



a cura di
Massimo Cardini
Morena Piumi
Roberto Seghedoni
Enrico Stefani

LA SANIFICAZIONE NELL'INDUSTRIA ALIMENTARE E NEGLI ALLEVAMENTI



Dipartimento di Sanità Pubblica
Informo

Premessa

Questo quaderno è strutturato in due parti, nella prima sono trattati gli aspetti della sanificazione riguardanti la chimica dei prodotti utilizzati (meccanismo d'azione, spettro di attività, modalità d'impiego, sicurezza, compatibilità, ecc) e, allo stesso tempo, sono descritti gli impieghi nell'industria alimentare.

La seconda parte riguarda invece le applicazioni pratiche in zootecnia, rimandando per le nozioni generali alla prima parte.

Introduzione

La sanificazione prevede tutti quei trattamenti di natura fisica e chimica che sono effettuati affinché una superficie risulti pulita *fisicamente*: priva di sporco visibile, *chimicamente*: priva di residui di sostanze utilizzate nel trattamento, *biologicamente*: il numero e il tipo di microrganismi inizialmente presenti siano ridotti a un livello accettabile. Una superficie può essere considerata pulita quando è priva di tracce di contaminanti, non è untuosa al tatto, è inodore, non annerisce un fazzoletto di carta bianco strisciato e quando l'acqua versata cola uniformemente senza separarsi in goccioline.

Le operazioni di sanificazione, se condotte in modo appropriato, consentono di eliminare una parte notevole di microrganismi le cui cellule e spore trovano, anche grazie ai residui di lavorazione, condizioni favorevoli alla loro sopravvivenza ed alla loro proliferazione.

Tuttavia la sola detersione non garantisce, per quanto scrupolosa, il completo allontanamento dei contaminanti microbici.

La colonizzazione delle superfici di lavoro da parte dei batteri avviene in quattro stadi:

1. *condizionamento della superficie*: quando un materiale solido è posto in un liquido, le molecole organiche, inorganiche e i batteri in esso presenti si concentrano sulla superficie, formando un "film di condizionamento"; ciò comporta, a livello dell'interfaccia solido-liquido, un accumulo di tali molecole e una più elevata concentrazione di nutrienti rispetto alla fase fluida;
2. *adsorbimento al substrato*: reversibile, è caratterizzata da interazioni deboli, a lungo raggio, tra le cellule batteriche e il substrato (forze di van der Waals, forze elettrostatiche, donatori-accettori di elettroni), durante questa fase i batteri possono essere facilmente rimossi dal risciacquo;
3. *adesione delle cellule batteriche*: irreversibile, le forze elettrostatiche tendono, per lo più, a ostacolare il contatto diretto tra cellula batterica e superficie, entrambe cariche negativamente, tuttavia esso si verifica ugualmente grazie alla presenza di appendici superficiali della cellula quali flagelli, fimbrie, pili e fibrille di esopolisaccaridi. In questa fase sono coinvolte forze a corto raggio: interazioni dipolo-dipolo, idrofobiche e legami idrogeno, ionici nonché quelli covalenti. La rimozione delle cellule richiede interventi più energici come lo spazzolamento e il raschiamento. I batteri adesi irreversibilmente crescono e si moltiplicano utilizzando i nutrienti presenti, ciò consente la formazione di microcolonie. In questo stadio sono prodotti ulteriori quantitativi di esopolimeri che facilitano l'ancoraggio delle cellule al substrato;
4. *colonizzazione* le microcolonie si espandono e si fondono tra loro formando uno strato di cellule che ricopre tutta la superficie. Se le superfici sono pulite e disinfettate regolarmente, il biofilm è inframmezzato da canali molto permeabili all'acqua; viceversa un'insufficiente trattamento determina una confluenza delle colonie fino a formare una vera e propria pellicola.

La formazione del biofilm è un processo lento, anche se può raggiungere lo spessore di qualche millimetro in pochi giorni, determinanti sono la scabrosità della superficie, la presenza di residui proteici e la tipologia di microrganismi coinvolti. Le cellule batteriche presenti nei biofilm evidenziano un'aumentata resistenza ai trattamenti antimicrobici (fenomeno accentuato nel caso dei sali d'ammonio quaternario e dei peracidi), attribuibile alla ridotta diffusione nella matrice dei principi attivi, alla produzione di enzimi degradanti e ai ridotti ritmi di sviluppo dei batteri presenti negli strati più profondi.

La sopravvivenza delle cellule microbiche che restano adese alle superfici dopo la detersione e la possibilità che tali cellule proliferino e colonizzino l'impianto produttivo rendono indispensabile un trattamento complementare alla detersione per ridurre i microrganismi a livelli infinitesimali: la disinfezione.

Pertanto la sanificazione consta di due fasi in successione, un'efficace disinfezione presuppone sempre un'accurata detersione, solo in casi eccezionali e in ambienti poco insudiciati si possono associare detersione e disinfezione in un'unica fase.

1. **detersione**, ovvero allontanamento dello sporco, per sottrarre ai microrganismi il loro terreno di sviluppo;
2. **disinfezione**, ovvero impiego di agenti fisici o di molecole in grado di uccidere i microrganismi.

Lo scopo della sanificazione è distruggere tutti i batteri patogeni eventualmente presenti e ridurre al minimo la contaminazione batterica generica.

DETERSIONE

Per rimuovere lo sporco occorre fornire energia al sistema e tale energia può essere di tipo fisico (meccanico), chimico o termico (calore); si consiglia di impiegare un mix dei tre tipi.

La deterzione fisica consiste nell'asportazione meccanica dei residui grossolani e nel risciacquo con acqua tiepida immediatamente al termine del lavoro; l'azione detergente è affidata al frizionamento manuale e alla pressione dell'acqua.

Il detergente chimico è una sostanza che riduce l'energia meccanica richiesta dal processo di deterzione (minor fatica).

I fattori che influenzano la deterzione e la scelta del detergente sono:

sol.detergente	sporco	superfici da pulire	modalità di esecuzione
durezza acqua	tipo *	materiali (legno, piastrelle,...)	T° della sol. detergente
composizione dei preparati	quantità	stato (porosità, scabrosità,...)	tempo di contatto
concentrazione dei singoli componenti	stato (secco, bruciato, ...)		procedure di applicazione

*Tipi di sporco:

componente	solubilità	rimozione	modificazioni dovute al calore
<i>zuccheri</i>	solubile in acqua	facile	caramellizzazione, più difficile da pulire
<i>proteine</i>	insolubile in acqua, solubile in alcali, poco solubile in acidi	molto difficile	denaturazione, molto più difficile da pulire
<i>grassi</i>	insolubile in acqua solubile in alcali	difficile	polimerizzazione, più difficile da pulire
<i>sali minerali</i>	solubilità in acqua variabile, generalmente solubili in acidi	variabile	poco significative

Generalmente un detergente è formato da tensioattivi (10-15 %) e prodotti complementari.

TENSIOATTIVI

Aumentano il potere bagnante dell'acqua (cioè la capacità di penetrazione del detergente nei punti altrimenti difficilmente accessibili e all'interno delle particelle di sudiciume) in modo da rimuovere le particelle dalla superficie e portarle in sospensione.

Essi sono composti da una parte idrofoba (che si lega allo sporco organico ma non all'acqua) e da una parte idrofila (che si lega all'acqua ma non allo sporco organico) facendo così passare le micelle nel solvente (solubilizzazione).

Sono classificati in:

Anionici (sodio dodecilsolfato, sodio dodecilbenzensolfonato, ...) sono così chiamati perché in soluzione acquosa possiedono carica elettrica negativa. Sono i più schiumogeni e vengono pertanto impiegati solo nel lavaggio manuale, non sono compatibili con tensioattivi cationici mentre lo sono con quelli non ionici. Tra i carbossilici anionici sono da situarsi i saponi. Basse concentrazioni di sapone già modificano la superficie batterica e quindi la permeabilità, aumentando di conseguenza la penetrazione dei disinfettanti (ad esempio dei fenoli). Gli anionici sono gli unici a poter essere impiegati in associazione ai disinfettanti fenolici.

Non ionici (eteri poliglicolici, esteri poliglicolici, ammine e ammidi poliglicoliche, ...) sono così chiamati perché in soluzione acquosa non possiedono cariche elettriche. Hanno alto potere detergente e basso potere schiumogeno, sono poco influenzati dalla durezza dell'acqua, possono essere usati con tensioattivi anionici o con prodotti cloroattivi. In questo gruppo sono da menzionare anche i polisorbati (tweens).

Cationici (ammine e ammidi, sali di ammonio quaternario, sali di basi eterocicliche azotate, sali di basi non azotate) sono così chiamati perché in soluzione acquosa possiedono carica elettrica positiva. Hanno alto potere schiumogeno. I composti quaternari (ma anche gli anfoteri) sono inattivati dai tensioattivi anionici. I composti dell'ammonio quaternario hanno anche interessanti azioni antimicrobiche e pertanto saranno trattati nel capitolo dei disinfettanti.

Anfoteri sono così chiamati perché in soluzione acquosa possiedono carica elettrica positiva o negativa in funzione del pH, derivano dai tensioattivi cationici di cui possiedono il potere schiumogeno e, legati a etilamminoetilglicina, glutaraldeide o a sali quaternari, trovano impiego come disinfettanti (es. TEGO).

I tensioattivi hanno diverse azioni :

azione bagnante = il solido sospeso è fortemente bagnato

azione emulsionante = le sostanze grasse non solubili sono emulsionate

azione detergente = diminuisce la tensione superficiale e la pellicola di sporco è disaggregata in micelle.

confronto tra tensioattivi:

	anionico	cationico	non ionico
detergenza	buono	basso	ottimo
emulsione	buono	basso	buono
schiuma	alto	alto	basso
resistenza alla durezza dell'acqua	basso	medio	alto
costo	basso	alto	medio

PRODOTTI COMPLEMENTARI

1) Coadiuvanti: i più usati sono i polifosfati, che attenuano la "durezza" delle acque di lavaggio sequestrando i cationi Calcio e Magnesio e facilitando l'azione lavante; mantengono il desiderato grado di alcalinità; disperdono le particelle di sporco e ne favoriscono la sospensione.

2) Complessanti: sequestrano i cationi metallici prevenendo la loro deposizione sulle superfici lavate (ad esempio macchie di ferro, ecc...).

3) Silicati sodici: hanno le seguenti proprietà:

- stabilizzare il pH (9.5-10);
- impedire la corrosione dei metalli;

- contribuire alla dispersione del sudiciume;
- mantenere in sospensione il sudiciume già disperso in acqua dai tensioattivi;

4) Sospendenti: (carbossimetilcellulose) integrano l'azione disperdente dei coadiuvanti e dei silicati.

5) Ossidanti: i più usati sono gli ipocloriti, i cloriti, ecc... Hanno la proprietà di degradare per ossidazione lo sporco ed il sudiciume non asportabile per semplice azione fisica.

6) Eccipienti: sostanze inerti coprodotte nei processi di sintesi dei tensioattivi (ad esempio solfato sodico).

7) Deodoranti: prodotti di natura complessa capaci di correggere o eliminare odori sgradevoli sia soffocandoli col proprio, sia neutralizzandoli per reazione chimica.

8) Antischiuma: impediscono l'eccessivo schiumeggiamento del bagno di lavaggio. La schiuma non sempre favorisce le migliori condizioni di detergenza, particolarmente negli impieghi «a ciclo chiuso», e di sciacquabilità.

Inoltre le schiume da detersivi provocano danni di natura ecologica. Infatti la loro presenza nei corsi d'acqua impedisce l'ossigenazione e annulla di conseguenza le già ridotte capacità di autodepurazione dei fiumi. La presenza di schiume inoltre rallenta e, spesso, vanifica le operazioni di depurazione delle acque di scarico condotte negli impianti depurazione. Infatti solitamente i tensioattivi ad elevato potere schiumogeno sono scarsamente biodegradabili.

Occorre tuttavia considerare che in alcuni casi la "pulizia a schiuma" è un effetto ricercato in quanto, consentendo un maggior tempo di contatto tra detergente e sporco, comporta una drastica riduzione dell'azione meccanica, un notevole risparmio di acqua, detergente e tempo, una maggiore sicurezza per gli operatori e migliori risultati di lavaggio.

Altri prodotti complementari, quali i profumi, gli azzurranti ottici, gli sbiancanti. ecc..., non sono utilizzati nelle operazioni di sanificazione industriale.

I detersivi possono essere distinti in base a:

<i>utilizzazione:</i>	<i>reattività chimica:</i>
abrasivi	acidi
per lavastoviglie	neutri o debolmente alcalini
per pavimenti	alcalini
disinfettanti	caustici
multiuso ecc....	

Detersivi acidi, composti da:

acido cloridrico, acido fosforico, acidi organici.

impiego: rimozione delle incrostazioni inorganiche dalle superfici. Sono prodotti aggressivi e come tali usati con attenzione (mai su marmo, granito, pietre naturali, zinco, stagno). Da preferire sono sempre i prodotti contenenti acido fosforico e citrico con i quali si possono pulire oltre ad i sanitari anche le apparecchiature in acciaio inox.

Detersivi neutri o debolmente alcalini

Agiscono sullo sporco pigmentario, agglomerato e grasso leggero

Detergenti alcalini, composti da:

tensioattivi (anionici/non ionici), sequestranti/chelanti, alcali (prodotti sgrassanti), ossidanti (prodotti disinfettanti), solventi (prodotti senza risciacquo)

impiego: rimozione dello sporco organico, sono i detergenti più usati.

Detergenti caustici, composti da:

idrossido di sodio.

Impiego: disgregazione di sporco particolarmente ostinato (molto grasso e carbonizzato).

E' difficile trovare un detergente universale che possa essere utilizzato per qualsiasi operazione di lavaggio. E' opportuno scegliere un detergente correttamente miscelato in rapporto alla tipologia dello sporco, alla temperatura di lavaggio, alla tecnica di applicazione, alle caratteristiche della superficie ed alla durezza dell'acqua.

Esempio:

sporco	ph detergente
proteico (caseina, carne, pesce, pollame ecc)	alcalino
grasso (animale, burro, olio ecc)	deb. alcalino
amido (frutta e vegetali)	deb. alcalino
zuccheri	deb. alcalino
incrostazioni casearie	2 cicli periodici: a) deb. alcalino b) deb. acido
precipitati causati dalla durezza dell'acqua	acido
incrostazioni saline	acido

Fasi della deterzione

- a. asportazione meccanica dello sporco grossolano
- b. risciacquo iniziale con acqua calda a temperatura superiore a 45°C per sciogliere i grassi e favorirne il distacco, ma inferiore a 60°C per evitare di "cuocere" proteine, zuccheri o grassi, rendendoli più tenacemente attaccati alle superfici da pulire, per gli utensili e le parti smontabili delle attrezzature è sufficiente che duri circa 15 minuti in immersione
- c. applicazione del detergente: poiché la maggior parte dei residui alimentari (proteine e grassi) non si sciolgono nell'acqua, per eliminarli completamente occorre impiegare un detergente che stacchi lo sporco dalla superficie e ne permetta l'allontanamento con il risciacquo successivo
- d. risciacquo finale con acqua a temperatura di rubinetto, per almeno 5 minuti se in immersione

Ricorda che:

- la soluzione detergente deve essere preparata alla concentrazione consigliata dal produttore (vedi etichetta o scheda tecnica), perché una soluzione troppo diluita è inefficace mentre una troppo concentrata è inutile e può corrodere i metalli
- la temperatura ottimale è circa 45-55°C, a temperature più basse i grassi non si sciolgono (l'acqua tiepida al massimo arriva a 45°C dopodiché diventa ustionante per le mani). Nei macelli, per la presenza di sangue, la temperatura non deve superare i 40°C
- il tempo di contatto è in genere di 5-20 minuti (vedi etichetta o scheda tecnica)
- può essere necessario associare un intervento meccanico di spazzolatura ("olio di gomito")
- se non si risciacqua, i residui di detergente possono inattivare il disinfettante che sarà applicato nella seconda fase e comunque il residuo di detersivo può alterare il sapore degli alimenti che si andranno a produrre successivamente
- al termine del ciclo di produzione la pulizia non va rinviata per più di un ora per evitare che lo sporco si secchi e divenga più tenace e aderente
- le parti smontabili delle attrezzature vanno rimosse prima di essere pulite
- prima di cominciare le pulizie tutti gli alimenti devono essere riposti in frigo o in deposito
- le operazioni di pulizia devono procedere dall'alto al basso per concludersi con il pavimento
- occorre evitare di usare getti d'acqua ad alta pressione (pulivapor, idropultrici) perché le goccioline prodotte rimangono in sospensione nell'aria per lungo tempo (fino a 8 ore) e possono reinquinare le superfici sanificate.

DISINFEZIONE

La sterilizzazione (o stabilizzazione) è la distruzione di qualsiasi entità biologica, incluse le spore. La disinfezione (o decontaminazione) comporta invece la distruzione certa dei batteri patogeni non sporigeni e la riduzione accentuata della presenza dei batteri non patogeni e non sporigeni. Alcuni disinfettanti causano una limitata diminuzione delle spore batteriche; altri (glutaraldeide) l'inattivazione totale delle spore; si tratta comunque di ipotesi non percorribili nell'industria alimentare ma praticabili ad es. in ambito ospedaliero.

Fattori che influenzano l'efficacia di un intervento disinfettante

- tipo e concentrazione del germicida.

All'aumento della concentrazione del principio attivo corrisponde l'inattivazione di un maggior numero di cellule microbiche sensibili - secondo un rapporto proporzionale tra concentrazione e dose letale - e una riduzione del tempo di applicazione.

Comunque l'attività germicida inizia quando viene superata una concentrazione minima critica al di sotto della quale tale attività o è troppo lenta (cloro < 10 ppm, iodio < 10-15 ppm) oppure è assente (quaternari < 15-20 ppm).

La concentrazione di alcuni disinfettanti (sali quaternari e biguanidi) non può essere abbassata al di sotto di certe soglie minime, anche se si accetta di allungare a dismisura il tempo di applicazione. C'è infatti il rischio di un trattamento inefficace e di favorire lo sviluppo di batteri meno sensibili (soprattutto psicotrofi quali *Pseudomonas*). Tale fenomeno si verifica raramente nella pratica perché la concentrazione del principio attivo è appositamente studiata dalle case produttrici; tuttavia vi possono essere errori di diluizione in fase di applicazione o per risparmiare o per limitare fenomeni di corrosione (cloroattivi, iodofori).

PUNTO CRITICO DI DISINFEZIONE					
<i>minima concentrazione di disinfettante (ppm) per inattivare 100.000 microrganismi/ml</i>					
DISINFETTANTE	Tempo di contatto	Punto critico di disinfezione a 4°C	Punto critico di disinfezione a 20°C	Punto critico di disinfezione a 37°C	Punto critico di disinfezione a 60°C
Cloroattivo	10'	375	175	100	instabile
Cloroattivo	20'	110	66	48	instabile
Cloroattivo	30'	50	50	25	instabile
Iodofori	10'	110	40	40	instabile
Iodofori	20'	40	40	40	instabile
Iodofori	30'	40	40	20	instabile
Biguanidi	10'	12600	6500	250	150
Biguanidi	20'	7500	2000	250	60
Biguanidi	30'	7500	2000	225	50

- numero e tipo dei microrganismi.

La diversificazione naturale dei microrganismi genera una diversa sensibilità nei confronti dei disinfettanti, al punto che questi sono suddivisi in virucidi, sporicidi, battericidi (G + e G -) e fungicidi. Non esiste un disinfettante che sia in grado di agire efficacemente su tutte le classi

citare, pertanto la scelta dovrà tener conto di cosa si deve eliminare con particolare riferimento ai marcatori microbici. L'inattivazione delle cellule batteriche è legata a fenomeni di alterazione delle strutture subcellulari.

Cloro, iodio e perossido di idrogeno agiscono in qualità di ossidanti su DNA, proteine citoplasmatiche, sistemi enzimatici della parete coinvolti nella produzione di energia e subunità ribosomiali bloccando la sintesi proteica.

Sali quaternari e biguanidi (biguanidina, clorexidina) agiscono da batteriostatici a basse concentrazioni modificando il funzionamento delle pompe ioniche di membrana, alterando così l'equilibrio osmotico tra interno ed esterno della cellula; a concentrazioni superiori essi alterano le componenti lipidiche della parete, penetrando nella cellula e denaturando le proteine.

La capacità dell'EDTA di legare calcio e magnesio, che contribuiscono alla coesione dei lipopolisaccaridi della parete cellulare, viene utilizzata per migliorare l'efficacia dei sali quaternari. E' evidente che l'assenza delle strutture bersaglio rende il disinfettante del tutto inefficace nei confronti di alcuni microrganismi (ad es. alcoli e sali quaternari nei confronti delle spore che non presentano componenti lipidiche). In questo caso si parla di resistenza naturale assoluta. Fasi vegetative diverse degli stessi batteri - ad es. forme vegetative/sporulate - hanno composizione chimica e quindi sensibilità differenti: ad es. le spore sono refrattarie al perossido di idrogeno a 30.000 ppm, mentre le cellule vegetative vengono inattivate a concentrazioni di 500 - 1.000 ppm.

In altri casi invece vi è una forma di resistenza naturale relativa all'azione dei disinfettanti nel senso che vi sono aspetti conformazionali del microrganismo che attenuano l'effetto del disinfettante e che possono essere parzialmente aggirati con l'aumento della concentrazione del disinfettante. Ad es. la diversa composizione della parete cellulare dei Gram + e dei Gram - modula l'ingresso dei principi attivi: la lipofilia della membrana dei G - li rende refrattari ai principi attivi idrofili (quaternari, clorexidina, biguanidina) rendendo necessario un aumento della concentrazione da 5 - 10 ppm, sufficiente per inattivare i G +, a 100-200 per i G -, con punte di 300-500 per alcuni psicotrofi.

Anche la diversa età dei soggetti di una popolazione microbica influisce sulla resistenza, ad esempio l'alterazione della permeabilità di membrana delle cellule più vecchie induce una resistenza contro quelle sostanze che interferiscono con l'attività enzimatica endocellulare.

Oltre a forme di resistenza batterica naturale vi sono forme di resistenza indotta, ad es. tramite la cessione da un microrganismo all'altro, mediante l'estroflezione della parete cellulare (*pilo*), di frammenti di DNA circolare extracromosomiale (*plasmidi*) che codificano variazioni strutturali, ad es. della membrana cellulare. Specialmente nei gram negativi; il meccanismo dell'induzione di resistenza può essere dovuto:

1. alla produzione da parte della cellula batterica di un gruppo chimico ad attività simile o alternativa a quella del gruppo intaccato dal disinfettante;
2. alla produzione di enzimi specifici anti-disinfettante (è lo stesso meccanismo della produzione della penicillinasi);
3. alla superproduzione di lipidi da parte della parete cellulare (questo meccanismo è tipico dei gram negativi, e segnatamente di *Escherichia coli*).

La prassi di alternare i principi attivi periodicamente (ogni 6 - 12 mesi, in considerazione della bassa frequenza di resistenze indotte e della lentezza del processo di selezione) aiuta a prevenire la comparsa della resistenza indotta.

Effetto delle diverse fasi sulla carica batterica delle superfici

fase	contaminazione	riduzione
fine lavorazione	10.000/cm ²	
asportazione meccanica dello sporco grossolano:	1.000/cm ²	↓ 1 log
risciacquo iniziale con acqua	100/cm ²	↓ 1 log
applicazione del detergente a freddo	10/cm ²	↓ 1 log
applicazione del detergente a caldo	0,0001/cm ²	↓ 4 log
disinfezione	0,0000001/m ²	↓ 8 log

EFFICACIA ANTIMICROBICA DEI DISINFETTANTI						
	acido peracetico	perossido di idrogeno	cloroattivi	iodofori	sali quaternari	alcool isopropilico
batteri G +	+++	+++	+++	+++	+++	++
batteri G -	+++	+++	+++	+++	+	++
spore batteriche	++	+	+	+	0	0
miceti	++	+	++	++	+	++
virus	++	0	++	++	+	+

+++ forte attività; ++ media attività; + debole attività; 0 nessuna attività

- durata dell'esposizione e temperatura della soluzione.

La temperatura influenza notevolmente l'effetto microbica dei disinfettanti.

Quando l'energia di attivazione è bassa (cloro, iodio, acido peracetico) l'effetto microbica è rilevante anche a bassa temperatura: basta un modesto incremento di temperatura ad es. da quella di refrigerazione a quella ambientale per aumentare l'effetto inattivante, pur se non devono mai essere superati i 30-40°C oltre i quali la molecola si degrada liberando sostanze tossiche.

D'altra parte l'aumento della concentrazione necessario per l'eventuale disinfezione a freddo con molecole ad elevata energia di attivazione (quaternari e biguanidi) raggiunge livelli tanto elevati da rendere estremamente difficoltoso il risciacquo.

Generalmente esiste una relazione inversa tra temperatura, tempo di contatto e concentrazione del principio attivo.

La durata del contatto fra prodotto e microrganismi non deve generalmente essere inferiore a 10 - 15' per i prodotti liquidi e a 12 h per i gassosi.

Test a sospensione: minuti necessari per la devitalizzazione del 99,99% dei microrganismi sospesi nella soluzione disinfettante

disinfettante	mg/l	<i>St. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. Cereus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Aspergillus niger</i>
Soda caustica	5.000	90	1	1	>120	90	>120
Acido nitrico	5.000	1	1	1	120	>120	>120
Ipoclorito di sodio	200	1	1	1	60	2,5	20
Iodoforo	25	1	1	1	>120	2,5	60
Acido peracetico	200	1	1	1	30	1	60
Perossido di idrogeno	3.000	5	10	10	>120	>120	>120
Ammonio quaternario	250	1	2,5	30	-	2,5	20
Formaldeide	4.000	60	90	30	>120	30	120

- pH della soluzione.

I composti disinfettanti per uso industriale sono formulati in modo idoneo a garantire che la loro soluzione di impiego presenti un valore di pH idoneo a garantire la massima efficacia germicida (es. il cloro la cui azione germicida è legata alla formazione di acido ipocloroso ha concentrazioni accettabili fino a pH non superiore 8 - 8,5; nel caso dello iodio valori di pH nelle soluzioni compresi tra 4,5 e 9 sono favorevoli alla formazione di quantità apprezzabili delle molecole germicide di iodio molecolare e acido ipiodoso).

Tuttavia non è infrequente che a causa di risciacqui insufficienti o del mancato risciacquo delle superfici dopo la detersione, il composto disinfettante clorato o iodoforo venga a trovarsi in ambiente notevolmente alcalino. Pertanto occorre ribadire che la pulizia sia fisica (risciacquo con acqua tiepida immediatamente al termine del lavoro) che chimica (detergenti) è il punto più importante del processo di sanificazione

- natura della superficie e presenza di sporco.

La molecola attiva agisce solo se entra in contatto col patogeno; quindi i patogeni dislocati in fessure, crepe dell'intonaco, stretti pertugi di attrezzature, ben difficilmente vengono a contatto con il disinfettante, a meno che questo non sia un prodotto molto "bagnante" o un gas ad alta diffusibilità; analogamente è impossibile o per lo meno molto difficile il contatto fra disinfettante (liquido o gassoso che sia) e patogeni inglobati in sangue essiccato, escrementi, grasso, sporcizia. La presenza sulla superficie di residui di materiale organico risulta essere la principale causa del fallimento della disinfezione. L'effetto di inattivazione del disinfettante da parte dello sporco organico è crescente dall'acido peracetico ai sali quaternari; nel caso del Cloro sono le componenti proteiche dello sporco, in particolare aminoacidi altamente reattivi quali tirosina e cistina, che sottraggono principio attivo al disinfettante.

In definitiva occorre operare una scelta ragionata del disinfettante tenendo conto delle c. d. "variabili di utilizzo".

VARIABILI DI UTILIZZO DEI DISINFETTANTI						
	acido peracetico	perossido di idrogeno	cloroattivi	iodofori	sali quaternari	alcol isopropilico
pH di impiego	→ 7	→ 7	3,5 - 12	→ 6	→ 11	-
efficacia a freddo	+	-	+	+	M	M
sensibilità ai residui organici	M	+	+	+	++	M
corrosione	+	M	++	+	M	M
formazione di schiuma	-	-	-	M	++	-
facilità di risciacquo	+	+	+	-	-	+

++ caratteristica presente in modo spiccato

+ caratteristica presente

M caratteristica appena accennata

- caratteristica assente

DISINFETTANTI FISICI

CALORE

Quando un microrganismo viene scaldato a una temperatura sufficientemente alta per un tempo adeguato, viene ucciso.

La maggior parte delle specie microbiche è in grado di accrescersi in ambienti con temperature prossime a 46°C. A temperature superiori, le cellule muoiono con velocità tanto maggiore quanto più elevata è la temperatura dell'ambiente.

I Microrganismi termofili si accrescono solo a temperature superiori a 45°C e comunque fino a 60-75°C. Per inattivare questo tipo di microrganismi, si debbono quindi raggiungere temperature superiori.

Le cellule vegetative sono le particelle microbiche più sensibili alle temperature elevate.

Le spore batteriche sono le unità microbiche di gran lunga più resistenti a tutte le condizioni ambientali sfavorevoli alla sopravvivenza cellulare e quindi anche al calore.

Fiamma diretta

Consiste nel lambire le superfici con una fiamma emessa da un flambatore portatile.

Calore secco

Il calore secco è meno efficace di quello umido. Per una sterilizzazione completa nel forno è necessario seguire questa tabella tempo/temperatura

- 170°C 60 minuti
- 160°C 120 minuti
- 150°C 150 minuti
- 140°C 180 minuti
- 120°C 12 ore

I tempi indicati vanno misurati da quando l'attrezzatura raggiunge quella temperatura, questo procedimento sterilizza, non disinfetta. Naturalmente gli elementi da sterilizzare devono resistere a quelle temperature, e perciò il vetro, la porcellana e i metalli sono i principali interessati per

questa procedura (es. le bottiglie). Per prevenire la contaminazione dopo la sterilizzazione e durante la conservazione l'apertura delle bottiglie deve essere coperta da un pezzo di carta stagnola. Gli altri attrezzi dovrebbero essere completamente avvolti con la stagnola, così rimarranno sterili fino al momento dell'uso. Attenzione: le bottiglie fatte di vetro da calce sodata sono molto più delicate di quelle fatte di vetro da borosilicati e dovrebbero essere scaldate e raffreddate più lentamente. In linea di massima, le bottiglie da birra provengono dalla calce sodata, e tutti i Pirex o Kimax vengono dai borosilicati.

Calore umido

Bollitura: bastano 2-3 minuti per eliminare le forme vegetative, mentre ne occorrono almeno 15 per le spore.

Lavastoviglie: il ciclo asciugante è un'altra forma di calore umido che può essere usata per disinfettare (non sterilizza).

Sterilizzacoltelli: l'immersione in acqua calda a 82°C per 2 minuti (o a temperature superiori per tempi più brevi) consente la distruzione della maggior parte dei microrganismi.

Vapore: ha un maggior potere di penetrazione, tanto maggiore quanto più elevata è la temperatura. L'autoclave e la pentola a pressione usano il vapore sotto pressione per uccidere i microrganismi, poiché l'umidità e la pressione trasferiscono il calore molto più efficacemente dell'aria, il ciclo di sterilizzazione è molto più corto.

Il tipico ciclo di sterilizzazione richiesto è di 20 minuti a 125°C a 1,4 Kg/cm². La pentola a pressione può essere usata per i vetri resistenti al calore, i metalli, le plastiche di polipropilene e di policarbonato.

Idropulitrice: è in grado di erogare acqua a 90 – 100°C ad alta pressione (200 atm in alcuni modelli). Per evitare di diffondere le cellule di *Listeria* (contaminante ambientale) il getto non deve essere indirizzato negli scarichi, altrimenti le goccioline di aerosol formatesi ricadranno, nelle ore successive, sulle superfici già sanificate.

Caratteristiche:

- forte consumo di energia
- efficace verso tutti i microrganismi (con l'eccezione delle spore soprattutto con acque dure).
- non lascia residui
- in presenza di sporco il calore induce la formazione di una pellicola protettiva per i batteri, perciò occorre prima detergere le superfici da disinfettare.
- è importante asciugare gli utensili dopo la disinfezione perché i batteri si moltiplicano rapidamente sulle superfici umide

RADIAZIONI

Radiazioni ionizzanti

La pericolosità dei raggi gamma ne limita l'uso, le principali applicazioni pratiche sono:

- sterilizzazione di materiale sanitario monouso (siringhe, aghi, fili di sutura, cateteri, protesi etc.)
- sterilizzazione degli alimenti
- sterilizzazione dei vaccini
- eliminazione delle Salmonelle dalle uova
- pastorizzazione degli alimenti

- inibizione della germogliazione dei vegetali

Pur essendo, i raggi gamma, un ottimo sistema di sterilizzazione/disinfezione, si è evidenziato che alcuni ceppi batterici sono poco sensibili alla loro azione (Gram +).

Radiazioni U.V.

La sorgente di radiazione ultravioletta più utilizzata sono le lampade germicide a bassa pressione di mercurio (UVC), per la disinfezione dell'aria di ambienti confinati o di liquidi e nella sterilizzazione di materiali.

Come tutte le lampade a scarica, il massimo rendimento corrisponde ad una ben determinata pressione dei gas contenuti nel tubo, corrispondente alla temperatura ambiente di 20°C. Per questo motivo, a temperature inferiori, corrispondono rendimenti inferiori.

I raggi ultravioletti vengono convenzionalmente classificati in tre bande:

- radiazioni UV- A (onde lunghe) da 315 a 400 nm;
- radiazioni UV-B (onde medie) da 280 a 315 nm;
- radiazioni UV-C (onde corte) da 100 a 280 nm.

Le radiazioni della banda UV-C sono caratterizzate da un marcato effetto germicida, con un picco di massima efficacia in corrispondenza della lunghezza d'onda di 254 nm ma hanno uno scarso potere di penetrazione, infatti nella maggior parte delle sostanze, l'energia radiante viene completamente assorbita dagli strati superficiali.

Dosi di UV a 254 nm necessarie per inattivare il 90% di alcune specie di microrganismi

BATTERI	Dose (J/m ²)	FERMENTI	Dose(J/m ²)
Bacillus anthracis	45	Saccaromyces cerevisiae	60
Bacillus subtilis (spore)	120	Torula sphaerica	23
Clostridium tetani	130	SPORE FUNGINE	
Corynebacterium diphteriae	34	Aspergillus flavus	600
Escherichia coli	30	Aspergillus niger	1320
Mycobacterium tuberculosis	62	Cladosporium herbarum	600
Proteus vulgaris	26	Mucor mucedo	650
Pseudomonas aeruginosa	55	Oospora lactis	50
Serratia marcescens	24	Penicillium chrysogenum	500
Staphilococcus aureus	26	Scopulriopsis brevicaulis	800

Fattori che influenzano il trattamento:

- specie microbica (più efficaci sui G -)
- forma vegetativa o spora
- lunghezza d'onda della radiazione: compresa tra 318 e 210 nm
- intensità e durata del trattamento (efficaci dopo 5-10 minuti)
- umidità relativa: se > 50-60% l'efficacia diminuisce drasticamente

Possono essere utilizzate:

- per la distruzione dei microrganismi nell'aria
- per la protezione e disinfezione dei materiali non trattabili con altre metodiche convenzionali
- per l'inattivazione dei microrganismi sospesi in liquidi o depositati su superfici

Per esempio negli armadietti pensili nei quali depositare i coltelli correttamente sanificati in precedenza.

Norma di sicurezza: l'intensità delle radiazioni non deve superare i 20 microwatt/cm² alla distanza di 1 metro. Le radiazioni UV-B ed UV-C possono causare eritemi e, in caso di esposizione non protetta da occhiali o indumenti, congiuntiviti acute, molto fastidiose, ma risolvibili senza postumi, in pochi giorni.

FILTRAZIONE

La filtrazione dell'aria trova applicazione negli impianti di condizionamento ed è indispensabile nella c.d. "camera bianca" (locale sterile per lavorazioni che richiedono misure igienico-sanitarie estreme, es. affettatura salumi). Sono impiegati sia filtri meccanici (stoffa, lana di vetro, carta) sia filtri elettrostatici (passando attraverso due piastre caricate elettricamente i batteri sono attratti dalla piastra dotata di carica opposta alla loro).

DISINFETTANTI CHIMICI

Cloroderivati

Il cloro e i suoi composti possiedono la stessa caratteristica: in soluzione acquosa presentano cloro elementare e acido ipocloroso che si dissocia in ione ipoclorito. I disinfettanti a base di cloro sono i più impiegati nell'industria alimentare e si dividono in inorganici (più usati) ed organici (più stabili) a seconda che provengano da sali a base di cloro o da molecole più complesse.

Tra gli **inorganici** i più attivi e stabili sono i clorurati fosfatici, 3-4% di cloro attivo, commercializzati in forma di polveri, privi di potere schiumogeno, concentrazione d'uso a 100-200 ppm di cloro attivo in soluzione a pH 11.

Diossido di cloro: impiegato per potabilizzare l'acqua.

Ipoclorito di potassio: in soluzione allo 0,5% viene chiamato "acqua di Javel".

Ipoclorito di calcio: viene attenuato miscelando bene 2-3 parti di cloruro di calce (al 20-30% di cloro attivo) in 100 parti di acqua.

Ipocloriti di sodio: (NaOCl), scoperto più di 200 anni fa ("acqua di Labarraque" = soluzione al 5%) è ancora il disinfettante più usato con i nomi commerciali di candeggina, varechina, euclorina, amuchina, ecc. E' disponibile sul mercato in concentrazioni che variano tra l'1.5 e il 15%. Il sodio ipoclorito commerciale è una soluzione concentrata di sodio ipoclorito (dal 3 al 5% di cloro attivo) ottenuta mediante processi di chimica di base a basso costo, presenta scarso livello di purezza, notevole instabilità ed elevata alcalinità, privo di potere schiumogeno, spesso viscosizzato con detergenti che facilitano la penetrazione della soluzione nello sporco e ne prolungano i tempi di contatto.

A causa della bassa concentrazione d'uso per la disinfezione e il basso impatto ambientale, l'ipoclorito di sodio è marcatamente più efficiente se comparato con le più moderne alternative di disinfettanti disponibili sul mercato. Questa soluzione economica ha i vantaggi di essere un potente germicida, di essere incolore, di non macchiare (eccetto i vestiti), di non essere velenosa se

diluata propriamente e di togliere tutti gli odori. Per la sua larga diffusione è diventata lo standard di paragone per tutti gli altri disinfettanti.

Per compiere al meglio il suo dovere, è necessaria una concentrazione di 100-200 ppm di cloro libero con un'esposizione di 10 minuti. L'attrezzatura da disinfettare deve essere immersa per 10 minuti, e poi sciacquata o lasciata seccare per eliminare il resto del cloro.

I composti cloroattivi, in soluzione acquosa, danno origine a cloro elementare (Cl), ad acido ipocloroso (HOCl), dotato di un elevato potere ossidante e in grado di danneggiare le cellule microbiche e a ione ipocloroso (OCl), questi ultimi due originano l'uno dall'altro in funzione del pH della soluzione: a pH acido si origina acido ipocloroso con attività germicida più elevata, a pH alcalino si forma prevalentemente ione ipocloroso la cui attività disinfettante è meno marcata (1:80); il massimo di attività dell'acido ipocloroso si ottiene a pH intorno a 5, che consente solo una dissociazione ionica minima mentre diminuisce a pH superiore. Il potere disinfettante di tutti i composti che liberano cloro viene espresso come "cloro disponibile", in percentuale per i prodotti solidi, in parti per milione (ppm) per le soluzioni in rapporto alla concentrazione.

La varechina contiene già all'origine percentuali variabili di sodio ipoclorito e conseguentemente di cloro, essendo inoltre instabile, non è possibile fare pieno affidamento sulle concentrazioni riportate in etichetta.

Caratteristiche:

- ampio spettro ed elevato potere battericida; Gram pos: +++, Gram neg: +++, Micobatteri: ++, Miceti: +, Virus: ++, Spore: ++; Prione ++
- basse concentrazioni di cloro producono un marcato aumento di permeabilità della membrana citoplasmatica e quindi dispersione degli elementi citoplasmatici vitali; il cloro penetrato all'interno della cellula reagisce con il protoplasma formando composti N- cloro (clorammine) che si accumulano con effetti letali, nel tempo, per la cellula microbica, ovviamente avvengono anche determinati gravi danni nei meccanismi di trasporto delle sostanze nutritive all'interno della cellula;
- a concentrazioni più elevate, in virtù della spiccata capacità ossidativa del cloro (soprattutto del Cl₂ e del HO Cl) e a circa pH 5 (a valori inferiori si formerebbe cloro gassoso, molto meno attivo), si ha denaturazione o coagulazione delle proteine strutturali ed enzimatiche della cellula microbica, nonché denaturazione dei gruppi -SH degli enzimi;
- nei confronti delle spore il cloro, secondo le concentrazioni relative d'uso, provoca aumento della permeabilità, rottura degli involucri esterni, blocco della germinazione;
- l'effetto biocida del cloro libero disponibile è evidenziato in tabella
- numerosi fattori, singoli o associati, condizionano le attività antimicrobiche del cloro: pH, concentrazione, temperatura, materiale organico, presenza di ammoniaca o di composti ammoniacali, addizione di alogeni. ecc..
- l'efficacia varia con la temperatura, e sarà migliore a temperature più alte, comunque sono altamente attivi anche a basse temperature, quindi adatti per le celle frigorifere;
- sono efficienti anche a basse concentrazioni, questo significa un minore consumo di sostanze chimiche e, di conseguenza, un minor carico per l'ambiente.
- entro certi limiti, un incremento del pH riduce l'attività biocida dell'acido ipocloroso, mentre in ambiente acido si ha la massima efficacia ma questo comporta maggior corrosività per i metalli; la maggiore quantità di acido ipocloroso non dissociato è presente circa a pH 5;
- se l'acqua ha pH > 9 occorre controllare la concentrazione di cloro, un pH alto inibisce l'azione disinfettante dell'ipoclorito di sodio allungando i tempi di esposizione;
- le sostanze organiche "consumano" il cloro disponibile e ne riducono l'efficacia; le proteine integrano il cloro nella loro molecola formando N-cloro composti (clorammine); i lipidi,

soprattutto gli acidi grassi polinsaturi, incorporano cloro in valori ancora più marcati. Il fenomeno dell'incorporazione aumenta con la diminuzione del pH da 8,5 a 5. Anche in presenza di latte il "consumo" di cloro è rilevante;

- piccole aggiunte di iodio ne aumentano notevolmente l'attività biocida;
- scarsa stabilità alla luce ed al calore quindi vanno conservati in recipienti ben chiusi, al riparo da luce e calore. La candeggina si degrada col tempo, se non se ne conosce l'età è possibile sapere la concentrazione esatta con un apposito test reperibile presso un fornitore di prodotti per piscine;
- facilmente dilavabili (non lasciano residui);
- non provocano fenomeni di resistenza nei confronti di virus e batteri perché alcune ore dopo l'applicazione il prodotto è completamente degradato;

Effetto biocida del cloro libero disponibile su alcuni batteri

Organismi	pH	Temp. (°C)	Tempo di esposiz	ppm Cl disp.	Risultato biocida	Bibliografia
<i>Bacillus anthracis</i>	7,2	22	120 min.	2,3-2,4	100%	Brazis e al., 1958
<i>Clostridium botulinum</i> tossina del tipo A	7,0	25	30 sec.	0,5	100%	Brazis e al., 1959
<i>Escherichia coli</i>	7,0	20-25	1 min.	0,0055	100%	Butterfield e al., 1943
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	8,4	50-60	30 sec.	50	100%	Costigan, 1936
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6,0	21	15 sec.	5,0	100%	Hays e al., 1963
<i>Shigella dysenteriae</i>	7,0	20-25	3 min.	0,0046-0,055	100%	Butterfield e al., 1943
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,2	25	30 sec.	0,8	100%	Dychdala, 1960
<i>Streptococcus faecalis</i>	7,5	20-25	2 min.	0,5	100%	Stuart e al., 1964
Tutti i batteri vegetativi	9,0	25	30 sec.	0,2	100%	Snow, 1956

Compatibilità

Sono incompatibili con alcune sostanze (formaldeide, tioglicolato, tiosolfato) e, in presenza di acidi (pH < 5), sviluppano cloro, che è un gas tossico, o altri composti che possono danneggiare la salute, perciò deve essere assolutamente evitato l'impiego della varechina insieme all'acido muriatico. A contatto con l'ammoniaca generano un composto irritante (clorammina). Inoltre, a causa dell'elevato contenuto salino, sono particolarmente corrosivi nei confronti delle superfici metalliche, ad es. i metalli leggeri; il cloro può essere impiegato su acciaio inox a temperatura ambiente o a basse temperature senza dar luogo a corrosioni, mentre ad alte temperature e a pH acido può essere molto corrosivo (necessità di stabilizzazione a pH > 8 con NaOH).

Non miscelare l'ipoclorito con detersivi, potrebbe dar luogo a reazioni indesiderate. L'ipoclorito è incompatibile (viene neutralizzato con sviluppo di ossigeno) con l'acqua ossigenata. Il cloro può inoltre combinarsi con i composti fenolici, e formare i clorofenoli, che danno al prodotto finito un odore di medicinale. I sali dell'acqua (Fe⁺⁺, Mn⁺⁺, nitrati) causano la precipitazione del disinfettante e la sua inattivazione.

L'ipoclorito è un forte ossidante e può danneggiare abiti o superfici delicate. In caso di contatto con il prodotto puro risciacquare immediatamente e abbondantemente con acqua.

Stabilità e sicurezza

In genere, i prodotti formulati per l'uso domestico, insieme all'ipoclorito contengono altre sostanze stabilizzanti che ne favoriscono la conservazione. In ogni caso, le soluzioni di ipoclorito devono essere mantenute al riparo della luce diretta del sole e in un luogo fresco. In condizioni non idonee, la degradazione dell'ipoclorito in sale da cucina e ossigeno è molto rapida, infatti si decompone dopo 20-30' dalla preparazione e, oltre a causare situazioni di pericolo quali il rigonfiamento delle confezioni e la loro possibile esplosione, può rendere vane le operazioni di disinfezione a causa della bassa concentrazione di principio attivo nelle soluzioni disinfettanti utilizzate, in pratica occorre preparare la soluzione ogni volta.

Non disponendo di attrezzature di laboratorio adeguate, per verificare se una soluzione di ipoclorito contiene ancora materia attiva, è possibile fare alcuni semplici prove:

Prova con acidi.

In un bicchiere di vetro mettere alcune gocce di acido cloridrico di tipo commerciale (muriatico), aggiungere poca acqua e, con molta precauzione, alcune gocce di ipoclorito da controllare. Se è ancora presente la materia attiva, si svilupperà cloro sotto forma di gas che renderà la soluzione ambrata e stazionerà come gas pesante sul pelo del liquido.

Attenzione: il cloro è un gas tossico, questa prova deve essere effettuata con molte precauzioni evitando di respirare i gas che si sviluppano. Indossare guanti e occhiali di sicurezza.

Prova con acqua ossigenata.

In un bicchiere di vetro mettere alcune gocce di acqua ossigenata (quella disponibile per la disinfezione delle ferite va bene) e aggiungere con precauzione la soluzione di ipoclorito da provare, se la materia attiva è ancora presente si noterà un energico sviluppo di gas (il gas che si sviluppa è ossigeno, quindi non pericoloso). E' opportuno comunque indossare occhiali di sicurezza per evitare che eventuali schizzi provocati dall'effervescenza della soluzione possano entrare in contatto con gli occhi o le mucose.

I composti **organici** (clorammine, clorocianurati) sono costosi, necessitano di lunghi tempi di contatto ma sono meno aggressivi nei confronti dei metalli. Consentono una disponibilità di cloro attivo di 750 mg per litro d'acqua solo se impiegate alla concentrazione minima del 2%. La clorammina T è una polvere cristallina bianca contenente circa il 15 % di cloro disponibile, rispetto agli ipocloriti è meno irritante, mantiene più a lungo il cloro, non reagisce rapidamente col materiale organico, è meno corrosiva sui metalli, è più stabile al calore e alla luce; tuttavia manifesta un'azione biocida molto più lenta.

Gli isoclorocianurati di sodio e di potassio, e gli acidi isocianurici, sviluppati negli anni 50, sono prodotti a elevatissimo contenuto di cloro (40-60%) in grado di fornire una sorgente solida e più stabile di cloro attivo. Caratteristiche, efficienza e compatibilità sono equiparabili all'ipoclorito. Vengono principalmente utilizzati nelle piscine, nei detergenti per lavastoviglie, nei disinfettanti per i bagni, negli ospedali, nelle mense, eccetera. Sono poco usati nell'industria delle carni.

Modalità e concentrazioni d'uso.

Efficienza e concentrazioni d'uso sono equiparabili a quelle indicate per l'ipoclorito di sodio. Il fabbricante deve riportare sempre sulla confezione la concentrazione di cloro per pastiglia e le diluizioni necessarie per le diverse applicazioni.

Alcuni esempi di applicazione con pastiglie di isocianurato da 3 grammi ciascuna sono riportati nella tabella seguente:

Aree di applicazione	Dosaggio raccomandato	Tempo di contatto
Bagno Servizi igienici, WC, sanitari	1 pastiglia/10 litri d'acqua	5 minuti (risciacquare le superfici metalliche trattate)
Cucina Lavelli, scarichi	1-2 pastiglie in 10 litri d'acqua	5 minuti (risciacquare gli oggetti e gli scarichi di metallo).
Superfici dure Pavimenti, piastrelle	2 pastiglie/10 litri d'acqua	5 minuti (non è necessario risciacquare)
Trattamento dell'acqua Per il lavaggio di frutta e verdura	2 pastiglie/50 litri d'acqua	10 minuti (risciacquare abbondantemente frutta e verdura dopo il trattamento)

Nota

Spesso, dopo l'uso di ipoclorito, la pelle delle mani rimane impregnata di un odore sgradevole di cloro, un semplice modo per rimuovere i composti clorurati che si sono formati è quello di lavarsi con una soluzione di acqua ossigenata avente una concentrazione del 2-3%. Al termine dell'operazione è bene risciacquare abbondantemente con acqua corrente. Se possibile, applicare una crema idratante; sia l'ipoclorito che l'acqua ossigenata sono molto aggressivi nei confronti della pelle.

Attività microbica	ottima efficacia
Meccanismo d'azione	Formazione di nuovi composti Interazione con la membrana cellulare Formazione di clorocomposti citotossici nel citoplasma Inibizione enzimatica
pH	Massimo di attività a pH acido ma corrodono i metalli e soprattutto si libera gas tossico, quindi si consiglia pH > 8-9
Sostanze organiche	Inattivano
Temperatura	Molto attivi 4°C (per ogni incremento di 10°C l'attività disinfettante aumenta del 50%) corrosivi oltre i 35-40°C
Concentrazione d'uso	100-200 ppm
Tempo	10-30 minuti, poi risciacquo

Iodio

Lo iodio non esiste libero in natura, ma lo si trova come ioduro o come iodato di calcio. Lo iodio elementare è un alogeno leggermente solubile in acqua. La sua stabilità in acqua è aumentata dall'aggiunta di ioduri alcalini. È noto da oltre un secolo come valido battericida, sporicida e virulicida, ma solamente se sciolto in alcool. In tal caso è anche un buon agente contro i micobatteri. Lo iodio agisce anche contro le cisti dei protozoi e contro le spore. Il risciacquo deve essere accurato per evitare la persistenza di residui.

Lo iodio da solo è un ottimo disinfettante, ma macchia quasi tutto ed è irritante per la pelle ed altri tessuti. Perciò oggi giorno sono più usate le soluzioni di iodio complessato con carrier ad alto peso molecolare, queste soluzioni sono dette *iodofori*. Il carrier ad alto peso molecolare in genere è un polimero neutro (polivinilpirrolidone, glicoli poliesteri), cioè una molecola fatta da un grande

numero di atomi organizzati in una struttura ripetitiva. Il complessamento dello iodio con il carrier polimerico ha tre funzioni principali. Primo, aumentare la solubilità dello iodio, che allo stato elementare ha una solubilità molto bassa, e la combinazione con i polimeri la aumenta notevolmente. Secondo, il complesso iodio-carrier fornisce una riserva di iodio auto-regolata, poiché lo iodio resta legato al carrier finché la concentrazione di iodio libero in soluzione scende sotto un determinato livello di equilibrio. Per ultimo, l'equilibrio forma libera / forma complessata mantiene basso il livello di iodio libero, ma sufficiente per l'eliminazione dei microrganismi. Perciò l'altrimenti tossico iodio può essere usato tranquillamente nell'industria alimentare.

Tutti gli iodofori sono prodotti con un procedimento a freddo, senza aggiunte esterne di calore. Questo processo avviene in ambiente acetico e il risultato finale del complesso ha pH circa 3 in relazione al carrier impiegato. Alcune formulazioni contengono anche acido fosforico e sono prodotte principalmente per l'industria casearia dove l'aggiunta di acidi aiuta a disciogliere i depositi di calcio derivati dal latte. Le formulazioni per alimenti, invece, non contengono acidi aggiunti, garantendo una più facile maneggiabilità del prodotto, in queste lo iodio è legato a tensioattivi non ionici che abbassano la tensione superficiale dell'acqua favorendo la solubilizzazione dello iodio e stabilizzandolo. L'immersione per 10 minuti in una concentrazione di iodio libero di 12,5 ppm uccide la maggior parte dei microrganismi presenti sull'attrezzatura. Una tale concentrazione ha un colore marrone scarico, utile per valutarne l'efficacia; se la soluzione perde colore, non contiene abbastanza iodio libero. Quando lo iodoforo viene diluito in acqua fredda si forma un equilibrio fra la forma libera (misurabile) e quella legata, lo iodio libero raggiunge subito il suo massimo e poi inizia a calare. La WestAgro Inc. of Kansas City, MO, il fabbricante dei principali iodofori reperibili in commercio, indica come quantità massima di iodio libero (che uccide i microrganismi) raggiungibile in acqua di 75 ppm, non c'è quindi nessun vantaggio a usarne di più.

Caratteristiche:

- i principi attivi delle soluzioni di iodio puro sono: lo iodio molecolare, l'acido ipoiodoso, lo ione triioduro e lo ione ipiodito. Tuttavia il vero agente antimicrobico pare sia rappresentato dallo iodio libero, cioè nella sua forma molecolare, che è in grado di attraversare rapidamente la parete cellulare dei microrganismi;
- la reazione più importante coinvolge l'ossidazione del gruppo zolfo-idrogeno nell'amminoacido cisteina e in seguito a ciò il microrganismo non è più in grado di sintetizzare le proteine e muore;
- ampio spettro d'azione, es. un'esposizione di 10 minuti a 15 ppm uccide il 99,999% dei microrganismi contaminanti per l'ambiente birrario;
- poco solubili in acqua, quindi associati a tensioattivi;

Compatibilità

- le proteine e altre sostanze organiche legano lo iodio e non lo rendono disponibile per la disinfezione. I composti contenenti zolfo, inoltre, sono ottimi inibitori dello iodio;
- sufficientemente efficaci anche in presenza di acque dure;
- vanno bene su plastica e acciaio ma sono sconsigliati con alluminio, rame, ottone e ferro;

Stabilità e sicurezza

- sono instabili al di sopra di 40°C, devono essere impiegati in ambiente acido e colorano di giallo le superfici per reattività con residui di sudiciume proteico;
- hanno odore pungente, sono costosi, irritanti e corrosivi.

Modalità e concentrazioni d'uso

- l'azione dello iodoforo è inibita se il pH è fuori dal range 3 - 6. Il raggiungimento di questi valori non è difficile, vista la natura acida dello iodoforo, ma se il pH dell'acqua è molto alto (più di 9) occorre controllare il pH della soluzione dopo aver aggiunto lo iodoforo e, se fuori intervallo, l'acqua deve essere acidificata sotto pH 9 con acido fosforico o citrico, dopodiché si può aggiungere lo iodoforo;
- il trattamento con iodofori deve essere preceduto da un trattamento detergente con prodotti alcalini e quindi da un ottimo risciacquo, infatti dopo un trattamento alcalino, l'ambiente acido risulta molto più letale per i microrganismi,
- preparare solo la quantità di soluzione strettamente necessaria perché lo iodio è volatile e tende ad allontanarsi dalla soluzione, che perderà così il suo potere. Le soluzioni di iodoforo conservate per molto tempo perdono il colore. La soluzione avanzata deve essere stoccata in un vaso di vetro con chiusura ermetica, oppure in una bottiglia di plastica PET ben chiusa. La soluzione così conservata resterà stabile per circa una settimana. Non deve essere tenuta in altri tipi di plastica, perché assorbiranno lo iodio rapidamente, oppure lasceranno scappare il iodio attraverso le pareti permeabili ai gas.

Attività microbica	Buona efficacia
Meccanismo d'azione	Penetrazione attraverso la membrana cellulare, successiva alogenazione delle proteine cellulari e loro precipitazione
pH	Moderatamente acido, graduale inattivazione man mano che il pH aumenta (alcalinità)
Sostanze organiche	Parziale inattivazione
Temperatura	Molto attivi a temperatura ambiente; corrosivi oltre i 45°C e inattivi oltre i 50°C
Concentrazione d'uso	10-70 ppm
Tempo	10-30 minuti, poi risciacquo

Sostanze che liberano ossigeno

Acqua Ossigenata

L'acqua ossigenata (perossido di idrogeno) è uno sbiancante, è considerata un disinfettante efficace e sicuro, ma è meno efficiente ed uccide meno microrganismi dell'ipoclorito. Uccide i microrganismi tramite ossidazione e cioè con una specie di combustione controllata. L'acqua ossigenata genera perossidrili liberi che attaccano le molecole biologiche ossidandole e quando viene a contatto con la materia organica (microrganismi, proteine) si divide in ossigeno e acqua. La sua efficienza viene largamente influenzata dal pH della soluzione di lavaggio e da alcune impurezze o enzimi che possono essere presenti.

Un semplice metodo per aumentarne l'efficienza ossidante, quindi antibatterica, è quello di aumentare il pH della soluzione in uso. Nel recipiente in cui si prepara la soluzione da utilizzare, aggiungere la quantità di acqua ossigenata richiesta quindi aggiungere 1 cucchiaino di carbonato di sodio (Soda Solvay) per litro d'acqua e agitare fino a completa dissoluzione, da utilizzare subito perché la soluzione non è stabile per lungo tempo. Nel caso si volesse incrementare ulteriormente l'efficienza dell'acqua ossigenata, sostituire la Soda Solvay con la soda caustica; sul mercato esiste sotto forma di soluzione o in perle per sgorgare i lavandini. In questo caso aggiungere mezzo bicchiere di soda caustica in soluzione o in perle e fare l'applicazione entro un'ora dalla preparazione (questa soluzione è molto reattiva e instabile).

Prestare attenzione alla composizione dichiarata sulla confezione di soda caustica in soluzione, se contiene ipoclorito non miscelare con l'acqua ossigenata; si neutralizzano a vicenda perdendo l'efficacia antibatterica.

Norme di sicurezza

Nota 1: la soda caustica è corrosiva e deve essere maneggiata seguendo le istruzioni indicate sulla confezione. Durante l'applicazione, indossare guanti di gomma e occhiali di sicurezza. In caso di contatto con gli occhi o la pelle risciacquare abbondantemente con acqua di rubinetto e consultare il medico.

Nota 2: il pH elevato rende particolarmente attiva e instabile l'acqua ossigenata. Non aggiungere mai soda caustica o soda solvay alla confezione originale dell'acqua ossigenata. Nel giro di poche ore potrebbe svilupparsi molto ossigeno che sarebbe in grado di far esplodere la confezione.

L'ulteriore aggiunta di un tensioattivo alla soluzione di acqua ossigenata ne aumenta le proprietà bagnanti (penetra meglio nello sporco e negli interstizi della superficie da disinfettare) quindi ne incrementa l'efficienza disinfettante. A tale scopo basta aggiungere alla soluzione disinfettante uno spruzzo di un qualsiasi prodotto per lavare i piatti a mano.

Caratteristiche

Il prodotto è disponibile sul mercato in diverse concentrazioni: 3%, 5%, 12% e 35%. Quest'ultima soluzione è altamente instabile e deve essere conservata in frigorifero.

Non lascia residui perché si trasforma in ossigeno e acqua, quindi non esiste il problema della risciacquabilità

Recentemente, sono stati introdotti sul mercato alcuni prodotti commerciali a base di acqua ossigenata (dal 3 al 5% di attivo). Tali formulati hanno il vantaggio di un'azione sinergica tra l'acqua ossigenata e il principio detergente (disinfezione + aumentata capacità bagnante della soluzione); sono quindi molto adatti per la pulizia.

Compatibilità

Il prodotto è un forte ossidante ed è incompatibile con alcune superfici. Nel caso in cui venga utilizzato su metalli è opportuno risciacquare abbondantemente dopo la disinfezione.

L'ossigeno attivo dell'acqua ossigenata può essere disattivato dalla catalasi (è un enzima contenuto nelle carni e in modo particolare nel fegato) e dai metalli in tracce (ferro e rame in particolare). Per cui è sconsigliata la sanitizzazione di superfici sulle quali è stata trattata la carne: il sangue e residui di carne potrebbero disattivare l'acqua ossigenata prima che sia stata ottenuta la disinfezione.

Stabilità e sicurezza

L'acqua ossigenata tende a degradarsi e a perdere la sua efficacia quando non viene mantenuta nelle condizioni di stoccaggio ideali: in luogo fresco e lontano da contaminazioni. Un segno evidente della degradazione del prodotto è il rigonfiamento delle bottiglie di plastica che lo contengono. Non rimettere mai la parte di acqua ossigenata non utilizzata nella bottiglia originale.

Modalità e concentrazioni d'uso

Vista la bassa efficienza dell'acqua ossigenata per la disinfezione, è opportuno utilizzare il prodotto puro per disinfettare oggetti o piccole superfici, sia che si tratti di acqua ossigenata tal quale sia che si tratti di prodotti formulati. Una soluzione al 3%, reperibile in drogheria, ucciderà la

maggior parte dei batteri in circa 10 minuti. Come menzionato precedentemente, l'aumento del pH e l'aggiunta di un detergente, ne aumentano l'efficienza.

Considerando il costo elevato, l'acqua ossigenata ha applicazioni limitate; è utilizzata di preferenza per sterilizzare il materiale di confezionamento prima del riempimento asettico, per es. contenitori del latte U.H.T.

Acido Peracetico

I disinfettanti a base di acido peracetico sono formati da miscele di acido acetico, acqua ossigenata e di acido peracetico. È disponibile in commercio in soluzioni al 40% opportunamente stabilizzate. L'acido peracetico nell'ambiente si scinde, in breve tempo, in acido acetico, ossigeno e acqua ossigenata. Di queste molecole, di per sé già singoli agenti antimicrobici attivi, l'ac. peracetico è molto più attivo.

Sono molto usati negli impianti C.I.P. (Cleaning In Place: indica la pulizia e la disinfezione automatica delle parti interne di apparecchiature, recipienti, serbatoi, tubazioni eseguita mediante pompaggio di soluzioni adatte. E' utilizzata ad es. nella industria del latte per camion, silos, impianti, tubature, ...)

Caratteristiche:

- incolore, corrosivo, con un caratteristico odore pungente
- come altri peracidi organici, l'acido peracetico produce un'azione ossidativa irreversibile che altera i componenti cellulari;
- ampio spettro di azione; battericida a concentrazioni dello 0,0001 % e fungicida allo 0,0003%; è sporicida a concentrazioni dello 0,3% in non meno di 10' (non risulta molto attivo contro le spore carbonchiose). A concentrazioni dell'1 % uccide batteri, funghi, spore, virus e toxoplasmi entro 10'; è uno dei disinfettanti più attivi contro gli stafilococchi coagulasi + , *E. Coli*, *Proteus vulgaris* e *Pseudomonas aeruginosa*. Ha una buona attività battericida contro i Micobatteri.

Compatibilità:

- compatibilità con l'acciaio inox, alluminio, teflon, polistirene e polietilene (ma non con: rame, zinco, bronzo, cemento ed intonaci alla calce);
- facile inattivazione ad opera di materiale organico;

Stabilità e sicurezza:

- allo stato puro è esplosivo e la sua instabilità è favorita dalle alte temperature e dalla presenza di ioni di metalli pesanti;
- le soluzioni commerciali, generalmente al 40%, esplodono se portate a temperature superiori a 70°C);

Modalità e concentrazioni d'uso:

- attività a basse temperature (T massima di utilizzo = 40°C)
- la non perfetta chiusura dei recipienti ne determina la scissione in acido acetico e ossigeno, riducendone pertanto drasticamente le proprietà disinfettanti;
- per neutralizzare l'acido peracetico vanno bene: acido ascorbico, bicarbonato sodico, soda caustica, ecc...;

Permanganato di Potassio

Il permanganato di potassio (KMnO₄) si presenta in piccoli cristalli di color violaceo molto solubili in acqua. È un agente ossidante con ampia attività antimicrobica: battericida allo 0,03% dopo 1 ora, fungicida allo 0,01% e virulicida tra 0,001 e 0,1%; la soluzione in acqua libera ossigeno allo stato nascente con attività disinfettante molto transitoria, quindi va preparata estemporaneamente.

Attività microbica	Buona efficacia
Meccanismo d'azione	Precipitazione delle proteine di membrana dei microrganismi, una volta penetrato nella cellula causa l'ossidazione e la precipitazione delle proteine citoplasmatiche con morte della cellula
Sostanze organiche	Inattivazione (inferiore ai cloroattivi)
Temperatura	Molto attivi a temperatura ambiente- corrosivi oltre i 45°C
Concentrazione d'uso	30.000 ppm
Tempo	10 minuti

Quaternari d'ammonio (Quaternari o QAC)

Si tratta di tensioattivi (surfactants) cationici. Le caratteristiche chimico-strutturali dei composti dell'ammonio quaternario ne definiscono l'impiego e dipendono dal tipo e dal numero di radicali alchilici e arilici presenti nella molecola.

I più impiegati a livello industriale sono il benzalconio cloruro (sapocitrosil, detergil) ed il cloruro di dimetildidecylammonio, fanno parte di questo gruppo anche il benzoxonio (bactofen) e la cetrimide.

Caratteristiche

- come tensioattivi cationici possiedono le seguenti proprietà:
 - riducono la tensione superficiale nel punto d'assorbimento;
 - sono prontamente attratti e rapidamente assorbiti su superfici che abbiano carica elettrica negativa (lana, vetro, proteine, batteri, ecc...);
 - formano aggregati ionici o micelle con concomitanti variazioni nella conducibilità elettrica, tensione superficiale e solubilità.
- come disinfettanti possiedono le seguenti proprietà antimicrobiche:
 - effetto denaturante, complessante e precipitante sulle proteine;
 - effetti sulle reazioni metaboliche, con particolare azione sulla respirazione aerobica e anaerobica del glucosio in vari batteri e sull'ossidazione del lattato in alcuni batteri;
 - effetti sulla permeabilità cellulare (citolisi e perdita di fosforo; danno di membrana e perdita di potassio);
 - effetto sull'enzima che mantiene dinamica la membrana citoplasmatica;
 - interazione con l'intera cellula microbica;
 - effetto collassante sulla forza motrice protonica attraverso cortocircuitazioni della membrana citoplasmatica (flusso inverso di protoni attraverso la membrana stessa);
- queste caratteristiche li rendono adatti alla formulazione di prodotti ad attività detergente e disinfettante combinata (c.d. *sanificanti*), l'elevato potere schiumogeno ne ostacola il risciacquo;
- a *basse concentrazioni* presentano un'azione batteriostatica ed una inibizione della crescita delle alghe e dei micobatteri e l'inibizione del fenomeno della escrescenza delle spore;
- a *medie concentrazioni* presentano un'azione battericida, algicida, fungicida e un'azione di rilievo verso i virus lipofili;
- ad *elevate concentrazioni* nessuna azione sporicida, micobattericida; nessuna azione verso i virus idrofilici;
- attivi sui G + e mufte, poco nei confronti dei G - (soluzioni di composti d'ammonio quaternario troppo diluite o non recenti possono favorire la crescita di batteri Gram-); mediamente sui virus e nulli sulle spore, i micobatteri e lo *Pseudomonas aeruginosa*;

- contro i G + sono più efficaci a 120-130 ppm in ambiente alcalino;
- alcuni psicrofili (ad esempio, nelle vasche di raffreddamento del latte crudo alla stalla) possono manifestare una certa resistenza ai composti d'ammonio quaternario;
- manifestano la loro attività sia in ambiente acido che alcalino, con maggiore attività in soluzioni alcaline;
- la concentrazione d'uso dipende dalla specifica struttura chimica di ogni composto, l'efficacia aumenta con l'aumentare della lunghezza della catena ($> C_{12-14}$);
- in generale tali prodotti si dimostrano più attivi in soluzione alcoolica che in soluzione acquosa

Compatibilità

- sono molto compatibili con quasi tutti i materiali (acciaio inox, metalli leggeri, ferro, ceramica);
- vengono inattivati dalle acque dure, dai residui organici, dalla cellulosa e dalla gomma;
- i quaternari sono incompatibili con i tensioattivi anionici; quando vengono miscelati con questi ultimi essi diventano inefficaci;
- non miscelare mai i composti d'ammonio quaternario con i normali detergenti;
- per aumentare l'efficienza dei quaternari, si possono aggiungere dei sequestranti quali l'EDTA, fosfati o fosfonati e tensioattivi compatibili (non ionici). In commercio esistono formulati che contengono questi componenti che hanno un'azione sinergica con il disinfettante aumentandone l'efficienza (Lysoform o simili).

Stabilità e sicurezza

I quaternari sono inodori, incolori e insapori. Si prestano per il loro uso in ambienti interni quali mense e cucine. Non essendo percepiti dal punto di vista organolettico e non essendo facilmente degradabili, essi possono venire a contatto con gli alimenti se non perfettamente risciacquati.

Essendo stabili nel tempo, i quaternari quando vengono applicati su una superficie senza risciacquarli vi rimangono a lungo, in questo caso potrebbero dare origine a fenomeni di resistenza batterica. Per questo motivo è bene risciacquare a fondo la superficie trattata oppure alternare questo disinfettante con l'ipoclorito o altri prodotti disponibili.

Modalità e concentrazioni d'uso

Esistono sul mercato due famiglie di prodotti disinfettanti a base di quaternari: formulati per prodotti di largo consumo che contengono 1,5-2,5% di principio attivo e soluzioni al 10%.

L'uso di un formulato rispetto alla materia prima al 10% è preferibile perché contiene altri composti quali i tensioattivi (bagnano meglio le superfici) e i sequestranti (tolgono ai batteri i metalli in tracce, il ferro per esempio, che questi utilizzano per costruire le cellule) aumentando l'efficienza del disinfettante.

Tempo di contatto: 1-15' a seconda della concentrazione del principio attivo.

In quanto schiumogeni non possono essere usati con apparecchi a pressione ed in quanto molto adesivi, soprattutto per le superfici dure (tendono a lasciare film), occorre prestare grande cura nel risciacquo. Questa caratteristica può essere favorevolmente sfruttata sulle superfici non a contatto con gli alimenti ove tale attività residuale fa da protezione nei confronti di contaminazioni accidentali.

Attività	Microbicides Batteriostatica	ad alta concentrazione a bassa concentrazione (< 300 ppm)
Meccanismo d'azione		Adsorbimento sulle pareti cellulari dopo penetrazione nella cellula Interferenza con l'attività metabolica
pH		Alcalino ottimale con diminuzione dell'efficacia all'aumentare dell'acidità
Sostanze organiche		Proprietà detergenti (difficoltà del risciacquo) ma diminuisce il n° di molecole attive sui microrganismi
Temperatura		Non influisce significativamente, efficaci fino a 100°C
Concentrazione d'uso		> 300 ppm optimum 1000 ppm
Tempo		15 minuti - 300 ppm 2 minuti - 500 ppm 1 minuto - 1000 ppm
Disattivanti		Tensioattivi anionici

Alcoli

Hanno un discreto potere disinfettante se usati per immersione, mentre risultano completamente inattivi per strofinamento a causa della loro alta volatilità. Si usano prevalentemente per la disinfezione delle mani; le attrezzature smontate possono essere disinfettate spruzzando le parti durante le operazioni di montaggio. L'alcol viene applicato in diverse maniere, la più semplice è un piccolo erogatore spray. Un pezzo di garza o di cotone imbevuto d'alcol può essere usato per le superfici come tavoli o tappi, oppure gli strumenti possono essere immersi in alcol finché non vengono usati.

Caratteristiche:

- agiscono distruggendo le membrane cellulari in seguito a estrazione dei lipidi, nonché denaturando le proteine microbiche e disidratando la cellula microbica;
- quando l'alcol si trova in forma idrata viene rapidamente assorbito e penetra all'interno della cellula; viceversa l'alcol puro tende a richiamare acqua sulla superficie cellulare e a produrre fenomeni coagulativi nella membrana citoplasmatica, che proteggono parzialmente le cellule batteriche dal disinfettante;
- le miscele in cui l'alcol ha concentrazioni inferiori al 59% in peso hanno scarsa efficacia disinfettante;
- dotati di elevato potere detergente e solvente;
- spettro d'azione: Gram pos: +++, Gram neg: +++, Micobatteri: +-, Miceti: ++, Virus liofili: ++, Virus non liofili: +-, Spore: - ;
- uccidono le forme vegetative entro 1 minuto, ma poiché alcuni organismi necessitano di più tempo è meglio immergere l'attrezzatura per almeno 10 minuti; per i virus occorrono 30-60 minuti;
- sono poco efficaci sui microrganismi essiccati su superfici;
- poco costosi;

Compatibilità

- la presenza di materiale organico riduce l'attività dell'alcol;
- danneggiano la gomma e alcune plastiche dopo uso continuo e ripetuto;

- alcune plastiche, come l'HDPE, sono resistenti all'alcool, così come i metalli e il vetro;
- evaporano con rapidità;

Stabilità e sicurezza

- poiché sono infiammabili è altamente sconsigliabile l'accumulo di quantitativi eccessivi;
- agiscono a temperatura ambiente.

Gli alcoli più facilmente disponibili sono il metilico, l'etilico e l'isopropilico.

Modalità e concentrazioni d'uso

Alcol Isopropilico, az. antimicrobica più spiccata rispetto all'etilico, concentrato al 70% è un'eccellente ed economica scelta per le superfici di lavoro, la strumentazione e le mani.

Alcool Etilico, puro è un liquido incolore, volatile, altamente infiammabile, che forma con l'acqua una miscela costituita dal 95,57% in peso di alcool e dal 4,43% da acqua.

Le miscele al 70% in peso di alcool sono quelle che espletano la maggiore attività germicida. La rapidità dell'azione (pur se incompleta) e la velocità di evaporazione rendono l'alcool etilico puro adatto come veicolo per la preparazione di soluzioni composte di disinfettanti. Associato a Clorexidina, iodio e derivati, ne aumenta notevolmente l'attività e la capacità di penetrazione. E' piuttosto costoso a causa delle tasse; è volatile quindi non è necessario risciacquare; possiede anche azione pulente. La F.U. Italiana indica come alcool un distillato il cui residuo di acqua non sia superiore al 7,7% in peso (= 5% in volume).

L'alcool denaturato può essere usato solo come solvente e detergente.

Alcool Metilico, non è molto efficace se paragonato ai precedenti e questo, combinato alla sua tossicità, ne limita notevolmente l'utilizzo

Alcol Feniletico, possiede una maggiore efficacia sui G -.

Tensioattivi anfoteri

Questi prodotti appartengono al gruppo dei tensioattivi (surfactants) anfoteri, nella molecola hanno, accanto a una parte lipofila, gruppi idrofili acidi e alcalini che conferiscono loro le caratteristiche dei composti sia cationici sia anionici, cioè associano nella stessa molecola le proprietà detergenti dei composti anionici con le proprietà microbicide dei composti cationici.

Caratteristiche

- l'attività microbica rimane virtualmente costante in un ampio «range» di pH, tuttavia gli anfoteri hanno maggior efficacia antimicrobica al di sotto del relativo punto isoelettrico, pertanto ogni anfoteri dovrà essere preferibilmente usato a valori di pH inferiori al suo punto isoelettrico (ad esempio: un anfoteri che abbia come punto isoelettrico 8,5 dovrà essere utilizzato a valori di pH inferiori a 8,5);
- l'azione antimicrobica è legata principalmente alla distruzione della parete cellulare;
- sono meno inattivati dalla presenza di proteine nel substrato rispetto ai composti d'ammonio quaternario;
- ampio spettro d'azione: G +, G -, miceti; meno efficaci sui micobatteri (60' con sol 1%), alla concentrazione del 5% ed a circa 60° C possiedono anche una significativa azione sporicida;
- più effetto detergente e meno schiumogeno;
- effetto deodorante.

Compatibilità

- non sono inattivati da sporcizia di natura proteica;
- non manifestano azione corrosiva nei confronti dei materiali comunemente impiegati;
- incompatibili con i tensioattivi anionici.

Modalità e concentrazioni d'uso

- la loro azione si realizza in circa 10 minuti e persiste per ore;
- un buon risciacquo elimina completamente i residui di tali composti;

Composti« Tego»

Il loro impiego è molto diffuso nei paesi anglo-americani. Si tratta di saponi anfolitici (anfotensidi), cioè di aminoacidi ad alto peso molecolare. Questi composti hanno trovato vasto impiego come disinfettanti sia nell'industria alimentare che negli allevamenti zootecnici, sia nelle disinfezioni ambientali che in quelle «a ciclo chiuso».

Caratteristiche

- azione ad ampio spettro, poiché, già a basse concentrazioni, inattivano Gram + e Gram-, miceti e virus (particolarmente quelli a grande e media molecola forniti di envelope), non sono attivi contro le spore batteriche, i micobatteri mostrano una moderata sensibilità ;
- dotati di spiccata adesività alle superfici trattate, di eccellente potere «bagnante» ed emulgente, di effetto deodorante pur essendo di per sé inodori, di una buona penetrazione;

Compatibilità

- la presenza di materiale organico o di sudiciume nel substrato non compromette la loro attività, non mostrano aggressività nei confronti dei materiali trattati.

Modalità e concentrazioni d'uso

- la concentrazione comune d'uso è l'1 %;
- la temperatura di trattamento è da ritenersi sui 50-60°C per tempi di esposizione relativamente brevi (5-10"), a temperature inferiori il composto mantiene buona efficienza, ma per tempi d'esposizione più lunghi;
- dopo il trattamento è necessario un buon risciacquo per eliminare il film residuale del tensioattivo.

Acidi e Basi

Acido Acetico: è disponibile in drogheria come aceto bianco distillato, ad una concentrazione standard del 5%.

Acido Salicilico: usato per la conservazione degli alimenti.

Acido Lattico: azione disinfettante sulle forme vegetative. Può essere impiegato nelle sterilizzacoltelli, in soluzione al 2% a 45°C oppure al 5% a 20°C, come metodo equivalente alla disinfezione con acqua a 82°C.

Acido muriatico:

Caratteristiche

- la soluzione di acido è molto efficiente nella rimozione di depositi calcarei dovuti al ristagno o al gocciolamento di acqua.

Modalità e concentrazioni d'uso

- disponibile sul mercato in soluzioni comprese tra il 5 e il 10%;
- leggere la concentrazione sull'etichetta; per legge, questa deve sempre essere dichiarata;
- per l'applicazione diluire in soluzione all'1% (non usare acqua calda) e applicare alle superfici da disinfettare. Risciacquare abbondantemente con acqua alcuni minuti dopo l'applicazione.

Compatibilità

- l'acido muriatico è altamente corrosivo nei confronti dei metalli; evitarne il contatto prolungato.

Norme di sicurezza: la soluzione di acido muriatico concentrato sviluppa gas irritanti; evitare di respirarli direttamente. E' corrosivo; evitare il contatto diretto con gli occhi o la pelle.

Durante la preparazione della soluzione, non versare mai l'acqua sull'acido ma il contrario; l'acido nell'acqua.

In caso di contatto, risciacquare immediatamente e abbondantemente con acqua e contattare il medico.

Manipolare le soluzioni indossando guanti di gomme e occhiali di sicurezza.

Non miscelare mai l'acido muriatico con l'ipoclorito (candeggina); si sviluppano gas tossici.

Acido solforico e acidi minerali in genere: questi acidi (acido solforico, nitrico, cloridrico, fosforico, ecc...) possiedono una buona attività battericida nei confronti di molti microrganismi (eccetto i micobatteri). L'associazione acidi-alcoli è sporicida. Gli acidi sono caustici nei confronti dei tessuti e aggressivi nei confronti di molti materiali.

L'acido fosforico si presenta denso e fortemente igroscopico.

Norme di sicurezza: nelle operazioni di diluizione bisogna evitare di versare acqua nell'acido, poiché possono verificarsi violente reazioni fortemente esotermiche. Il fenomeno non avviene quando si versa gradualmente l'acido nell'acqua.

La **miscela di Laplace** viene ottenuta mescolando, in parti uguali, acido fenico grezzo e acido solforico. Tale miscela può essere poi diluita per l'impiego (5%) solamente quando è completamente fredda. La miscela di Laplace, più attiva delle soluzioni di fenolo grezzo, è indicata nelle disinfezioni dei ricoveri animali, ma è controindicata nelle disinfezioni dei laboratori o industrie alimentari, poiché emana uno sgradevole odore di fenolo.

Idrossido di Sodio

Comunemente conosciuto come soda caustica (NaOH), in soluzione ha la capacità di sciogliere lo sporco grasso trasformandolo in sapone facilmente risciacquabile (saponificazione); l'aggiunta alla soluzione di uno spruzzo di detersivo per lavare i piatti a mano ne aumenta l'efficienza.

L'idrossido di sodio, e a volte l'idrossido di potassio (KOH), è l'additivo caustico della maggior parte dei detersivi per i lavori pesanti, come i forni o le fognature.

Modalità e concentrazioni d'uso

- la soluzione di soda caustica preparata con acqua ad almeno 60 °C è estremamente efficiente come antibatterico, va diluita all'1-2% (max 5%);
- se si aggiunge latte di calce al 5% si ottiene il duplice vantaggio di potenziarne l'azione disinfettante e di rendere visibile, per colorazione, il trattamento eseguito;
- per la preparazione di una soluzione a base di soda caustica si consiglia di procedere come segue: in un secchio contenente mezzo litro di acqua fredda aggiungere mezzo bicchiere di soda caustica in gocce o in soluzione e un cucchiaio da cucina di detersivo liquido per piatti.

Agitare la soluzione fino a completa dissoluzione dei componenti, aggiungere 4 o 5 litri di acqua bollente e applicare sulle superfici da pulire e disinfettare con spugne, stracci o scope. Lasciare agire per circa mezz'ora e risciacquare abbondantemente con acqua;

- rinnovare la soluzione nel secchio ad ogni applicazione; nel caso la si volesse conservare per una applicazione successiva, proteggerla dal contatto diretto con l'aria per mezzo di un coperchio o di un foglio di plastica;
- un detergente da forno è un buon sostituto per tutte le pulizie che necessitano soda, ad esempio: per una pentola con il fondo bruciato la soluzione più semplice è quella di applicare uno spray per la pulizia del forno e lasciarlo agire, dopo che la parte bruciata è stata rimossa, è importante sciacquare a fondo ogni residuo di detergente. Dato che il prodotto è caustico, sciacquate con aceto (un acido debole) per neutralizzare ogni piccolo residuo, fatto ciò, potete tranquillamente pulire con un detergente e sciacquare per togliere ogni residuo di aceto. L'uso dell'aceto non è strettamente necessario, dipende dalla grandezza della bruciatura e dalla quantità di detergente caustico impiegato.

Compatibilità

- la soda è molto corrosiva nei confronti dell'alluminio e dell'ottone. Il rame in genere è resistente, mentre l'acciaio inossidabile è corrosivo solo da soluzioni bollenti di soda (sconsigliato). Soluzioni forti non tamponate di NaOH non dovrebbero essere usate per pulire l'alluminio, dato che il forte pH scioglie la patina protettiva di ossidi;
- la soda caustica reagisce con l'anidride carbonica atmosferica neutralizzandosi e quando viene applicata sulle superfici in sottile velo di soluzione acquosa, il contatto con l'aria ne abbassa rapidamente il pH facendo perdere alla soluzione le sue proprietà e, dopo circa un'ora, potrebbe non essere più in grado di svolgere il compito di disinfezione.

Norme di sicurezza: La soda caustica è classificata come corrosiva. Durante la preparazione della soluzione e l'applicazione indossare guanti di plastica e occhiali di sicurezza. In caso di contatto con gli occhi e la pelle, risciacquare abbondantemente con acqua e consultare il medico. Durante la preparazione della soluzione versare prima l'acqua e poi la soda; mai il contrario. L'aceto è efficace per neutralizzare l'idrossido di sodio che viene a contatto con la pelle, ma se la soda arriva sino ai vostri occhi può causare bruciate serie o addirittura cecità.

Aldeidi

Agiscono provocando l'alchilazione dei gruppi polari delle proteine (denaturazione).

Il rappresentante più importante è la **formaldeide**. Era largamente utilizzata (in forma gassosa per gli ambienti chiusi o in sol. acquosa al 35%) per il vantaggioso rapporto costo/beneficio e per l'ampio spettro: azione battericida, fungicida e sporicida. L'azione disinfettante allo stato gassoso è fortemente ostacolata dalla presenza di materiale organico. In questi ultimi anni è meno usata per l'azione caustica su cute e mucose, per la permanenza di residui nell'ambiente e per la sospetta cancerogenicità.

Lo stato gassoso è ottenuto usando formelle a lenta autocombustione oppure miscelando permanganato di potassio e formolo in grandi recipienti (la reazione chimica genera spruzzi e schiumosità). Per ogni m³ di ambiente confinato si usano: potassio 20 g, formolo 30 ml, acqua fredda 20 ml. In primo luogo si immette nel recipiente il permanganato, poi il formolo diluito con acqua. Se è stata rispettata tale successione di manualità, all'operatore rimane il tempo sufficiente

per uscire dal locale, prima che si liberi il gas di formaldeide. Per un'azione efficace si richiedono tempi d'esposizione prolungati.

La soluzione acquosa al 40% prende il nome di **formalina** e viene usata solitamente diluita in acqua al 2,5%. Ha una spiccata azione battericida, sporicida, virulicida e fungicida, ma per tempi molto prolungati di contatto. In associazione con alcool è ritenuta un ottimo agente contro i micobatteri.

Purtroppo già a basse concentrazioni è irritante per le mucose (congiuntivali e respiratorie), mentre a concentrazioni più elevate è caustica e tossica.

Un potere disinfettante maggiore della formalina e privo degli spiacevoli effetti collaterali è posseduto dalle sue soluzioni saponose (lisoformio).

La soluzione saponosa, da usarsi al 2,5%, è ottenibile sciogliendo g. 50 di sapone di potassa in 1 l d'acqua e aggiungendo g. 20 di formalina. Se del caso, per neutralizzare l'azione irritante o caustica della formalina, si può ricorrere all'ammoniaca. La reazione chimica dà origine alla esametilentetramina (urotropina).

La **glutaraldeide** si trova solitamente in commercio sotto forma di liquido color ambra, a pH acido. Tale dialdeide possiede un ampio spettro e un'elevata rapidità di azione.

Una soluzione opportunamente alcalinizzata di glutaraldeide distrugge i batteri vegetativi, comprese le specie più resistenti, nel giro di 1', la maggior parte dei virus in 10', le spore batteriche in 3 ore. Allo 0,5% manifesta un'eccellente attività contro la crescita di miceti, lieviti e spore di muffe. Per effetti letali antimicrobici essa viene usata in soluzione alcalinizzata al 2%.

La glutaraldeide ha un'attività microbica e sporicida superiore alla formaldeide (è tra i più efficaci agenti contro i micobatteri) col vantaggio di esser molto meno tossica, pur potendo provocare, in taluni casi, dermatiti da contatto.

Mantiene la sua spiccata attività anche in presenza di elevate quantità di materiali organici nel substrato; non possiede attività corrosive nei confronti dei metalli, gomma, vetro, ecc; è stabile alla luce ed al calore.

Il grado di attività antimicrobica della glutaraldeide dipende molto dal pH della soluzione, è elevato a pH alcalino ma trascurabile a pH acido. L'optimum di attività microbica si manifesta a pH 7,5-8,5.

L'aumento di temperatura della soluzione esalta l'attività microbica della glutaraldeide. Le forme polimeriche della dialdeide vengono liberate e quindi attivate in soluzione alcalina a temperatura ambiente o in soluzione acida molto calda. Tuttavia le soluzioni alcaline sono molto meno stabili di quelle acide, proprio a causa delle reazioni di polimerizzazione, che avvengono a valori di pH più elevati, con una corrispondente perdita di attività antimicrobica.

Le consistenti diminuzioni dell'attività antimicrobica (ad esempio nei confronti delle spore batteriche) della glutaraldeide attivata e mantenuta in deposito per un certo tempo, vengono direttamente correlate con la diminuzione della concentrazione di aldeide libera.

Per l'uso pratico la glutaraldeide è disponibile acida in soluzione al 2%, cui viene aggiunto, prima dell'uso, un "attivante" per elevare il pH a circa 8. Tale soluzione è efficace al massimo per 14 giorni dalla data di "attivazione", dopodiché deve essere scartata a causa della sua ormai marcata perdita di attività antimicrobica.

Recentemente sono state prodotte glutaraldeidi più moderne e più stabili associate a "potenziatori d'attività» per pH inferiori. Tali "potenziatori» in genere sono quaternari di ammonio o anfoteri che danno origine ai disinfettanti sinergici largamente utilizzati in situazioni ad elevato rischio igienico (presidi medico-chirurgici).

Composti fenolici

A questa famiglia appartengono numerosi disinfettanti (fenoli, cresoli e xilenoli) che si ottengono per distillazione del carbonfossile o, più recentemente, per sintesi chimica. Da diversi anni il fenolo (sinonimi: acido carbolico, acido fenico) è quasi completamente decaduto negli impieghi pratici della disinfezione. Nel passato il fenolo grezzo (miscela naturale di cresoli e fenoli) veniva comunemente impiegato alla concentrazione del 3-5% ed a caldo.

Altrettanto comunemente veniva impiegata la "miscela di Laplace", ottenuta mescolando lentamente acido fenico grezzo e acido solforico in parti uguali. Il composto, diluibile solo quando completamente freddo, veniva utilizzato alla concentrazione del 5% con un'attività antimicrobica molto superiore al fenolo grezzo.

Il **cresolo** (o cresolina) è probabilmente il prodotto più facilmente reperibile sul mercato. Data la sua affinità con i grassi, è particolarmente efficace nella penetrazione dello sporco organico.

I disinfettanti catramosi sono divisibili in due gruppi, entrambi addizionati con saponi provenienti da olii vegetali o resine:

1) preparati contenenti i derivati fenolici a basso peso molecolare (isomeri del cresolo e dello xilenolo);

2) preparati contenenti, in aggiunta ai costituenti fenolici, proporzioni variabili di idrocarburi catramosi e di olii neutri.

Il 1° gruppo è definito «solubile», il 2° « emulsionabile ». Sotto il profilo organolettico, e a bassa concentrazione, i disinfettanti solubili formano in acqua soluzioni chiare mentre gli «emulsionabili» formano in acqua torbidità lattiginose.

La sua azione si esplica reagendo con le proteine denaturandole.

Caratteristiche

- il cresolo si presenta come un liquido scuro oleoso all'apparenza. E' composto dal 50% di oli aromatici e cresoli; questi ultimi sono la sostanza attiva e sono presenti in concentrazione compresa tra il 17 e il 18%. Il resto è costituito da acqua e tensioattivi (detergenti) che hanno il compito di disperdere la parte attiva nell'acqua di diluizione;
- il cresolo puro è una sostanza oleosa insolubile in acqua.

Compatibilità

- in genere, questi composti, non danno problemi di compatibilità con altre sostanze.
- il prodotto non deve mai venire a contatto con gli alimenti e l'acqua potabile.

Stabilità e sicurezza

- a causa di alcuni problemi di sicurezza, il cattivo odore persistente e la tendenza a macchiare le superfici, questi prodotti non devono essere utilizzati per la disinfezione degli interni. E' preferibile utilizzarli per la disinfezione di muri esterni e cortili, luoghi in cui viene depositata l'immondizia, tubature fognarie e tombini, ecc.;
- questi prodotti sono tossici; seguire attentamente le raccomandazioni d'uso riportate sull'etichetta.

Modalità e concentrazioni d'uso

- il prodotto disponibile sul mercato viene usato in soluzione acquosa al 5% (mezzo litro di prodotto in 10 litri di acqua), sulle superfici piane, la soluzione può essere distribuita con un annaffiatoio, una spugna o uno spazzolone. Sulle pareti o attrezzi è consigliabile distribuirlo con una pompa irroratrice;

- i piccoli oggetti si possono disinfettare per immersione dopo aver preparato la soluzione in un catino o in una bacinella;
- essendo insolubile in acqua, questo prodotto, quando diluito, forma una emulsione di olio in acqua (piccole gocce oleose sospese in acqua). Pertanto, l'aspetto della soluzione durante l'uso, sarà di un liquido biancastro, lattiginoso.

Biguanidi

Clorexidina: è il principale rappresentante, questa distrugge G + e G – (compresa *P. aeruginosa*) ma è inefficace sui micobatteri e sulle spore. Agisce disorganizzando la struttura della membrana citoplasmatica. E' attiva anche in presenza di proteine sieriche. Si utilizza in soluzione allo 0,1% su pareti, pavimenti, mobili, ecc. e allo 0,5-1% sulla cute.

Picloxidina: usata in combinazione con l'ammonio quaternario sulle superfici.

Idrocloruro di poliesametilene (PHMB): usato nelle piscine.

LIVELLI DELL' AZIONE GERMICIDA DEI DISINFETTANTI

livello	forme vegetative	bacillo tubercolare	forme sporigene
alto	+	+	+
intermedio	+	+	-
basso	+	-	-

esempi:

DISINFETTANTE	CONCENTRAZIONE	LIVELLO
glutaraldeide	2%	alto
formaldeide + alcool	8% + 70%	alto
iodofori	30 - 50 mg/l	intermedio
iodio + alcool	0,5% + 70%	intermedio
composti del cloro	0,1 - 0,5%	intermedio
composti ammonio quaternario	0,1 - 0,2%	basso

Disinfettanti	Tipo di microrganismi						Modalità di azione del disinfettante
	Batteri Gram+	Batteri Gram -	Micobatteri Gram+	Funghi	Virus	Spore Batteriche	
Sodio Ipoclorito							Potente ossidante di molecole biologiche (Proteine, acidi nucleici)
Composti Fenolici*							Si combina con le proteine denaturandole
Quaternari (QAC)							Influenza le reazioni metaboliche delle proteine - Permeabilità delle cellule
Formalina *							Reagisce con gli amminoacidi denatur. le proteine
Glutaraldeide *							Interagisce con le proteine e le pareti cellulari
Acqua Ossigenata Permanganato							Genera gruppi idrossilici liberi che attaccano le molecole
Composti dello Iodio *							Agisce sui legami dello Zolfo e dell'Azoto nelle proteine etc.
Alcoli *							Denatura le proteine. Influenza permeabilità delle pareti cellulari
Cloramina *							Come l'ipoclorito ma meno efficiente
Clorexidina *							Probabilmente rende permeabili le membrane cellulari
Acido Peracetico *							Potente ossidante. Più efficiente della acqua ossigenata

Sensibile
 Resistente
 Parz. Sensibile
 Sensibile ad alta concentrazione

* A causa di problemi di sicurezza, odore e la tendenza a macchiare questo disinfettante non è idoneo per l'uso in casa

DISINFETTANTI A CONFRONTO					
	Vapore	Cloro	Iodofori	Quaternari	Acidi/basi
Attivi su G -	ottimo	buono	buono	buono	buono
Attivi su G +	ottimo	buono	buono	scarso	buono
Attivi su spore	buono	buono	sufficiente	scarso	suff./scarso
Attivi su batteriofagi (pericolosi per l'integrità funzionale dei fermenti lattici)	ottimo	buono	buono	scarso	scarso
Sensibili su acque dure	no	no	leggermente	alcuni si, altri no	leggermente
Corrosivi	no	si	leggermente	no	leggermente
Irritanti	si	si	si	no	si
Sensibili ai mat. organici	no	quasi sempre	talvolta	sì	talvolta
Incompatibili con:	materiali sensibili alle alte T	fenoli, amine, metalli	amido, argento	saponi, legno, gomma, cellulosa, nylon	tensioattivi cationici e detergenti alcalini
Stabilità	-	scompare rapidamente	scompare lentamente	stabili	stabili
Stabilità alte T (> 66°C)	-	instabile, alcuni composti stabili	molto instabili	stabili	stabili
Lascia residui attivi	no	no	si	si	si
Test per residui attivi	inutile	semplice	semplice	difficile	difficile
Tolleranza massima USDA e FDA	-	200 ppm	25 ppm	200 ppm	200-400 ppm
Costo	costoso	molto economico	economico	costoso	costoso

PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI DISINFETTANTI

	Acqua	Industrie alimentari	Disinfezione ospedaliera	Disinfezione uso esterno
Cloro	SI	SI	SI	SI
Iodio-iodofori	NO	SI	SI	SI
Fenoli	NO	NO	SI	SI
Ossidanti	SI	NO	NO	SI
Sali quaternari	NO	SI	NO	SI
Aldeidi	NO	NO	SI	NO

COMBINAZIONE DETERGENTI DISINFETTANTI

DETERGENTI	DISINFETTANTI
Alcali inorganici	Ipocloriti Composti clorogeni Quaternari
Acidi inorganici	Tensioattivi non ionici Iodofori
Tensioattivi anionici	Composti clorogeni
Tensioattivi non ionici	Quaternari Iodofori

INCOMPATIBILITA' DISINFETTANTI-MATERIALI

DISINFETTANTI	MATERIALI
cloro	ferro
iodofori	alluminio-rame-ottone-ferro
quaternari d'ammonio	cellulosa-nylon-legno-gomma -materiali porosi
composti ossidanti	alluminio-rame-ottone

Il problema dei residui

Occorre considerare il differente grado di persistenza delle sostanze attive: massimo per i quaternari, medio negli iodofori e virtualmente assente nel caso dell'acqua ossigenata.

I problemi tossicologici posti dai residui dei disinfettanti sono quasi trascurabili ad eccezione di quelli legati all'eccessivo passaggio di iodio dalle superfici agli alimenti.

Di grande importanza sono quelli per le trasformazioni alimentari fondate sull'impiego di batteri lattici (caseari, insaccati,...) e quelli di tipo organolettico. E' quindi fondamentale un accurato risciacquo degli impianti dopo la disinfezione al fine di ridurre al minimo il rischio di permanenza di residui.

I rischi maggiori in tal senso si possono avere negli impianti C.I.P. ove può residuare principio attivo con un coefficiente di rischio variabile da un principio attivo all'altro.

Alcuni disinfettanti si caratterizzano per un elevato margine di sicurezza: la concentrazione di cloroattivi e di iodofori in grado di inibire i fermenti lattici e di causare problemi organolettici è significativamente diversa dalla concentrazione di impiego del disinfettante a significare che potranno comparire effetti indesiderati solo se la superficie non è stata assolutamente risciacquata.

Nel caso di altri disinfettanti basta invece un residuo modesto di principio attivo per causare modificazioni indesiderate: questo fenomeno è massimo per i sali quaternari e, in misura minore, per l'acido peracetico.

Il problema della corrosione

La corrosione risulta essere un fenomeno multifattoriale legato ad alcune variabili.

In linea generale il rischio di comparsa della corrosione aumenta con l'aumentare della temperatura e della durata di applicazione, l'aumento del potere ossidante diminuisce il rischio di corrosione generale ed aggrava quello di corrosione localizzata (microfori, punture); il pH ed il tenore di ioni cloro, influenzando il potenziale elettrochimico, orientano il fenomeno corrosivo verso manifestazioni generali o localizzate.

La candeggina contiene un equilibrio acquoso di cloro, cloruri e ipocloriti. Queste specie chimiche contribuiscono tutte al potere detergente e battericida della candeggina, ma sono anche corrosivi nei confronti di diversi metalli usati nell'attrezzatura. Se la candeggina deve essere usata su una superficie metallica occorre minimizzare il tempo di contatto e sciacquare la superficie per non continuare la corrosione.

Il rame è sensibile all'ossidazione. Gli agenti ossidanti, come candeggina e acqua ossigenata, causeranno l'oscuramento di rame e bronzo, a causa degli ossidi; questi ossidi si scrosteranno ed esporranno il metallo ad una nuova corrosione. Anche l'alluminio è attaccato dalle soluzioni caustiche e gli ossidi si discioglieranno nella soluzione.

Come nell'alluminio, l'inibitore della corrosione delle pentole di acciaio inossidabile è lo strato di ossidi che protegge la superficie. Le leghe della serie del 300 sono molto resistenti alla corrosione della maggior parte degli elementi chimici.

Sfortunatamente, il cloro è uno dei pochi elementi a cui non sono resistenti. Il cloro della candeggina destabilizza lo strato protettivo di ossidi e crea dei punti sensibili alla corrosione. Questo tipo di attacco è generalmente conosciuto come "crevice" o "pitting corrosion".

Su scala microscopica, un graffio o una piccolissima crepa può essere un'area dove la superficie ossidata può essere destabilizzata dal cloro. I cloruri possono combinarsi con l'ossigeno, sia nell'acqua che sulla superficie dell'acciaio, per formare ioni di cloriti che rimuovono la protezione. Se la soluzione di candeggina non viene rimossa, la crepa diventa un sito piccolissimo ma molto attivo e l'acciaio circostante verrà corroso.

Un altro modo in cui il cloro può corrodere l'acciaio è la concentrazione. Questo modo è molto simile a quello delle crepe descritto sopra. Lasciando che l'acqua clorinata evapori da una superficie d'acciaio, il cloro si concentra e destabilizza la superficie degli ossidi. Quando la superficie viene nuovamente bagnata, gli ossidi destabilizzati si staccano e creano un piccolissimo buco. Quando si asciuga ancora, quel buchetto molto probabilmente sarà l'ultimo punto a farlo causando un'altra concentrazione di cloro. Ad un certo punto, il buchetto diventerà profondo abbastanza per avere una corrosione tipo crepa e bucarsi definitivamente.

Ecco poche semplici istruzioni da ricordare quando si usa il cloro con l'acciaio e gli altri metalli.

- 1) Non lasciare il metallo a contatto con l'acqua clorinata per troppo tempo (massimo poche ore)
- 2) Usare soluzioni tampone o inibitrici per diminuire la corrosione del metallo. Le soluzioni tampone o inibitrici contengono sali che mantengono un determinato pH o silicati che inibiscono la corrosione
- 3) Dal punto di vista pratico la disinfezione dell'acciaio inox può essere condotta senza evidenti problemi di corrosione con le usuali soluzioni a base di cloro, iodio e acido peracetico a condizione che la temperatura non superi i 30°C e la durata di applicazione sia limitata.

Il problema del depuratore

Per quanto riguarda i donatori di cloro e gli iodofori la loro scelta non deve, al dosaggio applicato, inibire l'attività del depuratore biologico. Contrariamente, i composti contenenti i perossidi (ac. peracetico, acqua ossigenata) non danno inconvenienti poiché i residui provenienti dalle reazioni di degradazione (ac. acetico, acqua e ossigeno) non alterano l'attività depurativa.

I detersivi determinano però seri inconvenienti agli impianti di depurazione: riduzione della sedimentazione primaria per l'azione disperdente esplicata, riduzione dell'ossidazione biologica per l'inibizione della nitrificazione, riduzione della attività dei fanghi attivi per la distruzione dei protozoi, aumento della schiuma; per questi motivi è opportuno, nell'uso di notevoli quantità di tali prodotti, evitarne l'immissione in impianti di depurazione, specie se di tipo aerobio.

PROTOCOLLO DI SANIFICAZIONE DEI LOCALI

Per superfici aperte s'intendono tutte quelle superfici che necessitano di similari tecniche di pulizia e analoghi comportamenti igienici in quanto sono tutte raggiungibili direttamente con soluzioni acquose e ben visibili per gli operatori. Le operazioni di detersione e disinfezione vanno eseguite separatamente.

1. le operazioni di pulizia devono iniziare subito dopo la fine delle lavorazioni per evitare l'essiccamento di residui sulle superfici
2. asportazione meccanica dei residui più grossolani
3. primo risciacquo con acqua calda per eliminare i residui più solubili (grassi bassofondenti)
4. detersione
5. secondo risciacquo con acqua
6. disinfezione
7. risciacquo, quando necessario, con acqua a temperatura di rubinetto.

Ricorda che:

- la diluizione va fatta secondo le istruzioni del produttore, perché risparmiare sul disinfettante può permettere la sopravvivenza di batteri a livelli pericolosi, così come eccedere con il principio attivo non ne migliora l'efficacia e costa di più;
- il disinfettante va fatto agire per il tempo di contatto necessario, un tempo troppo breve (per "fare prima") può rendere inefficace la disinfezione;
- si consiglia di alternare ogni 6 mesi il tipo di disinfettante, evita la selezione di batteri resistenti;
- dopo l'applicazione del disinfettante occorre asportarne i residui con un risciacquo finale;
- se la ventilazione, la temperatura e le caratteristiche dei materiali non permettono una rapida asciugatura spontanea, occorre procedere all'asciugatura delle superfici stesse per evitare la moltiplicazione batterica favorita dall'ambiente umido;
- le spore batteriche sono le forme biologiche più resistenti quindi è preferibile usare i prodotti a base di cloro;
- per una corretta esecuzione delle diverse operazioni occorre rispettare la sequenza logica che prevede la pulizia dall'alto al basso terminando con i pavimenti;
- prima di iniziare le operazioni è necessario rimuovere dai locali le sostanze alimentari e/o prodotti presenti;
- l'utilizzo di getti d'acqua a forte pressione (macchina idropulitrice) per la pulizia di pozzetti e canalette di scarico, porta alla formazione di una sospensione in aerosol contenente microrganismi anche patogeni (es. *Listeria spp.*) che può ricadere sulle superfici di lavoro anche dopo alcune ore;
- l'etichetta deve essere controllata scrupolosamente, verificando in particolare che siano riportate le seguenti diciture:
 - Disinfettante, Presidio Medico Chirurgico
 - N° di registrazione al Ministero della Sanità
 - dicitura "da usarsi nell'industria alimentare"
 - dosi e tempi di utilizzo
 - composizione, produttore, lotto e data di produzione
 - avvertenze sulla sicurezza per l'uso

Esempi di protocolli di sanificazione di particolari attrezzature

Fattori da prendere in considerazione:

- Facilità d'ispezione
- Facilità di smontaggio
- Tipo di materiale
- Saldature, giunzioni, guarnizioni
- Organi in movimento
- Superfici a contatto con il prodotto
- Angoli non arrotondati

Ceppi in legno

1. Pulizia manuale grossolana dopo l'uso
2. Raschiamento con coltello e quindi con spazzola d'acciaio fino ad ottenere una superficie liscia ed omogenea
3. Disinfezione con un prodotto spray in soluzione alcoolica (tempo di contatto 10 minuti)
4. Raschiamento finale con spazzola d'acciaio per allontanare i residui di disinfettante o, in alternativa, breve risciacquo finale con torcioni di carta inumidita

Celle frigorifere

Nella disinfezione rapida delle aree fredde di stoccaggio i disinfettanti clorattivi sono estremamente efficienti anche alla temperatura di 2 - 4°C

Armadio frigorifero in acciaio

Procedura di pulizia ordinaria.

Pulire accuratamente e con frequenza le superfici dell'armadio usando un panno umido strofinando unicamente nel senso della satinatura. Si possono usare acqua e detergente neutro. Risciacquare abbondantemente con acqua ed asciugare accuratamente.

Attenzione: non usare nel modo più assoluto utensili o corpi che possono produrre incisioni con la conseguente formazione di ruggine.

In caso di macchie di cibo e residui lavare con acqua calda prima che induriscano. Se i residui sono già induriti usare acqua e sapone o detersivi neutri, servendosi eventualmente di una spatola in plastica o di paglietta fine di acciaio inox. Risciacquare abbondantemente con acqua ed asciugare accuratamente.

Attenzione: per evitare la corrosione, non usare assolutamente sostanze a base di cloro o a base di solventi acidi o corrosivi.

Procedura di manutenzione generale:

Prima di iniziare con le operazioni procedere come segue:

- portare l'interruttore generale nella posizione OFF

- togliere la spina dalla presa e attendere che sia avvenuto il completo sbrinamento dell'armadio
- togliere le bacinelle di condensa e svuotarle
- con una aspirapolvere, un pennello o una spazzola non metallica pulire con cura il condensatore del gruppo refrigerante e l'evaporatore interno dopo aver tolto le protezioni
- pulire le superfici esterne ed interne con acqua e sapone o detergente neutro; un poco di aceto aggiunto all'acqua eliminerà eventuali cattivi odori.
- risciacquare abbondantemente con acqua e asciugare con cura.
- i frigoriferi a temperatura positiva sono provvisti di uno scarico nella parte inferiore del vano. verificare che il foro non sia ostruito ed eventualmente pulirlo.

Attenzione: La pulizia e la manutenzione dell'impianto refrigerante e della zona compressori richiede l'intervento di un tecnico specializzato e autorizzato, per questo motivo non può essere effettuato da personale non idoneo.

Consigli utili per la manutenzione dell'acciaio inossidabile.

Gli armadi frigoriferi sono costruiti in acciaio INX AISI 304. L'acciaio inossidabile ha un sottile strato di ossido che impedisce la formazione di ruggine. Ci sono sostanze o detersivi che possono distruggere o intaccare questo strato e dare così origine a corrosioni. Prima di usare qualsiasi prodotto detergente informatevi sempre presso il vostro fornitore di fiducia qual è il tipo più adatto di detergente neutro che non corrode l'acciaio. In caso di graffi sulle superfici è necessario levigarle con lana di acciaio inox finissima o spugnette abrasive di materiale sintetico fibroso strofinando nel senso della satinatura. Non usare mai pagliette di ferro e non lasciarle appoggiate sopra alle superfici in quanto i depositi ferrosi molto piccoli potrebbero rimanere sulle superfici e provocare formazione di ruggine per contaminazione e compromettere lo stato d'igiene.

Affettatrice

1. Spegnerla la macchina e togliere la spina dalla presa
2. Mettere sullo zero il controllo della lama
3. Rimuovere il carrello allentando la manopola
4. Rimuovere il retro della custodia della lama allentando la manopola
5. Rimuovere la parte superiore della custodia della lama allentando la manopola al centro della lama
6. Lavare energicamente i pezzi smontati con soluzione detergente e spazzola
7. Risciacquare con acqua calda a 65°C per un minuto, togliere i pezzi dall'acqua con un gancio a forma di S
8. Mettere ad asciugare su una superficie pulita
9. Lavare la lama e la parte esterna della macchina con un panno inumidito di soluzione detergente
10. Risciacquare con acqua calda e panno pulito
11. Disinfezione della lama con un panno pulito e un disinfettante
12. Rimontare i pezzi staccati
13. Lasciare a zero il controllo della lama

Tritacarne

1. spegnere la macchina e togliere la spina dalla presa
2. allentare l'anello sul tritacarne e la morsa di sicurezza
3. rimuovere il contenitore e la parte esterna del tritacarne e lavarli: togliere l'anello, rimuovere il piatto, togliere i residui alimentari, togliere le lame, togliere le viti del cilindro
4. lavare i pezzi nel lavandino dedicando particolare attenzione alle scanalature e alle filettature nel cilindro e nell'anello, usare una soluzione detergente calda, spazzola e pinza per ghiaccio
N.B. non mettere le lame nel lavello
5. risciacquare con acqua calda a 65°C pulita per 1 minuto
6. lasciare asciugare su una superficie pulita
7. oliare le scanalature nell'anello e nel cilindro con olio per macchine
8. pulire l'esterno del tritacarne con soluzione detergente e panno pulito
9. risciacquare la parte esterna con acqua calda e panno pulito
10. asciugare

DILUIZIONE

Sia i detersivi sia i disinfettanti devono essere diluiti in acqua alla concentrazione indicata dal produttore.

Qualsiasi prodotto presente in commercio riporta in etichetta la concentrazione del principio attivo, espressa in ppm (parti per milione) o mg/l (milligrammi per litro), oppure in % (percentuale) o g/dl (grammi per decilitro).

In genere questi prodotti sono corredati di dosatori e di schede tecniche con le modalità di diluizione.

A volte in etichetta sono riportate le modalità di diluizione riferite a un solo impiego, però alcune sostanze devono essere diluite in modo diverso a seconda dell'uso. Tipico è il caso della varechina che, a diversa diluizione, può essere utilizzata per il lavaggio delle verdure (20 ppm) o per la disinfezione delle superfici di lavoro (200 ppm).

I sali quaternari di ammonio sono solitamente usati a concentrazioni di 800 - 1000 ppm (1 ml di principio attivo in ogni litro di acqua).

Per preparare bene la soluzione si comincia col verificare la soluzione madre ovvero la concentrazione del principio attivo nel contenitore originale da usare (es. 5 g/dl equivale al 5% ed equivale a 5.000 ppm). Poi occorre sapere qual è la diluizione della soluzione di lavaggio o disinfettante (soluzione figlia) efficace per l'impiego a cui è destinata (es. 0,2 g/dl che equivale allo 0,2% che equivale a 200 ppm). A questo punto è facile, basta fare la divisione $0,2 \text{ (g/dl)} / 5 \text{ (g/dl)} = 0,04$ dl di detersivo o disinfettante schietti (pari a 0,4 cl che è pari a 4 ml) da aggiungere a ogni litro d'acqua per fare la soluzione.

Più comodo sarà fare lo stesso tipo di ragionamento con i misurini dosatori, nel nostro esempio troveremo che il produttore consiglia di diluire un tappo misuratore (da 20 ml) in 5 litri d'acqua; se ho bisogno di meno acqua aggiungerò meno prodotto, ad esempio per fare dai 2 ai 3 litri di soluzione si userà un mezzo misurino scarso o abbondante.

Ecco un po' di matematica:

se si deve preparare un secchio contenente 10 litri di una soluzione di varechina a una concentrazione di 200 ppm, partendo da un prodotto al 5% di principio attivo il calcolo sarà:

$$\begin{array}{lll} 5:100=Y:1000 & Y= 50 \text{ g/l} & \text{(quantità di ipoclorito in 1 litro)} \\ 50 \text{ g/l} = 50.000 \text{ mg/l o ppm} & & \text{(equivalenza)} \\ 50.000 : 1000 = 200 : X & X = 4 \text{ ml} & \text{(varechina da diluire in 1 litro di acqua)} \\ 4 \times 10 = 40 \text{ ml} & & \text{(varechina da diluire in 10 litri di acqua)} \end{array}$$

Una volta eseguito il calcolo è meglio standardizzare la procedura: usare sempre gli stessi quantitativi di acqua per la soluzione del detersivo o del disinfettante e sempre lo stesso dosatore (quello in dotazione col prodotto) oppure ricorrendo a recipienti di uso comune quali: bicchieri, cucchiai, siringhe o recipienti graduati.

Oppure si segna una tacca su un bicchiere e lo si utilizza come dosatore, per piccole o piccolissime quantità si può ricorrere all'uso di un cucchiaino da cucina o di un cucchiaino che mediamente contengono rispettivamente 5 ml e 2,5 ml.

Di seguito si riporta una tabella per il calcolo rapido della diluizione che potrà essere lasciata in copia al responsabile della sanificazione come memorandum.

Soluzione gr/100 (%)	mg/1000 (Ppm)	soluzione d'uso 200ppm			soluzione d'uso 1000ppm		
		1 litro	2 litri	10 litri	1 litro	2 litri	10 litri
1	10.000	4 cucchiaini 20ml	8 cucchiaini 40ml	1 bicchiere 200ml	1/2 bicchiere 100ml	1 bicchiere 200ml	1 bottiglia 1000 ml
2	20.000	2 cucchiaini 10 ml	4 cucchiaini 20ml	1/2 bicchiere 100ml	1/4 bicchiere 50ml	1/2 bicchiere 100ml	2 1/2 bicchieri 500ml
3	30.000	6,6 ml	13,3 ml	66 ml	33,3 ml	66,6 ml	333 ml
4	40.000	1 cucchiaino 5 ml	2 cucchiaini 10 ml	1/4 bicchiere 50ml	5 cucchiaini 25 ml	1/4 bicchiere 50ml	1 1/4 bicchiere 250ml
5	50.000	4 ml	8 ml	8 cucchiaini 40ml	4 cucchiaini 20ml	8 cucchiaini 40ml	1 bicchiere 200ml
6	60.000	3,3 ml	6,6 ml	33,3 ml	16,6 ml	33,3 ml	166 ml
7	70.000	2,8 ml	5,7 ml	28 ml	14,3 ml	28,6 ml	143 ml
8	80.000	1cucchiaino 2,5 ml	1 cucchiaino 5 ml	5 cucchiaini 25 ml	12,5 ml	5 cucchiaini 25 ml	125 ml
9	90.000	2,2 ml	4,4 ml	22 ml	11,1 ml	22,2 ml	111 ml
10	100.000	2 ml	4 ml	4 cucchiaini 20ml	2 cucchiaini 10 ml	4 cucchiaini 20ml	1/2 bicchiere 100ml
15	150.000	1,3 ml	2,6 ml	13 ml	6,6 ml	13,3 ml	66 ml

CONCENTRAZIONI D'USO INDICATIVE DEI
DISINFETTANTI PIU' COMUNI

DISINFETTANTE	CONCENTRAZIONE D'USO
ipoclorito di sodio (Varechina, candeggina, amuchina)	200 ppm (attrezzature) 20ppm (ortaggi)
iodofori	25 ppm
ammonio quaternario (benzalcolio cloruro ecc)	300-1000 ppm
acido peracetico	150-350 ppm
acido acetico	250 ppm
alcool etilico	65% (pattini) 70% (muffe)
alcool isopropilico	50%

Cause più comuni di un piano di sanificazione inadeguato

CAUSA	EFFETTO	CONTROLLO	AZ, CORRETTIVA
procedure improprie	rimangono residui organici che riducono l'efficacia dei disinfettanti	visivo dello sporco	usare più attenzione nell'applicare la procedura
acqua troppo calda (T≥60°C)	coagulazione delle proteine	visivo	usare acqua a T adeguata o installare un sistema adatto
acqua troppo fredda (T≤40°C)	incompleta rimozione dei grassi	visivo	usare acqua a T adeguata o installare un sistema adatto
acqua troppo dura	incrostazioni inorganiche	visivo	usare un detergente debolmente acido usare acqua dolce
getto a pressione elevata e/o ortogonale agli attrezzi	aerosols, disseminazione di microrganismi	visivo	modificare pressione e direzione del getto
attrezzature non sanificabili	disseminazione di microrganismi	visivo test microbiologici	utilizzare attrezzature idonee
intervalli troppo lunghi fra le pulizie	accumulo depositi inorganici ed organici (possibile biofilm) difficoltà di rimozione	visivo test microbiologici	ridurre l'intervallo
detersione inadeguata	residui di sporco carica batterica abnormemente elevata	visivo test microbiologici	adeguare
risciacquo inadeguato	residui di sporco carica batterica abnormemente elevata	visivo test microbiologici	adeguare
breve tempo di contatto del disinfettante	riduzione dell'efficacia	test microbiologici	adeguare
eccessiva diluizione del disinfettante	riduzione dell'efficacia selezione di ceppi resistenti	test microbiologici	scrivere istruzioni comprensibili; verificare il rispetto delle istruzioni
disinfettante non adatto	riduzione efficacia disseminazione di microrganismi	test microbiologici	individuare un disinfettante adatto
residui di umidità	proliferazione di microrganismi, soprattutto se residuano incrostazioni organiche (possibile biofilm)	visivo test microbiologici	asciugare individuare accorgimenti per garantire il drenaggio dell'acqua
errata preparazione industriale, errata conservazione	perdita di attività del disinfettante	test microbiologici	sostituire la soluzione madre; conservare secondo istruzioni