

# RASSEGNA SCIENTIFICA DELLA RICERCA

**INAIL**

**Numero 1**

**1 gennaio - 31 marzo 2026**

**2026**



### **A cura di**

Inail – Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale

### **Con la collaborazione delle segreterie tecnico-scientifiche**

Patrizia Agnello (*Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici*)

Marta Petyx (*Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale*)

### **Redazione editoriale, impaginazione e grafica**

Claudia Branchi, Pina Galzerano, Alessandra Luciani, Sandra Manca, Laura Medei

(*Sezione trasferibilità e terza missione – Dimeila*)

### **per informazioni**

Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale

Via Fontana Candida,1 - 00078 Monte Porzio Catone (RM)

[dmil@inail.it](mailto:dmil@inail.it)

[www.inail.it](http://www.inail.it)

© 2026 Inail

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse negli articoli scientifici, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

## PRESENTAZIONE

L'idea di una rassegna degli articoli scientifici pubblicati dai ricercatori su riviste internazionali, peer-reviewed e indicizzate, nasce dalla necessità di dare visibilità a questo tipo di trasferimento dei risultati delle attività di ricerca anche al di fuori della comunità scientifica. Infatti, questa produzione, benché contribuisca significativamente al prestigio dell'Istituto, è difficilmente fruibile al di fuori di un ristretto gruppo di specialisti, in quanto gli argomenti sono molto tecnici, viene pubblicata in lingua inglese, e non sempre le riviste sono accessibili gratuitamente. Gli articoli vengono menzionati, solo con la citazione, nei consuntivi annuali dei piani di attività, che hanno però una ben diversa finalità e diffusione.

La raccolta dei lavori pubblicati nel primo trimestre 2026 consta di 22 articoli nei quali almeno uno degli autori è un ricercatore Inail. La multidisciplinarietà che caratterizza le tematiche affrontate, il cui filo conduttore è sempre la salute e sicurezza del lavoro, rispecchia la natura dei dipartimenti scientifici.

L'indice degli articoli è presentato in ordine alfabetico e contiene i collegamenti ipertestuali alle schede riassuntive, che riportano il titolo, i nomi degli autori, l'abstract in inglese, un breve sunto in italiano che ne rende il contenuto fruibile ad un'ampia platea di lettori e il link al full text (nel caso di riviste open access) per consentire la lettura dell'articolo originale a chi sia interessato.

Tra gli articoli scientifici pubblicati nel presente numero si segnala *Drosophila melanogaster* as model organism to assess brake dust toxicity by a multi platform approach, che propone un approccio innovativo per la valutazione della tossicità delle polveri dei freni, una componente rilevante delle emissioni non da scarico del traffico veicolare. Attraverso l'impiego di *Drosophila melanogaster* come organismo modello e l'integrazione di analisi metallomiche e metabolomiche, lo studio analizza gli effetti dell'esposizione larvale a polveri dei freni sull'accumulo di elementi potenzialmente tossici e sulle alterazioni metaboliche negli adulti. I risultati evidenziano risposte biologiche sistemiche, riconducibili a stress ossidativo e compromissione del metabolismo energetico, confermando il valore dell'approccio multi piattaforma come strumento avanzato per la valutazione tossicologica del particolato e per il supporto alle strategie di prevenzione dei rischi ambientali e occupazionali.

Si segnala, inoltre, l'articolo A sustainable CE DAD screening method for multi class polyphenol profiling in rosehip based herbal tea and supplement, che illustra un metodo analitico innovativo ed ecosostenibile per studiare i polifenoli presenti in prodotti a base di rosa canina. Lo studio propone l'elettroforesi capillare quale tecnica rapida e a basso impatto ambientale, in grado di analizzare contemporaneamente diverse classi di composti bioattivi. Applicato a tisane e integratori, l'approccio consente una valutazione efficace della composizione e del potenziale antiossidante dei prodotti. Il lavoro dimostra come soluzioni analitiche più semplici e "green" possano supportare il controllo qualità e la sicurezza dei prodotti nutraceutici, favorendo pratiche di analisi sostenibili e accessibili.

Bruno Papaleo

*Direttore del Dipartimento di medicina,  
epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale*

Corrado Delle Site

*Direttore del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti,  
prodotti e insediamenti antropici*

TITOLO	PAG.
A new tool to support the protection of workers' health: development and application of an innovative analytical method for biomonitoring occupational exposure to formaldehyde	5
A sustainable CE-DAD screening method for multi-class polyphenol profiling in rosehip-based herbal tea and supplement	6
Biodegradable antibacterial nanostructured coatings on polypropylene substrates for reduction in hospital infections from high-touch surfaces	7
Biohydrogen production from biowaste: assessment of the flammability of bioreactors gaseous mixtures	8
Cross-sectional multicenter biomonitoring study on genotoxicity and oxidative DNA damage in oncology healthcare workers from seven Italian hospitals	9
<i>Drosophila melanogaster</i> as model organism to assess brake dust toxicity by a multi-platform approach	10
ExoAccept: a holistic instrument to assess factors influencing acceptance of occupational exoskeletons	11
From field to lab: exploring the phytochemical potential of Calabrian saffron ( <i>Crocus sativus</i> L.) biowaste	12
Joint size and velocity statistics of droplets exhaled while speaking, coughing, and breathing	13
Occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in pig feeds: potential implications for workers' exposure	14
Paper-based luminescent filters for smart detection of nanomaterials in workplace exposure assessments	15
Pinewood biochar as an affordable adsorbent for short- and medium-chain PFAS removal from contaminated water	16
Safe use of laser technology among Italian dentists: identification of critical issues via questionnaire/checklist	17
Smart industrial safety in high-noise environments using IoT and AI	18
Studying biosorption materials for water PFAS removal in a flow-through configuration	19
Targeting HGF/MET and CXCL1/CXCR2 axes bypasses resistance to KRAS <sup>G12C</sup> inhibitors in NSCLC	20
The resistome bridge between livestock and workers: novel frameworks for early detection and monitoring of antimicrobial resistance	21
Tumori professionali: questioni aperte e prospettive in tema di ricerca epidemiologica, sorveglianza, emersione e strumenti di prevenzione	22
Unveiling the metabolic fingerprint of occupational exposure in ceramic manufactory workers	23
Urinary metabolomics as a window into occupational exposure: the case of foundry workers	24
Work and women's sacral spine acute injuries: an underestimated risk	25
Yeasts as bioresources for pesticides bioremediation: a comprehensive review of the current status and future prospects	26

## A NEW TOOL TO SUPPORT THE PROTECTION OF WORKERS' HEALTH: DEVELOPMENT AND APPLICATION OF AN INNOVATIVE ANALYTICAL METHOD FOR BIOMONITORING OCCUPATIONAL EXPOSURE TO FORMALDEHYDE

Antonucci A, Albano M, Pindinello I, Fabiani L, Cipollone C, Mastrangeli G, Mastrantonio R, Muselli M, Ursini CL, Cavallo D, Petyx M, Di Gennaro G, DePalma G, Vitali M, Protano C.

### SUMMARY

Formaldehyde (FA) is a widely used industrial chemical and a ubiquitous environmental contaminant, for which biological monitoring remains challenging due to its high reactivity and substantial endogenous background. In the present study, a sensitive and selective analytical method based on headspace solid-phase microextraction with on-fiber derivatization (HS SPME) coupled to gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) was developed and applied for the determination of urinary FA. Direct on-fiber derivatization using O-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl) hydroxylamine (PFBHA) was optimized to ensure quantitative derivatization, reproducibility, and minimal sample handling. The method was validated in terms of linearity, sensitivity, precision, and robustness, demonstrating suitability for trace-level FA determination in complex biological matrices. The applicability of the method was evaluated in an occupational biomonitoring campaign involving 124 subjects, including workers occupationally exposed to FA (healthcare personnel, laboratory staff, and firefighters) and non-exposed administrative employees. Urinary FA concentrations showed wide inter-individual variability and substantial overlap between exposed and non-exposed groups, particularly at low exposure levels. Stratified analyses indicated associations with sex and smoking habits, while age and body mass index showed no clear influence. Overall, the results highlight both the analytical reliability of the proposed HS-SPME GC-MS/MS approach and the biological complexity of urinary FA as an exposure biomarker.

### BREVE SINTESI

La formaldeide è una sostanza chimica di largo impiego e un contaminante ambientale ubiquitario, ma la sua determinazione nei liquidi biologici è molto complessa a causa dell'elevata reattività e della sua presenza endogena. È stato sviluppato e validato un metodo HSPME accoppiato alla GC-MS/MS per dosare la formaldeide urinaria a livelli di tracce. È stata ottimizzata la derivatizzazione diretta *on-fiber* con O-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzil)idrossilammina (PFBHA) per garantire una derivatizzazione quantitativa, la riproducibilità e una manipolazione minima del campione. Nella campagna di misure fatta su 124 soggetti (personale sanitario, di ricerca, vigili del fuoco e non esposti a FA) le concentrazioni urinarie hanno mostrato ampia variabilità e sovrapposizione tra esposti e non esposti; associazioni osservate con sesso e fumo, non con età o BMI.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Antonucci A, Albano M, Pindinello I et al. A new tool to support the protection of workers' health: development and application of an innovative analytical method for biomonitoring occupational exposure to formaldehyde. *Anal Bioanal Chem.* 2026.

DOI: [https:// doi.org/10.1007/s00216-026-06461-x](https://doi.org/10.1007/s00216-026-06461-x)

## A SUSTAINABLE CE-DAD SCREENING METHOD FOR MULTI-CLASS POLYPHENOL PROFILING IN ROSEHIP-BASED HERBAL TEA AND SUPPLEMENT

*Simonetti G, Buiarelli F, Astolfi S, Candiano F, Fricano A, Presutti M, Riccardi C, Pomata D, Di Filippo P.*

### SUMMARY

Rosehip-based products are rich in polyphenols with recognized health benefits, making accurate characterization essential for quality control and functional evaluation. Conventional analytical approaches for polyphenol determination are often time-consuming, costly, and environmentally demanding. In this study, a sustainable analytical method based on capillary zone electrophoresis coupled with diode array detection (CE-DAD) was developed as a green and accessible screening method for polyphenol analysis in rosehip-based products. Twelve polyphenolic compounds belonging to different classes (stilbenes, flavonols, flavanols, flavanones, and flavones) were used to optimize the electrophoretic conditions, including the buffer pH, voltage, and electrolyte concentration. Herbal tea and supplement samples were analyzed before and after a simple cartridge-based clean-up step to reduce matrix interferences. The method enabled simultaneous profiling of multiple polyphenol classes in a single CE-DAD run, showing excellent linearity ( $R^2 > 0.99$ ), run to run reproducibility (RSD 0.8 – 1.6%), and sensitivity (LOD 0.4 – 1.4  $\mu\text{g/mL}$ ; LOQ 0.9 – 4.7  $\mu\text{g/mL}$ ). Eight target polyphenols were identified and quantified in real samples. Polyphenol profiling was complemented by DPPH and ABTS antioxidant assays. Method sustainability and applicability were also evaluated using the Blue Applicability Grade Index (BAGI), confirming a low environmental footprint.

### BREVE SINTESI

I prodotti a base di rosa canina sono ricchi di polifenoli con riconosciuti benefici per la salute. In questo studio è stato sviluppato un metodo analitico in elettroforesi capillare/rivelazione a serie di diodi (CE-DAD) da utilizzare come screening ecologico per l'analisi di diverse classi di polifenoli nei prodotti a base di rosa canina. Dopo l'ottimizzazione delle condizioni elettroforetiche, campioni di tisane e integratori sono stati analizzati prima e dopo una purificazione con cartuccia. Il metodo ha dimostrato ottima linearità, riproducibilità e sensibilità. Otto dei dodici polifenoli target studiati sono stati identificati e quantificati in campioni reali. L'analisi dei polifenoli è stata integrata da due saggi antiossidanti DPPH e ABTS e la sostenibilità e l'applicabilità del metodo sono state valutate anche utilizzando il Blue Applicability Grade Index (BAGI), confermando un basso impatto ambientale.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Simonetti G, Buiarelli F, Astolfi S et al. A sustainable CE-DAD screening method for multi-class polyphenol profiling in rosehip-based herbal tea and supplement. *Foods*. 2026;15(5):892.

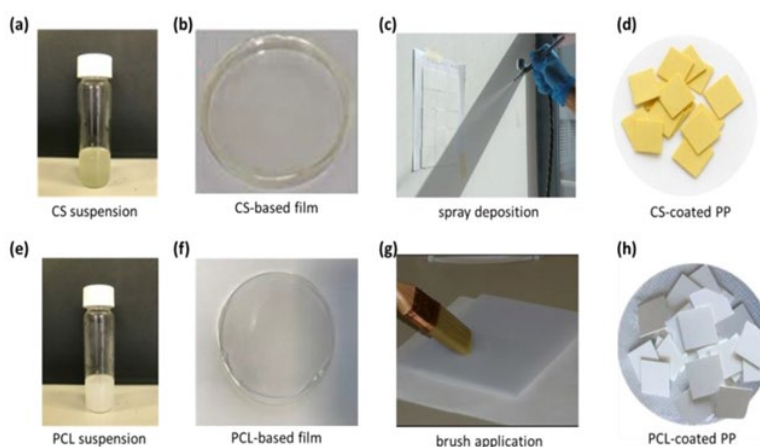
DOI: <https://doi.org/10.3390/foods15050892>

## BIODEGRADABLE ANTIBACTERIAL NANOSTRUCTURED COATINGS ON POLYPROPYLENE SUBSTRATES FOR REDUCTION IN HOSPITAL INFECTIONS FROM HIGH-TOUCH SURFACES

Stanzione M, Improta I, Raucci MG, Soriente A, Lavorgna M, Buonocore GG, Spogli R, Marcelloni AM, Proietto AR, Amori I, Mansi A.

### SUMMARY

Healthcare-associated infections (HCAs) remain a significant global challenge, as pathogenic microorganisms can persist on hospital surfaces contributing to severe infections. Conventional preventive measures, including disinfection procedures, are often insufficient to ensure complete microbial control. This study reports the design and characterization of chitosan and poly( $\epsilon$ -caprolactone)-based antibacterial



coatings incorporating chlorhexidine-loaded zirconium phosphate (ZrPCHX) nanoparticles. Coatings were deposited by optimized spray and brush techniques to obtain uniform, adherent, and well-defined films. Their morphological, physicochemical and cytocompatibility properties were evaluated, and antibacterial efficacy was assessed against clinically relevant pathogens following ISO 22196:2011 and additional protocols simulating realistic hospital conditions. Both coating systems demonstrated pronounced antibacterial activity, with the PCL-based formulation exhibiting a faster and broader bactericidal effect while maintaining good cytocompatibility. These findings demonstrate the potential of the developed nanostructured coatings as sustainable materials for the decontamination of high-touch hospital surfaces.

### BREVE SINTESI

Le infezioni correlate all'assistenza sanitaria (ICA) rappresentano una sfida a livello globale poiché i microrganismi patogeni persistono sulle superfici ospedaliere causando gravi infezioni. Lo studio descrive la progettazione e caratterizzazione di rivestimenti antibatterici (chitosano e di poli- $\epsilon$ -caprolattone) contenenti nanoparticelle di fosfato di zirconio (ZrP) caricate con clorexidina (ZrPCHX). Sono state studiate le proprietà fisico-chimiche e di citocompatibilità. L'attività antibatterica è stata testata contro patogeni clinici (ISO 22196:2011). I rivestimenti hanno mostrato una marcata attività antibatterica sia in vitro che in situ su superfici ospedaliere, offrendo una protezione antimicrobica continua e contribuendo alla riduzione dell'incidenza delle ICA.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Stanzione M, Improta I, Raucci MG et al. Biodegradable antibacterial nanostructured coatings on polypropylene substrates for reduction in hospital infections from high-touch surfaces. *Nanomaterials*. 2026;16(2):80.

DOI: <https://doi.org/10.3390/nano16020080>

## BIOHYDROGEN PRODUCTION FROM BIOWASTE: ASSESSMENT OF THE FLAMMABILITY OF BIOREACTORS GASEOUS MIXTURES

*Russo P, Lancia MC, Lauri R, Gottardo M, Valentino F.*

### SUMMARY

The European Union's 2030 strategy targets sustainable growth through a comprehensive circular economy framework, which includes the management of food waste. Within this context, the organic fraction of municipal solid waste represents a promising substrate for fermentative biofuel production. Dark fermentation stands out among biological hydrogen production methods for its practical advantages, including high hydrogen generation rates.

A significant safety concern in bio-H<sub>2</sub> (biohydrogen) systems is the potential formation of explosive atmospheres (ATEX zones) due to accidental leaks from process components. This study investigates a pilot-scale bioreactor producing bio-H<sub>2</sub> from organic waste, specifically evaluating the flammability characteristics, such as the lower flammability limit and laminar burning velocity of the resulting gaseous mixtures (containing H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>) under varying operational conditions.

### BREVE SINTESI

La produzione di idrogeno verde, sfruttando biomasse, come la frazione organica dei rifiuti solidi urbani, rappresenta una promettente alternativa all'elettrolisi dell'acqua. Questo processo può, però, generare atmosfere potenzialmente esplosive in caso di rilasci accidentali. L'articolo valuta le caratteristiche di infiammabilità della miscela gassosa, prodotta nel fermentatore e contenente H<sub>2</sub>.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Russo P, Lancia MC, Lauri R et al. Biohydrogen production from biowaste: assessment of the flammability of bioreactors gaseous mixtures. *J of Loss Prev in the Proc Ind.* 2026;102:1-9.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2026.105994>

## CROSS-SECTIONAL MULTICENTER BIOMONITORING STUDY ON GENOTOXICITY AND OXIDATIVE DNA DAMAGE IN ONCOLOGY HEALTHCARE WORKERS FROM SEVEN ITALIAN HOSPITALS

*Ursini CL, Di Gennaro G, Ciervo A, Buresti G, Gentile M, Di Basilio V, Maiello R, Fresegna AM, Beltramini S, Gaggero D, Rigamonti N, Maccari E, Zorzetto G, Bilancio MC, Baldo P, Maiolino P, Di Filippo P, Martinello V, Di Mattia A, Esposito C, Nardulli P, Laforgia M, Visconti MV, Vitali M, Omodeo-Salè E, Cavallo D.*

### SUMMARY

Cancer cases have been estimated that will increase in the next years with consequent increase of antineoplastic (AD) drug treatments and workers handling these hazardous chemicals. We aimed to evaluate genotoxic/oxidative effects of AD exposure by fpg comet assay on a large size sample of workers (214 exposed and 164 controls) involved in preparation; administration, including Hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) and pressurized intraperitoneal aerosol chemotherapy (PIPAC); and disposal. With the final aim to identify suitable early biomarkers of genotoxic effect useful to health surveillance, we correlated fpg-comet assay (blood) and Buccal Micronucleus Cytome (BM-Cyt) assay data. Fpg-comet parameters resulted higher in the exposed group vs. controls, demonstrating direct and oxidative DNA damage in workers handling ADs. Fpg-comet direct DNA damage and genotoxic parameters of BM-Cyt assay demonstrated a weak statistically significant correlation. This cross-sectional study is one of the few available evaluating both direct and oxidative DNA damage due to ADs on a large sample size of workers and correlating fpg-comet and BM-Cyt assay results. It highlights the need to evaluate genotoxic effects by both the biomarkers and furnishes a contribution to their validation. Moreover, we demonstrate for the first time oxidative DNA damage on workers performing HIPEC and PIPAC administration.

### BREVE SINTESI

Obiettivo dello studio è stato quello di identificare idonei biomarcatori di effetto precoce utili per valutare gli effetti genotossici e ossidativi dell'esposizione occupazionale a farmaci antineoplastici (FA). È stato utilizzato l'fpg-comet test e sono stati arruolati 214 esposti (preparatori, somministratori, inclusi quelli che somministrano FA mediante HIPEC e PIPAC e personale che smaltisce FA) e 164 controlli. Lo studio ha mostrato effetti genotossici e danno ossidativo al DNA nei lavoratori esposti. Inoltre, per la prima volta è stato valutato e trovato un effetto di tipo ossidativo al DNA sui lavoratori che effettuano HIPEC e PIPAC. Lo studio contribuisce alla validazione dell'fpg-comet assay.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Ursini CL, Di Gennaro G, Buresti G et al. Cross-sectional multicenter biomonitoring study on genotoxicity and oxidative DNA damage in oncology healthcare workers from seven Italian hospitals. *J Xenobiot.* 2026;16(1):12.

DOI: <https://doi.org/10.3390/jox16010012>

## **DROSOPHILA MELANOGASTER AS MODEL ORGANISM TO ASSESS BRAKE DUST TOXICITY BY A MULTI-PLATFORM APPROACH**

De Rosa M, Vaccarella E, Cerasti F, Lucchesi V, Marini F, Massimi L, Mastrantonio V, Sciubba F, Spagnoli M, Porretta D, Tiraboschi C, Canepari S.

### **SUMMARY**

Exposure to brake dust, a major non-exhaust traffic-related pollutant rich in potentially toxic elements (PTEs), represents a relevant global health concern. This study applied an innovative untargeted metabolomics approach in *Drosophila melanogaster* adults following larval exposure to brake dust. Larvae were reared under laboratory conditions on food containing brake dust at 75 or 750 mg/L, or unexposed (control). In adults, elemental accumulation was assessed by ICP-MS (25 elements) as an exposure marker, while metabolic effects were investigated by NMR-based metabolomics. Brake dust exposure led to significant accumulation of several PTEs (Bi, Cu, Fe, Sb, Sn, W) and caused a developmental delay at the highest concentration. Metabolomic analysis revealed a clear stress-related signature, characterized by reduced free amino acids, increased glutamine levels supporting antioxidant defenses, Krebs cycle impairment, and possible gut microbiota alterations. Overall, larval brake dust exposure induced persistent systemic metabolic changes in adults, highlighting the value of an integrated metallomics–metabolomics approach using *D. melanogaster* for particulate matter toxicological assessment.

### **BREVE SINTESI**

L'esposizione alle polveri dei freni, una componente rilevante delle emissioni non da scarico del traffico veicolare, rappresenta un importante rischio per la salute globale a causa dell'elevato contenuto di elementi potenzialmente tossici (PTE). Questo studio ha applicato un approccio innovativo di metabolomica untargeted in adulti di *Drosophila melanogaster* a seguito di esposizione larvale a polveri dei freni. Le larve sono state allevate in condizioni di laboratorio su un mezzo alimentare contenente polveri dei freni a 75 o 750 mg/L, oppure non esposte (controllo). Negli adulti, l'accumulo elementare è stato valutato mediante ICP-MS (25 elementi) come marker di esposizione, mentre gli effetti metabolici sono stati studiati tramite analisi NMR. L'esposizione ha determinato un significativo accumulo di vari PTE (Bi, Cu, Fe, Sb, Sn, W) e un ritardo dello sviluppo alla concentrazione più elevata. L'analisi metabolomica ha evidenziato una chiara risposta da stress, con riduzione degli amminoacidi liberi, aumento della glutammina a supporto delle difese antiossidanti, alterazioni del ciclo di Krebs e possibili modifiche del microbiota intestinale. Nel complesso, l'esposizione larvale ha indotto cambiamenti metabolici sistemici persistenti negli adulti, confermando l'utilità di un approccio integrato metallomica–metabolomica in *D. melanogaster* per la valutazione tossicologica del particolato.

### **CITAZIONE BIBLIOGRAFICA**

De Rosa M, Vaccarella E, Cerasti F et al. *Drosophila melanogaster* as model organism to assess brake dust toxicity by a multi-platform approach. *Environmental Pollution*. 2026;392(1):127661.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2026.127661>

## EXOACCEPT: A HOLISTIC INSTRUMENT TO ASSESS FACTORS INFLUENCING ACCEPTANCE OF OCCUPATIONAL EXOSKELETONS

*Elprama SA, Vannieuwenhuyze J, Wittens MMJ, Bram Vanderborght B, Ranavolo A, Varrecchia T, Chini G, Monica L, Anastasi S, Jacobs A.*

### SUMMARY

Even though many occupational exoskeletons exist, their adoption is still low. It is important to study which factors encourage adoption, such that appropriate measures can be taken, either by improving the design of occupational exoskeletons or by taking organizational measures such as setting company specific policies regarding the use of these devices. Although various questionnaires have been used to study the acceptance of occupational exoskeletons, these questionnaires either have a limited scope or are very extensive. The goal of this research was to develop a pragmatic and holistic instrument to assess the acceptance of occupational exoskeletons. The instrument is based on empirical data, survey data of 155 respondents, includes concepts from theory, and it is based on an existing framework of exoskeleton acceptance. Using a systematic approach based on exploratory factor analysis with survey data, 33 items were selected for the instrument representing 24 concepts. The ExoAccept instrument can be used by practitioners working with and/or in companies but also by researchers interested in evaluating subjective factors related to the acceptance of occupational exoskeletons.

### BREVE SINTESI

Sebbene esistano numerosi esoscheletri da lavoro, il loro utilizzo è ancora limitato. È importante studiare quali fattori ne favoriscano l'adozione, in modo da poter adottare misure adeguate, sia migliorando la progettazione degli esoscheletri da lavoro sia adottando misure organizzative quali la definizione di politiche aziendali specifiche relative all'uso di questi dispositivi. Sebbene siano stati utilizzati vari questionari per studiare l'accettazione degli esoscheletri da lavoro, tali questionari hanno una portata limitata o sono molto estesi. L'obiettivo di questa ricerca era sviluppare uno strumento pragmatico e olistico per valutare l'accettazione degli esoscheletri occupazionali. Lo strumento si basa su dati empirici, dati di un sondaggio condotto su 155 intervistati, include concetti teorici e si basa su un quadro di riferimento esistente relativo all'accettazione degli esoscheletri. Utilizzando un approccio sistematico basato sull'analisi fattoriale esplorativa dei dati del sondaggio, sono stati selezionati 33 item per lo strumento, che rappresentano 24 concetti. Lo strumento ExoAccept può essere utilizzato da professionisti che lavorano con e/o in aziende, ma anche da ricercatori interessati a valutare i fattori soggettivi relativi all'accettazione degli esoscheletri occupazionali.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Elprama SA, Vannieuwenhuyze J, Wittens MMJ et al. ExoAccept: a holistic instrument to assess factors influencing acceptance of occupational exoskeletons. *Appl. Ergon.* 2026;135:104735.

DOI: <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2026.104735>

## FROM FIELD TO LAB: EXPLORING THE PHYTOCHEMICAL POTENTIAL OF CALABRIAN SAFFRON (*CROCUS SATIVUS* L.) BIOWASTE

Patriarca A, Saccoccio M, Bortolami M, Toniolo C, Vicario G, Serafini I, Attisani A, De Rosa M, Spagnoli M, De Vita D et al.

### SUMMARY

Saffron (*Crocus sativus* L.) is widely cultivated for the spice obtained from the stigmas, while the remaining floral biomass is discarded as biowaste. Accessing the phytochemical composition of these residues could enable their valorization as a low-cost and sustainable resource for nutraceutical applications. In this context, a quantitative  $^1\text{H}$  NMR-based metabolite profiling approach, complemented by HPLC-DAD and LC-MS, was employed to comprehensively characterize saffron biowaste. A total of 40 metabolites were identified and quantified by NMR, including amino acids ( $611.1 \pm 36.5$  mg/100 g FW), carbohydrates ( $2,801.4 \pm 33.7$  mg/100 g FW), lipids ( $702.7 \pm 28.2$  mg/100 g FW), and saffron-specific compounds such as crocin ( $596.6 \pm 21.5$  mg/100 g FW), picrocrocin ( $1126.3 \pm 18.9$  mg/100 g FW), safranal ( $398.4 \pm 14.8$  mg/100 g FW), and crocetin ( $13.4 \pm 0.4$  mg/100 g FW). Targeted fractionation further allowed the identification of kaempferol 3-O-sophoroside ( $15.44 \pm 0.61\%$  w/w in dry ethanolic extract) and 3-hydroxy- $\gamma$ -butyrolactone. Overall, the results highlight the rich metabolite composition of saffron production waste and support its potential reuse as a valuable source of functional ingredients within a circular economy framework.

### BREVE SINTESI

Lo zafferano (*Crocus sativus* L.) è ampiamente coltivato per la spezia ottenuta dagli stimmi, mentre la restante biomassa floreale viene scartata come rifiuto biologico. L'accesso alla composizione fitochimica di questi residui potrebbe consentirne la valorizzazione come risorsa a basso costo e sostenibile per applicazioni nutraceutiche. In questo contesto, è stato impiegato un approccio di profilazione quantitativa dei metaboliti basato su  $^1\text{H}$  NMR, integrato con HPLCDAD e LCMS, per caratterizzare in modo completo i sottoprodotti della lavorazione dello zafferano. Un totale di 40 metaboliti è stato identificato e quantificato mediante NMR, includendo amminoacidi ( $611,1 \pm 36,5$  mg/100 g di peso fresco), carboidrati ( $2.801,4 \pm 33,7$  mg/100 g di peso fresco), lipidi ( $702,7 \pm 28,2$  mg/100 g di peso fresco) e composti specifici dello zafferano quali crocina ( $596,6 \pm 21,5$  mg/100 g di peso fresco), picrocrocina ( $1.126,3 \pm 18,9$  mg/100 g di peso fresco), safranale ( $398,4 \pm 14,8$  mg/100 g di peso fresco) e crocetina ( $13,4 \pm 0,4$  mg/100 g di peso fresco). Un successivo frazionamento mirato ha inoltre consentito l'identificazione del kaempferolo 3-O-soforoside ( $15,44 \pm 0,61\%$  p/p nell'estratto etanolicco secco) e del 3-idrossi- $\gamma$ -butirrolattone. Nel complesso, i risultati evidenziano la ricca composizione metabolica dei residui della produzione di zafferano e ne supportano il potenziale riutilizzo come preziosa fonte di ingredienti funzionali nell'ambito di un modello di economia circolare.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Patriarca A, Saccoccio M, Bortolami M et al. From field to lab: exploring the phytochemical potential of Calabrian saffron (*Crocus sativus* L.) biowaste. *Agronomy*. 2026;16:485.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy16040485>

## JOINT SIZE AND VELOCITY STATISTICS OF DROPLETS EXHALED WHILE SPEAKING, COUGHING, AND BREATHING

Grandoni L, Méès L, Grosjean N, Leuzzi G, Monti P, Pelliccioni A, Salizzoni P.

### SUMMARY

Human respiratory activities induce the exhalation of a cloud of air laden with droplets. These droplets can harbor pathogens and play a role in the transmission of infectious diseases. Experimentally determining the size and velocity of these droplets, along with the properties of the exhaled air cloud, is crucial for predicting their behavior postemission and developing effective strategies to mitigate infection transmission. Despite the efforts of the scientific community, there is still a lack of comprehensive characterization of exhaled droplet size distribution, with different studies yielding significantly varied results. Additionally, while several studies have measured airflow rate and velocity, droplet velocity is rarely measured and typically only within a limited size range. In this study, we use an enhanced version of the interferometric laser imaging for droplet sizing (ILIDS) technique to simultaneously measure the size and velocity of droplets exhaled by 23 volunteers during speaking, coughing, and breathing. This method allows us to detect droplet diameters as small as 2  $\mu\text{m}$ , extending the size range reported in the literature for the coupled measure of droplet size and velocity. The ILIDS technique addresses several issues encountered in previous studies by (i) directly measuring droplets larger than 20  $\mu\text{m}$ , (ii) conducting measurements close to the mouth to reduce droplet evaporation and dilution effects, and (iii) distinguishing between ambient air dust and exhaled droplets, eliminating the need for air filtration. Additionally, this study assesses the impact of protective masks on droplet size and velocity distributions, as well as the variability of the results among different volunteers and the same volunteers repeating the tests multiple times.

### BREVE SINTESI

Quando parliamo, tossiamo o respiriamo, rilasciamo nell'aria minuscole goccioline che possono trasportare virus. Capire quanto sono grandi queste gocce e con quale velocità si muovono è importante per ridurre il rischio di contagio. Questo studio utilizza una tecnica laser avanzata per misurare contemporaneamente dimensione e velocità delle goccioline emesse da volontari. Il metodo permette di osservare anche gocce molto piccole ed è più preciso rispetto a studi precedenti. La ricerca analizza inoltre l'effetto delle mascherine e mostra che i risultati possono variare da persona a persona.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Grandoni L, Méès L, Grosjean N et al. Joint size and velocity statistics of droplets exhaled while speaking, coughing, and breathing. *Phys. Rev. Fluids*. 2025;10:043102.

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevFluids.10.043102>

## OCCURRENCE OF TOXIGENIC FUNGI AND MYCOTOXINS IN PIG FEEDS: POTENTIAL IMPLICATIONS FOR WORKERS' EXPOSURE

Paba E, Mediati F, Montesanti IER, Chiominto A, Marcelloni AM, Samele P, Aiello R, Visaggio D, Visca P, Paci E, Criseo G, Romeo O, Gioffrè A.

### SUMMARY

The objective of the study was to assess the potential exposure of pig farmers to toxigenic fungi and mycotoxins by investigating their presence in feeds to understand whether these matrices may represent a source of release into the environment and pose an occupational health risk. Nine feed samples were collected from several intensive farms located in Southern Italy and analyzed through a multi-methodological approach. A total of 35 molds were isolated and *A. flavus* turned out to be the most frequently species, representing nearly 46% (16/35), followed by *A. niger* and *A. candidus*, each at 11.43%. Among the 16 *A. flavus* strains, 8 possessed all 5 key genes of the aflatoxin biosynthetic pathway but only 4 showed the true aflatoxigenic capacity as confirmed by HPLC/MS-MS analysis (AFB1 range: 0.52 – 1,030 µg/L). The most frequent mycotoxin was Ochratoxin A (OTA), occurring in 100% of the samples at mean concentration of 33.6 µg/kg while Fumonisin B1 (FB1) occurred in 97% of the feed samples at mean concentration of 247.1 µg/kg. Only one sample was contaminated by Aflatoxin B1 (5.84 µg/kg), classified as carcinogenic to humans. Our results confirm that feedstuffs can contribute to contamination of the work environment, and tasks involving their handling may represent critical procedures that expose personnel to airborne toxigenic fungi and mycotoxins.

### BREVE SINTESI

L'obiettivo dello studio, condotto presso allevamenti suinicoli intensivi ubicati nel Sud Italia, era quello di valutare se i mangimi possono rappresentare una fonte di accumulo e rilascio nell'ambiente di funghi tossigenici e micotossine e, di conseguenza, rappresentare un rischio per la salute occupazionale.

Il riscontro di ceppi fungini patogeni e produttori di aflatossine, classificate da IARC come cancerogene per l'uomo, evidenzia che tali matrici possono contribuire alla contaminazione dell'ambiente di lavoro e che le attività che ne comportano la manipolazione (es. distribuzione agli animali, carico/scarico nei silos) possono rappresentare procedure critiche esponendo il personale ad agenti patogeni e loro metaboliti per via inalatoria e/o per contatto.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Paba E, Mediati F, Montesanti IER et al. Occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in pig feeds: potential implications for workers' exposure. *Mycotoxin Res.* 2026;42:17.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12550-025-00632-y>

## PAPER-BASED LUMINESCENT FILTERS FOR SMART DETECTION OF NANOMATERIALS IN WORKPLACE EXPOSURE ASSESSMENTS

*Grigolon Capelo R, Sangaletti D, Monti E, Natale C, Sebastiani F, Ferrante R, Tombolini F, Boccuni F, Athanassiou A.*

### SUMMARY

The growing use of nanomaterials in industrial environments raises concerns about potential occupational health risks, highlighting the need for effective tools to detect and monitor worker exposure. In this work, we present paper-based luminescent sensors for airborne nanoparticle detection, based on cellulose filters functionalized with polyvinyl alcohol incorporating either carbon dots or water-soluble organic dyes. The photostability of the functionalized papers was systematically evaluated, showing that the LUWSBLUE1® (LB1) dye embedded in PVA exhibits superior stability compared to carbon dot-based systems. The sensing performance of LB1@PVA papers was assessed using different nanoparticles with sizes ranging from 5 to 500 nm, in powder form and under airborne dispersion. In all cases, nanoparticle exposure induced a local reduction of luminescence intensity, detectable by spectrofluorometry and visual inspection under UV light. Finally, the functionalized papers were integrated into an airborne monitoring system, demonstrating efficient and reliable collection of silica nanoparticles across the investigated size range. These results indicate that LB1@PVA paper sensors are promising low-cost and user-friendly tools for monitoring nanoparticulate pollutants in occupational settings.

### BREVE SINTESI

L'uso crescente di nanomateriali in ambito industriale richiede strumenti per monitorare l'esposizione dei lavoratori. Lo studio propone sensori luminescenti su carta (filtri di cellulosa con PVA e colorante LB1) che, a contatto con nanoparticelle aerodisperse (5 - 500 nm), mostrano una riduzione locale della luminescenza visibile anche sotto UV. Integrati in un sistema di campionamento, raccolgono efficacemente silice: soluzione economica e semplice.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Grigolon Capelo R, Sangaletti D, Monti E et al. Paper-based luminescent filters for smart detection of nanomaterials in workplace exposure assessments. *NanoImpact*. 2026;46:100620.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.impact.2026.100620>

## PINEWOOD BIOCHAR AS AN AFFORDABLE ADSORBENT FOR SHORT- AND MEDIUM-CHAIN PFAS REMOVAL FROM CONTAMINATED WATER

*Simonetti G, Di Filippo P, Pomata D, Riccardi C, Buiarelli F, Parisi S, Petrangeli Papini M, Senofonte M, Lorini L.*

### SUMMARY

The present paper investigates the adsorption performance of pinewood-derived biochars produced at two pyrolysis temperatures (850 °C, PW-A; 1,000 °C, PW-B), including sieved fractions (PW-A1 and PW-A2) and a functionalized variant (PW-C), for the removal of five short- and intermediate-chain PFASs (PFBA, PFBS, PFHxA, PFHxS, and GenX) from water under continuous-flow conditions. Adsorption behavior was evaluated using Freundlich and Hill isotherm models. The Hill model provided a superior fit for most PFAS-adsorbent systems, highlighting the importance of cooperativity effects, particularly for short-chain PFASs. In single-compound experiments, PFBS and GenX showed the highest adsorption capacities (up to 82.3 and 68.5 mg g<sup>-1</sup>), while PFBA and PFHxA exhibited the lowest. Among the tested materials, biochar produced at 1,000 °C (PW-B) consistently demonstrated the highest adsorption efficiency. Compared to activated carbon, PW-B showed comparable performance for PFBA, PFBS, PFHxA and PFHxS and significantly better performance for GenX. In mixed-PFAS systems, competitive effects reduced adsorption capacity and cooperativity. Sulfonic PFASs showed higher affinity than carboxylic PFASs, following the trend PFHxS > PFBS > PFHxA > PFBA. Overall, the results demonstrate that waste-derived biochar represents a low-cost and sustainable alternative for PFAS removal in realistic water-treatment scenarios, supporting scalable solutions aligned with global environmental goals.

### BREVE SINTESI

Il presente lavoro valuta la capacità adsorbente del biochar derivato da residui di legno di pino, prodotto a diverse temperature di pirolisi, per rimuovere PFAS a catena corta e intermedia da acque superficiali. Sono state studiate le isoterme di adsorbimento mediante i modelli di Freundlich e Hill evidenziando effetti non trascurabili di cooperatività. Il biochar ottenuto da pirolisi a 1.000 °C ha mostrato la migliore efficienza per tutti i PFAS esaminati e superando, in alcuni casi, anche le prestazioni del carbone attivo. Il biochar sembra essere una soluzione sostenibile e conveniente per il trattamento delle acque.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Simonetti G, Di Filippo P, Pomata D et al. Pinewood biochar as an affordable adsorbent for short- and medium-chain PFAS removal from contaminated water. *Molecules*. 2026;31(7):1100.

DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules31071100>

## SAFE USE OF LASER TECHNOLOGY AMONG ITALIAN DENTISTS: IDENTIFICATION OF CRITICAL ISSUES VIA QUESTIONNAIRE/CHECKLIST

*Diano M, Fazio E, Bogi A, Tirabasso A, Longo L, Contessa GM, Mariconte M, Giliberti C.*

### SUMMARY

The use of lasers in dentistry has progressively increased, thanks to their selective and minimally invasive clinical benefits.

However, the highly energetic nature of laser radiation poses significant health and safety risks, requiring the implementation of specific preventive and protective measures. This study aims to identify critical issues related to the use of laser devices in dental practice, with a particular focus on the level of awareness and actual implementation of safety measures by practitioners. With this goal, a questionnaire/checklist was developed and administered to 54 Italian dentists, aiming to investigate their knowledge, adopted practices, and risk perception associated with laser use. The results highlight the need to promote certified training programs and more rigorous risk management strategies to ensure technically effective and safe use of laser technology in dentistry.

### BREVE SINTESI

Lo studio analizza la sicurezza nell'uso dei laser tra 54 dentisti italiani, tramite un questionario mirato a valutare conoscenze, pratiche operative e percezione del rischio. I laser, sempre più diffusi in odontoiatria, richiedono misure stringenti per prevenire danni oculari, cutanei e rischi indiretti. I risultati evidenziano gravi carenze: molti operatori non conoscono la classe del laser utilizzato, sottovalutano le procedure obbligatorie e non adottano dispositivi essenziali (cartelli luminosi, gestione superfici riflettenti, controlli pre-uso, manutenzione). Solo la formazione specifica mostra un impatto significativo sulla compliance, migliorando consapevolezza e corretto uso di DPI e procedure. I risultati mostrano che la sicurezza laser in odontoiatria è insufficiente e che programmi formativi certificati e gestione strutturata del rischio sono indispensabili per proteggere operatori e pazienti.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Diano M, Fazio E, Bogi A et al. Safe use of laser technology among Italian dentists: identification of critical issues via questionnaire/checklist. *Eur Phys J Plus.* 2026;141:252.

**DOI: <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-026-07476-0>**

## SMART INDUSTRIAL SAFETY IN HIGH-NOISE ENVIRONMENTS USING IOT AND AI

*Bramanti A, Catarinucci L, Cotardo M, Del Sorbo R, Giliberti C, Jan M, Landi L, Mariconte R, Montanaro T, Paolucci F, Patrono L, Rollo D, Salzano FA, Sergi I.*

### SUMMARY

This paper presents a smart industrial safety system that integrates Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) and is based on intelligent hearing protection devices to selectively attenuate hazardous industrial noise while preserving human speech and reproduce targeted audio notifications to workers near malfunctioning or hazardous machinery. A real-time voice activity detection (VAD) model is employed to distinguish vocal components from background noise to adaptively control digital signal processing filters. Furthermore, indoor localization enables the delivery of targeted audio messages to workers in proximity to relevant events. Experimental evaluations on embedded hardware demonstrate that the selected VAD model operates well within real-time constraints and effectively supports dynamic noise filtering. Objective evaluation of the filtering stage using Mean Opinion Score (MOS), signal-to-noise ratio (SNR), and Harmonics-to-Noise Ratio (HNR) shows consistent quality improvements across all tested conditions, with MOS gains up to +118%, SNR increases between +10.4 and +29.0 dB, and HNR improvements up to +6.22 dB, indicating enhanced speech intelligibility and preservation of voice harmonic structure even under high-noise scenarios. Robustness validation of the VAD module across varying acoustic conditions confirms reliable speech detection performance, achieving perfect classification at +10 dB SNR, very high accuracy at 0 dB (98.3%, ROC AUC 0.998), and stable operation even at -7 dB SNR (79.8% accuracy, ROC AUC 0.878). The proposed architecture achieves a balanced trade-off between hearing protection and speech intelligibility while enhancing the effectiveness of safety communications in noisy industrial environments.

### BREVE SINTESI

Viene presentato un sistema intelligente di sicurezza industriale che integra tecnologie IoT e AI e si basa su dispositivi smart di protezione dell'udito per attenuare selettivamente il rumore preservando al contempo la voce umana e riproducendo notifiche audio mirate per i lavoratori in prossimità di macchinari malfunzionanti o pericolosi. Viene impiegato un modello di rilevamento dell'attività vocale (VAD) in tempo reale per distinguere le componenti vocali dal rumore di fondo e controllare in modo adattivo i filtri di elaborazione del segnale digitale. Con la localizzazione indoor è consentita la trasmissione di messaggi audio mirati ai lavoratori nelle vicinanze degli eventi rilevanti.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Bramanti A, Catarinucci L, Cotardo M et al. Smart industrial safety in high-noise environments using IoT and AI. *Electronics*. 2026;15(6):1311.

DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics15061311>

## STUDYING BIOSORPTION MATERIALS FOR WATER PFAS REMOVAL IN A FLOW-THROUGH CONFIGURATION

*Senofonte M, Simonetti G, Cerra S, Parisi S, Blal N, Buiarelli F, Di Filippo P, Pettiti I, Fratoddi I, Riccardi C, Petrangeli Papini M, Lorini L.*

### SUMMARY

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are persistent pollutants of global concern due to their strong C–F bonds and exceptional resistance to degradation, which make their removal challenging. Conventional treatment methods such as reverse osmosis, nanofiltration, and activated carbon adsorption often show low efficiency for long-chain PFAS and require high operational costs. This study investigates a sustainable adsorption strategy using pinewood-derived biochar (PW) produced at 850 °C and 1,000 °C, with varying particle sizes and including surface functionalization by cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). Adsorption experiments were performed in a continuous flow reactor (CSTR) to ensure reproducibility, effective phase separation, and dynamic flow conditions. CTAB-functionalized PW biochar exhibited enhanced adsorption capacity compared to unmodified biochar and comparable performance to commercial activated carbon in long-chain PFAS removal. The use of pinewood residues as a feedstock demonstrates a valorization pathway for industrial and forestry by-products, aligning with circular economy principles and sustainable waste management. Overall, the study highlights engineered biochar as an efficient, low-cost, and environmentally friendly alternative to conventional adsorbents, offering a promising solution for PFAS remediation that integrates pollutant removal with resource recovery.

### BREVE SINTESI

Lo studio valuta l'utilizzo del biochar ottenuto dalla pirolisi di residui di pino per la rimozione mediante adsorbimento dei PFAS dall'acqua. In particolare, il biochar soprattutto se funzionalizzato con CTAB, si è dimostrato molto efficace nell'adsorbire PFAS dall'acqua, raggiungendo prestazioni simili a quelle del carbone attivo commerciale. Pertanto, il processo proposto offre una valida alternativa agli adsorbenti convenzionali, integrando, inoltre, la rimozione degli inquinanti con il recupero di risorse. Infatti, l'utilizzo di residui di pino rappresenta una soluzione sostenibile, economica e in linea con i principi dell'economia circolare, poiché valorizza sottoprodotti industriali e forestali.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Senofonte M, Simonetti G, Cerra S et al. Studying biosorption materials for water PFAS removal in a flow-through configuration. *New Biotech.* 2026;91:100-9.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2025.11.011>

## TARGETING HGF/MET AND CXCL1/CXCR2 AXES BYPASSES RESISTANCE TO KRAS<sup>G12C</sup> INHIBITORS IN NSCLC

Cavazzoni A, Pagano Mariano M, Palladini A, Digiacomo G, La Monica S, Bonelli M, Galetti M, Pace I, Roncarati R, Giovannetti E, Aretini P, Minari R, Treccani M, Pluchino M, Lagrasta CA, Angelicola S, Mazzaschi G, Bordi P, Gelsomino F, Agustoni F, Petronini PG, Tiseo M, Ferracin M, Alfieri R.

### SUMMARY

**Background:** Resistance to KRAS<sup>G12C</sup> inhibitors sotorasib and adagrasib, approved for KRA<sup>SG12C</sup>-mutant advanced Non-Small Cell Lung Cancer (NSCLC), involves multiple subclonal events, raising significant concerns about overcoming the resistant phenotype. Cytokines, chemokines, and growth factors are key mediators of drug resistance and targeting their signaling pathways is an emerging strategy in cancer therapy.

**Methods:** We generated cell clones from KRAS<sup>G12C</sup>-mutated NSCLC cells treated with KRAS inhibitors and cell cultures from a sotorasib-resistant patient-derived xenograft (PDX). Gene mutations and changes in gene expression were evaluated using NGS, RNAseq. The mRNA and protein levels encoded by the Hepatocyte Growth Factor (HGF) and CXCL1 genes were quantified using RT-PCR and ELISA assay. The effect of drug combination was obtained by the Sulforhodamine-B assay and analyzed by Combenefit Software. Cell death was detected by Annexin-V assay. Cell signaling and epithelial-to-mesenchymal transition were evaluated by Western blotting.

**Results:** NSCLC cell clones and PDX cell cultures with acquired and intrinsic resistance to KRAS<sup>G12C</sup> inhibitors exhibited elevated levels of CXCL1 and HGF expression and secretion, with activation of CXCR2 and c-MET signalling pathways. The combination of CXCR2 and c-MET inhibitors led to synergistic inhibition of cell growth and reduced cell viability by inhibiting the ERK1/2 and AKT signalling pathways. This combination also reversed EMT and induced apoptosis in sotorasib- and adagrasib-resistant clones, regardless of the genetic alterations responsible for resistance.

**Conclusions:** CXCL1/CXCR2 and HGF/c-MET may represent compensatory pathways that sustain proliferation and survival in resistance to KRAS<sup>G12C</sup> inhibitors. The simultaneous blockade of these signals may offer a novel strategy for bypassing resistance.

### BREVE SINTESI

Lo studio analizza nuovi meccanismi di resistenza terapeutica nel carcinoma polmonare legati all'attivazione di vie infiammatorie (CXCL1/CXCR2) e di crescita cellulare (HGF/MET). I risultati rafforzano il legame tra infiammazione, microambiente tumorale e progressione della malattia.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Cavazzoni A, Pagano Mariano M, Palladini A et al. Targeting HGF/MET and CXCL1/CXCR2 axes bypasses resistance to KRAS<sup>G12C</sup> inhibitors in NSCLC. Lung Cancer. 2026;213:108939.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2026.108939>

## THE RESISTOME BRIDGE BETWEEN LIVESTOCK AND WORKERS: NOVEL FRAMEWORKS FOR EARLY DETECTION AND MONITORING OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE

*Vivarelli S, De Francesco C, Paba E, Giambò F, Fenga C.*

### SUMMARY

Antimicrobial resistance (AMR) poses a critical threat to global health, driven by the extensive use of antibiotics in both human medicine and livestock production. In the context of the One Health framework, this review investigates the role of the gut microbiome and resistome, which represents the collection of antimicrobial resistance genes (ARGs), within livestock and among occupationally exposed workers. Intensive farming practices often involve routine, subtherapeutic antibiotic use, fostering antibiotic-resistant bacteria (ARB) in the gastrointestinal tract of animals. These ARB and ARGs are excreted into the environment, contributing to resistance spread through mobile genetic elements. From a Planetary Health perspective, this environmental dissemination reflects how human-driven livestock practices can perturb ecosystems, creating global health risks that link animal, human, and environmental well-being. Human exposure, particularly among farm workers and veterinarians, raises significant concerns about zoonotic transmission of pathogens and, potentially, ARB. Novel advances in metagenomic and metatranscriptomic technologies enhanced our understanding of gut microbial communities and their resistomes, revealing overlaps in ARG profiles between animals and livestock workers. These technologies also support the development of novel microbiome-targeted strategies, including prebiotics, probiotics, food supplementation and workplace-improvement strategies, aimed at reducing antimicrobial use and restoring healthy microbiome balance. The review also highlights the importance of integrated surveillance and cross-sectoral collaboration to monitor and control AMR transmission. Understanding the ecological dynamics of the gut resistome in livestock systems is essential for designing effective interventions that safeguard both animal and human health.

### BREVE SINTESI

La revisione mira ad approfondire le attuali conoscenze circa il rapporto tra comunità microbiche intestinali e geni di resistenza agli antibiotici negli animali da allevamento e nei lavoratori esposti, le informazioni scaturite dagli studi metagenomici sulla composizione del resistoma intestinale e la misura con cui le caratteristiche del resistoma sono condivise tra animali e uomo. La revisione sottolinea l'importanza di monitorare la trasmissione della resistenza agli antibiotici negli insediamenti zootecnici attraverso una sorveglianza integrata e una collaborazione intersettoriale.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Vivarelli S, De Francesco C, Paba E et al. The resistome bridge between livestock and workers: novel frameworks for early detection and monitoring of antimicrobial resistance. *Front. Public Health.* 2026;14:1746385.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2026.1746385>

## **TUMORI PROFESSIONALI: QUESTIONI APERTE E PROSPETTIVE IN TEMA DI RICERCA EPIDEMIOLOGICA, SORVEGLIANZA, EMERSIONE E STRUMENTI DI PREVENZIONE**

*Binazzi A, Catelan C, Gariazzo C, Marinaccio A, Massari S, Mensi C (a cura di).*

### **SUMMARY**

Occupational cancers are neoplasms caused or promoted by workplace exposure to carcinogens, whose epidemiological surveillance is essential for prevention and the protection of workers' health. The volume presents findings from the BRiC BEST and SEpra projects, adopting an integrated approach to the complexity of occupational carcinogenesis. Contributions range from the use of artificial intelligence and advanced risk analysis methods to the study of occupational cancers using health, administrative, and territorial data. Substantial attention is also devoted to mesothelioma, addressing epidemiological, classificatory, communicative, and psychosocial aspects. Lastly, also the challenges in reconstructing exposure and establishing causal links are discussed.

### **BREVE SINTESI**

La sorveglianza epidemiologica dei tumori professionali costituisce un elemento cruciale per la prevenzione, la tutela della salute e la protezione sociale dei lavoratori. L'ampio spettro di neoplasie che possono essere correlate al lavoro e la complessità dei meccanismi eziopatogenetici rendono indispensabile un approccio integrato. In questo quadro, si inseriscono i progetti BEST e SEpra, cofinanziati nell'ambito dei bandi di ricerca in collaborazione (BRiC) di cui questo volume riferisce alcuni risultati. Con riferimento al progetto BEST i contributi riguardano: l'applicazione di metodi di intelligenza artificiale per la consultazione sistematica della letteratura scientifica; la stima dei rischi di decesso per tumore per settore economico di attività; l'analisi dei rischi occupazionali per le coorti residenziali del Lazio; i metodi di ricerca attiva dei casi attraverso l'integrazione dei dati sanitari con gli archivi amministrativi e previdenziali in Regione Lombardia. Con riferimento al progetto SEpra i contributi riguardano: il tema della comunicazione tra ricercatori e attori sociali; il tema dei profili di sofferenza psicologica negli ammalati di mesotelioma e nei caregiver; le analisi di mortalità a livello comunale per mesotelioma, identificando, alcune aree definite ad alto rischio; la revisione della classificazione nosologica dei casi di mesotelioma e della classificazione dell'esposizione ad amianto, con l'aggiornamento del manuale dei settori di esposizione; il tema della difficoltà nella ricostruzione dell'esposizione e nel passaggio dall'analisi anamnestica all'identificazione dei nessi causali.

### **CITAZIONE BIBLIOGRAFICA**

Binazzi A, Catelan C, Gariazzo C, a cura di. Tumori professionali: questioni aperte e prospettive in tema di ricerca epidemiologica, sorveglianza, emersione e strumenti di prevenzione. *Epidemiol Prev.* 2026;50(1 Suppl 1):1-88.

**DOI: <https://doi.org/10.19191/EP26.1.S1.010>**

## UNVEILING THE METABOLIC FINGERPRINT OF OCCUPATIONAL EXPOSURE IN CERAMIC MANUFACTORY WORKERS

*De Rosa M, Canepari S, Tranfo G, Giampaoli O, Patriarca A, Smolinska A, Marini F, Massimi L, Sciubba F, Spagnoli M.*

### SUMMARY

In this study, for the first time urinary NMR-based metabolomics was applied to investigate the physiological alterations associated with occupational exposure in ceramic manufacturing workers. Multivariate analysis revealed a distinctive metabolic signature with exposure, characterized by a depletion of both aliphatic and aromatic amino acids and a concomitant accumulation of branched-chain amino acid catabolites. Alterations in tricarboxylic acid (TCA) cycle intermediates, including citrate and succinate, suggest an involvement of mitochondrial energy metabolism, reflecting adaptive responses to oxidative stress and increased protein turnover. Notably, glycine levels were found increased, consistent with its central role in antioxidant defense and xenobiotic detoxification. Furthermore, changes in urinary host-microbiome co-metabolites, such as 4-hydroxyphenylacetate and phenylacetyl-glycine, indicate the potential modulation of gut microbial activity in response to occupational exposure. While limited by the small cohort, this study demonstrates the feasibility of NMR-based urinary metabolomics for the non-invasive biomonitoring of workers and suggests its potential as a useful tool for detecting subtle metabolic perturbations associated with complex occupational exposures.

### BREVE SINTESI

In questo studio, per la prima volta, la metabolomica urinaria basata su NMR è stata applicata per indagare le alterazioni fisiologiche associate all'esposizione occupazionale nei lavoratori dell'industria ceramica. L'analisi multivariata ha rivelato una distinta firma metabolica associata all'esposizione, caratterizzata da una deplezione sia degli amminoacidi alifatici sia di quelli aromatici e da un concomitante accumulo dei cataboliti degli amminoacidi a catena ramificata. Le alterazioni degli intermedi del ciclo dell'acido tricarbossilico (TCA), inclusi citrato e succinato, suggeriscono il coinvolgimento del metabolismo energetico mitocondriale, riflettendo risposte adattative allo stress ossidativo e a un aumentato turnover proteico. In particolare, i livelli di glicina risultano aumentati, in accordo con il suo ruolo centrale nei meccanismi di difesa antiossidante e di detossificazione degli xenobiotici. Inoltre, le variazioni dei co-metaboliti urinari ospite-microbioma, quali 4-idrossifenilacetato e fenilacetilglutammina, indicano una possibile modulazione dell'attività del microbiota intestinale in risposta all'esposizione occupazionale. Sebbene limitato dalla ridotta numerosità del campione, questo studio dimostra la fattibilità della metabolomica urinaria basata su NMR per il biomonitoraggio non invasivo dei lavoratori e ne suggerisce il potenziale come strumento utile per individuare sottili perturbazioni metaboliche associate a esposizioni occupazionali complesse.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

De Rosa M, Canepari S, Tranfo G et al. Unveiling the metabolic fingerprint of occupational exposure in ceramic manufactory workers. *Toxics*. 2026;14:56.

DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics14010056>

## URINARY METABOLOMICS AS A WINDOW INTO OCCUPATIONAL EXPOSURE: THE CASE OF FOUNDRY WORKERS

*De Rosa M, Canepari S, Tranfo G, Giampaoli O, Patriarca A, Smolinska A, Marini F, Massimi L, Sciubba F, Spagnoli M.*

### SUMMARY

Foundries represent complex exposure scenarios where metals, particulate matter, and combustion by-products coexist, posing potential cumulative biological effects.

Urinary metabolic profiles from 64 foundry workers and 78 residents living in surrounding areas were investigated using multivariate statistical modeling.

Differences in urinary metabolite patterns were observed between the two groups, including lower levels of several amino acids (e.g., valine, alanine, tyrosine, and tryptophan) and tricarboxylic acid intermediates (e.g., citrate and succinate), together with higher levels of selected branched-chain amino acid catabolites (e.g., 3-hydroxyisobutyrate and erythro-2,3-dihydroxybutyrate) in workers.

Variations in gut microbiota-related metabolites, such as phenylacetylglycine and p-cresol sulphate, were also detected.

Based on these metabolic patterns, potential molecular mechanisms related to energy metabolism, oxidative stress and host-microbiome interaction are discussed as interpretative hypotheses.

The comparison between workers and residents was interpreted, taking into account differences in demographic and lifestyle characteristics between groups.

Overall, the results indicate that occupational exposure in foundries is associated with measurable differences in urinary metabolic profiles, demonstrating that the applied NMR-based metabolomic strategy is capable of capturing early biological effects and supporting its potential as a non-invasive and holistic biomonitoring tool for evaluating the health impact of complex occupational exposures.

### BREVE SINTESI

Le fonderie presentano esposizioni complesse. In 64 lavoratori e 78 residenti, la metabolomica urinaria NMR ha evidenziato differenze: riduzione di amminoacidi e intermedi energetici, aumento di cataboliti BCAA e metaboliti del microbiota, indicando effetti biologici da esposizione occupazionale.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

De Rosa M, Canepari S, Tranfo G et al. Urinary metabolomics as a window into occupational exposure: the case of foundry workers. *J. Xenobiot.* 2026;16:14.

DOI: <https://doi.org/10.3390/jox16010014>

## WORK AND WOMEN'S SACRAL SPINE ACUTE INJURIES: AN UNDERESTIMATED RISK

*Giliberti C, Salerno S.*

### SUMMARY

Spine is the third most commonly injured anatomical region among Italian working women, after upper and lower limbs. No studies on sacral spine work-related injuries were found, although they represent a 'silent epidemic' for general population, producing severe disabilities among women.

The aim of this study is to analyze sex/gender differences in compensated work-related sacral spine injuries in mainly female-dominated work sectors, using data from the Inail database in the last five years, in selected work sectors. The statistical analysis was performed as Incidence Rate Ratio (IRR) and Odds Ratio (OR) ( $p < 0,05$ ). Sacral spine work-related lesions such as bruises, dislocations and fractures were analyzed per sex/gender and work sectors.

Women showed a statistically significant IRR for sacral spine work-related injuries in all the analyzed work sectors (IRR 2.22; CI95 % 2.11 - 2.34), especially in Catering, Cleaning and Trade. Women suffered more sacral fractures than men (OR 1.28; CI95 % 1.14 - 1.44), especially in Manufacturing (OR 1.47; CI95 % 1.08 - 1.99), where women are mainly employed in food processing. The role of work falls is discussed, together with the need of an intersectional ergonomic approach to prevent this underestimated risk among women.

### BREVE SINTESI

Lo studio analizza gli infortuni lavorativi al sacro in Italia negli anni 2017 – 2021. Le donne mostrano un rischio più che doppio degli uomini (IRR 2,22) e più fratture al sacro (OR 1,28). I settori più colpiti sono ristorazione, pulizie, commercio e manifattura. Le cadute a bassa energia, soprattutto su pavimenti scivolosi, sono la probabile causa. Lo studio evidenzia la necessità di applicare una prevenzione ergonomica orientata al genere, con un approccio intersezionale.

### CITAZIONE BIBLIOGRAFICA

Giliberti C, Salerno S. Work and women's sacral spine acute injuries: an underestimated risk. *Int J Ind Ergon.* 2026;111:103869.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2025.103869>

## **YEASTS AS BIORESOURCES FOR PESTICIDES BIOREMEDIATION: A COMPREHENSIVE REVIEW OF THE CURRENT STATUS AND FUTURE PROSPECTS**

*Emili F, Spinelli V, Ceci A, Davolos D, Persiani AM.*

### **SUMMARY**

The extensive use of pesticides has played a crucial role in increasing agricultural productivity and addressing global food demand. However, their widespread application has led to significant environmental and human health concerns. Pesticide residues are frequently detected in soil, water and air, where they can persist for decades, accumulate in food chains, and interfere with natural environmental processes. Traditional remediation methods are often costly and inefficient, determining an increase of interest in more sustainable alternatives. In this context, bioremediation using microorganisms has gained attention, with yeasts, showing particular potential due to their metabolic versatility, ability to tolerate extreme environmental conditions, and ability to degrade a wide range of pesticides. This comprehensive review provides an overview of the current state of research on yeast-based pesticide bioremediation, highlighting the most effective ecotypes, the current known degradation mechanisms and the emerging research lines aimed at progressively guiding this knowledge toward future field applications.

### **BREVE SINTESI**

L'uso estensivo di pesticidi nei suoli agricoli solleva crescenti preoccupazioni per la loro tossicità e persistenza. Tra i metodi di bonifica, il biorisanamento tramite microrganismi rappresenta un'opzione sostenibile grazie alla loro capacità di degradare diversi pesticidi. Questa review fornisce una panoramica delle linee di ricerca emergenti verso future applicazioni sul campo, con attenzione agli approcci omici per valutare la biosicurezza dei microrganismi.

### **CITAZIONE BIBLIOGRAFICA**

Emili F, Spinelli V, Ceci A et al. Yeasts as bioresources for pesticides bioremediation: a comprehensive review of the current status and future prospects. *Fungal Biol.* 2026;130(2):101736.

**DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2026.101736>**



Inail

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale

Via Fontana Candida 1, 00078 Monte Porzio Catone (RM)

[www.inail.it](http://www.inail.it)