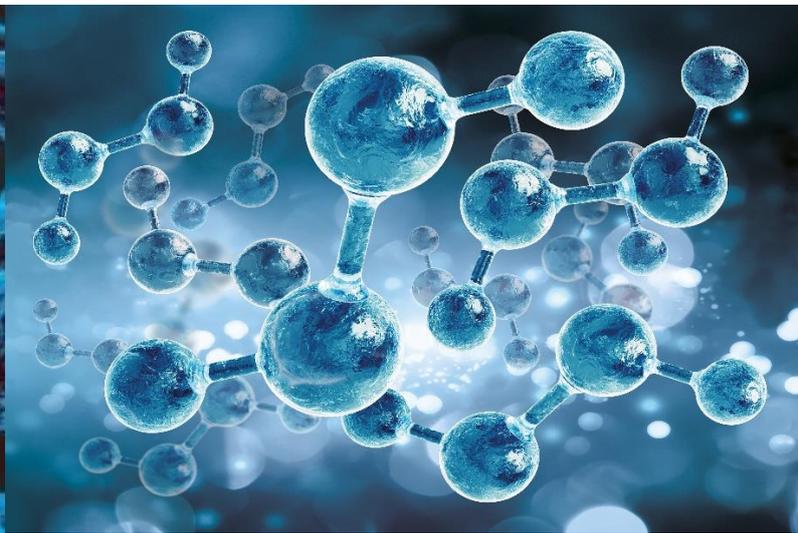


Probiotische und Synbiotische Reinigung

***Dr. Robin Temmerman
CEO Chrisal***



Chrisal

Einführung

Wir sind uns zunehmend der Tatsache bewusst, dass viele Hygieneprobleme auf die falsche Mikrobiologie zurückzuführen sind, in der Bakterien, Viren oder Pilze uns ständig beunruhigen. Wir kennen auch das Problem der Resistenz dieser Mikroorganismen aufgrund des übermäßigen und unangemessenen Einsatzes von Antibiotika und Bioziden (Antiseptika) sehr gut.

Chrisal ist seit mehr als 30 Jahren ein Pionier bei der Entwicklung innovativer Reinigungsprodukte auf der Basis effizienter und nachhaltiger Technologie. Zusätzlich werden Probiotika und Präbiotika verwendet, um eine gute Mikroflora zu bilden, zusätzlich zu einer perfekten Reinigung, die unerwünschte Wirkungen verhindert.

Der Fokus liegt auf verschiedenen Bereichen:

Reinigung Falsche Mikrobiologie auf Oberflächen führt zu erhöhter Verschmutzung, Geruchsbelästigung und einer erhöhten Anzahl von Keimen.

Wasser Wasser ist die Quelle allen Lebens und enthält immer viel Mikrobiologie. Auch hier verursachen die falschen Mikroorganismen große Probleme wie Biofilm, Geruch und Keime.

Luft Obwohl die Luft selbst nicht viele Mikroorganismen enthält, verursachen moderne Klima- und Lüftungssysteme große Probleme mit Allergenen, Pilzen, Feinstaub und anderen Verunreinigungen.

In diesem Dokument erhalten Sie grundlegende Informationen zum Betrieb unserer probiotischen und synbiotischen Reinigungsprodukte, in denen alle Anwendungen in den oben genannten Bereichen erläutert werden.

Detailliertere Informationen finden Sie immer bei Chrisal oder in den spezifischen Produktinformationen.

Wir hoffen auf jeden Fall, dass wir für viele Jahre nachhaltige und sichere Produkte für Sie entwickeln können und Sie von dieser wunderbaren Technologie überzeugen können.

Herzliche Grüße,

Dr. Robin Temmerman
CEO

1. Mikrobiologie

Mikrobiologie ist die Wissenschaft der Mikroorganismen. Ein Mikrobiologe ist jemand, der Mikroorganismen untersucht und auf der Grundlage dieses Wissens Lösungen entwickelt, die das Leben von Menschen, Tieren und der Umwelt verbessern.

1.1 Was sind Mikroorganismen?

Ein Mikroorganismus oder eine Mikrobe ist ein Organismus, der zu klein ist, um mit bloßem Auge gesehen zu werden. Nur wenn es sehr viele sind, können sie sichtbar werden. Die wichtigsten Beispiele für Mikroorganismen sind Viren, Bakterien, Pilze, Hefen und Algen. Bakterien sind am häufigsten und haben eine Größe von ungefähr 1 Mikron, das ist ein Tausendstel Millimeter (1000 Bakterien in einer Reihe sind nicht länger als 1 Millimeter)!

Mikroorganismen kommen überall in der Natur vor. Sie kommen in großer Zahl auf der Haut, im Verdauungstrakt, im Boden, im Wasser und in der Luft vor.

Die meisten Mikroorganismen sind gutartig, nützlich oder sogar notwendig für Mensch, Tier und Umwelt.

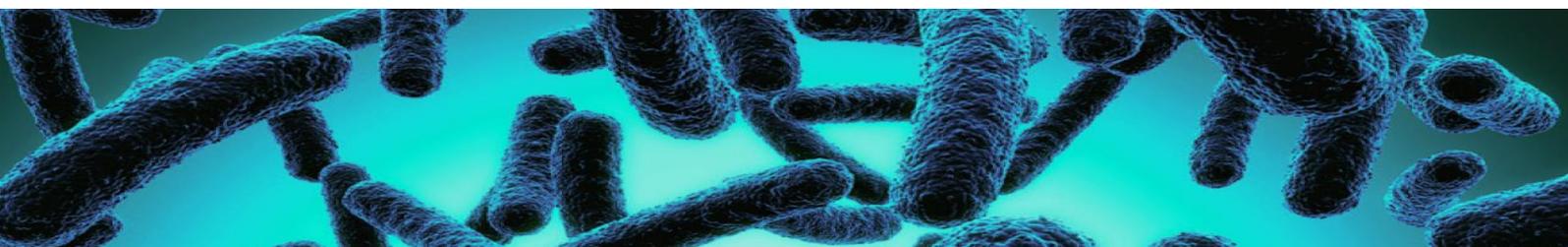
Einige Beispiele, bei denen Mikroorganismen sehr nützlich sind:

- Verdauung: Unsere Nahrung kann ohne die vielen Milliarden Bakterien in unserem Darm nicht verdaut werden
- Kompostierung: Totes Material aus der Natur (z. B. Blätter, Gras, tote Tiere) wird von Mikroorganismen in die kleinsten Nährstoffe zerlegt, die dann in der Natur zur Bildung neuer Pflanzen oder Tiere wiederverwendet werden.
- Lebensmittelproduktion: Viele Lebensmittel können nur mit Hilfe von Mikroorganismen wie Hefe für Brot und Wein oder Bakterien für Joghurt und Käse hergestellt werden.

Leider gibt es auch eine Reihe von Mikroorganismen, die für Menschen, Tiere oder die Umwelt schädlich sind. Wir nennen das Krankheitserreger. Obwohl sie die Minderheit sind, geben sie den Mikroorganismen einen sehr schlechten Ruf.

Einige Beispiele, bei denen Mikroorganismen schädlich sind:

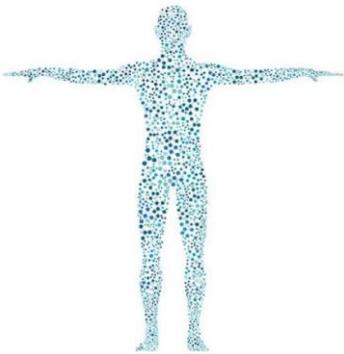
- Krankheit: Verschiedene Mikroorganismen können Krankheiten wie Erkältungen, Lungenentzündung, Grippe, Wundentzündung, Tetanus usw. verursachen. Pflanzen können auch durch Mikroorganismen krank gemacht werden, so dass sie keine Früchte mehr tragen oder sogar sterben.
- Verderb von Lebensmitteln: Insbesondere Bakterien können verdorbene oder kontaminierte Lebensmittel verursachen, die nach dem Verzehr dieser Lebensmittel zu Darminfektionen und Durchfall führen. Salmonellen, E. coli, Listeria und Clostridium sind die wichtigsten.



1.2 Die mikrobielle Gemeinschaft

Trotz ihrer Größe (oder besser: geringe Größe) sind Mikroorganismen sehr intelligent. Sie wissen, wie man perfekt zusammenarbeitet, um so gut wie möglich zu überleben. Die ersten Spuren von Mikroorganismen auf der Erde sind bereits 3 Milliarden Jahre alt, daher haben sie viel mehr Erfahrung als Menschen.

Wo immer sie vorkommen (Boden, Luft, Wasser, Tier, Pflanze), organisieren sich Mikroorganismen zu einer Gemeinschaft: **der mikrobiellen Gemeinschaft oder der Mikroflora**. Solche Gemeinschaften können sehr vielfältig und auch sehr komplex sein. Jede Art von Mikroorganismus hat ihre Aufgabe und trägt zur Gemeinschaft bei. Zusammen haben sie nur ein Ziel: so lange wie möglich zusammen zu überleben.



Ein neuerer Begriff ist **Mikrobiom**. Dies ist die Summe der Mikroorganismen, die sich irgendwo befinden. Ob sie als Gemeinschaft zusammenarbeiten oder nicht. Das bekannteste Mikrobiom ist das des Menschen und umfasst beispielsweise die Mikroorganismen, die in unserem Mund, im Verdauungssystem und auf unserer Haut vorhanden sind. Obwohl diese Mikroorganismen nicht alle zusammenarbeiten, bestimmen sie gemeinsam den "Zustand (oder die Gesundheit)" des Ortes, an dem sie sich befinden (Menschen, Tiere, Innenraum, Boden, Wasser usw.). Ein stabiles, gesundes Mikrobiom ist daher von großer Bedeutung für unsere Gesundheit und die der gesamten Umwelt.

Wenn sich eine mikrobielle Gemeinschaft auf einer festen Oberfläche befindet und dort eine "Schicht" bildet, spricht man von **einem Biofilm**. Ein bekanntes Beispiel für Biofilm sind die schwarzen Fliesenfugen in einer Dusche. Ein Biofilm besteht aus vielen verschiedenen Arten von Mikroorganismen und allen Arten von Substanzen, die sie produzieren. Diese Substanzen können als Lebensmittel oder als Schutzschicht gegen äußere Einflüsse dienen. So bauen die Mikroorganismen ein Haus, um sich zu schützen und zusammen zu leben. Leider hat Biofilm oft nachteilige Folgen für den Menschen. Es verursacht visuelle Verschmutzung, ist eine Quelle von Geruchsbelästigung und ist auch ein Versteck für viele Keime oder Krankheitserreger.



Was braucht eine mikrobielle Gemeinschaft, um zu überleben?

Nahrung: Wie jedes Lebewesen kann ein Mikroorganismus ohne Nahrung nicht überleben. Wichtige Nahrungsquellen sind Zucker, Fette und Proteine. Diese können auf vielfältige Weise in organischen Verschmutzungen (Lebensmittelabfälle, Abfälle, Staub ...) oder in manchmal sehr spezifischen Fällen wie Urin und Schweiß gefunden werden.

Feuchtigkeit: Auch ohne "Trinken" kann kein (Mikro-) Organismus überleben. Mikroorganismen können nicht wirklich trinken, sie nehmen Feuchtigkeit aus der Umwelt auf. Ein bisschen wie ein Schwamm Wasser aufnehmen würde. Wenn nicht genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, nimmt ihre Aktivität schnell ab.

Sicherheit: Um überleben zu können, muss auch die Umwelt günstig sein. Mikroorganismen schützen sich durch den Biofilm etwas vor Umwelteinflüssen wie Temperatur, Säuregehalt und Luftfeuchtigkeit.

1.3 Die mikrobielle Dynamik

Die mikrobielle Gemeinschaft, Mikroflora, Biofilm oder Mikrobiom ist ein Lebewesen; Dies bedeutet, dass es sich je nach den Umständen (Feuchtigkeit, Lebensmittel, Temperatur ...) kontinuierlich ändert. Trotz dieser Veränderungen ist es das Ziel der mikrobiellen Gemeinschaft, so lange wie möglich am Leben zu bleiben. Die Mikroorganismen tun dies, indem sie sich an die Umstände anpassen.

Da die Mikroorganismen eine durchschnittliche Lebensdauer von einigen Tagen haben, werden die Mikroorganismen kontinuierlich absterben und wachsen, wobei die tatsächliche Zusammensetzung der Gemeinschaft durch die Art der Lebensmittel und die Umweltparameter bestimmt wird.

Leider ist die Zusammensetzung der Mikroflora für den Menschen nicht immer günstig, beispielsweise wenn sie zu viele Mitglieder enthält, die Geruchsbelästigung, Biofilmverschmutzung oder Krankheit verursachen. Im letzten Jahrhundert waren die Kenntnisse der Mikrobiologie noch sehr begrenzt, und die Menschen betrachteten nur einzelne Mikroorganismen, die Probleme verursachten. Die Bedeutung einer stabilen, gesunden Mikroflora war noch nicht bekannt.

Das Ergebnis war, dass nach Methoden gesucht wurde, um Keime oder andere unerwünschte Mikroorganismen abzutöten, ohne die guten Mikroorganismen zu berücksichtigen. Dies war die Geburtsstunde des **Hygienekonzepts**, bei dem die Menschen so "sauber" wie möglich leben wollten. Dies führte zur Entwicklung von Antibiotika und Desinfektionsmitteln, die eine sehr breite Wirkung hatten und einen großen Einfluss auf die nützlichen Mikroorganismen hatten.



In den letzten Jahrzehnten hat die Wissenschaft dank neuer Techniken Einblicke in die Bedeutung der mikrobiellen Gemeinschaft und nicht in die einzelnen Mikroorganismen gewonnen. Es ist klar geworden, dass das Hygienekonzept dringend überprüft werden muss, um ein gesundes, ausgewogenes Mikrobiom zu erreichen, anstatt alle Mikrobiologie abzutöten.

Im nächsten Kapitel zeigen wir Ihnen den Einfluss der chemischen Reinigung und Desinfektion auf das mikrobielle Gleichgewicht. Anschließend wird erklärt, was die nachhaltige Alternative von Chrisal beinhaltet.

2. Chemische Reinigung und Desinfektion

Da die Entdeckung von Mikroorganismen hauptsächlich mit Krankheiten verbunden war, kamen die Menschen auf die Idee, dass alle Mikroorganismen gefährlich sind. Neben der Suche nach Mitteln zur Bekämpfung von Krankheiten (Antibiotika) wurde immer mehr auf die Hygiene von uns und unserer Umwelt geachtet. Zu diesem Zweck wurden Produkte zur Reinigung und Desinfektion entwickelt.

2.1 Reinigung und Desinfektion

Es gibt einen wichtigen Unterschied zwischen Reinigung und Desinfektion sowohl der Oberflächen als auch unseres Körpers.

Reinigung: Entfernen von Schmutz von einer Oberfläche (einem Material oder unserer Haut). Dies geschieht mit Seifen (oder Reinigungsmitteln).

Desinfektion: Machen eine Oberfläche frei von Mikroorganismen, indem Sie sie abtöten. Dies geschieht mit Bioziden (oder Desinfektionsmitteln).

Sowohl Seifen als auch Biozide haben eine vollständig chemische Zusammensetzung, wobei die Biozide einen abtötenden Wirkstoff enthalten. Heutzutage werden Seifen und Biozide manchmal kombiniert, wobei ein Produkt sowohl reinigen als auch töten sollte (z. B. Dettol).

Das ultimative Ziel ist es daher sicherzustellen, dass Mikroorganismen und ihre Nährstoffquelle (= Schmutz) durch Reinigung und Desinfektion nicht mehr in unserer Umwelt vorhanden sind.

2.2 Das Resistenzproblem

Die Verwendung der Wasch- und Desinfektionsmittel erwies sich anfangs als gut und es war ziemlich einfach, eine Oberfläche frei von Schmutz und Mikroorganismen zu machen. Aufgrund ihrer langen Zeit auf der Erde haben Mikroorganismen jedoch gelernt, sich schnell an veränderte Umstände anzupassen.

Sehr schnell (einige Jahrzehnte) nach der Einführung von Desinfektionsmitteln fanden die Mikroorganismen Wege, um diese Bedrohung zu umgehen, die wir heute als **Resistenz** bezeichnen. Dies bedeutet, dass die Mikroorganismen zunehmend in der Lage sind, einen Angriff von Desinfektionsmitteln zu überleben. Die Effizienz von Desinfektionsmitteln wird daher immer geringer.

Es gibt auch ein zunehmendes Problem in Bezug auf Reinigungsmittel. Einer der Mechanismen, mit denen sich die Mikroorganismen gegen diese chemischen Angriffe verteidigen, ist die Bildung zunehmend hartnäckiger Biofilme. Infolgedessen können die Reinigungsmittel (Seifen, Reinigungsmittel) Schmutz nicht mehr effizient von Oberflächen entfernen, da er zunehmend in Biofilmen haftet, die für Seifen nahezu undurchdringlich sind.

2.3 Das Dekontaminationsparadoxon

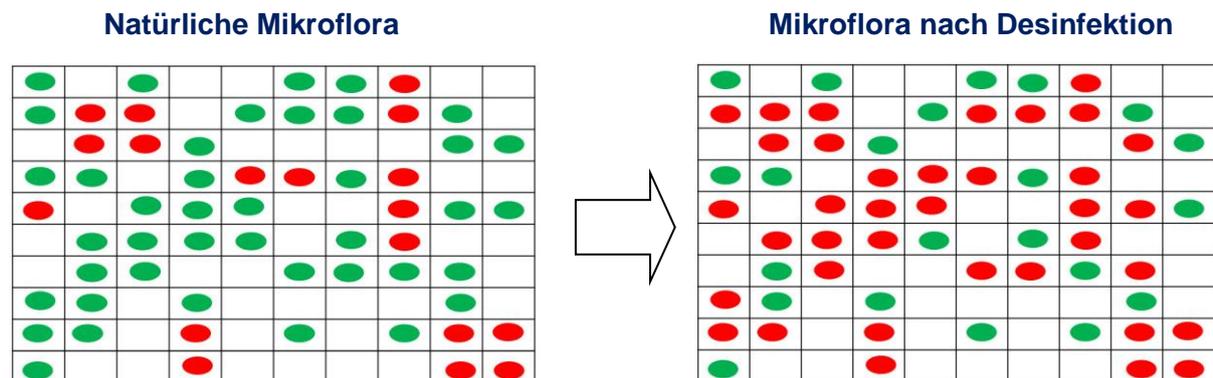
Die chemische Reinigung und Desinfektion birgt jedoch eine größere Gefahr. Der Einfluss auf die mikrobielle Dynamik ist derart, dass die mikrobielle Gemeinschaft oder Mikroflora zunehmend auf eine schädliche Mikroflora gerichtet ist.

Was passiert mit chemischer Reinigung und Desinfektion:

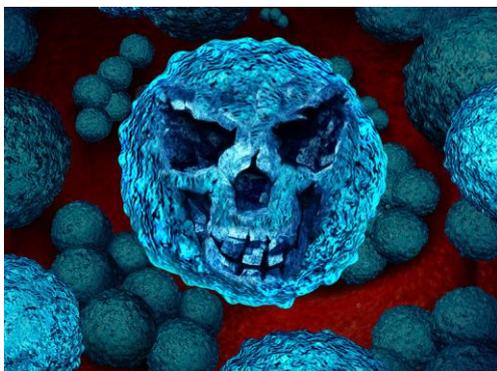
Wenn wir eine Oberfläche nehmen, wo es Nahrung, Feuchtigkeit und Platz gibt, um eine mikrobielle Gemeinschaft von bis zu 100 Mikroorganismen am Leben zu erhalten. Unmittelbar nach der Desinfektion ist die Anzahl der Mikroorganismen stark gesunken.

Aufgrund der Resistenz überleben jedoch eine Reihe von Mikroorganismen diese Desinfektion. Ein Desinfektionsmittel hat keine Nachwirkung, so dass diese Überlebenden nach einigen Minuten wieder nachwachsen. Schließlich haben sie plötzlich viel **Platz** (die freien Plätze der getöteten Mikroorganismen), **Nahrung** (die getöteten Mikroorganismen selbst dienen als Nahrungsquelle) und **Feuchtigkeit** (zusammen mit den Desinfektionsmitteln mitgebracht).

Da resistente schädliche Keime einen Desinfektionsangriff am besten überleben und daher schneller wachsen, führt jede Desinfektion zu einer mikrobiellen Gemeinschaft, die immer resistenter schädliche Keime enthält.



Beide Oberflächen haben immer noch die gleiche Anzahl von Mikroorganismen, aber der Anteil an schädlichen Keimen ist aufgrund von Resistenzproblemen bei Verwendung von Desinfektionsmitteln viel höher.



Je mehr Menschen Desinfektionsmittel verwenden, desto resistenter werden schädliche Keime. Dies ist das Dekontaminationsparadoxon.

3. Probiotische und synbiotische Reinigung

Chrisal ist sich seit vielen Jahren des Problems der Resistenz bewusst und hat nach jahrelanger Forschung eine Lösung für eine nachhaltige und effiziente Reinigung entwickelt. Diese Lösung nutzt die Natur und basiert auf guten Bakterien (**Probiotika**), möglicherweise ergänzt mit guten Zuckern (**Präbiotika**). Die Kombination von Probiotika und Präbiotika in einem Produkt wird als **Synbiotika** bezeichnet. Die probiotischen und / oder synbiotischen Reiniger bilden während und nach der Reinigung eine gesunde Mikroflora für **eine optimale nachhaltige Hygiene**.

3.1 Wie funktioniert es?

Wie bereits erwähnt, ist das Hygienekonzept nicht mehr die radikale Kontrolle aller Mikroorganismen, sondern die Aufrechterhaltung eines ausgewogenen und gesunden Mikrobioms.

Die probiotische und synbiotische Technologie von Chrisal sorgt für optimale Hygiene, indem (1) eine Oberfläche durch einen Reinigungseffekt sauber gehalten wird und (2) gute Mikroorganismen unterstützt werden.

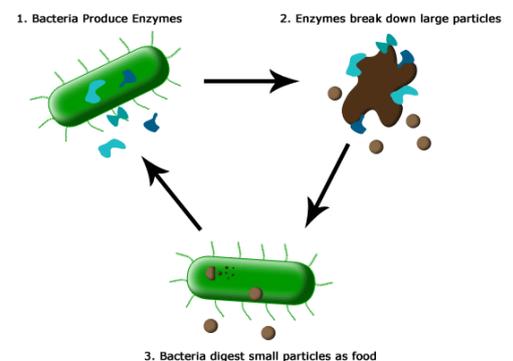
(1) Halten einer Oberfläche durch einen Reinigungseffekt sauber:

Die Reinigung ist seit einem Jahrhundert die Grundlage der Hygiene. "Reinigen bedeutet, Schmutz abzubauen, der den Schmutz vom Untergrund trennt und ihn in einen gelösten oder kolloidalen Zustand bringt und das mechanische und / oder physikalische Entfernen erleichtert."

Je reiner eine Oberfläche gehalten werden kann, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Mikroorganismen entwickeln können, da sie sich nur von Verschmutzung ernähren können. Jede Art der Reinigung und jede Art von Reinigungsprodukt führt daher zu einem geringeren Risiko einer mikrobiellen Kontamination, indem die Kontamination verringert wird.

Herkömmliche Reinigungsmittel arbeiten mit oberflächenaktiven (chemischen) Substanzen, die sich an Schmutz binden, um ihn freizusetzen. Später wurden **enzymatische Reiniger** hinzugefügt, die Enzyme (biologische Substanzen) hinzufügen, die länger auf bestimmte spezifische Verunreinigungen wirken.

Chrisal entwickelte die neueste Technologie im Bereich der Reinigung: die **probiotische Reinigung**. Die Wirkung des probiotischen Produkts beruht auf der Kombination von Tensiden und Probiotika. Der Hauptvorteil der probiotischen Produkte von Chrisal gegenüber herkömmlichen chemischen oder enzymatischen Reinigern besteht darin, dass das 100% natürliche Probiotikum die Oberfläche analysieren kann, um festzustellen, welche Art von Schmutz vorhanden ist. Sie produzieren dann tagelang vor Ort hoch zielgerichtete Enzyme, die den kontaminierten Boden zersetzen, ihn vom Substrat trennen und in einen gelösten oder kolloidalen Zustand bringen, was die mechanische und / oder physikalische Entfernung erleichtert. Dies gewährleistet daher einen viel breiteren und längeren Betrieb. Probiotische Reiniger sorgen für **maximale Reinigung!**



(2) Unterstützung guter Mikroorganismen.

Das Abtöten unerwünschter Mikroorganismen ist nicht mehr die Lösung. Dies führt zu Resistenz und Instabilität in der Mikroflora. Die probiotische und synbiotische Technologie von Chrisal gewährleistet ein stabiles, gesundes Mikrobiom durch die Stimulation guter Mikroorganismen. Die hohe Anzahl an Probiotika in den Produkten erhöht sofort die Anzahl an guten Bakterien an der Oberfläche (schließlich sind die Probiotika selbst gute Mikroorganismen). Bei den synbiotischen Reinigern sind auch präbiotische Zucker vorhanden, die die bereits vorhandenen guten Mikroorganismen durch eine verzögerte Wirkung stimulieren. Präbiotika sind Zucker, die nur von guten Mikroorganismen verdaut werden können. Auf diese Weise füttern Chrisals synbiotische Reinigungsmittel die bereits vorhandenen guten Mikroorganismen. Dies fördert die Vielfalt der Mikroflora in eine positive Richtung.



Probiotische und synbiotische Reiniger sorgen für einen effizienten, langfristigen Reinigungseffekt und stimulieren eine gute, stabile Mikrobiologie.

Was ist mit der Kombination pro / synbiotischer Reinigung und Desinfektion?

Es kann jedoch sein, dass eine Desinfektion dennoch erforderlich ist, beispielsweise aufgrund gesetzlicher Bestimmungen im Gesundheitssektor, in der Lebensmittelindustrie oder als Vorbehandlung einer Klimaanlage.

Die Kombination von probiotischer und synbiotischer Reinigung mit Desinfektion ist durchaus möglich. Die verwendeten Desinfektionsmittel arbeiten noch effizienter, da die Pro- und Synbiotika-Reiniger aktiv organischen Schmutz entfernen, der sonst gegen Desinfektionsmittel wirken würde.

Zuerst reinigen, dann desinfizieren

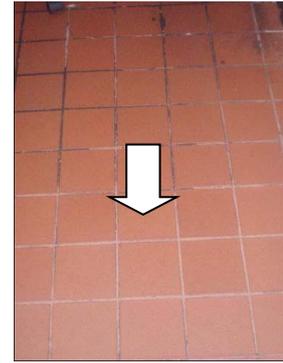
Stellen Sie für eine optimale Hygiene sicher, dass Sie zuerst das zu reinigende Material oder die zu reinigende Oberfläche mit einem probiotischen oder synbiotischen Reiniger reinigen. Dies entfernt alle organischen Verschmutzungen. Durch Entfernen dieser Schmutz- und Fettschicht können Sie hartnäckige Bakterien, Pilze und Keime, die sich darunter befinden, mit einem Desinfektionsmittel leicht erreichen. Mit einem Desinfektionsmittel können Sie hartnäckige Bakterien, Pilze und Keime entfernen. Ein Reinigungsmittel tut dies nicht. Wenn das Desinfektionsmittel aufgebraucht ist, keimen die Probiotika des probiotischen oder synbiotischen Reinigers weiter und bieten eine gute Mikroflora und einen langfristigen Schutz.

Selbst wenn wir eine Situation anstreben, in der Biozide (Desinfektionsmittel) so wenig wie möglich verwendet werden; Wenn es notwendig ist, ist es sehr nützlich zu wissen, dass die Kombination mit probiotischer und synbiotischer Reinigung durchaus möglich ist und die Desinfektion noch effizienter macht. Für genauere Informationen zu dieser Kombination wenden Sie sich am besten an einen Chrisal-Experten.

3.2 Vorteile der probiotischen und synbiotischen Reinigung

Effizienz

Die doppelte Wirkung der Tenside und die probiotische Enzymproduktion gewährleisten eine maximale Reinigungseffizienz. Jede Oberfläche wird bis in die tiefsten Poren mikroskopisch gereinigt. Solange die pro / synbiotischen Produkte verwendet werden, bleibt auch jede Oberfläche rein. Organische Verschmutzungen, die zu Verfärbungen oder Gerüchen führen, werden vollständig entfernt. Hartnäckige, tiefe Verschmutzung kann einige Wochen dauern; aber einmal weg, immer weg.



Nachhaltig

Die pro / synbiotischen Produkte von Chrisal wurden bereits mit dem EU-Umweltzeichen für Reinigungsmittel ausgezeichnet und sind auch mit Cradle2Cradle Gold kompatibel. Dies bedeutet, dass nicht nur die Produkte, sondern auch der gesamte Produktionsprozess so sicher und nachhaltig wie möglich sind.



Kein Resistenz

Es wurde bereits betont, dass die klassische Abtötung von Mikroorganismen sehr schädliche Folgen für das Mikrobiom hat, was zu resistenten schädlichen Keimen führt. Chrisals pro / synbiotische Technologie hat daher keine tödliche Wirkung gegen andere Mikroorganismen, was eine Resistenz unmöglich macht.



Sicherheit

Sicherheit ist ein immer größeres Problem bei Reinigungsmitteln, und auch hier punktet die pro / synbiotische Technologie am besten. Die minimal eingesetzte Chemie ist modern und nachhaltig. Die Probiotika und Präbiotika sind 100% natürliche Inhaltsstoffe. Zusätzlich zur Sicherheit der Produkte selbst führen sie zu einem geringeren Infektionsrisiko, wie mehrere Krankenhausstudien gezeigt haben.

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE
Impact of a Probiotic-Based Cleaning Intervention on the Microbiota Ecosystem of the Hospital Surfaces: Focus on the Resistome Remodulation

Elisabetta Caselli^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, Maria Teresa Casarini¹, Maddalena Cocognari¹, Alessia Brancini¹, Paola Antonini¹, Pier Giorgio Ballozzi¹, Sara Di Lallo¹, Simona Mazzacane¹

OPEN ACCESS
 Citation: Caselli E, Di Lallo S, Vignoli A, Lazzari L, Casarini MT, Cocognari M et al. (2018) Impact of a Probiotic-Based Cleaning Intervention on the Microbiota Ecosystem of the Hospital Surfaces: Focus on the Resistome Remodulation. PLoS ONE 13(2): e0191817. doi:10.1371/journal.pone.0191817

Abstract
 Contamination of hospital surfaces by clinically-relevant pathogens represents a major concern in healthcare facilities, due to its impact on transmission of healthcare-associated infections (HAI) and to the growing drug resistance of HAI-associated pathogens. Routinely used chemical disinfectants show limitations in controlling pathogen contamination, due to their inefficiency in preventing recontamination and selection of resistant strains. Recently we observed that an innovative approach, based on a cleanser added with spores of non-pathogenic probiotic (*Bacillus*), was effective in stably counteracting the growth of several pathogens contaminating hospital surfaces.

Background
 Contamination of hospital surfaces by clinically-relevant pathogens represents a major concern in healthcare facilities, due to its impact on transmission of healthcare-associated infections (HAI) and to the growing drug resistance of HAI-associated pathogens. Routinely used chemical disinfectants show limitations in controlling pathogen contamination, due to their inefficiency in preventing recontamination and selection of resistant strains. Recently we observed that an innovative approach, based on a cleanser added with spores of non-pathogenic probiotic (*Bacillus*), was effective in stably counteracting the growth of several pathogens contaminating hospital surfaces.

Methods
 Here, we wanted to study the impact of the *Bacillus*-based cleanser on the drug-resistance features of the healthcare pathogens population. In parallel, the ability of cleanser-derived *Bacillus* to infect hospitalized patients was also investigated.

Results
 Collected data showed that *Bacillus* spores can germinate on dry inanimate surfaces, generating the bacterial vegetative forms which counteract the growth of pathogens and effectively substitute for them on treated surfaces. Streaking, this procedure did not select resistant species, but conversely induced an evident decrease of antibiotic-resistance genes in the contaminating hospital population. Also importantly, all the six HAI-predic-

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE
Reducing healthcare-associated infections incidence by a probiotic-based sanitation system: A multicentre, prospective, intervention study

Elisabetta Caselli^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, Filippo Belloni¹, Paola Antonini¹, Rossana Terzoni¹, Gabriella Piffaneri¹, Silvana Nelli¹, Vincenzo La Ferla¹, Alessandra Casati¹, Lorenza Topogno¹, Giovanni Wilson¹, Nebo Tusa¹, Simona Mazzacane¹, for the SAN-HCA Study Group

OPEN ACCESS
 Citation: Caselli E, Belloni F, Antonini P, Terzoni R, Piffaneri G, Nelli S, et al. (2018) Reducing healthcare-associated infections incidence by a probiotic-based sanitation system: A multicentre, prospective, intervention study. PLoS ONE 13(2): e0191818. doi:10.1371/journal.pone.0191818

Abstract
 Healthcare Associated Infections (HAI) are a global concern, further threatened by the increasing drug resistance of HAI-associated pathogens. On the other hand, persistent contamination of hospital surfaces contributes to HAI transmission, and it is not efficiently controlled by conventional cleaning, which does not prevent recontamination, has a high environmental impact and can favour selection of drug-resistant microbial strains. In the search for effective approaches, an eco-sustainable probiotic-based cleaning system (Probiotic Cleaning Hygiene System, PCHS) was recently shown to stably abate surface pathogens, without selecting antibiotic-resistant species. The aim of this study was to determine whether PCHS application could impact on HAI incidence. A multicentre, pre-post interventional study was performed for 18 months in the Internal Medicine ward of an Italian public hospital (January 1st 2016–June 30th 2017). The intervention consisted of the substitution of conventional sanitation with PCHS, maintaining unchanged any other measures influencing HAI control. HAI incidence in the pre and post-intervention period was the main outcome measure. Surface bioburden was also analysed in parallel. Globally, 11,862 patients and 24,875 environmental samples were surveyed. PCHS was associated with a significant decrease of HAI cumulative incidence from a global 4.8% (204 patients) with HAI over 5,930 total patients) to 2.3% (128 patients) with HAI over 5,531 total patients) (OR = 0.44, CI 95% 0.35–0.54) (P<0.0001). Concurrently, PCHS was associated with a stable decrease of

3.3 Sicherheit

Da die probiotische und synbiotische Reinigung eine neue Technologie ist, hat Chrisal von Beginn der Entwicklung an viel Aufmerksamkeit darauf verwendet, die Sicherheit der Produkte und insbesondere der verwendeten probiotischen Stämme zu demonstrieren.

Chrisal Probiotika und Synbiotika erfüllen die folgenden Kriterien:

1. Alle verwendeten Probiotika gehören zur ATCC-Sicherheitsklasse 1 (= höchste Sicherheit)
2. Die Pro / Präbiotika sind 100% natürlich, nicht gentechnisch verändert
3. Die Pro / Präbiotika sind in der Liste der sicheren Inhaltsstoffe der Europäischen Agentur für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für die Verarbeitung in Lebensmitteln aufgeführt
4. Lebensmittelsicher gemäß der amerikanischen FDA (GRAS-Status)
5. Folgende offizielle OECD-Sicherheitstests bestanden:
 - a. OECD 403 Inhalationstoxizität
 - b. OECD 404 Akute Hautreizung / Korrosion
 - c. OECD 405 Akute Augenreizung / Korrosion
 - d. OECD 406 Hautgefühl
6. Die Produkte erfüllen die EU-Umweltzeichenkriterien
7. Die Präbiotika und Probiotika erfüllen die Kriterien für die Verwendung in Kosmetika
8. 10 Jahre sichere Anwendung in Krankenhäusern und klinischen Studien



Letters to the Editor

Safety of probiotics used for hospital environmental sanitation

Sir,

There is consensus about the need for efficient control of microbial contamination on hospital surfaces, as these surfaces represent significant pathogen reservoirs that may contribute to transmission of healthcare-associated infections (HAIs). The emergence of multidrug-resistant pathogens in hospitals is a global concern.¹

Control of surface bioburden is routinely addressed by use of conventional chemical-based detergents/disinfectants; however, these are ineffective in preventing recontamination, and may select resistant strains. Recently, cleaning agents containing probiotics of the genus *Bacillus* have been proposed for hospital sanitation [Probiotic Cleaning Hygiene System (PCHS); Copina srl, Ferrara, Italy]; these have been shown to stably decrease surface pathogens up to 90% more than conventional disinfectants, and to be genetically stable even after years of continuous contact with surface pathogens.^{2,3} The rationale for the use of probiotics as sanitizing agents lies in the idea that a healthy microbiota might protect against colonization by, and expansion of, pathogens in the environment as well as in the human body; this has been called 'bidirectional' hygiene.⁴

The three species contained in the probiotic cleansers (*Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, and *Bacillus megaterium*) are considered non-pathogenic for humans.⁵ Nevertheless, a theoretical risk of infection exists, and a few anecdotal cases of infection by *B. subtilis* have been reported in surgical patients.⁶ However, systematic assessment of adverse events in probiotic intervention studies is lacking, whereas it has recently been proposed that the most appropriate way to investigate whether probiotics are safe is to use the 'totality of evidence' rather than single case reports.^{7,8} Active surveillance for cases of probiotic-associated infection in all probiotic-based trials has been advocated.⁹ Thus, we have analysed whether the *Bacillus* spp. included in cleaning products may themselves be a source of HAIs. We investigated whether any infections with *Bacillus* spp. occurred in seven healthcare institutions in the province of Ferrara (Italy) that used the PCHS throughout.

In addition to routine culture of all 32,139 clinical samples from around 90,000 patients and 800,000 hospitalizations

days, a quota of samples was also analysed by a *Bacillus*-specific real-time quantitative polymerase chain reaction, as previously described.² The numbers of analysed samples from each institution, as well as the period of environmental sanitation by PCHS, are shown in Table 1. Both culture-based and molecular testing showed complete absence of PCHS-derived bacilli in any clinical sample, for the entire period of the survey. This suggests that probiotic *Bacillus* spp. do not cause infections, even in the subjects at high risk of opportunistic infections.

We think that this surveillance model represents an essential part of the infection control policy associated with the use of probiotics, as it provides ongoing assurance of safety. Accordingly, we are now undertaking a multi-centre study to evaluate a larger number of healthcare institutions for a prolonged period.

Table 1
Analyses performed in the years 2011–2015 in the healthcare structures (HS) continuously using the *Bacillus*-based Probiotic Cleaning Hygiene System (PCHS)

Healthcare structures	Analyses per year (with PCHS sanitation system)					Total analyses (per HS)
	2011	2012	2013	2014	2015	
HS-1	429	—	—	—	—	429
HS-2	103	704	701	613	705	2886
HS-3	—	—	6346	7290	7593	21,229
HS-4	—	76	1025	969	1154	3224
HS-5	—	72	631	713	750	2166
HS-6	—	240	403	498	554	1695
HS-7	—	—	—	—	510	510 ^a
Total^b	532	1092	9106	10,083	11,326	32,139

HS-1, Old S. Anna Hospital (Ferrara), PCHS application March 16th to August 28th, 2011; HS-2, S. Giorgio Hospital (Ferrara), PCHS application since November 1st, 2011; HS-3, New S. Anna Hospital (Cona, Ferrara), PCHS application since January 1st, 2013; HS-4, Delta Hospital (Lagospiano, Ferrara), PCHS application since June 1st, 2012; HS-5, Cento Hospital (Cento, Ferrara), PCHS application since July 1st, 2012; HS-6, Argenta Hospital (Argenta, Ferrara), PCHS application since July 1st, 2012; HS-7, Quisisana Hospital (Ferrara), PCHS application since January 1st, 2015.

^a A quota of these samples was simultaneously analysed also by molecular assays (qPCR).
^b A unique central Microbiology Laboratory (S. Anna University Hospital, Ferrara) performed the analysis by conventional microbiological assays.



3.4 Anwendungen

Umweltverschmutzung und Mikrobiologie spielen in vielen Situationen und Anwendungen eine Rolle. Chrisal hat nach mehr als 15 Jahren Produktentwicklung eine breite Produktpalette hergestellt. Nachstehend finden Sie eine sehr kurze Übersicht. Für weitere Informationen können Sie sich jederzeit an den Chrisal-Vertreter wenden.

a) Oberflächenreinigung

Nahezu alle Gebäude (privat, öffentlich oder beruflich) sind ständig von Verschmutzung und Geruch betroffen. Die mikroskopische Tiefenreinigung der probiotischen und synbiotischen Reiniger gewährleistet eine signifikante Reduzierung dieser Probleme. Darüber hinaus sorgt der Aufbau einer gesunden, stabilen Mikroflora auf den Oberflächen für eine gesündere Umwelt.

Neben der Reinigung von Oberflächen hat Chrisal auch eine Reihe von Produkten für die persönliche Hygiene entwickelt, darunter Handseife und Duschgel. Schließlich ist eine gute Hautreinigung mit der Stimulation eines gesunden Hautmikrobioms für einen guten persönlichen Schutz sehr wichtig.

Wo: Gesundheitssektor, Landwirtschaft, öffentlicher Sektor, Schulen, Büros, Geschäfte, Sportinfrastruktur, Gastgewerbe, (Lebensmittel-) Industrie, Privathäuser ...

b) Reinigung von Wassersystemen

Wasser ist die Quelle allen Lebens und Wassersysteme müssen sich aufgrund einer ungünstigen Mikroflora immer mit einem starken Aufbau organischer Verschmutzung auseinandersetzen. Diese organische Verschmutzung verursacht schwerwiegende Probleme wie Geruchsbelästigung, Verfärbung des Wassers und insbesondere Verstopfung von Pumpen, Rohren und Filtern. Bei technischen Installationen kann dies zu einem großen Effizienzverlust oder zu hohen Wartungskosten führen.

Die probiotischen und synbiotischen Reinigungsprodukte für Wassersysteme sorgen dafür, dass organischer Schmutz verdaut und freigesetzt wird, damit er durch die physische Bewegung des Wassers schneller entfernt wird. Die gebildete stabile Mikrobiologie gewährleistet ein geringeres Risiko für duftendes und trübes Wasser.

Wo: Kühlwasser, Teiche, Spülwasser, Produktionswasser

c) Reinigung von Luftsystemen

Obwohl Luft weit weniger Mikroorganismen enthält, können moderne Klima- und Lüftungssysteme auch eine Ansammlung organischer Verschmutzungen verursachen, in denen sich unter anderem Allergene befinden. Dies führt in den betroffenen Gebäuden zu einer ungesunden Raumluft, die häufig zum "Sick-Building-Syndrom" führt. Die probiotische und synbiotische Reinigung von Luftsystemen setzt Schmutz in den Luftkanälen frei, so dass die physischen Luftströme ihn ablassen können. Dies hält die Luftkanäle sauber und die pro / synbiotische Reinigung sorgt auch für eine gesunde Mikroflora auf allen Oberflächen im Innenraum.

Wo: Professionelle und private HLK-Systeme; Klimaanlage für PKW / LKW / Flugzeug

4. Was macht Chrisal-Produkte einzigartig?

Um die maximale Wirkung und den maximalen Nutzen einer probiotischen und synbiotischen Reinigung zu erzielen, müssen die Produkte eine Reihe wichtiger Kriterien erfüllen:

Zusammensetzung des Produktes

Die Auswahl der Arten von Probiotika und Präbiotika ist entscheidend für das ordnungsgemäße Funktionieren des Produkts. Es steht eine Vielzahl von Arten zur Verfügung, und es ist sehr wichtig zu wissen, welche Auswirkungen eine bestimmte Art unter bestimmten Umständen hat. Chrisal forscht seit vielen Jahren, um die leistungsstärksten probiotischen Bakterien und präbiotischen Zucker für die gewünschte Anwendung auszuwählen. Beispielsweise ist ein probiotischer Lactobacillus, der aus den probiotischen Nahrungsergänzungsmitteln bekannt ist, für Umweltsanwendungen praktisch wertlos. Die Bacillus-Arten, die aus Boden und Wasser stammen und von Chrisal verwendet werden, sind äußerst effizient!



Produktstabilität

Die Anzahl der Prä- und Probiotika im Produkt ist ebenfalls von großer Bedeutung. Oft ist die organische Verschmutzung einer Oberfläche sehr stark. Ein probiotisches Reinigungsprodukt mit nur wenigen Probiotika funktioniert nicht. Die Chrisal-Produkte enthalten ein absolutes Minimum von 50 Millionen Probiotika pro ml. Bestimmte Produkte gehen bis zu einer halben Milliarde pro ml!



Probiotika und Präbiotika müssen auch die gesamte Lebensdauer des Produkts überleben. Chrisal ist bei weitem Marktführer in Bezug auf Stabilität und gibt allen seinen Produkten eine Haltbarkeit von mindestens 3 Jahren!

Produktqualität

Um die ordnungsgemäße Funktion und Sicherheit jedes Produkts zu gewährleisten, ist ein Klangqualitätssystem von großer Bedeutung. Chrisal hat seit 1999 das ISO9001-Qualitätszertifikat. Dies garantiert das reibungslose Funktionieren des gesamten Unternehmens.



Produktbetrieb

Der Betrieb aller Chrisal-Produkte wird immer von spezialisierten akademischen oder privaten Institutionen extern validiert. Zu den regelmäßigen Forschungspartnern von Chrisal gehören UGent, Eurofins, SGS und BMA Labor.

Entscheidung

Mit den probiotischen und synbiotischen Reinigungsprodukten hat Chrisal eine echte Revolution und bewährte Lösung in Bezug auf die Reinigung gefunden. Die optimale Wirkung in Kombination mit ihrer Sicherheit, Haltbarkeit und Umweltfreundlichkeit machen diese Produkte zu einer nachhaltigen Hygiene, die wir alle brauchen.

In den kommenden Jahren wird diese Technologie in immer mehr Branchen eingesetzt. Sie können helfen, eine nachhaltige Zukunft aufzubauen!

Be part of the difference for a better world!

