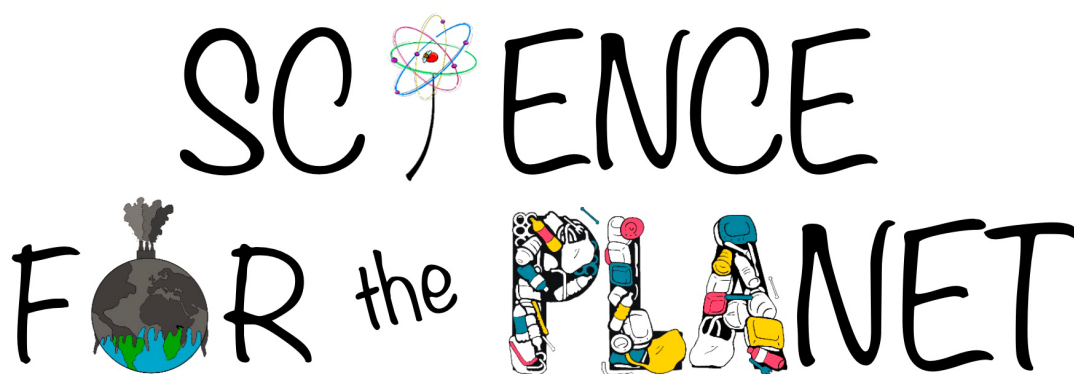


Atti del Congresso Science for the Planet



A cura di
Pasquale Avino, Fabiana Carriera, Cristina Di Fiore

Campobasso
28-30 giugno 2023
<https://www.congresso-sciplanet.org>

Atti del Congresso

Science for the Planet

A cura di Pasquale Avino, Fabiana Carriera, Cristina Di Fiore

Campobasso
28-30 giugno 2023

<https://www.congresso-sciplanet.org>

ISBN 9788896394427
Abstracts Convegno Nazionale
"Science for the Planet"
28-30 Giugno 2023

Science for the Planet
Congresso Nazionale sulle Scienze Ambientali

A cura di Pasquale Avino, Fabiana Carriera, Cristina Di Fiore

È autorizzata la riproduzione dell'informazione e dei dati pubblicati, purché sia indicata la fonte.

©Università degli Studi del Molise
Via F. De Sanctis, 1
86100 Campobasso CB

www.unimol.it

Come citare: Cognome1 N., Cognome2 N., Titolo del contributo, in: *Abstracts
Convegno Nazionale Science for the Planet* (Eds. Avino P., Carriera F., Di Fiore C.);
Università del Molise: Campobasso, Italy, 2023; pp. XX-XX.

ISBN 9788896394427

I edizione – luglio 2023

COMITATO SCIENTIFICO

Pasquale Avino (UNIMOL, Presidente)

Paolo Ceci (IIA-CNR)

Antonio De Cristofaro (UNIMOL)

Mukherjee Debabrata (IE&ES)

Stefano Farris (UNIMI)

Claudio Ioriatti (Fondazione Edmund Mach)

Luigi Pierno (ARPA Molise)

Claudio Porrini (UNIBO)

Gaetano Settimo (ISS)

Matteo Vitali (UNIROMA1)

COMITATO ORGANIZZATORE

Fabiana Carriera

Dalila Di Criscio

Cristina Di Fiore

Mariolina Fanelli

Sonia Ganassi

Alessia Iannone

Massimo Mancini

Debora Mignogna

Ivan Notardonato

Sergio Passarella

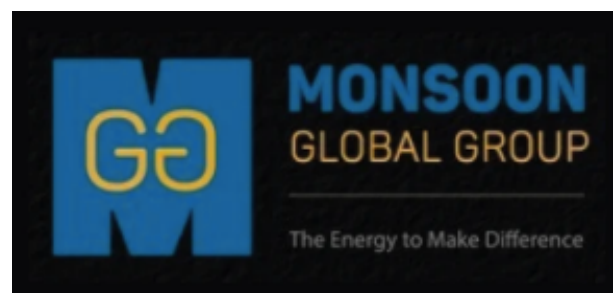
Sonia Petrarca

Roy Shreyasee

Con il Patrocinio di:



Società Chimica Italiana





Con il contributo di:



Acqua Minerale Naturale Oligominerale



PRESENTAZIONE

Il Congresso "Science for the Planet" è un'iniziativa dell'Università degli Studi del Molise con il supporto di diversi Enti istituzionali e di diverse Società scientifiche che mira ad una costruttiva discussione su temi di rilievo ambientale tra esperti, figure professionali e *stakeholder* a qualsiasi livello e titolo.

Il Congresso ha trattato tematiche ambientali quali microplastiche, aerosol e biomonitoraggio ambientale con organismi viventi, con il fine di discutere le problematiche attuali e di lavorare insieme per preservare il nostro Pianeta.

La scienza a servizio del Pianeta è stata la linea guida della costruzione dell'intera iniziativa e, sulla base di ciò, esperti, professionisti, accademici, attivisti si sono riuniti per lavorare sinergicamente alla salvaguardia dell'ambiente.

Il Congresso ha valorizzato i temi pregiandosi di diverse relazioni orali e contributi poster che disegnano una forte attività nel campo ambientale da parte della comunità scientifica italiana ed internazionale. A valorizzare ulteriormente l'iniziativa, la presentazione del libro "I superbatteri – Una minaccia da combattere" di Fabrizio Pregliasco, scienziato di chiara fama, ha fornito importanti spunti di riflessione per tutti i partecipanti. Inoltre, una tavola rotonda dedicata a tematiche ambientali, con un particolare focus sulla Regione Molise, ha concluso la giornata dedicata all'aerosol, garantendo un confronto costruttivo tra Istituzioni e cittadini (Associazione Mamme per la Salute e l'Ambiente Onlus) aprendo un importante canale di comunicazione tra le due realtà

I Comitati Scientifico e Organizzativo sperano che questo congresso possa ispirare le giovani generazioni ad intraprendere azioni concrete per la protezione del nostro Pianeta.

Antonio De Cristofaro & Pasquale Avino

Con grande piacere dò un caloroso saluto ad organizzatori e partecipanti a questo importante convegno. Si toccheranno temi di grande rilievo ed attualità in tema di ambiente e salute, un'area di lavoro storicamente coltivata in modo sostanziale da ISS. L'Istituto ha da tempo identificato l'inquadramento One Health come sua impostazione di riferimento per molte linee di attività, e gli argomenti trattati in questo convegno dimostrano, una volta di più, la centralità dei determinanti ambientali per la salute umana, animale, e del pianeta.

Il convegno vede infatti il contributo di diversi ricercatori nazionali e internazionali provenienti da diverse discipline scientifiche che condivideranno le loro esperienze e le loro conoscenze con l'obiettivo di allargare il dibattito scientifico su diversi aspetti e attività che hanno alla base strategie e azioni di salvaguardia della salute, dove il ruolo della ricerca è fondamentale per far fare scelte di salute accessibili a tutti.

Verranno affrontate le sfide sulle microplastiche in aria, acqua e suolo, sull'inquinamento atmosferico indoor e outdoor, sul particolato nanometrico ingegnerizzato-nanomateriali e naturale, sulle valutazioni del rischio, sulle valutazioni delle esposizioni attraverso le principali vie e la qualità delle matrici alimentari sono tutti temi che vanno affrontati in maniera multidisciplinare e centrati sulla popolazione. Si parla dei Determinanti della Salute, in particolari quelli ambientali (in senso esteso), e ritengo che queste discussioni conducano a parlare anche di "determinanti dei determinati" cioè a dire delle scelte in tutti i settori dove è possibile praticare una robusta prevenzione primaria. Per questo riteniamo importante fornire al SSN le informazioni e le evidenze necessarie per rafforzare tale opera, fondamentale, di prevenzione, uno degli elementi centrali della salute ed equità.

Nell'augurare un fruttuoso lavoro per questa giornata confermo l'impegno e l'apertura dell'Istituto Superiore di Sanità a collaborare su queste tematiche.

**Prof. Silvio Brusaferrò Presidente
Istituto Superiore di Sanità**

Programma

Mercoledì 28 Giugno 2023

9.00 Registrazione dei partecipanti

Aula Magna

10.00 Introduzione a cura di Antonio De Cristofaro
Saluto delle Autorità:
Claudio Lupi (Prorettore, Università del Molise)
Angelo Belliggiano (Presidente Corso di Laurea CO-STAg, Università del Molise)
Giovanni Villone (Presidente del Comitato Bioetico di Ateneo, Università del Molise)

Moderatore: Antonio De Cristofaro

10,30-11.10 Intervento a cura di Stefano Ciafani, Legambiente Nazionale

11.10-11.40 **Presenza di plastiche e altri microinquinanti organici emergenti in matrici ambientali: fenomeno ineluttabile o prevenibile?**

Matteo Vitali
Università di Roma La Sapienza

11.40-12.00 Coffee break

Moderatore: Stefano Farris

12.00-12.20 **Microplastiche nei pesci e nei molluschi bivalvi**

Federica Di Giacinto
Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"

12.20-12.40 **Microplastiche e alimenti: un macro-problema?**

Cristina Di Fiore
Università del Molise

12.40-13.00 **Identificazione di microplastiche in biosolids da fanghi di depurazione urbana, attraverso spettroscopia Vis-NIR e FTIR-ATR**

Erika Di Iorio
Università del Molise

Light Lunch

- 14.00-15.00 Sessione poster e visita espositori
Moderatore: Matteo Vitali
- 15.00-15.30 **Food Packaging: tra tradizione ed innovazione**

Stefano Farris
Università di Milano Statale
- 15.30-15.50 **Sviluppo di nuovo metodo analitico mediante microscopia Raman per la determinazione e caratterizzazione di microplastiche in acque destinate al consumo umano**

Eleonora Brancaleone
Istituto Superiore di Sanità
- 15.50-16.10 **Microplastiche e ambiente: problematiche e sfide**

Andrea Militello
INAIL
- 16.10-16.40 Coffee break
- 16.40-17.00 **Microplastiche nell'aerosol: dai nostri vestiti al mare**

Fabiana Carriera
Università di Cassino
- 17.00-17.20 **Airborne submicroplastics and their evolution upon contact with biological particles following active transport to beehives**

Valentina Marassi
Università di Bologna
- 17.20-17.40 **Rilascio di ftalati negli alimenti dal packaging**

Mariolina Fanelli
Università del Molise
- 17.40-18.00 **Morbific bacteria in civic sludge in the Bounds of Kolkata, India**

Ujaan Roy
St. Xaviers' College (online)
- 18.00 Conclusioni della prima giornata

Giovedì 29 Giugno 2023

8.30 Registrazione dei partecipanti

Aula Magna

9.15 Saluti

Moderatore: Matteo Vitali e Antonio Fatica

09.30-10.00 **COVID-19 e aerosol**

Fabrizio Pregliasco
Università di Milano Statale

10.00-10.20 **La qualità dell'aria indoor: situazione italiana ed europea**

Gaetano Settimo
Istituto Superiore di Sanità, Presidente SIIAQ

10.20-10.35 **La trasmissione aerea di agenti patogeni respiratori: l'importanza della ventilazione e della distribuzione dell'aria nella gestione del rischio**

Giorgio Buonanno
Università di Cassino

10.35-10.50 **La valutazione della qualità dell'aria nei luoghi di lavoro – benessere, performance**

Michele del Gaudio
INAIL

10.50-11.30 Coffee break

Moderatore: Antonio Fatica e Gaetano Settimo

11.30-11.45 **Set-up of a protocol for the assessment of indoor air quality towards the protection of works of art**

Vittoria Guglielmi
Università di Milano Statale

11.45-12.00 **Concentrazioni di IPA nel PM₁₀ in 10 siti urbani italiani, valutate nell'ambito del progetto Reti Speciali**

Catia Balducci
IIA-CNR

12.00-12.15 **Sviluppo di un sistema di campionamento diffusivo multi-capillare per l'analisi di SVOC in fase vapore mediante TD-GC/MS**

Ettore Guerriero
IIA-CNR

12.15-12.30 **Valutazione preliminare dell'efficacia di un biofiltro botanico nell'abbattimento di particolato atmosferico (PM) e composti organici volatili (COV)**

Andrea Bergomi
Università di Milano Statale

Moderatore: Antonio Fatica, Giornalista

12.30-13.00 **Presentazione libro "I superbatteri – Una minaccia da combattere"**

Fabrizio Pregliasco
Università di Milano Statale

Light Lunch

14.00-15.00 Sessione poster e visita agli espositori

Moderatore: Antonio Fatica e Pasquale Avino

15.00-15.15 **Livelli di particolato in Molise**

Alberto Manfredi Selvaggi
ARPA Molise

15.15-15.30 **Studio preliminare di caratterizzazione del PM₁₀ in tre siti (Venafro, Sesto Campano, Pozzilli) nella piana di Venafro**

Luigi Pierno
ARPA Molise

15.30-15.45 **Una camminata per scoprire le particelle sub-microniche nel Molise**

Ivan Notardonato
Università del Molise

15.45-16.00 **Ecological and economical prospectives for the disposal of sewage sludge**

Giovanni Maria Piacentino
Life Augia

16.00-16.10 **Il contributo del settore industriale al particolato in atmosfera**

Domenico Cipriano

Sviluppo sostenibile e fonti energetiche, Ricerche sul sistema energetico (online)

16.10-16.30 Coffee break

Moderatore: Antonio Fatica - Giornalista

16.30-18.00 Tavola rotonda

Procura della Repubblica Isernia, Prefettura di Isernia, Regione Molise, Provincia Isernia, ASReM, Consorzio per lo sviluppo industriale di Isernia-Venafro, Legambiente Molise, ISDE, Mamme per la Salute e l'Ambiente.

20.30 Cena Sociale

Venerdì 30 Giugno 2023

8.30 Registrazione dei partecipanti

Aula Magna

9.15 Saluti

Moderatore: Antonio De Cristofaro e Svetlana Hrouzková

09.30-10.10 **Biomonitoraggio ambientale con le api: ricerche e applicazioni**

Claudio Porrini

Università di Bologna

10.10-10.30 **Progetto "APINCITTA" - L'ape come bioindicatore ambientale**

Angelo Orlando

Arma dei Carabinieri

10.30-10.50 **I probiotici come promettente strumento profilattico per ridurre i livelli di elementi chimici tossici o potenzialmente tossici nelle api**

Maria Luisa Astolfi

Università di Roma La Sapienza

10.50-11.30 Coffee break

Moderatore: Maria Luisa Astolfi e Claudio Ioriatti

11.30-12.00 **Analysis of apicultural products and arthropods for bioindication of environmental contamination**

Svetlana Hrouzková

Slovak University of Technology

12.00-12.20 **Biomonitoraggio con ape da miele in aree molisane e campane con potenziali criticità ambientali**

Dalila Di Criscio

Università del Molise

12.20-12.40 **Metalli pesanti nel miele: biomonitoraggio ambientale nelle aree Molise e Cilento**

Alessia Iannone

Università di Cassino

- 12.40-13.00 **Studio preliminare per l'impiego dell'Apis mellifera e del miele come bioindicatori di contaminazione ambientale nell'area costiera della regione Molise**
- Giuseppe Ianiri*
Istituto Superiore di Sanità
- Light Lunch
- 14.00-15.00 Sessione poster e visita agli espositori
- Moderatore: Claudio Porrini
- 15.00-15.30 **Contaminazione da fitofarmaci ed effetto della biodiversità paesaggistica sul polline raccolto dalle api**
- Claudio Ioriatti*
Fondazione Edmund Mach
- 15.30-15.50 **Biodiversity and traditional pastoral knowledge to promote climate resilience**
- Eric Chavez Betancourt*
University of Lima
- 15.50-16.30 Coffee break
- 16.30-16.50 **Inquinamento ambientale da PCB a Brescia: studio di biomonitoraggio umano su latte materno**
- Elena Dellatte*
Istituto Superiore di Sanità
- 16.50-17.10 **L'uso dell'Apis mellifera per monitorare il particolato aereo e per la valutazione degli effetti sulla salute degli impollinatori**
- Ilaria Negri*
Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza (online)
- 17.10-17.20 **Comparative analogy of the bacterial plethora in the marine and sweet water bioaerosol**
- Bidisha Chatterjee*
St. Xaviers' College (online)
- 17.20-17.30 Conclusioni

SESSIONE POSTER

Bacterial viability and air quality: experimental approach and results at the atmospheric simulation chamber ChAMBRé.

Elena Abd El, Università di Genova

Botanic plant pollen, microbial communities and phenolic compounds present in bee pollen and bee bread.

Gianluca Albanese, Università del Molise

Relazione tra livelli di concentrazione degli elementi nei capelli e sesso, altezza e massa (Indice di Massa Corporea) della giovane popolazione italiana.

Pasquale Avino, Università degli Studi del Molise

Bioaccumulation of microplastics in thrushes and blackbirds caught in Apulia: analysis for monitoring environmental quality by comparing different and innovative extraction techniques.

Giambattista Maria Altieri, Università di Bari Aldo Moro

The role of urban forests in the removal of air pollutants. A case study in Campobasso (IT).

Eduardo Antenucci, Università del Molise

Change of the sunlight spectrum provoked by plastic can alters the environmental compartments?.

Maria Luisa Astolfi, Università di Roma "La Sapienza"

Ottimizzazione e validazione di un metodo multi-residuale DLLME-QuEChERS per l'analisi di pesticidi in bioindicatori.

Mattia Borelli, Università di Milano Statale

Il deposito del particolato atmosferico su isolatori della rete elettrica: caratterizzazione chimica.

Mattia Borelli, Università di Milano Statale

Perfluoroalchilici (PFCs) nelle acque di fiume della regione Umbria: trend mensili ed ecological risk assessment (ERA).

Federica Castellani, Università di Roma "La Sapienza"

TiO₂ nanoparticles from sunscreen into sea waters: their potential effect on degradation of plastics.

Nicola D'Alessandro, Università di Chieti-Pescara "G. d'Annunzio"

Biomonitoraggio integrato dell'acqua destinata al consumo umano nella provincia di Teramo.

Federica Di Giacinto, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"

Approccio integrato e ad alta risoluzione temporale per la caratterizzazione chimica delle emissioni fuggitive in un'area industriale complessa.

Alessia Di Giglio, Università di Bari Aldo Moro

Monitoraggio della qualità dell'aria indoor in una chiesa: impatto della combustione di candele e incenso.

Alessia Di Giglio, Università di Bari Aldo Moro

Studio delle deposizioni atmosferiche nell'area portuale di Ancona.

Matteo Fanelli, Università Politecnica delle Marche

Evaluation of polyphenolic content and environmental pollutants in *Laurus nobilis* L. leaves from wild plants grown in different geographical areas of central Italy.

Francesca Fantasma, Università del Molise

Are mono-materials a suitable alternative to multi-layer food packaging systems?.

Stefano Farris, Università di Milano Statale

Microplastics in Rome's rainwater.

Luca Ugo Fontanella, Università di Roma "La Sapienza"

Livelli di esposizione occupazionale a benzo[a]pirene associato a particolato urbano in diverse città d'Italia e stima del rischio cancerogeno incrementale (ILCR).

Maria Pia Gatto, INAIL, Direzione Regionale Campania

Come migliorare la qualità dell'aria indoor? Il Progetto Europeo INQUIRE e il contributo dell'Italia.

Anna Laura Iamici, Istituto Superiore di Sanità

Idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti in *Malva sylvestris*: influenza delle attività antropogeniche in tre diversi siti urbani.

Giuseppe Ianiri, Università del Molise

Determinazione di PFAS nel particolato atmosferico, uno studio preliminare sulla loro presenza in Umbria.

Eleonora Marchetti, Università di Perugia

Criteri e metodi per il monitoraggio di microplastiche in acque da destinare al consumo umano all'interno del nuovo quadro normativo europeo.

Lorenzo Martellone, Istituto Superiore di Sanità

Metodo per il dosaggio diretto di elementi in tracce e ultra-tracce in acqua di mare.

Giorgia Mattei, Istituto Superiore di Sanità

Monitoraggio di elementi in tracce nell'acqua del Mar Mediterraneo.

Giorgia Mattei, Istituto Superiore di Sanità

Determinazione della presenza residua di acido peracetico utilizzati durante la sanificazione degli stabilimenti di imbottigliamento di acqua minerale.

Giorgia Mattei, Istituto Superiore di Sanità

Investigation on the detoxifying ability of lactic acid bacteria in the presence of heavy metals by atomic absorption.

Debora Mignogna, Università del Molise

Un approccio alternativo alla valutazione di rischio chimica quantitativa (QCRA) di acqua trattata e destinata al riuso in agricoltura, presso l'impianto italiano di Peschiera-Borromeo.

Susanna Murtas, Istituto Superiore di Sanità

Applicazione della trasformata di Fourier alla rimozione in tempo reale dei disturbi dai segnali prodotti da sonde di misura online.

Susanna Murtas, Istituto Superiore di Sanità

Il progetto Europeo Horizon “Evidence driven indoor air quality improvement (EDIAQI)”: il ruolo di Unimol.

Ivan Notardonato, Pasquale Avino, Università del Molise

Multiresidue analysis of PAHs, pesticides and PCBs in honey samples for source apportionment studies.

Sergio Passarella, Università degli Studi del Molise

Two main remedies to climate change (CC) and global warming (GW).

Giuseppe Quartieri, CACC Roma

Valutazione del contenuto di metalli in campioni di tartufi e suoli provenienti da diverse aree geografiche.

Fabrizio Ruggieri, Università dell'Aquila

Applicazione del disegno sperimentale per l'ottimizzazione della sintesi di zeoliti da utilizzare come materiali adsorbenti.

Fabrizio Ruggieri, Università dell'Aquila

Green technologies for the extraction of phytoconstituents from natural sources.

Vadym Samukha, Università degli Studi del Molise

Utilizzo di scarti di lavorazione come substrato innovativo per la crescita ed il trasferimento su fragole di probiotici della specie *Lactiplantibacillus plantarum*.

Angela Scauro, Università di Foggia

Sviluppo di una procedura innovativa per l'estrazione della frazione di tallio solubile dalle pareti interne di tubazioni idriche contaminate.

Clara Sette, Istituto Superiore di Sanità

Distribuzione spaziale di tallio nella rete idropotabile di un comune italiano contaminata da una sorgente di approvvigionamento.

Clara Sette, Istituto Superiore di Sanità

Speciazione mediante ASV e SEC/ICP-MS della frazione di tallio rilasciata in condizioni moderatamente acide da tubazioni idriche contaminate.

Clara Sette, Istituto Superiore di Sanità

Determinazione del cromo esavalente in cosmetici “giocattolo” tipo ombretto.

Clara Sette, Istituto Superiore di Sanità

Possibile impiego del drone aereo per trattamenti fitosanitari: normativa, vantaggi e limiti.

Virgilio Stillittano, Istituto Zooprofilattico di Lazio e Toscana

Presenza di residui di farmaci ad uso umano e veterinario nelle acque potabili: revisione sistematica.

Stefano Zanni, Università di Roma “La Sapienza”

Plenary Lectures

Presenza di plastiche e altri microinquinanti organici emergenti in matrici ambientali: fenomeno ineluttabile o prevenibile?

Matteo Vitali

Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Università "La Sapienza"

matteo.vitali@uniroma1.it

Nel corso degli ultimi anni i media riportano, con sempre maggior frequenza, dati allarmanti sulla presenza di microinquinanti cosiddetti emergenti in tutte le diverse matrici ambientali. Inoltre, nel nostro paese, alcuni recenti "avvenimenti ambientali" riportati su quotidiani e telegiornali hanno scosso l'opinione pubblica oltre a creare forte preoccupazione tra le popolazioni coinvolte. La motivazione alla base di questi eventi è il riscontro di "nuovi" microinquinanti, cioè composti generalmente non inclusi nelle liste delle sostanze da monitorare, che vengono rinvenuti in acque ambientali (dolci superficiali e di falda, marine costiere, di transizione, etc.), suoli e sedimenti, aria urbana, acqua destinata al consumo umano, alimenti sia di origine animale che vegetale.

La relazione vuole fare chiarezza su questi fenomeni, verificando mediante analisi della letteratura scientifica presente e passata quando e se sia il caso di definire realmente "emergenti" questi microinquinanti e quando, invece, i suddetti eventi potevano in qualche modo essere previsti e in parte prevenuti.

Aerosol e COVID-19

Fabrizio Pregliasco

Università degli Studi di Milano

fabrizio.pregliasco@unimi.it

Il Coronavirus SARS-CoV2 si è diffuso ampiamente e rapidamente in tutto il mondo e continuerà a circolare a lungo. La sua forza è determinata dalla sua continua capacità a mutare, dal fatto che determina nella maggioranza dei casi forme lievi o inapparenti e soprattutto dalla via di trasmissione aerea. Con il procedere degli studi è emerso in particolare il ruolo della trasmissione indiretta tramite aerosol. Nell'infodemia conseguente alla pandemia si è molto parlato della questione, spesso con errori macroscopici, in particolare responsabilizzando in modo acritico i sistemi di condizionamento degli ambienti confinati. L'emergenza sanitaria causata dal COVID-19 del 2020 ha riaperto con forza, sin da subito, la necessità di rivedere e accelerare i protocolli riguardo la qualità dell'aria indoor, rimasti sopiti dalla carenza progettuale e che oggi reclamano tutta l'irresponsabilità per la mancata adozione di misure atte a prevenire e coadiuvare una pandemia di questa portata. Se è vero che il contrasto alla malattia è affidato alla medicina, è altrettanto vero che le prime misure di contenimento sono quelle legate alla pulizia, igienizzazione e sanificazione degli ambienti.

In questa direzione, l'Istituto Superiore della Sanità ha pubblicato il RAPPORTO N°5/2020 INDICAZIONI AD INTERIM PER LA PREVENZIONE E GESTIONE DEGLI AMBIENTI INDOOR IN RELAZIONE ALLA TRASMISSIONE DELL'INFEZIONE DA VIRUS SARS-COV-2, in cui evidenzia: nei diversi edifici e ambienti in cui si svolgono una molteplicità di attività e funzioni (come le abitazioni, gli uffici, le strutture sanitarie, le farmacie, le parafarmacie, le banche, le poste, i supermercati, gli aeroporti, le stazioni e i mezzi di pubblici) è utile promuovere processi che permettano di acquisire comportamenti e misure di prevenzione della salute, sulle misure preventive e sulle azioni da adeguare e implementare rispetto a:

“ricambio dell'aria naturale, ventilazione meccanica, centralizzata e non, promuovendo l'apertura delle finestre e dei balconi, rimodulando le condizioni operative degli impianti tecnologici, le frequenze e le modalità delle manutenzioni, migliorando l'efficacia della ventilazione che deve essere sempre di più orientata all'utente e alla salute;

parametri microclimatici al fine di evitare valori di temperatura e di umidità relativa dell'aria troppo elevate o troppo basse. Tali fattori svolgono un ruolo centrale sulla capacità di difesa dell'apparato respiratorio, sulle dinamiche di evaporazione delle goccioline, sulla distanza percorsa, sulla vitalità e sulla sopravvivenza del virus;

indicazioni che favoriscono l'adozione di comportamenti corretti e prevenire quelli più a rischio, in particolare, evitando gli spazi chiusi e affollati, indossando correttamente la mascherina, mantenendo il distanziamento fisico dalle persone, procedendo ad eseguire

l'igiene delle mani. Si forniscono inoltre alcuni consigli pratici da adottare durante l'utilizzo di prodotti e di attrezzature impiegate nell'attività di pulizia, sanificazione e disinfezione. Alcuni prodotti possono portare ad emissioni di composti organici volatili COV e/o contribuire alla formazione secondaria di altri inquinanti di particolare interesse igienico sanitario (es. formaldeide, PM10, PM2,5);

carichi di lavoro e livelli di occupazione degli ambienti con l'obiettivo di garantire e massimizzare in ogni condizione la protezione della salute di cittadini, visitatori, clienti e lavoratori, e assicurare la riduzione del rischio di trasmissione".

Come in passato anche in questo documento sono considerati due diversi tipi di ambienti indoor:

ambienti domestici: "come le abitazioni in cui interagiscono quotidianamente esclusivamente i nuclei familiari, dove si potranno continuare a svolgere attività lavorative e didattiche a distanza attraverso le tecnologie digitali";

ambienti lavorativi progettati con standard dedicati agli specifici scopi: "come uffici pubblici e privati, scuole, università, uffici e sportelli bancari e postali, strutture sanitarie, farmacie, parafarmacie, supermercati, cinema, teatri, palestre, aeroporti, stazioni e mezzi pubblici (ferrovie, autobus, metropolitane, ecc.) in cui interagiscono, per le diverse esigenze, dipendenti, clienti, alunni, visitatori, operatori di ditte esterne, fornitori e viaggiatori".

Le novità del nuovo rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità

Il documento ricorda che le novità rispetto alla precedente versione del rapporto (25 maggio 2020) riguardano in particolare: i consigli e le raccomandazioni fornite che intendono facilitare la gestione dei vari spazi e ambienti di lavoro, anche con riferimento alle varie linee guida pubblicate "che, per i principali settori di attività, contengono le indicazioni operative e le differenti misure organizzative da attuare". "le procedure da mettere in atto per garantire un buon ricambio dell'aria naturale e una appropriata ventilazione meccanica nei diversi ambienti indoor, per raccomandare l'idonea filtrazione, la direzione dei flussi dell'aria dalle zone eventualmente meno contaminate pulite verso quelle potenzialmente più contaminate/inquinata, il controllo di temperatura e umidità relativa dell'aria e la periodicità della pulizia e manutenzione dei sistemi".

L'importanza del ricambio e della qualità dell'aria nell'emergenza COVID-19

Il Rapporto segnala poi vari documenti di riferimento sull'inquinamento indoor e ricorda le varie campagne lanciate dall'ISS con lo scopo di promuovere "una maggiore attenzione delle persone alla qualità dell'aria indoor, ai regolari ricambi dell'aria, alla ventilazione e alla combinazione di entrambi al fine di migliorare la qualità dell'aria negli ambienti indoor più frequentati (attraverso il rafforzamento dei ricambi dell'aria, l'aumento della portata, i flussi dell'aria dalle zone più pulite verso quelle più sporche, la riduzione del ricircolo se è possibile, la filtrazione più efficace, controllo dell'umidità relativa e la temperatura)".

Si sottolinea che i ricambi dell'aria possono essere migliorati "utilizzando quanto più possibile le aperture delle finestre e dei balconi, questo rappresenta tra i molti modi, il più semplice per implementare sin da subito l'ingresso di un flusso 'd'aria esterna'

regolare, intermittente o incrociato e assicurare la diluizione/riduzione degli inquinanti di diversa natura prodotti all'interno, comprese le eventuali unità virali presenti".

Il Rapporto sottolinea poi che ancora oggi "molte persone ignorano la necessità fondamentale dei ricambi dell'aria perché considerano predominante il comfort termico, o l'aspetto energetico nel tentativo di non 'sprecare' o ridurre i consumi energetici e i costi associati, specialmente nelle giornate in cui le condizioni meteo sono caratterizzate da temperature basse o alte. Con queste condizioni climatiche si tende a rimanere per più tempo al chiuso con finestre e balconi mantenuti chiusi o comunque poco aperti e per tempi ridotti, e/o si utilizzano sistemi di condizionamento/raffrescamento che ricircolano sempre la stessa aria, senza scambio con l'esterno". Dunque c'è la necessità di "effettuare un'attività di formazione/informazione sull'importanza della qualità dell'aria indoor, e sullo stretto rapporto esistente tra ambiente indoor e salute, con l'obiettivo di promuovere e facilitare azioni di riduzione dell'esposizione, esplicitando in modo chiaro il ruolo svolto dai ricambi dell'aria attraverso le aperture di finestre e balconi e con sistemi meccanici".

Chiaramente l'ottimizzazione dei ricambi dell'aria e della ventilazione "è solo una delle azioni da intraprendere, e da sola incide parzialmente nel ridurre il rischio di contaminazione e trasmissione del virus delle sue varianti, se non vengono rispettate tutte le altre azioni personali di prevenzione e riduzione del rischio, e in primis, il distanziamento fisico, l'uso delle mascherine (controllo alla sorgente), il lavaggio delle mani, l'etichetta respiratoria per la tosse e gli starnuti così come dalle disposizioni in vigore".

In questo senso la riduzione del rischio di contaminazione e diffusione "si basa proprio sull'attuazione integrata e organica di queste misure personali e collettive, che rimangono tuttora le più efficaci. Nessuna singola misura può ridurre da sola il rischio. A questo proposito è necessario ricordare che la generale strategia di prevenzione deve continuare ad essere applicata anche in questo periodo in cui parte della popolazione è stata vaccinata".

Si rimanda inoltre alla lettura integrale del Rapporto e ricordando che nel mese di marzo 2021 l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) ha pubblicato il documento "Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19" che esamina i diversi ambienti indoor, le modalità di ventilazione naturale e meccanica per migliorare e garantire un buon ricambio dell'aria all'interno degli edifici, al fine di ridurre il rischio di diffusione del SARS-COV-2. In questo documento ribadisce come "la ventilazione naturale e meccanica è parte strategica degli interventi di prevenzione e controllo della riduzione del rischio di trasmissione di COVID-19".

A livello macroscale uno studio svolto in Lombardia durante la prima ondata evidenzia una correlazione tra alcuni parametri climatici quali l'umidità, la temperatura massima e la radiazione solare c, gli ultimi due con una correlazione inversa, essere statisticamente correlati alla diffusione del virus SARS_CoV-2.

Un recente studio (Epi.Cov.Air dell'ISS – ISPRA) ha evidenziato un incremento di mortalità e di infezioni Covid-19 negli anziani residenti nel Nord Italia durante la prima ondata pandemica, a causa del più alto livello di polveri fini presenti in Pianura Padana

rispetto al resto del Paese. Studio che conferma i precedenti risultati: per ogni incremento di 10 microgrammi (mcg) su metro cubo (m³) delle concentrazioni medie annuali di polveri sottili si osserva un aumento della mortalità generale per tutte le cause pari al 7%, di cui

un +10% di mortalità per malattie cardiovascolari o cause respiratorie e un +26% di incidenza di infarti. Il problema è tanto più grave dal momento che non si può scegliere l'aria che si respira ed è possibile registrare incrementi anche più alti di 10mcg/m³ in alcune zone d'Europa come la Pianura Padana. Lo studio su dati georeferenziati, nel 2022 SIMA ha analizzato l'associazione tra contagi, ricoveri e decessi per Covid-19 e l'estensione delle aree verdi pubbliche in 10 città italiane e 8 spagnole con più di 500.000 abitanti (Roma, Bologna, Catania, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Torino, Venezia, Madrid, Barcellona, Valencia, Siviglia, Saragozza, Malaga, Las Palmas, Bilbao). Al netto delle diverse dinamiche di contagio legate alla densità di popolazione, i risultati dello studio hanno mostrato come l'impatto del Covid in termini di contagi, ricoveri e decessi sia stato inferiore in quelle città che vantano una maggiore estensione del verde pubblico e minori concentrazioni medie annue di PM_{2.5}. In base ai dati elaborati e riferiti al 2021, ad ogni incremento di 1 km² di aree verdi urbane per 100mila abitanti sono corrisposti circa 68 contagi in meno tra la popolazione, e 115 decessi evitati. Ancora più pronunciato l'effetto dell'inquinamento atmosferico, laddove ad ogni incremento di 1mcg per metro cubo di PM_{2.5} per 100mila abitanti sono corrisposti 367 contagi e 796 morti in più.

Biomonitoraggio Ambientale con le Api: Ricerche e Applicazioni

Claudio Porrini

Dip. di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL), Università di Bologna

claudio.porrini@unibo.it

L'impiego dell'ape nel monitoraggio ambientale è relativamente recente, ma già nel 1906 Antonio Berlese, nel 1907 un olivicoltore di nome James Auget [1] e nel 1935 Jaroslav Svoboda, prefiguravano le performance dell'ape come strumento di indagine ambientale soprattutto per rilevare la presenza di pesticidi e radionuclidi. In seguito un grande impulso alle ricerche sull'impiego delle api nel monitoraggio ambientale lo diede Jerry Bromenshenk dell'Università del Montana per il rilevamento di metalli pesanti. In Italia gli studi sull'impiego dell'ape come bioindicatore sono iniziati nel 1980 con il monitoraggio dei pesticidi. La strategia è stata applicata soprattutto del nord Italia dove sono state installate circa 400 punti di rilevamento per un totale di 2800 km² di territorio controllato. Nel biennio 1987-1988 in provincia di Ferrara, si è potuto accertare, a conferma dell'efficacia dell'ape come bioindicatore dei pesticidi che, i principi attivi maggiormente rinvenuti nei campioni di api morte, erano anche quelli più venduti nel territorio provinciale [2]. Grande spazio è stato dato alle ricerche per individuare gli strumenti migliori per la valutazione della mortalità delle api, come le gabbie di raccolta ed i conta-api elettronici. Gli studi sull'uso delle api per il monitoraggio dei metalli pesanti, sono stati condotti utilizzando soprattutto api bottinatrici e miele "giovane", cioè di recente importazione nell'alveare e, in sintesi, hanno riguardato: il confronto tra il contenuto esterno e quello interno del corpo delle api, le differenze tra le bottinatrici in entrata e in uscita, quelle prelevate al mattino rispetto a quelle raccolte alla sera sia in ambiente urbano che in ambiente extraurbano. Per il miele "giovane" si è valutata l'influenza della presenza della melata (più esposta del nettare) nei campioni prelevati, l'analisi del miele nei vari stadi di maturazione (giovane, opercolato, centrifugato e maturo), l'eventuale bioaccumulo dei contaminanti nelle larve. L'attenzione è stata anche rivolta ai protocolli di campo impiegati che sono stati man mano migliorati attraverso il calcolo del coefficiente di variazione. I dati ottenuti sono stati rapportati con il tipo di terreno, i parametri meteorologici e i dati rilevati con altri sistemi (centraline automatiche). Le analisi palinologiche e quelle morfologiche (del particolato individuato nelle matrici raccolte) sono state spesso utili per individuare l'origine delle contaminazioni. Oltre che per l'inquinamento da pesticidi e metalli pesanti, l'ape è stata utilizzata anche per quello radioattivo, per individuare la presenza di idrocarburi policiclici aromatici, diossine ma anche batteri fitopatogeni ed esplosivi [3]. Numerosi sono stati negli anni i progetti in cui le api sono state impiegate come bioindicatori, e negli ultimi tempi, con l'aumentata consapevolezza da parte della cittadinanza

dell'importante ruolo che svolge l'ape in questo settore, le richieste sono notevolmente aumentate coinvolgendo anche altri apoidei, quelli selvatici, su cui si stanno conducendo ricerche a riguardo.

[1] Accorti M., **1994**. Influenza dell'ambiente sul comportamento e sulla biologia delle api nel monitoraggio ambientale. *Atti del convegno: "L'ape come insetto test dell'inquinamento agricolo" P.F "Lotta biologica e integrata per la difesa delle colture agrarie e delle piante forestali"* del Ministero Agricoltura e Foreste, Firenze, 28 marzo 1992: 45-57.

[2] Celli G., Porrini C., **1991**. L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi. *Le Scienze* 274: 42-54

[3] Porrini, C., Ghini, S., Girotti, S., Sabatini, A.G., Gattavecchia, E., Celli G., **2002**. Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy. p.186-247. In: J. Devillers and M.H. Pham-Delègue (eds.), *Honey bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals*, Taylor & Francis, London and New York.

Keynotes

Bioetica e scienze per il Pianeta: il saluto del Comitato Bioetico di Ateneo

Giovanni Villone

*Presidente del Comitato Bioetico di Ateneo, Dipartimento di Medicina e di Scienze della Salute
"Vincenzo Tiberio"*

giovanni.villone@unimol.it

Il Convegno "Science for the Planet" è un convegno di 'pura' bioetica. Per questo sono particolarmente grato ai colleghi e amici organizzatori, Antonio De Cristoforo e Pasquale Avino, per avermi invitato a portare i saluti del Comitato Bioetico di Ateneo. Io sono oncologo, come l'inventore del termine 'bioetica', Van Rensselaer Potter, che nel 1970 pubblicò l'articolo "Bioethics, the Science of Survival" [1] e l'anno successivo il volume "Bioethics, Bridge to the Future"; egli si era ben reso conto che l'uomo si stava apprestando a superare limiti di natura fino ad allora percepiti come invalicabili e, quindi, auspicava un cammino di riflessione che portasse a scelte condivise utili per tutti, al punto che nel 1988 pubblicò "Global Bioethics" [2]. Certo, l'uomo è animale tra gli altri animali ed è un 'pezzo di natura'; eppure è innegabile che egli abbia una forza trasformativa non paragonabile a quella di nessun altro vivente; e con l'ambivalenza di tale capacità è ormai ineludibile fare i conti. Nel Comitato Bioetico del nostro Ateneo siedono rappresentanti di tutti i nostri Dipartimenti e quindi di diverse provenienze culturali e disciplinari: giuristi, filosofi, medici, veterinari, economisti nonché proprio quei colleghi che si occupano di ambiente, agricoltura e alimenti. Solo ascoltando, con curiosità e umiltà, i linguaggi altri e diversi si forma il parere del Comitato. Rispetto allo specifico in discussione in questi tre giorni di studio, il punto di partenza non può che essere l'articolo 9 della Costituzione della Repubblica Italiana, che, pur essendo uno dei primi dodici contenenti i principi intangibili, è stato modificato dal Legislatore, così che in esso, oltre a leggersi "La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione", dal febbraio 2022 si legge anche "Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni". Ora, se è vero, come è vero, che nei Paesi laici e democratici i diritti nascono dalla contrapposizione (si pensi solo alle suffragette, che si fecero imprigionare e uccidere per ottenere il diritto al voto per le donne; diritto che alle nostre latitudini viene considerato ormai un'acquisizione quasi astorica, mentre in altri Stati ad oggi non è ancora riconosciuto), le generazioni future, che non ci sono, non possono rivendicare alcun diritto; il che significa che siamo noi a doverci caricarci di un dovere. Il dovere di utilizzare quella capacità trasformativa propriamente umana per realizzare un radicale cambio di paradigma. Nel logo del Convegno la O di 'for' rappresenta il pianeta Terra ricoperto da "un nero sudario", per citare Pierangelo Bertoli con la sua "Eppure soffia" [3]. Esattamente così: io, proprio in quanto parte di un

Comitato che ritiene che debba esserci un vincolo bioetico che ci unisce, voglio credere che l'uomo si impegni a sollevare quel sudario e a fare in modo che la Terra esca dal sacco per immondizia nel quale sembra che egli stesso l'abbia messa, come ancora una volta sembra suggerire il logo di questo interessantissimo Convegno.

[1] Potter V.R. *Perspect. Biol. Med.* **1970**, 14, pp. 127-153.

[2] Potter V.R. *Global Bioethics*, Michigan State University Press, 1988.

[3] Bertoli P., Borghi A. *Roca Blues*. **1975**, Made in Sassuolo.

Are mono-materials a suitable alternative to multi-layer food packaging systems?

Daniele Carullo¹, Andrea Casson², Cesare Rovera¹, Masoud Ghaani¹, Tommaso Bellesia¹, Riccardo Guidetti², Stefano Farris¹

¹DeFENS, Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2 – I-20133 Milan, Italy

²DISAA, Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2 – I-20133 Milan, Italy

stefano.farris@unimi.it

A polyethylene (PE)-based “mono-material” (MM) functionalized via thin-coating technology [1] was considered as a potential alternative to three different multi-layer (ML) configurations (Tab. 1: composition, and overall thickness of tested food packaging materials) widely used within the food packaging sector.

Material	Composition (from the inner to the outer layer)	Thickness [μm]
MM	LDPE (80 μm) – tie (2 μm) – O ₂ -barrier coating (1.2 μm) – OPE (25 μm)	107.70 \pm 1.70
ML ₁	LDPE (38.5 μm) - EVOH (3 μm) – LDPE (38.5 μm) – tie (3 μm) - PET (12 μm)	97.42 \pm 2.15
ML ₂	LDPE (100 μm) – tie (1.5 μm) - Al (8 μm) – tie (3 μm) - PET (12 μm)	122.87 \pm 2.42
ML ₃	LDPE (50 μm) – tie (3 μm) - Nylon (15 μm) – tie (2.5 μm) – LDPE (10 μm)/Paper (25 μm)	106.14 \pm 1.86

Legend: LDPE – low-density polyethylene, tie – adhesive, OPE – oriented polyethylene, EVOH – ethylene vinyl alcohol, PET – polyethylene terephthalate, Al – aluminum.

The latter are currently employed for the storage of both wet and dry products, namely cooked ham slices (ML₁), ground coffee (ML₂), and fresh pasta (ML₃).

The four materials were subjected to an in-depth characterization via the systematic measurement of their optical (transmittance, and haze), gas/vapor barrier (carbon dioxide transmission rate – CO₂TR, oxygen transmission rate – O₂TR, and water vapor transmission rate - WVTR), and mechanical (seal strength - SS, tensile strength - TS, puncture force - PF, and coefficients of friction - COF) features. Moreover, an environmental comparison among tested materials was also performed through life cycle assessment (LCA) analysis. To this purpose, the system boundaries followed a “cradle-to-gate” approach, and the life cycle assessment included all the activities from raw material extraction to packaging film creation.

As far as the optical properties are concerned, the mono-material displayed a pronounced UV-shielding effect below 280 nm. This effect is due to the presence of the thin-layer coating, which mimics the UV absorption capability of chromophore groups pertaining to nylon (carbonyls) and PET (aromatic ring) [2] in ML₃ and ML₁ structures. The mono-material also showed an outstanding performance concerning oxygen ($O_2TR = 0.35 \pm 0.02 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and water vapor ($WVTR = 2.45 \pm 0.19 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) barrier behavior, again ascribed to the oxygen barrier coating and the intrinsic hydrophobicity of polyethylene [3], respectively. It is also worth noting that the coating within MM sample possessed a superior CO₂- and especially O₂-barrier performance than EVOH of ML₁ system did, as testified by the lower permeability coefficients (P') exhibited ($P'_{CO_2, \text{coating}} = 1.01 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ vs. $P'_{CO_2, \text{EVOH}} = 11 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$, $P'_{O_2, \text{coating}} = 0.38 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ vs. $P'_{O_2, \text{EVOH}} = 1.57 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$). The coating also provided the MM system with good sealability ($SS \approx 30\text{N}/25\text{mm}$), tensile/puncture resistance ($TS = 38.2 \text{ MPa}$, $PF = 16.3 \text{ N}$), and slipping-ability over metal surfaces ($COF_{\text{static}} = 0.25$, $COF_{\text{dynamic}} = 0.14$) comparable to those displayed by multi-layer systems. Last but not least, the environmental performance of the materials assessed via LCA showed that the mono-material represented the less impactful configuration, with the lowest effect on several environmental indicators (e.g., global warming, ozone layer depletion, terrestrial ecotoxicity, acidification, and eutrophication).

In conclusion, this work highlighted the capability of PE-based mono-materials functionalized via coating technology to act as replacements for “heavy” multi-layer configurations, thus fulfilling both circularity and environmental sustainability requirements (e.g., 100% recyclable).

[1] Farris S., Introzzi L., Fuentes-Alventosa J.M., Santo N., Rocca R., Piergiovanni L. *J. Agric. Food Chem.* **2012**, *60*, 782 – 790.

[2] Rizzo V., Torri L., Licciardello F., Piergiovanni L., Muratore G. *Packag. Technol. Sci.* **2015**, *27*, 437–448.

[3] Wang J., Gardner D. J., Stark N. M., Bousfield D. W., Tajvidi M., Cai Z. *ACS Sustain. Chem. Eng.* **2018**, *6*, 49 – 70.

La qualità dell'aria *indoor*: la situazione in Italia e in Europa

Gaetano Settimo

Coordinatore del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento Indoor, Istituto Superiore di Sanità

gaetano.settimo@iss.it

La qualità dell'aria *indoor*, trova finalmente una crescente attenzione da parte del legislatore internazionale, europeo e nazionale. Per la Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) rappresenta, una delle principali problematiche di salute pubblica che deve essere affrontata visto l'impatto che ha sulla popolazione. Alcune importanti tappe sono state raggiunte per quanto riguarda la presenza, la qualità e il ruolo delle sorgenti, la valorizzazione della gestione dei ricambi dell'aria, lo svolgimento di specifiche attività di formazione e il "peso" delle misure di risparmio energetico adottate in molti settori dell'edilizia. In Italia, con il Piano di Prevenzione 2020-2025 del Ministero della Salute, sottoscritto dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni, e le provincie Autonome, ed adottato come linee guida, si pone grande attenzione al tema della qualità dell'aria *indoor*, che per la prima volta rientra tra le azioni centrali del PNP 2020-2025. Nel nostro Paese l'attenzione del legislatore alla qualità dell'aria *indoor* è stata per molti anni carente e le complesse vicende che ha vissuto l'intero settore ne hanno fortemente influenzato sia lo sviluppo di un piano nazionale sulla qualità dell'aria *indoor*, sia di uno specifico atto legislativo che di integrazione e aggiornamento del d.lgs 81/08 s.m.i che ad oggi non contiene alcun titolo dedicato alla tematica e alle indicazioni alla della OMS sulla qualità dell'aria *indoor*. La conoscenza del livello di qualità dell'aria *indoor* consente, oltre alla verifica del rispetto dei valori di riferimento/guida, il controllo della corretta gestione dell'ambiente *indoor*. Pertanto al fine di valutare la qualità dell'aria *indoor* negli uffici, scuole, ospedali, banche, uffici postali, metropolitane, ecc. è errato continuare ad utilizzare i riferimenti presenti negli allegati XXXVIII, XLI, XLIII, perché oggi sono presenti diversi specifici riferimenti elaborati dalla OMS e da diversi gruppi di lavoro nazionali ed europei sulla tematica *indoor*. L'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ha attivato uno specifico Gruppo di Studio Nazionale (GdS) Inquinamento *Indoor* che ha elaborato una serie di documenti scientifici condivisi, al fine di consentire azioni armonizzate a livello nazionale ed europee [1-3], e portare un concreto contributo tecnico alla soluzione dei diversi problemi legati alla qualità dell'aria *indoor*. Per quanto riguarda i riferimenti legislativi adottati dalle diverse Nazioni, si è manifestata la tendenza ad individuare alcuni parametri chimici di base della grande famiglia dei Composti Organici: VVOC, COV, il PM₁₀ e PM_{2,5} con i relativi metodi di misurazione da utilizzare (ISO 16000) seguendo le indicazioni della OMS presenti nei documenti Linee Guida sulla qualità dell'aria indoor e outdoor. A questi inquinanti vanno aggiunti i parametri relativi alla CO₂, alla Temperatura e all'Umidità Relativa. In Tabella 1 riporta una comparazione tra la situazione attuale in diverse Nazioni europee e le linee guida OMS.

Altro aspetto da sottoporre all'attenzione è quello relativo ai ricambi dell'aria (naturali e meccanici) e, più in generale, alla ventilazione attraverso i sistemi di ventilazione meccanica, per il mantenimento di una buona qualità dell'aria indoor, attraverso l'ingresso di "aria fresca esterna" necessaria alla diluizione/riduzione delle concentrazioni degli inquinanti. Come precedentemente riportato, per le misurazioni degli inquinanti, una serie di indicazioni sugli orientamenti si hanno dai lavori dell'ISO che hanno elaborato il pacchetto della norma ISO 16000 e recepite dal CEN e dall'UNI. In Tabella 2 si riporta un elenco delle principali norme elaborate.

Alla luce delle criticità emerse in questi ultimi anni l'approccio deve essere ridiscusso, in particolar modo per quanto riguarda il revamping e la futura progettazione degli impianti (es. ricircolo, filtrazione, umidificazione, flussi, ecc.) e delle unità locali, per i quali si dovrà tenere conto dell'esperienza pandemica del Covid-19. Per una corretta impostazione si può far riferimento al pacchetto UNI EN 16798, alle indicazioni OMS, a quelle CDC 2023 e alle indicazioni riportate dall'ISS nel rapporto Covid n. 11/2021.

Analysis of Apicultural Products and Arthropods for Bioindication of Environmental Contamination

Svetlana Hrouzková, Ján Hrouzek, Natália Grigová, Tamara Pócssová, Agneša Szarka

Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology, Institute of Analytical Chemistry, Radlinského 9, SK-812 37 Bratislava, Slovak Republic

svetlana.hrouzkova@stuba.sk

Honeybee (*Apis mellifera* L.), apicultural products as well as tiny organisms such as arthropods living in sediment environment could bring the information about the quality of the environment or some compartment of the environment. Polluting substances called micropollutants might be accumulated in biota. The examination of some living organisms provides the possibility to monitor the large environment area which is the habitat of the living beings serving as bioindicator. Beekeeping has increased concerns about the presence of micropollutants in apicultural products [1,2]. Positive findings of contaminants in honeybee and their products may indicate the contamination of a large-monitored area as it is known, bees can operate in long distances.

Aquatic species of arthropods, crustaceans and mollusks, as well as fish, are often used as indicators of water quality. The bodies of these organisms have the ability to accumulate and concentrate lipophilic substances in their fatty tissues. Crustaceans, mollusks and fish are a source of low-calorie proteins and their nutritional value is high. These organisms are a frequent element of the human diet, and in addition they have the ability of indicating the cleanliness of their habitats. In the case of contamination with micropollutants residues, it can lead to disruption of the endocrine system of the consumer, which implies the necessity of checking the presence of contaminants in the edible parts of the discussed organisms [3]. Micropollutants in aquatic species indicates the contamination of water and sediments, the habitat of these organisms.

Taking into account the ultra-trace concentration levels of micropollutants in environmental samples, the procedures for determination of these contaminants require complicated multistage sample preparation mainly including extraction and purification as well. The multiresidue procedure deals with a wide variety of physicochemical properties of pesticides of different chemical families. The most efficient approach to pesticide residue separation involves the use of gas and/or liquid chromatographic methods combined with mass spectrometric detection employing various analyzers (quadrupole, triple quadrupole, time-of-flight, orbitrap, linear ion trap etc.).

The analysis might be considerably complicated by the co-injected matrix components responsible for the matrix-induced chromatographic response enhancement or the decrease of the response. Injecting a real sample extract, the matrix components are used to block active sites in the GC injector, column and /or other parts of the chromatographic system, thus reducing losses of susceptible analytes caused by adsorption or degradation

on active sites. This phenomenon results in ordinarily higher analyte signals in matrix-containing versus matrix-free solutions. Therefore, the thorough investigation of composition brings valuable information to suggest the efficient ways to remove interferences from the extract.

[1] Blažková I., Hrouzek J., Szarka A., Pócsová T., Hrouzková S. *Acta Chim. Slov.* **2022**, 15(1), 103-116.

[2] Rusnáková M., Hrouzek J., Hrouzková S. *J. Apic. Res.* **2023**, 62(1), 76-96.

[3] Rusiňáková K., Kirchner M., Hrouzková S. *Chem. listy* **2022**, 116, 481–493.

Acknowledgement

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract No. APVV-19-0149. The work was supported by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic (VEGA project No. 1/0412/20).

Contaminazione da fitofarmaci ed effetto della biodiversità paesaggistica sul polline raccolto dalle api

Valeria Malagnini¹, Andrea Cappellari², Livia Zanutelli¹, Paolo Fontana¹, Claudio Ioriatti¹

¹Fondazione Edmund Mach, San Michele a/A, Trento

²Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente (DAFNAE), Università di Padova, Padova

claudio.ioriatti@fmach.it

Al fine di monitorare il livello di contaminazione da fitofarmaci del polline bottinato da *Apis mellifera* in diversi contesti colturali del Trentino, sono state selezionate 12 località (tre in prossimità di meleti, tre in aree viticole, tre in contesto urbano e tre lontane da aree agricole). Per ciascun sito è stata analizzata la composizione paesaggistica a tre km di raggio di bottinamento classificando il territorio in 24 tipologie d'uso. In ogni località sono state collocate due colonie di api e, mediante trappole piglia-polline, da ciascuna colonia è stato raccolto un campione di polline con cadenza mensile da aprile a settembre per due anni consecutivi [1]. Ciascun campione pollinico è stato quindi sottoposto ad analisi multiresiduali per la determinazione della contaminazione da fitofarmaci ed all'analisi palinologica per identificare i taxa bottinati. Nel corso dei due anni di sperimentazione su 135 campioni, 9 sono risultati privi di residui. Nei campioni contaminati sono stati ritrovati 85 principi attivi; i fungicidi rappresentavano il 52 %, gli insetticidi/acaricidi rappresentano il 34%, mentre gli erbicidi erano presenti nel 14% dei campioni. Tenendo conto della concentrazione dei diversi principi attivi e della loro DL50 per le api, è stato calcolato l'indice di rischio del polline per le api (PHQ) [2]. Per quanto riguarda l'analisi palinologica, sono stati classificati 115.000 granelli pollinici identificando 124 diversi taxa. I risultati ottenuti in termini di PHQ sono discussi in relazione al loro andamento nel tempo, alla biodiversità pollinica e alla composizione del paesaggio nel raggio di azione delle api.

[1] Malagnini V., Cappellari A., Marini L., Zanutelli L., Zorer R., Angeli G., Ioriatti C., Fontana P. *Front. sustain. food syst.*, **2022**, 6, 1-9.

[2] Stoner, K.A., Eitzer, B.D., *PLoS One*, **2013**, 8, 1.

Relazioni orali

Microplastiche nei pesci e nei molluschi bivalvi

Federica Di Giacinto¹, Ludovica Di Renzo¹, Giuseppina Mascilongo¹, Valentina Notarstefano², Giorgia Gioacchini², Elisabetta Giorgini², Tanja Bogdanović³, Sandra Petričević³, Irena Listeš³, Eddy Listeš³, Chiara Profico^{1,4}, Gabriella Di Francesco¹, Carla Giansante¹, Nicola Ferri¹

¹Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (IZS Teramo), Campo Boario, 64100 Teramo, Italia

²Università Politecnica delle Marche, Breccie Bianche, 60131 Ancona, Italia

³Croatian Veterinary Institute, Poljicka cesta 6, 21000 Spalato, Croazia

⁴Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Teramo, Balzarini 1, 64100 Teramo, Italia

f.digiacinto@izs.it

I rifiuti in materiale plastico si ritrovano nell'ambiente acquatico dove si frammentano in piccole particelle, denominate microplastiche (MPs), le cui dimensioni sono comprese tra 5 mm e 0,1 µm. Queste microparticelle sono oramai entrate nella catena alimentare con il rischio di essere ingerite anche da parte del consumatore di pesce, molluschi e crostacei. Molti studi hanno rilevato la loro presenza nel contenuto gastro-intestinale degli animali suggerendo che l'ingestione rappresenta la principale via di esposizione alle MPs della fauna acquatica. Inoltre, ulteriori ricerche hanno dimostrato che le stesse MPs possono traslocare attraverso il tessuto gastro-intestinale in altri tessuti, compresi quelli edibili. In questo ambito, pochi studi hanno indagato la presenza di MPs nel tessuto muscolare dei pesci, compresi quelli preferiti dai consumatori. Invece, per quanto riguarda i molluschi bivalvi, essendo filtratori, questi ultimi accumulano facilmente le MPs dall'ambiente circostante. I bivalvi, poiché vengono consumati senza alcun tipo di eviscerazione, rappresentano per i consumatori una importante via di esposizione alle MPs e ai loro additivi. L'IZS Teramo in collaborazione con altri enti scientifici ha rilevato e caratterizzato le MPs sia nei tessuti edibili di pesci marini [1] e d'acqua dolce sia nei molluschi bivalvi allevati lungo le coste italo-croate [2]. I tessuti sono stati dapprima digeriti in ambiente alcalino e le MPs estratte sono state quantificate e caratterizzate morfologicamente (colore e forma) tramite stereomicroscopia. In seguito, per ciascuna MP estratta sono stati caratterizzati polimero e il pigmento tramite spettroscopia RAMAN. Inoltre, nelle carni dei molluschi, tonno e pesce spada è stata quantificata la presenza di additivi plastici (bisfenolo a - BPA e acido paraftalico - PTA) e polimeri (polietilentereftalato - PET e policarbonato - PC) mediante LC-MS/MS, sulla base di metodi alternativi recentemente sviluppati [3]. Questa metodologia, che ad oggi può essere applicata solo a questi pochi composti, è particolarmente vantaggiosa per il monitoraggio ambientale e per la valutazione del rischio associato al consumo.

Gli animali sottoposti ad indagine sono stati: il mitilo *Mytilus galloprovincialis* allevato lungo le coste italo-croate; il tonno *Thunnus thynnus* pescato nel Mar Adriatico; il pesce

spada *Xiphias gladius* pescato nel Mar Ionio; i barbi e trote appartenenti al Genere *Barbus* e *Salmo* pescati nei principali fiumi abruzzesi; le spigole *Dicentrarchus labrax*, le orate *Sparus aurata* e le trote iridee *Oncorhynchus mykiss* provenienti da impianti di acquacoltura. L'intero corpo molle dei molluschi e il tessuto muscolare della porzione antero-dorsale (filetto) dei pesci sono stati sottoposti a digestione ed analisi. I risultati (Tab. 1) evidenziano che le MPs sono state rilevate in quasi tutte le specie indagate, ad eccezione dell'orata e della trota iridea. Nei molluschi la contaminazione da MPs è stata di un ordine di grandezza maggiore rispetto ai pesci indagati in questo studio. In generale il polimero più frequente è stato il polipropilene, mentre la tipologia "frammento" è stata la morfologia più abbondante. Nei molluschi, invece, il morfotipo più abbondante è stato il filamento.

Tab. 1: Informazioni relative ai campioni esaminati e caratteristiche delle microplastiche (MPs) estratte dai tessuti.

Nome	Specie	Provenienza	MPs* (n. g ⁻¹)	Morfologia**	Colore**	Polimero**
Cozza	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	allevamenti italo-croati	1	filamento	nero	poliestere
Tonno rosso	<i>Thunnus thynnus</i>	Mar Adriatico	0.20	frammento	blu	polipropilene
Pesce spada	<i>Xiphias gladius</i>	Mar Ionio	0.22	frammento	blu	polipropilene
Barbo	<i>Barbus</i> sp.	fiumi regione Abruzzo	0.04	frammento/film	azzurro	polipropilene
Trota	<i>Salmo</i> sp.	fiumi regione Abruzzo	0.1	filamento	blu	polietilene /poliestere
Orata	<i>Sparus aurata</i>	allevamento italiano	0			
Spigola	<i>Dicentrarchus labrax</i>	allevamento italiano	0.03	frammento	grigio	polietilene
Trota iridea	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	allevamento italiano	0			

*media dei risultati; **tipologia prevalente

Una similare concentrazione di PTA e PET è stata rilevata in tutti gli animali, mentre nei molluschi il BPA e il PC sono stati rilevati ad una concentrazione superiore di un ordine di grandezza rispetto ai pesci. Negli animali acquatici in studio si evince una generale contaminazione da MPs, con alcune differenze nella loro morfologia e caratteristiche chimiche che dipendono dalle abitudini alimentare delle diverse specie indagate e dal livello di contaminazione dell'ambiente in cui vivono.

[1] Di Giacinto F., Di Renzo L., Mascilongo G., Notarstefano V., Gioacchini G., Giorgini E., Bogdanović T., Petričević S., Listeš E., Brkljača M., Conti F., Profico C., Zambuchini B., Di Francesco G., Giansante C., Diletti G., Ferri N., Berti M. Detection of microplastics, polymers and additives in edible muscle of swordfish (*Xiphias gladius*) and bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught in the Mediterranean Sea. *Journal of Sea Research* **2023**, 192.

[2] Bogdanović T., Di Renzo L., Petričević S., Mascilongo G., Brkljača M., Cito F., Calistri P., Notarstefano V., Gioacchini G., Giorgini E., Giansante C., Berti M., Sokolić D., Ferri N., Listeš E., Di Giacinto F. Microplastics and Bisphenol A in Mussels along Italian and Croatian Coast of the Adriatic Sea. **2021**, Conference: EFSA Scientific Colloquium 25 "A

coordinated approach to assess the human health risks of micro- and nanoplastics in food,” 6-7 May 2021.

[3] Wang Q., Chen M., Shan G., Chen P., Cui S., Yi S., Zhu L. Bioaccumulation and biomagnification of emerging bisphenol analogues in aquatic organisms from Taihu Lake, China *Sci. Total Environ.* **2017**, 592, pp. 814-820.

Microplastiche e Alimenti: un Macro-Problema?

Cristina Di Fiore e Pasquale Avino

Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia

c.difiore@studenti.unimol.it

L'esposizione umana alle microplastiche è un topic di grande rilevanza scientifica. L'ingestione è il principale pathways di ingresso delle microplastiche nell'organismo umano. La presenza delle microplastiche negli alimenti è scarsamente documentata nella letteratura scientifica. In particolare, solo alcuni prodotti alimentari sono stati investigati, come il pesce, il sale marino, lo zucchero, il miele e la birra. Evidenze scientifiche suggeriscono che il processo produttivo e il packaging sono le fonti principali di contaminazione di microplastiche per gli alimenti. Tuttavia, la mancanza di standardizzazione nelle metodologie analitiche determina significative differenze tra i risultati. Inoltre, la modalità di espressione dei dati, talvolta, non ne consente un confronto efficace. La letteratura scientifica disponibile evidenzia importanti differenze in termini di approccio sperimentale. Ad esempio, lo step di preparazione del campione, fondamentale ai fini della corretta determinazione delle microplastiche, differisce tra i diversi gruppi di lavoro, indicando che la standardizzazione metodologica in questo campo di ricerca è ancora lontana.

Le ricerche condotte hanno evidenziato la presenza di microplastiche nelle acque minerali confezionate in bottiglie di plastica. Le microplastiche trovate, nei diversi lavori, includevano sfere di PET e particelle di PP, PA e PE, in concentrazioni differenti (i.e., 13 ± 19 microplastiche L-1; 317 ± 257 microplastiche L-1; 12649 ± 2857 microplastiche L-1; 4889 ± 5432 microplastiche) [1,2]. Allo stesso modo, il range dimensionale varia significativamente tra le diverse pubblicazioni scientifiche. Nello specifico, microplastiche (prevalentemente fibre e frammenti) da 1.28 a 500 μm sono state identificate nei campioni di acqua minerale.

Queste discrepanze sono state riscontrate anche in altre matrici alimentari [3]. Pertanto, ai fini di una maggiore chiarezza sull'esposizione dell'uomo alle microplastiche mediante la catena alimentare, la standardizzazione negli approcci metodologici deve essere raggiunta. Inoltre, maggiore precisione nel range dimensionale è necessaria, poiché tale caratteristica sembrerebbe essere determinante per gli effetti negativi sull'uomo.

[1] Oßmann, B.E.; Sarau, G.; Holtmannspotter, H.; Pischetsrieder, M.; Christiansen, S.H.; Dicke, W. Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Res.* **2018**, *141*, 307-316.

- [2] Samandra, S., Mescall, O.J., Plaisted, K., Symons, B., Xie, S., Ellis, A.V., Clarke, B.O. Assessing exposure of the Australian population to microplastics through bottled water consumption. *Sci. Total Environ.* **2022**, 837, 155329.
- [3] Schymanski, D.; Humpf, H.; Fürst, P. Determination of particle abrasion through milling with five different salt grinders – a preliminary study by micro-Raman spectroscopy with efforts towards improved quality control of the analytical methods. *Food Addit. Contam.* **2020**, 37, 1238-1252.

Identification of microplastics in biosolids from municipal sewage sludge using FTIR-ATR and Vis-NIR spectroscopy

Erika Di Iorio¹, Luana Circelli^{1,2}, Zhongqi Cheng^{2,3}, Evan Garwood², Kerem Yukse², Ruggero Angelico¹, Claudio Colombo¹

¹Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise, Campobasso, Italy

²Environmental Sciences Analytical Center, Brooklyn College of the City University of New York, Brooklyn, NY, USA

³Graduate Center and Advanced Science Research Center of the City University of New York, New York, NY, USA

erika.diiorio@unimol.it

This study aims to characterize the microplastics (MPs) present in biosolids from Wastewater Resource Recovery Facilities (WRRFs) located in a city in northeastern United States. MP particles were extracted by two procedures: wet sieving for plastic particles greater than 2 mm, and density separation after oxidative treatment for MPs smaller than 2 mm. The amount of visually identifiable MPs extracted from biosolids ranged from 0.01 to 0.04%. MPs were investigated by two different infrared spectroscopy techniques, namely, visible near-infrared (Vis-NIR) and attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR), in combination with the chemometric approach. The resulting reflectance spectra (RF) were preprocessed by Savitzky-Golay (SG), standard normal variate (SNV) and transformed into absorbance (Abs). This was followed by multivariate principal component analysis (PCA). Our results show that MPs in the biosolids are mainly composed of polyethylene terephthalate (PET), low and high-density polyethylene (LDPE, HDPE), polystyrene (PS), and polypropylene (PP) with polyamide (PA) fibers. The spectra processed with SG, SNV and Abs transformations improved the matching of the spectral range of biosolids MPs with reference plastic polymer samples. Five different shapes of MPs were observed: fragments, films, fibers, bead, and foam. The most prominent MPs shape in the biosolids were fragments and fibers, with the most common size class being 2-4 mm. However, the concentrations and characteristics (e.g., size, morphology) of MPs may have changed during the wastewater treatment. The primary sources of MPs in the studied biosolids seem to be the alkyd varnish, which contain the ester groups similar to acrylic polymers. In spite of the large number of reviews on this topic, an Open Specy Vis-NIR library together with standard protocols are still needed. The findings from this study indicated the primary sources of MPs in the biosolids are likely plastic waste from food (containers, food and beverage packaging and other materials as bags, bottles) and fibers from laundry.

Sviluppo di un nuovo metodo analitico mediante Microscopia Raman per la determinazione e caratterizzazione di Microplastiche in acque destinate al consumo umano

Eleonora Brancaleone¹, Daniela Mattei¹, Valentina Fuscoletti¹, Luca Lucentini¹, Gabriele Favero, Giancarlo Cecchini³, Alessandro Frugis³, Valentina Gioia³, Marco Lazzazzara³

¹*Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299-00161 Roma*

²*Dipartimento di Biologia Ambientale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5- 00185 Roma*

³*Acea Elabiori SpA, Via Vitorchiano 165-00 169 Roma*

eleonora.brancaleone@iss.it

Per rispondere alla crescente preoccupazione dell'opinione pubblica relativa agli effetti sulla salute umana di "composti emergenti", tra cui le microplastiche, la Commissione Europea si è posta l'obiettivo di regolamentare il controllo di tali contaminanti entro il 2024, definendo un metodo per la loro determinazione e caratterizzazione al fine di consentire il loro inserimento in un elenco di controllo (Watch List) e ridurre la potenziale esposizione attraverso l'acqua, come riportato al c. 6, Art. 13 della Direttiva (UE) 2020/2184 [1].

La stessa Direttiva, recentemente recepita in Italia con il d.lgs 18/2023, richiede del resto anche lo sviluppo e applicazione di un approccio alla sicurezza delle acque basato sull'analisi del rischio sito-specifica, per garantire la qualità delle risorse idriche e, quindi, prevenire una contaminazione da parametri attualmente non previsti dalla normativa. In Italia gli indirizzi per la definizione di tale approccio sono contenuti nelle più recenti linee guida sui Piani di Sicurezza delle Acque [2].

Considerando i diversi livelli di complessità che caratterizzano la problematica legata all'analisi delle microplastiche, a partire dalla loro definizione, natura ed uso nella vita quotidiana, fino ad arrivare alla loro diffusione nell'ambiente [3], è necessario sviluppare un metodo analitico per la determinazione e caratterizzazione quali-quantitativa di questi contaminanti in matrici acquose, che sia rappresentativo della tipologia di campioni analizzati e applicabile di routine dai diversi soggetti preposti ai controlli delle acque destinate al consumo umano, definiti all'Art. 12 del D.Lgs 18/2023.

Lo sviluppo ed ottimizzazione di un metodo con tali caratteristiche, infatti, permetterebbe di valutare la potenziale esposizione da parte del consumatore attraverso il consumo di acqua potabile, prevenire e/o ridurre i rischi accertati correlati all'assunzione di tali contaminanti, in accordo al c. 3, Art. 19 della Direttiva (UE) 2020/2184 [1].

In tale ottica, è stato sviluppato e messo a punto un metodo di identificazione e quantificazione di microplastiche mediante Microscopia Raman (μ -Raman) per l'analisi

quali-quantitativa di queste ultime nell'acqua destinata al consumo umano. Al fine di ottimizzare un metodo analitico efficiente, anche sotto il profilo dei costi, e applicabile di routine, sono stati valutati sia i punti di forza che le criticità in tutte le varie fasi, dal campionamento all'analisi ed elaborazione dati.

Nel corso dello sviluppo del metodo, sono stati valutati i diversi fattori influenti sulla metodica messa a punto: il metodo di campionamento, i reagenti usati nel pretrattamento, il pH e l'ottimizzazione di diversi parametri strumentali (e.g. scelta del laser, potenza, numero e tempo di acquisizione), così da proporre un metodo che possa garantire un campionamento idoneo, stimando il volume di campione necessario ad assicurarne la rappresentatività ma, allo stesso tempo, che rispetti i requisiti operativi di campionamento e successiva analisi. Il metodo di identificazione e conta ottimizzato consente l'identificazione di microplastiche di diversa forma e dimensioni, con limite di rilevabilità pari a 15/20 μm , permettendo di effettuare *screening* a tre diversi livelli di caratterizzazione del campione.

Sono stati inoltre condotti studi di ripetibilità e riproducibilità del metodo ottimizzato, grazie all'utilizzo di materiale certificato, al fine di ottenere dati confrontabili e garantire lo sviluppo di protocolli di analisi standardizzati per tutte le matrici oggetto di future indagini di studio e/o monitoraggio.

Infine, il metodo analitico sviluppato è stato anche applicato nell'ambito di un primo studio pilota, per poter valutare l'efficienza del metodo mediante l'analisi di campioni reali, in particolare di campioni di acqua prelevati all'entrata ed uscita di un impianto di potabilizzazione, da fontane pubbliche e rubinetti domestici, al fine di valutare statisticamente la presenza di microplastiche nell'acqua potabile e l'eventuale esposizione umana attraverso il consumo.

[1] Europa. *Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano (rifusione)*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 435/1, 23 dicembre 2020.

[2] Gruppo Nazionale di lavoro per la redazione delle Linee guida nazionali per l'implementazione dei PSA. *Linee guida nazionali per l'implementazione dei Piani di sicurezza dell'acqua*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2022. (Rapporti ISTISAN 22/33).

[3] Rios Mendoza L.M., Leon Vargas D., Balcer M. *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.* **2021**, 32, 1005238.

Microplastiche e Ambiente: problematiche e sfide

Paola Castellano¹, Andrea Militello¹, Marco Di Luigi¹, Virgilio Stillittano^{2,3}, Diana Poli¹

¹Dipartimento di Medicina Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, INAIL, Via Fontana Candida 1, Monte Porzio Catone (Roma)

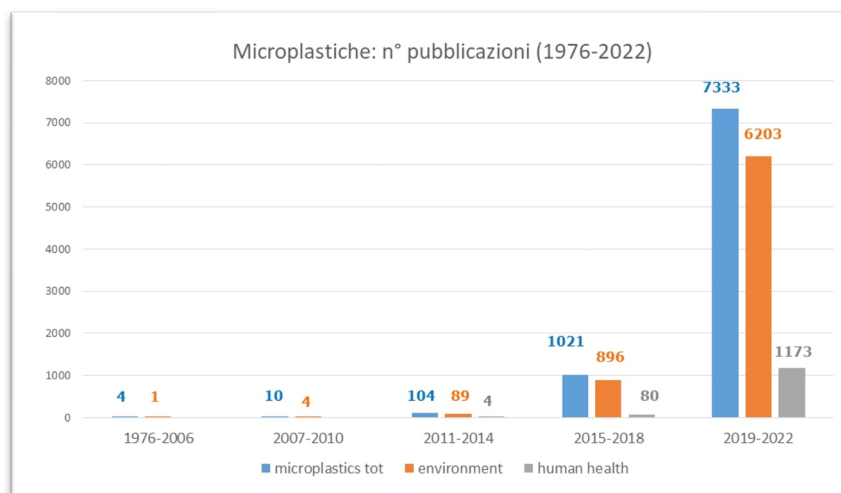
²Ministero della Salute, Viale G. Ribotta 5, Roma

³Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Lazio e Toscana, Via Appia Nuova 1411, Roma

p.castellano@inail.it; a.militello@inail.it

Dagli anni '50, la produzione globale della plastica è aumentata da 0,5 milioni t/anno nel 1960 a 348 milioni t/anno nel 2017. Per il lento degrado, la plastica si accumula facilmente causando un inquinamento ambientale che ha sollevato un'attenzione crescente soprattutto per quanto riguarda i potenziali rischi legati alle microplastiche (MPs). Le MPs sono particelle solide di dimensioni < 50 µm composte da miscele di polimeri, additivi funzionali e potenziali impurezze residue. Possono formarsi dall'usura del prodotto primario, ma vengono anche aggiunte intenzionalmente, il che desta una crescente preoccupazione per il loro impatto sugli organismi viventi e sull'ambiente. L'interesse della comunità scientifica è in continuo aumento: le prime pubblicazioni sulle MPs sono del 1976, ma solo dal 2015 si è registrato un netto incremento dell'attenzione in particolare sulle problematiche "MPs-ambiente" (*MPs-environment*) e "MPs-effetti sulla salute umana" (*MPs-human health*) (Figura 1).

Figura 1: Andamento del numero di pubblicazioni su MPs, MPs-ambiente e MPs-salute umana dal 1976 al 2022. Fonte *Pub Med* e *Web of Science*.



La Comunità Europea si è mossa per individuare degli elementi di restrizione per arginarne la diffusione/dispersione, considerando la loro crescente presenza nei beni di consumo. Nel 2017 la Commissione Europea ha invitato l'ECHA a valutare le prove

scientifiche per l'adozione di un'azione normativa a livello dell'UE in riferimento alle MPs aggiunte intenzionalmente ai prodotti (sostanze e miscele).

Lo scopo del lavoro è quello di descriverne l'origine e la diffusione, le problematiche uomo-ambiente correlate e le sfide da mettere in atto per ridurre l'esposizione.

La maggior parte degli studi di letteratura riguarda la presenza nelle acque di MPs che, per oltre l'80%, derivano da attività antropiche di terra. Tuttavia la loro presenza è stata rilevata anche in aria e nel suolo, con effetti sulle proprietà chimico-fisiche di queste matrici [1]. In acqua, le tecniche di campionamento e di analisi, seppur consolidate, sono di difficile trasferibilità sia ai terreni, proprio per la loro complessità, ma anche all'aria, matrice di interesse prevalente in ambito occupazionale. Inoltre, i diversi approcci analitici rendono complesso il confronto tra i dati, con errori nell'interpretazione dei risultati e nella valutazione dell'entità dell'esposizione e del potenziale impatto sulla salute umana [2].

Gli effetti sull'uomo sono legati a molteplici fattori: la via di uptake, la forma, le dimensioni e la concentrazione, il possibile rilascio di agenti chimici pericolosi (es. monomeri, additivi, contaminanti, ecc.), la presenza di possibili organismi patogeni, i tessuti coinvolti ma anche la suscettibilità individuale. L'incapacità del sistema immunitario nel rimuovere le MPs può causare diversi effetti come stress ossidativo, infiammazioni, lesioni, ecc. che ne influenzano l'assorbimento e la traslocazione, con un aumentato rischio di sviluppo di patologie. Proprio per questo scenario, così complesso, le conoscenze sulla tossicità e sugli effetti delle MPs, soprattutto a lungo termine, sono ancora limitate [3].

Il problema delle MPs come inquinanti ambientali e il loro effetto sull'uomo è complesso e in corso di studio. È necessario agire in primis sulla mitigazione per diminuirne la diffusione nell'ambiente attraverso la riduzione del loro uso intenzionale nei prodotti di consumo. Proprio in quest'ottica, nel gennaio 2019 l'ECHA ha proposto un'ampia restrizione sugli usi intenzionali delle MPs nei prodotti immessi sul mercato UE/SEE. La proposta di restrizione è stata sviluppata nel contesto di una strategia che mira a un'economia circolare delle materie plastiche, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile del 2030, degli impegni climatici globali e degli obiettivi di politica industriale dell'UE.

[1] Wu P., Huang J., Zheng Y *et al.*, Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics *Ecotoxicology and Environmental Safety* **2019**, 184. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>

[2] Koelmans A.A., Redondo-Hasselerharm P.E., Nor N.H.M. *et al.* Risk assessment of microplastic particles *Nat Rev Mater* **2022**, 7, 138–152. <https://doi.org/10.1038/s41578-021-00411-y>

[3] Prata Correia J., da Costa João P., Lopes I. *et al.* Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects *Sci Total Environ* **2020**, 702, 134455.

Microplastiche nell'aerosol: dai nostri vestiti al mare

Fabiana Carriera¹, Cristina Di Fiore², Pasquale Avino²

¹*Dipartimento Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, 03043, Italy*

²*Dipartimento Agricoltura, Ambienti e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, 86100, Italy*

fabiana.carriera@unicas.it

Le microplastiche sono contaminanti ambientali emergenti diffusi nell'intero ecosistema terrestre e marino. Recentemente sono state rilevate nell'atmosfera di aree urbane, suburbane e persino in aree remote. Inoltre, sono state rilevate anche in campioni atmosferici raccolti in ambienti indoor ed i dati hanno dimostrato un maggior contenuto di microplastiche rispetto all'outdoor.

Diverse sono le fonti da cui le microplastiche aviotrasportate possono essere rilasciate: emissioni industriali, gestione inadeguata delle discariche, pratiche di incenerimento, risospensione delle polveri e dall'abrasione di strade e pneumatici. Tuttavia, fibre e frammenti sono le forme dominanti delle microplastiche nell'atmosfera, suggerendo che i tessuti sintetici sono la principale fonte di microplastiche aeree [1].

Il loro ritrovamento in aree remote, in cui l'attività umana è scarsa, suggerisce che le microplastiche possono essere trasportate anche a lunga distanza nell'atmosfera.

Infatti, grazie alle loro dimensioni ridotte (<5 mm) e alla loro bassa densità, sono facilmente trasportate dal vento anche a lunghe distanze (> 1000 km). In seguito, tali microplastiche finiscono nell'ambiente acquatico e terrestre per deposizione umida o secca. Una volta depositate, tuttavia, possono essere risospese per azione del vento o attraverso fenomeni come il bubble bursting che si verifica nell'interfaccia acqua/aria.

Le condizioni meteorologiche (vento, umidità, precipitazioni), la densità di popolazione e le attività industriali sono tutti fattori che vanno a influenzare la distribuzione e la deposizione delle microplastiche aviotrasportate. Tuttavia, a causa della continua limitazione delle dimensioni rilevabili, dei metodi di analisi e della mancanza di procedure standardizzate di campionamento e analisi, sono stati condotti pochi studi sulle microplastiche aviotrasportate (MPs) e ciò non permette la piena comprensione dell'inquinamento atmosferico da microplastiche [2].

Le microplastiche atmosferiche richiedono ulteriori ricerche e una maggiore comprensione per identificare le distribuzioni globali e la potenziale esposizione alla salute umana. Infatti, le microplastiche aviotrasportate possono essere inalate facilmente dall'uomo e quindi rappresentare una minaccia per la salute [3]. Tuttavia, gli studi sulla contaminazione dei tessuti polmonari umani sono pochi e dunque gli effetti tossicologici che tali contaminanti possono determinare sull'uomo non sono ancora chiari.

- [1] Dris R., Gasperi J., Mirande C., Mandin C., Guerrouache M., Langlois V., Tassin B. A first overview of textile fiber, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environ. Pollut.*, **2017**, 221, 453-458.
- [2] Wang X., Li C., Liu K., Zhu L., Song Z., Li D. Atmospheric microplastic over the South China Sea and East Indian Ocean: abundance, distribution and source. *J. Hazard. Mater.*, **2020**, 389, 121846.
- [3] Amato-Lourenço L.F., Carvalho-Oliveira R., Ribeiro Junior G., dos Santos Galvao L., Ando R.A., Mauad T. Presence of airborne microplastics in human lung tissue. *J. Hazard. Mater.*, **2021**, 416, 126124.

Airborne submicroplastics and their evolution upon contact with biological particles following active transport to beehives.

Valentina Marassi¹, Lara Faccani², Pasquale Marrazzo³, Barbara Roda¹, Andrea Zattoni¹, Stefano Giordani¹, Alessandro Zappi¹, Ilaria Zanoni², Anna Luisa Costa², Pierluigi Reschiglian¹

¹*Department of Chemistry, University of Bologna, Via Selmi 2, 40126, Bologna, Italy*

²*CNR-ISSMC (Former ISTECC), National Research Council of Italy-Institute of Science, Technology and Sustainability for Ceramics, Via Granarolo 64, 48018 Faenza, Italy,*

³*Department of Medical and Surgical Sciences, Unit of Histology, Embryology and Applied Biology, University of Bologna, Via Belmeloro 8, 40126, Bologna, Italy*

valentina.marassi2@unibo.it

Submicroplastics (SMP) are a global cause for concern due to their mobility and to the lack of knowledge about their fate and risk, especially since i.SMP vary in composition; i.SMP are ubiquitous; iii.SMP are heterogeneous, deriving from a multitude of degradation processes, size, shape and morphology; and most importantly iv.SMP change identity in the exposure media, as high surface area and strong binding affinity enable the formation of eco-coronas and bio-coronas (EC), altering their properties and ecotoxicology. Many analytical techniques have been employed or proposed for SMP analysis, including imaging, spectroscopy and separation, all aiming to extract SMP and characterize specimen. It is possible to tackle both the complexity of SMP and EC characterization/quantification by exploiting Field Flow Fractionation (FFF) analysis [1]. FFF is a soft separation technique able to size-sort colloidal dispersions according to the hydrodynamic size of particles, in native conditions, and using carriers, pH and salinity adjusted to match the required environment. The allows the selective characterization of the colloid and its corona and the removal of interferences. Detectors include UV/Vis absorption, fluorescence and multi-angle light scattering (MALS), to provide sample composition and spectroscopical properties, monitor stability and investigate aggregation and surface modifications.

FFF was already employed to analyze food matrices and environmental matrices, involving also data analysis and statistical approaches. AF4 was used to characterize the macromolecular and colloidal fractions of wine, milk and caseins. We recently also analyzed tomato sauce with a combined FFF-chemometric approach, surpassing results obtained with conventional GC analyses. The ability of FFF to work in representative conditions with reduced chemical waste is a huge advantage compared to environmentally-heavy techniques, and should be taken into consideration when designing experiments or frameworks that need a large number of samples such as food/water sampling.

FFF profiling allows to also explore untargeted chemometric techniques based on dynamic characterization of EC-SMP in exposure media, using fingerprinting approaches currently applied to colloidal chemistry.

The work here proposed aims at exploiting the benefits of a colloidal, flexible methodology to explore the complexity of submicroplastic pollution, focusing on airborne particles. The presence of MPs in the atmosphere is a new field of research and the available data are still very limited.

Honeybees interact with essentially all elements in their environment and bring back pollutants to their hive, where they eventually accumulate and are transferred to pollen, honey, beebread and beeswax. For this reason, the use of honeybees (*Apis mellifera*) was proposed as bioindicator for the presence of MPs in the environment [2].

At the same time, a typical honeybee colony (ca 20,000 bees) collects about 57 kg of pollen per year. Bee products are vastly marketed as honey, propolis and other derivatives, and pollen has been proposed and commercialized as “super food”. Pollen includes a wide size distribution of micrometric particles, which are also coated themselves with molecular and nanometric substances. This complex system can interact and alter SMP surface promoting or reducing their solubility, stability and ability to be uptaken by biological systems, altering ecotoxicity, and seep through the pipeline of bee products.

In our study, a set of SMPs of different size, morphology and material, coherent with a real case scenario of sampling from bees, was characterized with and without contact with pollen mixes, using both static measures (from imaging to zeta potential) and the FFF colloidal approach. This combined methodology allowed to profile SMPs and understand fingerprint variations, and to characterize variations in aggregation state, solubility, and eco/biocorona formation.

[1] Huber, M.J., Ivleva, N.P., Booth, A.M. et al. *Anal Bioanal Chem.* **online 27 April 2023.**

[2] Edo C., Fernández-Alba A.R., Vejsnæs F, van der Steen J., Fernández-Piñas F., Rosal R. *Sci. Total Environ.* **2021**, 767, 144481. Honeybees as active samplers for microplastics

Sviluppo di un metodo analitico per la determinazione di ftalati rilasciati da packaging in carni conservate

Mariolina Fanelli¹, Ivan Notardonato¹, Pasquale Avino^{1,2}

¹DiAAA, Università degli Studi del Molise, via De Sanctis 1, 86100 Campobasso (Italia)

²IIA-CNR, Rome Research Area-Montelibretti, 00015 MonterotondoScalo (Italia)

mariolina.fanelli@gmail.com

Il packaging è indispensabile nel processo di produzione e commercializzazione dell'alimento, poiché aumenta la sua "vita utile", assicurandone la protezione da alterazioni fisiche, chimiche e microbiologiche. La crescente preoccupazione per la migrazione di costituenti pericolosi per l'uomo costitutivi dell'imballaggio stesso ha portato ad un monitoraggio sempre più stretto dell'alimento. Nel campo dei materiali d'imballaggio, i composti maggiormente utilizzati appartengono alla classe degli ftalati. Questi composti migliorano la flessibilità e lavorabilità dei materiali plastici ma possono migrare dall'imballaggio all'alimento con il quale sono a contatto, a seguito di particolari condizioni ambientali. L'agenzia europea delle sostanze chimiche (ECHA) ha stilato un elenco degli esteri ftalici classificandoli come cancerogeni, mutagenici o tossici per la salute umana. Tra gli alimenti quotidianamente consumati annoveriamo le carni che vengono normalmente confezionate in packaging plastificati. Lo scopo del presente studio è lo sviluppo di una metodica analitica per studiare il rilascio di ftalati da questi contenitori. L'alimento su cui è sviluppata la metodica è il prosciutto cotto. Nello specifico sono analizzati campioni conservati in involucri plastificati tenuti sottovuoto in frigo per 3 mesi. Gli ftalati sono estratti attraverso la tecnica della Dispersive Liquid-Liquid Micro Extraction (DLLME) e le analisi sono effettuate tramite gas-cromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GC-MS). Parametri chimici come solvente di estrazione e pH sono controllati sperimentalmente. A seguito dell'ottimizzazione della metodica sperimentale, il miglior recupero quantitativo si ha utilizzando come solvente di estrazione l'isottano e lavorando a pH 6. Il metodo proposto è caratterizzato da una buona sensibilità e riproducibilità insieme a recuperi quantitativamente significativi. I risultati ottenuti dalle analisi rientrano nei limiti di legge, tranne per la presenza del di-etil-exil ftalato, che mostra una concentrazione di circa 47 ppb. Saranno necessari ulteriori studi per approfondire questi primi risultati.

[1] Notardonato I., Protano C., Vitali M., Avino, P. *Food Analytical Methods*, **2019**, 12(11), 2562–2571

[2] Bogdanovičová S., Jarošová A. Kameník. *Acta Vet. Brno* 2014, 83: 59-64

[3] Cariou R., Larvor F., Monteau F., Marchand P., Bichon E., Dervilly-Pinel G., Antignac J., Le Bizec B. *FoodChem*, **2016**, 196, 211–219.

Morbific Bacteria in Civic Sludge in the Bounds of Kolkata, India

Ujaan Roy¹, Ankita Banerjee¹, Arup Kumar Mitra¹, Sanjana Ghosh¹

¹Department of Microbiology, St. Xaviers' College (Autonomous), Kolkata, Address: 30, Mother Teresa Sarani, Kolkata 700016, West Bengal, India

ujaanroy2000@gmail.com, ujaanroy2021edu@gmail.com

Numerous factories are dotted throughout Kolkata's outskirts, near to semi-urban residential areas. After being discharged, industrial effluents are frequently combined with municipal garbage. This combined urban and industrial waste water may include a distinctive microbial population, according to previous studies. Pathogenic bacteria, antibiotic resistant strains, strains tolerant to heavy metals, and more could all be discovered. Here, our goal was to classify and subclassify the microbial communities by studying their physical and chemical characterization, including pH, dissolved oxygen levels, electrical conductivity, the presence of heavy metals, and finally the complete metagenomic analysis of the wastewater sample that was collected from a municipal waste water discharge point in Khardaha, located 32 km from the city centre. In addition, a differential medium, which is advised for presumptive identification and confirmation of microorganisms that cause urinary tract infections, and testing water, food, environmental, and other clinical samples, was used to analyse the bacterial population in the water sample. We noted the presence of *Klebsiella* spp., *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp, and *Bacillus* spp among the numerous bacteria present. Additionally, a significant amount of iron was found in the water sample. These pathogenic organisms constitute a serious threat to human life and way of life. Last but not least, it exhibits a particular resistance to heavy metal concentrations, and their ensuing bioleaching activities have also been studied.

La trasmissione aerea di agenti patogeni respiratori: l'importanza della ventilazione e della distribuzione dell'aria nel rischio di infezione

Giorgio Buonanno

Dipartimento Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, 03043, Italy

buonanno@unicas.it

La pandemia COVID-19 ha colpito la nostra società e l'economia su una scala globale senza precedenti. Mentre molto è stato fatto per comprendere la trasmissione delle infezioni respiratorie, poco di queste conoscenze è stato applicato ai sistemi edilizi per combatterla e creare spazi con aria interna pulita. La rapida crescita della nostra comprensione dei meccanismi alla base della trasmissione delle infezioni respiratorie dovrebbe portare a un cambiamento di paradigma nel modo in cui consideriamo e affrontiamo la trasmissione delle infezioni respiratorie per evitare inutili sofferenze e perdite economiche. Uno dei punti focali di questa presentazione riguarda la modellazione della valutazione del rischio di trasmissione per via aerea della SARS-CoV-2. La modellazione può i) dimostrare che gli edifici sono in grado di gestire la trasmissione delle infezioni respiratorie, ii) essere resa accessibile a persone non tecniche e accogliere anche utenti più sofisticati, iii) consentire di calcolare in modo semplice le analisi di sensibilità e iv) fornire preziose indicazioni di salute pubblica ai responsabili delle decisioni. L'importanza di questi fattori sarà discussa illustrando un tool sviluppato per la valutazione del rischio (AIRC) e la sua validazione. Verranno discussi gli sviluppi della valutazione del rischio per distanze brevi ("conversazionali") o più lunghe dopo l'emissione da una persona infetta, insieme alla ventilazione avanzata e alla gestione della distribuzione dell'aria per ridurre la trasmissione per via aerea negli ambienti chiusi.

La valutazione della qualità dell'aria nei luoghi di lavoro. Benessere, performance

Michele del Gaudio¹, Daniela Freda², Pasquale Avino³, Paolo Lenzuni⁴

¹Inail, Direzione Regionale Campania, Unità Operativa Territoriale di Avellino

²Inail, Dipartimento di Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici

³Università degli Studi del Molise, Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti

⁴Inail, Direzione Regionale Toscana, Unità Operativa Territoriale di Firenze

m.delgaudio@inail.it

Sul tema della qualità dell'aria indoor (IAQ) nei luoghi di lavoro si è detto e si è scritto moltissimo, ma, non sorprendentemente, esiste una grande confusione. La sovrapposizione di disposizioni di legge e normative tecniche ha in effetti creato un quadro assai intricato.

In particolare, esiste una storica e sgradevole convivenza di due approcci sia concettualmente sia praticamente molto distanti: il primo valuta la qualità dell'aria mediante la portata d'aria immessa nell'ambiente, mentre il secondo utilizza per lo stesso scopo la concentrazione di alcune sostanze inquinanti.

L'approccio che si basa sulle portate d'aria (altresì detto prescrittivo) da immettere nell'ambiente ha una lunga storia alle spalle e negli anni si è affermato come il metodo di riferimento. Questo è con tutta probabilità dovuto al fatto che la grande maggioranza delle leggi e delle normative tecniche che disciplinano questo tema sono relative alla progettazione di impianti RCV, una fase in cui è ragionevole percorrere questa via.

Se invece la fase di interesse è quella della valutazione della qualità dell'aria, le cose cambiano radicalmente, e l'approccio basato sulla misura delle concentrazioni di diversi inquinanti (altresì detto prestazionale) risulta non solo più coerente con i metodi utilizzati per la valutazione degli altri aspetti del comfort, ma anche concettualmente più diretto e praticamente più semplice.

La Direzione Regionale Inail della Campania, avvalendosi degli esperti del settore Certificazione, Verifica e Ricerca, della Direzione Ricerca-DIT e dell'Università del Molise, ha voluto realizzare un approfondimento, per fornire ai datori di lavoro, ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione e a tutti coloro che si occupano di prevenzione, un momento di sintesi sulle attuali conoscenze e permettere loro di valutare nel migliore dei modi l'accettabilità della qualità dell'aria presente nei luoghi di lavoro, mettendoli così in grado di realizzare, se necessario, le migliori azioni correttive.

Set-up of a protocol for the assessment of indoor air quality towards the protection of works of art

Vittoria Guglielmi¹, Andrea Bergomi¹, Chiara Andrea Lombardi^{1, 2}, Valeria Comite¹, Mattia Borelli¹ and Paola Fermo¹

¹*Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano, 20133 Milano, Italy*

²*Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Sapienza Università di Roma, 00185 Roma, Italy*

vittoria.guglielmi@unimi.it

The effects of time and environmental conditions are well-known to be an issue with respect to works of art and historical buildings. Indeed, materials exposed both to outdoor and indoor environments are naturally subject to degradation over time. However, the importance of developing new methods to address the degradation of culturally significant objects is expected to grow in the future due to environmental causes. Fading, darkening, yellowing, and turning colour are only some of the better-known chemical degradation processes – induced or catalysed by environmental conditions - that affect works of art and architecture.

Moreover, complex and multi-layered artistic works such as paintings, frescos and wooden carvings, which are made of a mixture of organic and inorganic substances, interact both with each other and the surrounding environment.

In this research, the microclimatic conditions (temperature, relative humidity, and illuminance) and some air quality parameters such as particulate matter (PM) and pollutants (NO₂ and BTEX) inside the Santuario della Beata Vergine dei Miracoli in Saronno (VA) were evaluated and monitored; this had the main purpose of determining whether the environmental requirements with regard to the health of the visitors and the conservation of the works of art present inside the building were adequate.

In fact, in the interior part of this historical building a beautiful fresco cycle painted by one of the masters of the Renaissance, Bernardino Luini, is displayed together with other important and valuable frescoes, paintings and wooden statues.

For this reason, dataloggers for temperature, relative humidity, and illuminance measurements, an optical particle counter (OPC) for PM determination and some diffusive passive samplers to quantify NO₂ and BTEX concentrations were employed. The monitoring was performed at different locations in the Sanctuary, and lasted for several months, including important religious events like Easter Week. Furthermore, the outdoor parameters were evaluated and compared with the indoor ones to find possible correlations.

Also, the characterisation of the colour palette and products of degradation on one the Luini frescoes was carried out through several non-invasive and portable spectroscopic and imaging techniques like hyperspectral imaging, Raman, FTIR and XRF spectroscopies, and colourimetry, with the main purpose of discovering the conservation

state of the artwork and possible relationships between the products from degradation and the pollutants in the indoor environment.



Fig. 1: Bernardino Luini's Marriage of the Virgin (Santuario della Beata Vergine, Saronno (VA))

Concentrazioni di IPA nel PM₁₀ in 10 Siti Urbani Italiani, Valutate nell'Ambito del Progetto Reti Speciali

Catia Balducci¹, Mariantonia Bencardin², Francesco D'Amor², Marina Cerasa¹, Paola Romagnoli¹, Cristina Leonardi³

¹ C.N.R. Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, Monterotondo St., 00015, Roma, Italia

² C.N.R. Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, c/o UNICAL, 87036, Rende, Italia

³ C.N.R. Istituto sull'Inquinamento Atmosferico c/o MASE, 00147, Roma, Italia

catia.balducci@cnr.it

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti costituiti da due o più anelli aromatici condensati contenenti solo carbonio ed idrogeno. Essi possono essere prodotti da sorgenti naturali, come le emissioni vulcaniche, o da sorgenti antropiche (generalmente legate a processi di combustione). L'interesse nei confronti degli IPA è dovuto soprattutto alla loro proprietà tossiche, con particolare riguardo alla cancerogenicità.

Data la loro grande diffusione nell'ambiente, è stato inserito l'obbligo normativo del loro monitoraggio in aria ambiente, in particolare, la Direttiva 2004/107/CE richiede di effettuare la misura degli IPA nel PM₁₀. Il benzo(a)pirene (BaP) è indicato come marker da utilizzare per definire il rischio cancerogeno degli IPA e il suo valore obiettivo di concentrazione atmosferica è pari a 1.0 ng/m³ come media annua. Inoltre, la Direttiva stabilisce che in un numero limitato di punti di misura si debba effettuare il monitoraggio di altri 6 congeneri (benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene), per verificare l'attendibilità del BaP come tracciante di tossicità di tutta la classe.

In questo contesto, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, nell'ambito del più ampio Progetto Reti Speciali, ha avviato un'indagine finalizzata ad individuare le variazioni geografiche e le fluttuazioni a lungo termine delle concentrazioni in aria ambiente dei 7 IPA per la verifica della costanza spaziale e temporale tra il BaP e gli altri 6 omologhi.

L'indagine, svolta per tre anni a partire dall'autunno 2016, ha riguardato 10 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, scelte tra quelle afferenti alle reti regionali (tranne il sito nella sede dell'ISS a Roma), in modo tale da essere rappresentative di tutto il territorio nazionale. La fase analitica è stata curata da ARPA Veneto e gli IPA determinati erano i sette indicati dalla Direttiva più il benzo(ghi)perilene (BPE).

I nomi delle stazioni, la loro tipologia e le concentrazioni medie di IPA totali e BaP sui tre anni di misura sono riportate in Tabella I.

Le più alte concentrazioni medie di IPA totali sono state rilevate nelle stazioni di fondo urbano di Sondrio e Padova dove i livelli di IPA erano circa 3 volte maggiori rispetto ai grandi siti urbani di Milano e Roma. Ciò conferma che un ruolo rilevante nelle emissioni

di IPA atmosferici è rappresentato da sorgenti diverse dal traffico e in particolare dalla combustione di biomassa. Sempre Sondrio e Padova, sono state le uniche città in cui il valore medio di concentrazione del BaP ha superato il valore obiettivo di 1 ng/m³. Le concentrazioni medie più basse sono state registrate nella stazione industriale di Taranto e nel fondo urbano di Cosenza.

Considerando i singoli omologhi appartenenti alla classe, il BPE, associato alla sorgente traffico, era in genere il composto con una concentrazione media sul periodo più elevata. Uniche eccezioni erano i siti in cui l'analisi dei dati ha suggerito che il traffico non fosse la sorgente prevalente, cioè Sondrio, Padova e Pordenone.

A Roma e Milano, dal confronto dei soli dati corrispondenti agli stessi giorni, è emerso che le concentrazioni medie nei siti di fondo erano leggermente superiori rispetto a quelle rilevate nei siti da traffico.

In termini quantitativi il BaP rappresentava una percentuale compresa tra il 18,7% ± 2.7% e il 25.6% ± 2.8% dei sette IPA indicati dalla Direttiva, con i valori minimo e massimo determinati rispettivamente a Taranto e Cosenza. Le percentuali del marker hanno mostrato di risentire dei processi di trasformazione degli IPA in atmosfera in maniera più o meno marcata a seconda dell'ambiente e, in alcuni siti, nei diversi periodi dell'anno presentavano marcate oscillazioni dei valori.

Tab. I: concentrazioni medie di benzo(a)pirene e IPA totali nei siti oggetto dell'indagine

Comune	Sito	Classificazione	Media BaP ng/m ³	Media IPA totali ng/m ³
Sondrio	Paribelli	Fondo Urbano	1.48 ± 2.06	8.68 ± 11.75
Pordenone	Pordenone Centro	Traffico Urbano	0.81 ± 1.04	3.75 ± 5.46
Milano	Pascal Città Studi	Fondo Urbano	0.54 ± 0.74	2.95 ± 4.24
Milano	Senato	Traffico Urbano	0.33 ± 0.49	2.09 ± 2.91
Padova	Mandria	Fondo Urbano	1.56 ± 2.20	8.07 ± 11.80
Firenze	Bassi	Fondo Urbano	0.43 ± 0.69	2.37 ± 3.56
Roma	Villa Ada	Fondo Urbano	0.39 ± 0.55	2.35 ± 3.08
Roma	Regina Elena	Traffico Urbano	0.36 ± 0.53	2.25 ± 3.02
Taranto	Macchiavelli	Industriale	0.36 ± 0.40	1.22 ± 1.03
Cosenza	Città dei Ragazzi	Fondo Urbano	0.16 ± 0.14	1.97 ± 2.14

Sviluppo di un sistema di campionamento diffusivo multi-capillare per l'analisi di SVOC in fase vapore mediante TD-GC/MS

Flaminia Fois,¹ Simone Serrecchia,¹ Marco Torre,¹ Massimiliano Frattoni,¹ Elisabetta Santarelli,² Patrizio Tratzi,¹ Ettore Guerriero¹

¹C.N.R. Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, Area della Ricerca Roma-1, SP35d, 00010, Monterotondo, Roma, Italia

²Università degli Studi di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA), Italia

guerriero@iia.cnr.it

Gli SVOC sono inquinanti atmosferici che si distribuiscono tra la fase gassosa e la fase particolata, influenzando il loro destino ambientale e sanitario. Per il loro campionamento, è necessario utilizzare sistemi che distinguano tra particelle e vapori di un aerosol, evitando gli artefatti di campionamento dovuti allo strippaggio degli analiti presenti sul particolato filtrato o all'adsorbimento degli analiti in fase vapore da parte del particolato collezionato [1]. Lo scopo di questo lavoro è stato sviluppare un sistema di campionamento a denuder per l'arricchimento selettivo degli SVOC in fase vapore e la loro determinazione diretta per termodesorbimento accoppiato alla GC/MS.

Allo scopo abbiamo costruito un denuder multi-capillare da una colonna capillare per GC, rivestita con diverse fasi. Il denuder è stato confezionato in un tubo per termodesorbimento, che ha permesso di trasferire gli analiti arricchiti sul denuder al sistema analitico GC/MS. Abbiamo testato il denuder con diversi SVOC appartenenti a diverse classi: idrocarburi policiclici aromatici, ftalati, alcani, clorobenzeni ed alcaloidi. Questi composti sono fortemente presenti e rilevanti negli ambienti indoor, in particolar modo nei luoghi di lavoro, e possiedono un ampio intervallo di volatilità alle normali temperature indoor [2]. Abbiamo valutato il volume di breakthrough del denuder, ossia il volume di aria necessario affinché gli analiti inizino a passare attraverso il denuder e raggiungano la trappola spia posta a valle. Abbiamo anche valutato il rendimento di trasmissione del particolato attraverso il denuder, confrontando le distribuzioni granulometriche del particolato misurate con due contatori di particelle a monte e a valle del denuder. Inoltre, abbiamo valutato l'effetto dell'ozono sugli analiti, usando uno scrubber di ozono, ossia un secondo denuder in grado di prevenire la formazione di prodotti di ossidazione degli SVOC dovuti alla reazione con l'ozono presente nell'aria campionata [3].

Il denuder multi-capillare ha mostrato buone prestazioni analitiche e pratiche, trattenendo selettivamente la fase vapore degli SVOC e riducendo la manipolazione e i tempi di preparazione del campione rispetto ai sistemi tradizionali basati su estrazione con solvente di filtri e adsorbenti/assorbenti. Il volume di breakthrough del denuder è risultato inferiore al volume di campionamento necessario per raggiungere i limiti TLV-

TWA dei diversi composti in ambienti indoor, garantendo quindi la validità del denuder per la ritenzione degli SVOC in fase vapore. Il rendimento di trasmissione del particolato attraverso il denuder è risultato totale per le particelle con D_{ae} (diametro aerodinamico equivalente) superiore a 800 nm ed elevato per le particelle con D_{ae} 800-20 nm, dimostrando che il denuder non trattiene significativamente la fase particolata degli SVOC. Lo scrubber di ozono ha mostrato un'elevata efficienza nella rimozione dell'ozono dall'aria campionata e ha prevenuto la formazione di artefatti di ossidazione degli SVOC, mantenendo inalterata la loro concentrazione originaria.

Il denuder multi-capillare così sviluppato si è dimostrato adatto al campionamento degli SVOC in fase vapore in ambienti indoor, offrendo vantaggi rispetto ai metodi convenzionali sia dal punto di vista analitico che pratico. Il denuder permette infatti di distinguere tra fase gassosa e particolata degli SVOC, evitando gli artefatti di campionamento e consentendo la determinazione diretta degli analiti per termodesorbimento-GC/MS, senza l'utilizzo di solventi o altre operazioni laboriose.

[1] Torre M., Tratzi P., Feo S., Mosca S., Guerriero E., Paolino V. "Extractable deniders for selective sampling of vapour phase organics in the atmosphere". *Science of the Total Environment*, **2023**, 854, 158744.

[2] Khedidji S. "Chemical Characterization of Marine Aerosols in a South Mediterranean Coastal Area Located in Bou Ismail, Algeria". *Aerosol Air Qual. Res.*, **2020**, 20(11), 2448–2473.

[3] Balducci C. "Volatilization and oxidative artifacts of PM bound PAHs collected at low volume sampling (1): Laboratory and field evaluation". *Chemosphere*, **2018**, 200, 106–115.

Valutazione preliminare dell'efficacia di un biofiltro botanico nell'abbattimento di particolato atmosferico (PM) e composti organici volatili (COV)

Andrea Bergomi¹, Mattia Borelli¹, Valeria Comite¹, Chiara Andrea Lombardi¹, Letizia Sassi¹, Aligi Marini², Marcello Iriti³, Lorenzo Tassi¹, Alessandro Battaglia⁴, Paola Fermo¹

¹Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano, Via Golgi 19, 20133 Milano, Italia

²Aura System s.r.l., Via Pitteri 10, 20134 Milano, Italia

³Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche ed Odontoiatriche, Via della Commenda 10, Milano, Italia

⁴Lab Service Analytica s.r.l. Via Emilia 51/c, 40011, Anzola Emilia (BO)

andrea.bergomi@unimi.it

Assicurare una buona qualità dell'aria all'interno di spazi chiusi (Indoor Air Quality, IAQ) come case, scuole, uffici e altri luoghi di lavoro è di estrema importanza, perché le persone trascorrono la maggior parte del tempo, circa l'80%, in questi luoghi. Tra gli inquinanti dell'aria, il particolato atmosferico (PM) e i composti organici volatili (COV) sono quelli che tendono ad accumularsi maggiormente all'interno degli spazi chiusi, a causa di un doppio effetto di penetrazione dall'esterno e di emissione da parte di sorgenti indoor. Per questo motivo, in assenza di una adeguata aerazione o di sistemi in grado di filtrare e/o abbattere gli inquinanti, questi tendono ad accumularsi all'interno di tali spazi e in molti casi la loro concentrazione raggiunge valori addirittura superiori rispetto a quelli in aria ambiente [1]. Tutto ciò rappresenta un pericolo per la salute degli esseri umani a causa dei ben noti effetti nocivi di PM e COV.

Le piante hanno dimostrato un'elevata efficacia ed adattabilità nell'eliminare inquinanti dell'aria. Tuttavia, sistemi passivi basati sull'utilizzo di piante in vaso oppure le semplici pareti verdi hanno mostrato solo un effetto limitato sull'abbattimento degli inquinanti. Negli ultimi anni la ricerca si è spostata verso sistemi attivi di filtrazione, in grado di aspirare l'aria circostante e convogliarla attraverso il substrato e le piante per una maggiore rimozione delle specie dannose [2]. In questo studio è stato testato un biofiltro botanico attivo costituito da un substrato con base in fibra di cocco addizionato altri componenti minerali, in combinazione con due diverse tipologie di pianta (*Chlorophytum comosum* ed *Epipremnum aureum*) per la rimozione di PM e COV. Questo biofiltro è stato ideato con l'intento di creare delle pareti verdi attive divise in moduli (Fig. 1), ciascuno dotato di una ventola per l'aspirazione dell'aria circostante



Fig 1. Singolo modulo del biofiltro botanico (dimensioni: 51.5x50x11 cm)

contaminata, per semplificare al massimo la gestione e massimizzare l'adattabilità nei diversi ambienti.

Le analisi preliminari per la valutazione dell'efficacia del biofiltro botanico nella rimozione di PM e COV sono state condotte sul singolo modulo all'interno di una teca appositamente costruita per le prove sperimentali. I test per il PM e per i COV sono stati condotti separatamente, seguendo però il medesimo protocollo di analisi. All'interno della teca è stato posto il modulo con il substrato e con la pianta filtrante, un bruciatore in grado di generare quantità note e riproducibili di inquinante, e un sensore in grado di misurare le concentrazioni della specie di interesse. Per quanto riguarda il particolato, come sensore è stato utilizzato un contatore ottico di particelle (P-Dust Monit, conTec Engineering s.r.l.), mentre per i composti organici volatili è stato utilizzato un analizzatore di COV totali (NETPID, Lab Service Analytica s.r.l.). L'efficacia di rimozione è stata valutata andando a studiare le curve di decadimento dell'inquinante nel corso della prova sperimentale.

Le indagini preliminari hanno mostrato dei risultati promettenti per quanto riguarda l'abbattimento sia del PM che dei COV. In entrambi i casi, il biofiltro è stato in grado di abbattere in maniera quasi completa l'inquinante all'interno della teca, riducendo le concentrazioni a valori molto prossimi a quelli del fondo. L'importanza di validare il funzionamento di pareti verdi attive, come quella testata in questo studio, non si limita alla rimozione di inquinanti pericolosi negli ambienti interni, ma potrebbe avere ulteriori benefici. Infatti, i biofiltri botanici rappresentano una valida alternativa ai classici sistemi di HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Numerosi studi hanno dimostrato che la loro implementazione porterebbe ad una sostanziale riduzione del consumo energetico, senza limitare la quantità di aria che circola all'interno dell'edificio [3]. Infine, la semplice installazione, manutenzione ridotta e autonomia di questi sistemi li rende ideali ed adattabili a qualsiasi tipologia di ambiente indoor.

[1] Fermo P., Begona A., De Gennaro G., Pantaleo A.M., Parente A., Battaglia F., Colicino E., Di Tanna G., Goncalves da Silva Junior A., Gadelha Pereira I., Santos Garcia G., Garcia Goncalves L.M., Comite V., Miani A. *Environ. Res.* 2021, 197, 111131.

[2] Pettit T., Irga P.J., Torpy F.R. *Air Qual. Atmos. Health* 2019, 12, pp. 33-44.

[3] Aydogan A., Cerone R. *Indoor Built Environ.* 2021, 30, pp. 442-460.

Livelli di Particolato in Molise

Luigi Pierno e Alberto Manfredi Selvaggi

ARPA Molise via U. Petrella, 1 86100 Campobasso

alberto.manfrediselvaggi@arpamolise.it

La qualità dell'aria in Molise nel corso degli anni non ha mostrato particolari criticità, risultando soddisfacente nella gran parte del territorio regionale, come dimostrano i risultati delle attività di monitoraggio e della modellistica, sia nei centri urbani, sia nelle zone industriali. Fa eccezione la città di Venafro dove ad esclusione del triennio 2016-2018, dal 2010 si registra il superamento della soglia dei 35 giorni consentiti per il superamento della media giornaliera del PM₁₀. Anche il PM_{2,5} fa registrare valori di concentrazione critici, attestandosi vicino alla soglia limite prevista dalla normativa vigente. Le polveri sottili rappresentano, quindi, una criticità da affrontare con l'adozione di misure mirate a contenere l'impatto dell'inquinamento atmosferico volte a ridurre i valori di concentrazione di particolato. In tale senso uno studio di caratterizzazione delle fonti emissive di particolato è propedeutico all'adozione di tali misure. ARPA Molise ha quindi predisposto uno studio di source apportionment sulla piana di Venafro, dove saranno implementate attività di monitoraggio presso tre siti (Venafro, Sesto Campano, Pozzilli) con la ricerca di diversi inquinanti (metalli, IPA, Carbonio organico ed elementare, zuccheri, anioni, cationi). A conclusione dello studio attraverso l'applicazione di metodi di analisi multivariata potranno essere individuate e quantificate idealmente tutte le sorgenti di particolato aerodisperso che contribuiscono all'inquinamento al sito recettore, incluse quelle riconducibili ad attività industriali, quelle di origine naturale ed infine i contributi di attività antropogeniche legate ad attività civili.

Studio Preliminare di Caratterizzazione del PM₁₀ in Tre Siti (Venafro, Sesto Campano, Pozzilli) nella Piana di Venafro

Luigi Pierno¹, Vanes Poluzzi², Dimitri Bacco²

¹ARPA Molise via U. Petrella, 1 86100 Campobasso

²Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna, Largo Caduti del Lavoro 6, 40122 Bologna

luigi.pierno@arpamolise.it

Lo studio, nonostante i limiti determinati dalla carenza degli elementi informativi, ha permesso di migliorare il quadro conoscitivo relativo alla composizione chimica del particolato e alla sua variabilità nel tempo. È stata confermata la situazione critica, già nota, circa gli elevati livelli di PM₁₀ rilevati nella Piana. Gli andamenti stagionali determinati nelle campagne ad hoc, confrontati con gli andamenti storici dei livelli di PM e con la stima dell'altezza dello strato limite planetario (PBL), confermano la stagione invernale come quella particolarmente critica, durante la quale, si vengono a determinare le condizioni più sfavorevoli da un punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera. La caratterizzazione chimica del particolato è stata orientata alla valutazione: 1) della concentrazione di massa media giornaliera delle componenti principali del particolato atmosferico (anioni e cationi; carbonio organico e carbonio elementare; alcuni macroelementi, quali ferro, alluminio); 2) della concentrazione di massa di alcuni zuccheri anidri, traccianti della combustione di biomassa vegetale legnosa; 3) della concentrazione di massa di alcuni elementi (metalli e semimetalli). I livelli delle varie specie determinate risultano in generale maggiori presso il sito di Venafro, rispetto al sito di Sesto Campano. Presso il sito di Pozzilli sono stati rilevati livelli sistematicamente e significativamente inferiori. La complessità, infine, delle dinamiche che coinvolgono l'area di studio da un punto di vista orografico, climatico e dei diversi fattori di pressione presenti, suggerisce la necessità di determinare, in futuro, lo stato della qualità dell'aria nella Piana non solo rispetto agli inquinanti già monitorati con le stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria, ma anche attraverso uno studio approfondito di caratterizzazione del particolato nelle sue componenti principali ed in tracce.

Una camminata per scoprire le particelle sub-microniche nel Molise

Ivan Notardonato¹, Cristina Di Fiore¹, Luigi Pierno³, Fabiana Carriera², Alessia Iannone², Pasquale Avino¹

¹*Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia*

²*Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale, Cassino, Italia*

³*ARPA Molise via U. Petrella, 1 86100 Campobasso*

notardonatoivan@hotmail.com

I termini “polveri sottili” o “particolato atmosferico” si riferiscono ad una serie di particelle sospese nell'aria che ogni giorno respiriamo. Caratterizzato da particelle con diametro inferiore a 10 μm , il PM10 è presente nell'aria a seguito di eventi naturali o attività antropiche ed è considerato un buon indicatore della qualità dell'aria. Il particolato atmosferico rimane nell'aria per un tempo abbastanza lungo e può, quindi, essere trasportato anche per grandi distanze. Causa diversi effetti sulla salute umana tra cui molti disturbi collegati all'apparato respiratorio. Sostanze chimiche come idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli pesanti come arsenico, cadmio, cromo, nichel e piombo possono aderire sulla superficie delle polveri sottili determinando effetti potenzialmente pericolosi sulla salute della popolazione esposta. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento da PM10 nell'aria come cancerogeno per l'uomo. L'obiettivo di questo lavoro è una caratterizzazione delle particelle fini ed ultrafini nella regione Molise, con particolare attenzione al capoluogo di regione, Campobasso. All'interno della regione sono opportunamente selezionati un bianco ambientale, l'oasi naturale di “Montedimezzo” ed il comune di Agnone come centro abitato più vicino. Inoltre, i campionamenti sono effettuati anche in due comuni che rappresentano le vie di accesso alla regione, il comune di Venafro per il traffico veicolare proveniente dalla Campania e dal Lazio ed il comune di Termoli come traffico marittimo dall'Adriatico e veicolare dalla Puglia e dall'Abruzzo. Le misurazioni sono effettuate in zone periferiche residenziali, spazi verdi e centro cittadino e sono eseguiti sia nel periodo estivo che in quello invernale, in modo da avere condizioni climatiche differenti. Inoltre, i campionamenti sono ripetuti sia nella mattinata sia nel pomeriggio inoltrato dello stesso periodo. I risultati ottenuti presentano dei range di PM10 piuttosto contenuti, soprattutto per quanto riguarda la città di Campobasso. I valori medi di PM10 compresi tra 10 e 21 $\mu\text{g m}^{-3}$ confermano una buona qualità dell'aria del capoluogo di regione, soprattutto se i dati sono confrontati con metropoli più affollate o ad intenso traffico veicolare.

- [1] Manigrasso M., Natale C., Vitali M., Protano C. and Avino P. *Int J Environ Res Public Health* 2017, 14(3), 288
- [2] Avino P., Capannesi G., Manigrasso M., Rosada A. Russo M. V. *Chemistry Central Journal* 2013, Article number 173

Ecological and economical perspectives for the disposal of sewage sludge

Giovanni Maria Piacentino

Life Augia

giovanni.piacentino@unimol.it

The Augias project is placed in the dual perspective of the disposal of sewage sludge and biomass deriving from agricultural and forest maintenance. The vision is, on one side, to promote the short chain of biomass, and to enhance the management of the territory. To prevent deforestation, to increase maintenance of the environment and the recovery of raw materials.

The project involves the use of the AUGIAS gasifier, already under construction in Molise as part of the LIFE 2019/669 project, which provides for the treatment of sewage sludge from the Termoli Industrial Consortium - COSIB.

Starting from the first prototype, the working hypothesis envisages four gasification trains which can treat the following charges:

- 2,700 tons/year of waste water purification sludge with 78% humidity
- 9.180 tons/year of wood chips from prunings and twigs with 35% humidity
- oxygen as an oxidizing agent

The syngas produced would then allow the production of Hydrogen, Methane or even liquid hydrocarbons through further transformations. The hypothesis in question envisages the use of a quantity of 275 kg/h with 10% humidity of biomass and sewage sludge, to feed each "AUGIAS Like " Gasifier Reactor.

Breve disamina degli aggiornamenti tecnici in materia di emissioni inquinanti

Domenico Cipriano

Sviluppo sostenibile e fonti energetiche, Ricerche sul sistema energetico

domenico.cipriano@rse-web.it

La salute dei cittadini e la protezione dell'ambiente trovano nella direttiva IED 2010 un valido appoggio, anzi un grande alleato.

Anche se la direttiva risale infatti a 13 anni fa, per la sua completa applicazione è stato iniziato un enorme lavoro dal punto di vista normativo, inteso come norma tecnica, che ancora non è ultimato.

Norme come la EN14181 e la EN 17255, oltre che le norme sui Metodi di Riferimento sono molto più impattanti nella vita di tutti i giorni e nella gestione degli impianti di quanto si possa pensare ad una prima analisi.

Nella presentazione sono trattati i punti principali della Direttiva IED che da vita a tutto il castello normativo tecnico promulgato dal CEN, e sono analizzate le principali norme mostrandone pregi e difetti oltre che le modificazioni al sistema produttivo nazionale che ragionevolmente saranno richieste a breve.

In particolare, il legame fra metodi di riferimento, i sistemi di monitoraggio delle emissioni presenti negli impianti e le modalità con cui i dati rilevati dal monitoraggio sono gestiti e trasmessi all'autorità competente meritano di essere investigati perché ci sono molti aspetti poco noti e assolutamente non banali.

I probiotici come promettente strumento profilattico per ridurre i livelli di elementi chimici tossici o potenzialmente tossici nelle api

Maria Luisa Astolfi^{1,2}, Marco Papi³, Thomas Merlet⁴, Marcello Messi¹

¹Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, p.le A. Moro 5, 00185 Roma, Italia

²Centro di Ricerca per le Scienze applicate alla protezione dell'ambiente e dei Beni Culturali (CIABC), Sapienza Università di Roma, p.le A. Moro 5, 00185 Roma, Italia

³Marco Papi Azienda Agricola ed Apistica, via Fosso di Macchia Grande 526, 00166 Roma, Italia

⁴Dipartimento di Chimica, Tolosa INP-ENSIACET, Allée Emile Monso 4, 31030 Tolosa, Francia

marialuisa.astolfi@uniroma1.it

Le api sono esseri viventi preziosi per il nostro pianeta. Grazie al loro essenziale servizio di impollinazione, questi insetti consentono il mantenimento della biodiversità e la varietà e la quantità di cibo disponibile [1]. Diversi studi hanno, inoltre, proposto di utilizzare le api e i loro prodotti come bioindicatori della qualità ambientale [2,3]. Sfortunatamente, la salute delle api può essere compromessa da diversi fattori come l'inquinamento ambientale, la distruzione degli habitat naturali e il cambiamento climatico. Sebbene non ci sia un'unica causa che giustifichi grandi perdite di colonie di api, la presenza di elementi tossici nell'ambiente potrebbe rappresentare una grave minaccia per il benessere delle api, la qualità dei prodotti dell'alveare e la salute dell'uomo [1,3].

Recentemente, i probiotici stanno guadagnando particolare attenzione per la loro azione detossificante nei confronti di alcuni elementi chimici [1]. Alcune specie di batteri possono, infatti, adsorbire metalli tossici sulla superficie della loro parete cellulare o accumularli all'interno della cellula attraverso vari meccanismi come lo scambio ionico, la complessazione o le reazioni di nucleazione che portano alla precipitazione. Il presente studio ha voluto indagare l'efficacia dei probiotici nel ridurre l'assorbimento di elementi tossici o potenzialmente tossici da parte delle api. A questo scopo, sono state determinate le concentrazioni di 40 elementi (Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, U, V, W, Zn, and Zr) tramite spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) e del Hg tramite spettrometria a fluorescenza atomica con vapori freddi (CV-AFS) in campioni di api, cera, miele, polline e propoli appartenenti al gruppo controllo (api a cui è stato somministrato un placebo) e al gruppo sperimentale (api a cui sono stati somministrati i probiotici). I risultati di questo studio hanno mostrato che la somministrazione di probiotici alle api riduce significativamente il contenuto di Ba, Be, Cd, Ce, Co, Cu, Pb, Sn, Tl e U nelle api del gruppo sperimentale rispetto a quelle del gruppo di controllo da 1,2 (Cu e Pb) a 3,6 (Sn) volte. La Fig. 1 riporta il confronto delle concentrazioni di alcuni elementi tossici nelle api considerate. Si sono ottenute concentrazioni significativamente

inferiori anche nei prodotti dell'alveare del gruppo sperimentale per Zn nella cera e per B e Na nel miele. Invece, livelli significativamente più alti di elementi sono stati trovati nei campioni del gruppo sperimentale per B, Ca, Cu, K, Mg, Mn e P nella cera e per Cs, Cu, Li, Mg, Na, P, Sr, Ti e Zn nel polline. Questo studio mostra i primi dati sulle concentrazioni elementari presenti nelle api e nei loro prodotti in seguito alla somministrazione dei probiotici alle api e fornisce le basi per una futura ricerca in ambito agro-alimentare, economico e ambientale.

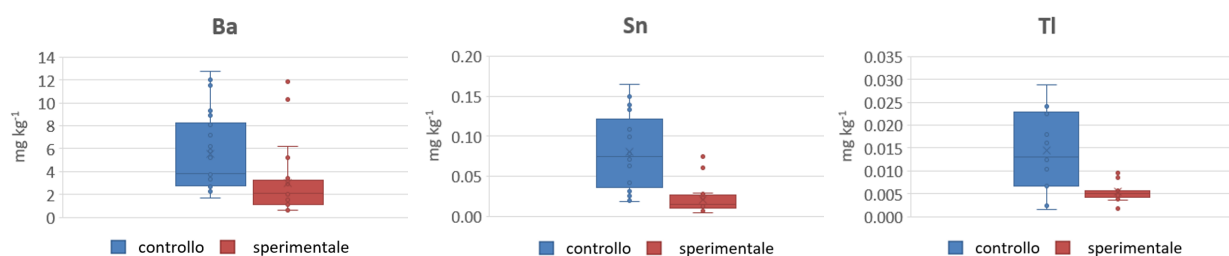


Fig. 1. Confronto delle concentrazioni di alcuni elementi tossici nelle api appartenenti al gruppo controllo e sperimentale.

La ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR).

- [1] Astolfi M.L., Conti M.E., Messi M., Marconi E. *Chemosphere* **2022**, 308, 136261.
- [2] Conti M.E., Astolfi M.L., Mele G., Ristorini M., Vitiello G., Massimi L., Canepari S., Finioia M.G. *Ecol. Indic.* **2022**, 140, 109061.
- [3] Conti M.E., Astolfi M.L., Finioia M.G., Massimi L., Canepari S. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2022**, 29, 36057–36074.

Biomonitoraggio con ape da miele in aree molisane e campane con potenziali criticità ambientali

Dalila Di Criscio¹, Sonia Ganassi¹, Sonia Petrarca¹, Cosimo Tedino¹, Alessia Iannone^{1,2}, Fabiana Carriera^{1,2}, Ivan Notardonato¹, Pasquale Avino¹, Antonio De Cristofaro¹

¹*Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia*

²*Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale, Cassino, Italia*

d.dicriscio@unimol.it

Il biomonitoraggio ambientale, condotto in modo sempre più sistematico e articolato, permette di ottenere numerosi parametri indicatori delle variazioni causate da immissione di sostanze inquinanti di varia origine e natura. L'impiego di *Apis mellifera* L. come organismo "sentinella" è una pratica ormai ampiamente consolidata per valutare la qualità di un territorio. La validità del suo impiego come organismo bioindicatore è stata dimostrata per un'ampia gamma di xenobiotici quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, agrofarmaci e radionuclidi. L'alveare, inteso come superorganismo, si configura esso stesso come un valido bioaccumulatore e biocollettore, potendosi ricercare eventuali sostanze inquinanti nei tessuti delle api e nei prodotti dell'alveare, come ad esempio il miele.

Questa comunicazione riporta alcune esperienze di biomonitoraggio, condotte in aree molisane (Progetto Bee-observer e Gal Molise verso il 2000) e campane (Progetto C.A.R.A. Terra dell'Alto Casertano e Progetto Biomonitoraggio del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni), alcune delle quali caratterizzate da potenziali criticità ambientali. Le analisi con spettrometria ad emissione atomica con plasma induttivamente accoppiato (ICP-AES), eseguite sulla matrice miele, sono state focalizzate in particolare sui metalli potenzialmente tossici. Dai risultati delle analisi dei campioni provenienti dai comuni dell'Alto Casertano si evince che, nonostante la presenza saltuaria di valori abbastanza alti per Zolfo, Ferro e Alluminio, registrati soprattutto in alcuni comuni, tutti i campioni di miele analizzati non presentano valori superiori a quelli consentiti dalla normativa vigente. Le analisi hanno permesso di rilevare che la quantità media di Zinco registrata nel territorio del Gal Molise verso il 2000 (aree interne in provincia di Campobasso) è di 0,62 ppm, tuttavia nei comuni di Castelpetroso e Pozzilli (Progetto Bee-observer, provincia di Isernia) i valori si discostano significativamente dalla media (6,75 e 27,15 ppm rispettivamente), probabilmente influenzati da diversi forzanti antropogenici insistenti sul territorio.

Nelle aree del Gal Molise verso il 2000 i valori di nichel sono di 0,065 ppm; nonostante tali livelli rientrino nei limiti (0,02-0,20 mg/kg) indicati da Porrini et al. (2002), questo elemento tossico merita di essere seguito nel tempo. Per quanto riguarda il Cromo, sono

stati registrati valori medi di 0,024 ppm, valori leggermente maggiori rispetto a quelli di riferimento (0,005-0,02 ppm). I valori del Cromo nelle postazioni dei due comuni molisani (Progetto Bee-observer) di Santa Maria del Molise (4,08 ppm) e Pozzilli (2,43 ppm) sono decisamente più elevati rispetto a quelli di riferimento, come anche le analisi condotte sul miele proveniente dai comuni dell'Alto Casertano (Progetto C.A.R.A. Terra) hanno rilevato valori che non rientrano nei limiti. La situazione di potenziale criticità individuata in queste aree richiede un monitoraggio costante per stabilire se i livelli più alti di questo importante elemento rappresentano solo un fenomeno temporalmente puntiforme o una situazione più generalizzata e complessa, tale da essere periodicamente rivalutata. Si segnala, inoltre, la presenza di alti valori di Ferro in alcuni campioni provenienti da San Martino in Pensilis, da Sesto Campano e dall'Alto Casertano. Per quanto riguarda le analisi condotte sul miele proveniente dai comuni del Cilento, i risultati relativi al solo Arsenico e solo per alcuni comuni, hanno evidenziato una situazione di potenziale criticità che necessita di ulteriore approfondimento.

I risultati ottenuti dai progetti confermano l'idoneità dell'uso congiunto di ape ed alveare per valutare lo stato di salute di un territorio.

Metalli Pesanti nel Miele: Biomonitoraggio Ambientale nelle Aree Molise e Cilento

Alessia Iannone^{1,2}, Fabiana Carriera^{1,2}, Ivan Notardonato², Dalila Di Criscio², Sonia Ganassi², Cosimo Tedino², Sonia Petracca², Antonio De Cristofaro², Pasquale Avino²

¹Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale, Cassino, Italia

²Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia

alessia.iannone@unicas.it

Differenti fonti di emissione naturali ed antropiche di elementi tossici possono causare l'inquinamento ambientale.

In particolare, i metalli pesanti rappresentano la classe di inquinanti organici più importante a causa della loro deposizione, difficile degradazione e lunga persistenza nell'ambiente.

Tali elementi rilasciati dalla combustione di gas di scarico, dall'emissioni di traffico veicolare e dalle pratiche agricole possono entrare in numerosi cicli biologici ed avere effetti gravemente tossici sull'uomo come alterazione della funzionalità del sistema immunitario e nervoso e di organi come polmoni, fegato e reni [1].

Negli ultimi decenni, numerosi studi presenti in letteratura hanno focalizzato l'attenzione sulle attività di biomonitoraggio con l'utilizzo di api mellifere (*Apis Mellifera*) come bioindicatori.

Tali organismi viventi sono efficienti sentinelle dello stato di inquinamento ambientale grazie alla loro attività di foraggiamento ad ampio raggio (7 km²) ed alla capacità di accumulo di sostanze inquinanti che permette di evidenziarne la distribuzione ambientale e variazione non solo nel tempo ma anche nello spazio [2].

Nel caso dei metalli pesanti, il trasporto avviene mediante l'accumulo di particolato aerodisperso sui peli corporei durante il volo o attraverso acqua, polline e nettare contaminati con concentrazioni conseguentemente rilevabili in prodotti dell'alveare (miele, cera d'api e propoli) [3].

Nel presente studio, è stata effettuata una valutazione dei livelli di contaminazione da metalli pesanti della Regione Molise e l'area del Cilento (Campania) mediante l'utilizzo di campioni di miele come indicatori.

Il prelievo dei campioni è avvenuto in sei siti differenti per ciascuna area: Boiano, Campochiaro, Petrella, Riccia, Roccavivara e Tufara per il Molise; Alani, Buonabitacolo, Campora, Polla, Roccagloriosa, Sicignano per il Cilento.

Inoltre, sulla base della loro vulnerabilità alle variazioni climatiche, i campionamenti sono stati effettuati nel periodo di attività maggiore delle api compreso tra giugno e

settembre 2021, con un ulteriore prelievo di campioni di miele nell'anno 2022 per le zone del Cilento.

Step preliminare dell'attività di ricerca è stata la messa a punto di una metodica di preparazione del campione mediante l'utilizzo di un sistema di digestione a microonde (MARS 5-CEM) settato a specifiche condizioni operative (600 W, 100% power, 20 min) con aggiunta di reagenti (HNO₃, 65% v/v).

La valutazione dei livelli di concentrazione dei metalli pesanti (Al, Cd, Cr, Cu, Pb, Se, As, Co, Mn, Ni e Sb) è stata realizzata mediante spettroscopia di emissione atomica al plasma accoppiato induttivamente (ICP-OES; mod. 4210 MP-AES).

I risultati ottenuti dall'analisi spettroscopica suggeriscono la maggiore presenza di Cd, Cu, Pb, Mn e Al rilevata in quasi tutti i campioni di miele della Regione Molise in concentrazioni medie comprese tra 10,2-143,9 ng g⁻¹.

Tracce di Co e Ni sono state rilevate con concentrazioni medie comprese tra 2,2-7,8 ng g⁻¹, mentre il Cr era al di sotto del limite di rivelazione (LOD).

Infine, concentrazioni maggiori di Cd, Cu, Pb, Co, Ni, Sb e Mn, (17,9-94,4 ng g⁻¹) sono state rilevate nei campioni dell'area del Cilento nell'anno 2022, mentre tracce di Cr assente nei campioni del 2021 sono state ritrovate in concentrazioni pari a 52, 8 ng g⁻¹.

[1] Di Fiore, C., De Cristofaro, A., Nuzzo, A., Notardonato, I., Ganassi, S., Iafigliola, L., Sardella, G., Ciccone, M., Nugnes, D., Passarella, S., Torino, V., Petrarca, S., Di Criscio, D., Ievoli, R., Avino, P. Biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons, heavy metals, and plasticizers residues: Role of bees and honey as bioindicators of environmental contamination. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2023**, 30(15), 44234-44250.

[2] Di Fiore, C., Nuzzo, A., Torino, V., De Cristofaro, A., Notardonato, I., Passarella, S., Di Giorgi, S., Avino, P. Honeybees as bioindicators of heavy metal pollution in urban and rural areas in the South of Italy. *Atmosphere* **2022**, 13(4), 624.

[3] Cunningham, M. M., Tran, L., McKee, C. G., Polo, R. O., Newman, T., Lansing, L., Griffiths, J. S., Bilodeau, G. J., Rott, M., Guarna, M. M. Honey bees as biomonitors of environmental contaminants, pathogens, and climate change. *Ecol. Indic.* **2022**, 134, 108457

Studio Preliminare per l'Impiego dell'*Apis Mellifera* L. e del Miele come Bioindicatori di Contaminazione Ambientale nell'Area Costiera della Regione Molise

Giuseppe Ianiri^{1,2}, Maria Eleonora Soggiu¹, Gaetano Settimo¹, Pasquale Avino²

¹Department of Environment and Health (DAMSA), National Institute of Health (ISS), 00161 Rome, Italy

²Department of Agricultural, Environment and Food Sciences (DiAAA), University of Molise, 86100 Campobasso, Italy

giuseppe.ianiri@iss.it

L'utilizzo dell'*Apis Mellifera* e dei prodotti dell'alveare per la valutazione dei livelli di concentrazione dei principali microinquinanti organici (ad es; policlorodibenzodiossine, PCDD; policlorobifenili, PCBs; idrocarburi policiclici aromatici, IPA;) ed inorganici (ad es; piombo, arsenico, cadmio, nichel) presenti in territori a diverso impatto antropico, può rappresentare un metodo alternativo all'impiego dei classici sistemi di monitoraggio ambientale. Ciò è possibile grazie alla capacità delle api da miele di essere contemporaneamente bioindicatori e biocollettori [1]. In altre parole, l'*Apis Mellifera* è in grado di esplorare ed interagire con tutti i comparti ambientali (aria, acqua, suolo e vegetazione) attraverso l'effettuazione di numerosi microprelievi. Tramite quest'ultimi, le api accumulano le molecole inquinanti nei tessuti del loro corpo, trasportandole all'interno dell'alveare con conseguente passaggio nei principali prodotti di secrezione (cera, pappa reale) ed escrezione (miele). Di conseguenza, i prodotti dell'alveare e le stesse api, possono dare indicazioni spazio-temporali relative alla presenza ed alle quantità dei principali inquinanti dannosi per la salute della popolazione residente e dell'ambiente monitorato. Tale lavoro mira a fornire indicazioni preliminari per il corretto impiego dell'ape da miele e dei suoi prodotti come bioindicatori ambientali nell'area costiera della regione Molise. Per questo studio sono stati presi in considerazione i dati di biomonitoraggio relativi alle quantità di metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici in api e miele prelevati ogni quindici giorni in cinque diverse postazioni nell'area costiera del Molise, durante gli anni 2017 e 2018. I luoghi scelti per il posizionamento delle arnie hanno incluso un sito urbano (Parco comunale di Termoli), uno industriale in cui sono state comprese due postazioni (una adiacente al comando dei Vigili del Fuoco e l'altra presso c.da Pantano Bassa), un sito in area agricola (cava Campomarino) e come postazione di fondo un'area remota collocata nell'oasi LIPU di Casacalenda [2]. I dati ottenuti sono stati opportunamente inseriti in un sistema GIS (ArcView 3.2) il quale permette di georeferenziare le postazioni di prelievo sulla mappa del territorio oggetto di studio. Tramite le funzioni di interpolazione del software ArcView, per ogni inquinante, nella matrice api e nella matrice miele, sono state generate le curve di isoconcentrazione nell'area del territorio considerato a partire dai valori di

concentrazione misurate nei punti georeferenziati. Tramite un'opportuna scala cromatica, è stato possibile apprezzare le postazioni che maggiormente risultano interessate dalla presenza dei vari inquinanti e in maniera tale da poterne dedurre l'eventuale origine urbana, industriale o agricola. Dalle rappresentazioni ottenute risultano evidenti i seguenti punti.

- La matrice api presenta una maggiore variabilità in termini di origine e di quantità dell'inquinante rispetto alla matrice miele. Ciò può essere dovuto al fatto che il miele stazionando per più tempo in un luogo fisso, risente delle condizioni ambientali medie del periodo di produzione. Le api, invece, attraverso la loro attività di volo forniscono un dato di breve periodo dello stato di contaminazione ambientale, infatti il dato di contaminazione proveniente dalla matrice api rappresenta mediamente un campionamento degli ultimi 2/3 giorni di volo.
- Gli idrocarburi policiclici aromatici presentano una origine prettamente urbana ed in parte industriale. Risulta chiara la contemporanea presenza di tutti gli IPA presi in considerazione, confermando che dal processo di formazione e conseguentemente nelle matrici analizzate, tali molecole sono sempre presenti come classe e mai come composti singoli.
- La componente inorganica (metalli pesanti) mostra maggiore origine e presenza nelle zone extra urbane, destinate per esempio ad attività agricole. Tale considerazione può essere giustificata sia dalla loro naturale presenza nel suolo e sia dalle pratiche agricole abitualmente adottate.
- Per la maggior parte dei microinquinanti studiati, le maggiori concentrazioni si trovano nel miele in virtù del fatto che in quest'ultimo avviene una concentrazione degli inquinanti dovuta al processo di trofallassi (elaborazione del nettare in miele).

Dallo studio condotto, l'utilizzo dell'*Apis mellifera* e del miele come bioindicatori ambientali, rappresenta un ottimo strumento a supporto delle comunità per poter monitorare costantemente i livelli dei principali microinquinanti presenti in ambiente. Il metodo allo stato attuale necessita ancora di essere adeguatamente approfondito per capire la risposta in funzione delle variabilità ambientali spazio-temporali. In ogni caso, va sottolineato che ancora tale attività necessita di essere sempre supportata da altre attività integrative, quali: rilevamento e studio dei dati meteo della zona interessata al monitoraggio (in questo caso la costa del Molise) e da un affiancamento delle tecniche tradizionali di monitoraggio ambientale.

[1] Goretti E., Pallottini M., Rossi R., La Porta G., Gardi T., Cenci Goga BT., Elia AC., Galletti M., Moroni B., Petroselli C., Selvaggi R., Cappelletti D. *EnvironPollut.* **2020**, 256:113388.

[2] Di Fiore, C., De Cristofaro, A., Nuzzo, A., Notardonato I., Ganassi S., Iafigliola L., Sardella G., Ciccone M., Nuges D., Passarella S., Torino V., Petrarca S., Di Criscio D., Ievoli R., Avino P. *Environ Sci Pollut Res.* **2023**, 30, 44234–44250.

Biodiversity and Traditional Pastoral Knowledge to Promote Climate Resilience

Eric Chavez Betancourt¹, Fabio Morotti², Laura Quartieri³

¹*Oikos Association, Lima Perú*

²*Visual and Media student, IULM university*

³*Oikos Association e CACR Italia*

echavez@oikos.pe

The breeding of animals in mountain areas is an ancient activity where the environment is usually complex. Biodiversity vs knowledge of the environment is the human adaptation strategy to the climate (i.e., Italian man's and so on) that, to some extent, is a natural bio-monitoring. Pastoralists and their traditional environmental management practices have been used for climate adaptation and biomonitoring in the above mentioned part of the World since ancient times. However, external drivers such as the economy and the increase in extreme weather events exert great pressure on these socio-ecological systems. The article analyzes the use of biodiversity as a generator and/or reducing vulnerability and increase resilience in above mentioned pastoral systems granting the natural bio-monitoring. Based on the existing literature and the collective construction experience in other communities of the World, some current and relevant issues faced by herders are processed. To improve the livelihood of herders and maintaining the ecosystems functionality there is a need to protect the biodiversity and the biocultural heritage of herders. In this sense, the intergenerational transmission of knowledge is a key internal factor, as well as external factors such as political and economic support for communities, which are necessary and identified as critical in this process.

Inquinamento ambientale da PCB a Brescia

Studio di biomonitoraggio umano su latte materno

Elena Dellatte¹, Vittorio Abate¹, Annalisa Abballe¹, Stefania Paola De Filippis¹, Silvia De Luca¹, Fabiola Ferri¹, Anna Rita Fulgenzi¹, Nicola Iacovella¹, Anna Laura Iamiceli¹, Anna Maria Ingelido¹, Valentina Marra¹, Roberto Miniero¹, Silvia Valentini¹, Elena De Felip¹

¹*Istituto Superiore di Sanità, Dipartimento Ambiente e Salute*

²*Esposizione Umana a Contaminanti Ambientali, Roma*

elena.dellatte@iss.it

Nella città di Brescia, impianti metallurgici, fonderie secondarie e, fino al 1984, uno stabilimento chimico produttore di policlorobifenili (PCB), hanno provocato una diffusa contaminazione da parte di inquinanti ad elevata tossicità: sostanze organiche clorate persistenti (principalmente PCB, policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF)) e metalli pesanti. Dal 2002 l'area è classificata SIN (Sito Contaminato di Interesse Nazionale).

Per valutare l'esposizione della popolazione di Brescia a diossine, furani (PCDD-F) e PCB nel 2015 la Regione Lombardia ha finanziato uno studio di biomonitoraggio umano svolto dall'Azienda Sanitaria di Brescia in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità consistente nell'analisi di campioni di latte materno di donne residenti in aree della Provincia a diversa contaminazione ambientale selezionate in base a definite caratteristiche (primiparità, età 25=35 anni, residenza da almeno 10 anni nel territorio, gravidanza fisiologica, intenzione di allattamento esclusivo, disponibilità a donare ca 50 mL di latte fra la 4^a e l'8^a settimana *postpartum*).

Tra il 2016 e il 2018 sono state arruolate complessivamente 82 donne, 41 "esposte", residenti in un'area a presumibile esposizione incrementale agli inquinanti di interesse (Brescia città, hinterland e Valle Trompia) e 41 "non esposte", residenti in aree limitrofe a presumibile contaminazione di fondo (Bassa Bresciana). Per indagare l'esistenza e la rilevanza di fattori potenzialmente influenti sul carico corporeo degli inquinanti, alle donatrici è stato somministrato un questionario che raccoglieva informazioni su dati antropometrici, abitudini e ambiente di vita, alimentazione, ambito professionale.

I campioni di latte sono stati analizzati per i 17 congeneri canonici di PCDD-F, i 12 PCB diossina-simili (DL-PCB) e 9 non diossina-simili (NDL-PCB) tra i quali, i 6 congeneri "indicatori" – espressi come Σ NDL-PCB – selezionati per la loro rilevanza nella valutazione dell'esposizione umana.

I campioni, addizionati con standard interni marcati con ^{13}C , sono stati sottoposti ad estrazione liquido-liquido con una miscela di *n*-esano ed etere etilico; la fase organica ha poi subito trattamenti sequenziali di purificazione: colonnine di solfato di sodio ed un sistema automatizzato multicolonna DEXTech™ (LCTech, DE) [1, 2]. Gli analiti sono stati quantificati mediante gas cromatografia abbinata a spettrometria di massa ad alta (HRGC-HRMS) o a bassa (HRGC-LRMS) risoluzione.

L'elaborazione statistica dei risultati analitici ha evidenziato che, per tutti gli analiti, i valori medi delle concentrazioni nel gruppo delle "esposte" erano superiori rispetto al gruppo di controllo. Il rapporto tra i livelli nei due gruppi variava tra 1.45 per DL-PCB e 1.11 per $\Sigma_6\text{NDL-PCB}$. Le differenze di concentrazione tra i due gruppi di donne (Fig. 1) sono risultate statisticamente significative per tutte le classi di analiti considerati (test U di Mann-Whitney). Il consumo di prodotti di origine locale era in generale non rilevante e le abitudini alimentari non risultavano significativamente diverse tra i due gruppi. Per valutare l'influenza delle variabili dei questionari è stata eseguita un'analisi di regressione lineare. I tassi incrementali di molti degli analiti passando dalle "non esposte" alle "esposte" sono risultati molto significativi ($P \ll 0.05$) e i coefficienti molto elevati in particolare per DL-PCB e $\Sigma_6\text{NDL-PCB}$. L'età è risultato il parametro con la maggior influenza tra le variabili significativamente associate alle concentrazioni mentre il Body Mass Index ha mostrato un effetto opposto.

Le concentrazioni nel gruppo delle "non esposte" appaiono in linea con il generale trend decrescente dell'esposizione (2001-2018) osservato in Italia [3] conseguenza delle normative adottate a livello comunitario su diossine e PCB e delle azioni svolte a livello locale per interrompere la catena di contaminazione degli alimenti e ridurre l'esposizione complessiva a questi contaminanti.

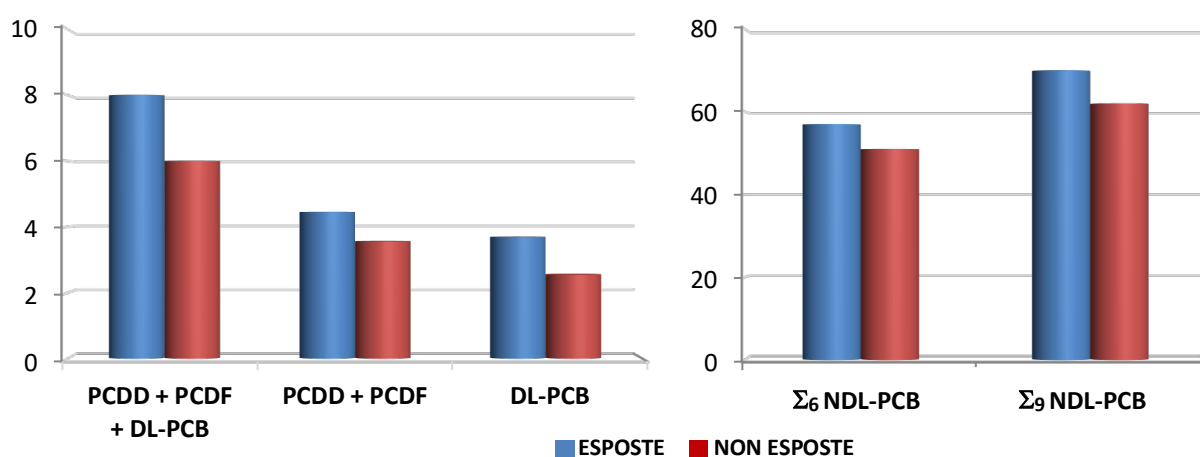


Figura 1. Livelli medi di PCDD, PCDF e DL-PCB (espressi in $\text{pgWHO}_{2005}\text{TE/g lb}$ cioè in unità di equivalenti tossicologici rapportate alla quantità di grasso) - a sinistra - e di $\text{NDL}_6\text{-PCB}$ e $\text{NDL}_9\text{-PCB}$ (esprese in ng/g lb) - a destra - nel latte di donne residenti a Brescia ed in aree limitrofe a presumibile contaminazione di fondo.

- [1] Ingelido A.M., Ballard T., De Felip E., Dellatte E., Ferri F., Fulgenzi A.R., Herrmann T., Iacovella N., Miniero R., Pöpke O., Porpora M.G. and di Domenico A. Polychlorobiphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in milk from Italian women living in Rome and Venice. *Chemosphere* **2007**, 67, S301–S306.
- [2] Abballe A., Ballard T.J., Dellatte E., Di Domenico A., Ferri F., Fulgenzi A.R., Grisanti G., Iacovella N., Ingelido A.M., Malisch R., Miniero R., Porpora M.G., Risica S., Ziemacki G., De Felip E. Persistent environmental contaminants in human milk: Concentrations and time trends in Italy. *Chemosphere* **2008**, 73, 220–227.
- [3] Miniero R., di Domenico A., Abate V., Abballe A, Dellatte E., De Filippis S.P., De Luca S., Ferri F., Fulgenzi A.R., Iacovella N., Iamiceli A.L., Ingelido A.M., Marra V., Valentini S., De Felip E. Time trends of PCDDs, PCDFs, DL-PCBs, and NDL-PCBs in Italian women from biomonitoring studies. *Chemosphere* **2022**, 308, 136244, 1–9.

The use of honeybees to monitor airborne Particulate Matter and assess health effects on pollinators

Ilaria Negri¹, Giulia Papa¹, Giancarlo Capitani², Marco Pellecchia³

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense 84, Piacenza, Italy

²Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, Università di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 4, Milan, Italy

³KOINE'- Consulenze Ambientali, Via Parmigianino 13, Montechiarugolo (Parma), Italy

ilaria.negri@unicatt.it

Airborne Particulate Matter (PM) is an emerging pollutant known to harm millions of people annually. PM is characterized by a heterogeneous mixture of chemicals that have different sizes (including sub-micrometer PM), morphologies, and chemical compositions. However, the present PM monitoring systems only detect the mass concentration of mixtures of PM with aerodynamic diameters below 10 μm and/or 2.5 μm (PM₁₀ and PM_{2.5}, respectively), neglecting the sub-micrometer fractions of PM₁ known to have greater toxicity per mass unit than larger particles. Honeybees are eusocial insects, mainly known for their role in pollination, a fundamental ecosystem service for plant biodiversity and ultimately for the planet. Honeybees, and especially the species *Apis mellifera*, are also used as bio-monitors of pollutants, including heavy metals, pesticides, radionuclides, volatile organic pollutants, dioxins, and PCB. In recent years *A. mellifera* has also been used to monitor airborne PM. During flight, the abundant pubescence on the body of the bees is charged with 'frictional electricity', which allows for electrostatic pollination but also facilitates the attraction of inorganic dust. Particles collected on the bee body may be characterised morphologically, mineralogically and by size through a Scanning Electron Microscope provided with X-ray spectroscopy (SEM/EDX).

Here we present a case study aimed at characterizing airborne PM (from PM₁₀ to ultrafine PM) collected by bees in a highly polluted area of the Po Valley (North Italy). The area is subject to high vehicular traffic, intensive agriculture, and industrial activities (i.e., waste incineration, road traffic, agricultural operations), which are responsible for the emissions of pollutant PM. Airborne PM contaminating forager bees, honey and pollen was analysed through SEM/EDX. PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁ and PM_{0.1} were detected in bees and bee products. The morphology and chemical composition of such particles led us to clearly distinguish the contribution of the different emission sources of PM present in the area.

Since honey and pollen are key elements of the honeybee diet, our work suggests.

that honeybees may be exposed to PM via ingestion, with possible consequences on their health, especially considering metal-based particles below 10 µm in size (e.g., iron-bearing particles including Fe oxides/hydroxides). Such particles are known to have an oxidant activity and subsequent toxicity by initiating the formation of ROS even at low doses.

Similarly, pollen- and nectar-feeding insects, including many important pollinators, can be harmed by ingestion of airborne dust. Specific ecotoxicological studies are therefore needed to evaluate the exposure levels of pollinators to pollutant PM and the potential risk for their health, not only in term of lethal effects, but also sub-lethal ones. Indeed, recent studies on the oral exposure of *A. mellifera* to airborne PM demonstrated alterations in the bee gut microbiome, with impact on probiotic species.

Comparative Analogy of the Bacterial Plethora in the Marine and Sweet Water Bioaerosol

Bidisha Chatterjee¹, Sharadia Dey², Sagnik Dey³, Arup Kumar Mitra³, Anita Urszula Lewandowska⁴, Agata Blaszczyk⁵, Kinga Wiśniewska⁴

¹Department of Microbiology, St. Xavier's College (Autonomous), Kolkata

²Department of Environmental Studies, St. Xavier's College (Autonomous), Kolkata

³Centre for Atmospheric Sciences, IIT Delhi

⁴Department of Marine Chemistry and Marine Environmental Protection Institute, Gdańsk University, Poland

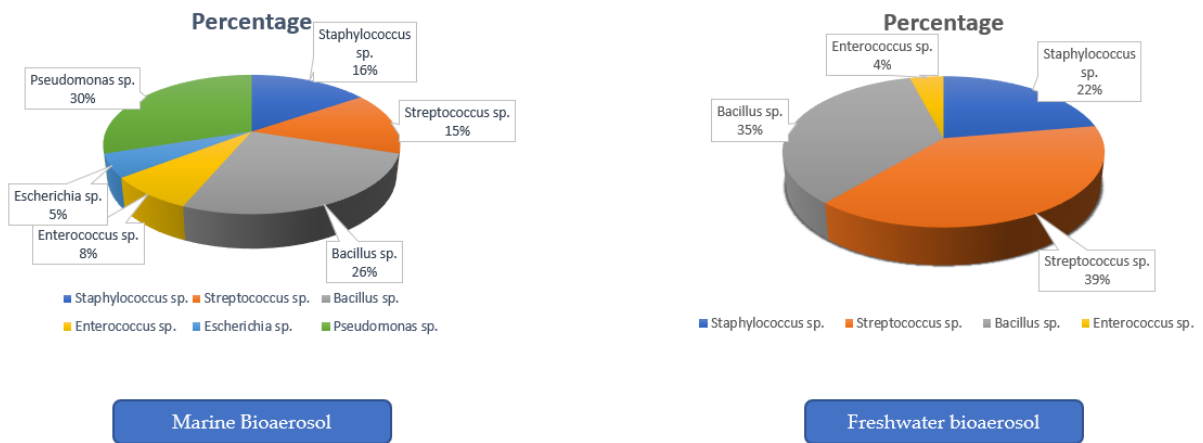
⁵Department of Marine Biotechnology, University of Gdańsk, Poland

bidishachatterjee06@gmail.com

The bioaerosol present across the lentic ecosystem and the marine ecosystem varies as a result of the difference in their atmospheric conditions including the meteorological parameters [1]. The variation in their ecological conditions also leads to a variation in the bacterial composition and their effects on the environment. Bioaerosols play an important role in maintaining the ecological balance of the ecosystem [2]. They are influenced by the meteorological parameters especially wind speed, wind direction and total moisture content of the air. There is also evidence of bioaerosols causing health risks through various diseases [3]. In spite of these the study of bioaerosol is not prevalent. In this study, bioaerosol were sampled using a six-stage sampler over two distinct aquatic environments: freshwater lentic ecosystem and along the coast of West Bengal. Sampling has been carried out during the winter months. The bacteria were isolated using nutrient agar plates in the sampler. The isolated bacteria were characterised using Hicrome bacillus agar, Gram staining, cell morphology. A diversity in culturable bacterial population was observed between marine and sweet water bioaerosol as seen in Fig1. In both the samples the *Enterobacter* family was the least dominant in the samples. However, *Streptococcus* sp. dominated over the freshwater bioaerosol and the *Pseudomonas* sp. was found to dominate over the marine samples. The marine sample showed a higher diversity than the freshwater sample, when compared.

They were further tested on blood agar and for antibiotic sensitivity. The results obtained were correlated with the meteorological parameters and analysed. The study will mitigate the current gap in knowledge of the impact of probable pathogenic bacteria on the human population living in two different geographical locations. The current research will pave the path for in depth toxicity study. Thus, the concerned study contributes to boosting research on bacterial plethora of bioaerosol and their toxicity properties as well as identifying their extent of impact.

Fig1. Depicts a graphical representation of the bacterial load in the bioaerosol present over marine ecosystem and freshwater ecosystem.



[1] Nowoisky J.F., Kampf C. J., Weber B., Huffman J.A., Pohlker C., Andreae M. O., Yona N.L., Burrows S.M., Gunthe S.S., Elbert W., Su H., Hoor P., Thines E., Hoffmann T., Despres V.R. and Poschl U. Bioaerosols in the earth System: Climate, Health and ecosystem Interactions. *Atmospheric Research*. **2016**, 182, 346-376.

[2] Ma M., Zhen Y. and Mi T. Characterisation of bacterial communities in bioaerosol over Northern Chinese Marginal Seas and the Northwestern Pacific Ocean in Spring. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. **2019**, 58, 903-917.

[3] Pathak B., Borah D., Khataniar A., Bhuyan P.K. and Buragohain A.K. Characterisation of Bioaerosols in Northeast India in terms of culturable biological entities along with inhalable, thoracic and alveolar particles. *Journal of Earth System Science*. **2020**, 129 141.

Poster

Vitalità batterica e qualità dell'aria: approccio sperimentale e risultati presso la camera di simulazione atmosferica ChAMBRé

Abd El E.¹, Brunoldi M.^{1,2}, Gatta E.¹, Massabò D.^{1,2}, Mazzei F.¹, Parodi F.², Prati P.⁰, Vernocchi V.²

¹Università degli studi di Genova, dipartimento di Fisica, Via Dodecaneso 33, 16146, Genova (IT)

²INFN, Divisione di Genova, Via Dodecaneso 33, 16146, Genova (IT)

elena.abdel@edu.unige.it

I bioaerosol sono una componente del particolato atmosferico e comprendono particelle di origine biologica sospese nell'aria come pollini, funghi, batteri, virus e detriti di materiale cellulare e metabolico presenti ubiquitariamente nell'atmosfera. Negli ultimi decenni, l'interesse scientifico per i bioaerosol è aumentato concentrandosi sulla loro identificazione, quantificazione, distribuzione, ma anche sull'impatto che queste particelle possono avere su fenomeni atmosferici e sulla salute umana sia in ambienti *indoor* che *outdoor*. Esperimenti condotti in ambienti artificiali controllati, come le camere di simulazione atmosferica (ASC), sono in grado di fornire preziose informazioni sulla vitalità, dispersione e impatto del bioaerosol. A ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research) un ASC in acciaio inossidabile da 2,3 m³, gestito dall'INFN presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, la ricerca è focalizzata sullo studio del comportamento dei batteri aerodispersi in relazione a diverse in condizioni di qualità dell'aria [1].

I nostri esperimenti sono eseguiti utilizzando come "microrganismo modello" *Escherichia Coli*, un batterio Gram negativo, che viene fatto crescere in brodo di coltura e successivamente aerosolizzato nella camera di simulazione atmosferica. Il nostro protocollo sperimentale include, infatti, la coltivazione di ceppi batterici, la loro iniezione nella camera, l'esposizione a diverse condizioni ambientali -quali percentuali variabili di inquinanti- e osservazione delle variazioni delle percentuali di vitalità batterica [2]. Il tasso di sopravvivenza dei batteri viene valutato inizialmente in condizioni di "aria pulita", confrontando le concentrazioni totali di batteri (misurate dal contatore WIBS-NEO) con le concentrazioni di batteri vitali ottenute grazie alla conta delle unità formanti colonie (CFU) raccolte su piastre Petri mediante impattore Andersen.

La concentrazione dei batteri totali iniettati è di circa 0,40 cellule cm⁻³, mentre la concentrazione vitale di circa 0,06 CFU cm⁻³. Il rapporto risultante tra la concentrazione di batteri vitali e totali è il parametro osservabile in Fig. 1. I dati preliminari indicano che la vitalità batterica in condizioni di "aria pulita" risulta essere di circa 40 minuti ed è tempo-dipendente.

Sulla base di queste analisi di *base-line*, l'esperimento viene ripetuto con presenza di inquinanti e l'andamento della vitalità confrontato con quello in "aria pulita" come controllo.

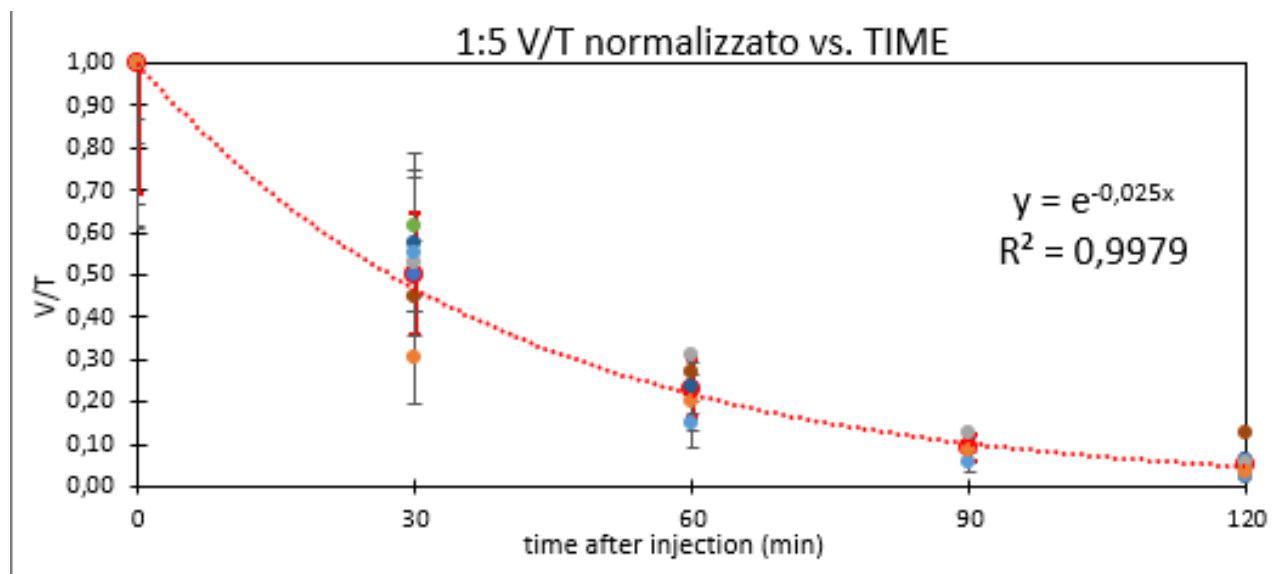


Figura 1: Andamento temporale di E. coli negli esperimenti di riferimento. Diversi esperimenti simili sono stati normalizzati alla stessa concentrazione iniziale di batteri vitali/totali (V/T) all'interno di ChAMBRé. La linea rossa è l'adattamento dei valori medi.

1. Massabò D., Danelli S.G., Brotto P., Comite A., Costa C., Di Cesare A., Doussin JF., Ferraro F., Formenti P., Gatta E., Negretti L., Oliva M., Parodi F., Vezzulli L., Prati P. Atmos. Meas. Tech. 2018. 11, 5885- 5900.
2. Danelli SG., Brunoldi M., Massabò D., Parodi F., Vernocchi V., Prati P. Atmos. Meas. Tech. 2021, 14, 4461- 4470.

Botanic Plant Pollen, Microbial Communities and Phenolic Compounds Present in Bee Pollen and Bee Bread

Massimo Iorizzo¹, Gianluca Albanese¹, Francesco Letizia¹, Bruno Testa¹, Dalila Di Criscio¹, Sonia Petrarca^{1,2}, Sonia Ganassi¹, Pasquale Avino¹, Zeineb Aturki³, Cosimo Tedino¹ and Antonio De Cristofaro¹

¹Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise 86100 Campobasso,

²Conaproa, Consorzio Nazionale Produttori Apistici, 86100 Campobasso, Italy;

³Istituto per i Sistemi Biologici, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area della Ricerca di Roma I, Via Salaria Km 29.300, 00015 Monterotondo, Rome, Italy.

iorizzo@unimol.it

In order to maintain the balance of ecosystems, preserve biodiversity, and produce a variety of agri-food products, honeybees are crucial pollinators of wild plants and a wide range of agricultural crops. At the same time, in a virtuous relationship with the environment, honeybee colonies depend upon pollen availability, as a floral resource, from which they get the nutrients necessary for their development and survival. Pollen grains are harvested by the bees as loads, and transported to hives for the purpose of feeding its larvae in the early stages of development.

In addition, bee pollen (BP) is partially packed into the cells of the honeycomb where it undergoes a chemical change mediated *via* microbial metabolism to form a product called bee bread (BB), mainly consumed by nurse bees to produce highly proteinaceous royal jelly to feed the queen and developing queen larvae.

As a result, a lack of pollen has a direct impact on the colony's population and perhaps also on the well-being of individuals. The physiological metabolism, immunity, tolerance to pathogens including bacteria, viruses, and *microsporidia*, as well as reduced susceptibility to pesticides are all known to be affected by pollen ingestion.

Pollen's primary phytometabolites include sugars, proteins, and amino acids, lipids, fatty acids, polyphenols, enzymes, and coenzymes, as well as vitamins and minerals. The melliferous plants in each location influence the pollen's composition, which also changes according to the local climate and seasonal variations.

In the present study, phenolic profiles of BP and BB samples, collected from *Apis mellifera ligustica* hives located in the Molise region of south-eastern Italy, were detected by HPLC-PDA. In addition, we used Next-Generation Sequencing (NGS) based on 16S ribosomal RNA (rRNA) and ITS2 (Internal Transcribed Spacer) analysis to pinpoint the botanical source of pollen and compare the bacteria and fungi present in BP and BB samples. Four plant families were detected in the BP (Asteraceae 14.20%, Brassicaceae 46.07, Convolvulaceae 37.98, Euphorbiaceae 1.75%), while twelve plant families were observed in the BB represented mainly by Fabaceae (37.15%), Asteraceae (35.61 %), Mirtaceae

(15.10%) and Rosaceae (9.51 %). At the genus level, *Helianthus*, *Convolvulus*, and *Diplotaxis* have been identified mainly in BP and *Trifolium*, *Rubus*, *Eucalyptus* and *Dittrichia*, and *Helianthus* in BB. As for fungi, the following families were more prevalent: Malasseziaceae (38.01%) and Pleosporaceae (27.11%) in BP, Pleurotaceae (41.10%) and Malasseziaceae (13.22%) in BB, with the predominance of the following genera: *Alternaria* and *Malassezia* in BP and *Pleurotus* and *Malassezia* in BB.

The bacteria most present in BP belonged to the following families: Pseudomonadaceae (17.05%), Rhizobiaceae (10.85%) Moraxellaceae (9.68%), and Enterobacteriaceae (5.78%), while the families of bacteria predominant in BB were: Pseudomonadaceae (23.86%), Sphingomonadaceae (10.45%), Moraxellaceae (5.86%), Alcaligenaceae (3.11%) and Lactobacillaceae (2.91%).

Thirteen phenolic compounds, phenolic acids and flavonoids, were quantified in the BP and BB samples. In particular, we observed that BB samples contain phenolic acids, while BP contains mainly flavonoids (Rutin, Myricetin, Quercetin and Kaempferol).

Total phenolic content and antioxidant activity were significantly higher in the BB, consisting of pollen from more botanical species and colonized by a more heterogeneous community of fungi and bacteria than the BP.

It is therefore evident, from the results of this study, that the transformation of BP into BB involves a substantial modification of the phenolic compounds, and the microbiological communities present in pollen.

Bioaccumulation of Microplastics in Thrushes and Blackbirds Caught in Apulia: Analysis for Monitoring Environmental Quality by Comparing Different and Innovative Extraction Techniques

Giambattista Maria Altieri¹, Carlo Salvemini², Simona Tarricone¹, Marco Ragni¹, Eustachio Tarasco¹

¹*Department of Soil, Plant and Food Sciences, University of Bari 'Aldo Moro', Bari, Italy*

²*Department of Veterinary Medicine and Animal Production, University of Naples Federico II, CREMOPAR, Naples, Italy*

giambattista.altieri@uniba.it

Negli ultimi decenni l'utilizzo della plastica è aumentato sempre più in maniera esponenziale. Se gettati in modo improprio, i rifiuti di plastica possono danneggiare l'ambiente e la biodiversità. Sotto l'influenza delle radiazioni solari UV, del vento, delle correnti e altri fattori naturali, la plastica si scompone in piccole particelle chiamate microplastiche (MP, <5 mm di diametro) o nanoplastiche (NP, <100 nm di diametro). Queste minuscole particelle di materiale plastico sono caratterizzate da diverse forme, tra cui frammenti, fogli, filamenti, foam, granuli, pellet, e sono diventate uno dei fattori principali dell'inquinamento ambientale. La possibilità di ritrovare le microplastiche nel tratto gastrointestinale degli animali selvatici aumenta al diminuire delle dimensioni dei frammenti. Gli uccelli svolgono un ruolo importante nel sistema della rete trofica globale e sono ampiamente utilizzati come indicatori di biodiversità, inquinamento e cambiamento ambientale [1]. Il presente studio si propone di indagare il numero di microplastiche bioaccumulate in esemplari di Tordi e Merli, due specie migratorie che svernano in Puglia. I campioni in analisi fanno parte di un centinaio di esemplari, catturati nelle campagne baresi e donati a scopo di ricerca dai soci dell'associazione "Archi caccia". Indagando la presenza di MP nei tratti gastrointestinali e analizzando il regime trofico di questi esemplari, è possibile monitorare il grado di qualità ambientale dei territori in cui questi uccelli si nutrono. Lo scopo della nostra ricerca è quello di trovare un nuovo metodo di estrazione che, a differenza delle diverse tecniche già utilizzate, non preveda l'uso di solventi chimici come, ad esempio, l'idrossido di potassio (KOH). Infatti, secondo alcuni studi questi solventi usati per degradare solo i componenti organici possono alterare la morfologia delle particelle di microplastica, rendendone difficile la caratterizzazione fisica [2]. I test preliminari hanno rilevato la presenza di filamenti plastici di colore blu in sei tordi e due merli. Seguiranno ulteriori test con metodi diversi per certificare e quantificare la presenza di MP nel tratto gastrointestinale di un centinaio di tordi e merli.



Fig. 1: Filamento plastico di colore blu osservato allo stereomicroscopio

[1] Deoniziak K., Cichowska A., Niedźwiecki S., Pol W., Thrushes (Aves: Passeriformes) as indicators of microplastic pollution in terrestrial environments, *Science of The Total Environment*, 2022, Volume 853.

[2] Miller M.E., Kroon F.J., Motti C.A., Recovering microplastics from marine samples: A review of current practices, *Marine Pollution Bulletin*, 2017, Volume 123, Issues 1–2, Pages 6-18.

The role of urban forests in the removal of air pollutants. A case study in Campobasso (IT)

Eduardo Antenucci, Marco Marchetti, Vittorio Garfi

Department of Biosciences and Territory, University of Molise, Pesche (Is), Italy

e.antenucci2@studenti.unimol.it

In 2050 about 70% of human population will live in cities [1]. The urban areas are characterized by high levels of air pollutions caused by anthropogenic sources [2]. The urban forests are components of the urban areas and representants the major provider of multiple ecosystems services. The aim of this work is to assess the capacity of the Monte Sant'Antonio urban forest in Campobasso to remove air pollutant and carbon atmospheric by pollutant uptake modelling tool called i-Tree Eco (v.6). The study was the Monte Sant'Antonio urban forest located in central of Campobasso, in Molise, Italy. This area was affected by numerous reforestation activities: in 1961, 1975, 1981 and before the 1961 could not be identified the year. These four reforestation activities have created four different stands that covered about 12.87 ha. The stands (called '61, '75, '81 and Adulte respectively) have been studied. The data collected in the field were used for processing with the i-Tree Eco v.6 software to calculate the annual subtraction capacity of atmospheric carbon (Gross C sequestration), carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO₂), ozone (O₃), particulate matter smaller than 2.5 micrometers (PM_{2.5}) and sulphur dioxide (SO₂) of each stand. The analysis of the values per hectare (in Tab. I) shows that the stands with the highest sequestration capacity, except for the CO values, is '81. The results obtained by i-Tree Eco are related to allometric formulas produced to North America. This leads to deviation between the results produced by i-Tree Eco and those obtained by using allometric equations constructed for the Italian environment such as Tabacchi et al. [3]. The comparison took place following the definition of linear regression models that contained the total tree biomass, expressed as dry weight, as an independent variable. They are species specific and calculated for each air pollutant. The results, obtained by application of linear regression models for each individual tree recording in the sample plots, shows that for all air pollutants considered, the trend for linear regression is the same. In general, it can be said that all models have found a very good correlation (R² ranging from 0.65 to 0.92) and that the trend, although different, is very similar. The last phase of study analyses the variation in the air pollutant removal capacity over time by *Pinus nigra* and *Fraxinus ornus*. These two species were chosen because they are present in sufficient numbers in all four stands. This comparison was made, within the same species, per individual air pollutant investigation. The comparison showed that for *Pinus nigra* there is a slight tendency for the air pollutant removal capacity to increase with increasing age. For *Fraxinus ornus* the variation in the capacity to subtract pollutants is even more pronounced than for *P. nigra*. According to

the data reported on the ISPRA website for the indicators relating to urban areas, a comparison can be made between the SO₂ and NO₂ subtraction capacity of the Monte Sant'Antonio urban forest and the atmospheric emission of these gases by the anthropic activities of the municipality of Campobasso. The entire urban forest of Monte Sant'Antonio is capable of subtracting about 0.07% of NO₂ emitted and 0.62% of SO₂. The future research focus will be on investigating and highlighting the possible relationships between the capacity of urban forests to remove atmospheric carbon and the main air pollutants, in relation to the forest structure and the degree of tree-specific biodiversity of the latter, aimed at defining suitable management models for urban forests. This objective will be achieved using user-friendly technologies supported by dendrochemical surveys and the results of the national ICOS network.

Table I. The values by i-Tree Eco v.6. In blue the highest value for each air pollutant. The right column shows

	<i>Adulte</i>	<i>61</i>	<i>75</i>	<i>81</i>	<i>Monte Sant'Antonio</i>
Gross C sequestration (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	12494.34	13779.25	12609.43	16590.57	174652.15
CO (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	1.34	1.14	1.20	1.21	15.56
O ₃ (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	64.81	49.34	50.11	64.94	706.31
NO ₂ (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	25.56	19.31	20.25	26.29	281.52
SO ₂ (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	4.68	3.68	3.85	4.78	52.72
PM _{2.5} (kg × yr ⁻¹ × ha ⁻¹)	3.43	2.58	2.60	3.93	38.03

Salbitano F, Borelli S, Conigliaro M, Chen Y. Guidelines on urban and peri-urban forestry. Food and Agriculture Organization of the United Nations; **2016**.

Shaddick G, Thomas ML, Mudu P, Ruggeri G, Gumy S. Half the world's population are exposed to increasing air pollution. *Npj Climate and Atmospheric Science*. **2020** Jun; 3(1), 23. doi: 10.1038/s41612-020-0124-2.

Tabacchi G, Cosmo L, Gasparini P. Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea. **2011**.

Sunlight spectrum change in the presence of plastics in water bodies

Giovanni Visco,¹ Maria Luisa Astolfi¹, Pasquale Avino² and Maria Pia Sammartino¹

¹Department of Chemistry, Sapienza University of Rome,

²Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences (DiAAA), University of Molise

marialuisa.astolfi@uniroma1.it

The penetration of sunlight at different sea depths has a non-linear trend. Therefore, each marine organism has evolved its own biochemical and physiological adaptation mechanisms by distributing itself in vertical zoning. Furthermore, it is known that the sea and other water basins act as heat reservoirs, resulting in a milder local climate than in non-coastal areas.

Plastic, now ubiquitous, involves both physical and chemical and photochemical damage. Surely the presence of plastic on the surface of water basins alters the normal mechanisms of absorption, reflection, and scattering of light through the water column [1] and, considering what is said above, can contribute to climate change.

Very often, the plastics are colored and therefore absorb certain wavelengths, which, being eliminated already on the surface, prevent photochemical processes of the species in the water basins. In this preliminary study, the visible spectra of a series of transparent plastics were carried out (figure 1). For example, it is noted that green plastics absorb the wavelengths necessary for chlorophyll synthesis. Also, transparent non-colored plastics (acetate in Figure 1) reduce the intensity of all visible radiation [2]. A systematic study is running to obtain data at different color intensities.

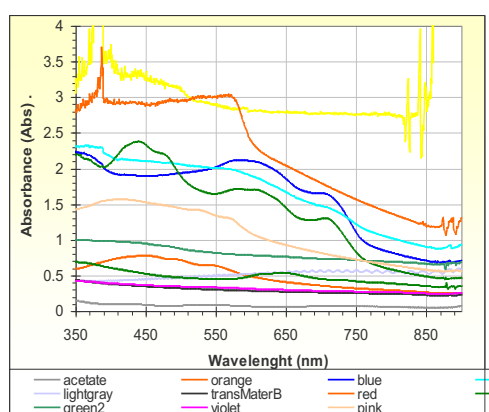


Fig.1. UV-Vis spectra of

[1] Zvezdanović J., Marković D. *J. Serb. Chem. Soc.* **2008**, 73 (3), 271-282.

[2] Dring M.J. *Bri. Phycol. J.* **1986**, 21(2), 199-207.

Relazione tra livelli di concentrazione degli elementi nei capelli e sesso, altezza e massa (Indice di Massa Corporea) della giovane popolazione italiana

Pasquale Avino^{1,2}, Gerardo Capannesi³ e Alberto Rosada³

¹DiAAA, Università degli Studi del Molise, via De Sanctis 1, 86100 Campobasso

²IIA-CNR, Rome Research Area-Montelibretti, 00015 Monterotondo Scalo

³ENEA, R.C.-Casaccia, via Anguillarese 301, 00060 Roma

avino@unimol.it

A seguito di un'approfondita ricerca al fine di stabilire dei valori di riferimento preliminari per gli elementi presenti nei capelli dei giovani italiani (età compresa tra i 14 e i 16 anni), questo lavoro ha lo scopo di presentare i risultati di una valutazione relativa alla presenza di elementi tossici nei capelli in relazione all'indice di massa corporea. Tale correlazione potrebbe fornire una maggiore comprensione dei meccanismi di accumulo o rilascio degli elementi nel nostro corpo. Nel primo caso, l'organismo umano è in grado di accumulare elementi essenziali per la crescita, mentre nel secondo caso è fondamentale eliminare elementi tossici come i metalli pesanti.

È stata, quindi, eseguita un'analisi completa della composizione inorganica mediante Analisi di Attivazione Nucleare al fine di ottenere il maggior numero possibile di informazioni analitiche. L'irradiazione neutronica è stata effettuata presso il reattore ENEA R.C. Casaccia Triga MARK II. Ai volontari è stato somministrato un questionario in cui sono riportati tutti i criteri per evitare artefatti (dati corporei, abitazione, fumo, malattie, droghe, gravidanza, dieta). Nei lavori precedenti, la nostra attenzione è stata rivolta a individuare un profilo inorganico tipico di una popolazione non esposta né ambientalmente né professionalmente. Un gruppo di giovani tra i 14 e i 16 anni ha consentito di stabilire dei valori di riferimento.

Questo lavoro mira ad approfondire l'approccio necessario per ottenere informazioni sulla correlazione tra l'indice di massa corporea di ogni soggetto e il livello medio di elementi nei capelli di tale popolazione. La letteratura mostra che alcuni elementi (ad esempio, Al, Cd, Hg) e i loro composti correlati inducono alterazioni di diversi tessuti e cellule endocrine: fondamentalmente, si suppone che i metalli tossici possiedano proprietà endocrine perturbanti. D'altra parte, l'obesità e il sovrappeso sono considerate tra le malattie più comuni, con un'incidenza superiore al 10% delle persone nel mondo. L'indice di massa corporea (BMI) è definito come la massa corporea (espressa in kg) divisa per il quadrato dell'altezza corporea (espressa in m).

È stata riportata una correlazione tra obesità e livello degli elementi nei capelli, confrontando sottopeso, peso normale e sovrappeso: il comportamento è osservato sia negli uomini che nelle donne. I risultati ottenuti indicano anche che il contenuto di mercurio aumenta insieme al BMI. In particolare, i dati dimostrano un significativo

antagonismo tra selenio e mercurio e zinco e cadmio. Ulteriori studi saranno indirizzati a coinvolgere un numero maggiore di partecipanti di diverse fasce di età per approfondire questi risultati preliminari.

Il progetto Europeo Horizon “Evidence driven indoor air quality improvement (EDIAQI)”: il ruolo di Unimol

Ivan Notardonato e Pasquale Avino

Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia

avino@unimol.it

L'inquinamento dell'aria indoor, una minaccia emergente riconosciuta dalla società europea, è causa di milioni di vite ogni anno. Dal punto di vista scientifico permangono gravi lacune nella comprensione della natura complessa delle relazioni tra inquinamento indoor-outdoor, fonti di inquinamento ed esposizione, effetti sulla salute, specie degli inquinanti emergenti, ventilazione degli spazi interni. Ciò è dovuto principalmente al fatto che il monitoraggio della qualità dell'aria nell'Unione Europea si concentra principalmente sulla qualità dell'aria esterna, che paradossalmente è il risultato di conformità agli obiettivi normativi che mancano per gli ambienti interni. Per aumentare la resilienza dell'UE alle minacce emergenti dell'inquinamento dell'aria indoor e promuovere la vita e il lavoro in ambienti sani, il progetto EDIAQI mira a condurre la caratterizzazione delle fonti e delle vie di esposizione e dispersione dell'inquinamento chimico, biologico e dell'inquinamento dell'aria indoor emergente in più città dell'UE. La quantificazione delle principali proprietà degli inquinanti e dei processi che ne governano il destino negli ambienti indoor sarà indagata su due livelli: a) le campagne di misurazione di focus scientifico all'avanguardia, su piccola scala e ad alta intensità; e b) monitoraggio a lungo termine e su larga scala degli inquinanti dell'aria interna target. La strategia di progetto prescelta per lo sviluppo, la caratterizzazione e l'implementazione di soluzioni di monitoraggio convenienti/di facile utilizzo, insieme alla strumentazione scientifica all'avanguardia, consentirà di creare nuove conoscenze sulle fonti, le vie di esposizione e il carico corporeo del multi-inquinante indoor.

In quest'ambito l'Università del Molise sarà impegnata attivamente nell'identificazione di diversi scenari indoor caratterizzati da specifici inquinanti. Questi scenari, comuni in tutta Europa, saranno residenziali (ovvero case e uffici pubblici) e luoghi ricreativi (ad esempio cinema, teatri, ristoranti) e scuole. Questi siti sono caratterizzati dall'essere frequentati da diverse sottopopolazioni: ad esempio, le scuole da studenti tra i 6 e i 16 anni, gli ospedali da una sottopopolazione con un'ampia fascia di età e con diverse patologie. Queste differenze si riflettono sulla diversa esposizione e velocità di deposizione nel sistema respiratorio di ciascuna categoria. Individuati gli scenari, si procederà alle misure: verranno utilizzati campionatori automatici e/o off-line insieme ad apparecchiature più innovative e tecnologiche come i sensori. Questi ultimi analizzatori saranno preliminarmente testati e validati per raggiungere la stessa accuratezza e precisione degli strumenti master. Verranno determinati e studiati i

principali inquinanti gassosi riportati dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS): benzene, monossido di carbonio, formaldeide, naftalene, biossido di azoto, particolato, idrocarburi policiclici aromatici (come il benzo[a]pirene), composti organici volatili (COV), ecc. Inoltre, l'attenzione è rivolta anche ad altre sostanze nuove e innovative, non ancora riportate nelle normative ma considerate dannose per la salute umana, come le particelle submicroniche, i plastificanti come gli ftalati, che sono perturbatori endocrini e causano danni alla salute umana, o più in generale le microplastiche.

Il progetto EDIAQI è finanziato dall'Unione europea con G.A. No. 101057497. Le opinioni espresse sono tuttavia solo degli autori e non riflettono necessariamente quelle dell'Unione europea. Né l'Unione europea né l'autorità concedente possono essere ritenuti responsabili di esse.

Ottimizzazione e validazione di un metodo multi-residuale DLLME-QuEChERS per l'analisi di pesticidi in bioindicatori

*Mattia Borelli*¹, *Andrea Bergomi*¹, *Chiara Andrea Lombardi*^{1,2}, *Valeria Comite*¹, *Sonia Vitaliti*³, *Marco Rizzi*³, *Monica Bornatici*³, *Giacomo Notaro*³, *Giuseppina Amato*³, *Paola Fermo*¹

¹ *Università di Milano, Dipartimento di Chimica, Via Golgi 19, 20133 Milano, Italia,*

² *Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Piazzale Aldo Moro 5, 0085 Roma, Italia,*

³ *ATS-Milano Laboratori di prevenzione, Via Juvara 22, 20129 Milano, Italia*

mattia.borelli@unimi.it

L'impiego di sostanze attive nei prodotti fitosanitari è uno dei metodi più comuni, e ormai imprescindibile, per garantire elevati livelli di produzione di cibo e di protezione dei vegetali dall'azione degli organismi nocivi. Una volta rilasciati nell'ambiente, il comportamento dei pesticidi è molto complesso e, in dipendenza dalle loro proprietà e dalle condizioni ambientali, possono diventare inquinanti ubiquitari. Data la grande varietà di molecole in uso, e la loro non specificità di azione, non è da escludere un effetto sinergico sulla salute umana [1]. Tra i vari metodi a disposizione per il monitoraggio, quello dello studio di bioindicatori, come le api da miele, offre vantaggi in termini di rappresentatività e connessione con il territorio [2]. Uno dei metodi analitici disponibili per l'analisi di questi bioindicatori è basato sulla cromatografia liquida con rilevatore di massa tandem, preceduta dal trattamento estrattivo QuEChERS: Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe. Questo trattamento si compone di due fasi: estrazione con acetonitrile per salting-out e purificazione dell'estratto per dispersive Solid Phase Extraction (dSPE). Di particolare importanza è la seconda fase: infatti, gli interferenti, se non rimossi, possono causare un'alterazione del segnale analitico per interazione con gli analiti oppure per sporcamento delle componenti strumentali, con conseguente diminuzione della robustezza del metodo [3]. Nel presente lavoro sono state valutate tre fasi estrattive, PSA (Primary Secondary Amine), PSA+C18 (Octadecylsilane) e PSA+GCB (Graphitized Carbon Black), in concomitanza alle migliori condizioni sperimentali. A tal fine sono stati selezionati 165 pesticidi, sia approvati che non dalla regolamentazione europea, per essere analizzati con il citato metodo di analisi multi-residuale LC-MS/MS, nelle matrici api e miele, studiando i parametri richiesti per la validazione del metodo. I campioni di api e di miele sono stati fortificati con standard dei pesticidi selezionati, e sottoposti alla procedura QuEChERS con le tre fasi estrattive oppure non eseguendo il passaggio di purificazione. Per entrambe le matrici api e miele, la fase che ha purificato maggiormente il campione è stata la PSA+C18, con efficacia quasi doppia rispetto alla sola PSA, in termini di massa rimossa dall'estratto. Ciò nonostante, valutando i recuperi grazie all'analisi di bianchi matrice fortificati, le fasi PSA+C18 e PSA+GCB non si sono

dimostrare in grado di fornire un netto miglioramento rispetto alla PSA. La componente GCB viene anzi esclusa a causa dell'affinità con alcuni analiti contenenti sistemi aromatici. L'effetto matrice, valutato per confronto con standard non in matrice, viene controllato maggiormente dalla fase PSA nella matrice api e dalla fase PSA+C18 nella matrice miele. Alla luce dei risultati ottenuti, è stata selezionata la fase PSA per la matrice api e la fase PSA+C18 per la matrice miele. Per l'applicazione a campioni reali, in cui gli analiti sono presenti in tracce, il metodo fin'ora proposto presenta uno svantaggio causato dalla diluizione del campione. È stato quindi studiato l'accoppiamento con il metodo di preconcentrazione dLLME, dispersive Liquid Liquid Micro Extraction. Sono stati ottenuti, ottimizzando il rapporto tra i solventi acetonitrile e diclorometano, fattori di arricchimento compresi tra 5 e 10 per la maggior parte degli analiti. Il metodo così ottimizzato soddisfa i requisiti di validazione imposti dalle linee guida. Per testarne l'efficacia, il metodo validato è stato applicato a campioni reali, prelevati mensilmente da 21 arnie nelle vicinanze di Milano. Solo il 15% dei campioni di api ha mostrato almeno un analita al di sopra del LOQ; per quanto riguarda il miele tutti i campioni hanno mostrato concentrazioni inferiori al LOD.

[1] Hernández A. F., Parrón T., Tsatsakis A. M., Requena M., Alarcón R., López-Guarnido O., Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: their relevance to human health, *Toxicology* **2013**, *307*, 136-145.

[2] Skorbiłowicz Mirosław E., Skorbiłowicz M., Ciesluk S., Bees as bioindicators of environmental pollution with metals in an urban area, *Journal of Ecological Engineering* **2018**, *19(3)*, 229-234.

[3] Herrmann S. S., Poulsen M. E., Clean-up of cereal extracts for gas chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry pesticide residues analysis using primary secondary amine and C18, *Journal of Chromatography A* **2015**, *1423*, 47-53.

Il deposito del particolato atmosferico su isolatori della rete elettrica: caratterizzazione chimica

M. Borelli¹, G. Santucci de Magistris³, Claudia Schianchi Betti³, A. Bergomi¹, C. A. Lombardi¹, P. Fermo¹, V. Comite¹, A. M. Toppetti², L. Fialdini², P. Omodeo², E. Mannelli², A. Balzarini², G. Pirovano² and N. Luciano²

¹Università di Milano, Dipartimento di Chimica, Via Golgi 19, 20133 Milano, Italy,

²RSE S.p.A., Dipartimento Sviluppo Sostenibile e Fonti Energetiche, via Raffaele Rubattino, 20134 Milano, Italy,

³RSE S.p.A., Dipartimento Tecnologie di Generazione e Materiali, via Vittore Callegari, 29122 Piacenza, Italy

mattia.borelli@unimi.it

In tempi di transizione energetica, in cui le fonti rinnovabili hanno un ruolo sempre più importante, l'affidabilità del sistema elettrico è un fattore determinante. La qualità dell'aria influenza tale condizione: infatti, la deposizione del particolato atmosferico sugli elementi isolanti, insieme ad alti livelli di umidità relativa, può portare a fenomeni di scarica [1], con conseguenti ingenti danni all'infrastruttura, interruzioni del servizio, e frenare il necessario cambiamento verso una energia più pulita. Al momento, gli studi disponibili in Italia e la normativa [2] descrivono il fenomeno solo dal punto di vista di due indici, ESDD (Equivalent Salt Deposit Density) e NSDD (Non-Soluble Deposit Density), ma ciò non permette una comprensione dettagliata e utile a fini preventivi perché tali indici non permettono né di identificare le sorgenti emissive che contribuiscono al deposito né di ricostruire i processi che possono dare luogo a condizioni di pericolosità (es. passaggio in soluzione del deposito). Lo studio effettuato e qui proposto consiste nella caratterizzazione multi-analitica dei depositi di particolato sugli isolatori e rappresenta una essenziale novità dal punto di vista italiano, e anche a livello internazionale ci sono poche pubblicazioni in merito [3]. Sperimentalmente, sono state installate delle catene di isolatori presso RSE (Milano), in configurazione tale da studiare l'effetto di tre parametri sulla deposizione del particolato: condizioni meteo, profilo verticale (deposizione alla quota dell'isolatore rispetto al suolo), faccia dell'isolatore (superficie superiore o inferiore). La prima campagna di monitoraggio, di durata di un anno e mezzo, ha previsto il prelievo del deposito, ogni due mesi e per un totale di sette prelievi, come descritto dalla normativa e distinguendo la faccia superiore da quella inferiore dell'isolatore. Dopo aver misurato i consueti indici ESDD e NSDD, risultati in media di 0.01 e 0.02 mg cm⁻², e quindi paragonabili a quanto trovato per isolatori appartenenti alla rete di distribuzione della zona, il deposito è stato analizzato mediante un approccio multi-analitico per ottenere la speciazione dei costituenti. La frazione solubile è stata caratterizzata mediante cromatografia ionica e gli ioni in maggiore concentrazione sono risultati ammonio, calcio, sodio, potassio, cloruro, nitrato

e solfato (36, 20, 14, 7, 9, 6 e 3% degli equivalenti totali, in media). I metalli in traccia della frazione solubile sono stati analizzati in spettroscopia di emissione ICP-OES, ottenendo concentrazioni totali inferiori ad 1 ppm. La frazione insolubile carbonacea è stata analizzata mediante analisi termo-ottica in trasmissione (TOT), per ottenere OC (Organic Carbon) ed EC (Elemental Carbon). Il rapporto OC/EC trovato è generalmente più alto di quello tipicamente riscontrato in aria, ad indicare fenomeni di evoluzione del deposito e delle sorgenti. Se gli andamenti riscontrati per i vari analiti appaiono dettati principalmente dalla meteorologia, si evince anche come la superficie superiore degli isolatori sia relativamente più contaminata rispetto alla superficie inferiore; inoltre, gli isolatori esposti in quota mostrano concentrazioni superiori negli equivalenti della frazione solubile, a meno per esempio dei bicarbonati, da sospensione grossolana. Come premesso, l'obiettivo ultimo dello studio presentato è la modellizzazione, a fini preventivi, del fenomeno di deposizione e, in particolare, della ricostruzione dell'evoluzione temporale della composizione chimica del deposito contaminante e della sua ripartizione di fase. È quindi evidente che l'accurata conoscenza sperimentale della composizione chimica del deposito rappresenta un'informazione essenziale per una verifica della robustezza del modello e per la definizione di eventuali aggiornamenti e sviluppi.

- [1] Mohammadnabi S., Rahmani Kh., Influence of humidity and contamination on the leakage current of 230-kV composite insulator, *Electric Power Systems Research* **2021**, 194.
- [2] International Electrotechnical Commission, IEC 60815-1 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions, **2018**
- [3] He Z., Gao F., Tu Z., Zhang Y., Chen H., Analysis of natural contamination components and sources of insulators on ± 800 kV DC lines, *Electric Power Systems Research* **2019**, 167, 192-198.

Composti Perfluoroalchilici (PFCs) nelle Acque di Fiume della Regione Umbria: Trend Mensili ed Ecological Risk Assessment (ERA)

Federica Castellani¹, Mara Galletti², Fedra Charavogis³, Alessandra Cingolani³, Sonia Renzi³ Mirko Nucci³, Carmela Protano¹, Matteo Vitali¹

¹*Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Università di Roma La Sapienza, P.le, Aldo Moro, 5, 00185 Roma, Italia*

²*ARPA Umbria, Via Carlo Alberto dalla Chiesa, 23, 05100 Terni, Italia*³*ARPA Umbria, Via Pievaiola 207/B-3, 06132 Perugia, Italia*

federica.castellani@uniroma1.it

I composti Perfluoroalchilici (PFCs) sono una classe di inquinanti emergenti che a causa delle loro caratteristiche di tossicità e persistenza destano numerose preoccupazioni nella comunità pubblica [1]. Tra i PFCs, l'acido perfluorooottansolfonico (PFOS) e l'acido perfluorooottanoico (PFOA) sono stati i più studiati. Nel 2009, PFOS e i suoi sali sono stati inclusi nella convenzione di Stoccolma sui composti organici persistenti (POPs) a causa della loro rilevanza tossicologica, persistenza e capacità di bioaccumulare [2]. La produzione e l'utilizzo di PFOA, invece, sono stati gradualmente ridotti e nel 2019 PFOA e i suoi sali sono stati aggiunti all'allegato A della convenzione di Stoccolma [3]. In Italia, la determinazione analitica dei PFCs è iniziata nel 2013, a seguito della massiva contaminazione delle acque di falda scoperta nella regione Veneto. Nonostante la natura di queste sostanze non escluda la distribuzione su vasta scala, la determinazione di PFCs è stata finora condotta solo sulle acque superficiali del nord Italia. In questo studio, è stato applicato il metodo US-EPA 533 per la determinazione di 21 PFCs (C4–C14, C16 e C18 per gli acidi perfluoro carbossilici e C4–C10 e C12 per gli acidi perfluoro solfonici) in campioni di acqua di fiume. Nello specifico, questo metodo è stato utilizzato per investigare la presenza di PFCs target in sei diversi fiumi della regione Umbria durante una campagna di monitoraggio annuale. La maggior parte degli analiti determinati è risultata in linea con gli standard di qualità ambientale stabiliti dal decreto legislativo 172/2015; l'unica eccezione è rappresentata da PFOS, che supera gli EQS nel 47% dei campioni analizzati. La somma dei 21 PFCs nelle acque di fiume è compresa tra 2.0 a 68.5 ng L⁻¹; nello specifico le concentrazioni più alte sono state riscontrate nei mesi estivi, a causa del prolungato periodo di siccità che ha contribuito a diminuire drasticamente la portata dei fiumi oggetto di studio. Considerando i singoli congeneri, PFBA e PFPeA, seguiti da PFHxA e PFOA, sono i composti presenti più abbondantemente nelle acque di fiume. I PFCs a catena corta o media (C4–C9) prevalgono sui composti a lunga catena (C10–C18), probabilmente perché attualmente i congeneri a catena corta sono i più utilizzati dall'industria e più solubili in acqua in confronto ai congeneri a catena lunga. L'ecological risk assessment (ERA), condotto utilizzando il metodo del quoziente di

rischio, ha evidenziato un rischio basso o trascurabile per l'habitat acquatico associato alla presenza di PFBA, PFPeA, PFBS, PFHxA e PFOA. Solo per PFOA, c'è un rischio medio in tre fiumi oggetto di studio durante i mesi estivi. Per PFOS, invece, il 47% delle acque di fiume analizzate sono classificate a rischio elevato per l'ambiente acquatico; il restante 53% dei campioni è invece classificato a rischio medio. Questo studio ha quindi confermato la massiva diffusione dei PFCs anche in quelle aree dove non sono direttamente presenti fonti di emissione.

- [1] Kurwadkar S., Dane J., Kanel S.R. *Sci. Total Environ.* 2022, 809, 1-19
- [2] UNEP. *Decision SC-4/17: listing of PFOS, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF) in Annex B to the Stockholm Convention*, 2009. 1-4
- [3] UNEP. *Decision SC-9/12: listing of Perfluorooctanoic acid (2019), its salts and PFOA-related compounds*, 2019, 1-2

TiO₂ nanoparticles from sunscreen into sea waters: their potential effect on degradation of plastics

Andrea Mascitti¹, Nicola d'Alessandro¹, Lucia Tonucci² and Francesca Coccia²

¹*Department of Engineering and Geology, "G. d'Annunzio" University of Chieti-Pescara, 66100 Chieti, Italy*

²*Department of Philosophical, Educational and Economic Sciences, "G. d'Annunzio" University of Chieti-Pescara, 66100 Chieti, Italy*

nicola.dalessandro@unich.it

Today, we know our impact on the environment and the increasing risks occurring in our Planet. Among the multitude of them, we explored in the past the field of sunscreens and their frequent use in industrialized and tourist Countries.[1] Among the most diffused physical quenchers inside the creams, there is TiO₂ that, once dispersed into the surrounding, could act as a potential mutant agent.

TiO₂ activity is due, above all, to its special and distinctive photochemical proprieties. In presence of UV light, it is able to produce oxidizing species; furthermore, TiO₂ nanoparticles are able to inhibit the growth of algae and plants resulting toxic for benthic organisms.[2]

With the present study we tried to understand better the effect on the marine environment caused by the massive use of sunscreen. Once dispersed in marine water, mostly in summer, it interacts with the UV sunlight producing radicals and peroxidic species, harmful for marine life, but that can assist in the photodegradation of contaminants such as (micro)plastics.[3]

With this in mind, we reproduced in laboratory a system able to quantify the potential H₂O₂ formed and, to check the oxidizing activity of the TiO₂, we also performed the photooxidation of 2-propanol to acetone in seawater. Our goal was to understand the potentiality of TiO₂ to act as photocatalyst helping the plastics photodegradation.

In the first series of experiments, we quantify the H₂O₂ produced in seawater under irradiation ($\lambda = 254$ nm) with a real sunscreen (containing nano-TiO₂) or several crystalline types of commercial TiO₂. In presence of sunscreen, the amount of formed H₂O₂ appeared higher than when with a comparable quantity of pure TiO₂ (rutile, anatase and a mixture of them). During the second series of the experiments, we found that the photooxidation of 2-propanol occurred efficiently in presence of the crystalline forms of TiO₂ while in presence of the real sunscreen a noticeably lower amount of acetone was produced, comparable to the irradiation experiment of the blank (only seawater).

Our results clearly showed that sunscreens containing nano-TiO₂, when dispersed in seawater, could represent a critical environment problem, but, in the same time, could contribute to the aging of plastics. The results are explorative and necessitate of implementations to extrapolate objective data. Actually, we are trying to observe (by

electron microscopies) plastics, irradiated at 254, 310, 366 nm in presence of TiO₂ focalizing the attention on release of organic species inside marine water.

[1] Morsella M, Giammatteo M., Arrizza L, Tonucci L, Bressan M, d'Alessandro N. *RSC Adv.* **2015**, *5*, 57453-57461.

[2] Sánchez-Quiles D., Tovar-Sánchez A. *Environ. Int.* **2015**, *83*, 158-170.

[3] Turner A, Filella M. *Sci. Total Environ.* **2023**, *869*, 161727

Biomonitoraggio integrato dell'acqua destinata al consumo umano nella provincia di Teramo

Federica Di Giacinto,^{1} Isabella Fanelli^{1*}, Chiara Profico^{1,2}, Pierangelo Stirpe³, Gianpaolo De Iuliis³, Gabriella Di Francesco¹, Ludovica Di Renzo¹, Giuseppina Mascilongo¹, Carla Giansante¹, Nicola Ferri¹*

¹Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale", via Campo Boario snc, 64100 Teramo,

²Università degli Studi di Teramo, Facoltà di Medicina Veterinaria, via Balzarini 1, 64100 Teramo, ³Ruzzo Reti SPA, via Nicola Dati 18, 64100 Teramo

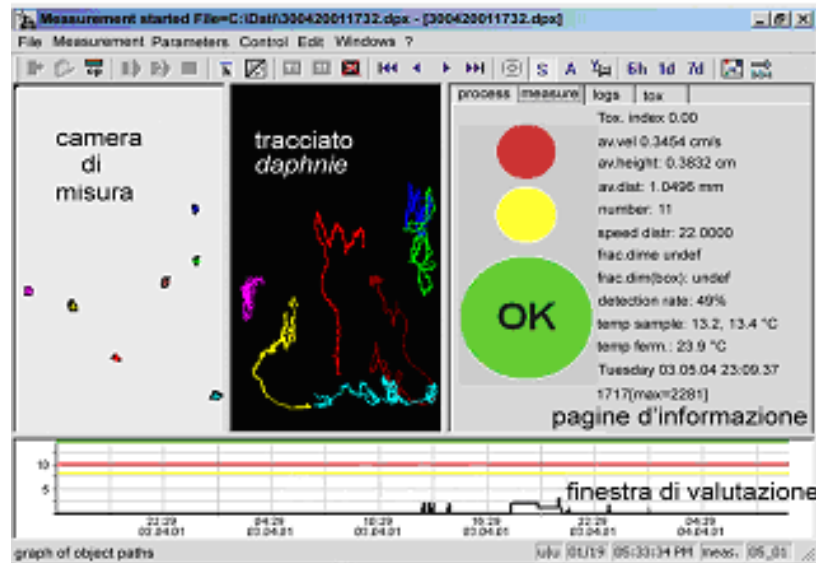
f.digiacinto@izs.it

In aggiunta a quanto stabilito dalla legislazione vigente in materia di controllo della qualità dell'acqua potabile [1] e nell'ambito della realizzazione delle attività previste dal Piano di Sicurezza delle Acque (PSA) dell'acquifero del Gran Sasso, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (IZS Teramo) ed il gestore idrico Ruzzo Reti S.p.A eseguono da anni un controllo h24 e *real time* dell'acqua potabile destinata ad un ampio bacino di utenza della provincia Teramana [2]. Il sistema integrato chimico/fisico e biologico (early warning) è stato collocato nel punto di captazione della sorgente, traforo Gran Sasso d'Italia/Ruzzo-sbarramento destro e sinistro (sb. sx+dx), sito vulnerabile poiché situato nelle vicinanze del traforo autostradale (A24 Roma-Teramo) del Gran Sasso d'Italia e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). La stazione di monitoraggio è costituita da un sistema di allarme precoce biologico denominato Daphnia Toximeter bbe® Moldaenke (DTOXII) associato ad una strumentazione in grado di rilevare sia parametri chimico/fisico sia specifiche sostanze organiche, consentendo di poter essere allertati in tempo reale in caso di presenza di sostanze inquinanti. Nella stazione di controllo, precisamente situata all'interno del Parco Nazionale del Gran Sasso, in località Casale San Nicola (TE), al sistema di biomonitoraggio suddetto è stato affiancato anche un campionatore automatizzato h24 che effettua un prelievo di acqua ogni 30 minuti, conservando i campioni per 24 ore. Ciò consente di effettuare analisi più approfondite da laboratorio nei campioni conservati, qualora il DTOXII o gli altri strumenti evidenzino un allarme.

Il DTOXII rileva la presenza di eventuali contaminanti nell'acqua destinata al consumo umano, attraverso l'analisi di parametri comportamentali dell'organismo sentinella *Daphnia magna*. Un flusso continuo di acqua da controllare, infatti, fluisce all'interno delle due camere di misurazione in cui nuotano le dafnie. Due telecamere registrano il movimento dei piccoli crostacei e il software del DTOXII (Fig.1), analizzando le immagini acquisite, elabora diversi parametri comportamentali quali: velocità media di nuoto; dimensione frattale; distanza media tra le dafnie; dimensione media delle dafnie; altezza media dello spostamento; classi di velocità; indice della classe di velocità; numero di

dafnie attive. Da questi parametri comportamentali il software DTOX evidenzia eventuali anomalie comportamentali ed elabora l'indice di tossicità, distinguibile in tre stati: verde, non-allarme; giallo, allarme di attenzione; e rosso allarme di contaminazione. Il DTOXII acquisisce, archivia e comunica in remoto i dati e, nell'eventualità di un allarme, invia un segnale in tempo reale al gestore dell'impianto idrico.

Figura 1. Finestra del software DTOX. A sinistra: dafnie nella camera di misura. Al centro: tracciati dei percorsi delle dafnie (a colori). A destra: i parametri di controllo dell'analisi. In basso: finestra di valutazione dell'indice di tossicità.



Le dafnie vengono sostituite ogni 7/10 giorni e gli allevamenti sono allestiti nel laboratorio del Centro per la Biologia delle Acque (CBA) dell'IZS Teramo, secondo il metodo ufficiale IRSA-CNR, 2003 [3].

Dal 2019 ad oggi, i risultati relativi al biomonitoraggio in continuo mediante DTOXII, effettuato nel periodo di funzionamento dello strumento e nel punto di captazione descritto, non hanno evidenziato alcun effetto tossicologico sugli organismi sentinella che possono essere correlati ad eventi di contaminazione idrica.

In conclusione, un sistema di monitoraggio integrato costituito da sistemi di allarme precoce biologici, chimici e chimico/fisici, capace di innescare azioni cautelative in caso di allerte, può potenziare il sistema di controllo della qualità dell'acqua potabile a tutela della salute pubblica.

[1] Decreto Legislativo del 23 febbraio 2023 n. 18

[2] Di Giacinto F., Berti M., Carbone L., Caprioli R., Colaiuda V., Lombardi A., Tomassetti B., Tuccella P., De Iulii G., Pietroleonardo A., Mascilongo G., Di Renzo L., D'Alterio N., Ferri, N. Biological early warning systems in the Gran Sasso aquifer, 2021, *Water*, **2021**, 13, no. 11.

[3] APAT CNR IRSA, 2003 Metodi Ecotossicologici

Approccio integrato e ad alta risoluzione temporale per la caratterizzazione chimica delle emissioni fuggitive in un'area industriale complessa

Alessia Di Gilio¹, Jolanda Palmisani¹, Gianluigi de Gennaro¹

¹Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari, via Orabona, 4, 70126 Bari

alessia.digilio@uniba.it

Il particolato aerodisperso varia nel tempo e nello spazio in termini di concentrazione al suolo, distribuzione granulometrica e composizione chimica, in funzione dell'intensità e della distribuzione spaziale dei flussi emissivi, in relazione alla climatologia e a seguito dei processi di formazione di aerosol secondari e di rimozione, diffusione turbolenta e di trasporto delle particelle aerodisperse. Questa variabilità è tanto più importante ed influente in aree industriali complesse e diversificate come quella tarantina dove esiste un noto effetto sinergico delle sorgenti emissive puntuali e fuggitive. Taranto, infatti, è ad oggi inclusa nell'elenco dei siti inquinati di interesse nazionale a causa della prossimità all'insediamento urbano di un ampio complesso industriale caratterizzato dalla coesistenza di numerose attività altamente impattanti sul territorio quali: il più grande impianto siderurgico a ciclo integrale in Europa, una delle più grandi raffinerie italiane, il porto e i cantieri navali, un arsenale della marina militare, un cementificio e due centrali termoelettriche [1]. Pertanto, come è facile intuire, in aree industriali complesse come quella tarantina gli approcci convenzionali per il monitoraggio ambientale e le informazioni giornaliere sulla qualità dell'aria non sono sempre sufficienti ad identificare inequivocabilmente i contributi delle diverse sorgenti fuggitive alla concentrazione di PM né permettono di valutare eventi emissivi limitati nel tempo e/o dovuti a sorgenti occasionali né di stimare i reali impatti a medio e lungo raggio delle sorgenti sulla qualità dell'aria e sulla salute delle popolazioni esposte [2].

Pertanto, al fine di raccogliere informazioni puntuali sulla qualità dell'aria e sulle potenziali sorgenti fuggitive anche short-term che insistono simultaneamente sul territorio tarantino, è stato sperimentato su campo un approccio metodologico non convenzionale per il monitoraggio ad alta risoluzione temporale dei principali inquinanti atmosferici. Nello specifico, le concentrazioni orarie di particelle fini, di Idrocarburi Policiclici Aromatici Totali (IPA TOT) e dei metalli sono state monitorate dal 18 Ottobre al 19 Dicembre 2018 all'interno dell'area cimiteriale "San Brunone" a pochi chilometri dalla zona industriale di Taranto e a ridosso dello stabilimento siderurgico Acciaierie d'Italia. La campagna di monitoraggio è stata condotta mediante il mezzo mobile per la qualità dell'aria del Polo scientifico e tecnologico "Magna Grecia" afferente al Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente (Figura 1) dotato di un contatore ottico di particelle (OPC) per il monitoraggio delle concentrazioni in numero delle

particelle aerodisperse con diametro ottico compreso tra 0.28 e 10 μm , di un analizzatore a fotoionizzazione (EcoChemPas 2000) per il monitoraggio real time degli IPA TOT e di un analizzatore a raggi X (XACT 625) per la misura oraria dei metalli pesanti.

Tenendo conto della complessità dell'area indagata e delle sorgenti di inquinanti presenti, la caratterizzazione chimica oraria dell'aerosol si è rivelata un utile strumento per valutare l'evoluzione temporale delle emissioni industriali e in che modo queste e le condizioni meteorologiche influenzino la composizione del PM. Infatti, integrando i dati raccolti con i dati anemometrici è stato possibile localizzare e caratterizzare le emissioni fugitive industriali così come i processi industriali che hanno un impatto significativo sulla qualità e la quantità di particolato che ricade nell'area del rione Tamburi. Pertanto, lo studio ha dimostrato che conoscere la dinamica temporale degli eventi permette una più efficace verifica delle strategie di mitigazione dei fenomeni di inquinamento e una più accurata valutazione dell'esposizione della popolazione.

[1] Chiari, M. et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 2006, 249, 584–587.

[2] Palmisani J. et al. Int. J. of Environ. Res. and Public Health, 2020, 17, 4843.

Monitoraggio della qualità dell'aria indoor in una chiesa: impatto della combustione di candele e incenso

Alessia Di Gilio¹, Marirosa Nisi¹, Jolanda Palmisani¹, Lucia Pastore¹, Gianluigi de Gennaro¹

¹*Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari, via Orabona, 4, 70126 Bari*

alessia.digilio@uniba.it

L'inquinamento atmosferico è motivo di grande preoccupazione per la salute pubblica e uno dei maggiori fattori di rischio per l'ambiente e la salute umana in tutto il mondo [1]. Tuttavia, come evidenziato negli ultimi decenni dalla comunità scientifica internazionale, i livelli di inquinamento entro le mura domestiche o gli edifici pubblici possono essere talvolta superiori a quelli riscontrabili outdoor a causa della presenza di molteplici e diversificate sorgenti d'inquinamento indoor che potrebbero determinare un effetto sinergico sulla salute degli occupanti gli ambienti confinati [3]. Tra le sorgenti d'inquinamento indoor si annoverano: il fumo di tabacco, i prodotti per la pulizia e la manutenzione della casa, i materiali utilizzati per la costruzione e l'arredamento degli edifici, l'uso strumenti di lavoro quali stampanti, plotter e fotocopiatrici e, infine, tutti i processi di combustione legati al cooking, al riscaldamento domestico e all'utilizzo d'incensi e candele. Negli ultimi anni i processi di combustione ed in particolar modo sorgenti quali il cooking e il riscaldamento domestico all'interno dei luoghi chiusi e di vita sono stati oggetto di studio da parte della comunità scientifica internazionale in quanto potenziali sorgenti di inquinanti prioritari quali benzene, monossido di carbonio, biossido di azoto e particelle ultrafini. Pochissimi studi sono stati ad oggi condotti sull'impatto della combustione degli incensi nei luoghi di culto. Sebbene per periodi di tempo limitati (al massimo qualche ora), durante le celebrazioni liturgiche gli edifici ecclesiastici accolgono un gran numero di persone spesso in condizioni di scarsa ventilazione. Tali edifici di solito possono contare solo sulla ventilazione naturale attraverso l'apertura di porte e finestre ma considerata la grandezza degli spazi è spesso difficile garantire ricambi d'aria efficaci.

Pertanto, in questo studio è stato sviluppato un approccio ad-hoc basato sull'utilizzo ed integrazione di sensori di ultima generazione in grado di monitorare in continuo i parametri microclimatici come umidità relativa e temperatura e le concentrazioni di inquinanti prioritari come anidride carbonica (CO₂), Composti Organici Volatili Totali (COV Tot), Benzene, Toluene, Xileni ed Etilbenzene (BTEX), PM 10, PM2.5, PM1 ed Idrocarburi Policiclici Aromatici Totali (IPA TOT). Il sistema è stato testato all'interno di una chiesa dal 20 Dicembre 2022 al 30 Aprile 2023 al fine di valutare la qualità dell'aria durante le diverse celebrazioni liturgiche ed in diverse condizioni di occupazione e fruizione dell'ambiente. Inoltre, sulla base di un opportuno disegno sperimentale ed in

condizioni controllate sono state condotte delle attività di monitoraggio volte a verificare eventuali differenze in termini di concentrazione degli inquinanti investigati in corrispondenza dell'utilizzo di differenti tipologie di incensi.

L'analisi preliminare dei dati raccolti ha messo in luce che le concentrazioni dei principali inquinanti monitorati durante le cerimonie liturgiche e, in particolare, in corrispondenza dell'utilizzo dell'incenso superavano significativamente le concentrazioni medie di background registrate durante l'intero periodo di monitoraggio e variavano in funzione dell'incenso adoperato. Inoltre, durante i processi di combustione, le concentrazioni di PM10 e di inquinanti cancerogeni come il benzene risultavano significativamente superiori ai livelli limite stabiliti per legge per l'outdoor.

[1] IARC, (2013). Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths.

[2] M. Manigrasso et al., (2019). Science of the Total Environment, 653, 1192–1203.

Studio delle deposizioni atmosferiche nell'area portuale di Ancona

Matteo Fanelli¹, Federico Girolametti¹, Behixhe Ajdini¹, Lorenzo Massi¹, Annamaria Falgiani¹, Grazia Marina Quero², Marco Basili^{2,3}, Pierluigi Penna², Emanuela Frapiccini², Gian Marco Luna², Anna Annibaldi¹, Cristina Truzzi¹, Silvia Illuminati¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DiSVA), Università Politecnica delle Marche (UNIVPM), Via Brezze Bianche, Ancona, Italia

²Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRBIM-CNR), Largo Fiera della Pesca 2, 60125, Ancona, Italia

³Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, Italia

m.fanelli@pm.univpm.it

Le deposizioni atmosferiche (tipicamente deposizioni secche di particelle, deposizioni umide come pioggia o neve, e deposizioni occulte da nebbie e foschie¹) costituiscono il principale processo attraverso cui gli inquinanti atmosferici (polveri, particolato atmosferico contenente metalli, idrocarburi policiclici aromatici, diossine, furani) vengono rimossi e trasferiti negli ecosistemi terrestri e acquatici. Lo studio delle deposizioni atmosferiche è fondamentale al fine di comprendere il destino e la distribuzione dei contaminanti organici e inorganici nei vari ecosistemi e diviene sempre più importante in materia di qualità dell'aria e rischio per la salute umana.

Il presente lavoro ha lo scopo di valutare la composizione chimica e le variazioni stagionali dei flussi deposizionali dei costituenti minori (Al, Fe, Mn) e degli elementi in tracce (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V) nell'area portuale di Ancona. La città di Ancona si trova lungo la costa medio-adriatica, caratterizzata da diverse fonti di inquinamento: l'area portuale con un intenso traffico marittimo, la raffineria di petrolio a Falconara Marittima (~9 km) e la A14 o "Autostrada Adriatica".

Le deposizioni atmosferiche sono state raccolte mediante campionatori passivi (deposimetri di polietilene) posizionati sul tetto del CNR-IRBIM all'interno dell'area portuale di Ancona, nel periodo tra luglio 2021 e novembre 2022, con una strategia di campionamento variabile dai 30 ai 60 giorni. I campioni raccolti (8 più un bianco di campo) sono stati sottoposti a filtrazione sottovuoto mediante l'utilizzo di filtri in esteri misti di cellulosa (MCE, Ø 0.45µm), al fine di determinare la frazione solubile ed insolubile di ogni metallo. I filtri sono stati pesati prima e dopo la filtrazione mediante bilancia microanalitica per la determinazione gravimetrica del particolato raccolto². La frazione insolubile è stata determinata mediante Spettroscopia di Assorbimento Atomico con Fornetto di Grafite (GFAAS) previa digestione acida (5 HNO₃:1 H₂O₂:1 HF) con microonde dei filtri in MCE. Hg insolubile è stato misurato mediante l'Analizzatore Diretto di Mercurio. La frazione solubile è stata determinata tramite Spettroscopia di

Fluorescenza Atomica (Hg, As, Cd) e GFAAS. Per ogni metallo è stato calcolato il flusso deposizionale giornaliero¹ espresso in $\mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$.

Durante il periodo di campionamento, l'area portuale di Ancona è stata caratterizzata da un flusso totale di $8.0 \pm 0.4 \text{ mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$, con valori che variano da 0.1 a $2.1 \text{ mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$. La deposizione atmosferica di ogni elemento è stata calcolata come somma della frazione solubile e di quella insolubile. I flussi medi giornalieri degli elementi determinati seguono il seguente ordine decrescente: $\text{Fe } 687 \pm 533 > \text{Al } 284 \pm 196 > \text{Cu } 19 \pm 24 > \text{Mn } 9.8 \pm 8.4 > \text{Ni } 2.7 \pm 1.8 > \text{Cr } 2.3 \pm 1.8 > \text{Pb } 1.3 \pm 1.4 > \text{V } 0.96 \pm 0.75 > \text{As } 0.044 \pm 0.051 \cong \text{Cd } 0.0361 \pm 0.029 > \text{Hg } 0.029 \pm 0.025 \mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$.

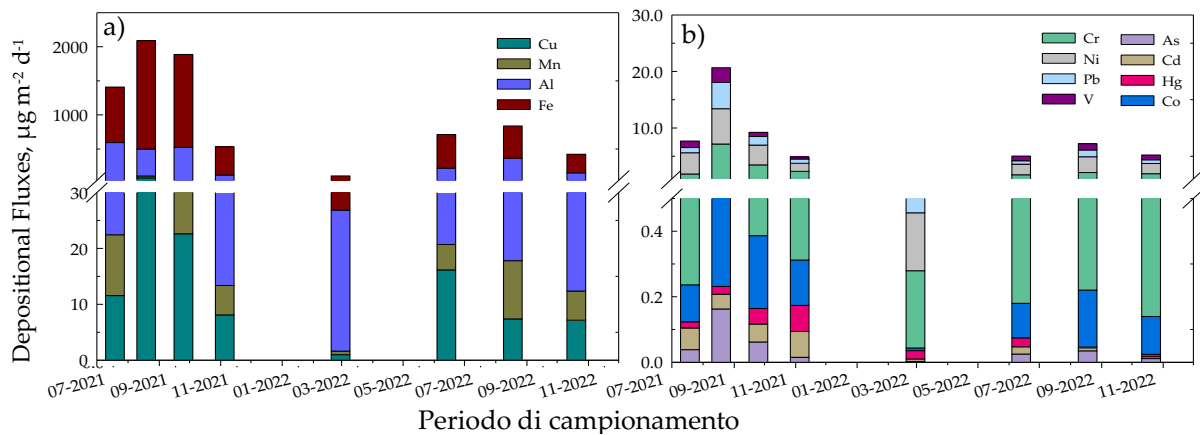


Figura 1: Andamento stagionale dei flussi deposizionali. a) Al, Cu, Fe, Mn; b) Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, V, espressi in $\mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$.

L'analisi dei fattori di arricchimento (EF)³, ha evidenziato un arricchimento elevato per Cu, moderato per Cd, Cr, Pb, lieve per Hg e Ni. Tutti gli altri elementi sembrano mostrare un'origine crostale. L'arricchimento estivo, associato all'incremento dei flussi giornalieri, potrebbe essere dovuto all'elevato traffico marittimo, che si è intensificato da giugno 2020 in seguito al passaggio delle grandi navi da crociera.

Ulteriori approfondimenti sono necessari al fine di valutare le sorgenti degli elementi studiati e l'impatto antropico nell'area di Ancona (analisi statistica multivariata, valutazione dei parametri meteorologici, analisi delle retrotraiettorie delle masse d'aria). A questo scopo, è stato studiato anche il microbioma associato alle deposizioni di alcuni campioni tramite la tecnica di sequenziamento ad alta resa (HTS) del gene 16S rRNA, in collaborazione col CNR-IRBIM di Ancona.

[1] Amodio M., Catino S., Dambruso PR., de Gennaro G., Di Gilio A., Giungato P., Liola E., Marzocca A., Mazzone A., Sardaro A., Tutino M. *Adv Meteorol*, Vol. 2014, Article ID 161730 (2014) 1.

[2] Illuminati, S, Bau, S, Annibaldi, A, Mantini, C, Libani, G, Truzzi, C, & Scarponi, G (2016). Evolution of size-segregated aerosol mass concentration during the Antarctic summer at Northern Foothills, Victoria Land. *Atmospheric Environment*, 125, 212-221.

[3] Vagnoni F., Illuminati, S., Annibaldi A., Memmola F., Giglione G., Falgiani A. M., ... & Truzzi C. (2021). Seasonal Evolution of the Chemical Composition of Atmospheric Aerosol in Terra Nova Bay (Antarctica). *Atmosphere*, 12(8), 1030.

Evaluation Of Polyphenolic Content and Environmental Pollutants In *Laurus nobilis* L. Leaves From Wild Plants Grown In Different Geographical Areas Of Central Italy

Francesca Fantasma¹, Vadym Samukha¹, Maria Giovanna Chini¹, Vincenzo De Felice¹, Gabriella Saviano¹, Maria Iorizzi¹

¹Department of Biosciences and Territory, University of Molise, Pesche (Is), Italy

fantasma@unimol.it

A growing interest in natural products from medicinal plants has been observed in recent years as an alternative to synthetic drugs. This explains why, a large number of plant species are being studied with the aim of finding both natural bioactive compounds and green, sustainable alternatives that reduce or eliminate the use of dangerous substances in daily life.

As a result, the market demand for products enhanced with ingredients derived from natural products, such as polyphenols, is rapidly increasing. *Laurus nobilis* L., known as bay, sweet bay, bay laurel, Roman laurel or daphne, is an evergreen Mediterranean shrub whose leaves have been traditionally used in cuisines and folk medicine for their health-promoting properties. Currently, these properties can be scientifically explained by various biological activities of leaf extracts [1].

Laurel plants from different ecosystems (urban and industrial areas, Adriatic and Tyrrhenian coasts, internal central Apennines etc.) will be analysed to compare the content of secondary metabolites and to assess the degree of contaminants on their leaves. The purposes of this study is to determine:

- the phytochemical composition of essential oil and methanol extracts of *Laurus nobilis* L. leaves;
- the polyphenolic content and antioxidant activity of essential oil (Eos) and hydroalcoholic extracts in order to verify their health benefits;
- biomonitoring of atmospheric heavy metals pollution using dust deposited on bay leaves.

Essential oils are a complex mixture of chemical components with great interest, both for scientific aspects and for applications in pharmacology [2]. In the present study, the chemical composition of essential oil (Eos) of bay leaves (*Laurus nobilis* L.) was analyzed by GC-MS and the results showed that 1,8-cineole is among the main compounds. In addition, the in vitro antioxidant activity (DPPH method) of essential oils and methanol extracts of bay leaves and the total phenolic content of the methanol extract were analyzed (Tab. I).

Heavy metals in dust cause health problems to humans and other organisms [3], and the aim of this study is to determine the concentrations and sources of heavy metals (e.g., Zn, Cu, Pb, Fe, Ni, Cr, Co, and Mn) in dust deposited on bay leaves by ICP-OES.

Actually, analyses are in progress for the determination of secondary metabolites content in EOs and methanol extracts.

***Laurus nobilis* L.**

	Methanol extracts	Essential oils
DPPH IC₅₀ (mg/mL)	0,30 ± 0,3	0,41±0,9
Total phenolic content (mg GAE/g)	14,89±0,7	-
Flavonoids content (mg CAE/g DM)	7,72±0,5	-

Tab. I Antioxidant activities of methanol extracts and essential oils. Total phenolic content and flavonoids content of methanol extracts in bay leaves (*Laurus nobilis* L.).

IC₅₀: 50% inhibition concentration.

- [1] Dobroslavić E., Repajić M., Dragović V. –Uzelac, Elez Garofulić I. Foods 2022, 11, 235.
 [2] Paparella A., Nawade B., Shaltiel-Harpaz L., Ibdah M. A.. Plants 2022, 11, 1209.
 [3] Yi-Gong Chen, Xing-Li-Shang He, Jia-Hui Huang et al. Ecotoxicology and Environmental Safety Volume 219, 2021, 112336

Are mono-materials a suitable alternative to multi-layer food packaging systems?

Daniele Carullo¹, Andrea Casson², Cesare Rovera¹, Masoud Ghaani¹, Tommaso Bellesia¹, Riccardo Guidetti², Stefano Farris¹

¹DeFENS, Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2 – I-20133 Milan, Italy

²DISAA, Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2 – I-20133 Milan, Italy

stefano.farris@unimi.it

A polyethylene (PE)-based “mono-material” (MM) functionalized via thin-coating technology [1] was considered as a potential alternative to three different multi-layer (ML) configurations (Tab. 1: composition, and overall thickness of tested food packaging materials) widely used within the food packaging sector.

Material	Composition (from the inner to the outer layer)	Thickness [μm]
MM	LDPE (80 μm) – tie (2 μm) – O ₂ -barrier coating (1.2 μm) – OPE (25 μm)	107.70 \pm 1.70
ML ₁	LDPE (38.5 μm) - EVOH (3 μm) – LDPE (38.5 μm) – tie (3 μm) - PET (12 μm)	97.42 \pm 2.15
ML ₂	LDPE (100 μm) – tie (1.5 μm) - Al (8 μm) – tie (3 μm) - PET (12 μm)	122.87 \pm 2.42
ML ₃	LDPE (50 μm) – tie (3 μm) - Nylon (15 μm) – tie (2.5 μm) – LDPE (10 μm)/Paper (25 μm)	106.14 \pm 1.86

Legend: LDPE – low-density polyethylene, tie – adhesive, OPE – oriented polyethylene, EVOH – ethylene vinyl alcohol, PET – polyethylene terephthalate, Al – aluminum.

The latter are currently employed for the storage of both wet and dry products, namely cooked ham slices (ML₁), ground coffee (ML₂), and fresh pasta (ML₃).

The four materials were subjected to an in-depth characterization via the systematic measurement of their optical (transmittance, and haze), gas/vapor barrier (carbon dioxide transmission rate – CO₂TR, oxygen transmission rate – O₂TR, and water vapor transmission rate - WVTR), and mechanical (seal strength - SS, tensile strength - TS, puncture force - PF, and coefficients of friction - COF) features. Moreover, an environmental comparison among tested materials was also performed through life cycle assessment (LCA) analysis. To this purpose, the system boundaries followed a “cradle-to-gate” approach, and the life cycle assessment included all the activities from raw material extraction to packaging film creation.

As far as the optical properties are concerned, the mono-material displayed a pronounced UV-shielding effect below 280 nm. This effect is due to the presence of the thin-layer coating, which mimics the UV absorption capability of chromophore groups pertaining to nylon (carbonyls) and PET (aromatic ring) [2] in ML₃ and ML₁ structures. The mono-material also showed an outstanding performance concerning oxygen ($O_2TR = 0.35 \pm 0.02 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and water vapor ($WVTR = 2.45 \pm 0.19 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) barrier behavior, again ascribed to the oxygen barrier coating and the intrinsic hydrophobicity of polyethylene [3], respectively. It is also worth noting that the coating within MM sample possessed a superior CO₂- and especially O₂-barrier performance than EVOH of ML₁ system did, as testified by the lower permeability coefficients (P') exhibited ($P'_{CO_2, \text{coating}} = 1.01 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ vs. $P'_{CO_2, \text{EVOH}} = 11 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$, $P'_{O_2, \text{coating}} = 0.38 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ vs. $P'_{O_2, \text{EVOH}} = 1.57 \text{ cm}^3 \mu\text{m m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$). The coating also provided the MM system with good sealability ($SS \approx 30\text{N}/25\text{mm}$), tensile/puncture resistance ($TS = 38.2 \text{ MPa}$, $PF = 16.3 \text{ N}$), and slipping-ability over metal surfaces ($COF_{\text{static}} = 0.25$, $COF_{\text{dynamic}} = 0.14$) comparable to those displayed by multi-layer systems. Last but not least, the environmental performance of the materials assessed via LCA showed that the mono-material represented the less impactful configuration, with the lowest effect on several environmental indicators (e.g., global warming, ozone layer depletion, terrestrial ecotoxicity, acidification, and eutrophication).

In conclusion, this work highlighted the capability of PE-based mono-materials functionalized via coating technology to act as replacements for “heavy” multi-layer configurations, thus fulfilling both circularity and environmental sustainability requirements (e.g., 100% recyclable).

[1] Farris S., Introzzi L., Fuentes-Alventosa J.M., Santo N., Rocca R., Piergiovanni L. *J. Agric. Food Chem.* **2012**, *60*, 782 – 790.

[2] Rizzo V., Torri L., Licciardello F., Piergiovanni L., Muratore G. *Packag. Technol. Sci.* **2015**, *27*, 437–448.

[3] Wang J., Gardner D. J., Stark N. M., Bousfield D. W., Tajvidi M., Cai Z. *ACS Sustain. Chem. Eng.* **2018**, *6*, 49 – 70.

Microplastics in Rome's rainwater

Luca Ugo Fontanella, Stefano Perrone, Giovanni Visco, Maria Pia Sammartino

Chemistry Department, University La Sapienza, Rome, Italy,

lucaugo.fontanella@uniroma1.it

The presence of microplastics in the environment is one of the most insidious aspects of plastic pollution, but the scientific investigation of this environmental problem has started recently. The scientific studies on microplastics abundance in the environment are at the beginnings and there aren't reliable data about the microplastics' effects on human body. Fibers and little particles of plastic can be transported by wind to distant places [1] and they can fall with the rain [2]. This work examines the rain that fell in Rome from 1st December 2021 to 31st July 2022, for each weather event a sample of rain was collected on the roof of the "Cannizzaro", a building of the chemistry department of "La Sapienza" University of Rome, Italy (GPS coordinates: 41° 54' 07" N, 12° 30' 50" E, 69.5 m a.s.l.). The sampling of the rain was made with a Pyrex beaker (0,15 m Ø) and 48 samples were collected. The samples were filtered by pure fiberglass filters (Merck Millipore, 25 mm Ø, pore size 2,7 µm) and the filters were analyzed with a microscope (Motic BA200 with a camera OMAX A3530U, 3.2 Megapixel). This work uses a quality protocol to reduce and quantify the contaminations, because microplastics are ubiquitous. All analysis procedures were made under a clean chemical hood, a clean filter was placed under the hood and analyzed to determinate the contamination of the analyzing place. The results of filters analysis by microscope show various kinds of particles in the sampled rain (fig. 1), many of them may be made by synthetic polymers for their shapes and colors. Many fibers were found on the filters, mainly of length between 0.1 and 2.0 mm and width between 5 and 15 µm, of blue, black or red color. Some of the fibers observed show signs of mechanical wear, due to the partial degradation of the polymer in the environment.

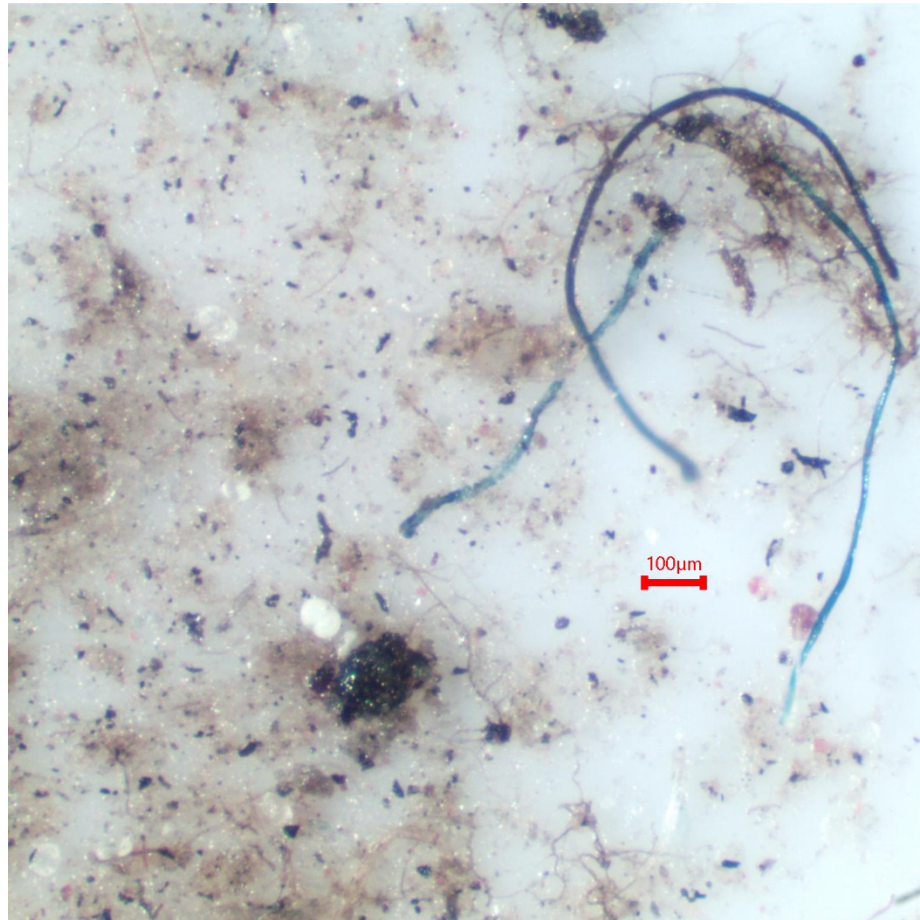


Fig. 1: Plastic fibers in Rome's rainwater

[1] Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Galop, D. *Nat. Geosci.* **2019**, 12(5), 339-344.

[2] Zhen Y., Chenglei P., Hengxiang L., Lang L., Shan L., Rui H., Ran L., Xiangrong X. *Sci. Total Environ.* **2023**, 869, 161839.

Livelli di esposizione occupazionale a benzo[a]pirene associato a particolato urbano in diverse città d'Italia e stima del rischio cancerogeno incrementale (ILCR)

Maria Pia Gatto, Michele del Gaudio, Carmine Piccolo

Unità Operativa Territoriale di Certificazione, verifica e ricerca di Avellino, Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro

mp.gatto@inail.it

L'esposizione agli inquinanti urbani, in particolare al particolato (PM), è fonte di preoccupazione per diversi lavoratori *outdoor*, quali gli addetti alla sicurezza, i conducenti, i venditori ambulanti. Potenzialmente più suscettibili al PM potrebbero risultare lavoratori la cui attività fisica ne può aumentare il tasso di inalazione, quali, ad esempio, i *riders* che usano la bicicletta come mezzo per le consegne. Obiettivi del presente lavoro sono quelli di valutare i livelli di concentrazione di benzo[a]pirene (BaP) associato al PM urbano di diverse città italiane, di determinare l'eventuale sussistenza di differenze statistiche tra esse e di stimare il rischio cancerogeno incrementale (ILCR) per i lavoratori esposti. Sono stati raccolti i valori relativi alle concentrazioni di BaP rilevati dalle centraline di monitoraggio di nove città italiane (Milano, Torino, Padova, Bologna, Firenze, Roma, Frosinone, Napoli e Palermo), trasmessi da parte delle Regioni e Province Autonome ad ISPRA e pubblicati, come valori medi annuali, dalla Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA). Il periodo di osservazione considerato è quello compreso tra il 1 gennaio 2017 e il 31 dicembre 2021. Le dosi medie giornaliere di esposizione e l'ILCR sono stati calcolati secondo le equazioni proposte dalla US EPA 2011 [1, 2]. Per il quinquennio considerato, i livelli medi annuali di concentrazione di BaP su PM, rappresentati in figura 1, superano il valore limite di riferimento stabilito ai sensi del D. Lgs. 155/2010 pari a 1.0 ng/m^3 nelle città di Frosinone, Milano (eccetto l'anno 2021) e Padova (negli anni 2019 e 2020); sono nell'intervallo tra 0.4 e 1.0 ng/m^3 per Torino (eccetto il 2017), Firenze e Roma, e nel range tra 0.12 e 0.4 ng/m^3 per Bologna, Napoli e Palermo. Nessuna città presenta concentrazioni di BaP uguali o inferiori a 0.12 ng/m^3 , valore di riferimento stimato dall'OMS. Il test non parametrico di *Kruskal-Wallis* per campioni indipendenti ha rilevato differenze statisticamente significative ($p < 0.05$) tra i valori medi annuali di BaP delle nove città oggetto dell'indagine. Per quanto concerne il calcolo dell'ILCR, i risultati mostrano valori di rischio accettabile ($\text{ILCR} < 10^{-6}$) per le città di Bologna, Napoli e Palermo, mentre per le restanti valori nel range tra $10^{-6} \leq \text{ILCR} \leq 10^{-4}$, definito a basso rischio dall'US EPA. Da dati in letteratura, i tassi di inalazione sono da due a cinque volte superiori se si usa la bicicletta rispetto ai veicoli motorizzati e questa differenza aumenta con la velocità di viaggio e il livello di sforzo [3]. Nel caso limite dello scenario peggiore (*worst-case*), con tassi di inalazione pari a cinque volte il parametro standard di $20 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$, i valori di ILCR risulterebbero sempre al di sopra della soglia di

accettabilità. Il presente studio documenta livelli medi di BaP ancora al di sopra del limite di legge per alcune città italiane e valori di ILCR che, in alcuni casi e sotto determinate condizioni lavorative, possono superare la soglia di accettabilità. Sulla base dei predetti risultati, si evidenzia la necessità di ulteriori approfondimenti sugli effetti sulla salute dei lavoratori *outdoor* legati all'inquinamento urbano, attraverso la ricerca di sottogruppi di lavoratori particolarmente vulnerabili e mediante la valutazione di eventuali effetti additivi e/o sinergici dovuti alla co-esposizione ad altri agenti inquinanti.

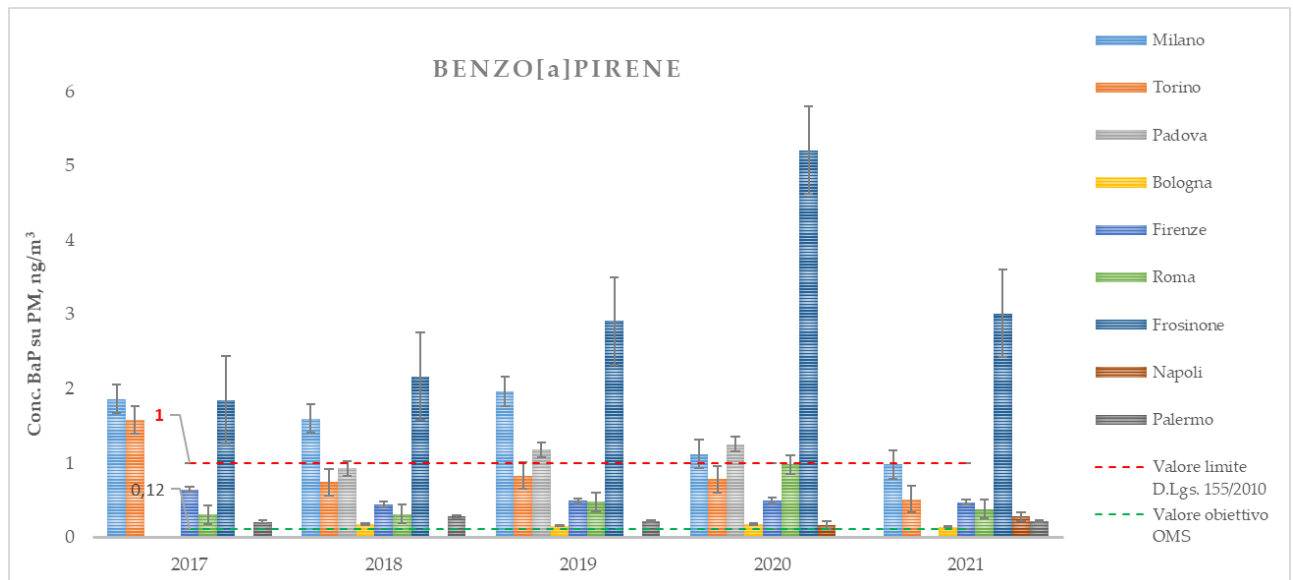


Fig. 1: Livelli medi annuali di concentrazione di BaP (ng/m^3) su PM in diverse città italiane e valori limite secondo il D. Lgs. 155/2010 e obiettivo secondo l'OMS (periodo di osservazione 2017-2021).

- [1] US.EPA. Exposure Factors Handbook Edition (Final Report); EPA/600/R-09/052F; Office of Emergency and Remedial Response, U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA, **2011**.
- [2] Qi, H.; Liu, Y.; Li, L.; Zhao, B. Optimization of Cancer Risk Assessment Models for PM_{2.5}-Bound PAHs: Application in Jingzhong, Shanxi, China. *Toxics* **2022**, *10*, 761-774.
- [3] Tan S.H., Roth M., Velasco E. Particle exposure and inhaled dose during commuting in Singapore. *Atmos. Environ.* **2017**, *170*, 245-258.

Come migliorare la qualità dell'aria *indoor*?

Il progetto Europeo INQUIRE e il contributo dell'Italia

Anna Laura Iamiceli,¹ Gianfranco Brambilla,¹ Silvia De Luca,¹ Giuseppe Ianiri,² Marco Inglessis,¹ Arnold Knijn,¹ Valentina Marra,¹ Valeria Michelacci,¹ Gaetano Settimo¹, Anna Maria Ingelido¹

¹Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 Roma

²Università degli Studi del Molise, Via F. De Sanctis 1, Campobasso

annalaura.iamiceli@iss.it

La qualità dell'aria in ambienti chiusi (*indoor*) rappresenta un tema di grande interesse in sanità pubblica in considerazione dell'elevato numero di ore che giornalmente la popolazione trascorre in abitazioni, uffici, scuole, mezzi di trasporto, strutture sanitarie e altri edifici pubblici e privati. Infatti, per circa il 90 % del tempo l'uomo è esposto a importanti sorgenti di inquinamento *indoor* quali quelle legate ai materiali da costruzione e di isolamento energetico, ai mobili, agli arredi, ai prodotti di largo consumo (es. detersivi, detergenti, deodoranti per ambienti, candele profumate, diffusori liquidi ed elettrici). Altre sorgenti di inquinamento *indoor* sono rappresentate dai prodotti di combustione (es. preparazione dei cibi e riscaldamento degli ambienti). In questo contesto è importante evidenziare come la tendenza a rendere sempre più ermetici gli edifici per ridurre i consumi energetici uniti agli effetti dei cambiamenti climatici abbia contribuito progressivamente alla riduzione dei ricambi d'aria esterna-ambiente, peggiorandone così la qualità con gravi implicazioni per la salute.

L'interesse della comunità scientifica verso la qualità dell'aria *indoor* è progressivamente cresciuto negli ultimi anni. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha evidenziato fin dai primi anni '80 la pericolosità degli inquinanti emessi dalle sorgenti *indoor* con l'elaborazione della definizione di Sindrome dell'Edificio Malato e ha riconosciuto come diritto umano fondamentale quello di respirare una qualità dell'aria *indoor* salubre [1].

Diversi organismi internazionali hanno recentemente pubblicato documenti di riferimento, linee-guida e norme dirette al miglioramento della qualità dell'aria *indoor* [2]. Questa tematica è un obiettivo primario anche per il nostro paese che grazie alle attività portate avanti dal Gruppo di Studio Nazionale (GdS) Inquinamento *Indoor* dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) [3] vuole accrescere le conoscenze sull'inquinamento dell'aria per "ripensare le modalità di intervento" in sanità pubblica. In questo contesto nasce a settembre 2022 il Progetto INQUIRE (*Improving indoor air quality and health*), finanziato dall'Unione Europea e coordinato dal *Norwegian Institute for Air Research* (NILU). Il Progetto mira a proteggere la salute dei cittadini fornendo conoscenze, strumenti e misure per migliorare in modo sostanziale la qualità dell'aria *indoor* (Fig. 1). INQUIRE si inserisce all'interno del Programma *HORIZON.2.1 - Health* e

vede la partecipazione di partner da 18 paesi Europei, inclusa l'Italia, e l'Australia. In particolare, verranno condotte ricerche e valutate azioni innovative per ridurre la presenza nelle case di contaminanti chimici e biologici potenzialmente dannosi per la salute degli abitanti, con particolare attenzione ai bambini in età prescolare.

Il disegno sperimentale prevede complessivamente l'arruolamento di 200 famiglie con almeno un bambino di età compresa fra zero e cinque anni in otto paesi Europei (25 famiglie per ogni paese). Nelle loro abitazioni è prevista: l'installazione di due campionatori passivi per la raccolta di contaminanti organici volatili e semivolatili e di un sensore per il rilevamento della qualità dell'aria *indoor*, la raccolta di campioni di polvere sedimentata e di prodotti di uso comune e, dopo un mese dall'installazione dei campionatori, la raccolta di campioni di urine del bambino e di un genitore.

Nei campioni ambientali verranno effettuate sia analisi chimiche quantitative (analisi *targeted*) e di *screening* per la ricerca di contaminanti emergenti (analisi *untargeted*), sia analisi di tipo microbiologico. Per prioritizzare le sostanze chimiche identificate, verranno eseguiti studi sugli effetti tossicologici *in vitro*, *in vivo* e *in silico* al fine di identificare eventuali correlazioni tra l'esposizione e gli effetti avversi sulla salute.

Nei campioni di urine in una prima fase verranno quantificati contaminanti chimici di potenziale interesse espositivo e tossicologico. Successivamente, in base ai risultati dell'analisi di *screening* sui campioni ambientali verranno ricercati i relativi *biomarker* di esposizione. I dati così ottenuti verranno utilizzati ai fini della caratterizzazione del rischio per la salute umana associato all'esposizione a contaminanti presenti in ambienti domestici.

L'ISS contribuisce al Progetto partecipando alle attività di arruolamento delle famiglie, al campionamento e analisi. In particolare, la *research question* a cui l'Italia contribuirà a fornire risposte è relativa alle diverse problematiche legate alla qualità dell'aria *indoor* in case di vecchia e di nuova costruzione.

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heavy Metals in *Malva Sylvestris*: Influence of Anthropogenic Activities at Three Different Urban Sites

*Giuseppe Ianiri*¹, *Alessandra Fratianni*¹, *Pasquale Avino*^{1,2}, *Caroline Vitone*¹, *Ivan Notardonato*¹, *Gianfranco Panfili*¹

¹Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences (DiAAA), University of Molise, 86100 Campobasso,

²IIA-CNR, Rome Research Area-Montelibretti, 00015 Monterotondo Scalo

g.ianiri@studenti.unimol.it

M. Sylvestris and wild edible plants (WEPs) are known for their positive health effects when consumed. Moreover, wild plants are often used as indicators of the state of land contamination, as a substitute for classical environmental monitoring methods. Multiple wild plants, including *M. Sylvestris*, have already been used in several studies in order to determine the concentrations of the most hazardous persistent organic pollutants (POPs) to the human health [1]. In this study the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and heavy metals (Pb and Cd) in *M. sylvestris* leaves were determined in order to evaluate the contribution of human activities on the contamination status of three Italian urban areas. Sampling was performed in a residential area known as "Colle Salario" in Rome, at the tourist port "La Cala" in Palermo, and in a very small village in Rotello. All sampling was done during the winter time, namely between February and March 2023. The study was carried out on *M. sylvestris* leaves because the plants (especially those that have a high surface area-to-volume ratio) can exhibit particularly high levels of PAHs and metals as a result of deposition of atmospheric particulate matter [2]. Total PAH concentrations (Σ PAHs) on leaves at the urban sites of Rome and Palermo show values of 1,406 and 550 $\mu\text{g} \times \text{kg}^{-1}$ on fresh weight, respectively, which are two and five times higher than the value found at the Rotello site, 297 $\mu\text{g} \times \text{kg}^{-1}$ f.w. Also for lead and cadmium, the concentrations found on the leaves are clearly higher in the samples taken in Rome and Palermo than in the Rotello site. Specifically, the maximum values of Pb and Cd found are respectively 2.00 and 0.04 $\mu\text{g} \times \text{kg}^{-1}$ f.w, whereas at Rotello site the values for both metals are lower than the related limit of detection. It is evident that the contribution of large anthropogenic activities carried out in large urban centers (in this case Rome and Palermo) daily, results into a greater exposure of the population to two classes of pollutants (PAHs and metals) which are certainly harmful to health. The main way of exposure to PAHs and metals is the indirect way, i.e. through the consumption of contaminated food. For wild plants there are no limit values relating to the presence of PAHs and metals. As regards Pb and Cd, assessments can be made by taking as a reference the limit value imposed by Regulation 420/2011/UE on broad leaf vegetables. In this case the Pb and Cd values found in all the samples analyzed are definitely below

the maximum permitted limits (100 and 200 $\mu\text{g} \times \text{kg}^{-1}\text{f.w}$ for Pb and Cd, respectively) in broad leaf vegetables [3]. In any case, it is important to underline that, it is strongly discouraged to eat wild plants and vegetables collected in urban areas and close to anthropogenic emission sources. On the other hand, wild plants and *M. sylvestris* have a good potential to monitor PAHs and heavy metals contaminations in urban areas.

[1] Terzi Ç. M., Acemi A., Ergül H., Özen F. *Biomonitoring*. **2016**, 2. 10.1515/bimo-2015-0007.

[2] Bocca B., Crebelli R., Menichini E. *Rapporti ISTISAN 03/22*, Istituto Superiore di Sanità, 2003, 45 p.

[3] Regulation 420/2011/UE of 29 April 2011 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.

Determinazione Di PFAS Nel Particolato Atmosferico, Uno Studio Preliminare Sulla Loro Presenza In Umbria.

Eleonora Marchetti¹, Mara Galletti², Andrea Pileri², Federica Castellani³

¹Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia, 06123

²ARPA Umbria, Laboratorio Multisito Sede di Terni, 05100

³Dipartimento di sanità pubblica e malattie infettive, Università di Roma La Sapienza, 00185

eleonora.marchetti@unipg.it

Le sostanze perfluoroalchiliche (PFASs) sono composti organici fluorurati prodotti su scala industriale già dagli anni '50 e ampiamente utilizzati in vari settori per la loro capacità di rendere i prodotti impermeabili all'acqua e ai grassi. Per tali caratteristiche questa classe di composti è stata largamente impiegata per il rivestimento antiaderente di pentole da cucina (Teflon®) e per la produzione di tessuti tecnici (GORE-TEX®, Scotchgard™).

L'uso così diffuso li ha resi inquinanti ubiquitari e alcuni di questi, in particolare il PFOA e PFOS, a causa della loro elevata tossicità, stabilità e persistenza con tendenza al bioaccumulo, sono stati inseriti, insieme ad altri POPs, nel protocollo di Stoccolma il quale ha l'obiettivo di ridurre al minimo le emissioni globali di queste sostanze nell'ambiente [1].

In atmosfera li ritroviamo soprattutto nel particolato nel quale, in virtù delle loro proprietà chimico-fisiche, possono essere inglobati nella componente acquosa o adsorbiti sulla superficie dello stesso. In questa forma possono essere trasportati anche a lunga distanza rispetto al punto di emissione, raggiungendo anche le aree più remote della Terra [2].

Nel presente lavoro verranno riportati i risultati di uno studio preliminare effettuato nel laboratorio di ARPA Umbria con la finalità di valutare il livello di questi inquinanti nella matrice aria. L'indagine si è basata sull'analisi, tramite LC-MS-MS, di campioni di particolato atmosferico prelevati presso il sito rurale di monitoraggio del fondo regionale di Monte Martano (1100 m s.l.m., Italia centrale). Sebbene la regione Umbria non presenti possibili sorgenti per questa classe di inquinanti, il sito scelto ha delle caratteristiche orografiche che lo rendono molto adatto per l'identificazione e la caratterizzazione del trasporto di inquinanti a lungo raggio [3].

[1] Yu S., Liu W., Xu Y., Zhao Y., Wang P., Wang X., Li X., Cai C., Liu Y., Xiong G., Tao S., Liu W. *Environmental Pollution*, 2018, 243, 1894-1903.

[2] Faust J. A. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2022, 25, 133-150.

[3] Petroselli C., Crocchianti S., Moroni B., Castellini S., Selvaggi R., Nava S., Calzolari G., Lucarelli F., Cappelletti D. *Atmospheric Research*, 2018, 204, 67-77.

Criteri e Metodi per il Monitoraggio di Microplastiche in Acque da destinare al Consumo Umano all'interno del Nuovo Quadro Normativo Europeo

Lorenzo Martellone^{1,2}, Daniela Mattei², Luca Lucentini², Fabiana Corami³, Beatrice Rosso⁴, Sara Bogialli⁵, Lucio Litti⁵, Gabriele Favero⁶

¹*Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia*

²*Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma, Italia*

³*Istituto di Scienze Polari CNR-ISP, Campus Scientifico Università Ca' Foscari, Via Torino 155, 30172 Venezia Mestre, Italia*

⁴*Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Campus Scientifico Università Ca' Foscari, Via Torino 155, 30172 Venezia Mestre, Italia*

⁵*Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Padova, Via Marzolo 1, 35131 Padova, Italia*

⁶*Dipartimento di Biologia Ambientale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia*

lorenzo.martellone93@outlook.it

Le microplastiche rappresentano contaminanti emergenti ubiquitari la cui diffusione nell'ambiente è stata ampiamente documentata nell'ultimo decennio. Per far fronte ai crescenti livelli di contaminazione da microplastiche, la Commissione Europea sta adottando diverse misure di mitigazione, anche attraverso la nuova normativa di settore. Ad esempio, relativamente alla nuova Direttiva (EU) 2020/2184 [1] sulle acque destinate al consumo umano, la Commissione Europea mira, entro il 2024, a adottare una metodologia analitica comune per misurare le microplastiche e, entro il 2029, a condurre un'analisi completa sul rischio derivante dalle microplastiche nelle acque potabili. Con tali premesse, sono state messe punto e confrontate diverse strategie di campionamento, trattamento e tecniche analitiche [2] per acque da destinare al consumo umano.

Con queste finalità, è stata campionata acqua superficiale da destinare alla potabilizzazione dei tre principali fiumi italiani (Tevere, Po, Adige), all'interno di impianti di trattamento, con un sistema di filtrazione in situ home-made a due step (Metodo di campionamento #1) [Fig. 1]. Tale sistema ha permesso di filtrare elevati volumi di acqua (media di 1803,6 L) senza intasamento. Per confrontare il sistema di filtrazione, gli stessi siti sono stati campionati anche attraverso bottiglie di vetro da 2,5 L (Metodo di campionamento #2).

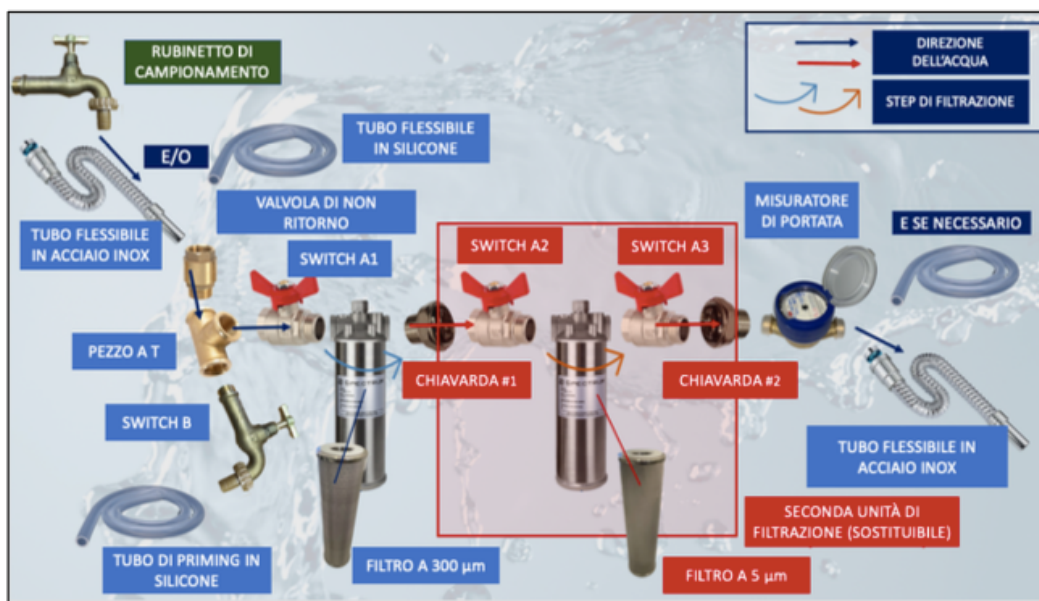


Figure 1. Il nuovo sistema di campionamento *in situ* home-made a due step (Metodo di campionamento #1).

Sia le fasi di trattamento dei campioni che di analisi in Micro-FTIR (approccio “particle measuring”) sono state condotte presso l’Istituto di Scienze Polari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISP-CNR) di Venezia mentre le analisi in Micro-Raman (approcci “point-and-shoot” and “imaging”) sono state effettuate presso l’Università di Padova. In accordo con la metodologia precedentemente sviluppata presso l’ISP-CNR di Venezia [3], le microplastiche sono state identificate, contate e suddivise per grandezza e forma. Microplastiche sono state ritrovate in ogni aliquota di acqua superficiale campionata con entrambe le metodologie, ad eccezione di quella dell’impianto #1 campionata attraverso il sistema di filtrazione, per la quale non sono disponibili i risultati a causa di problematiche sorte in fase di pretrattamento. Poliestere, Polivinilidene fluoruro, Politetrafluoroetilene e Acrilico sono stati identificati in ogni campione di acqua attraverso il metodo di campionamento #1, mentre nei campioni corrispondenti raccolti con il metodo di campionamento #2 solamente Polivinilidene fluoruro e Poliolfina erano comuni a tutti i siti. Per quanto riguarda le dimensioni, all’incirca il 5% delle particelle trovate era maggiore di 100 µm mentre la restante parte era di dimensioni comprese tra 20 and 100 µm, maggiormente rappresentate nel range dimensionale 60-70 µm. In ogni caso, nessuna particella compresa tra 7 µm (LoD) e 20 µm è stata identificata. Per quanto riguarda la forma, le particelle di forma non allungata si sono dimostrate prevalenti in ogni tipologia di campione. Le analisi in Micro-Raman hanno consentito, invece, l’identificazione di due microplastiche di dimensioni < 2 µm. In conclusione, i dati ottenuti suggeriscono la presenza di microplastiche campionate nelle acque superficiali da destinare al consumo umano ed è stato, inoltre, evidenziato, come il metodo di campionamento, influisca sul contenuto quali-quantitativo di microplastiche. Infine, le Small Microplastics (microplastiche < 100 µm), specialmente quelle di forma non allungata e inferiori a 70 µm, si sono dimostrate prevalenti nelle acque superficiali.

- [1] Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). *Official Journal of the European Union* L 435/1, **2020**.
- [2] Martellone L., Lucentini L., Mattei D., De Vincenzo M., Favero G., Bogialli S., Litti L., Meneghetti M., Corami F., Rosso B. *Strategie di campionamento di microplastiche negli ambienti acquatici e metodi di pretrattamento (Rapporti ISTISAN 21/2)*. Istituto Superiore di Sanità, **2021**, pp 10-21.
- [3] Rosso B., Corami F., Barbante C., Gambaro A. Quantification and identification of airborne small microplastics (<100 μm) and other microlitter components in atmospheric aerosol via a novel elutriation and oleo-extraction method. *Environ Poll.* **2023**, 318, 120189.

Metodo per il Dosaggio Diretto di Elementi in Tracce e Ultra-Tracce in Acqua di Mare

Giorgia Mattei, Clara Sette, Luca Lucentini, Enrico Veschetti

Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy

giorgia.mattei@iss.it

Lo studio della distribuzione degli elementi e dei loro composti in funzione delle sorgenti di emissione e delle correnti marine a cui sono sottoposti è fondamentale per poter conoscere lo stato di salute dei nostri mari e i rischi a cui è esposta la fauna marina, e conseguentemente l'uomo. Dal punto di vista sperimentale le strategie per l'analisi dell'acqua di mare sono complesse perché la stessa matrice di interesse è molto eterogenea e ricca di sali.

La loro presenza comporta spesso un elevato effetto matrice che deve essere necessariamente minimizzato prima della successiva analisi strumentale attraverso procedure di pretrattamento del campione basate sull'estrazione/preconcentrazione degli analiti e sul contemporaneo clean-up dell'estratto [1]. Questa strategia, sebbene molto diffusa, potrebbe risultare non efficace dal punto di vista del recupero totale di ciascun analita dal momento che alcuni elementi potrebbero essere coinvolti in legami estremamente forti con le sostanze organiche naturali presenti in soluzione.

In questo studio viene proposto un approccio innovativo per la determinazione diretta di alcuni elementi presenti in tracce nella frazione solubile di acqua di mare basato sull'analisi in *flow injection* di aliquote di campione (200 μL di campione diluito 1:50) e sull'impiego di uno spettrometro ICP-MS come rivelatore in continuo. Le aliquote vengono iniettate in un flusso di HNO_3 0,05% contenente una miscela di standard interni (Ir e Rh 1 $\mu\text{g/L}$ ciascuno) impiegati nella correzione dei segnali. È stato valutato l'effetto delle condizioni operative (matrice, standard interno, assetto strumentale) sulle prestazioni analitiche del metodo proposto. La tecnica si è rivelata idonea alla determinazione diretta di Cd, Co, In, Mn, Mo, Pb, Sn, U e V a concentrazioni superiori a 0.6 $\mu\text{g/L}$, 1.6 $\mu\text{g/L}$, 0.1 $\mu\text{g/L}$, 8.6 $\mu\text{g/L}$, 0.9 $\mu\text{g/L}$, 5.9 $\mu\text{g/L}$, 2.6 $\mu\text{g/L}$, 0.3 $\mu\text{g/L}$ e 0.3 $\mu\text{g/L}$ rispettivamente.

Il metodo ottimizzato è stato applicato alla determinazione dei 9 elementi sopra elencati in campioni di acqua di mare prelevati da 14 siti presso l'area esterna al porto di Livorno e in prossimità dell'Isola di Montecristo.

[1] Guang-Yuan Lu and Wen-Xiong Wang. Encyclopedia of Analytical Science (Third Edition) 2019;353-358

Monitoraggio di Elementi in Tracce nell'Acqua del Mar Mediterraneo

Giorgia Mattei, Clara Sette, Luca Lucentini, Susanna Murtas, Enrico Veschetti

Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy

giorgia.mattei@iss.it

I contaminanti inorganici sono tra i principali contaminanti dell'ecosistema e molteplici sono le cause della loro presenza specialmente nei mari e negli oceani. Le attività con cui l'uomo ha gravato sullo stato delle acque hanno comportato evidenti cambiamenti in esso specialmente inseguito all'introduzione costante di elementi come metalli e metalloidi rendendoli contaminanti dell'ecosistema marino. [1] Nel corso dei decenni la concentrazione, la distribuzione e la biodisponibilità di questi metalli e dei loro composti hanno influito sulla formazione e sull'evoluzione degli oceani modificandole profondamente. Lo studio della distribuzione dei metalli e dei loro composti, organici e inorganici, è importante per poter rispondere ad una serie di quesiti come, ad esempio, la valutazione del ricircolo degli stessi e del loro mixing lungo la colonna d'acqua, l'efficacia dei processi di rimozione e adsorbimento di alcune sostanze, la valutazione degli indicatori delle ere geologiche passate e, infine, i potenziali cambiamenti collegati al surriscaldamento globale, alle attività antropiche e alle ripercussioni sulla salute umana. [2]

Le strategie per l'analisi degli elementi in tracce mediante dosaggio diretto sono scarsamente proposte in letteratura a causa delle problematiche derivanti dall'elevata salinità dei campioni. Sono invece presenti numerosi lavori che descrivono la determinazione di elementi previa estrazione per scambio ionico e/o complessazione in fase liquida o solida. Tali tecniche pur eliminando le interferenze prodotte dalla matrice iniziale non garantiscono il recupero totale di tutte le specie inizialmente presenti.

In questo studio sono stati confrontati i risultati analitici ottenuti mediante dosaggio diretto e per estrazione in fase solida su resina chelante di alcuni elementi in tracce (Cd, Co, In, Mn, Mo, Pb, Sn, U, V) presenti in campioni di acqua di mare prelevati da 21 siti localizzati nell'area del Mar Mediterraneo. In entrambi i casi l'analisi degli elementi in tracce è stata eseguita mediante spettrometria di massa con sorgente a plasma induttivo (ICP-MS).

[1] Boyle EA. Antropogenic trace elements in the ocean. Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, USA 2001; 195-202.

[2] Harmesa, Wahyudi AJ, Lestari, Taufiqurrahman E. Variability of trace metals in coastal and estuary: Distribution, profile, and drivers. Marine Pollution Bulletin 2022;174.

Determinazione della presenza residua di acido peracetico utilizzati durante la sanificazione degli stabilimenti di imbottigliamento di acqua minerale

Giorgia Mattei, Clara Sette, Luca Lucentini, Enrico Veschetti

Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy

giorgia.mattei@guest.iss.it

L'acido peracetico (PAA) viene consuetamente utilizzato negli stabilimenti di imbottigliamento delle acque minerali come disinfettante per la regolare sanificazione delle linee di stoccaggio e produzione al fine di prevenire la proliferazione di biofilm. Al termine del trattamento di bonifica degli impianti di produzione, la sua presenza deve essere totalmente rimossa in modo da evitare la contaminazione del prodotto finale. La normativa vigente (Dir. 2009/54/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 giugno 2009 sull'utilizzazione e la commercializzazione delle acque minerali naturali) vieta infatti l'introduzione di qualsiasi disinfettante o batteriostatico e di qualsiasi altro trattamento capace di modificare il microbismo dell'acqua minerale naturale.

L'acido peracetico è commercializzato come miscela di tre costituenti: acido acetico, perossido di idrogeno e acido peracetico. La presenza residua di tracce di questi composti in acqua minerale imbottigliata può comportare la non conformità del prodotto. E' pertanto necessario adottare un metodo analitico in grado di segnalare la loro eventuale presenza in acqua prima del ripristino delle attività di imbottigliamento.

A nostra conoscenza non è, al momento, disponibile un metodo di riferimento da applicare nelle operazioni di verifica. In questo lavoro si propone un metodo analitico per la determinazione spettrofotometrica quantitativa dei due ossidanti (PAA e H₂O₂) in campioni di acqua minerale prelevati lungo l'intera filiera produttiva.

La determinazione del PAA viene eseguita mediante lettura a 512 nm dell'assorbimento della forma semichinoide ottenuta dall'interazione dell'analita sull'*N,N*-dietil-p-fenilendiammina (DPD) in presenza di ioduro. La reazione con la DPD è una reazione aspecifica ma l'aggiunta preliminare di catalase di fegato bovino al campione consente di eliminare ogni traccia di perossido di idrogeno in grado di interferire positivamente nel dosaggio del PAA.

La determinazione del perossido di idrogeno viene eseguita mediante lettura dell'assorbimento a 427 nm del complesso osso-perosso-piridin-2,6-dicarbossilato-vanadato (OPDV) ottenuto per aggiunta di acido piridin-2,6-dicarbossilico e di metavanadato al campione contenente H₂O₂ in ambiente acido. La reazione in esame è specie-specifica e quindi selettiva per il perossido di idrogeno.

Investigation on the detoxifying ability of lactic acid bacteria in the presence of heavy metals by atomic absorption

Debora Mignogna¹, Fabiana Carriera², Ivan Notardonato¹, Bruno Testa¹, Francesco Letizia¹, Gianluca Albanese¹, Massimo Iorizzo¹, Pasquale Avino¹

¹*Dipartimento Agricoltura, Ambienti e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, 86100, Italy.*

²*Dipartimento Ingegneria Civile e Meccanica, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, 03043, Italy.*

d.mignogna@studenti.unimol.it

Food contamination by heavy metals turns out to be an issue of concern. Heavy metals are chemical compounds that can naturally occur in the environment at various concentrations, but these increase due to anthropogenic activities, such as livestock farming, industries, and automobile exhaust.

Heavy metals have the characteristic of not being degraded or destroyed, so they tend to accumulate in the environment. These become available to living organisms through respiration, food, and water intake, rarely absorbed through the epidermis.

High concentrations of these metals, above the optimal threshold, lead to large accumulation, resulting in toxic effects.

The European Food Safety Authority (EFSA) periodically receives requests from the European Commission or Member States to carry out risk assessments on various metals as contaminants. Based on EFSA's advisories, the European Commission, the European Parliament and Member States make effective risk management decisions through which public health protection and food chain safety is ensured. Heavy metals are included in the definition of contaminants in Regulation 315/93/EEC, and maximum levels of certain contaminants in food products, including some heavy metals, are set in EC Regulation 1881/2006.

In these regulations, it is stated that raw materials and foodstuffs exceeding the maximum acceptable levels cannot be placed on the market and that by chemical (neutralization, solvent extraction, chemical precipitation etc.) and physical (ultrafiltration, coagulation, flocculation, adsorption, membrane filtration, ion exchange etc.) treatments it is possible to lower their concentration. However, current heavy metal removal techniques very often prove to be inefficient. For these reasons, there is a need to identify new, more effective removal techniques.

In recent years, the use of microbes or its enzymes to purify the contaminated environment has been verified in the context of bioremediation.

Several studies have shown that some microorganisms are able to bind intra- or extracellular heavy metals and thus remove them from the environment.

The present study was conducted to evaluate in vitro the biosorption of heavy metal by four *Lactiplantibacillus plantarum* strains (LP 8, LP 86, LP 95, LP 100) isolated from honeybee gut and belonging to the Di.A.A.A (Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences; Campobasso, Italy) collection.

As a reference, *Lp. plantarum* DSM 20174 strain, belonging to German Collection of Microorganism and Cell Cultures del Leibniz-Institute DSM, was used.

Specifically, using MRS broth as experimental substrate, these Lactic Acid Bacteria (LAB) were used to assess their remove ability of lead and cadmium. The tests were conducted at 37°C.

The decreases over time (4h, 8h and 24h), in the heavy metal amounts present in MRS broth was analytically evaluated by the atomic absorption spectrometry.

The results showed that lead and cadmium did not inhibit the growth of tested LABs.

Different capacities in metal biosorption were detected among the five *Lp. plantarum* strains. The greatest decrease in heavy metals was achieved using *L. plantarum* LP100 with a reduction of 35% for lead and 15% for cadmium.

In conclusion, LAB would appear to have demonstrated that they can be used as detoxifying agents. Although the results are encouraging, further investigation is needed to evaluate the use of these LAB as detoxifiers of soil, water and food.

Un approccio alternativo alla valutazione di rischio chimica quantitativa (QCRA) di acqua trattata e destinata al riuso in agricoltura, presso l'impianto italiano di Peschiera-Borromeo

Susanna Murtas¹, Enrico Veschetti¹, Federica Simonetti², Mario Cerroni¹ e Luca Lucentini¹

¹Reparto Qualità dell'acqua e Salute, Dipartimento Ambiente e Salute (DAMSA), Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 00161, Roma, Italia

²Dipartimento di Chimica e Tecnologie Farmaceutiche, Università La Sapienza di Roma, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia

susanna.murtas@iss.it

Nell'ambito del progetto europeo EU H2020 Digital-Water City, nell'area periurbana di Milano, è stato implementato il primo piano di sicurezza igienico sanitario italiano per il riutilizzo dell'acqua nell'irrigazione agricola [1]. Come previsto dal Regolamento europeo 2020/741 recante prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua, nella parte A dell'Allegato II, relativa ai principali elementi della gestione dei rischi, la valutazione del rischio quantitativa risulta un approccio utilizzato solo nel caso in cui vi siano dati di supporto sufficienti o quando i progetti per il riuso presentano un rischio potenzialmente elevato sia per l'ambiente che per la salute pubblica. Presso l'impianto di Peschiera-Borromeo, gestito dal Gruppo CAP, entrambe le suddette condizioni risultavano soddisfatte. Per cui, grazie alla disponibilità di dati di laboratorio accreditati del gruppo CAP, raccolti durante anni di programmi di monitoraggio, si sono verificate quelle premesse indispensabili ad una valutazione quantitativa del rischio chimico (QCRA) di acqua trattata e destinata al riuso in agricoltura, secondo un approccio in quattro fasi, come previsto dalla linea guida europea di riferimento [2]: identificazione dei pericoli, caratterizzazione dei pericoli, valutazione dell'esposizione e caratterizzazione dei rischi. Nell'intento di identificare tutti i pericoli chimici che potevano essere causa di malattie umane dovute al riutilizzo delle acque reflue nelle pratiche agricole, in questo lavoro uno studio preliminare sui valori di parametro previsti dalla norma ISO 16075-1:2020 [3] e dal regolamento nazionale italiano 185/2003 mediante applicazione dei modelli FMEA (Failure Modes-Effects Analysis) e PCA (Principal Components Analysis) ha dimostrato non solo di centrare questo obiettivo, ma anche di giustificare la necessità o meno di effettuare una QCRA vera e propria, rispetto alla quale si pone come metodo alternativo o integrativo.

[1] Maffettone R., Gawlik B.M., JRC Technical Guidance Water Reuse Risk Management for Agricultural Irrigation Schemes in Europe, 2022, 74-79 (caso studio n.5)

[2] European Union Technical Guidance Document on Risk assessment (EU 2003)

[3] Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 1: The basis of a reuse project for irrigation

Applicazione della trasformata di Fourier alla rimozione in tempo reale dei disturbi dai segnali prodotti da sonde di misura online

Susanna Murtas, Mario Cerroni, Luca Lucentini, Enrico Veschetti

Reparto Qualità dell'acqua e Salute, Dipartimento Ambiente e Salute (DAMSA), Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 00161, Roma, Italia

susanna.murtas@iss.it

Un sistema di allerta precoce (SAP) della qualità dell'acqua può essere definito come un sistema di raccolta e analisi dei dati per monitorare le caratteristiche di un flusso idrico e fornire un avviso tempestivo in presenza di un'emergenza. Questa definizione sottolinea come i sistemi di allarme rapido siano sistemi informativi con un obiettivo specifico, ovvero fornire informazioni sui pericoli in atto che potrebbero evolvere in effetti dannosi se non si interviene rapidamente. L'obiettivo di un SAP è quindi quello di monitorare tempestivamente un improvviso cambiamento anomalo in qualsiasi variabile chimica, chimico-fisica o biologica al fine di attivare risposte tempestive e appropriate a questi primi segnali e ridurre o attenuare il rischio di effetti nocivi o avversi per la popolazione o l'ambiente.

L'approccio ideale per un SAP è quello di monitorare on-line una variabile "facile da misurare", come una variabile chimico-fisica (pH, conducibilità, torbidità o temperatura), che può essere misurata con una frequenza molto elevata mediante sonde specifiche e utilizzata come surrogato (cioè, un indicatore indiretto) della modifica inattesa dello stato di qualità dell'acqua. Per diventare una parte ampiamente utilizzata, efficace e affidabile di un SAP, una sonda ideale dovrebbe essere in grado di:

- includere una gamma sufficientemente ampia di potenziali contaminanti che possono essere rilevati;

- fornire una risposta rapida;
- presentare un grado significativo di automazione;
- consentire l'acquisizione, la manutenzione e gli aggiornamenti a un costo accessibile;
- richiedere competenze e formazione ridotte;
- dimostrare una sensibilità sufficiente nella rivelazione dei contaminanti;
- ridurre al minimo i falsi positivi e i falsi negativi;
- dimostrare robustezza e resistenza nel funzionamento continuo in ambiente idrico;
- consentire il funzionamento e la regolazione a distanza;
- funzionare in modo continuo;
- consentire l'esecuzione di test, valutazioni e verifiche da parte di terzi.

Attualmente non esiste un sistema di allarme rapido con tutte le caratteristiche sopra descritte. Tuttavia, esistono parti di un sistema in grado di soddisfare alcune caratteristiche fondamentali, quali: fornire una risposta rapida, effettuare lo screening di una serie di contaminanti mantenendo una sensibilità sufficiente e operare come sistema automatizzato che consente il monitoraggio a distanza. Sebbene l'accento sia posto su queste tre caratteristiche fondamentali, una caratteristica non può essere ignorata nella progettazione di un sistema di questo tipo: il contenimento del tasso di falsi positivi causati dal rumore di fondo e dai disturbi meccanici ed elettrici.

Appare evidente come la funzione più importante del software di rilevamento degli eventi sia quella di filtrare le anomalie o i cambiamenti nei modelli di qualità dell'acqua che si verificano normalmente (come ad esempio, i cambiamenti nella torbidità dell'acqua causati dall'attivazione di una pompa ausiliaria nel sistema di distribuzione dell'acqua), o che abbiano cause note, e segnalare solo le "anomalie" che possono essere indicative di possibili incidenti di contaminazione. In breve, lo scopo del software di rilevamento degli eventi è quello di ridurre il tasso di falsi positivi senza perdere i potenziali eventi da rilevare.

In questo studio viene illustrata l'applicazione di un filtro passa-basso basato sull'implementazione della trasformata di Fourier ai segnali prodotti da alcune sonde (torbidità, azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo) impiegate nel monitoraggio online della qualità del refluo in uscita ad un impianto di trattamento di reflui urbani. Il filtro, se opportunamente ottimizzato in base alle caratteristiche della sonda e alla tipologia di interferenze prodotte dalla matrice acquosa, si è rivelato efficace nella rimozione degli artefatti grazie alla sua capacità di distinguere ed attenuare in tempo reale l'elevata frequenza di quest'ultimi dalle basse frequenze degli eventi da monitorare.

Multiresidue Analysis of PAHs, Pesticides and PCBs in Honey Samples for Source Apportionment Studies

Sergio Passarella^{1,}, Yoshihisa Yamashige^{2,3,4}, Ivan Notardonato¹, Pasquale Avino^{1,5}*

¹ DiAAA, University of Molise, via De Sanctis, 86100 Campobasso, Italy, ² Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-oiwake, Sakyo, Kyoto 606-8502, Japan,

³ Distinguished Doctoral Program of Platforms (WISE), Kyoto University, Yoshida-honmachi, Kyoto, Japan, ⁴ Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science, Japan,

⁵ IIA-CNR, Rome Research Area-Montelibretti, 00015 Monterotondo Scalo, Italy

E-mail: sergio.passarella@studenti.unimol.it

Among the Persistent Organic Pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCBs) have been produced industrially since 1929 although they were synthesized in laboratory as early as 1881 by researchers Schmidt and Schultz. Due to their strongly hydrophobic characteristic, they exhibit high structural heat resistance and at the same time high thermal conductivity. Their wide use and chemical characteristics have led to the diffusion of these molecules into environmental matrices with great ease of movement. Given their degree of recalcitrance they still cause environmental and human health concerns. Following the cases of Yusho in 1968 and YuCheng in 1978 their neurotoxicity was determined to be particularly important to the nervous system during the perinatal period leading to lower psychomotor and cognitive performance [1]. Another class of compounds that is a concern for environmental and human health are the pesticides. These molecules are responsible for harmful effects on humans depending on the classes of compounds considered. Organochlorine pesticides are responsible for carcinogenic and mutagenic effects on the reproductive system as well as being endocrine disruptors. Organophosphorus pesticides and pyrethroids can lead to chronic effects such as liver and chromosome damage. Their use is due to the need to ensure food supplies for the world's growing population by reducing pest losses in the order of 30 percent. These organic substances manage to spread among ecosystems going on to contaminate the entire environment thus posing a significant risk to migratory birds, fish and pollinating organisms [2]. Finally, the presence of some PAHs in the samples was simultaneously investigated both for evaluating the different anthropogenic impact insisting on the sampling areas and for estimating the major source of PAHs pollution [3].

The twofold objective of this work was to monitor the levels of chemical pollution caused by PCBs and pesticides in different areas of central Italy and to assess the residues of these compounds in agri-food products. For achieving such aim the honey matrix was chosen, because the bees forage flowers for over a wide space range, ensuring a local, nonpoint source measurement [3]. Gas chromatography combined with mass spectrometry (GC-IT/MS) was used, ensuring high analytical efficiency and good chemical species identification [2].

The developed method is based on dispersive liquid liquid micro extraction (DLLME), using a 2:1 mixture of heptane-toluene, followed by GC-IT/MS analysis. The achieved method parameters are found to be suitable for real matrix analysis allowing sensitive, reliable and reproducible investigation. Specifically, the linear dynamic range (LDR) is between 5 and 50,000 ng mL⁻¹ and the percentage recovery of each analyte varies between 79 and 109 % with good limits of detection (LODs) (4-137 ng mL⁻¹) and limit of quantification (LOQs) (7-215 ng mL⁻¹).

The real sample analysis was performed in order to compare our values with those reported by the current regulations in the European Union for PCBs (EU Regulation 1259/2011) and pesticide residues (EU Regulation 396/2005) in food. This step is essential both to assess the prevalence of these molecules in the environment and to assess the degree of environmental pollution and to ensure consumer health [2, 3]. Finally, a statistical analysis was carried out to assess the existence of different groupings within the analyzed samples and which molecules best describe the heterogeneity of the samples.

[1] Kodavanti P.R.S. Polychlorinated Biphenyls (PCBs). In *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*; Elsevier, **2017** ISBN 978-0-12-809324-5.

[2] de O. Gomes H., Menezes J.M.C., da Costa J.G.M., Coutinho H.D.M., Teixeira R.N.P., do Nascimento R.F. A Socio-Environmental Perspective on Pesticide Use and Food Production. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **2020**, *197*, 110627

[3] Passarella S., Guerriero E., Quici L., Ianiri G., Cerasa M., Notardonato I., Protano C., Vitali M., Russo M.V., De Cristofaro A., Avino P. PAHs Presence and Source Apportionment in Honey Samples: Fingerprint Identification of Rural and Urban Contamination by Means of Chemometric Approach. *Food Chem.* **2022**, *382*, 132361

Two Main Remedies to Climate Change (CC) and Global Warming (GW)

Giuseppe Quartieri¹, Piero Quercia², Laura Quartieri³, Eric Chavez Betancourt⁴

¹*Environmental Cycles and Rural Culture (ECRC)*

²*AMIS, ECRC*

³*ECRC*

⁴*OIKOS*

giuseppemquartieri@gmail.com

Against the many pollutants on the Earth [soil, air, water (rivers, seas and so on)], photosynthesis and carbon neutrality are the main available remedies to reduce World environmental pollutions contributing to Climate Change (CC) and Global Warming (GW). One of the best remedies to eliminate the negative effects of carbon (CO₂) in air due to its increase in the atmosphere is photosynthesis that is the most primitive form of this biological mechanism: anoxygenic photosynthesis (developed 3.5 billion years ago). This process remedy allows man to live a healthier and longer life. This is true even of denier's view that the increase in carbon dioxide of only 10% of the negative values would imply negative effects on human health. After the Big Bang and the emergence of life, photosynthesis was probably the greatest innovation ever affecting our planet more than any other creating life as we know it. Photosynthesis is certainly the energy factor due to which, in a closed system like the Earth, the first cells survived in the seas using chemosynthesis, some organisms (cyanobacteria) learned to exploit solar energy. Carbon dioxide is mainly absorbed by the mighty ocean system. Unfortunately, the great ocean, although occupying 75% of the Earth's surface, is getting sick from too much carbon dioxide absorbed. Some domestic aspects and effects are implemented by the best plants for purifying air and to enrich it of oxygen. In this frame, the Italian pollution negative effects are synthetized in the unknown Italian poisoned peninsula photo diagram. Further the "Global Air Quality" (AGQ) updated index is shown to render the idea of the environmental pollution. The direct consequence of the improvement of photosynthesis and carbon neutrality is the opportunity to create a new development based on the agri-biologic civilization (peculiarly in Molise where "water" is the most important natural resource in any case to be purified vs Pfas).

Valutazione del Contenuto di Metalli in Campioni di Tartufi e Suoli Provenienti da Diverse Aree Geografiche

Ruggieri Fabrizio¹, Casalena Milena¹, D'Archivio Angelo Antonio¹, Foschi Martina¹, Iotti Mirco², Maggi Maria Anna¹, Marino Alessia²

¹Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università degli Studi dell'Aquila, via Vetoio 67100 Coppito-L'Aquila,

²Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi dell'Aquila, via Vetoio 67100 Coppito-L'Aquila

fabrizio.ruggieri@univaq.it

La caratterizzazione multielementale dei diversi campioni biologici permette di stabilire se esiste una correlazione tra l'assorbimento dei diversi metalli. Esempi di tali evidenze sono menzionati nella letteratura scientifica, in particolare per le specie vegetali e fungine di uso alimentare. I funghi tipicamente hanno un'elevata capacità di bioaccumulare metalli pesanti e sostanze xenobiotiche, valutarne quindi, la concentrazione in relazione a quella del suolo è di fondamentale importanza [1]. Fra le specie fungine eduli, i tartufi sono altamente apprezzati in cucina ed hanno un notevole valore economico ma possono risultare particolarmente ricchi di alcuni metalli pesanti dannosi per la salute. I meccanismi che stanno alla base dell'assorbimento da parte del micelio dei tartufi ancora non sono del tutto chiariti, in quanto la capacità di scambiare nutrienti con l'esterno dipende non solo dalle caratteristiche del suolo ma anche dalla specie di tartufo, dalle colonie batteriche presenti all'interno della gleba e dalle piante ospiti [2]. In questo studio, è stata condotta un'analisi del contenuto di metalli in campioni di tartufo e nel suolo prelevato nel punto di raccolta. Sono stati analizzati campioni con una diversa distribuzione geografica sul territorio italiano. La quantificazione è stata eseguita utilizzando la spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS), in questo modo è stato possibile determinare anche elementi presenti a livello di ultra-tracce [3]. I dati raccolti sono stati elaborati utilizzando metodi chemiometrici per stabilire eventuali corrispondenze tra i campioni, e determinare la dipendenza del contenuto di metalli nei tartufi in relazione alla composizione del suolo.

[1] Hilszczańska D., Siebyła M., Horak J. *Chem. Biodivers.*, **2010**, 13, 1617–1629

[2] Bojarczuk K., Kieliszewska-Rokicka B. *Water Air Soil Pollut.*, **2010**, 207, 227–240

[3] Rossbach M., Stieghorst C., Polkowska-Motrenko H., Chajduk E., Samczyński Z., Pyszynska M., Zuba I., Honstraß D., Schmidt S. J. *Radioanal. Nucl. Chem.* **2019** 320, 475–483.

Applicazione del disegno sperimentale per l'ottimizzazione della sintesi di zeoliti da utilizzare come materiali adsorbenti

Ruggieri Fabrizio¹, Aloise Alfredo¹, Biancolillo Alessandra¹, Di Giuseppe Ilenia¹, Foschi Martina¹, Marino Alessia², Smarrella Alessia¹,

¹*Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università degli Studi dell'Aquila, via Vetoio 67100 Coppito, L'Aquila,*

²*CECaSP_Lab, Università della Calabria, 87036, Rende, Cosenza*

fabrizio.ruggieri@univaq.it

In questo lavoro viene proposto lo sviluppo di un metodo di sintesi di zeoliti e la relativa applicazione come materiale utile per l'adsorbimento di metalli pesanti da soluzioni acquose [1]. L'entità dell'adsorbimento è strettamente dipendente, oltre che dalle condizioni sperimentali come pH e forza ionica delle soluzioni, dalle caratteristiche strutturali e morfologiche delle zeoliti. Nel metodo di sintesi idrotermale proposto sono diversi i parametri che condizionano le proprietà delle zeoliti. Particolarmente importanti risultano il rapporto stechiometrico tra gli atomi di Si e Al nel reticolo cristallino, il tempo del trattamento termico nel reattore a microonde e la concentrazione del templante utilizzato per la cristallizzazione [2]. Per ottimizzare le condizioni di sintesi è stato utilizzato l'approccio chemiometrico del disegno sperimentale completo con tre fattori a tre livelli. Le zeoliti sintetizzate sono state caratterizzate mediante analisi di diffrazione a raggi X e microscopia a scansione elettronica. L'attività di adsorbimento delle zeoliti sintetizzate è stata valutata mediante esperimenti di adsorbimento in batch, in particolare valutando la frazione di metalli pesanti estratti dalla soluzione. I materiali testati presentano percentuali di estrazione molto alte, dimostrando le enormi potenzialità delle zeoliti nello sviluppo di strategie efficaci e sostenibili per il trattamento delle acque e la bonifica ambientale [3].

[1] Irannajad M., Haghghi H.K. *Environ. Process.* **2021**, 7, 7-35.

[2] Narayanan S., Tamizhdurai P., Mangesh V. L., Ragupathi C., Santhana Krishnan P., Ramesh A. *RSC Adv.* **2021**, 11, 250–267.

[3] Millar G. J., Couperthwaite S. J., Alyuz K. J. *Environ. Chem. Eng.* **2016**, 4, 1918–1928.

Green technologies for the extraction of phytoconstituents from natural sources

Vadym Samukha, Francesca Fantasma, Maria Giovanna Chini, Gabriella Saviano, Vincenzo De Felice, Maria Iorizzi

Department of Biosciences and Territory, University of Molise, Pesche (Is), Italy

v.samukha@studenti.unimol.it

Extraction processes are generally the preliminary phase for the analysis of phytoconstituents and metabolic profile of natural sources and allow the identification of bioactive compounds responsible of pharmacological effects of a medicinal plant. Traditional extraction provides the use of solvents but generate a large amount of waste which causes environmental and health risks. Green extraction techniques overcome these disadvantages by using less solvents. Furthermore, these innovative techniques employ less time, energy, costs and allow more safety, also guaranteeing a higher yield of the extracts/products [1]. There are different examples of green extraction techniques.

- Green solvents extraction involves the uses solvents as in the traditional extraction but these solvents are not toxic but safe for human health, posses a low environmental impact and low costs such as water [2].
- Pressurized liquid extraction employs solvent extraction at high temperature and pressure near supercritical regions of the solvent: the penetration into the solid matrix is enhanced and mass transfer increased, while decreasing extraction time and solvent consumption.
- Supercritical fluid extraction uses supercritical fluids which exhibit liquid and gas like properties at temperature and pressure above critical point with the capacity to enhance diffusion and mass transfer and reducing extraction time possessing a solvation power similar to a liquid. Supercritical CO₂ is the most commonly used supercritical fluid and offers several advantages: it's cheap, available in pure form, and innocuous.
- - Ultrasound assisted extraction occurs of waves with frequencies ranging from 20 kHz to a few gigahertz causing disruption of cellular structures and facilitate solvent penetration enhancing mass transfer without modifying the structure and function of the extracts. Ultrasound assisted extraction is regarded as an environmentally friendly extraction method due to its low energy and solvent consumption, improved extraction yield, and short extraction time.
- - Microwave-assisted extraction uses waves with a frequency range of 300 MHz–300 GHz transferring energy to polar molecules and releasing heat. Moisture evaporation builds up pressure within the plant cell causes the swelling and

subsequent rupturing of the plant cell, exposing the cell to surrounding solvent and facilitating solvent penetration. Microwave assisted extraction can also be solvent-free used for the extraction of essential oils.

There are many types of green extraction and the choice of these techniques varies according to the characteristics of the phytochemicals and the plant material. Not all types of green extraction meet all of the above advantages, but the goal is to achieve higher extraction efficiency and higher quality extract while reducing extraction time, number of unit operations, global energy consumption, quantity of solvent and waste generated, environmental impact and pollution, economical costs and guaranteeing more safety on human health [3].

[1] Picot-Allain, C., Mahomoodally, M. F., Ak, G., & Zengin, G. Conventional versus green extraction techniques—A comparative perspective. *Current Opinion in Food Science*, 2021, 40, 144-156. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.009>

[2] F. Cattaneo, S. De Marino, M. Parisi, C. Festa, M. Castaldo, C. Finamore, F. Duraturo, C. Zollo, R. Ammendola, F. Zollo, M. Iorizzi. Wound healing activity and phytochemical screening of purified fractions of *Sempervivum tectorum* L. leaves on HCT 116. *Phytochemical Analysis* (2019) 30(5), 524-534. <https://doi.org/10.1002/pca.2844>

[3] Chemat, F., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A. S., Strube, J., Uhlenbrock, L., Gunjevic, V., & Cravotto, G. (). Green extraction of natural products. Origins, current status, and future challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2019, 118, 248-263. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.05.037>

Utilizzo di Scarti di Lavorazione come Substrato Innovativo per la Crescita ed il Trasferimento su Fragole di Probiotici della Specie *Lactiplantibacillus plantarum*

Angela Scauro¹, Nicola De Simone¹, Mariagiovanna Fragasso¹, Pasquale Russo², Giuseppe Spano¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia

²Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione, l'Ambiente, Università di Milano;

angela.scauro@unifg.it

Lo sviluppo delle tecnologie in campo alimentare ha permesso di andare incontro alle esigenze dei consumatori, anche laddove, uno stile di vita frenetico impone tempi ristretti da dedicare alla preparazione dei pasti. Sempre più spesso si consumano alimenti confezionati e pronti all'uso che rappresentano un settore in espansione dell'industria agro-alimentare. Allo stesso tempo bisogna, però, prendere atto che le attività di trasformazione degli alimenti, possono avere ripercussioni ambientali. Perciò, è doveroso oggi attuare delle tecnologie agro-industriali che limitino l'inquinamento ambientale e che, al tempo stesso, non aumentino i costi legati alla produzione. Una delle strategie per contrastare questo fenomeno è rappresentata dal recupero dei residui di lavorazione del settore agro-alimentare. Il riutilizzo di scarti e sottoprodotti è vantaggioso sia dal punto di vista ambientale, perché rappresenta un modo per controllare le emissioni di CO₂ e sia dal punto di vista economico, perché può rappresentare una fonte di reddito integrativa. In questo ambito il presente lavoro, offre di valorizzare gli scarti di lavorazione ed i sottoprodotti della produzione agricola, riutilizzandoli come substrato di crescita per microrganismi benefici. È stato, quindi, utilizzato succo di fragola derivante dagli scarti di lavorazione e frutti con bassi standard qualitativi come substrato alternativo per la crescita di batteri lattici probiotici con attività antimicrobica per la produzione di fragola funzionale. I batteri sono stati veicolati sulle fragole attraverso un trattamento di immersione in soluzione contenente alta concentrazione di batteri vivi, al fine di ottenere fragole probiotiche. Sono stati utilizzati ceppi probiotici di batteri lattici della specie *Lactiplantibacillus plantarum* capaci di sintetizzare metaboliti ad attività antimicrobica, al fine di ottenere un nuovo alimento funzionale con elevate proprietà nutrizionali, e che al contempo mantenga elevati standard di qualità durante la shelf-life. Al fine di valutare questi aspetti, i campioni sono stati contaminati artificialmente con funghi filamentosi alteranti e batteri patogeni di origine alimentare. La vitalità dei microrganismi, le caratteristiche chimico-fisiche, sensoriali, e nutrizionali dei frutti, sono state monitorate durante il periodo di conservazione. Da questo lavoro di ricerca emerge una innovativa ed economica metodica con un approccio *food-grade* per coltivare batteri lattici con elevate potenzialità biotecnologiche e servendosi di matrici alimentari per veicolare

microrganismi benefici e i loro composti bioattivi a livello intestinale. In particolare, si propone una strategia sostenibile, valorizzando e adoperando sottoprodotti e scarti dell'industria agro-alimentare al fine di migliorarne la qualità funzionale, la shelf-life e la sicurezza alimentare

Questo lavoro è stato parzialmente supportato dal progetto PON 'Conservabilità, qualità e sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio'-POFACS-CUP B74I20000120005.

Sviluppo di una Procedura Innovativa per l'Estrazione della Frazione di Tallio Solubile dalle Pareti Interne di Tubazioni Idriche Contaminate

Clara Sette¹, Giorgia Mattei¹, Gabriele Favero², Luca Lucentini¹, Enrico Veschetti¹

¹*Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy¹*

²*Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00185 - Rome, Italy*

clara.sette@iss.it

La rete di distribuzione dell'acqua potabile è vulnerabile a una serie di circostanze e la sua struttura e il suo stato possono costituire un fattore di rischio e influire significativamente sulla qualità dell'acqua potabile. Le tubature sono potenzialmente in grado di trattenere nel tempo alcuni elementi che possono essere successivamente rilasciati nell'acqua. Per questo, è importante valutare il rischio associato alle possibili interazioni tra il materiale adeso sulla superficie interna delle tubature e l'acqua, che può mobilitare l'elemento fino al punto di utilizzo. La presente ricerca deriva da un raro caso di contaminazione da tallio nell'acqua potabile ($\leq 10 \mu\text{g/l}$) riscontrato nella città di Pietrasanta (LU). Inaspettatamente, la disconnessione idraulica della sorgente contaminata, ha determinato un rapido incremento del livello di tallio nell'acqua potabile (fino a circa $60 \mu\text{g/l}$) a seguito della migrazione dell'elemento da sedimenti/incrostazioni presenti lungo la superficie interna delle tubazioni e contaminati, nel corso dei decenni, per occlusione e/o adsorbimento [1]. Alla luce di queste criticità, questo innovativo lavoro è inquadrato all'interno della problematica della contaminazione delle acque potabili da tallio e del suo impatto all'interno della filiera idropotabile. Per la prima volta, viene condotto uno studio sulle tubazioni di distribuzione idrica per valutare i fenomeni di migrazione e rilascio del tallio adsorbito e/o depositato sulla superficie interna dei tubi. Ad oggi non risultano disponibili procedure di estrazione da applicare al frazionamento analitico di contaminanti inorganici stratificati lungo la superficie interna delle tubazioni idriche. Limitatamente alla caratterizzazione di sedimenti e terreni è stato proposto dal Community Bureau of Reference (BCR) un protocollo di estrazione sequenziale, basato sull'impiego di quattro estraenti con ordine di reattività crescente, in grado di solubilizzare gli analiti da frazioni progressivamente più insolubili. Questa procedura, ottimizzata per il processamento di solidi finemente polverizzabili facilmente dispersibili nell'estraente per agitazione meccanica, non è idonea al trattamento di strati sovrapposti e compatti di sedimento/incrostazione presenti nelle tubazioni idriche. Per questo motivo, è stata sviluppata una nuova procedura di estrazione multipla con particolare attenzione alla componente cinetica dell'estrazione in condizioni debolmente acide che simulano le condizioni di una rete idrica in distribuzione.

Il campione di tubazione posto a contatto con l'estraente è sottoposto a trattamento ad ultrasuoni. Ogni estrazione viene ripetuta consecutivamente per almeno 5 volte sostituendo, prima della sonicazione, la soluzione estraente. I risultati analitici delle determinazioni, effettuate per i 5 estratti mediante spettrometria di emissione atomica con sorgente a plasma induttivo (ICP-MS), vengono elaborati applicando il modello esponenziale proposto da Etre per l'analisi gascromatografica dello spazio di testa statico mediante estrazione multipla (MHE-GC). Questa procedura consente di superare tutte le limitazioni evidenziate per il protocollo BCR nel caso della caratterizzazione analitica di sedimenti/incrostazioni presenti nelle tubazioni. In particolare viene garantito il contatto di ciascun estraente con gli strati più interni del sedimento/incrostazione in esame, la stima del numero effettivo delle estrazioni richieste e la misura del quantitativo totale di tallio solubilizzabile nell'estraente. Una volta ottimizzate le condizioni operative (volume di estraente e tempo di sonicazione), la procedura è stata applicata a tre campioni di tubazione prelevati lungo la rete idrica di Pietrasanta. I risultati ottenuti evidenziano che la frazione cedibile in acido acetico, ovvero quella prontamente rilasciata in acqua potabile, rappresenta circa il 5-9% del totale.

[1] Lucentini L, Diddi E, Di Martino F, Ferretti E, Fuscoletti V, Nigro Di Gregorio F, Veschetti E. Piani di Sicurezza dell'Acqua nella gestione di emergenze idropotabili: il caso del tallio a Pietrasanta e Valdicastello (Lucca). (Rapporti ISTISAN 20/8). Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020.

Distribuzione Spaziale di Tallio nella Rete Idropotabile di un Comune Italiano Contaminata da una Sorgente di Approvvigionamento

Clara Sette¹, Giorgia Mattei¹, Gabriele Favero², Elena Diddi³, Francesco Di Martino³, Luca Lucentini¹, Enrico Veschetti¹

¹ Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy

² Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00185 - Rome, Italy

³ Area Tecnica, GAIA SpA, Marina di Pietrasanta (Lucca)

clara.sette@iss.it

Il tallio è un metallo ampiamente distribuito in natura a concentrazioni piuttosto limitate. Sebbene la sua presenza nei sistemi di distribuzione dell'acqua (WDS) come risultato della contaminazione dell'acqua di captazione sia una condizione estremamente rara, la sua tossicità ha suscitato preoccupazione nei consumatori. Nel settembre 2014 è stata rilevata una grave contaminazione in due WDS di Pietrasanta, un comune italiano (circa 24.900 abitanti, comprese le frazioni) della provincia di Lucca, nella regione Toscana. I due WDS, alimentati da una galleria di drenaggio, tre sorgenti e cinque pozzi, erano collegati tra loro da una tubatura e da un serbatoio. Nell'acqua potabile distribuita sono state raggiunte concentrazioni fino a 14 µg/L, ben al di sopra del livello massimo di contaminazione di 2,0 µg/L stabilito dall'US-EPA. La contaminazione è stata veicolata all'interno dell'acquedotto dall'acqua di falda raccolta da una delle tre sorgenti, situata vicino a un sito minerario abbandonato in un'area montuosa. A seguito della disconnessione idraulica dal primo WDS della sorgente contaminata, è stato rilevato un rapido aumento della concentrazione di tallio (fino a 60 µg/l) nell'acqua distribuita a causa della sua migrazione dalla superficie interna delle tubature dove il tallio si era accumulato sotto forma di sedimenti, fanghi e prodotti di adsorbimento. Nonostante il lavaggio del sistema per diverse settimane e la sostituzione completa dei tubi in acciaio lungo il primo WDS, la contaminazione dell'acqua potabile distribuita dal secondo WDS è rimasta.

Al fine di individuare le azioni correttive più idonee alla gestione dell'emergenza, parallelamente all'emanazione di una serie di ordinanze di non potabilità per le aree affette dalla contaminazione, è stata avviata un'indagine analitica mirata alla mappatura spazio-temporale della concentrazione di tallio nell'acqua in distribuzione e del livello di tallio in campioni di tubazione. Relativamente a quest'ultimo aspetto è emersa la necessità di valutare l'eventuale presenza di specie contenenti l'analita caratterizzate da una cinetica di migrazione differente l'una dall'altra.

Campioni di tubi (acciaio, ghisa, malta cementata e polietilene ad alta densità) sono stati raccolti dal secondo WDS per determinare l'entità della contaminazione residua. I campioni sono stati trattati con un'estrazione sequenziale multipla, precedentemente ottimizzata [1]. In dettaglio, ogni campione di tubo è stato sottoposto ad una procedura di estrazione assistita ad ultrasuoni con acido acetico e infine mineralizzato con acido nitrico concentrato. Dopo l'applicazione di questa procedura di estrazione, la concentrazione di Tl rilasciata in condizioni debolmente acide è stata determinata mediante spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS). Il valore massimo rilevato è stato di 180 µg/cm², pari a circa il 5-9% del contenuto totale presente sulla superficie del tubo. Tutti i tasselli campionati sono stati associati a coordinate geografiche, attribuite in funzione del sito di campionamento. Mediante la procedura di estrazione e alla determinazione della frazione estratta, è stato possibile esaminare il grado di contaminazione di ciascun campione, in seguito è stato possibile osservare la distribuzione della contaminazione nell'intera rete idrica di Pietrasanta. La contaminazione del secondo WDS è diminuita rapidamente all'aumentare della distanza dai due punti di interconnessione con il primo WDS. A una distanza superiore a 1 km è stata rilevata una concentrazione di fondo trascurabile.

L'analisi quantitativa del tallio è stata utile per visionare il grado di contaminazione nell'intera rete di distribuzione della città di Pietrasanta, e la distribuzione all'interno delle tubazioni è stata utile per lo sviluppo di interventi mirati di pulizia e/o sostituzione delle tubazioni contaminate.

[1] Sette C., Mattei G., Favero, Veschetti E., Lucentini L. Sviluppo di una Procedura Innovativa per l'Estrazione della Frazione di Tallio Solubile dalle Pareti Interne di Tubazioni Idriche Contaminate. Proceedings of the present conference

Speciazione mediante ASV e SEC/ICP-MS della Frazione di Tallio Rilasciata in Condizioni Moderatamente Acide da Tubazioni Idriche Contaminate

Clara Sette¹, Marisa Le Donne¹, Giorgia Mattei¹, Gabriele Favero², Luca Lucentini¹, Enrico Veschetti¹

¹ Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy

² Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00185 - Rome, Italy

clara.sette@iss.it

Il tallio è un elemento ampiamente diffuso in natura a concentrazioni piuttosto limitate e suscita particolare interesse per la sua tossicità, superiore a quella di elementi come As e Hg [1]. La tossicità del tallio dipende dalla disponibilità e stabilità delle specie chimiche che è direttamente correlata al tipo di campione e alle condizioni ambientali. Nei sistemi acquiferi, il tallio è disponibile come Tl(I) e Tl(III), dove Tl (I) risulta essere la specie stabile e predominante. A tal proposito, è di fondamentale importanza valutare le specie di tallio depositate/adsorbite lungo la parete interna delle tubazioni e rilasciate nell'acqua destinata al consumo umano durante la distribuzione.

In un lavoro precedente, nell'ambito della valutazione dello stato di contaminazione da Tl della rete idrica del Comune di Pietrasanta, è stata sviluppata una procedura di estrazione che permette di distinguere selettivamente la frazione di tallio rilasciata nelle acque potabili e quindi rilevante dal punto di vista igienico-sanitario, e la restante frazione insolubile, fortemente trattenuta sulla superficie interna del tubo della rete idrica.

Nel presente lavoro, l'attenzione è stata focalizzata sulla frazione solubilizzata in condizioni debolmente acide ed è stata sviluppata una procedura analitica per la caratterizzazione delle forme di Tl presenti. L'analisi di speciazione rappresenta da sempre una sfida in quanto, le frazioni da quantificare sono a livello di tracce o ultra-tracce e spesso instabili. Per quanto riguarda la speciazione delle diverse forme di tallio solubilizzate, la criticità principale risiede nelle concentrazioni estremamente basse di Tl(III) rispetto a Tl(I), che è la forma dominante.

Per lo studio di speciazione e caratterizzazione delle specie idrosolubili, in primo luogo, sono state eseguiti test su Tl₂O₃, sottoposto alla procedura di estrazione multipla, e determinando Tl(I) e Tl(III), nella frazione estratta, mediante voltammetria a stripping anodico (ASV). Prima della determinazione analitica, per evitare fenomeni di riduzione del Tl(III) a Tl(I), un noto agente chelante, l'acido dietilenetriammino pentaacetico (DTPA), è stato aggiunto al campione. La forma instabile si lega al DTPA per formare il complesso

stabile Tl(III)-DTPA. Dopo la reazione, le due specie esistono come Tl⁺ e [Tl (DTPA)]²⁻. Il metodo voltammetrico è un metodo sensibile e selettivo ma non permette la determinazione diretta della specie Tl(III). Per questo motivo, in secondo luogo, è stato sviluppato un metodo di speciazione per la separazione e determinazione simultanea delle specie di Tl mediante l'impiego della cromatografia liquida ad esclusione dimensionale accoppiata alla spettrometria di massa con sorgente a plasma induttivo (SEC/ICP-MS). Le condizioni operative quali composizione, concentrazione e pH della fase eluente sono stati ottimizzati. Anche in questo caso, nella fase di preparazione è stato aggiunto al campione il DTPA. Per valutare la stabilità del complesso durante la corsa cromatografica, è stato studiato l'effetto del rapporto molare tra DTPA/Tl(III). Le due specie in esame, Tl(I) e Tl(III)-DTPA, sono state separate mediante SEC utilizzando come eluente una soluzione 10 mmol di acetato di ammonio.

Il metodo SEC/ICP-MS sviluppato è risultato essere semplice, veloce, accurato e privo di interferenze. I risultati delle analisi di speciazione del Tl su campioni di tubazioni confermano il risultato ottenuto mediante voltammetria: la forma rilasciata in condizioni debolmente acide è rappresentata quasi esclusivamente da Tl (I). L'estrazione in ambiente debolmente acido simula le condizioni reali di cui si trova una tubazione idrica a contatto con acqua destinata al consumo umano. L'identificazione della sola specie Tl (I) nella frazione estratta suggerisce che nelle acque destinate al consumo umano è il tallio monovalente la specie rilevante dal punto di vista igienico sanitario.

[1] Nuvolone, D.; Petri, D.; Aprea, M.C.; Bertelloni, S.; Voller, F.; Aragona, I. Thallium Contamination of Drinking Water: Health Implications in a Residential Cohort Study in Tuscany (Italy). *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 4058.

Determinazione del Cromo Esavalente in Cosmetici “Giocattolo” Tipo Ombretto

Clara Sette¹, Giorgia Mattei¹, Luca Lucentini¹, Enrico Veschetti¹

¹ *Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 - Rome, Italy*

clara.sette@iss.it

Negli ultimi tempi ha acquisito popolarità l'utilizzo di trucchi o *trousse* da bambini con scopi ludico – ricreativi. Tali cosmetici, sebbene venduti come “giocattoli” in cofanetti, sono subordinati al Regolamento (CE) n. 1223/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 che disciplina in materia di prodotti cosmetici [1]. Il Regolamento in questione vieta l'utilizzo di sostanze classificate come cancerogene, mutagene e tossiche per la riproduzione. In particolare, nell'allegato II, viene proibito l'impiego di acido cromico e i dei suoi sali in quanto cancerogeni per l'uomo. In considerazione della loro ubiquitarietà, la presenza di quest'ultimi all'interno di preparazioni cosmetiche è regolamentata e monitorata nel rispetto dei limiti di legge, la quale prevede le seguenti concentrazioni massime ammissibili: 1 mg/kg per il cromo esavalente e 5 mg/kg per il cromo trivalente [2]. In assenza di informazioni sullo stato di valenza dell'elemento si assume il limite del Cr(VI) come valore da non superare per il cromo totale. La concentrazione di Cr(VI) nei prodotti che vengono a contatto con la pelle deve essere mantenuta al di sotto del limite fissato per evitare il rischio di esposizione dell'organismo umano e quindi di assorbimento ripetuto o accumulo cutaneo nella popolazione generale e nei soggetti già sensibilizzati [3].

Dal punto di vista analitico, data la varietà e l'elevato numero di ingredienti utilizzati nella loro produzione, i cosmetici devono essere considerati matrici complesse in grado di alterare lo stato di ossidazione del Cr durante la sua estrazione. Questo studio propone un approccio innovativo per la determinazione del cromo esavalente presente nei cosmetici basato sulla sua estrazione selettiva e sull'impiego della cromatografia ionica accoppiata alla spettrometria di massa con sorgente a plasma induttivo (IC/ICP-MS) per la separazione e l'identificazione dell'analita in esame. Si è reso necessario lo studio delle condizioni operative con lo scopo di assicurare il mantenimento e la stabilità della specie durante le fasi di estrazione e purificazione, evitando i processi di ossidazione del Cr (III) e di riduzione del Cr (VI); pertanto i seguenti reagenti PDCA, NH₄H₂PO₄, NH₄AcO, NH₄OH e TBAOH sono stati impiegati per la preparazione della soluzione estraente e della soluzione eluente a pH controllato. Il metodo ottimizzato è stato applicato alla determinazione del Cr(VI) in campioni reali mediante il metodo dello standard esterno impiegando soluzioni a concentrazione nota e crescente, preparate in matrice (soluzione estraente).

A conclusione del lavoro, la determinazione del Cr totale è stata ottenuta mediante spettrometro di massa al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) con l'ausilio di una camera di nebulizzazione ad ultrasuoni per aumentare la sensibilità analitica. I campioni in esame sono stati preventivamente mineralizzati mediante forno a microonde con acidi forti. Il Cr trivalente presente nei campioni è stato calcolato per differenza tra il valore del Cr totale e del Cr esavalente calcolati sperimentalmente.

[1] Borowska S., Brzóška M. M. *J. Appl. Toxicol.* 2015; 35: 551–572.

[2] Marinovich M., Boraso M.S., Testai E., Galli C.L. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2014;69:416–424.

Possibile impiego del drone aereo per trattamenti fitosanitari: normativa, vantaggi e limiti

Virgilio Stillittano^{1,2}, Paola Castellano¹, Manzocchi Gisella², Daniele Marcoccia¹

¹Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Lazio e Toscana, Via Appia Nuova 1411, Roma;

²Ministero della Salute, Viale G. Ribotta 5, Roma

³Dipartimento di Medicina Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, INAIL, Via Fontana Candida 1, Monte Porzio Catone (Roma)

v.stillittano-esterno@sanita.it

Introduzione

Nel prossimo decennio si prevede che il consumo alimentare globale aumenterà dell'1,4% anno trainato principalmente dalla crescita della popolazione. Contestualmente è prevista una crescita della produzione agricola globale annuale dell'1,1%⁽¹⁾. Per garantire la sostenibilità dei sistemi alimentari è necessario aumentare la crescita della produzione agricola, guidata da investimenti volti a migliorare la gestione delle aziende agricole. In particolare è necessario incrementare la resa dei raccolti: le previsioni di crescita della produzione agricola mondiale (2022-31) indicano, infatti, che un aumento della produzione agricola ha maggiori possibilità di avvenire in termini di crescita delle rese rispetto ad alternative quali aumento della quantità di suolo agricolo da destinare alle colture o intensificazione dell'utilizzo del suolo attraverso la crescita dei terreni multi-colturali (figura)⁽²⁾. Gli sforzi in termini di investimenti, innovazione e competenze vanno dunque indirizzati all'impiego di nuova tecnologia, infrastrutture e formazione volti ad aumentare la resa e la produttività agricola e a migliorare la qualità delle derrate.

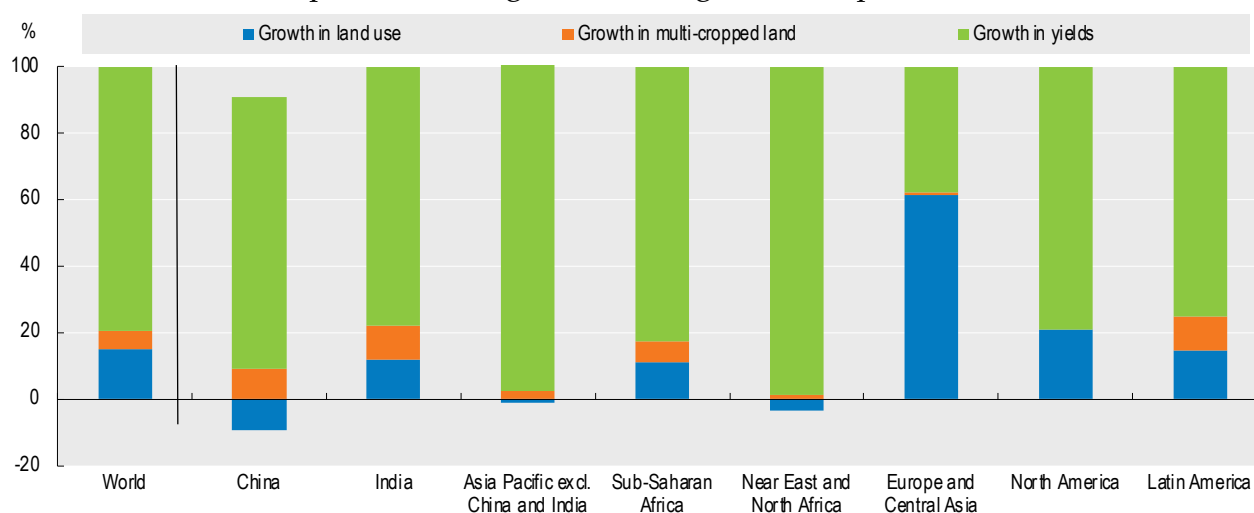


Figura: fonti di crescita della produzione vegetale, 2022-2031 (il grafico copre le seguenti colture: cotone, mais, altri cereali secondari, altri semi oleosi, legumi, riso, radici e tuberi, soia, barbabietola da zucchero, canna da zucchero, grano e olio di palma).

L'organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) stima che ogni anno circa il 40% delle produzioni vada perso a causa di parassiti e malattie delle piante⁽³⁾. Uno dei principali modi di proteggere le produzioni vegetali e i prodotti vegetali contro gli organismi nocivi, comprese le erbe infestanti, nonché di migliorare la produzione agricola, è l'impiego di prodotti fitosanitari. Tuttavia, l'uso di pesticidi chimici in agricoltura contribuisce all'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria, nonché alla perdita di biodiversità e può danneggiare piante, insetti, uccelli, mammiferi e anfibi non bersaglio.

Per tale motivo la Commissione ha intrapreso azioni volte a ridurre, entro il 2030, l'uso e il rischio complessivi dei pesticidi chimici del 50% e l'uso dei pesticidi più pericolosi del 50%⁽⁴⁾. Lo scopo del lavoro è quello approfondire il tema della modalità di erogazione dei fitofarmaci con drone aereo quale mezzo innovativo in agricoltura in grado di ottimizzare e diminuire l'utilizzo di prodotti fitosanitari, esaminando vantaggi e limiti alla luce della normativa di settore vigente a livello comunitario e nazionale.

Discussione

La produzione vegetale occupa, a livello nazionale, un ruolo di fondamentale rilievo nel settore dell'agroalimentare con importanti ricadute sull'economia del Paese. I dati forniti dal Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) indicano che, nel solo IV trimestre 2022, le esportazioni agroalimentari superano i 15,7 miliardi di euro, con un aumento del +12,6% rispetto al IV trimestre 2021⁽⁵⁾. L'impiego di prodotti fitosanitari garantisce elevati standard di produzione e di qualità delle derrate alimentari di origine vegetale. Gli stessi prodotti fitosanitari possono, tuttavia, anche avere effetti non benefici sulla produzione vegetale ed il loro uso può comportare rischi e pericoli per gli esseri umani, gli animali e l'ambiente, soprattutto se utilizzati in modo scorretto.

L'impiego di mezzi aerei, ivi compresi quello dei droni, finalizzato all'erogazione di prodotti fitosanitari non è consentito dalla vigente normativa sia a livello comunitario che nazionale, stante il divieto di irrorazione aerea previsto dall'art. 13 del D.lgs. 150 del 14 agosto 2012. Tale decreto legislativo, infatti, recepisce la direttiva europea che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi⁽⁶⁾.

Per il monitoraggio dell'ambiente, l'uso dei droni aerei si è rivelato essere un efficiente mezzo di indagine e rilevamento non solo in agricoltura⁽⁷⁾ ma, più in generale, nel settore ambientale con applicazioni nell'intelligence ambientale e per l'analisi criminale geospaziale⁽⁸⁾. Di recente, a livello comunitario, è stato prospettato un utilizzo del drone aereo quale possibile alternativa ai mezzi tradizionali di erogazione di prodotti fitosanitari stante la risoluzione nella quale il Parlamento europeo *"..prende atto delle potenzialità legate all'utilizzo della tecnologia intelligente e dell'agricoltura di precisione per gestire meglio i prodotti fitosanitari e per evitare la dispersione degli stessi nelle zone in cui non sono necessari, ad esempio mediante il ricorso a droni e a tecnologie di precisione GPS"*⁽⁹⁾.

I potenziali vantaggi dell'uso del drone per l'erogazione di prodotti fitosanitari possono essere individuati in termini di:

- efficienza: precisione degli interventi tramite l'utilizzo integrato della tecnologia satellitare per una applicazione puntuale, pianificabile nel tempo e nello spazio;
- economia: risparmio di tempo di applicazione e di manodopera, abbattimento dei costi dovuta all'utilizzo di una minore quantità di prodotto;
- superficie: aumento della quantità di terreno agricolo per la produzione di derrate tramite trattamento di zone agricole realizzate su terrazzamenti oppure in forte pendenza;
- sicurezza sui luoghi di lavoro: riduzione del rischio di esposizione da parte degli operatori ai prodotti fitosanitari nel corso dei trattamenti e riduzione degli incidenti rispetto ai mezzi tradizionali;
- sostenibilità ambientale: tramite il monitoraggio dello stato fisiologico delle colture è possibile ottimizzare i consumi idrici e le quantità di prodotto impiegato riducendo al minimo lo spreco delle sostanze attive fitosanitarie;
- diminuzione della perdita di biodiversità del suolo causata dal compattamento del terreno conseguente all'uso di mezzi erogatori tradizionali.

Limiti all'impiego dei droni quali macchine agricole per l'erogazione sistematica di fitofarmaci sono rappresentati dai potenziali rischi dovuti a sovradosaggi e perdite da deriva, dall'impatto derivante dall'applicazione dei fitofarmaci sulla biodiversità presente nell'ambiente, con particolare riferimento alle specie non bersaglio (e.g. le api). Non meno importante appare, nella prospettiva di un uso su larga scala di tale metodologia, l'impatto che gli aerosol generati da tali sistemi di erogazione potrebbero avere sull'ambiente, in termini di inquinamento atmosferico e qualità dell'aria⁽¹⁰⁾.

Al fine verificare le conseguenze dell'uso sistematico del drone aereo per l'erogazione di prodotti fitosanitari, stante il divieto di trattamento, è necessario procedere preliminarmente ad effettuare apposite e accurate sperimentazioni in campo tali da acquisire dati e prove scientifiche certe, indispensabili ai fini sia dell'omologazione del mezzo sia della registrazione di prodotti fitosanitari dedicati. Quest'ultimi, infatti, dovranno necessariamente presentare caratteristiche chimico-fisiche ottimali per l'impiego tramite drone aereo. Le prove sperimentali dovranno, inoltre, dimostrare l'eguale o maggiore efficacia degli interventi con droni pilotati da remoto rispetto ai trattamenti eseguiti con mezzi agricoli tradizionali. Metodi di indagine rigorosi sono indispensabili per garantire che i dati ottenuti siano di adeguata qualità, in termini di robustezza e affidabilità, tale da consentire anche un eventuale processo decisionale normativo tenuto conto che, in tale settore, mancano linee guida concordate o protocolli di test necessari per standardizzare prove o attrezzature⁽¹¹⁾. La possibilità di effettuare sperimentazioni in campo è normata, a livello nazionale dall'art. 22 del D.Lgs n. 194 del 17 marzo 1995 e, più in generale, è prevista dalla normativa comunitaria⁽¹²⁾: esperimenti o test a fini di ricerca o sviluppo che comportano il rilascio nell'ambiente di un prodotto fitosanitario non autorizzato, o l'impiego non autorizzato di un prodotto fitosanitario, possono essere effettuati se lo Stato membro nel cui territorio s'intende effettuare l'esperimento o il test ha valutato i dati disponibili e concesso un permesso per scopi

sperimentali. L’Autorità competente in Italia per il rilascio di un permesso alla sperimentazione è il Ministero della salute.

Conclusioni

Al fine di verificare possibili vantaggi in termini di valorizzazione ed efficientamento dei sistemi produttivi e riduzione dell’impatto ambientale tramite utilizzo del drone aereo per l’applicazione di prodotti fitosanitari risulta necessario definire protocolli sperimentali rigorosi con specifici requisiti che, attraverso la definizione ed il monitoraggio di parametri oggettivi, siano in grado di dimostrare che l’erogazione di fitofarmaci mediante drone aereo garantisce un reale vantaggio in termini di maggiore efficacia, a fronte di una migliore e puntuale distribuzione del prodotto. È necessario, soprattutto, dimostrare che l’uso del drone non determini un’esposizione pericolosa della salute degli operatori, in particolare quelli addetti alle operazioni di caricamento della miscela, degli astanti e dei residenti, nonché dell’ecosistema. Valutazioni opportune sono necessarie anche relativamente alla quantificazione del deposito di prodotto sulle derrate irrorate con drone aereo, con riferimento ai residui e all’esposizione alimentare del consumatore. A tal fine è necessario effettuare, a livello sperimentale, una attenta valutazione della performance del drone e una ponderata analisi comparativa con i metodi tradizionali di distribuzione dei prodotti fitosanitari.

In ambito comunitario sarebbe, altresì, auspicabile, integrare il possibile ricorso a tali soluzioni tecnologicamente avanzate con corsi di formazione e programmi di certificazione per gli utilizzatori di pesticidi nell'ambito dei piani d'azione nazionali da parte degli Stati membri dell’Unione europea;

Bibliografia

1. OECD/FAO (2022), OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>;
2. OECD/FAO (2023), "OECD-FAO Agricultural Outlook (Edition 2022)", OECD Agriculture Statistics (database), <https://doi.org/10.1787/13d66b76-en>;
3. IPPC Secretariat. 2021. Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat, <https://doi.org/10.4060/cb4769en>;
4. Bruxelles, 20.5.2020 COM(2020) 381 final COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente;
5. Bollettino trimestrale elaborato dal CREA (n.17 IV TRIMESTRE 2022), Centro Politiche e Bioeconomia che descrive l’andamento del settore agroalimentare italiano (ISSN 2612-6419);

6. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj>;
7. Di Gennaro, S.; Toscano, P.; Gatti, M.; Poni, S.; Berton, A.; Matese, A. Spectral Comparison of UAV-Based Hyper and Multispectral Cameras for Precision Viticulture. *Remote Sens.* 2022, 14(3), 449; <https://doi.org/10.3390/rs14030449>. (<https://www.mdpi.com/2072-4292/14/3/449>);
8. Lasaponara, R.; Abate, N.; Fattore, C.; Aromando, A.; Cardettini, G.; Di Fonzo, M. On the Use of Sentinel-2 NDVI Time Series and Google Earth Engine to Detect Land-Use/Land-Cover Changes in Fire-Affected Areas. *Remote Sens.* 2022, 14(19), 4723; <https://doi.org/10.3390/rs14194723> (<https://www.mdpi.com/2072-4292/14/19/4723>);
9. Risoluzione del Parlamento europeo del 12 febbraio 2019 sull'applicazione della direttiva 2009/128/CE concernente l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari in agricoltura;
10. Wang, G. A., Y. B. Han, X. C. Li, J. C. Andaloro, P. B. Chen, W.C. Hoffmann, X. E. Han, S.B. Chen, and Y. B. Lan. 2020. 'Field evaluation of spray drift and environmental impact using an agricultural Unmanned Aerial Vehicle (UAV) sprayer.', *Science of the Total Environment*, 737;
11. State of the Knowledge – Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agriculture Series on Pesticides. N. 105 ENV/CBC/MONO(2021)39/ANN1
12. Regulation (EC) n. 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC; <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1107/oj>;

Presenza di residui di farmaci ad uso umano e veterinario nelle acque potabili: revisione sistematica

*Stefano Zanni¹, Vincenzo Cammalleri¹, Ludovica D'Agostino¹, Carmela Protano¹,
Matteo Vitali¹*

¹*Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Sapienza Università di Roma*

stefano.zanni@uniroma1.it, vincenzo.cammalleri@uniroma1.it

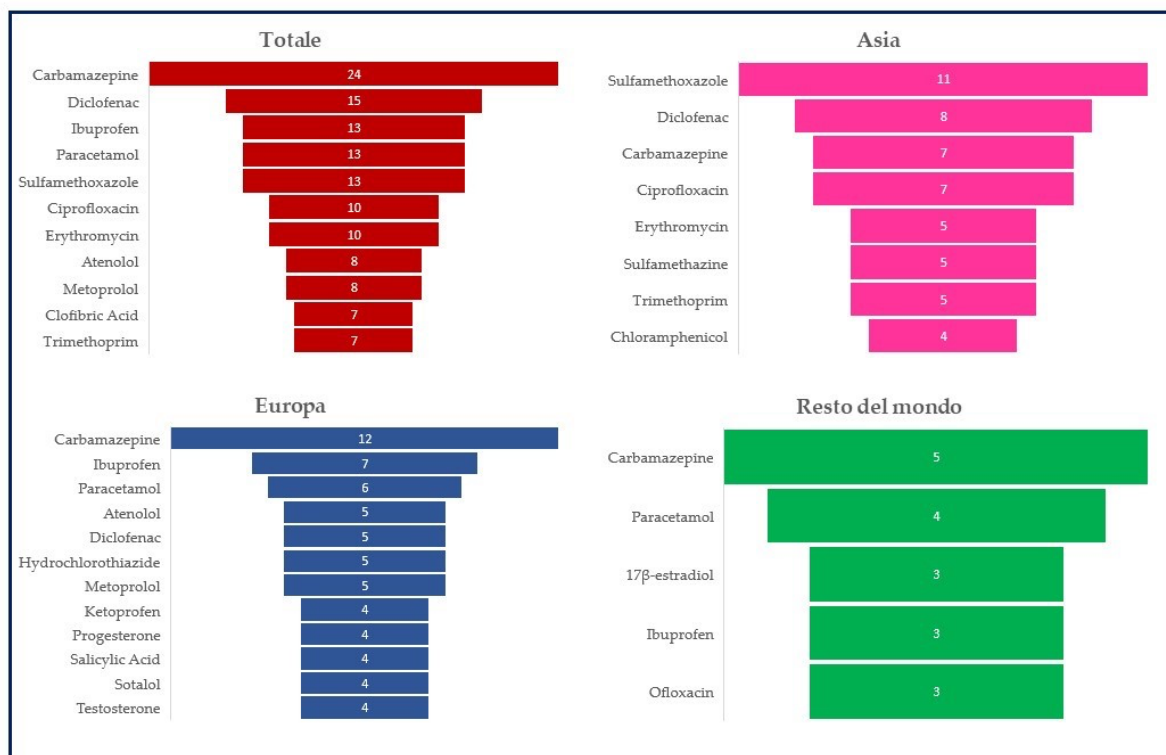
Negli ultimi tre decenni l'impiego di farmaci sia nella pratica clinica che per il trattamento negli allevamenti intensivi di animali da reddito è aumentato in maniera esponenziale. Principale conseguenza di tale incremento è il riscontro, sempre più frequente, dei principi attivi di tali farmaci e dei loro metaboliti nelle matrici ambientali, in particolare quelle acquatiche [1]. Questi composti, infatti, escreti per via urinaria e/o fecale, sono immessi nelle acque reflue e, per nulla o parzialmente trattenuti negli impianti di depurazione, raggiungono i corpi idrici recettori attraverso i quali vengono distribuiti anche lontano dal punto di immissione. Questa diffusione ambientale ha raggiunto anche le acque destinate al consumo umano (potabili) che, in monitoraggi ormai sempre più numerosi, sono risultate contaminate, a dimostrazione che anche gli impianti di potabilizzazione non rimuovono in maniera idonea tali composti [2]. L'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare la contaminazione di residui farmaceutici ad uso umano e veterinario nelle acque potabili.

A tale fine, è stata condotta una revisione sistematica per identificare tutte le pubblicazioni scientifiche riportanti dati originali risultati da monitoraggio di principi attivi farmaceutici e/o loro metaboliti in acque potabili. I database indagati sono stati PUBMED, SCOPUS e WEB OF SCIENCE. Gli studi sono stati valutati per il risk of bias utilizzando la scala "RoB assessment tool" [3], specificatamente adattata al disegno di questa revisione.

Abbiamo identificato in totale 124 studi di monitoraggio; tra questi, 91 riportavano positività per uno o più composti (a valori di alcuni o decine di ng/L), mentre nei restanti 33 le analisi avevano dimostrato l'assenza (sotto il limite di determinazione) degli analiti target.

La presenza di numerose molecole farmacologicamente attive nelle acque potabili, anche in mancanza di evidenze sui possibili effetti dell'esposizione cronica a basse dosi e della co-esposizione a più molecole sulla salute umana, richiede una grande attenzione da parte delle Autorità Sanitarie. A nostro parere, gli interventi di prevenzione attuabili possono essere mirati sia al profilo di compatibilità ambientale dei nuovi farmaci in fase di autorizzazione all'immissione in commercio sia al miglioramento tecnologico degli impianti di depurazione di acque reflue e di potabilizzazione di acque ambientali.

Figura 2: Frequenza dei farmaci maggiormente rilevati, da analisi su campioni di acqua potabile, negli studi selezionati.



1. Fekadu S, Alemayehu E, Dewil R, Van der Bruggen B. *Sci Total Environ.* 2019 Mar 1; 654:324-337.
2. Gu Y, Huang J, Zeng G, Shi L, Shi Y, Yi K. *Bioresour Technol.* 2018 Nov; 268:733-748.
3. Danopoulos E, Twiddy M, Rotchell J. M. *PloS one.* 2020. 15.7: e0236838.

ISBN 9788896394427