCRATOSSINA A: BIOMONITORAGGIO E CARATTERIZZAZIONE TOSSICOLOGICA

Coppola Lucia (a), Debegnach Francesca (b), Fabbri Enrica (c), Frustagli Gianluca (d), Lori Gabriele (a), Maranghi Francesca (a), Scialò Giuseppina (b), Tassinari Roberta (a), Toffol Giacomo (e), La Rocca Cinzia (a), De Santis Barbara (b)

(a) Reparto Prevenzione e Salute di Genere, Centro di Riferimento per la Medicina di Genere, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Reparto Sicurezza Chimica degli Alimenti, Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(c) UOSD, Unità Operativa Semplice Dipartimentale di Pediatria, Ospedale di Civitanova Marche AST3, Macerata

(d) Servizio Tecnico Scientifico Grandi Strumentazioni e Core Facilities, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(e) ACP, Associazione Culturale Pediatri, Narbolia, Oristano

L'Ocratossina A (OTA) è una micotossina diffusa in diversi alimenti, sia di origine vegetale che animale, tra cui cereali, spezie, frutta essiccata, caffè, ma anche prosciutto e altri prodotti derivati della carne di maiale. È nota per la sua potente tossicità nefrotossica, risultando un determinante causale rilevante nella nefropatia porcina e associata alla Nefropatia Endemica Balcanica. È comune riscontrare la co-presenza della OTA con la citrinina (CIT), anch'essa con azione nefrotossica. Il progetto OTABIOTOX, finanziato dal Ministero della Salute (CUP: I85E22000710005), ha lo scopo di valutare l'esposizione e gli effetti tossicologici di OTA e CIT mediante un approccio integrato, che include: i) lo studio di biomonitoraggio in adulti (18-65 anni) e bambini (5-14 anni) di entrambi i sessi e in coppie madre-bambino in fase di allattamento; ii) la valutazione dell'esposizione attraverso la dieta, con attenzione agli alimenti d'interesse; iii) lo studio tossicologico su un modello di roditori juvenile (di entrambi i sessi), corrispondente alla fase peripuberale nell'uomo, trattato con concentrazioni reali di esposizione. L'obiettivo finale è quello di contribuire alla valutazione del rischio di OTA e CIT fornendo dati sui livelli di fondo presenti nella popolazione infantile (dall'epoca di allattamento fino all'adolescenza) e adulta in Italia, definendo scenari di esposizione alimentare e identificando marcatori di effetto precoci per i sistemi renale ed endocrino. La descrizione dettagliata dello studio e l'attuale stato dell'arte sono oggetto della presentazione.

NUOVI APPROCCI METODOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DELLE MICOTOSSINE E TOSSINE VEGETALI NATURALI

De Giacomo Marzia (a), Battistelli Chiara (b), Bossa Cecilia (b), Debegnach Francesca (a), Rizzo Marianna (c), De Santis Barbara

(a) *Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(c) *CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Rende, Cosenza*

Lo studio dell'interazione tra sostanze chimiche e sistemi biologici esposti a tali sostanze ha avuto un grande impulso nell'ultimo decennio con lo sviluppo dei *New Approach Methodologies* (NAMs), una serie di tecniche, metodi, approcci o combinazione degli stessi, in grado di fornire informazioni per la valutazione del rischio e del pericolo chimico, evitando, riducendo o perfezionando l'uso della sperimentazione animale. I NAMs comprendono strumenti di analisi e *modelling*, sistemi di intelligenza artificiale e apprendimento automatico, test di bioattività *in vitro*, test basati sulla tossicogenomica, sistemi *ex vivo*, approcci di *read-across* e di *grouping*, sistemi microfisiologici, come *Organs-on-Chips* (OoCs) e modelli di estrapolazione da sistemi *in vitro* ad *in vivo* (IVIVE). Le micotossine, così come le tossine vegetali naturali, e i loro metaboliti, presentano una grande diversità sia nella struttura che nelle proprietà biologiche. A causa dell'elevato numero di molecole diverse, i costi e i tempi necessari per la valutazione della pericolosità di ciascuna tossina sono irrealistici. Per superare questi ostacoli i metodi computazionali, ed in particolare quelli basati sulle relazioni tra struttura chimica e attività tossicologica (come i modelli QSAR (*Quantitative/Qualitative Structure Activity Relationship*) e gli approcci di (*grouping* e *read-across*), si rivelano particolarmente promettenti nel panorama dei NAMs a disposizione. In questa presentazione si illustrerà come l'opportuna integrazione delle informazioni provenienti dalle tecnologie alternative, insieme ad altri dati disponibili nella forma di un *Weight of Evidence* provenienti da più flussi di analisi, possono contribuire ad ampliare il tipo e in numero di evidenze scientifiche a supporto alla valutazione del rischio di queste sostanze. Il caso degli Alcaloidi Pirrolizidinici (AP), una classe di metaboliti secondari tossici del gruppo delle tossine vegetali naturali prodotti da più di 6.000 specie di piante largamente presenti in molte tipologie di alimenti, è portato ad esempio di applicazione dei nuovi approcci metodologici. Sebbene oltre 660 diversi AP siano stati caratterizzati fino ad oggi, i dati sperimentali tossicologici disponibili indicativi della genotossicità e cancerogenesi sono molto limitati. Lo sviluppo e l'applicazione di metodologie QSAR per lo studio di questi *endpoint* può fornire informazioni rilevanti per la valutazione del rischio dei AP e per permettere di approfondire le conoscenze meccanicistiche alla base della loro azione tossicologica.

COMPRENDERE LE SFIDE DELL'ANALISI DEL RISCHIO IN RELAZIONE ALL'EVOLUZIONE DELLO SCENARIO EUROPEO DELLA SICUREZZA ALIMENTARE: IL CONTRIBUTO DELLA PIATTAFORMA FOODSAFETY4EU

Lattanzio Veronica MT (a), Cito Nunzia M (a), Ciasca Biancamaria (a), De Saeger Sarah (b), Meerpoel Celine (b), Luning Pieterneel (c), van der Linden Niels (c), Moretti Antonio (a)

(a) *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Bari*

(b) *Ghent University, Department of Bioanalysis, Centre of Excellence in Mycotoxicology and Public Health, Ghent, Belgium*

(c) *Wageningen University & Research, AFSG, Food Quality and Design, Wageningen, The Netherlands*

Il principio dell'analisi del rischio stabilito nel Regolamento (CE) 2002/178 costituisce la base del quadro giuridico europeo in materia di sicurezza alimentare. Tuttavia, negli ultimi anni, questo quadro sta subendo evoluzioni significative. Le riflessioni sulla percezione del rischio da parte dei consumatori sono state recepite nel Regolamento (UE) 2019/1381 sulla Trasparenza. È inoltre in fase di proposta il nuovo quadro legislativo per i sistemi alimentari sostenibili che mira a integrare la sostenibilità in tutte le politiche e legislazioni dell'UE che influiscono sul sistema alimentare e che dovrà essere in linea con i principi della legislazione generale alimentare. Questo nuovo scenario in evoluzione sta incrementando progressivamente la complessità dell'analisi del rischio. Uno degli obiettivi specifici del progetto H2020 FoodSafety4EU, che ha originato la *EU Food Safety Platform*, è quello di supportare le nuove sfide dell'analisi del rischio, mediante generazione di nuove conoscenze, sviluppo e sperimentazione di strumenti e metodologie, coinvolgendo gli attori del sistema sicurezza alimentare (a livello europeo e nazionale) in un processo partecipativo strutturato. Per porre le basi di questo percorso, è stata condotta una dettagliata analisi del sistema sicurezza alimentare in Europa. A tale scopo, in una prima fase, sono state condotte interviste individuali in profondità con 30 diversi rappresentanti di 19 autorità o istituti per la sicurezza alimentare coinvolti nell'analisi del rischio in 11 paesi dell'UE. Il focus delle interviste è stato esplorare i problemi e le sfide connessi con l'analisi dei rischi emergenti e/o non regolamentati. Diversi esperti hanno riconosciuto le micotossine come un problema (ri)emergente legato al cambiamento climatico e alla transizione verso un'economia circolare. La seconda fase dello studio ha visto l'implementazione dello strumento di analisi *Net Map* per studiare il sistema di collaborazione Scienza-Politica-Società (SPS) nel processo di analisi del rischio. La *Net Map analysis* è uno strumento che permette di coinvolgere in un processo partecipativo strutturato le varie categorie portatori di interesse in un determinato sistema. Tale strumento può essere utilizzato visualizzare la conoscenza implicita e comprendere l'interazione delle reti formali e informali, delle relazioni di potere e degli obiettivi delle parti interessate, scoprire le fonti dei conflitti e le potenzialità di cooperazione,

facilitare lo scambio di conoscenze e sviluppare visioni e strategie per raggiungere obiettivi comuni. Adattata in versione digitale, la *Net Map analysis* è stata recentemente applicata per la prima volta per la mappatura del sistema sicurezza alimentare in Italia (ma anche in Belgio, Repubblica Ceca e Finlandia) con particolare riferimento all'analisi del rischio delle micotossine emergenti/non regolamentate. Obiettivi di questa analisi sono stati:

- identificare chi sono gli stakeholders nel sistema di collaborazione italiano SPS;
- descrivere le rispettive missioni che contribuiscono alla valutazione, alla gestione e/o alla comunicazione del rischio;
- definire i principali collegamenti tra tutti gli stakeholder, in termini di scambio di dati, comunicazione, ecc.;
- evidenziare eventuali barriere o restrizioni nelle loro relazioni, ma anche risorse e capacità nella conduzione dell'analisi del rischio.

I risultati ottenuti hanno consentito di individuare potenziali ambiti di miglioramento nel processo di analisi del rischio alimentare, non solo per orientarlo verso una maggiore efficienza, ma anche per indicare ambiti di priorità per i prossimi programmi di finanziamento.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101000613

RISCHIO DI ESPOSIZIONE A MICOTOSSINE PER I LAVORATORI DEL SETTORE ZOOTECNICO

Paba Emilia (a), Gioffrè Angela (b), Chiominto Alessandra (a), Marcelloni Anna Maria (a), Paci Enrico (a), Samele Pasquale (b), Montesanti Ida Elena Rosamaria (b), Mediati Francesco (b,c), Visaggio Daniela (d), Casalnuovo Francesco (e)

(a) *INAIL, Laboratorio Rischio Agenti Biologici, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Monte Porzio Catone, Roma,*

(b) *INAIL, Laboratorio Rischio Agenti Biologici, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Lamezia Terme, Catanzaro*

(c) *Dipartimento di Scienze Chimiche, Biologiche, Farmaceutiche, ed Ambientali. Università degli Studi, Messina*

(d) *Dipartimento di Scienze, Università Roma Tre, Roma*

(e) *Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Sezione di Catanzaro, Catanzaro*

Nella popolazione generale l'esposizione a micotossine avviene principalmente attraverso la catena alimentare e gli effetti sulla salute che ne derivano sono ampiamente riconosciuti e sottoposti a rigoroso controllo normativo. Tuttavia, non può essere escluso un rischio di esposizione anche per via inalatoria soprattutto in ambienti lavorativi caratterizzati dalla manipolazione di ingenti quantità di materiali suscettibili alla loro contaminazione (es. derrate alimentari). Sebbene questa tipologia di rischio possa potenzialmente coinvolgere diversi ambiti (agricoltura, zootecnia, trattamento rifiuti, ecc.), sono ancora esigue e frammentate le informazioni in merito al suo reale impatto sulla salute occupazionale. Scopo del presente studio è quello di valutare il rischio di esposizione a micotossine aerodisperse per i lavoratori addetti alla gestione e cura degli animali al fine di individuare le matrici ambientali e le procedure lavorative che possano costituire una sorgente di accumulo e/o rilascio di micotossine. L'indagine, condotta presso 10 allevamenti suinicoli intensivi, ha previsto, all'interno delle sale di gestazione e sale parto, il prelievo di campioni di bioaerosol, polvere sedimentata e mangimi, successivamente sottoposti a isolamento e identificazione di funghi filamentosi, mediante test biochimici (MicroStation System, Biolog) e spettrometria di massa (MALDI-TOF), e di micotossine (fluorescenza UV 366 nm, HPLC-MS/MS). È stata posta particolare attenzione agli isolati identificati come appartenenti ad *Aspergillus flavus*-group con "reverse" di colore arancio su AFPA-medium, sui quali è stata valutata la loro potenzialità di produrre aflatossine mediante tecniche molecolari (Quadruplex PCR per la ricerca dei geni marcatori aflR, nor-1, ver-1, omt-A a cui è stato aggiunta la ricerca del gene aflS) e colturali (CAM-medium; YES-broth). I risultati preliminari hanno evidenziato, in alcune aziende, la presenza di ceppi di *Aspergillus flavus* aflatossigenici nelle matrici campionate. Tale riscontro indicherebbe che la manipolazione e distribuzione dei mangimi unitamente alle attività di pulizia delle superfici ambientali possano rappresentare le procedure lavorative maggiormente "critiche" esponendo il personale addetto a polveri contaminate da agenti patogeni e micotossine. I dati ottenuti potranno essere di supporto per lo sviluppo di piani di sorveglianza attiva finalizzati all'individuazione di idonee strategie di prevenzione e gestione del rischio espositivo nel settore zootecnico.

ALCALOIDI PIRROLIZIDINICI NEL TÈ (*CAMELLIA SINENSIS*) E NEL MIELE: VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE DEI CONSUMATORI

Bonan Stefania (a), Di Fazio Angelica (b), Prizio Ilaria (a), Minkoumba Sonfack Gaetan (a), Caprai Elisabetta (a)

(a) LNR-TVN, Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Tossine Vegetali Naturali negli Alimenti, Reparto Chimico degli Alimenti, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Bologna

(b) Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Università degli Studi, Parma

Gli Alcaloidi Pirrolizidinici (AP) rappresentano una classe di tossine vegetali associate a epatotossicità, genotossicità e cancerogenicità sia nell'uomo che negli animali. Gli AP sono metaboliti secondari prodotti da circa 6.000 specie vegetali appartenenti alle famiglie *Boraginaceae*, *Asteraceae* e *Fabaceae* che li sintetizzano come meccanismo di difesa nei confronti di erbivori, insetti e altri predatori. A causa della presenza ubiquitaria di queste piante, diversi prodotti alimentari come spezie, tè e erbe infusionali possono subire contaminazioni crociate che intervengono soprattutto durante le fasi di raccolto. Inoltre, gli AP possono essere trasferiti dai fiori delle piante ai prodotti dell'alveare come polline e miele. L'obiettivo di questo lavoro è valutare la presenza di alcaloidi pirrolizidinici nel tè (*Camellia sinensis*) presente sul mercato oltre che nel miele italiano mono-multiflorale prodotto in diverse regioni (Friuli Venezia-Giulia, Veneto, Emilia Romagna, Marche, Basilicata, Calabria e Sardegna). Lo studio è stato condotto analizzando i campioni mediante un metodo LC-MS/MS validato internamente seguendo i criteri prestazionali indicati dal Laboratorio di Riferimento Europeo (EURL Mycotoxins and Plant toxins) e dal Regolamento (UE) 2023/2783. Il metodo ha consentito di rilevare e quantificare 35 AP come previsto dal Regolamento (UE) 2023/915. I risultati, espressi come somma di AP, erano compresi tra 1 e 50 µg/kg per il miele e tra 5 e 1345 µg/kg per il tè. Sulla base di questi dati, è stata valutata l'esposizione dei consumatori agli AP attraverso il consumo di questi prodotti utilizzando lo strumento RACE (Rapid Assessment of Contaminant Exposure) reso disponibile da EFSA (*European Food Safety Authority*). L'esposizione agli AP è stata calcolata considerando tre scenari distinti in cui l'assunzione di queste sostanze deriva dal (1) consumo di solo miele, (2) consumo di solo tè e (3) dalla combinazione di entrambi (tè dolcificato con il miele). I risultati sono stati confrontati con il valore soglia di riferimento tossicologico di tipo cronico selezionato dall'Autorità (EFSA 2019) ed il rischio per la salute è stato valutato per la popolazione italiana ed espresso come Margine di Esposizione (MoE). L'elevata variabilità tra i dati di concentrazione di AP nelle due matrici si traduce in diverse possibili combinazioni di consumo. Lo studio evidenzia che, alle concentrazioni rilevate e secondo un approccio semi-conservativo, l'aggiunta di miele ad un infuso di tè genera un potenziale rischio per i bambini e per i grandi consumatori.

ANALISI DEI DATI DI CONTAMINAZIONE ED ESPOSIZIONE PER LE MICOTOSSINE E LE TOSSINE VEGETALI NATURALI DAL 2019 AD OGGI

Mandile Antonio (a), Debegnach Francesca (a), Paduano Sandra (b), De Martino Michele (c), Gregori Emanuela (a), Scialò Giuseppina (a), De Santis Barbara (a)

(a) Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Ufficio VI, ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma

(c) Ufficio VIII, ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma

Secondo le disposizioni della legislazione (Regolamento (UE) 2017/625) i piani di controllo ufficiale sono elaborati dalle autorità competenti al fine di strutturare e organizzare il sistema dei controlli ufficiali, definirne il funzionamento e predisporre una pianificazione dettagliata. Tali piani hanno lo scopo principale di verificare il rispetto della legislazione vigente per tutelare il consumatore e garantire un elevato livello di protezione della salute umana, obiettivi fondamentali dell'Unione Europea. Il Piano Nazionale finalizzato al campionamento di alimenti regolamentati per la ricerca delle micotossine è stato redatto per la prima volta nel 2016 e, ad oggi, conta già 8 anni di attività coordinata di campionamento, analisi e raccolta dati. Grazie alla rete dei laboratori per il controllo ufficiale del territorio nazionale, è possibile effettuare la verifica della conformità alla normativa vigente per la maggior parte delle combinazioni alimento-contaminante previste dalla legislazione. Dopo alcuni anni di assestamento per l'adeguamento alle regole del sistema informativo, il 2019 può essere considerato come l'anno di avvio di una raccolta sistematica dei dati per il settore micotossine e tossine vegetali. Il Laboratorio Nazionale di Riferimento (LNR) per le micotossine, per conto dell'ufficio 6 della Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione (DGISAN), elabora rapporti di valutazione del rischio a questi contaminanti da cui emergono alcuni degli elementi alla base dell'analisi del rischio tra i quali le occorrenze, le positività e le stime di esposizione, che hanno contribuito agli aggiustamenti delle programmazioni degli anni successivi. Nella presentazione saranno illustrate le tendenze di contaminazione delle principali micotossine e tossine vegetali per gli anni 2019-2023. Si analizzeranno gli alimenti che rappresentano la maggiore fonte di esposizione e si valuteranno alcuni scenari di esposizione di interesse, che possono presentare elementi di preoccupazione per la salute del consumatore.

Poster

P1 MONITORAGGIO DI MICOTOSSINE EMERGENTI (METABOLITI DEL DON) MEDIANTE LC-MS/MS

Amato Giuseppina (a), Caloni Simona (a), Oteri Tommaso (a), Bornatici Monica (a), Rizzi Marco (a), Ammoni Emanuela (b), Vitaliti Sonia (a), Notaro Giacomo (a)

(a) *DIPS, Laboratorio di Prevenzione, Dipartimento di Igiene e Prevenzione Sanitaria, ATS Città Metropolitana, Milano*

(b) *UO Prevenzione, DG Welfare, Regione Lombardia, Milano*

Le forme modificate del Deossinivalenolo (DON), il 3-acetil-DON (3-Ac-DON), 15-acetil-DON (15-Ac-DON) e DON-3-glucoside (DON-3-G) sono prodotte da funghi fitopatogeni del genere *Fusarium* che crescono sui cereali nel campo, preferibilmente nei climi temperati e appartengono al gruppo dei tricoteceni. Nel tratto intestinale animale e umano il 3-Ac-DON e 15-Ac-DON sono in gran parte deacetilati in DON e il DON-3-G viene scisso in DON, aumentando l'esposizione a DON. Queste quattro forme si trovano prevalentemente nei cereali come frumento, orzo, avena, segale e mais. L'EFSA (*European Food Safety Authority*) ha infatti raccomandato il monitoraggio di tutte e quattro le forme di DON negli alimenti al fine di ottenere informazioni sulle possibili tendenze. Attualmente in Europa esiste un limite legale solo per il DON, mentre non esistono limiti per le altre tre forme correlate. I limiti massimi per il DON vanno da 750 a 1.750 µg/kg nei cereali destinati al consumo umano diretto e nei cereali non trasformati. Nell'ambito del Piano Nazionale di Controllo e di Monitoraggio dei contaminanti agricoli e delle tossine vegetali naturali negli alimenti 2020-2023 sono raccolti dalle ATS (Agenzie per la Tutela della Salute) in tutta la Regione Lombardia ed analizzati 72 campioni a base di cereali (6 nel 2021 e 52 nel 2022, 14 nel 2023) utilizzando il metodo LC-MS/MS sviluppato dal EURL-MP, messo a punto e validato dal Laboratorio di Prevenzione di Milano secondo il Regolamento (UE) 625/2017 (LOQ DON, 3-Ac-DON e 15-Ac-DON = 10 µg/kg; LOQ DON-3-G = 25 µg/kg). Su 33 dei 72 campioni sono state ricercate solo le forme modificate del DON, mentre sui restanti 39 campioni è stato ricercato anche il DON. Il DON e le loro forme modificate sono stati riscontrati in 31 (43%) dei 72 campioni analizzati con concentrazioni che vanno da 11 a 770 µg/kg. Il DON è stato quantificato in 12 campioni (valore massimo 320 µg/kg), il 15-Ac-DON in 3 campioni (valore massimo 63 µg/kg) e il DON-3-GLU in 16 campioni (valore massimo 770 µg/kg), mentre in nessun campione è stato trovato il 3-Ac-DON. Inoltre, in 7 campioni in cui è stato quantificato il DON sono state quantificate anche le sue forme modificate. Nessuno dei campioni è risultato superiore ai limiti massimi consentiti per il DON dal Regolamento (UE) 915/2023 (ex Regolamento (CE) 1831/2003). I risultati dimostrano che è importante proseguire il monitoraggio di tutti e quattro i derivati del DON indipendentemente dalla presenza di un limite per raccogliere ulteriori dati utilizzabili ai fini dell'analisi del rischio complessivo e dell'aggiornamento normativo dei limiti di riferimento.

P2 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI CONTAMINAZIONE DA MICOTOSSINE EMERGENTI NEGLI ALIMENTI PER L'INFANZIA

Annunziata Loredana (a), Campana Guido (a), De Massis Maria Rosaria (a), Aloia Rosaria (a), Scortichini Giampiero (a), Visciano Pierina (b)

(a) *Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise G. Caporale, Teramo*

(b) *Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi, Teramo*

Scopo del lavoro è la determinazione dei livelli di contaminazione da micotossine emergenti (beauvericina ed enniatine A, A1, B, B1) in campioni di alimenti per l'infanzia a base di cereali. Si tratta di metaboliti secondari prodotti da specie fungine appartenenti al genere *Fusarium*, la cui tossicità è correlata alla capacità di formare complessi stabili con cationi metallici mono e divalenti che provocano effetti citotossici. Il metodo messo a punto per la determinazione della beauvericina e delle enniatine prevede una fase di estrazione con acetonitrile e successiva purificazione per eliminare gli interferenti e concentrare gli analiti. La separazione cromatografica è stata effettuata in cromatografia liquida, mentre per la rilevazione strumentale è stata utilizzata la spettrometria di massa, considerata tecnica di elezione per le analisi di conferma nell'ambito dei controlli ufficiali degli alimenti. Nello studio di validazione sono stati definiti i seguenti criteri stabiliti dal Regolamento (UE) 2017/625: specificità, linearità, limite di quantificazione, ripetibilità, riproducibilità, accuratezza ed incertezza di misura. Il metodo è risultato applicabile in un range di concentrazione compreso tra limite di quantificazione (0,30 µg/kg per beauvericina ed enniatina A, 0,60 µg/kg per le altre micotossine) e 20 µg/kg. I recuperi ottenuti erano compresi tra 79,2% e 103,9% con un valore massimo di deviazione standard di riproducibilità pari a 17,4%. I risultati delle analisi hanno evidenziato che la beauvericina è stata rilevata in tutte le tipologie di alimenti, con un'incidenza del 19,3% nelle pastine a una concentrazione media di 0,62 µg/kg. Per quanto riguarda le creme e i biscotti la beauvericina è stata riscontrata nel 10% dei campioni a concentrazioni medie rispettivamente di 0,39 e 0,36 µg/kg. Tra le enniatine, è stata osservata una maggiore incidenza dell'enniatina B nei biscotti (90%), creme (28,6%) e pastine (7,7%), a concentrazioni medie di 4,1, 1,3 e 0,77 µg/kg. L'enniatina A non è stata riscontrata in nessuno dei campioni analizzati, mentre l'enniatina A1 è stata ritrovata solo in un campione di creme con valori pari a 1,1 µg/kg. I risultati di questo studio hanno fatto emergere la necessità sia di stabilire dei limiti massimi anche per queste micotossine nell'ambito del Regolamento (UE) 2023/915 sui contaminanti, che quella di predisporre e implementare opportuni piani di monitoraggio, con una particolare attenzione agli alimenti per l'infanzia.

P3 FUNGHI E MICOTOSSINE NELLA FILIERA MELE

Battilani Paola (a), Camardo Leggieri Marco (a), Dall'Asta Chiara (b)

(a) *Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

(b) *Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Università degli Studi, Parma*

Le mele e i loro derivati sono noti non solo per le loro importanti proprietà nutritive, ma anche per la loro versatilità di impiego, che li rende largamente utilizzati da consumatori di tutte le età e culture. Nonostante la loro popolarità e i benefici per la salute, l'eventuale presenza di micotossine è motivo di preoccupazione anche in questi prodotti. La Patulina (PAT), micotossina da tempo segnalata nei prodotti a base di mela, è soggetta a limiti massimi di presenza in base al Regolamento UE 915/2023. Di recente, sono state segnalate altre micotossine, quali le Aflatossine (AF) e le Fumonisine (FUM), particolarmente nei cibi destinati all'infanzia. In risposta a queste segnalazioni, è stato condotto uno studio focalizzato sulle mele delle varietà "Golden Delicious" e "Imperatore", raccolte da diversi frutteti della regione del Veneto. L'obiettivo è stato quello di identificare la presenza di funghi potenzialmente produttori di micotossine, ma anche di tracciare la presenza e il destino delle tossine lungo l'intera catena di produzione della purea di mele monitorando ogni fase, dalla raccolta delle mele alla conservazione in magazzino e alla lavorazione. *Aspergillus* sezione *Flavi* e *Fusarium* spp. sono stati isolati solo sporadicamente e direttamente da porzioni di frutto, mentre *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. sono risultati comunemente presenti nei frutti in campo, con una distribuzione differente in base alla posizione del frutteto e alla cultivar. I risultati dello studio hanno sottolineato una presenza frequente di PAT e tossine di *Alternaria* nelle mele fresche. La presenza di AF è risultata sporadica e a bassi livelli, mentre FUM è stata rilevata solo dopo il trattamento termico durante il processo di lavorazione. I risultati ottenuti dimostrano la co-presenza di funghi micotossigeni e delle relative tossine nella filiera mele. Lo sviluppo di piani di monitoraggio risulta quindi importante, come pure l'approfondimento delle conoscenze su questa filiera. L'implementazione di strategie preventive e la traduzione delle informazioni raccolte in linee guida, finalizzate alla prevenzione delle contaminazioni, potrebbe contribuire in modo significativo alla sicurezza dei prodotti a base di mela.

P4 DISTRIBUZIONE DI MONILIFORMINA NELLA MOLITURA E FIOCCATURA DI MAIS

Bertuzzi Terenzio (a), Abate Alessio (a), Giorni Paola (b)

(a) *DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

(b) *DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

La Moniliformina (MON) è una micotossina emergente spesso presente nel mais e nei suoi derivati a concentrazioni non trascurabili. Pochi lavori hanno studiato la sua distribuzione durante il processo di molitura; a questo scopo, 5 lotti di mais a diverso livello di concentrazione di MON sono stati processati presso un mulino con degerminazione semi-umida per valutare la distribuzione di MON nei prodotti finiti (*grits* medio e fine), negli scarti di pulitura e nei sottoprodotti (farina, crusca e germe). L'analisi per la sua determinazione è stata effettuata mediante LC-MS/MS e colonna HILIC dopo estrazione e purificazione. Una rilevante riduzione, vicina al 70%, è stata ottenuta dopo le fasi di pulitura, effettuate mediante setacciatura, spazzolatura e selezione ottica. Le successive fasi di molitura hanno mostrato una limitata riduzione dal mais pulito agli spezzati a diversa granulometria senza rilevarne differenze. Elevati livelli sono stati trovati nei campioni di crusca con un incremento medio rispetto al mais pulito pari a $3,9 \pm 2,0$, mentre il germe ha mostrato contaminazioni significativamente più basse, con valori di circa un terzo rispetto al mais pulito. Per l'intero processo, la riduzione percentuale di MON è stata di $80,9 \pm 9,3\%$ e $81,0 \pm 6,7\%$ per i *grits* fine e medio. Considerando la quantità di MON presente nel mais pulito e le percentuali medie di resa delle varie frazioni, la distribuzione di MON è stata pari al $39,1 \pm 8,9\%$ nel *grits* medio, $7,1 \pm 2,9\%$ in quello fine, $30,1 \pm 9,1\%$ nella farina, $8,5 \pm 4,3\%$ nella crusca, $2,0 \pm 1,0\%$ nel germe, raggiungendo un bilancio totale di MON del $86,9 \pm 6,5\%$. Il processo di fioccatore ha rilevato una riduzione molto bassa, vicino al 10%, mostrando come questa micotossina è stabile a temperature vicino a 100°C . Lo studio rileva come nel processo di molitura una quantità rilevante di MON, vicina al 50%, rimane nei prodotti finali (*grits*), mentre le fasi di pulitura sono molto efficaci nel ridurre la contaminazione.

P5 IMPIEGO DI BIOCOMPETITORI PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA COLTIVAZIONE DEI CEREALI CON TECNICHE DI AGRICOLTURA CONSERVATIVA

Blandino Massimo, Scarpino Valentina, Scapino Mattia, Colombatto Paolo, Meloni Raffaele, Reyneri Amedeo

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Grugliasco, Torino

Nel frumento, la pratica agronomica che maggiormente predispone la produzione di inoculo dei funghi responsabili della fusariosi della spiga, e quindi di alte contaminazioni da Deossinivalenolo (DON) e altre micotossine, è la presenza dei residui colturali in superficie, a seguito di semina su sodo o minima lavorazione. Tuttavia, le pratiche di minima lavorazione del terreno sono oggi sempre più diffuse per contenere i costi produttivi, per minimizzare le emissioni dirette e indirette di gas serra della produzione agricola, e per conservare la qualità microbiologica del suolo. Dal momento che i rischi sanitari collegati alla presenza dei residui in superficie rappresentano una limitazione all'adozione a queste tecniche di lavorazione del suolo, vi è la necessità di individuare strategie di difesa in grado di limitare la produzione dell'inoculo dei patogeni fungini. Questo contributo riporta i risultati di un quadriennio (2020-23) di sperimentazione che ha valutato l'introduzione di un mezzo biologico di lotta, costituito da una miscela dei funghi antagonisti *Trichoderma asperellum* e *T. gamsii*, utilizzata da sola o in combinazione con un fungicida di sintesi (protioconazolo + tebuconazolo), in diverse modalità di gestione dei residui colturali (minima lavorazione, mantenimento superficiale dei residui colturali o interrimento dei residui colturali con l'aratura) su frumento. La presenza dei residui colturali in superficie a seguito dell'adozione della minima lavorazione del terreno ha ridotto i sintomi del complesso della septoriosi rispetto all'aratura, ma ha aumentato significativamente l'incidenza dei sintomi causati dalla fusariosi della spiga e raddoppiato la severità dell'attacco. L'applicazione della miscela di *Trichoderma* ha consentito una riduzione significativa della severità dell'attacco, risultando mediamente inferiore del -37% per le malattie fogliari e -43% per la fusariosi della spiga. Come atteso, in media l'interrimento dei residui con l'aratura riduce del 57% il contenuto in DON. L'applicazione di un fungicida specifico per questa avversità, limita la contaminazione di questa micotossina del 55%, mentre il biocontrollo, riducendo la quantità di inoculo presente sui residui, riduce il contenuto di DON del 15%, con un'efficacia superiore se distribuito sul terreno soggetto a minima lavorazione. Dal momento che il mezzo biologico, che limita la produzione di inoculo, e il fungicida di sintesi, che protegge la spiga dall'infezione durante la fioritura, agiscono su differenti momenti del processo infettivo, si osserva un'azione complementare e sinergica: la combinazione delle due strategie di lotta (mezzo biologico + chimico) garantisce un ulteriore e significativo contenimento del DON (-82%) rispetto al testimone non trattato.

P6 MONITORAGGIO DELLA PRESENZA DI CONTAMINAZIONE DA MICOTOSSINE NEGLI ALIMENTI VEGETALI DI IMPORTAZIONE IN CALABRIA 2022-2023

Curcio Ludovica, Ricupero Domenico, Lucifora Giuseppe, Duro Ida, Gallo Pasquale, De Carlo Ester

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Portici, Napoli

Le micotossine sono verosimilmente destinate ad assumere una crescente importanza nei paesi temperati, come l'Italia, a causa del cambiamento climatico in atto. In un'ottica *One Health*, il Comitato Nazionale per la Sicurezza Alimentare (CNSA) suggerisce di affrontare il problema legato alla valutazione delle contaminazioni per una corretta stima del rischio, affrontato a livello nazionale ed internazionale, come trattato nel documento di lavoro sulla Valutazione Tossicologica a riguardo delle miscele di micotossine 2022-2023. I controlli ufficiali del SSN sia su alimenti di produzione nazionale che di importazione sono eseguiti secondo due criteri: le notifiche/avvisi del sistema di allerta rapido per alimenti e mangimi (RASFF) ed i programmi di monitoraggio e controllo del Ministero della Salute. Questo studio esamina i risultati del monitoraggio delle aflatossine B/G in alimenti di origine vegetale, importati da paesi extraeuropei attraverso il porto di Gioia Tauro ed analizzati nel Laboratorio di Chimica di Vibo Valentia dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno. Nel periodo compreso tra il 2022 ed il 2023, sono stati analizzati 409 campioni, con un metodo accreditato UNI EN ISO/IEC 17025:2018 utilizzando HPLC-FLD dopo derivatizzazione fotochimica con UVE. Dai dati del biennio in esame, si evidenzia che 197 campioni (48,2%) erano contaminati da aflatossina B1, 201 da aflatossine B/G (19,1%), mentre 67 (16,4%) sono risultati non conformi ai limiti massimi stabiliti dalla normativa dell'Unione Europea. La distribuzione delle matrici alimentari nel 2022 dei 35 campioni non conformi era la seguente: n. 28 pistacchi (di cui 6 campioni sulla base di allerta comunitaria); n. 4 nocciole; n. 2 noci del Brasile; n. 1 fichi secchi. Nel 2023, dei 32 campioni segnalati fuori dai limiti normativi, n. 29 erano pistacchi (di cui n. 3 su allerta comunitaria), mentre i rimanenti erano mandorle. La frutta a guscio è l'alimento più controllato e riporta il maggior numero di campioni non conformi. Questi risultati sono in linea con un precedente lavoro che ha osservato i livelli di contaminazione di aflatossine B/G tra il 2017 e 2020 nel Sud Italia. Il presente studio osservazionale, fornendo un quadro generale sulla presenza di aflatossine in alimenti molto richiesti dal mercato interno, sottolinea la necessità di un attento monitoraggio delle materie prime per prevenire l'immissione in commercio di alimenti contaminati e focalizzare l'attenzione su alcuni prodotti che appaiono più suscettibili alla contaminazione, e quindi più pericolosi per i consumatori.

P7 METODO LC-MS/MS PER LA DETERMINAZIONE DEI GLICOALCALOIDI NELLE PATATE

Debegnach Francesca (a), De Santis Barbara (a), Gregori Emanuela (a), Scialò Giuseppina (a), Biondini Mattia (a), Jasarevich Merima (b), Chilosì Gabriele (b)

(a) *Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Dipartimento di Innovazione in Biologia, Sistemi Agroalimentari e Foreste, Università della Tuscia, Viterbo*

I Glicoalcaloidi (GAs), sono tossine vegetali naturali prodotte dal metabolismo secondario delle piante per proteggersi da diverse minacce come insetti, predatori e agenti patogeni. I GAs sono prodotti da diverse piante della famiglia delle *Solanaceae*, in particolare melanzane, pomodori e patate; nei primi due casi i livelli sono generalmente piuttosto bassi, quindi, i GAs più rilevanti per la sicurezza alimentare sono quelli presenti nella patata, in particolare α -solanina e α -caconina. Nel 2020 il gruppo di esperti sui contaminanti nella catena alimentare (CONTAM Panel) dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha fissato, come punto di riferimento per la caratterizzazione del rischio dovuto a un'esposizione acuta, un livello pari a 1 mg di GAs totali delle patate/kg peso corporeo al giorno. Per la caratterizzazione del rischio, un margine di esposizione (MOE) superiore a 10 indica che non vi sono preoccupazioni per la salute. Il presente studio è stato svolto nel contesto della recente pubblicazione della Raccomandazione (UE) 2022/561 relativa al monitoraggio della presenza di glicoalcaloidi nelle patate e nei prodotti derivati dalle patate. Lo studio svolto, ha previsto l'ottimizzazione e la validazione di un metodo in LC-MS/MS per l'analisi quantitativa di α -solanina, α -caconina e solanidina nelle patate. Il metodo è stato ottimizzato e validato su 5 livelli di concentrazione, incluso il limite di quantificazione (LOQ), la validazione è stata eseguita su campioni di polpa e buccia di patata. Nel corso della validazione è stato definito il valore del limite di quantificazione (0,56 mg/kg per α -solanina e α -caconina e 0,11 mg/kg per la solanidina) e sono state stimate la giustezza, la precisione e l'incertezza. La validazione ha dato esito positivo per tutti i parametri presi in esame, il metodo risulta quindi adeguato alle analisi di monitoraggio richieste dalla Commissione nella Raccomandazione (UE) 2022/561. Il metodo validato è stato poi applicato all'analisi di campioni di patata provenienti da un progetto più ampio promosso dall'Università degli Studi della Tuscia, che raccoglie campioni provenienti da campi differenziati per preparazione del terreno (Aratura (A) Rippatura (R) e Vangatura (V)) e per trattamento del terreno, (Minerale (M) e Organico (O)). Per ogni accoppiata preparazione/trattamento sono state fatte tre repliche, per un totale di 18 campioni. Le analisi sono state condotte separatamente sulla polpa e sulla buccia. La concentrazione di GAs nella buccia è risultata fino a 59 volte maggiore rispetto a quanto riscontrato nella polpa. Confrontando i valori di concentrazione della somma di α -solanina e α -caconina riscontrati nei campioni di polpa analizzati, con il livello indicativo di 100 mg/kg riportato nella Raccomandazione, risultano tutti inferiori. Per quanto riguarda la relazione fra i livelli di GAs e la preparazione e il trattamento del terreno, i risultati non indicano una differenza significativa in termini di

contenuto di GAs. Il risultato è in linea con il fatto che il genotipo è il fattore che influenza maggiormente il contenuto in GAs, seguito dalla variazione da un anno all'altro delle condizioni climatiche e solo in misura minore la preparazione e il trattamento del terreno.

P8 PROCEDURA DI CAMPIONAMENTO PER IL CONTROLLO DELL'OCRATOSSINA A NEL PROSCIUTTO CRUDO

Debegnach Francesca (a), Paduano Sandra (b), Merino David (c), Gregori Emanuela (a), Scialò Giuseppina (a), Manca Tancredi S. (a), Rizzo Marianna (d), De Santis Barbara (a)

(a) Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Ufficio VI, ex Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione, Ministero della Salute, Roma

(c) Servizio di Gestione del Rischio dei Contaminanti negli Alimenti, Direzione Generale per la Sicurezza Alimentare, AESAN, Agenzia Spagnola per la Sicurezza Alimentare e Nutrizione, Madrid

(d) CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Rende, Cosenza

La disponibilità di una procedura di campionamento è uno strumento essenziale per garantire la realizzazione di qualsiasi tipo di attività nell'ambito del controllo ufficiale. Il prosciutto è un bene di alto valore economico che risulta suscettibile alla contaminazione da Ocratossina A (OTA) come conseguenza del processo di stagionatura. La mancanza di una procedura di campionamento dedicata al prosciutto, da consegnare agli addetti per le attività di controllo, è subito risultata la criticità principale in quanto, ai fini del prelievo dei campioni, è prioritario disporre di procedure che garantiscano la rappresentatività del campione finale e che assicurino la fattibilità delle operazioni. Infatti, nel caso del campionamento di OTA sul coscio intero, il campione, che è sempre un prodotto pronto per il consumo finale, deve anche tentare di preservare l'integrità del prosciutto intero. Il presente lavoro mette a confronto una procedura di campionamento sul singolo coscio, ottimizzata per accertare e studiare la variabilità della contaminazione di OTA all'interno dell'intero prosciutto, con una procedura di campionamento proposta dall'autorità competente spagnola (procedura spagnola) per il controllo ufficiale, rivista e condivisa con il settore di produzione nazionale. Dal confronto dei dati presentati si è concluso che entrambe le procedure di campionamento descritte sono capaci di produrre un campione rappresentativo per stabilire la presenza di contaminazione da OTA, in particolare, per la sua fattibilità, la procedura spagnola rappresenta una modalità operativa congrua con il contesto del campionamento ufficiale.

P9 MICOTOSSINE EMERGENTI IN LATTE E DERIVATI: STUDIO COLLABORATIVO DI VALIDAZIONE METODO

Di Marco Pisciotano Ilaria (a), Gallo Pasquale (a), Lambiase Sara (a), Rossini Carmela (a), Cossu Marco (b), Sdogati Stefano (c), Militello Guglielmo (d), Massafra Stefania (e), Torres Elena (e), Lo Cascio Giovanni (f), Macaluso Andrea (f), Pantano Licia (f), Vella Antonio (f), Sanna Andrea (b), Pecorelli Ivan (c), Neri Bruno (d), Condoleo Roberto (d), Gili Marilena (e), Giangolini Gilberto (d), Boselli Carlo (d)

(a) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Portici, Napoli

(b) Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, Sassari

(c) Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Perugia

(d) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana, Roma

(e) Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Torino

(f) Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia, Palermo

Nell'ambito del progetto di Ricerca (IZSLT 01/21 RC STRATEGICA), finanziato dal Ministero della Salute, è stato sviluppato un metodo per la determinazione di aflatossina M1, aflatossicolo e sterigmatocistina in latte e derivati mediante LC-MS/MS. La purificazione del campione è stata effettuata mediante estrazione con una miscela di solventi organici e successivo passaggio su colonne di immunoaffinità specifiche per le micotossine in oggetto. L'utilizzo di standard marcati ha permesso di ottenere recuperi medi percentuali accettabili considerando l'effetto matrice dovuto ai prodotti analizzati. Il metodo è stato sviluppato da 2 Unità Operative (UU.OO.) e successivamente condiviso con tutte le restanti UU.OO. per l'applicazione nei diversi laboratori. I metodi strumentali sono stati ottimizzati da ciascuno dei 5 laboratori partner di progetto sull'apparecchiatura in dotazione, introducendo minime modifiche nella composizione della fase mobile, nel gradiente e nella colonna cromatografica utilizzata per la separazione degli analiti. Le prestazioni analitiche dei metodi sono state verificate mediante la valutazione di esattezza, precisione, robustezza, limiti di quantificazioni e di rivelazione e linearità della risposta strumentale individualmente da ciascuna U.O. Per testare la validità del metodo, è stato organizzato uno studio collaborativo fra i 5 laboratori partner di progetto, sottoponendo a caseificazione 4 lotti di latte naturalmente contaminati da aflatossina M1 a diverse concentrazioni e ottenendone formaggio, siero, ricotta e scotta. I prodotti distribuiti ed analizzati dalle UU.OO. hanno restituito valori medi di aflatossina M1 per il latte, compresi fra un minimo di $14,40 \pm 4,60$ ed un massimo di $177,60 \pm 9,63$ ng/kg (lotto 4 e lotto 1), mentre per il formaggio i valori medi erano compresi fra un minimo di $55,60 \pm 24,14$ ed un massimo di $419,20 \pm 55,50$ ng/kg (lotto 4 e lotto 1), per un fattore di trasformazione calcolato compreso tra 2 e 4. I valori di z-score ottenuti (MedCalc® Statistical Software), sono sempre compresi nell'intervallo ± 2 dimostrando, così, la validità e l'efficacia del metodo analitico. Sebbene naturalmente contaminati da aflatossina M1, nei prodotti analizzati non è stata rivelata la presenza di sterigmatocistina e aflatossicolo al di sopra dei limiti di rivelazione dei diversi metodi analitici.

P10 OCRATOSSINA A IN FICHI SECCHI: MONITORAGGIO E DETERMINAZIONE DEL TENORE MASSIMO

Duro Ida, Tafuro Maria, Alvino Silvana, Castellano Vincenzo, Esposito Mauro, Gallo Pasquale
*Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Dipartimento Coordinamento di
Chimica, Portici, Napoli*

La frutta secca rappresenta uno degli alimenti a maggior rischio di contaminazione da micotossine prodotte naturalmente da vari tipi di funghi del genere *Aspergillus* e *Penicillium*. La produzione di queste micotossine avviene prima della raccolta e durante la lavorazione e l'immagazzinamento ed è particolarmente influenzata da condizioni ambientali critiche come l'umidità e la temperatura. In particolare, l'Ocratossina A (OTA) è la seconda micotossina più comune che contamina gli alimenti. Nel 2020 l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha concluso che i margini di esposizione calcolati per gli effetti cancerogeni dell'ocratossina A indicano una possibile preoccupazione per la salute di alcuni gruppi di consumatori. L'OTA manifesta la sua azione tossica con una marcata nefrotossicità, danni al fegato, enteriti, teratogenesi e cancerogenicità a carico dei reni. Anche se i fichi secchi non erano inclusi nei Regolamenti (CE) 1881/2006 e s.m.i., la maggior parte dei Paesi Europei ha iniziato a richiedere l'analisi dell'OTA con l'obiettivo di mantenere il livello di contaminanti nell'intervallo tossicologicamente accettabile per proteggere la sanità pubblica. Nel quinquennio (2017-2021), il Sistema RASFF (Alert System for Food and Feed) ha notificato la presenza dall'OTA nel 10,5% di fichi secchi. Le notifiche su OTA per i fichi secchi sono aumentate di due volte negli anni 2020 e 2021 in assenza di tenore massimo. La lavorazione dei fichi secchi nell'industria prevede una serie di fasi che presentano un rischio significativo di infezione fungina filamentosa del frutto e conseguente contaminazione da micotossine, a causa delle variazioni di temperatura e dell'attività dell'acqua (aw) a cui sono esposti. Nell'anno 2022, sono stati analizzati per l'OTA, presso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno (IZSM), 94 campioni di laboratorio di frutta secca: 88 fichi secchi e 6 di altra frutta secca. Degli 88 campioni di fichi secchi analizzati, 32 (36,4%) avevano una concentrazione che superava il LOQ ($<2 \mu\text{g/kg}$) e 56 (63,6%) sono risultati con una concentrazione inferiore al LOQ. Le concentrazioni ottenute erano in un intervallo compreso tra $472 \mu\text{g/kg}$ e $2,1 \mu\text{g/kg}$ con una media di $36,5 \mu\text{g/kg}$. Dal 1° gennaio 2023, con l'entrata in vigore del Regolamento (UE) 2023/915, è stato introdotto il tenore massimo per i fichi secchi pari a $8 \mu\text{g/kg}$. Presso l'IZSM sono stati analizzati 309 campioni di laboratorio così distribuiti: 136 fichi secchi, 16 uve, 46 arachidi, 8 spezie, 11 polvere di cacao e caramelle, 37 semi e frutta a guscio, 22 cereali, 26 pistacchi e 7 varie. I risultati ottenuti hanno mostrato per i fichi secchi una positività nel 24% dei campioni analizzati con superamenti del tenore massimo nel 4%, e concentrazioni comprese tra $261 \mu\text{g/kg}$ e $0,6 \mu\text{g/kg}$. Nei pistacchi è stata riscontrata una positività nel 50% dei campioni analizzati con superamenti del tenore massimo nell'8% dei campioni, e concentrazioni comprese tra $37 \mu\text{g/kg}$ e $0,6 \mu\text{g/kg}$. Nelle mandorle e nei semi non sono state riscontrate positività, mentre in altre matrici sono riscontrate positività che non superavano il tenore massimo. Dai dati ottenuti la frutta

secca risulta essere una matrice molto esposta alla contaminazione da OTA ed è quindi consigliabile applicare strategie per prevenire la formazione di micotossine al loro interno, anche attraverso monitoraggio continuo e costante, al fine di garantire che i prodotti botanici e la frutta secca siano sani e sicuri per i consumatori.

P11 MONITORAGGIO DELLA CONTAMINAZIONE DA ALCALOIDI DELL'ERGOT NEGLI ALIMENTI: ANALISI DEI DATI 2020-2023

Finotello Claudia (a), Casarotto Michela (a), Rampazzo Giulia (b), Gazzotti Teresa (b), Pagliuca Giampiero (b), Redaelli Marco (a)

(a) *Mérieux Nutrisciences Italia, Resana, Treviso*

(b) *Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie, Università degli Studi, Bologna, Ozzano Emilia, Bologna*

La presenza di alcaloidi dell'Ergot, micotossine prodotte da funghi del genere *Claviceps*, rappresenta un rischio per la sicurezza alimentare. Questi composti possono infatti contaminare diversi prodotti alimentari di largo consumo, in particolare cereali e derivati. Per tutelare la salute dei consumatori, il Regolamento (UE) 2023/915 stabilisce i tenori massimi per 12 alcaloidi della *Claviceps* spp. in alcuni alimenti tra cui cereali e prodotti per l'infanzia. L'EFSA (*European Food Safety Authority*), nel suo rapporto del 2017, evidenzia la necessità di dati aggiornati sul grado di contaminazione da queste micotossine negli alimenti e di metodiche analitiche sensibili per la loro rilevazione. Mediante UPLC-MS/MS sono stati analizzati un totale di 4362 campioni alimentari di varie matrici, tra cui cereali e derivati, prodotti da forno, prodotti per l'infanzia e per diete speciali, raccolti nel periodo 2020-2023. Le analisi sono state condotte utilizzando un metodo analitico accreditato per la rilevazione e la quantificazione degli alcaloidi dell'Ergot regolamentati, con LOQ pari a 0,5 µg/kg. Dei 4362 campioni analizzati, in 1546 (35,4%) è stata riscontrata la presenza di alcaloidi dell'Ergot, in quantità superiore al LOQ. Tra le tipologie di prodotti che hanno evidenziato una maggior percentuale di contaminazione sono risultati i prodotti a base di segale (96,0%). I campioni risultati positivi nelle categorie "Prodotti da forno" (69,0%) e "Cereali e derivati" (27,1%) hanno mostrato i valori medi di concentrazione quantificabile di ciascun alcaloide più elevati con range di 191-480 µg/kg e 178-427 µg/kg rispettivamente. I prodotti per l'infanzia hanno fornito una percentuale di positività del 10,2% con range di concentrazioni quantificabili medie per ciascun alcaloide di 12-44 µg/kg. I risultati in questo monitoraggio evidenziano la diffusione della contaminazione degli alcaloidi dell'Ergot, sottolineando la necessità di intensificare le azioni di monitoraggio, soprattutto nei prodotti alimentari più a rischio. L'influenza dei cambiamenti climatici sulla proliferazione delle micotossine rende tale monitoraggio ancora più urgente. Per tutelare la salute dei consumatori e garantire la produzione di alimenti sicuri e di alta qualità, le aziende alimentari dovrebbero integrare nel loro piano di controllo di qualità e di gestione del rischio strategie specifiche per la prevenzione e il controllo di questo tipo di contaminazione.

P12 LA QUANTIFICAZIONE DELLE TOSSINE VEGETALI. PROBLEMATICHE E APPROCCI

Gallina Albino, Ferrari Lisa, Angeletti Roberto

Laboratorio di Tossicologia Alimentare, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Padova

Nell'analisi chimica strumentale la quantificazione di un analita viene ottenuta indirettamente a partire da un segnale fisico. Di conseguenza risulta fondamentale ottenere una funzione matematica che legghi la concentrazione dell'analita al segnale strumentale generato. Il metodo della Curva di taratura (CdT), il metodo delle Aggiunte Standard (AS) e quello dello Standard Interno (SI) sono i sistemi di quantificazione maggiormente utilizzati. Ognuno di questi sistemi di quantificazione presenta vantaggi e svantaggi in funzione della numerosità dei campioni da sottoporre all'analisi, dell'influenza della matrice sull'espressione del segnale, del livello di precisione necessario, della disponibilità di standards puri e del loro costo. Le tossine vegetali comprendono un insieme molto complesso di sostanze chimiche e le difficoltà nel determinarle sono legate non solo alle caratteristiche intrinseche delle molecole ma anche alla varietà di materiali in cui possono essere presenti. Il laboratorio di riferimento europeo delle micotossine e tossine vegetali (EURL MP) per alcuni dei propri metodi l'utilizzo due di questi approcci in funzione dell'abbinamento tossina/alimento. Una valutazione sull'applicazione dei diversi sistemi di quantificazione in più matrici è stata condotta sui metodi applicati nel Laboratorio di Tossicologia Alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, per la maggior parte basati su quelli proposti dall'EURL MP. Un confronto è stato fatto tra AS e SI nella determinazione degli alcaloidi dell'oppio e per l'acido erucico. Per gli alcaloidi pirrolizidinici, tropanici, cianogenici, i cannabinoidi e i glicoalcaloidi sono state comparate CdT e AS. Per quanto riguarda i confronti tra AS e SI non sono stati rilevati BIAS significativi e quindi la scelta del metodo di quantificazione è funzionale al numero di campioni e al costo degli standards. Il confronto tra CdT e AS nel caso degli alcaloidi tropanici ha evidenziato che il BIAS tra i dati ottenuti con le due quantificazioni non è significativo, mentre nei casi delle altre tossine, sia per la varietà delle matrici analizzabili sia per la indisponibilità di matrici bianche e surrogati adeguati, l'effetto matrice porta a BIAS significativi che hanno indotto a scegliere AS su CdT. Le valutazioni dei dati ottenuti dai vari confronti hanno evidenziato che, nell'ambito delle tossine vegetali, la scelta del metodo di quantificazione non può essere a favore di un unico approccio, ma deve essere il risultato di una attenta valutazione di molteplici fattori.

P13 USE OF AN ALGOCLAY-BASED DECONTAMINANT ON SOWS NATURALLY EXPOSED TO MYCOTOXINS

Gallissot Marie (a), Perez Jeremy (b), Parr Eric (b), Welch Michael (b), Olsen Paul (a), Storti Luca (a), Rodriguez Maria A (a)

(a) *Olmix Group, Bréhan, France*

(b) *Carthage Innovative Swine Solutions, Carthage, IL, USA*

Mycotoxin contamination in pig feed is a recurring problem leading to chronic exposure of the animals, even when mycotoxin levels are below official guidance (EFSA). Deoxynivalenol (DON) and its derivatives are among the main mycotoxins impacting pig production worldwide. This study evaluated the effect of a clay- and seaweed-based mycotoxin decontaminant on the reproductive performance of sows (n=207) exposed to chronic natural mycotoxin contamination from 35 days of gestation to weaning. The level of mycotoxins in the feed was measured using LC-MS/MS. A mean contamination of 956 ppb DON, 125 ppb 15-o-acetyl-DON, 338 ppb fumonisins B1 + B2 and 62 ppb zearalenone was reported. Despite a comparable starting weight between the control (without decontaminant) and test (with decontaminant) groups at allotment ($P=0.67$), sows in the test group had a higher weight than the control sows at entry in farrowing ($P<0.01$), and a body condition score of 0.12 point higher ($P=0.04$). Sows being limit fed in gestation, this indicates a better feed efficiency in the test group compared to control. At farrowing, more live-born piglets were observed in supplemented sows than in control sows (+4%; $P<0.01$), as well as a smaller proportion of mummified and stillborn piglets (-39%; $P<0.05$ and -34%, $P<0.01$, respectively). This also reflects a better status of test sows compared to control sows during gestation. In contrast, the weight and growth of piglets before weaning did not differ between groups ($P>0.10$). This could be explained by a lower exposure to mycotoxins in lactation than in gestation. Globally, these results indicate that the tested decontaminant can improve the body condition and farrowing performance of mycotoxin-exposed sows at levels below current recommendations.

P14 UN LATERAL FLOW ASSAY VELOCE E QUANTITATIVO PER L'ANALISI DEL DEOSSINIVALENOLO

Gatti Marcello (a), Polakowski Serguisz (b), Bailey Cheryl (b), Tanguay Keith (b), Welch Jamie (b), Gow Brendan (b), Rice Anna (b)

(a) CEO- Generon S.p.A Olmix Group, Bréhan, France

(b) EnviroLogix Inc. 500 Riverside Industrial Parkway, Portland, Maine, USA

Il Deossinivalenolo (DON) è una micotossina tricotecene prodotta da specie di *Fusarium*, tra le più diffuse. La contaminazione da DON (nota anche come vomitossina) si verifica prevalentemente nei cereali come grano, avena, mais e orzo in ambienti caldi e umidi, permanendo nei prodotti alimentari anche dopo la lavorazione. L'ingestione di DON contenuto nei mangimi e nei prodotti alimentari può causare vari effetti sulla salute. I suini che consumano alimenti contaminati da DON mostrano riduzione dell'appetito e comparsa di vomito, portando a una riduzione della loro crescita. Il livello minimo che causa questi sintomi varia tra 0,35 e 0,9 mg/kg. Per gli esseri umani, il rischio di intossicazione tramite alimenti animali è improbabile. Ciò nonostante, il consumo di grano contaminato causa sintomi reversibili come dolore addominale e diarrea sanguinolenta. Non ci sono prove di effetti cancerogeni del DON; tuttavia si ipotizza possa essere causa dello sviluppo del carcinoma epatico primario in sinergia con altre micotossine. Il Regolamento (UE) 915/2023 limita i livelli di DON nei cereali destinati al consumo umano fino a 0,75 mg/kg. A tal proposito, per il monitoraggio dei livelli di micotossina è stato sviluppato un nuovo test rapido per la rilevazione accurata e precisa del DON nei prodotti di grano e mais (EnviroLogix, DON Flex), coprendo il range dinamico di 0,1-30 mg/kg dimostrando stabilità e ripetibilità nei risultati. La prestazione di questo Dispositivo a Flusso Laterale (LFD) è stata valutata e confrontata con i criteri di performance della USDA *Grain Inspections Packers & Stockyards Administration* (GIPSA) sia su matrici fortificate artificialmente che non, evidenziando coerenza con la metodica di riferimento.

P15 UTILIZZO DI CONSORZI BATTERICI PER IL CONTENIMENTO DI ALTERNARIA §SU POMODORO

Giorni Paola (a), Puglisi Edoardo (b), Bellotti Gabriele (b), Fiorini Andrea (a) Bertuzzi Terenzio (c)

(a) DIPROVES, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(b) DISTAS, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(c) DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) è la specie orticola più coltivata in Italia: dati ISTAT del 2023 indicano una produzione di pomodoro da industria pari a 5.403.840 tonnellate (1° produttore europeo e 3° mondiale). Come altre colture, anche il pomodoro può subire attacchi particolarmente dannosi di diversa origine durante la crescita in campo. Tra questi, l'Alternariosi rappresenta una delle patologie più di interesse per il pomodoro; questa malattia, infatti, è causata da un complesso di funghi appartenenti al genere *Alternaria*, in grado di produrre più di 70 micotossine diverse note con il nome generico di alternarioli. Nel 2022 l'Unione Europea ha emanato la Raccomandazione 2022/553, riportando livelli indicativi massimi relativi alla presenza di queste micotossine in alcuni alimenti, in particolare nei prodotti trasformati a base di pomodoro. La crescente necessità di ridurre l'uso di prodotti chimici in agricoltura ha portato a sviluppare nuove strategie di difesa a basso impatto ambientale, fra cui l'uso di microrganismi benevoli come dei consorzi batterici rientra fra i più promettenti. Quattro diversi consorzi batterici sono stati testati su piante di pomodoro coltivate in vaso per verificare la loro capacità di contrastare l'infezione da *Alternaria* spp. e di ridurre la presenza di alternarioli, in particolare di acido tenuazoisico (TeA). I batteri utilizzati nei consorzi sono stati isolati da terreno in cui precedentemente era stato coltivato pomodoro e sono stati selezionati con screening *in vitro* in base alle loro caratteristiche PGP. Le piante di pomodoro sono state inoculate artificialmente con 3 diverse specie di *Alternaria* (*A. alternata*, *A. solani* e *A. tenuissima*) e controllate ad intervalli regolari per tutta la stagione colturale. Alla maturazione di raccolta, anche le bacche sono state analizzate. Differenze significative sia per la gravità della malattia che per il contenuto di alternarioli sono state riscontrate fra le diverse tesi. L'efficacia dei consorzi batterici è risultata massima nella prima parte della fase di maturazione per diventare meno evidente nel corso della stagione. Tuttavia, due dei consorzi considerati hanno ottenuto ottimi risultati sia utilizzati da soli che in combinazione con una dose al 50% di trattamento chimico a base di rame. La colonizzazione fungina è stata ridotta fino all'83% e la contaminazione da TeA fino al 98%. Ulteriori studi sono necessari per definire meglio il comportamento di questi consorzi in campo aperto.

P16 RILEVAMENTO DI CAMPIONI NEGATIVI IN 30 SEC - UN NUOVO E INNOVATIVO TEST A FLUSSO LATERALE IN FORMATO CASSETTA PER LA QUANTIFICAZIONE DEL DON NEI CEREALI E NEI MANGIMI

Iliopoulou Sofia, Ntantisios Antonis, Meras Vasilis, Ntoupis Thodoris, Laporda Sevi, Alevra Alexia, Begolli Melina, Papageorgiou Georgios
Prognosis-Biotech S.A., R&S Dipartimento Lateral Flow-Grains, Larissa, Grecia

Il Deossinivalenolo (DON), noto anche come vomitossina, è una micotossina appartenente al gruppo dei tricoteceni prodotta da alcune specie di funghi del genere *Fusarium* (*F. graminearum*). I cereali tra i quali orzo, frumento, avena, mais sono di frequente infettati da tali funghi. Il deossinivalenolo, insieme a 3-acetyl- e 15-acetyl-DON, costituisce una molecola altamente tossica e svolge un ruolo cruciale in relazione ai problemi immunologici e del sistema nervoso. A causa della loro citotossicità, tali tossine rappresenteranno sempre un rischio per la salute umana e animale. La maggior parte delle agenzie governative di controllo in tutto il mondo dispone di regolamenti relativi alla quantità di DON ammissibile nei prodotti alimentari umani e animali. La determinazione accurata e rapida della presenza di DON nelle materie prime è di fondamentale importanza. Lo scopo di questo studio è stato quello di sviluppare un test a flusso laterale (*Lateral Flow Device*) semplice, rapido, altamente sensibile, per il rilevamento del deossinivalenolo nei cereali e mangimi, e valutare i suoi livelli di recupero in campioni spike e materiali di riferimento. A tal fine, sono stati selezionati campioni negativi non contenenti Deossinivalenolo, ai quali sono stati aggiunti quantità certificate di analita (*spike*) a diversi livelli di concentrazione, in conformità ai protocolli del Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA), *Agricultural Marketing Service*, *GIPSA's Federal Grain Inspection Service* (FGIS). I campioni, analizzati con Quantum DON Water Extraction G41 (Prognosis Biotech S.A.), sono stati estratti con dH₂O e successivamente diluiti nell'apposito diluente prima di essere analizzati. Sono stati inoltre analizzati i materiali di riferimento. Grazie a tale tecnologia e alla velocità di scansione, i campioni che non contengono Deossinivalenolo possono essere rilevati in 30 secondi. La durata totale dell'analisi è di soli 90 secondi. La determinazione dei livelli di Deossinivalenolo nei campioni spike in relazione alle matrici di interesse, ha mostrato che i livelli di recupero sono soddisfacenti. Tali risultati sono stati inoltre confermati analizzando materiali di riferimento. Il Coefficiente di Variazione (CV) di tutti i campioni si è attestato all'interno dell'intervallo di accettabilità. In conclusione, il kit sviluppato (Quantum DON Water Extraction G41, Prognosis Biotech S.A.) è un test a Flusso Laterale innovativo per rilevare e quantificare in maniera accurata il Deossinivalenolo nei campioni di cereali e mangimi in un intervallo di quantificazione compreso tra 0,15ppm e 5ppm, con la possibilità di ottenere risultati in 30-90 secondi. Campioni negativi che non contengono DON possono essere rilevati in 30 secondi. Se la concentrazione dell'analita nel campione è superiore al limite di quantificazione del metodo, la lettura prosegue e si conclude dopo 90 secondi. Questo test, che utilizza acqua distillata per la fase di estrazione, garantisce livelli di recupero e CV soddisfacenti, mantenendo elevati standard di sensibilità e accuratezza.

P17 VALORIZZAZIONE DI VARIETÀ STORICHE DI FRUMENTO LOMBARDE

Lanzanova Chiara (a), Limonta Elena (a), Cassol Helga (a), Teli Ivan (a), Giorni Paola (b), Locatelli Sabrina (a), Bertuzzi Terenzio (c), Barato Erica (c), Pozzi Virginia (d)

(a) CREA, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bergamo

(b) DIPROVES, Dipartimento di Scienze della Produzione Vegetale Sostenibile, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(c) DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(d) CREA, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Vercelli

Il progetto TRANSFER ambisce a mettere in luce le varietà storiche lombarde di frumento che, grazie alle loro particolari caratteristiche organolettiche e all'ampia variabilità genetica, vengono ritenute valide alternative alle farine attualmente utilizzate. Il progetto ha previsto la creazione di una subcollezione "storica lombarda" selezionando, dalla banca del germoplasma CREA-CI di Vercelli, 40 accessioni di frumento tenero al fine di mantenere la più alta variabilità possibile esistente all'interno del panel dei genotipi scelti. Per valutare il ciclo fenologico e produttivo delle colture in ambienti pedoclimatici differenti, la subcollezione è stata coltivata presso l'Azienda Sperimentale "La Salvagna" del CREA-CI di Bergamo e presso 4 aziende partner del progetto locate in provincia di Bergamo e Pavia. Per tutte le accessioni è stata monitorata l'intera fase di crescita, contestualmente alla rilevazione di diversi parametri morfologici e produttivi. L'obiettivo è di valorizzare le varietà storiche che verranno prese in considerazione, in particolare per la loro resistenza a malattie fungine come la Fusariosi della spiga, in grado di arrecare importanti danni economici, non solo per i difetti alla granella e alla riduzione di produzione, ma anche per la possibile presenza di micotossine come deossinivalenolo e alternarioli, in grado di ledere alla salute del consumatore. Verranno individuate eventuali differenze nella presenza di alchil-resorcinoli, sostanze naturalmente presenti e coinvolte nel sistema di difesa della pianta ai patogeni, sia nella tipologia che nel quantitativo presente nelle diverse varietà scelte per il progetto. In particolare, la composizione in alchil-resorcinoli presenti nelle varietà di frumento tenero verrà confrontata con quella di varietà più comunemente coltivate in Lombardia al fine di verificare eventuali differenze nella resistenza ai patogeni, con particolare interesse a quelli micotossigeni, delle varietà storiche rispetto a quelle oggi più coltivate negli areali lombardi. I risultati relativi al primo anno del progetto hanno riportato per le stesse varietà livelli di contaminazione da micotossine non elevati e differenti tra i campi considerati, così come per la composizione in alchil-resorcinoli.

Progetto TRANSFER finanziato nell'ambito dell'operazione 10.2.01 - Conservazione della biodiversità animale e vegetale del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia, D.d.u.o. di Regione Lombardia 25 ottobre 2022 - n. 15529 (durata 01/11/2022 - 01/11/2024)

P18 VALORIZZAZIONI DI SCARTI AGRO-INDUSTRIALI PER LA PROTEZIONE DEL MAIS DA PATOGENI FUNGINI

Locatelli Sabrina (a), Teli Ivan (a), Balconi Carlotta (a), Cassol Helga (a), Matteo Roberto (b), Montanari Massimo (b), Pagnotta Eleonora (b), Lanzaova Chiara (a)

(a) CREA, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bergamo

(b) CREA, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Da più direzioni, sia istituzioni che organizzazioni internazionali, arriva il monito per la riduzione degli sprechi dell'industria alimentare e la sollecitazione a trovare per i residui vegetali nuovi utilizzi e nuove soluzioni per ridurre al minimo lo sfruttamento delle risorse naturali e sostituire sostanze chimiche pericolose, come pesticidi e fertilizzanti di origine vegetale. Il progetto SUSinCER si inserisce in questo contesto, con l'obiettivo di valorizzare gli scarti agro-industriali in una ottica di economia circolare e di protezione di una importante coltura cerealicola italiana come il mais dall'accumulo di micotossine altamente tossiche per l'uomo. SUSinCER (<http://susincer.crea.gov.it>) ha fra i suoi obiettivi lo studio dell'attività biologica dei metaboliti secondari, provenienti da farine di semi disoleati di Brassicaceae oleaginose, sullo sviluppo di alcuni importanti patogeni fungini micotossigeni che colpiscono questa coltura (*Fusarium verticillioides* e *Aspergillus flavus*). Infatti, le farine di semi disoleati di Brassicaceae, come *Brassica carinata* ed *Eruca sativa*, sono ottime matrici vegetali per recuperare biomolecole potenzialmente utili derivate da processi industriali, in una prospettiva di economia circolare finalizzata alla protezione delle colture agrarie. Tra le diverse classi di biomolecole, gli isotiocianati, derivati dall'idrolisi dei glucosinolati, hanno dimostrato di essere efficaci contro diversi agenti patogeni delle piante. Formulazioni solide e liquide ottenute da farine di semi disoleati di *Brassica carinata* ed *Eruca sativa* sono state testate *in vivo* nella pianura lombarda in una prova sperimentale in pieno campo, a blocchi randomizzati di ibridi commerciali di mais al fine di valutarne l'effetto sullo sviluppo di patogeni fungini quali *F. verticillioides* e *A. flavus* e la conseguente riduzione nell'accumulo delle relative micotossine (Fumonisine e Aflatossina B1). I primi risultati di applicazione di questi formulati indicano un contenimento dell'accumulo di fumonisine, suggerendo quindi come l'applicazione del sistema di difesa endogeno delle Brassicaceae possa contribuire ad affrontare sfide globali, come l'aumento della sostenibilità dei sistemi colturali, la riduzione degli sprechi agroalimentari aumentando la sicurezza alimentare.

Fondazione CARIPLO: Bando Economia Circolare: Ricerca per un Futuro Sostenibile Area Scientifica (2019). *Project code 2019-2538 -Durata: 1/09/2020 al 31/08/2024

P19 ALFA NANO IL PRIMO SISTEMA AUTOMATIZZATO DI ANALISI DI MICOTOSSINE SU *LATERAL FLOW*

Luppi Matteo, Bottesini Chiara, Dall'Erta Andrea
SafeFood Srl. Parma

L'utilizzo dei test lateral flow nella determinazione del contenuto in micotossine nelle granelle di cereali e nei mangimi si è ampiamente diffuso nell'ultimo decennio. Per quanto i test siano molto robusti e di semplice utilizzo richiedono ancora un certo livello di manualità che può introdurre variabilità nei risultati: questo avviene soprattutto nel periodo della raccolta in cui i carichi di lavoro comportano deviazioni nei tempi di incubazione e lettura dei test. Il poster presenta il primo sistema al mondo in grado di automatizzare l'analisi quantitativa delle micotossine con test *lateral flow* nel suo intero flusso di lavoro, dalla macinazione del campione alla refertazione del risultato. L'intervento umano si limita al caricamento delle strip e dei campioni. Il robot può gestire oltre all'analisi delle micotossine anche test per la ricerca di contaminanti biologici come OGM e allergeni.

P20 DETERMINAZIONE DI DEOSSINIVALENOLO IN FRUMENTO MEDIANTE RIDA®SMART BOX

Marchitti Claire Victoria (a), Sica Chiara (a), Giorni Paola (b), Barato Erica (c), Bertuzzi Terenzio (c)

(a) *R-Biopharm Italia Srl, Melegnano, Milano*

(b) *DIPROVES, Dipartimento di Scienze della Produzione Vegetale Sostenibile, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

(c) *DIANA, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

RIDA®SMART BOX è un'innovativa unità per la lettura automatizzata dei test RIDA®QUICK di R-Biopharm in combinazione con RIDA®SMART APP, l'unica applicazione software per la valutazione quantitativa degli LFD, basata su Smartphone. Grazie alla connettività WiFi, i risultati ottenuti con la RIDA®SMART BOX possono essere caricati ed esportati via e-mail o su qualsiasi cloud. In questo lavoro viene dimostrata l'accuratezza e l'affidabilità della RIDA®SMART BOX in combinazione con il kit R5911 RIDA®QUICK DON RQS ECO, test immunocromatografico quantitativo con estrazione in acqua per la determinazione del DON nei cereali (grano, mais, orzo, avena). Cinquanta campioni di frumento tenero raccolti nel 2023 sono stati analizzati per la determinazione di Deossinivalenolo (DON) con il metodo sopra riportato e i risultati confrontati con analisi precedentemente effettuata mediante LC-MS/MS a triplo quadrupolo. I campioni, tutti naturalmente contaminati, coprivano un intervallo di contaminazione tra $<0,050$ (n=6; limite di quantificazione per analisi in LC-MS/MS) e $15,5$ mg/kg; il metodo RIDA®SMART BOX riporta avere un limite di quantificazione pari a $0,250$ mg/kg. Tra i campioni sono stati analizzati tre campioni certificati Trilogy riportanti una concentrazione di DON di $0,5$, $1,9$ e $4,3$ mg/kg. I valori ottenuti con i due metodi sono risultati molto simili, mostrando una pendenza della retta di correlazione molto vicino a 1 ($m=0,9868$) e un coefficiente di regressione lineare pari a $0,9959$.

P21 DETERMINAZIONE SIMULTANEA DI 21 FITOTOSSINE IN LC-MS/MS E APPLICAZIONI IN AMBITO TOSSICOLOGICO

Marmo Gerardina, Biancalani Giulia, Lamanna Silvia, Focardi Claudia, Neri Bruno
*Direzione Operativa Chimica, Sezione di Firenze, Istituto Zooprofilattico Sperimentale
Lazio e Toscana, Roma*

Una grande varietà di piante producono tossine di diversa natura, alcaloidi, glicosidi o terpeni, come forma di protezione contro i predatori. La presenza nell'ambiente di piante tossiche e dei veleni ad esse associati evidenzia il potenziale rischio di avvelenamento per gli animali dovuto all'ingestione. L'ingestione accidentale da parte degli animali di queste piante può avvenire a seguito della ricerca di cibo o per la loro apparente appetibilità. Scopo di questo progetto è stato lo sviluppo di un metodo multiresiduo, sensibile per l'identificazione di 17 tossine vegetali mediante cromatografia liquida-spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS). Le tossine oggetto di studio sono state scelte sulla base di un censimento botanico preliminare fatto per le regioni Lazio e Toscana. Il metodo prevede un'estrazione con acetonitrile seguita da purificazione con QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged e Safe*). La separazione cromatografica è stata ottenuta con colonna C18 (2,1 x 150 mm, 5 µm) con eluizione a gradiente utilizzando come fase mobile acqua +0,1% acido formico e acetonitrile della durata di 17 minuti. Il metodo sviluppato è stato validato per specificità, linearità, accuratezza, limiti di rilevabilità ed effetto matrice. I recuperi ottenuti vanno dal 75 e il 120% mentre l'effetto matrice rientra nell'intervallo di accettabilità di +/- 20%. Questo stesso metodo è stato validato e applicato a casi di sospetto avvelenamento di animali per ingestione accidentale di piante tossiche.

P22 MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA E DELLA QUALITÀ DEGLI INSETTI COMMESTIBILI: VALIDAZIONE DI UN METODO CON COLONNA AD IMMUNOAFFINITÀ MULTI-TOSSINA

McFadyen Cara, McLachlan Naomi, Milligan Claire

Block 10 Todd Campus, West of Scotland Science Park Acre Road, Glasgow, Scotland

Tra le sfide globali legate alle scarsità alimentare e al degrado ambientale, gli insetti commestibili rappresentano un'alternativa proteica sostenibile. Tuttavia, le preoccupazioni per la contaminazione da micotossine richiedono l'adozione di rigorose misure di sicurezza. Questo studio riassume i risultati della validazione di un metodo che utilizza una colonna ad immunoaffinità multi-tossina, 11+Myco MS-PREP®, per l'analisi di alimenti derivati dagli insetti, come il preparato per pancake a base di locuste, cavallette e grilli. È stata utilizzata una semplice estrazione a base di metanolo e la purificazione con la colonna ad immunoaffinità per l'analisi simultanea di aflatossine totali, ocratossina A, fumonisina B1 e B2, deossinivalenolo, zearalenone, T-2 e HT-2 con rilevamento LC-MS/MS. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti tramite un metodo ad iniezione diretta. I risultati con il metodo 11+Myco MS-PREP® hanno soddisfatto i criteri stabiliti dal Regolamento (UE) 2023/2782. Le prove sulla matrice hanno confermato l'efficacia della purificazione con colonna ad immunoaffinità nel rimuovere la matrice del campione, migliorando l'analisi LC-MS/MS e fornendo cromatogrammi più puliti. Inoltre, questo metodo ha mostrato una maggiore efficienza rispetto a quello ad iniezione diretta, con valori di recupero più elevati per ciascuna tossina. Si è inoltre ridotta l'interferenza nei cromatogrammi, garantendo risultati più accurati e consentendo di raggiungere LOD e LOQ più bassi.

P23 METODO SIMULTANEO ALTAMENTE SENSIBILE E RAPIDO PER 45 MICOTOSSINE IN CAMPIONI DI ALIMENTI PER BAMBINI MEDIANTE HPLC-MS/MS UTILIZZANDO LA COMMUTAZIONE RAPIDA DELLA POLARITÀ

Meloni Giovanna.Roberta (a), Moreau Stéphane (b), Levi Mikaël (c)

(a) Shimadzu Italia, Milano

(b) Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Germany

(c) Shimadzu France SAS, Marne la Vallée Cedex, France

Le micotossine sono metaboliti tossici prodotti naturalmente da alcuni tipi di funghi. Tali sostanze entrano nella catena alimentare per effetto di un'infezione delle colture avvenuta prima o dopo il raccolto, rappresentano così un pericolo per la sicurezza alimentare dei consumatori. Per questo motivo risulta estremamente importante rilevare e monitorare la presenza delle micotossine negli alimenti al fine di ridurre il rischio di esposizione. In questo studio è stato descritto lo sviluppo e la validazione di un metodo LC-MS/MS per l'analisi di 45 micotossine in alimenti per lattanti. Il metodo analitico ha compreso l'estrazione simultanea delle micotossine selezionate mediante estrazione in fase solida (SPE) con cartucce Isolute® Myco seguita da cromatografia liquida accoppiata con spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS) utilizzando uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo (LCMS-8050, Shimadzu, Giappone). Il metodo è stato testato su tre matrici: latte in polvere per lattanti, cereali per addensare il latte e purea di verdure con cereali. Il metodo ha mostrato un'elevata sensibilità, con un limite di quantificazione (LOQ) basso per tutte le micotossine testate. Il recupero dell'estrazione e dell'ionizzazione è stato soddisfacente per tutte le matrici e la ripetibilità, valutata per livelli bassi di concentrazione di aflatossine, sono risultati pienamente accettabili. Il metodo sviluppato ha dimostrato di essere rapido, sensibile e affidabile e può essere utilizzato con successo per l'analisi di un'ampia gamma di micotossine in alimenti per lattanti. Pertanto, lo stesso risulta utile per il controllo della qualità degli alimenti per lattanti e per garantire la sicurezza alimentare dei consumatori.

P24 TOSSINE DI *ALTERNARIA* E PESTICIDI NELLE PASSATE DI POMODORO CONVENZIONALI E BIOLOGICHE ITALIANE

Orsini Serenella, Bibi Rita, Caporali Angela, Cristofani Elisa, Maresca Carmen, Pacini Tommaso, Pelliccia Alessandro, Scoccia Eleonora, Sdogati Stefano, Verdini Emanuela, Pecorelli Ivan

Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Perugia

Le tossine di *Alternaria* sono un gruppo di micotossine recentemente oggetto di valutazione tossicologica da parte di EFSA (*European Food Safety Authority*), in virtù delle loro caratteristiche genotossiche e tossiche per il feto nei ratti. Il pomodoro e i prodotti derivati possono essere contaminati da tossine di *Alternaria* e, al contempo, le colture possono essere trattate con prodotti fitosanitari ai fini di proteggerle dalle infestazioni di funghi tossigeni. Il consumatore è sempre più propenso all'acquisto di prodotti biologici, percepiti come più salubri rispetto al convenzionale: in Italia (leader europeo per la produzione di pomodori e prodotti trasformati), il mercato interno del prodotto biologico impatta per circa cinque miliardi di euro. L'infestazione da funghi della famiglia *Alternaria* è fra le più comuni e distruttive per le coltivazioni di pomodoro e per controllarne ed eradicarne la presenza vengono utilizzati prodotti fitosanitari specifici. Lo scopo della presente ricerca è determinare i livelli di cinque tossine di *Alternaria* (acido tenuazonico, alternuene, alternariolo, tentossina e alternariolo monometil etero) ed i residui di oltre 200 fitosanitari, in 40 campioni di passata di pomodoro (20 biologici e 20 convenzionali), valutando eventuali differenze o analogie fra i due tipi di prodotto in termini di incidenza e concentrazione delle suddette sostanze. L'Unione Europea tramite la Raccomandazione UE 2022/553 ha stabilito dei livelli indicativi massimi per acido Tenuazonico (TeA), Alternariolo (AOH) Alternariolo Monometil etero (AME) nei pomodori pari a 500 µg/kg, 10 µg/kg e 5 µg/kg rispettivamente, mentre i limiti massimi di residuo, stabiliti per singolo pesticida, sono riportati nel Reg. (CE) 396/2005 e s.m.i.. La determinazione degli analiti di interesse è stata effettuata tramite cromatografia liquida applicata a spettrometria di massa (LC-MS) accoppiata ad analizzatore a triplo quadrupolo (QqQ) per le tossine di *Alternaria* e a tempo di volo ad alta risoluzione (QTOF) per i pesticidi. Dai dati preliminari emerge come circa il 68% dei campioni analizzati contiene residui di tossine di *Alternaria* al di sopra del limite di quantificazione del metodo: nel 7,5% dei casi tali livelli risultano eccedere i limiti raccomandati. I pesticidi rilevati nei prodotti convenzionali (prevalentemente antifungini) sono compresi nel range 0,0026-0,0248 mg/kg, con livelli sempre al di sotto dei limiti di legge. Azossistrobina, difenoconazolo, dimetomorph, esiti azox e propamocarb sono stati rilevati anche in prodotti biologici, per i quali esiste un livello massimo generalmente accettato di 0,010 mg/kg. Dai dati analizzati emerge come non ci siano correlazioni fra contaminazione da tossine di *Alternaria* e metodo di coltivazione, mentre i pesticidi risultano più presenti, come ci si attendeva, nei prodotti convenzionali. Visti i risultati, si ritiene necessario svolgere ulteriori indagini sulla presenza di tossine di *Alternaria* nei pomodori e derivati, anche in considerazione dei trattamenti antifungini operati sulle colture.

P25 MONITORAGGIO MICOTOSSINE: ATTIVITÀ 2020-2023 DEL POLO ALIMENTI ARPA PUGLIA DI BARI

Palma Mariangela, Ferrieri Francesca, Altamura Anna, Amenduni Maria Carmela, Barisonzo Marco, Bruno Donato, Corte Giovanni, Cuccovillo Giovanni, Intini Nicola, Leonetti Egidio, Lo Greco Francesco, Malerba Daniela, Mastrangelo Annamaria, Montingelli Floriana, Sabino Nicola, Santoro Tiziana

Polo di Specializzazione Alimenti, DAP, Dipartimento Ambientale Provinciale Bari, ARPA Puglia, Bari

Il Polo di Specializzazione Alimenti di Bari - ARPA Puglia conduce da diversi anni, su scala regionale, il monitoraggio delle micotossine in diverse tipologie di alimenti di origine vegetale, analizzando con metodi accreditati campioni prelevati dalle ASL nell'ambito di piani regionali di controllo ufficiale, dai PCF nell'ambito del controllo sulle merci di importazione e dai Carabinieri del NAS. Nel periodo 2020-2023 sono stati analizzati 865 campioni costituiti da cereali e prodotti derivati (28%), vini (26%), frutta secca e a guscio (22%), altre bevande alcoliche (6%), *baby food* (6%), spezie e caffè (4%), e il restante rappresentato da integratori, liquirizia e olio di mais. Risultano quindi effettuate complessivamente 1446 determinazioni analitiche riguardanti aflatossine (AFLA) B1, B2, G1, G2, Ocratossina A (OTA), Deossinivalenolo (DON), Zearalenone (ZEA) e citrinina. Nel 2017 l'Autorità europea per la sicurezza alimentare ha adottato un parere scientifico sui rischi per la salute umana e animale connessi alla presenza di deossinivalenolo e delle sue forme acetilate e modificate negli alimenti (EFSA Journal 2017;15(9):4718), di conseguenza il Laboratorio del Polo Alimenti dell'ARPA Puglia ha validato la determinazione del 3-acetil deossinivalenolo, 15-acetil deossinivalenolo e deossinivalenolo 3-glucoside fornendo i dati di monitoraggio di queste sostanze su 180 campioni di cereali, derivati e *baby food* nel triennio 2021-2023 e partecipando con successo al PT Fapas *Masked Mycotoxins in wheat flour* nel giugno del 2023. La consistente percentuale dei campioni di cereali uniti al vino, evidenzia l'attenzione rivolta a queste matrici alimentari di importanza rilevante per il territorio regionale. Il 30% dei campioni esaminati è risultato naturalmente contaminato, ossia con livelli quantificabili delle micotossine ricercate. La distribuzione di tali positività è risultata la seguente: vini (44%), frutta secca e a guscio (26%), cereali e derivati (22%), spezie (4%), altre bevande alcoliche (1%), *baby food* (0,8%). Soltanto il 4% delle positività ha portato a casi di "non conformità", tutti riguardanti la categoria "frutta secca e a guscio". Si tratta di 10 campioni provenienti da Paesi terzi (Georgia, Uzbekistan, California, Turchia) costituiti da nocciole, mandorle, pistacchi e fichi secchi, con livelli di aflatossine fino a 10 volte il tenore massimo consentito. Relativamente alla matrice vino, largamente campionata, le positività sull'OTA sono risultate circa il 44%, di cui: vini rossi (83%), rosati (10%), bianchi (7%). Circa il 5% dei vini naturalmente contaminati ha presentato livelli superiori a 1 mg/L ed in nessun caso si è verificato superamento del limite di legge (2 mg/L).

P26 ALCALOIDI PIRROLIZIDINICI NEL MIELE ITALIANO: SICUREZZA PER LA SALUTE DEI CONSUMATORI

Peloso Maria Antonietta, Bonan Stefania, Prizio Ilaria, Minkoumba Sonfack Gaetan, Baraldini Molgora Eleonora, Accurso Damiano, Fierro Concetta, Caprai Elisabetta
LNR-TVN, Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Tossine Vegetali Naturali negli Alimenti, Reparto Chimico degli Alimenti, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Bologna

Gli Alcaloidi Pirrolizidinici (AP) sono tra i più diffusi metaboliti secondari presenti in natura ad alta rilevanza tossicologica, biosintetizzati dalle piante come meccanismo di difesa contro gli erbivori e i parassiti. Il contenuto di AP nelle piante può variare a seconda della specie vegetale, del punto di accumulo, del tempo di raccolta e delle condizioni climatiche. Studi tossicologici sugli animali hanno dimostrato che questi alcaloidi sono epatotossici, cancerogeni e genotossici. Il Regolamento (UE) 2023/915, che stabilisce i tenori massimi per gli AP negli alimenti, attualmente non li prevede nel miele. In questo lavoro sono stati raccolti dati sui livelli di AP in 439 campioni di miele provenienti da sette regioni italiane, messi a disposizione dall'Osservatorio Nazionale del Miele nel 2020. I mieli analizzati comprendevano 146 millefiori e 293 monoflorali appartenenti a 39 tipologie diverse. I campioni sono stati analizzati per il contenuto di AP con un metodo di analisi LC-MS/MS sviluppato e validato dal LNR-TVN presso il Reparto Chimico degli Alimenti (IZSLER) di Bologna. Il metodo è in grado di quantificare 35 AP (ammine terziarie e i corrispondenti *N*-ossidi) espressi come somma, come previsto dal Reg. (UE) 2023/915, con un limite di quantificazione (LOQ) di 1 µg/kg per ciascun analita. Il 25% (n=108) dei campioni analizzati ha mostrato una concentrazione totale di AP superiore al LOQ del metodo, in un range compreso tra 1-50 µg/kg e con un valore medio di 8,2 µg/kg. L'alcaloide prevalente era rappresentato dall'echimidina (Em), presente nel 61% dei campioni con valori compresi tra 1 e 43 µg/kg. L'Em appartiene al gruppo degli AP licopsamina-simili, tipico di piante del genere *Echium* spp. e *Eupatorium* spp. molto diffuse nelle zone del Mediterraneo. I valori più alti di AP sono stati riscontrati in un miele millefiori (47 µg/kg), in un miele di cardo (47 µg/kg) e in uno di timo (50 µg/kg). Il 75% dei campioni analizzati non ha mostrato presenza di AP superiori al LOQ. Data l'assenza di tenori massimi stabiliti per gli AP nel miele, per valutare il rischio derivante dal consumo di miele contaminato, è stato utilizzato l'approccio EFSA del margine di esposizione (MOE), che per le sostanze cancerogene e genotossiche corrisponde a 10.000. L'EFSA (2017) ha stabilito una dose di riferimento (BMDL₁₀) di 237 µg AP/per kg di peso corporeo, la quale è associata a un rischio del 10% di sviluppare cancerogenesi. Considerando un consumo giornaliero di 0,0237 µg di AP/kg di peso corporeo (BMDL₁₀/MOE) e un'assunzione di 20 g/die di miele da parte di un adulto di 60 kg, la dose di AP che potrebbe comportare un rischio per la salute corrisponde a 71 µg/kg. Dai risultati ottenuti in questo studio, sia considerando la concentrazione media di AP riscontrata (8,2 µg/kg), sia prendendo in

considerazione lo scenario peggiore (50 µg/kg), possiamo concludere che la concentrazione di AP riscontrata nei mieli italiani non evidenzia un rischio per la salute dei consumatori.

P27 SVILUPPO DI UN METODO UPLC-MS/MS MULTI-TOSSINA PER 50 MICOTOSSINE E ALCALOIDI TROPANICI IN CEREALI DI BASE

Perissi Andrea, Dreolin Nicola, Foddy Henry, Hird Simon, Hancock Peter, Jenkins Timothy
Waters Corporation, Milford, Massachusetts, USA

Le micotossine sono composti naturali, notoriamente tossici per l'uomo e per gli animali. Possono essere presenti in alta frequenza e concentrazione nei cereali e in altri alimenti e mangimi. La richiesta di test per micotossine mascherate, modificate ed emergenti è aumentata in modo significativo nell'ultimo decennio, poiché gli studi in corso forniscono un flusso costante di informazioni sui nuovi metaboliti delle micotossine scoperti, così come gli sforzi di riproduzione delle piante per adattarsi a un clima che cambia. Di conseguenza, è necessario estendere l'ambito di analisi a questi composti non ancora regolamentati a livello legislativo. È stato sviluppato un metodo UPLC-MS/MS multi-tossina per 50 micotossine regolamentate ed emergenti, atropina e scopolamina in prodotti a base di cereali. Una miscela di farine di frumento, orzo, riso e mais è stata estratta utilizzando un semplice protocollo *dilute and shoot*, senza pulizia o standard interni. Le curve di calibrazione sono state tracciate utilizzando standard di solventi e calibrazioni corrispondenti alla matrice. I coefficienti di determinazione (R^2) erano quasi tutti $>0,99$. L'intervallo di calibrazione copriva tre ordini di grandezza per la maggior parte degli analiti e i valori della deviazione standard relativa (%RSDr) erano $\leq 10\%$ per tutti gli analiti. L'effetto matrice variava da -100% a $+83\%$. I dati sono stati importati nel software *waters connect for quantitation* ed elaborati con l'applicazione *MS Quan* per una maggiore efficienza nell'elaborazione e nella revisione dei dati. I rapporti ionici e i tempi di ritenzione delle porzioni di test con spike concordavano con i criteri specificati nelle linee guida SANTE 12089/2016 per tutti i composti. La sensibilità di Xevo TQ-XS consente una notevole diluizione dell'estratto del campione, pur raggiungendo limiti di quantificazione estremamente bassi - il più basso limite di quantificazione del metodo (m-LOQ) è stato per le aflatoxine ($0,1 \mu\text{g/kg}$).

P28 GLICOSIDI CIANOGENETICI: UN POTENZIALE RISCHIO PER ALIMENTI E MANGIMI

Prizio Ilaria, Minkoumba Sonfack Gaetan, Baraldini Molgora Eleonora, Fedrizzi Giorgio, Caprai Elisabetta

LNR-TVN, Laboratorio Nazionale di Riferimento per le Tossine Vegetali Naturali negli Alimenti, Reparto Chimico degli Alimenti, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Bologna

Negli ultimi anni i cambiamenti climatici hanno posto l'agricoltura di fronte a nuove e sempre più ardue sfide. Il *Sorghum vulgare* è tra le colture che maggiormente si adattano alle variazioni climatiche: una delle sue caratteristiche è infatti la resistenza a prolungati periodi di siccità, durante i quali riesce a raggiungere la maturazione completa riducendo l'attività vegetativa. Di conseguenza, la sua diffusione in Italia risulta in notevole aumento, soprattutto in alcune regioni del Centro Nord. Nell'agosto 2022, un allevamento situato a Sommariva del Bosco (Cuneo) ha registrato la morte improvvisa di 50 mucche al pascolo; altri allevamenti situati in vari comuni del circondario piemontese hanno segnalato casi simili nello stesso periodo. Tutti gli animali presentavano chiari sintomi di avvelenamento riconducibili ad una intossicazione da cianuro a seguito del consumo di sorgo foraggero. Campioni di sorgo prelevati dall'IZSPLV sono stato quindi analizzati dall'LNR-TVN per la ricerca di durrina, glicoside cianogenetico (CNG) prodotto da questa tipologia di pianta. In tali campioni è stata riscontrata la presenza di oltre 10.000 mg/kg di durrina che corrispondevano a 900 mg/kg di acido cianidrico potenziale, tenendo conto del fattore di trasformazione indicato da EFSA (Journal 2019). Il limite massimo di acido cianidrico fissato dalla Direttiva 2002/32/CE per gli alimenti ad uso zootecnico corrisponde a 50 mg/kg: la quantità riscontrata nei casi di intossicazione risultava per tanto superiore di oltre 10 volte. La metodica analitica sviluppata dall'LNR-TVN per far fronte all'emergenza, prevedeva un'estrazione in metanolo (80%) ed un'analisi in UPLC-MS/MS, con strumentazione XEVO TQ-xS (Waters) con un limite di quantificazione per la durrina pari a 50 mg/kg (corrispondenti a 4,3 mg/kg di HCN). Dall'agosto 2022 ad oggi è stata monitorata la presenza di durrina in 110 campioni di sorgo proveniente da diverse regioni italiane, riscontrandone la presenza nel 75% dei campioni, con un range di concentrazione compreso tra 111-11915 mg/kg. L'estensione della metodica ad altri glicosidi cianogenetici (amigdalina, prunasina, linamarina, linustatina, neolinustatina e lotaustralina), ha permesso di escludere la presenza di altri glicosidi nei campioni analizzati.

P29 TOSSINE DELL'ALTERNARIA IN CAMPIONI DI FRUMENTO PROVENIENTI DA CAMPI SPERIMENTALI

Scialò Giuseppina (a), Jasarevich Merima (b), Chilosi Gabriele (b), Palchetti Arianna (c), D'Ambrosio Luca (c), Debegnach Francesca (a), Grieco Martina Enza (a), Manca Tancredi Salvatore (a), De Santis Barbara (a)

(a) *Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinari, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Dipartimento di Innovazione in Biologia, Sistemi Agroalimentari e Foreste, Università della Tuscia, Viterbo*

(c) *Laboratorio di Analisi Alimentare e Sicurezza dei Prodotti, Agenzia per la Protezione Ambientale e Climatica della Provincia Autonoma di Bolzano, Bolzano*

Le tossine dell'*Alternaria* (ATs) sono metaboliti secondari prodotti dai funghi che possono contaminare cereali, semi oleosi, frutta e verdure. Questa ricerca ha lo scopo di indagare la presenza di 3 ATs, l'Alternariolo (AOH), l'Alternariolo Monometil Etere (AME) e l'acido Tenuazonico (TeA) in campioni di grano raccolti in campi sperimentali in tre diverse annate produttive 2020, 2021 e 2022. Tre diverse tecniche di lavorazione (aratura, vangatura e ripuntatura) sono state combinate con due differenti procedure di concimazione (minerale e organica). Ogni anno, le campionature sono state condotte in triplicato, un totale di 54 campioni di grano sono stati raccolti e analizzati. La determinazione delle ATs è stata eseguita in LC-MS/MS preceduta da un passaggio di purificazione tramite SPE. Nel corso dei 3 anni considerati, i risultati ottenuti confermano uno scenario in cui i livelli di contaminazione sono nell'ordine $AOH < AME < TeA$. Nessuna differenza è stata evidenziata nel confronto tra la concimazione minerale e quella organica. Non sono state rilevate differenze significative quando sono stati presi in considerazione i diversi trattamenti applicati ai 3 suoli. L'elevata variabilità osservata fra le 3 repliche, suggerisce una distribuzione eterogenea delle micotossine studiate. Livelli simili di contaminazione media sono stati rilevati negli anni 2020-2021 per tutte e 3 le tossine, mentre nel 2022 si è osservata una diminuzione significativa della contaminazione. Nella Raccomandazione (UE) 2022/553 non sono riportati livelli indicativi per il frumento, ma sono suggeriti valori per AOH, AME e TeA negli alimenti a base di cereali per lattanti e bambini (rispettivamente 2, 2 e 500 µg/kg per AOH, AME e TeA). I valori medi calcolati per gli anni 2020 e 2021 (4, 3 e 112 µg/kg rispettivamente per AOH, AME e TeA) sono comparabili con i livelli di riferimento, tuttavia, tenendo conto dei bassi livelli solitamente fissati per la categoria degli alimenti per l'infanzia, questi risultati suggeriscono uno scenario non preoccupante per questa matrice. Tuttavia, a causa della scarsa disponibilità di dati sulla tossicità delle ATs e della sospetta genotossicità di AOH e AME, è opportuno prestare particolare attenzione alla presenza di tali tossine nel frumento, in quanto fonte essenziale di alimenti a base di cereali per l'infanzia.

P30 METODO LC-MS/MS PER LA DETERMINAZIONE DELLE TOSSINE DELL'ALTERNARIA IN PRODOTTI A BASE DI POMODORO

Scialò Giuseppina, Debegnach Francesca, Gregori Emanuela, Notarfonso Claudia, Manca Tancredi S., De Santis Barbara

Dipartimento di Sicurezza Alimentare, Nutrizione e Sanità Pubblica Veterinari, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Le specie di *Alternaria* sono funghi saprofiti e patogeni per le piante, presenti nel suolo come normali componenti della microflora. Sono diffusi sia nelle regioni umide che semiaride e possono infettare le piante in campo colpendo le foglie, gli steli, i fiori e i frutti. Le specie di *Alternaria* sono uno dei principali funghi presenti su grano, sorgo e orzo, inoltre possono attaccare anche i semi oleosi come girasole e colza, oltre a pomodori, mele, agrumi, olive e molti altri frutti e verdure. Le specie di *Alternaria* producono più di 70 fitotossine, e una parte di queste è stata caratterizzata chimicamente e segnalata come micotossine, tossine dell'*Alternaria* (ATs). Nel 2016 l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha pubblicato la seconda opinione sulle ATs e ha concluso che l'esposizione alimentare cronica alle tossine dell'*Alternaria*, alternariolo (AOH), alternariolo monometil etere (AME) e acido tenuazonico (TeA), supera la soglia di preoccupazione tossicologica, indicando la necessità di raccogliere ulteriori dati sulla tossicità specifica di queste tossine e di produrre dati di contaminazione delle derrate alimentari, a questo scopo l'Unione europea ha emanato recentemente la Raccomandazione (UE) 2022/553, invitando gli stati membri a raccogliere dati di contaminazione attraverso l'uso di metodi analitici adeguati. Il presente studio, ha previsto l'ottimizzazione e la validazione di un metodo in LC-MS/MS per l'analisi quantitativa di AOH; AME; TeA e TEN (tentossina) nei prodotti a base di pomodoro. Il metodo è stato ottimizzato e validato su 5 livelli di concentrazione, incluso il limite di quantificazione (LOQ). In sede di validazione è stato definito il valore del limite di quantificazione (2 µg/kg per AOH e AME, 10 µg/kg per TeA e 1 µg/kg per TEN) e sono state stimate la giustezza, la precisione e l'incertezza. I valori dei parametri caratteristici del metodo sono stati giudicati positivamente sia per la giustezza che per la precisione rispetto a quanto richiesto nella linea guida redatta dall'EURL-MP. Inoltre, i valori di LOQ ottenuti sono stati giudicati adeguati e conformi con quanto indicato nella Raccomandazione 2022/553. Il metodo validato è stato utilizzato per l'analisi di 46 campioni di prodotti a base di pomodoro: polpa e pomodori pelati (N=17), purea (N=10), doppio concentrato (N=16) e triplo concentrato (N=3). I livelli indicativi riportati nella raccomandazione (UE) 2022/553 sono stati superati per due campioni della categoria "Puree" per AOH, mentre la concentrazione di AME misurata non ha superato i livelli di riferimento in nessuno dei campioni analizzati. Per quanto riguarda TeA, 4 campioni hanno mostrato una contaminazione superiore ai livelli di riferimento, 2 nella categoria "Purea" e 2 nella categoria "Doppio concentrato". Tuttavia, considerando i valori medi, sempre inferiori ai livelli di riferimento, il quadro non risulta allarmante.

INDICE DEGLI AUTORI

Abate A.; 12; 40
Accurso D.; 64
Alberti I.; 12
Alevra A.; 54
Aloia R.; 38
Altamura A.; 63
Alvino S.; 47
Amato G.; 37
Amenduni M.C.; 63
Ammoni E.; 37
Angeletti R.; 17; 50
Annunziata L.; 38
Badeck F.; 11
Bailey C.; 52
Balconi C.; 56
Baraldini Molgora E.; 64; 67
Barato E.; 55; 58
Barisonzo M.; 63
Battilani P.; 6; 25; 39
Battistelli C.; 28
Begolli M.; 54
Bellotti G.; 53
Bertuzzi T.; 8; 10; 11; 12; 40; 53; 55; 58
Biancalani G.; 59
Biancardi A.; 21
Bibi R.; 62
Bignami M.; 24
Biondini M.; 43
Blandino M.; 7; 8; 11; 41
Boccia P.; 9
Bonan S.; 32; 64
Bornatici M.; 37
Boselli C.; 18; 46
Bossa C.; 28
Bottesini C.; 57
Brera C.; 25
Bruno D.; 63
Caloni S.; 37
Camardo Leggieri M.; 6; 39
Campana G.; 38
Capasso M.; 3
Caporali A.; 62
Caprai E.; 14; 32; 64; 67
Casalinuovo F.; 31
Casarotto M.; 49
Cassol H.; 55; 56
Castellano V.; 47
Chilosi G.; 43; 68
Chiominto A.; 31
Ciasca B.; 29
Cito N.M.; 29
Collu M.; 4
Colombatto P.; 41
Condoleo R.; 18; 46
Coppola L.; 27
Corte G.; 63
Cossu M.; 18; 46
Crisci A.; 25
Cristofani E.; 62
Cuccovillo G.; 63
Curcio L.; 42
D'Ambrosio L.; 68
Dall'Asta C.; 39
Dall'Erta A.; 57
De Carlo E.; 42
De Giacomo M.; 15; 22; 28
De Martino M.; 33
De Massis M.R.; 38
De Saeger S.; 29
De Santis B.; 15; 22; 25; 27; 28; 33; 43;
45; 68; 69
Debegnach F.; 15; 22; 25; 27; 28; 33; 43;
45; 68; 69
Della Marta U.; 3
Di Fazio A.; 32
Di Marco Pisciotano I.; 18; 46
Dreolin N.; 66
Duro I.; 42; 47
Esposito M.; 47
Fabbrizi E.; 27
Fedrizzi G.; 14; 67
Ferrari L.; 17; 50

Ferrieri F.; 63
 Fierro C.; 64
 Finotello C.; 49
 Fiorini A.; 53
 Focardi C.; 59
 Foddy H.; 66
 Frustagli G.; 27
 Gallina A.; 17; 50
 Gallissot M.; 51
 Gallo P.; 18; 42; 46; 47
 Gatti M.; 52
 Gazzotti T.; 49
 Giangolini G.; 46
 Gili M.; 18; 46
 Gioffrè A.; 31
 Giorni P.; 8; 10; 11; 12; 40; 53; 55; 58
 Gow B.; 52
 Gregori E.; 15; 22; 33; 43; 45; 69
 Grieco M.E.; 68
 Grzetic Martens J.; 16
 Guerrini A.; 8
 Hancock P.; 66
 Hird S.; 66
 Hoogemboom R.; 23
 Iliopoulou S.; 54
 Intini N.; 63
 Jasarevich M.; 43; 68
 Jellema T.; 16
 Jenkins T.; 66
 Kalli S.; 16
 Krska R.; 19
 La Rocca C.; 27
 Lamanna S.; 59
 Lambiase S.; 18; 46
 Lanzanova C.; 12; 55; 56
 Laporda S.; 54
 Lattanzio V.M.T.; 29
 Leni G.; 12
 Leonetti E.; 63
 Levi M.; 61
 Limonta E.; 55
 Lo Cascio G.; 18; 46
 Lo Greco F.; 63
 Locatelli S.; 12; 55; 56
 Lori G.; 27
 Lucifora G.; 42
 Luning P.; 29
 Luppi M.; 57
 Macaluso A.; 18; 46
 Malachovac A.; 19
 Malerba D.; 63
 Manca T.S.; 45; 68; 69
 Mandile A.; 33
 Maranghi F.; 27
 Marcelloni A.M.; 31
 Marchitti C.V.; 58
 Maresca C.; 62
 Marmo G.; 59
 Maruccia S.; 11
 Massafra S.; 18; 46
 Mastrangelo A.; 63
 Matteo R.; 56
 McFadyen C.; 60
 McLachlan N.; 60
 Mediati F.; 31
 Meerpoel C.; 29
 Meloni G.R.; 61
 Meloni R.; 7; 41
 Menotta S.; 21
 Meras V.; 54
 Merino D.; 45
 Militello G.; 18; 46
 Milligan C.; 60
 Minkoumba Sonfack G.; 32; 64; 67
 Montanari M.; 12; 56
 Montesanti I.E.R.; 31
 Montingelli F.; 63
 Morcia C.; 11
 Moreau S.; 61
 Moretti A.; 21; 29
 Mulder P.; 16
 Neri B.; 18; 46; 59
 Notarfonso C.; 69
 Notaro G.; 37
 Ntantasios A.; 54
 Ntoupis T.; 54
 Olsen P.; 51
 Orsini S.; 62
 Oteri T.; 37
 Paba E.; 31
 Paci E.; 31
 Pacini T.; 62

Paduano S.; 3; 33; 45	Scalzo F.; 4
Pagliuca G.; 49	Scapino M.; 7; 41
Pagnotta E.; 56	Scarpino V.; 11; 41
Palchetti A.; 68	Schamann A.; 19
Palma M.; 63	Scialò G.; 22; 27; 33; 43; 45; 68; 69
Pantano L.; 18; 46	Scoccia E.; 62
Papageorgiou G.; 54	Scortichini G.; 38
Parr E.; 51	Sdogati S.; 18; 46; 62
Pecorelli I.; 18; 46; 62	Sica C.; 58
Pelliccia A.; 62	Soldano M.; 8
Peloso M.; 64	Storti L.; 51
Perez J.; 51	Sturchio E.; 9
Perissi A.; 66	Sumana M.; 19
Polakowski S.; 52	Tacchini M.; 8
Pozzi V.; 55	Tafuro M.; 47
Prizio I.; 32; 64; 67	Tanguay K.; 52
Puglisi E.; 53	Tassinari R.; 27
Rampazzo G.; 49	Teli I.; 55; 56
Redaelli M.; 49	Terzi V.; 11
Reyneri A.; 7; 11; 41	Tino F.; 13
Rice A.; 52	Toffol G.; 27
Ricupero D.; 42	Torres E.; 18; 46
Rizza F.; 11	Toscano P.; 25
Rizzi M.; 37	van der Linden N.; 29
Rizzo M.; 22; 28; 45	Vella A.; 18; 46
Rodriguez M.; 51	Verdini E.; 62
Rollo E.; 19	Verstraete F.; 5
Rossini C.; 18; 46	Visaggio D.; 31
Rovesti E.; 23	Visciano P.; 38
Sabino N.; 63	Vitaliti S.; 37
Sacchetti G.; 8	Welch J.; 52
Samele P.; 31	Welch M.; 51
Sanna A.; 18; 46	Zanellato M.; 9
Santoro T.; 63	

Serie ISTISAN Congressi
gennaio-marzo 2024 (n. 1, Suppl. 1)

Stampato in proprio
Servizio Comunicazione Scientifica - Istituto Superiore di Sanità, Roma