

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000018959
Data Deposito	19/07/2021
Data Pubblicazione	19/01/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
D	06	M	13	165

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
D	06	M	13	463

Titolo

Tessuto antimicrobico e suoi impieghi

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

"Tessuto antimicrobico e suoi impieghi"

Di: AUNDE ITALIA S.p.A., nazionalità italiana, Regione Masio 19 Bis, 10046 Poirino, (TO), Italia.

Inventori designati: COPPOLA, Antonio.

Depositata il: 19 luglio 2021

* * *

La presente invenzione si riferisce in generale a un tessuto antimicrobico. Più in particolare, l'invenzione si riferisce a un tessuto dotato della capacità di prevenire la proliferazione di microbi e ridurre la carica microbica contaminante, e a un procedimento per la produzione di detto tessuto antimicrobico.

La proliferazione di microrganismi quali batteri, funghi e virus sui prodotti tessili, in particolare sui capi di abbigliamento e i tessuti per la casa, quali asciugamani, lenzuola, arredi imbottiti e tendaggi, favorita da adeguate condizioni di temperature ed umidità, è frequentemente causa di insorgenza di cattivi odori e macchie. Il contatto prolungato di un tessuto contaminato con la pelle può comportare inoltre l'insorgenza di allergie e patologie diverse, anche di una certa gravità, soprattutto nelle persone immunodepresse.

Tipicamente le procedure di sanitizzazione e disinfezione degli articoli tessili e dell'abbigliamento da lavoro rivestono primaria importanza nel settore medicale. Ad esempio, le visite ai pazienti, la frequentazione di corsie, corridoi, studi di visita e ambienti comuni comporta un notevole rischio di contaminazione dei camici dei medici che possono pertanto diventare pericolosi veicoli di agenti patogeni.

La rilevanza degli interventi di disinfezione e della sanificazione di abiti e tessuti è ancora più sentita in quest'ultimo periodo in cui la grave pandemia in corso causata dal nuovo coronavirus 2 da sindrome respiratoria acuta grave (SARS-CoV-2) ha posto sfide importanti per la sanità pubblica di molti paesi, al fine di ridurre i pericolosi contagi e garantire la salute degli operatori sanitari.

In tale contesto, si pone pertanto la necessità di mettere a disposizione un tessuto dotato della capacità di prevenire e/o inibire la proliferazione di microorganismi sulla sua superficie e/o al suo interno, riducendo in tal modo l'insorgenza di cattivi odori nonché il rischio di contaminazioni da parte di agenti patogeni pericolosi.

Si pone in particolare la necessità di mettere a disposizione un tessuto che sia dotato al contempo di un'efficace azione antibatterica ed antivirale, senza effetti nocivi sul corpo umano o animale, al fine di garantire un'adequata protezione contro la trasmissione di pericolosi agenti microbiologici.

Questi e altri scopi sono raggiunti grazie ad un tessuto antimicrobico, un procedimento per la sua produzione e agli impieghi di detto tessuto come definiti nelle annesse rivendicazioni indipendenti.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono identificate nelle rivendicazioni dipendenti, che formano parte integrante della descrizione.

Nel prosieguo è fornita una descrizione dettagliata del tessuto antimicrobico secondo l'invenzione, nonché del procedimento per la sua produzione, che costituisce un secondo aspetto della presente invenzione. Un terzo aspetto della presente invenzione riguarda le applicazioni d'uso del tessuto antimicrobico dell'invenzione.

Con l'espressione "antimicrobico", come qui utilizzata, si intende la proprietà di una sostanza o materiale di eliminare un microrganismo infettan-

te e/o impedirne l'azione, ad esempio inibendo un processo metabolico o una via di sintesi presente a livello del microorganismo. Nell'ambito dell'espressione "antimicrobico" si intendono ricomprese l'attività antibatterica, che agisce principalmente contro i batteri, l'attività antimicotica, diretta contro i patogeni responsabili delle micosi, e l'attività antivirale o virucida, in grado di distruggere o inattivare i virus.

Con l'espressione "biocida" si intende qualsiasi sostanza o miscela, utilizzata con l'intento di distruggere, eliminare, rendere innocuo, impedire l'azione o esercitare altro effetto di controllo su qualsiasi organismo nocivo, con qualsiasi mezzo diverso dalla mera azione fisica o meccanica.

Nell'ambito della presente descrizione le espressioni "antimicrobico" e "biocida" sono impiegate in modo intercambiabile tra loro.

Come precedentemente indicato, la presente invenzione riguarda un tessuto costituito da un intreccio di fibre impregnate con uno o più sali di ammonio quaternario, caratterizzato dal fatto che l'uno o più sali di ammonio quaternario comprendono almeno una catena alchilica lineare o ramificata,

satura o insatura, contenente almeno 8 atomi di carbonio.

Con l'espressione "sale di ammonio quaternario" come qui utilizzata si intende una classe di composti organici in cui un atomo di azoto caricato positivamente condivide i suoi elettroni di valenza con atomi di carbonio che fanno parte di gruppi organici. Secondo l'invenzione, l'uno o più sali di ammonio quaternario con cui sono impregnate le fibre nel tessuto antimicrobico comprendono almeno una catena alchilica lineare o ramificata, satura o insatura, contenente almeno 8 atomi di carbonio.

Preferibilmente, l'uno o più sali di ammonio quaternario nel tessuto secondo l'invenzione sono alogenuri di alchil-benzil-dimetilammonio, più preferibilmente cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio, la cui catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contiene un numero di atomi di carbonio compreso fra 8 e 20, preferibilmente fra 8 e 18, ancor più preferibilmente fra 8 e 16 (Numero CAS 63449-41-2).

Nell'ambito della presente descrizione, una miscela comprendente cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio come sopra definiti con catena alchilica avente un numero di atomi di carbonio com-

preso fra 8 e 18 è indicata come "cloruro di benzalconio".

Secondo l'invenzione, è particolarmente preferito l'impiego di una miscela comprendente cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio con catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, avente un numero di atomi di carbonio compreso fra 12 e 16 (Numero CAS 68424-85-1).

I sali di ammonio quaternario come sopra definiti, in particolare il benzalconio cloruro, sono noti per esplicare una potente azione biocida, anche a basse concentrazioni. Come illustrato più in dettaglio nella parte sperimentale che segue, le particolari caratteristiche del tessuto secondo l'invenzione conferiscono a detto prodotto una significativa efficacia biocida che si esplica nella capacità di ottenere una riduzione superiore al 99% della carica batterica o virale contaminante, senza provocare al contempo effetti dannosi sulla cute o sulle mucose.

In una forma di realizzazione preferita del tessuto dell'invenzione, l'uno o più sali di ammonio quaternario sono presenti in una quantità totale compresa fra 1,6 e 2,6 grammi/m² di tessuto, ad esempio in una quantità totale di 1,6, 1,7, 1,8,

1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5 o 2,6 grammi/m² di tessuto.

Preferibilmente, la quantità totale dell'uno o più sali di ammonio quaternario presente nel tessuto secondo l'invenzione è di 2,0 grammi/m² di tessuto.

Vantaggiosamente, le proprietà anti-microbiche del tessuto secondo l'invenzione, in particolare le attività antibatterica e antivirale, rimangono attive nel tempo e, grazie all'inibizione in maniera continuativa della potenziale crescita di microbi nocivi, consentono un costante processo di auto-sanificazione. Da ciò consegue una ridotta necessità della frequenza di lavaggio del prodotto che incorpora il tessuto, con l'evidente vantaggio di un minore impatto ambientale e minore usura.

Nel tessuto dell'invenzione, l'intreccio di fibre può comprendere fibre naturali, fibre artificiali, fibre sintetiche o fibre miste.

Le fibre naturali sono tratte da materiali esistenti in natura. Tra le fibre naturali idonee ad essere impiegate nel tessuto antimicrobico secondo l'invenzione si citano a titolo esemplificativo, ma non limitativo, cotone, lino, canapa, iu-

ta, lana, seta, cachemire, cammello, angora e qualsiasi loro combinazione o intreccio.

Le fibre artificiali si ottengono prevalentemente trattando la cellulosa di piante diverse. Esempi di fibre artificiali secondo l'invenzione includono viscosa (rayon), acetato, modal, lyocell, e qualsiasi loro combinazione.

Con riferimento alle fibre sintetiche si citano ad esempio, ma non esclusivamente, poliestere, fibra poliammidica (nylon), fibra poliuretanica (elastan), e qualsiasi loro combinazione.

In alternativa, il tessuto oggetto dell'invenzione può essere costituito di fibre miste, nel qual caso le fibre miste comprendono preferibilmente una o più tra poliestere e nylon.

La scelta delle fibre idonee ad essere impiegate nel tessuto dell'invenzione rientra ampiamente nelle capacità del tecnico del ramo.

Forma ulteriore oggetto della presente invenzione un procedimento per la produzione di un tessuto antimicrobico. Tale procedimento comprende la fase di immergere un tessuto in una miscela acquosa comprendente uno o più sali di ammonio quaternario comprendenti almeno una catena alchilica, lineare o

ramificata, satura o insatura, contenente almeno 8 atomi di carbonio.

Nella miscela acquosa impiegata nel procedimento secondo l'invenzione, l'uno o più sali di ammonio quaternario sono come precedentemente definiti in relazione al tessuto antimicrobico.

Preferibilmente, l'uno o più sali di ammonio quaternario nella miscela acquosa sono cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio con una catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contenente un numero di atomi di carbonio compreso fra 8 e 18, più preferibilmente fra 12 e 16 (Numero CAS 68424-85-1).

In una forma di realizzazione preferita l'uno o più sali di ammonio quaternario sono presenti nella miscela acquosa in una quantità totale compresa fra l'1% e il 2,5%, preferibilmente fra l'1,5% e il 2,3%, per esempio in una quantità totale dell'1,5%, 1,6%, 1,7%, 1,8%, 1,9%, 2,0%, 2,1%, 2,2%, 2,3% in peso sul peso totale della miscela.

In una forma di realizzazione maggiormente preferita, l'uno o più sali di ammonio quaternario sono presenti nella miscela acquosa in una quantità totale del 2,0% in peso sul peso totale della miscela.

Nel procedimento dell'invenzione, la miscela acquosa può altresì comprendere almeno un etere glicolico. Tipicamente, gli eteri glicolici esplicano un'attività imbibente che favorisce l'assorbimento della miscela acquosa nelle fibre del tessuto.

Eteri glicolici idonei all'impiego nella miscela acquosa del procedimento dell'invenzione sono, ad esempio, 2-metossietanolo, 2-etossietanolo, 2-butossietanolo, 2-butossietossietanolo, 2-fenossietanolo, e qualsiasi loro combinazione.

L'almeno un etere glicolico nella miscela acquosa del procedimento dell'invenzione è preferibilmente 2-butossietanolo.

In una forma di realizzazione preferita l'almeno un etere glicolico è presente nella miscela acquosa in una quantità totale compresa fra lo 0,1% e l'1%, preferibilmente fra lo 0,15% e lo 0,9% in peso sul peso totale della miscela, per esempio in una quantità totale dello 0,15%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,7%, 0,8%, 0,9% in peso sul peso totale della miscela.

Nella miscela acquosa impiegata nel procedimento dell'invenzione può altresì essere presente un regolatore di pH, preferibilmente un acido orga-

nico, più preferibilmente acido citrico e/o acido acetico.

In una forma di realizzazione preferita, il regolatore di pH è presente nella miscela acquosa preferibilmente in una quantità compresa fra lo 0,01% e lo 0,1% in peso sul peso totale della miscela, più preferibilmente fra lo 0,015% e lo 0,09% in peso sul peso totale della miscela, per esempio in una quantità totale dello 0,015%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09% in peso sul peso totale della miscela.

Il valore di pH della miscela acquosa secondo l'invenzione è preferibilmente compreso nell'intervallo fra 6,0 e 6,5.

Una prima miscela acquosa preferita impiegata nel procedimento secondo l'invenzione comprende i componenti: 2% in peso di uno o più cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio con una catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contenente un numero di atomi di carbonio compreso fra 8 e 18, 0,2% in peso di 2-butossietanolo, e 0,025% in peso di acido citrico sul peso totale della miscela.

Una seconda miscela acquosa preferita impiegata nel procedimento secondo l'invenzione comprende

i componenti 1,8% in peso di uno o più cloruri di alchil-benzil-dimetilammonio con una catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contenente un numero di atomi di carbonio compreso fra 12 e 16, 0,25% in peso di 2-butossietanolo, e 0,025% in peso di acido citrico sul peso totale della miscela.

Secondo l'invenzione, la miscela acquosa del procedimento dell'invenzione può comprendere composti attivi addizionali o additivi.

Il tessuto impiegato nel procedimento dell'invenzione può essere fabbricato mediante tecniche diverse di tessitura, ad esempio mediante impiego di telai circolari, indemagliabili, telai piani o jacquard, utilizzando fibre naturali, artificiali o sintetiche come precedentemente descritte. Le tecniche di tessitura sono note e descritte nello stato della tecnica, per cui la loro scelta e il loro impiego rientrano nelle capacità del tecnico medio del settore.

Nel procedimento secondo l'invenzione, il passaggio di immersione del tessuto nella miscela acquosa è preferibilmente realizzato facendo scorrere il tessuto all'interno di vasche contenenti la miscela acquosa (bagno).

In una forma di realizzazione preferita, l'immersione avviene mediante la procedura del "foulardaggio", che prevede il passaggio del tessuto inizialmente attraverso cilindri allargatori e tenditori e poi, in largo, in una vasca in cui il tessuto viene impregnato con la miscela acquosa secondo l'invenzione. A questo passaggio può seguire una spremitura del tessuto fra cilindri, al fine di spingere la miscela nelle fibre e di eliminarne al contempo l'eccesso.

Opzionalmente, dopo il passaggio di immersione, il tessuto può essere sottoposto ad asciugatura ad una temperatura compresa fra 130°C e 150°C, preferibilmente alla temperatura di 140°C, al fine di eliminare l'eccesso della miscela acquosa e termofissare gli uno o più sali di ammonio quaternario con attività antimicrobica.

Un terzo aspetto dell'invenzione riguarda gli impieghi del tessuto antimicrobico. Come menzionato in precedenza, le particolari attività antibatteriche ed antivirali del tessuto dell'invenzione sono caratterizzate da significativa persistenza nel tempo, consentendo pertanto la completa eliminazione o la significativa riduzione di eventuali contaminazioni microbiche da parte di persone o animali

negli intervalli di tempo che intercorrono tra usi successivi del tessuto. Grazie dunque alla particolare combinazione di una costante attività antimicrobica e sicurezza per la cute e/o le mucose, il tessuto dell'invenzione è particolarmente idoneo ad essere impiegato per la fabbricazione di prodotti di abbigliamento, prodotti tessili di arredamento e/o prodotti tessili medicali.

Esempi di prodotti di abbigliamento particolarmente idonei ad essere fabbricati con il tessuto antimicrobico secondo l'invenzione includono abbigliamento medico ed ospedaliero, per laboratori di analisi, per camere sterili, e per ambienti ad alto rischio di contaminazione; abbigliamento per l'industria agroalimentare, farmaceutica e chimica; abbigliamento per l'esercito; abbigliamento sportivo, e uniformi per cuochi e camerieri.

Ulteriori applicazioni idonee del tessuto dell'invenzione riguardano, ad esempio, la fabbricazione di prodotti tessili per l'arredamento (ten-
de, biancheria da letto, tessuti d'arredamento per la casa, rivestimenti di sedie e sedute), rivestimenti di componenti di arredo uffici o tessuti per interno di veicoli, tra cui si citano a titolo esemplificativo, tessuti per sedili e fodere, pan-

nelli porta, braccioli e seggiolini per bambini, così come qualsiasi prodotto tessile protettivo in grado di coprire in tutto o in parte una persona, un attrezzo o un pezzo di equipaggiamento, un accessorio di abbigliamento o scarpe.

Gli esempi che seguono sono forniti a scopo illustrativo e non limitativo della portata dell'invenzione come definita nelle annesse rivendicazioni.

ESEMPI

1. Procedimento di fabbricazione ed impregnazione del tessuto antimicrobico

Per la fabbricazione del tessuto dell'invenzione sono state impiegate metodiche diverse di tessitura come di seguito illustrate.

TESSITURA PIANI/JACQUARD

Tessitura tradizionale costituita da un intreccio di più fili perpendicolari tra loro: i fili in ordito sono longitudinali al tessuto, quelli di trama invece sono trasversali.

La lavorazione avviene con telai elettrici che si dividono in due tipologie: i telai piani che consentono la creazione di tessuti senza disegno o con disegno regolare, oppure i telai jacquard che permettono di avere un controllo singolo su ogni

filo di ordito facendo quindi passare la trama sopra o sotto ogni filo a piacimento permettendo la creazione anche di disegni complessi.

TESSITURA CIRCOLARE

La tessitura circolare, detta a "maglia", parte dal caricamento delle singole rocche tinte in macchina. I filati vengono intrecciati in anelli consecutivi che formano la maglia.

A differenza della tessitura piani/jacquard il tessuto per sua struttura è molto più elastico e si presta meglio alle lavorazioni successive di sellatura, ma la struttura è inevitabilmente meno resistente della tecnologia piani/jacquard.

TESSITURA INDEMAGLIABILE

Tecnologia di tessitura che prevede l'utilizzo di particolari bobine di filo acquistate a parte con la quale è possibile creare delle microfibre e velluti. Solitamente il tessuto creato con questi telai è bianco e verrà tinto successivamente da fornitori esterni per poi rientrare nel flusso produttivo nel finissaggio.

FINISSAGGIO

Dopo fabbricazione, il tessuto è stato sottoposto a finissaggio, un processo che si divide in

tre fasi che possono essere concatenate tra loro: lavaggio tessuto, bagno in foulard, termofissaggio.

Mediante la fase di lavaggio sono stati rimossi gli oli usati in tessitura e presenti nel filato; la miscela usata è stata acqua e sapone. Successivamente il tessuto è entrato in una vasca contenente la miscela del procedimento dell'invenzione. Il tessuto imbevuto è stato successivamente spremuto con sistema meccanico e, dopo spremitura, è entrato in un forno alla temperatura di 140°C per la fase di termofissaggio, con permanenza di circa 3 minuti.

2. Valutazione dell'attività antivirale del tessuto dell'invenzione

L'attività antivirale del tessuto dell'invenzione è stata valutata mediante un metodo di analisi quantitativo secondo la normativa ISO 18184 "Determinazione dell'Attività Antivirale di Prodotti Tessili".

I presenti inventori hanno inizialmente condotto i saggi di valutazione impiegando i batteriofagi come agente biologico. In breve, una soluzione contenente un titolo virale noto (inoculo) è stata posta a contatto con le superfici di un campione di prova del tessuto da analizzare e successivamente è

stata misurata la carica virale residua dopo tempi di contatto (T) predeterminati.

La prestazione antivirale dei campioni analizzati è stata determinata confrontando la carica virale infettante residua sui campioni di tessuto dell'invenzione dopo il periodo di incubazione (18 ore) rispetto alla carica iniziale, risultante dal primo immediato recupero dopo l'inoculo su un campione di tessuto non trattato. Per ciascuna tempistica di analisi (T) sono stati inoltre confrontati i risultati per i campioni di tessuto trattati e quelli per i campioni di controllo non trattati. In aggiunta sono state riportate le percentuali di abbattimento della carica virale rispetto alla carica iniziale al tempo T0 risultante dall'inoculo sul campione non trattato.

In particolare, per i suddetti saggi è stato impiegato il batteriofago MS2 (DSM 13767. ATCC 15597-B1), ad una concentrazione nell'inoculo pari a $1,4 \times 10^7$ unità formanti placche ("*plaque forming units*", pfu). Il tempo di contatto (incubazione) è stato protratto sino a 18 ore dal momento che i virus batteriofagi, in presenza delle cellule batteriche che sono comunemente presenti sulle superfi-

ci, continuano a replicarsi senza una iniziale significativa diminuzione.

Nella tabella 1 di seguito sono riportate le prestazioni antivirali del tessuto antimicrobico dell'invenzione indicate come Log_{10} e Riduzione% rispetto al campione di controllo non trattato.

Tabella 1

Campioni		Valori medi		Riduzione (%)	
		Pfu assoluto	$\log_{10}$ PFU	$\log_{10}$ PFU	%
Controllo	0	$1,47 \times 10^6$	6,17	-	
	18 ore	$8,93 \times 10^5$	5,95	-	
Tessuto anti-microbico	18 ore	$3,13 \times 10^1$	1,50	4,46	99,996

I valori di pfu assoluto nella tabella corrispondono al logaritmo comune del numero di unità formanti placca come media di 3 campioni analizzati.

I risultati delle analisi sopra illustrate dimostrano che il tessuto dell'invenzione è sorprendentemente capace di conseguire in un tempo determinato una riduzione di circa il 99,9% della carica virale contaminante.

Per la valutazione dell'attività antivirale del tessuto dell'invenzione, i presenti inventori hanno condotto ulteriori analisi impiegando virus specifici che agiscono sull'uomo, in particolare il

SARS-CoV-2. Questo virus non resiste a lungo al di fuori di un ospite e, pertanto, diversamente dai batteriofagi, le caratteristiche del test - temperatura e umidità controllata- impediscono a questo agente biologico di sopravvivere per tempi lunghi su un tessuto in poliestere che, essendo per sua natura un ambiente non favorevole alla sopravvivenza virale, ne segna dunque un rapido deterioramento.

Alla luce di ciò, al fine di ottenere risultati significativi, i tempi di analisi nel corso dei saggi sono stati ridotti a 30 minuti e una, due o quattro ore. Come riportato nelle tabelle 2 e 3 di seguito, i risultati conseguiti saggiando SARS-CoV-2 ed impiegando tempi ridotti hanno dimostrato anche in questo caso un'elevata efficacia antivirale del tessuto antimicrobico dell'invenzione:

Tabella 2

CAMPIONE NON TRATTATO			
Tempo	Media Log TCID ₅₀ Log (V _a)	TCID ₅₀ / 1mL	M
T=0	5,08	10 ^{5,08}	—
T=30'	4,83	10 ^{4,83}	0,25
T=1h	3,66	10 ^{3,66}	1,42
T=2h	3,25	10 ^{3,25}	1,83
T=4h	2,33	10 ^{2,33}	2,75

Tabella 3

CAMPIONE TRATTATO				
Tempo	Media Log TCID ₅₀ Log (V _c)	TCID ₅₀ / 1mL	M _v	% riduzione rispetto T0
T=0	–	–	–	–
T=30'	1,50	10 ^{1,50}	3,58	99,97%
T=1h	1,50	10 ^{1,50}	3,58	99,97%
T=2h	1,50	10 ^{1,50}	3,58	99,97%
T=4h	1,50	10 ^{1,50}	3,58	99,97%

Per attribuire un'efficacia antivirale al valore M_v rispetto al tempo 0 (T0) del campione non trattato è stata applicata la formula:

$$M_v = \log(V_a) - \log(V_c).$$

I risultati ottenuti sono poi stati riportati nella tabella 4 di valutazione:

Tabella 4

EFFICACIA ANTIVIRALE	
$2 \leq M_v < 3$	Buon effetto
$M_v \geq 3$	Effetto Eccellente

La percentuale di efficacia è stata calcolata mediante la formula:

$$\frac{\text{TCID}_{50}/\text{ml al T0} - \text{TCID}_{50}/\text{ml al Tx}}{\text{TCID}_{50}/\text{ml al T0}} \times 100$$

Per i campioni trattati con trattamento anti-virus, l'efficacia antivirale (%) a T30' è stata:

$$\frac{10^{5,08} - 10^{1,50}}{10^{5,08}} \times 100 = 99,97\%$$

Alla luce dei risultati precedentemente descritti, il tessuto antimicrobico dell'invenzione si è rivelato dotato di un'attività antivirale estremamente elevata anche nei confronti di SARS-CoV-2.

3. Valutazione dell'attività antibatterica del tessuto dell'invenzione

Allo scopo di valutare la capacità antibatterica del tessuto antimicrobico dell'invenzione è stato condotto un metodo di analisi quantitativo secondo la normativa UNI EN ISO 20743 "Determinazione dell'Attività Antibatterica di Prodotti Tessili".

I saggi sono stati eseguiti su campioni di tessuto dell'invenzione e su campioni controllo di tessuto non trattato, che sono stati posti a contatto su terreno agarizzato in cui era stata inoculata la soluzione batterica.

I campioni di tessuto antimicrobico sono stati esaminati dopo due differenti tempi di contatto (incubazione), al termine dei quali sono stati analizzati per determinare il valore di attività antibatterica, che è stato poi confrontato con il valore di crescita batterica riscontrata sui campioni di controllo. Più specificamente, per i suddetti

saggi sono state impiegate colture del batterio *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) e del batterio *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4532), alle concentrazioni di inoculo pari, rispettivamente, a $7,55 \times 10^5$ unità formante colonia (CFU) e $2,63 \times 10^5$ CFU. L'incubazione dei campioni è stata condotta per 3 e 6 ore.

Nella tabella 5 di seguito sono riportate le prestazioni antibatteriche del tessuto antimicrobico dell'invenzione rispetto al campione di controllo non trattato.

Tabella 5

Tempo	Tessuto NON trattato		Tessuto trattato	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
T=0h	120.000 UFC/ml	91.000 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml
T=3h	150.000 UFC/ml	98.000 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml
T=6h	160.000 UFC/ml	110.000 UFC/ml	0 UFC/ml	0 UFC/ml

I risultati delle analisi precedentemente descritte dimostrano che il tessuto dell'invenzione è sorprendentemente capace di conseguire in un tempo molto rapido, già a T0, una riduzione di circa il 99,9% della carica batterica contaminante.

4. Valutazione del rischio di danno su cute e/o mucosa del tessuto dell'invenzione

Come precedentemente illustrato, il tessuto antimicrobico oggetto dell'invenzione è impregnato con uno o più sali di ammonio quaternario, preferibilmente cloruro di benzalconio (o benzalconio cloruro) che è appunto una miscela di sali di ammonio.

Come è noto nella tecnica, il cloruro di benzalconio a temperatura ambiente è un solido giallo chiaro deliquescente (si dissolve nell'acqua che assorbe dall'aria), molto solubile in acqua con un odore aromatico intenso.

Secondo l'*Assessment Report* disponibile sul sito dell'"Agenzia europea per le sostanze chimiche" (ECHA) (<https://echa.europa.eu>), le molecole di cloruro di alchil(C₁₂-C₁₆)-benzildimetilammonio sono corrosive e possono provocare irritazione cutanea a talune concentrazioni.

In linea generale gli effetti di corrosione delle suddette molecole non si ritengono rilevanti se le concentrazioni rimangono inferiori a < 1%.

La miscela acquosa impiegata nel procedimento secondo l'invenzione contiene una concentrazione massima di principio attivo cloruro di alchil(C₁₂-C₁₆)-benzildimetilammonio pari al 2,5%. Considerando lo scenario più gravoso, risulta quindi:

Tabella 6

Massima percentuale principio attivo nella miscela	2,500%
Densità del bagno (20°C)	0,998 Kg/l
Conversione peso/volume	2,495%
Assorbimento della miscela nel tessuto	0,100 l/m ²
Principio attivo massimo nel tessuto	2,59 g/m ²
Peso del tessuto rifinito	280 g/m ²
% massima di principio attivo nel tessuto	0,920%

Dai dati riportati nella Tabella 6 di sopra, si evince pertanto che il principio attivo della miscela acquosa del procedimento dell'invenzione rimane nel tessuto trattato con una percentuale < 1%. Al di sotto di tale percentuale, l'Autorità competente, durante la valutazione del principio attivo per i PT 3-4-8 (PT3: igiene veterinaria; PT4: alimenti e mangimi; PT8: preservanti per il legno) non ha rilevato effetti locali e, in assenza di tali effetti, non ha rilevato nemmeno effetti sistemici.

Alla luce di quanto sopra esposto il tessuto antimicrobico dell'invenzione non si configura come pericoloso, non necessita di indicazioni di pericolo o precauzione e non è soggetto all'obbligo di scheda di sicurezza.

RIVENDICAZIONI

1. Tessuto antimicrobico costituito da un intreccio di fibre impregnate con uno o più sali di ammonio quaternario, caratterizzato dal fatto che l'uno o più sali di ammonio quaternario comprendono almeno una catena alchilica lineare o ramificata, satura o insatura, contenente almeno 8 atomi di carbonio.
2. Tessuto antimicrobico secondo la rivendicazione 1, in cui l'uno o più sali di ammonio quaternario sono cloruro di alchil-benzil-dimetilammonio con una catena alchilica lineare o ramificata, satura o insatura, contenente un numero di atomi di carbonio compreso fra 8 e 18.
3. Tessuto antimicrobico secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui l'uno o più sali di ammonio quaternario sono presenti in una quantità totale compresa fra 1,6 e 2,6 grammi/m² di detto tessuto.
4. Tessuto antimicrobico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 3, in cui le fibre nell'intreccio sono scelte fra fibre naturali, fibre artificiali, fibre sintetiche, e qualsiasi loro combinazione.
5. Procedimento per la produzione di un tessuto antimicrobico, comprendente la fase di immergere un tessuto in una miscela acquosa comprendente uno o

più sali di ammonio quaternario comprendenti almeno una catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contenente almeno 8 atomi di carbonio.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, in cui l'uno o più sali di ammonio quaternario nella miscela acquosa sono cloruro di alchil-benzil-dimetilammonio con una catena alchilica, lineare o ramificata, satura o insatura, contenente un numero di atomi di carbonio compreso fra 8 e 18, e l'uno o più sali di ammonio quaternario sono preferibilmente presenti nella miscela acquosa in una quantità totale compresa fra l'1% e il 2,5% in peso sul peso totale della miscela.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui la miscela acquosa comprende altresì almeno un etere glicolico e/o almeno un agente regolatore di pH.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5 a 7, in cui l'almeno un etere glicolico nella miscela acquosa è scelto da gruppo che consiste di 2-metossietanolo, 2-etossietanolo, 2-butossietanolo, 2-butossietossietanolo, 2-fenossietanolo, e qualsiasi loro combinazione, e l'almeno un etere glicolico è preferibilmente presente nella miscela acquosa in una quantità totale

compresa fra lo 0,1% e l'1% in peso sul peso totale della miscela.

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5 a 8, in cui l'almeno un agente regolatore di pH nella miscela acquosa è scelto tra acido citrico ed acido acetico, e l'almeno un agente regolatore di pH è preferibilmente presente nella miscela acquosa in una quantità totale compresa fra lo 0,01% e lo 0,1% in peso sul peso totale della miscela.

10. Uso di un tessuto antimicrobico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 4, per la fabbricazione di indumenti, prodotti tessili di arredamento e/o prodotti tessili medicali.