

Sicherere Umgebungen



Neue Technologien wirken der Verbreitung durch innovative Anwendungen einschließlich Stoffe und keramischer Beschichtungen mit antimikrobieller Wirkung entgegen

Dott. Claudio Caprara
Spezialist für Hygiene und öffentliche Gesundheit

Die Kontamination mit Mikroben ist ein globales Problem für die öffentliche Gesundheit, das durch zufällig eintretende Umstände, wie z. B. eine Pandemie, noch verschärft und sichtbar wird. Verschiedene Infektionserreger wie Viren, Bakterien, Protozoen und Pilze, können in der Tat Oberflächen und Lebensräume kontaminieren und stellen so ein echtes Gesundheitsrisiko dar. Die Gefahr betrifft nicht nur Viren in den Atemwegen, sondern auch neu auftretende Infektionserreger: Ein Aspekt, der durch das Phänomen der Resistenz gegen Antibiotika und Desinfektionsmittel verstärkt wird und so das Interesse an der Erforschung innovativer Sterilisationstechniken angekurbelt hat. Die herkömmlichen Methoden, die auf dem Einsatz von Chemikalien beruhen, sind aufgrund der zunehmenden Exposition der Bevölkerung und der Verbreitung in der Umwelt in Frage gestellt worden. Insbesondere entstehen bei der Reaktion dieser chemischen Mittel Desinfektionsnebenprodukte, die unerwünschte Wirkungen haben können, so dass die wissenschaftliche Forschung alternative Strategien in Betracht gezogen und innovative Methoden entwickelt hat.

Wissenschaftliche Forschung und industrielle Entwicklung engagieren sich für "grüne" Technologien, die die Desinfektion auf nachhaltige Weise aufrüsten können

Neue "grüne" Technologien

Die Einführung neuer Technologien, die Mensch und Umwelt schonen, verspricht Hilfe zur Kontrolle biologischer Risiken, indem diese dazu beitragen, einige kritische Problempunkte zu überwinden. Deshalb engagieren sich die wissenschaftliche Forschung und die industrielle Entwicklung für "grüne", kompatible und nachhaltige Technologien, die die Desinfektion auf sichere Art und Weise für die Umwelt um einiges verbessern können. Unter den neuen Angeboten spielen die **photokatalytischen Technologien** eine besonders wichtige Rolle.

März/April 2023

www.elisirdisalute.it • aus der Sicht von Ärzten und Forschern

Was ist Photokatalyse?

Die ersten Studien zur Photokatalyse gehen auf das Jahr 1972 zurück, als Forscher die photokatalytische Wirkung von **Titandioxid**, einer chemischen Verbindung in Form eines farblosen kristallinen Pulvers, feststellten. Nach der Definition der **International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)** aus dem Jahr 1997 ist Photokatalyse "die Veränderung der Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion (oder deren Beginn) unter der Einwirkung von ultravioletter, sichtbarer oder infraroter Strahlung in Gegenwart einer Substanz, d. h. des Photokatalysators, die Licht absorbiert und an der chemischen Umwandlung der Reaktionskomponenten beteiligt ist". So wird durch Luft, Licht und Wasser ein oxidativer Prozess in Gang gesetzt, der schließlich in der Lage ist, bakterielle Moleküle anzugreifen, aber auch auf bestimmte Schadstoffe einzuwirken und sie zu neutralisieren.

Der photokatalytische Prozess erzeugt tatsächlich reaktive Sauerstoffspezies (oder freie Radikale), die zum Abbau verschiedener Gruppen von organischen und anorganischen Verbindungen führen können und auch in der Lage sind, pathogene Mikroorganismen zu inaktivieren. Der auf die photokatalytische Wirkung zurückzuführende antimikrobielle Mechanismus ist noch nicht vollständig geklärt, könnte aber zu Schäden an der bakteriellen Zellwand oder Zellmembran und Veränderungen von Makromolekülen, wie z. B. Proteinen, führen.

Eine innovative Lösung kann die Entwicklung völlig neuer fortschrittlicher Materialien aus Keramik mit durch Licht verstärktem antimikrobiellen



Was sind die Anwendungen?

Schon in den 1970er Jahren und bis heute werden verschiedene Studien über den Einsatz der Photokatalyse für unterschiedliche Zwecke durchgeführt, darunter die Umweltsanierung, Luft-, Wasser- und Bodenreinigung und die **Selbstdesinfektion**.

Es wurden Anwendungen für Hochrisikoumgebungen, wie z. B. Krankenhäuser, aber auch für Freizeit- und Sporteinrichtungen sowie für verschiedene Außen- und Innenbereiche in Betracht gezogen.

Die Anwendungen der Photokatalyse erstrecken sich auch auf **Textilien** und **persönliche Schutzausrüstungen** wie Masken gegen die Kontamination über die Luft, bei denen die Verwendung photokatalytischer Materialien eine schützende Wirkung sowie eine längere Haltbarkeit und Verwendung gezeigt hat. Zudem wurde dadurch das Recycling der Masken verbessert und die Umwelt weniger durch weggeworfene Masken verschmutzt.

Die Photokatalyse wurde auch in **Umgebungen im Freien** zur Behandlung von atmosphärischen oder Luftschadstoffen eingesetzt, wobei es dabei nicht nur um die Verringerung der mikrobiellen Kontamination, sondern gerade um bestimmte chemische Schadstoffe ging. Einige **Farben**, die für Wände oder künstlerische Arbeiten wie Wandmalereien verwendet werden, wurden entwickelt, um diese desinfizierende Wirkung zu erzielen. Der Mechanismus der Inaktivierung von Viren durch Photokatalyse muss noch geklärt werden, aber die Wirksamkeit des Systems wurde bereits in mehreren Labortests mit zahlreichen Arten von Mikroorganismen, darunter auch Sars-CoV2, nachgewiesen.

Die Verwendung von Nano- und Mikropartikeln

Durch die Verwendung in Oberflächenbeschichtungen in verschiedenen Umgebungen können nicht nur interessante antimikrobielle Eigenschaften verliehen, sondern auch Selbstdesinfektionsmechanismen aktiviert werden. Das trägt dazu bei, **das Risiko der Übertragung bestimmter Infektionskrankheiten zu verringern** und gleichzeitig die Aufrechterhaltung einer geringen mikrobiellen Belastung zu sichern. Ebenfalls entwickelt wurden verschiedene Nanotechnologien in der Größenordnung von einem Milliardstel Meter, um diese Beschichtungen zu verbessern, aber neuere Studien zeigen, dass die antimikrobielle Wirkung auch auf Mikrometer-Ebene, also auf einem millionstel Teil eines Meters vorhanden ist. Dieser Aspekt ist auch für die Sicherheit von großer Bedeutung, da Nanopartikel mit möglichen Gesundheitsrisiken in Verbindung gebracht wurden. Die Möglichkeit, photokatalytische Materialien nutzen zu können, die so groß wie ein Mikrometer, also 1000 mal größer sind, ist höchst interessant, und zwar nicht nur für die Wissenschaft oder die Industrie, sondern auch für den normalen Bürger und das Umfeld, in dem er täglich lebt, sei es in der Freizeit oder im Beruf.

März/April 2023

www.elisirdisalute.it • aus der Sicht von Ärzten und Forschern

Keramiken

Eine technologische Herausforderung besteht darin, diese Materialien auf verschiedenen Oberflächen wie **Böden, an Möbeln, Wänden, Rohren und Wannen** anzubringen. Dazu wurden verschiedene Lösungsansätze entwickelt. Darunter findet sich eine äußerst innovative und viel versprechende Lösung, und zwar die Herstellung neuester fortschrittlicher Materialien, die aus **Keramiken mit einem durch Licht verstärkten antimikrobiellen Leistungsvermögen (wie z. B. die Advance-Keramik, die von Italcir in mikrometrischer Form hergestellt wird)** bestehen. Dieses Ergebnis ist von besonderem Interesse, sowohl für die Festigkeit der Materialien als auch für ihre Anpassungsfähigkeit bei Anwendungen für Böden und Verkleidungen mit verschiedenen Strukturen und in unterschiedlichen Umgebungen, sowohl im Freien als auch in Innenräumen.

Wie sieht die Zukunft aus?

Zu den bekanntesten Materialien, die als Photokatalysatoren verwendet werden, gehören Titandioxid, Eisenoxid, Zinkoxid, Wolframtrioxid und Zinndioxid. Alle unterliegen bestimmten Einschränkungen, jedoch gilt Titandioxid aus mehreren Gründen, darunter Stabilität und der niedrige Preis, als einer der besten Kandidaten. Aber auch hier gibt es Grenzen, wie eine mögliche Toxizität auf Nanopartikelebene und häufig die Notwendigkeit, für eine größere Wirksamkeit ultraviolettes Licht verwenden zu müssen. Ultraviolette Strahlen sind erwünscht, wenn sie die Vitamin-D-Produktion anregen und die Bräunung fördern sollen. Bei den zur Desinfektion verwendeten Frequenzen können sie jedoch potenziell krebserregend sein, so dass ihr Einsatz in Gegenwart von Menschen schwierig zu realisieren ist. Licht hingegen wird man niemandem verwehren. Sowohl das echte Sonnenlicht als auch das künstlich erzeugte Licht gehören zu unseren verschiedenen täglichen Aktivitäten. Daher ist die Entwicklung neuer Photokatalysatoren wünschenswert, und die Forschung geht in Richtung von Materialien, die die Grenzen der derzeit bekannten und bereits verfügbaren Photokatalysatoren überwinden können. Von besonderer Bedeutung ist die Entwicklung von Photokatalysatoren, die im sichtbaren Licht oder sogar bei fehlendem Licht aktiv sind und auf verschiedenen Arten von Untergründen fixiert werden. Darunter sind überaus viel versprechende **innovative Keramiken**, die aufgrund ihrer Stabilität, Langlebigkeit und Vielseitigkeit in verschiedenen Bereichen verwendet werden können, auch im Umfeld der Luft- und Wasseraufbereitung durch speziell entwickelte Geräte.

Jüngste Studien haben gezeigt, dass die Mikroorganismen abtötende Wirkung durch das gleichzeitige Vorhandensein weiterer antimikrobieller Wirkstoffe wie z. B. Kieselsäure und glasartige Substanzen, die Kupfer- und Silberionen enthalten, oder Produkte, die komplexiertes metallisches Silber enthalten,

die als zusätzliches Reservoir für Wirkstoffe dienen und in der Lage sind, Mikroorganismen anzugreifen, noch verstärkt werden kann. Neue Moleküle und chemisch-physikalische Verfahren zu ihrer Fixierung werden in verschiedenen Forschungszentren, auch in Italien, kontinuierlich entwickelt und getestet.

Die bisher von den verschiedenen Forschern auf diesem Gebiet erzielten vorläufigen Ergebnisse sind viel versprechend und lassen weitere Untersuchungen zur Bewertung und Optimierung der verschiedenen, am photokatalytischen Prozess beteiligten Parameter wünschenswert erscheinen. Ziel dieses wissenschaftlichen Fortschritts ist es, diese Technologie noch wirksamer zu machen. Sie soll mit den traditionellen und bereits etablierten Desinfektionsmethoden auf der gleichen Stufe stehen, jedoch zunehmend nachhaltiger für den Menschen und für die Umwelt werden. Derzeit können antimikrobielle Materialien die klassischen Desinfektionsmethoden noch nicht ersetzen, aber sie stellen eine viel versprechende Möglichkeit dar: Das gilt insbesondere in Umgebungen, in denen die mikrobielle Belastung aufgrund der dort ausgeübten Tätigkeiten unter Kontrolle gehalten werden muss, oder, wenn besondere Hygieneanforderungen zu erfüllen sind, oder einfach, um die Reinhaltung von Räumen, in denen sich empfindliche Personen aufhalten, zu verbessern.

Antimikrobielle Materialien stellen eine viel versprechende Möglichkeit dar, insbesondere in Umgebungen, in denen die mikrobielle Belastung unter Kontrolle gehalten werden muss

All diese Bemühungen und technologischen Fortschritte sollten jedoch nicht dazu führen, dass wir Mikroorganismen immer als Krankheitserreger und Feinde betrachten, die es zu besiegen gilt, sondern vielmehr als Verbündete, mit denen es sich zu leben lohnt. Ohne Mikroben gäbe es kein Leben, wären die Böden nicht fruchtbar und könnten die Pflanzen nicht überleben. Wir selbst könnten ohne die vielen Bakterienarten, die sich in unserem Organismus befinden und ihn schützen, nicht überleben, ebenso wie die vielen Arten von Mikroflora, die in uns leben, einschließlich des Mikrobioms im Darm oder in anderen Geweben. Umgekehrt muss die Verwendung antimikrobieller chemischer Mittel, die auch als "Biozide" bezeichnet werden und die die Umwelt verschmutzen und sich manchmal über Generationen hinweg in ihr anreichern, reduziert werden. Zu lernen, die natürlichen Prinzipien der Desinfektion zu verwenden, die auf dem Vorhandensein von Licht und Wassermolekülen beruhen, ist eine fortschrittliche und hoch entwickelte Lösung, die uns aber auch zu einer nachhaltigen oder, um es modern auszudrücken, etwas "grünere" Perspektive zurückbringt.

März/April 2023