

Strategia antimicrobica

Il dipartimento R&D di OCRIM ha messo in pratica il sistema per combattere le contaminazioni all'interno del mulino

I cereali che arrivano all'impianto molitorio, contengono una serie di contaminazioni che vengono classificate in tre categorie principali: fisiche, chimiche e biologiche. Nella classe delle contaminazioni biologiche troviamo anche microrganismi patogeni come *E. coli*, *Salmonella* e funghi produttori di micotossine. Questi organismi sono presenti naturalmente nell'ambiente in cui vengono coltivati i cereali, ma diversi fattori ne possono variare la concentrazione fino a diventare una minaccia per la salute umana. La pulizia dei cereali, che comporta l'eliminazione di queste contaminazioni prima della macinazione, è un processo essenziale per la produzione delle farine. Nel tempo, molte macchine sono state sviluppate per rimuovere le contaminazioni fisiche come pietre e paglie o altri contaminanti biologici, come insetti e semi di altre piante. Tuttavia, quando si tratta di microrganismi aventi quindi dimensioni estremamente ridotte, diventa molto difficile sia l'identificazione che la rimozione. Inoltre, poiché la quantità di microrganismi sulla superficie dei cereali può variare tra i vari lotti che arrivano al mulino, si possono avere fenomeni di cross-contaminazione. In questi casi, lotti che inizialmente erano privi di microrganismi patogeni, possono essere contaminati da batteri e funghi presenti in lotti macinati in precedenza. Questi ultimi, infatti, possono lasciare dei residui contenenti microrganismi che, potendosi replicare, creano nuove fonti di contaminazione all'interno del mulino. La riduzione e l'eliminazione dei microrganismi all'interno del mulino può essere gestita utilizzando diverse strategie. La prima è quella di rimuovere meccanicamente dalla superficie i microrganismi mediante una pulitura intensiva o una decorticazione. Un altro metodo è quello di ridurre drasticamente la concentrazione microbica utilizzando elevate temperature, sostanze chimiche (come ad esempio ozono e cloro) oppure radiazioni, in diverse fasi del processo di macinazione. La terza strategia di controllo è quella di ridurre le cross-contaminazioni evitando la proliferazione dei microrganismi e quindi bloccando

la formazione di nuove fonti di inoculo nel mulino. Il team di ricerca e sviluppo di OCRIM in collaborazione con l'Università di Parma, ha investigato in dettaglio quest'ultima strategia per sviluppare un prodotto innovativo per il mulino.

L'esperienza che OCRIM ha maturato nei suoi 70 anni di attività, come costruttore e manutentore di mulini in tutto il mondo, ha portato alla caratterizzazione di quelle zone in cui si possono verificare fenomeni di cross-contaminazione. Infatti, sebbene in teoria, l'attività dell'acqua nell'impianto di macinazione non sia ottimale per la crescita di microrganismi, determinate condizioni possono creare microambienti ideali per il loro sviluppo. L'obiettivo della ricerca è stato quello di contrastare la formazione di questi microambienti e quindi di bloccare la propagazione dei microrganismi.

Nell'industria alimentare è largamente diffuso l'uso di materiali antimicrobici che posizionati in zone strategiche degli impianti, come ad esempio la zona di confezionamento, bloccano la diffusione dei microrganismi. Allo stesso modo OCRIM ha voluto trasferire questa tecnologia all'interno degli impianti molitori partendo dalla zona di setacciatura delle farine. Pertanto, si è considerata la possibilità di costruire stacci contenenti un composto antimicrobico che contrasta la formazione di muffe e batteri all'interno dei plansifters. Una parte fondamentale della ricerca è stata quella di trovare il materiale adatto per costruire gli stacci che unisse all'attività antimicrobica la compatibilità con gli alimenti, una lunga durata e un'ottima affidabilità meccanica.

Il team R&D di OCRIM è riuscito ad identificare un nuovo materiale composito, conforme all'utilizzo alimentare, che contiene un ingrediente antimicrobico che può essere utilizzato in impianti di macinazione dei cereali. Questa sostanza è intrappolata all'interno del materiale stesso, pertanto non viene rilasciata nella farina durante la stacciatura e non interferisce con le caratteristiche reologiche e funzionali della farina stessa. L'antimicrobico è attivo sulla superficie degli stacci, ma, essendo presente anche all'interno del materiale, ha il vantaggio che non si consuma nel tempo e la sua efficacia si mantiene per tutto l'utilizzo degli stacci.

Questo nuovo materiale è stato certificato per la sua attività antibatterica verso alcuni patogeni umani come *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* e *Staphylococcus aureus*, secondo il metodo AATCC 100 modificato e per verificare più in dettaglio la sua

potenzialità sono stati eseguiti anche test ISO 16869: 2008 e ISO 846: 1997. I risultati dimostrano che questo materiale ha un effetto fungistatico e che è immune all'attacco di funghi e batteri. Pertanto, i nuovi stacci sono in grado di arrestare la crescita di batteri e muffe all'interno dei plansifters. Dal momento che sui cereali sono presenti anche funghi produttori di micotossine, per essere sicuri che l'effetto antimicrobico si estendesse anche a questi particolari microrganismi i test ISO 16869: 2008 e ISO 846: 1997 sono stati effettuati anche utilizzando ceppi di *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum* e *Penicillium verrucosum*. Questi tre funghi sono in grado di produrre rispettivamente aflatoxine B1 e G1, DON, ZEN e ocratoxina A. L'attività fungistatica si è dimostrata efficace anche su questi ceppi fungini, garantendo una protezione anche contro quei microrganismi che sviluppandosi nei plansifter potrebbero produrre micotossine e rilasciarle nelle farine.

L'attività di ricerca ha messo a confronto il nuovo materiale con i materiali che tradizionalmente vengono utilizzati per produrre gli stacci come ad esempio il legno. A questo proposito sono stati effettuati gli stessi test ISO anche su legno multistrato. Come mostrato nell'immagine (test microbiologico), dischetti dei due materiali (legno sulla sinistra e nuovo materiale sulla destra) sono stati disposti su un substrato contenente microrganismi. Dopo due settimane si nota che sopra ed attorno al campione di legno sono cresciute colonie microbiche (punti neri nell'immagine di sinistra), mentre nulla è cresciuto sul campione di materiale antimicrobico. Questo indica che il nuovo materiale è più efficace nel contrastare la crescita microbica rispetto al tradizionale legno. Pertanto, la sostituzione dei vecchi setacci con i nuovi contenenti l'antimicrobico fa sì che non si vengano più a formare quei microambienti ideali per lo sviluppo di batteri e muffe all'interno dei plansifters.

Affinché il nuovo materiale potesse essere utilizzato nella costruzione degli stacci, sono state testate le sue caratteristiche meccaniche. Varie prove, eseguite in diversi impianti molitori, hanno dimostrato che i nuovi stacci con attività antimicrobica sono affidabili e resistenti. Inoltre, grazie anche a nuove tecnologie produttive, possono essere utilizzati in tutti i modelli di plansifters. Questa flessibilità, consentirà a qualsiasi impianto di poter aggiornare le proprie macchine con i nuovi stacci antimicrobici.

Questo studio in collaborazione con l'Università di Parma ha consentito a OCRIM di poter sviluppare un nuovo prodotto che consente di bloccare la proliferazione microbica all'interno dei plansifters e di evitare fenomeni di cross-contaminazioni tra diversi lotti di cereali, senza alterare le caratteristiche della farina e mantenendo un elevato standard qualitativo. OCRIM attualmente sta utilizzando questo nuovo materiale antimicrobico per produrre stacci, ma si stanno effettuando ulteriori ricerche per utilizzare questa tecnologia anche in altre aree strategiche degli impianti di macinazione per aumentare l'efficacia antimicrobica all'interno del mulino.

Autori

Dott.ssa Simona Digiumi

PhD - Assegnista di Ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Parma

Ing. Emanuele Bigna

Direttore di Produzione e Direttore Ricerca e Sviluppo, OCRIM SpA

Anti-microbial strategy

When cereals arrive to the milling plant, they carry a series of contaminations that can be divided into three main classes: physical, chemical and biological. The third class of biological contaminations may contain human pathogen microorganisms like *E. coli*, *Salmonella* and mycotoxin producing fungi. These organisms are naturally present in the environment where the cereals grow and several factors can increase their concentration leading to a threat to human health. The first step of the milling process is actually the elimination of these contaminations. The cleaning of cereal prior milling is therefore an essential step of the flour production. In time, many machines have been developed to remove physical contaminations from cereals like stones and straws or other biological contaminants like insects and seeds from other plants. However, when it comes to microorganism, due to their size, it is more difficult to detect and remove them. Moreover, as said before, the amount of microorganism on the surface of the cereals can differ between batches. This phenomenon can lead to cross contaminations effects inside the mill, because it is impossible to clean the plant every time a new lot is used.

The problem of microorganism contamination can be approached from different angles. One is to remove them mechanically from the surface by peeling or debranning during the cleaning. Another method is to reduce drastically their number with high temperature, chemicals (e.g. ozone, chlorine) or irradiation at different stages of the milling process. The third approach is to reduce cross contaminations by avoiding the formation of new source of inoculation in the mill. The R&D team of OCRIM in collaboration with the University of Parma has investigated the last one in order to develop an innovative product for the mill. The 70 years of experience in building and maintaining mills all over the world have shown OCRIM that certain spot in the mill create an optimal environment for mould formation. Although in theory, the water activity in the milling plant is not optimal for the growth of microorganisms, certain conditions may create ideal microenvironments for their development. The objective of the R&D team was to counteract the formation of these microenvironments thus block mould formation and bacterial propagation.

In the food industry, the use of materials with antimicrobial characteristics in strategic zones of the plants is largely diffused (e.g. packaging area). Thus, the idea was to transfer this technology to the flour milling industry. This research first identified the plansifters as one of the area of the mill where microorganism can develop and contaminate new batches of flour. This contamination can occur for a long period of time, until the growing moulds are physically removed

from the machines. Therefore, OCRIM considered the possibility to build sieves containing an antimicrobial compound that could prevent mould and bacterial formation. Fundamental step of the research was to find the appropriate material to build the sieves that brings together antimicrobial activity and three others main features: compatibility with food usage, durability and mechanical reliability.

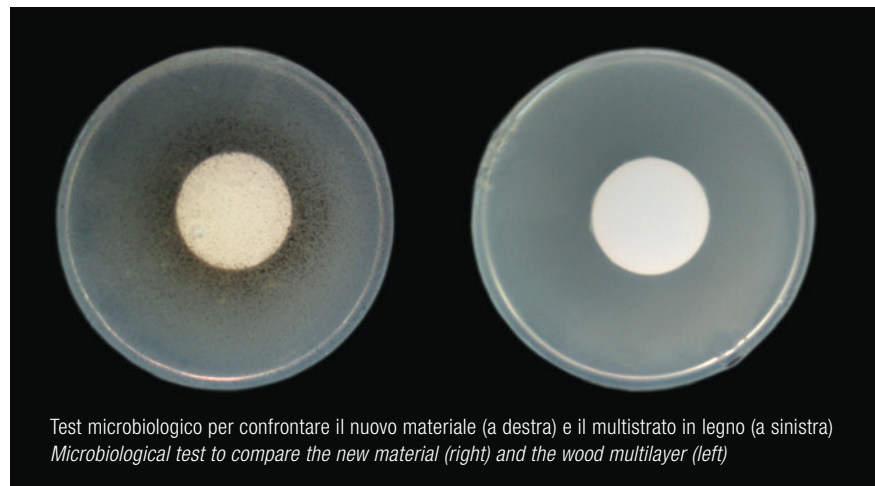
OCRIM R&D team succeeded in finding a new composite material certified as food grade that contains an antimicrobial ingredient that can be used in milling plants. This substance is trapped inside the material; therefore, the antimicrobial is not released in the flour during sifting. This has the great advantage that it will not interfere with the rheological and backing characteristics of the flour. Nonetheless, the antimicrobial is active on the surface of the sieves blocking the development of molds and bacterial in the plansifter. Moreover, having a component that is incorporated in the material give the benefit that it does not consume over time and the antimicrobial effect is present and stable for the whole life of the sieves.

This new material is also certified to be active against major human pathogens like *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus*, according to the modified AATCC 100 method. To test the activity range of the compound, OCRIM performed ISO 16869:2008 and ISO 846:1997 methods. The results show that the new material has a fungistatic effect and that microorganisms are not able to grow on it. Therefore, the new sieves are able to stop bacteria and moulds growth inside the plansifters. In the mill plant, stopping moulds proliferation is fundamental for human health. In fact, on cereals are present also mycotoxin producing fungi. The development of these microorganisms can lead to the productions of the toxins and subsequent release them in the flour. So mould contamination, for instance in plansifters, can become a source of mycotoxins contaminations. To be sure that the new material is effective also against these pathogens, the team repeated the ISO 16869:2008 and ISO 846:1997 tests using the strains of *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum* and *Penicillium verrucosum*; three fungi that are able to produce aflatoxins B1 and G1, DON, ZEN and ochratoxin A respectively. This new material is active against all of them; therefore, the sieves are creating a hostile environment against a wide spectrum of microorganisms including the ones that can produce dangerous mycotoxins.

Mills fight against pathogen microorganisms: OCRIM helps from the inside

This research aimed also to compare the new material with the old ones used in plansifters. Traditionally sieves are built in wood, but wood can be a substrate for microorganism growth. Therefore, the same ISO tests were performed using round samples of multilayer wood and composite material placed on a substrate containing a mixture of bacteria and fungi. As shown in the image (microbiological test), after two weeks of incubation microorganisms are growing around and on top of the wood sample (black dots on the left). This demonstrate that if the microenvironment is optimal, microorganisms can develop on wood surface. In contrast, in the same experiment performed with the new material, there is no growth (picture on the right). This indicate once again that even when the condition is optimal, the antimicrobial material is able to stop the proliferation of bacterial and fungi. Accordingly, the substitution of the old sieves with the new antimicrobial once can increase the mills barriers against microorganism's contaminations.

At last, the R&D team tested the mechanical characteristics of this composite material and its suitability to build sieves. Several tests performed in different milling plants showed that the new sieves with antimicrobial activity are reliable and resistant. They are conformed to be used in the stressful settings of the plansifters. Furthermore, the new material combined with new technological knowhow allows OCRIM to be flexible and built sieves in different forms and for different machines. This would consent any plant to upgrade with the new antimicrobial sieves. The study conducted in collaboration with the University of Parma has led OCRIM to develop a new product that consent to minimize the formation of new sources of contamination inside the mill and avoid phenomena of cross-contaminations between different batches of cereals. The new antimicrobial sieves are able to block bacterial and mold proliferations, without altering the flour characteristics while maintaining a high-quality standard. OCRIM is actually using this new antimicrobial composite material to produce sieves for plansifters, but further research is aimed to utilize this technology in other strategic area of the milling plant in order to increase the barriers against pathogen microorganisms from the inside of the mill.



Test microbiologico per confrontare il nuovo materiale (a destra) e il multistrato in legno (a sinistra)
Microbiological test to compare the new material (right) and the wood multilayer (left)



New antimicrobial sieve designed by OCRIM
Nuovo staccio antimicrobico progettato da OCRIM