

# TECNOLOGIA DI DECONTAMINAZIONE: VAPORE SOTTO VUOTO



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA



Le Terre  
dei Savoia



**DISAFA**  
Università degli studi di Torino



FranceAgriMer



CRIEPPAM

## 1. PRINCIPIO DELLA TECNOLOGIA A VAPORE SOTTO VUOTO

Il “vapore sotto vuoto” o VSV (Vacuum Steam-Vacuum) è una tecnologia di trattamento termico in cui gli alimenti vengono sottoposti a vapore vivo per la decontaminazione in una camera resistente al vuoto e alla pressione.

Il processo consiste nel

- 1) Creare un vuoto (di circa 0,9 bar) nella camera contenente i prodotti da trattare per rimuovere l'aria e l'umidità ivi contenute,
- 2) Iniettare vapore saturo ad alta temperatura, sotto pressione (temperatura compresa tra 104 e 143°C). Questa si condensa sulla superficie dell'alimento e inattiva i germi superficiali.
- 3) Mettere nuovamente l'alimento sotto vuoto per estrarre l'acqua di condensa dal vapore dell'alimento caldo, mediante evaporazione, e raffreddare la superficie dell'alimento molto rapidamente.

Un ciclo tipico dura solo poche decine di secondi: i tempi di permanenza sotto vuoto sono compresi tra 0,1 e 10 secondi e l'iniezione di vapore tra 0,1 e 5 secondi.

A seconda delle applicazioni, possono essere necessari diversi cicli per raggiungere i livelli di decontaminazione desiderati.

Questo processo si differenzia dall'Espansione istantanea controllata (Controlled Instantaneous Relaxation CIR) in quanto per tutto il processo viene utilizzata una sola camera e la creazione del vuoto è graduale, non brusca. Non è prevista alcuna espansione ("puffing") del prodotto trattato.

## 2. APPLICAZIONI

Questo processo è utilizzato per l'essiccazione e la decontaminazione dei prodotti secchi e in polvere, nonché per la decontaminazione superficiale degli alimenti.

Il processo VSV è utilizzato per l'essiccazione e la decontaminazione simultanea di polveri e prodotti secchi: frutta, verdura, funghi secchi, spezie e piante aromatiche, semi oleosi, mandorle e frutta a guscio, cereali interi o in fiocchi, frutta semi-disidratata (uva sultanina), ecc.

È stato inoltre applicato (sperimentalmente) a diversi tipi di frutta e verdura fresca per decontaminarne la superficie al fine di limitare la diffusione della contaminazione durante le operazioni di taglio dei prodotti destinati alla quarta gamma<sup>1</sup>.

- **Impatti sui microrganismi**

Il processo VSV è un processo HTST (High Temperature Short Time) che permette un'efficace decontaminazione microbica grazie alle alte temperature utilizzate.

---

<sup>1</sup> prodotti agricoli e preparazioni crude, pronte all'uso, ad esempio insalate, verdure crude (carote grattugiate, ecc.) o verdure sbucciate, pronte per essere cotte, confezionate in sacchetti di plastica, talvolta in atmosfera modificata, e conservate mediante refrigerazione.

È soprattutto la temperatura del trattamento (in ambiente umido) che porta alla distruzione dei germi; l'applicazione del vuoto all'inizio del ciclo garantisce un trattamento omogeneo che favorisce la dispersione e il contatto del vapore con il prodotto, anche per particelle porose di solidi secchi divisi.

L'efficienza del processo VSV per l'inattivazione batterica deriva dal trattamento termico. L'improvviso aumento di temperatura provoca uno shock termico. Il cambiamento della condizione è così rapido che i microrganismi non hanno il tempo di adattarsi: subiscono danni irreversibili alla membrana cellulare, nella fattispecie una permeabilizzazione che implica cambiamenti interni. Questo porta ad una denaturazione dei composti proteici, della membrana, poi alla lisi che conduce alla morte cellulare.

La società Stéripure fornisce le riduzioni ottenute con la sua tecnologia su molti prodotti disidratati (frutta secca, funghi, erbe) alla pagina <http://www.steripure.fr/cas-client/>

Prodotto	Prima del VSV	Dopo il VSV
Basilico	Microrganismi aerobici a 30°: 1.600.000 UFC/g Enterobatteri: 850 UFC/g	Microrganismi aerobici a 30°: 250 UFC/g Enterobatteri: <10 UFC/g
Mix di piante medicinali	Batteri Gram-resistenti: >10.000 UFC/g Escherichia coli: Presenza	Batteri Gram-resistenti: <100 UFC/g Escherichia coli : Assenza
Erbe di Provenza	Flora totale: 190.000 UFC/g Coliformi totali 30°: >15.000 UFC/g Muffe: >15.000 UFC/g	Flora totale: <10 UFC/g Coliformi totali 30°: <10 UFC/g Muffe: <10 UFC/g

- **Impatti sui prodotti**

Il processo consente di preservare anche le qualità organolettiche dei prodotti in quanto:

- il periodo di applicazione di una temperatura elevata al prodotto è molto breve, e
- il raffreddamento è rapido grazie al vuoto creato a fine ciclo, che permette di limitare ulteriormente l'impatto del trattamento termico sul prodotto. Il processo può quindi essere utilizzato per la decontaminazione di prodotti termicamente fragili.

Il trattamento VSV, di tipo HTST, consente di preservare le qualità organolettiche dei prodotti secchi e in polvere rispetto ad altri trattamenti termici decontaminanti. Per i prodotti termicamente più sensibili, la temperatura del vapore saturo può essere ridotta e compensata da un aumento del numero di cicli di trattamento.

Con la sua modalità operativa, il VSV permette decontaminazioni termiche molto veloci. Questo processo è particolarmente adatto ai prodotti secchi, poiché l'ultima fase di estrazione del vuoto permette di rimuovere l'acqua che è stata assorbita durante la fase di decontaminazione. Attualmente è utilizzato anche per la debatterizzazione delle spezie (comprese forme geometriche complesse come i bastoni di cannella) o frutta a guscio (mandorle, noci, nocciole, ecc.).

### 3. IMPATTI ECONOMICI E AMBIENTALI

Economia	
<b>Investimento</b>	Considerevole Ci sono aziende specializzate che forniscono servizi personalizzati che consentono di beneficiare della tecnologia senza doversi far carico dell'investimento da soli.
<b>Costi operativi</b>	Limite: Costi di manodopera e manutenzione Possibilità di trattare piccoli lotti Limitazione della capacità (produzione non continua)
<b>Materiali di consumo</b>	no

Ambiente	
<b>Consumo di acqua</b>	Sì, per il vapore
<b>Consumo energetico</b>	sì
<b>Scarichi/rifiuti</b>	Emissione d'acqua

### 4. VINCOLI NORMATIVI

Nessun vincolo normativo perché la tecnologia di decontaminazione termica è basata sui meccanismi classici di distruzione dei microrganismi.

### 5. IMPATTO SULLA PRODUZIONE BIOLOGICA

Nessun impatto sul carattere biologico dei prodotti. Processo fisico utilizzabile per i prodotti biologici.

### 6. ATTREZZATURE, COSTRUTTORI, MATURITÀ...

I principali mercati riguardano le applicazioni di essiccazione e decontaminazione simultanea dei prodotti secchi e in polvere.

- **Maturità tecnologica**

Ci sono alcune strutture che si avvalgono di questo principio. Viene sfruttata dal punto di vista commerciale.

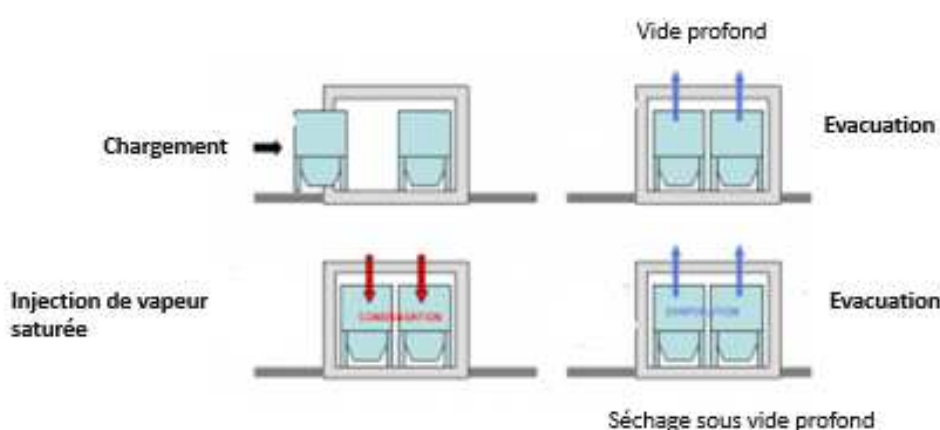
In Francia, STERIPURE utilizza questa tecnologia per offrire servizi di decontaminazione di erbe, spezie, frutta secca, frutta e verdura disidratate e semi quando i prodotti presentano un'elevata carica batterica di salmonella, E-coli, muffe, lieviti, infestazioni (insetti, larve).

I volumi lavorati variano da 500kg a diverse tonnellate. (<http://www.steripure.fr/>)

- **Attrezzature / fornitori**

La tecnologia utilizzata da Stéripure è stata sviluppata dalla società svizzera **Napasol** ([www.napasol.com](http://www.napasol.com))

Napasol fornisce attrezzature di pastorizzazione e sterilizzazione appropriate per il trattamento di alimenti a basso tasso di umidità come frutta a guscio, semi, erbe, spezie, estratti di piante e frutta secca.



Prima della fase sotto vuoto, del preriscaldamento e dell'iniezione, la macchina viene riempita con contenitori su rotaia.

Infine, il prodotto viene svuotato in un raffreddatore.

Fonte: Napasol

Capacità degli impianti da 200 kg/h a 13.000 kg/h per soddisfare tutte le vostre esigenze di flusso



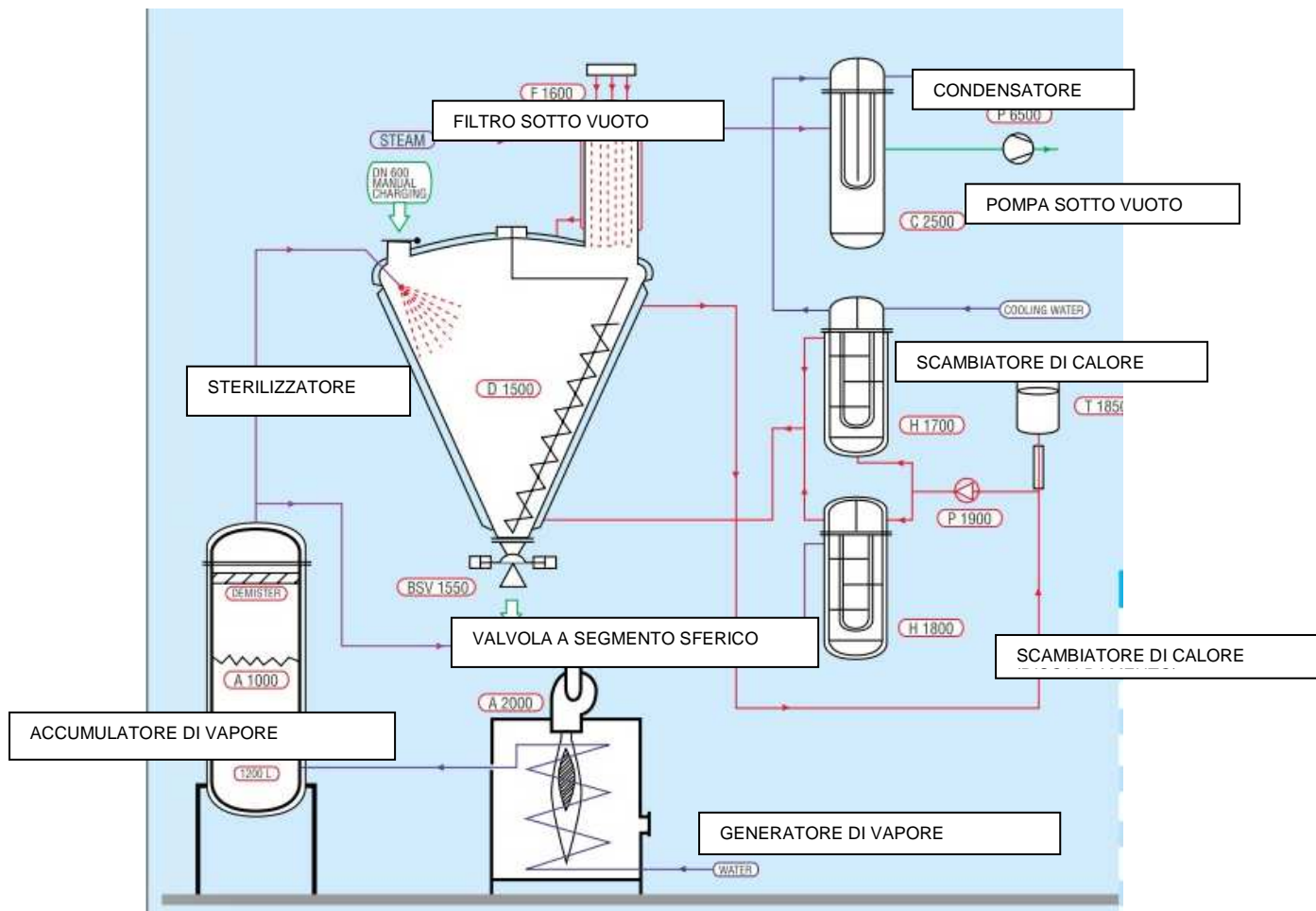
**La società Hosokawa** è specializzata soprattutto nella commercializzazione di essiccatori sottovuoto per un'ampia gamma di applicazioni.

È un sistema di trattamento in batch dentro ad un recipiente sotto pressione con iniezione di vapore.

Propone complessivamente 7 dimensioni di attrezzatura con volumi di trattamento che vanno da 1 litro a 22.000 litri.

<http://www.hosokawamicron.fr>

<http://www.hosokawamicon.fr/technologies/sechage/sechage-par-lot/secheur-a-vis-conique.html#downloads>



**Immagine 1:** Rappresentazione schematica di un impianto di essiccazione VSV Hosokawamicon

## 7. BIBLIOGRAFIA UTILE

Prodotti	Temperatura di trattamento T°C	Altri parametri	Articoli
Particelle di polvere prodotto alimentare tipo	valori z di 15,4°C (nessun tempo di ritardo) e 17,2°C (tempo ritardo) °C	Batteri resistenti al calore, convalidati wild-type <i>Bacillus subtilis</i> <i>Cronobacter sakazakii</i> H30	Hörmansperger, 2016
Granelli di pepe nero e semi di girasole	tempi (0,5-5,0 min) a 75, 85, 95 e 105°C.	<i>E. faecium</i> può essere utilizzato come surrogato potenziale per <i>Salmonella</i> ed <i>E. coli</i> O157: H7	Shah, 2016
Semi di lino	75°C, 85°C, 95°C, e 105°C	<i>E. faecium</i> può essere utilizzato come surrogato potenziale per <i>Salmonella</i> ed <i>E. coli</i> O157: H7	Shah, 2015
Cantalupi	da 127 a 143°C. tempi da 0,33 a 0,45 s e da 0,45 a 5,0 s	<i>Listeria innocua</i> inoculata	Geveke, 2007
Spezie - pepe nero	100-130°C - tempi di 5-20 s	Batteri mesofili aerobici, nonché tenore di umidità, contenuto di olio volatile e composizione olio volatile	Lilies, 2006
Cantalupi	°C	Batteri mesofili, lieviti e muffe (funghi) e <i>Pseudomonas</i> spp.	Ukuku, 2006
Hot dog	vapore a 110°C per 0,1 s	<i>Listeria innocua</i> inoculata	Huan, 2005
Hot dog di manzo	138°C per almeno 25 s per una riduzione di 8 log	<i>Listeria innocua</i> inoculata	Huan, 2004
<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Escherichia coli</i> O157: H7	Da 60 a 80 °C	I valori D di questi organismi vanno da 0,05 a 20 s	Huan, 2004
Carcasse di pollo, altri alimenti (hot dog, frutta e verdura, pesce gatto)			Kozempel, M, 2003
Cantalupi, pompelmi, manghi, papaie, avocado, pesche, carote, cetrioli e kiwi	138-143°C; tempo vapore 0,1-0,2 s		Kozempel, M, 2002

Hörmansperger JT, Buchmann L, Merz S, Schmitt R, Beyrer M, Windh, EJ. **Microbial decontamination of porous model food powders by Vacuum-Steam-Vacuum treatment.** Innovative Food Science & Emerging Technologies (2016) Available online 21 January 2016.

Shah, Manoj; Asa, G; Graber, K; Sherwood, J; Bergholz, T **Inactivation of pathogens on peppercorns and sunflower kernels using a pilot scale vacuum steam pasteurization system** - Journal of Food Protection 79.Suppl. A: 151. (2016)

Shah, Manoj; Sherwood, J; Graber, K; Bergholz, T **Evaluation of vacuum steam pasteurization to inactivate Salmonella PT30, Escherichia coli O157:H7, and Enterococcus faecium on flaxseed.** Journal of Food Protection 78. Suppl. A: 28. (2015)

Geveke, D J; Kozempel, M; Feze, N; Tou Vang Johnson, N; et al.. **Confirmation of the vacuum/steam/vacuum process for the reduction of bacteria on cantaloupe using a commercial prototype** - Fruit Processing 17.3: 160-163. (2007)

Lilie, M; Hein, S; Wilhelm, P; Mueller, U. **Decontamination of spices by combining mechanical and thermal effects – an alternative approach for quality retention.** International Journal of Food Science & Technology 42.2: 190-193. (2007)

Ukuku, DO, Fan, X, Kozempel, M F. **Effect of vacuum-steam-vacuum treatment on microbial quality of whole and fresh-cut cantaloupe,** Journal of Food Protection 69.7: 1623-1629. (2006)

Annous BA, Kozempel MF. **Surface pasteurisation with hot water and steam.** In Microbiology of fruits and vegetables. Edited by Sapers GM, Gorny JR, Yousef AE, CRC Press (2006 ;) p 448-494.

Huang, Lihan. **Dynamic measurement and mathematical modeling of the temperature history on hot dog surfaces during vacuum-steam-vacuum processes.** Journal of Food Engineering 71.1: 109-118. (2005)

Huang, L. **Numerical analysis of heat transfer during surface pasteurization of hot dogs with vacuum-steam-vacuum technology.** Journal of Food Science 69.9: E455-E464. (2004)

Huang, L. **Thermal Resistance of Listeria monocytogenes, Salmonella Heidelberg, and Escherichia coli O157:H7 at Elevated Temperatures,** Journal of food protection.;67(8):1666-70. (2004)

Kozempel, M; Goldberg, N; Craig, J C, Jr. **The vacuum/steam/vacuum process.** Food Technology 57.12: 30-33. (2003)

Kozempel, M; Goldberg, N; Dickens, J A, Ingram, K D, Craig, J C, Jr. **Scale-up and field test of the vacuum/steam/vacuum surface intervention process for poultry.** Journal of Food Process Engineering 26.5: 447-468. (2003)

Kozempel, M; Radewonuk, E R; Scullen, OJ; Goldberg, N. **Application of the vacuum/steam/vacuum surface intervention process to reduce bacteria on the surface of fruits and vegetables.** Innovative Food Science and Emerging Technologies 3.1: 63-72. (2002)

Sommers, C; Kozempel, M; Fan, Xuetong; Radewonuk, E R. **Use of vacuum-steam-vacuum and ionizing radiation to eliminate Listeria innocua from ham** Journal of Food Protection 65.12: 1981-1983. (2002)

Kozempel, M F; Marshall, DL; Radewonuk, E R; Scullen, O J; Goldberg, N; et al **A rapid surface intervention process to kill Listeria innocua on catfish using cycles of vacuum and steam.** Journal of Food Science 66.7: 1012-1016. (2001)

Kozempel, M; Goldberg, N; Radewonuk, E R; Scullen, OJ, Craig, J C, Jr. **Rapid hot dog surface pasteurization using cycles of vacuum and steam to kill Listeria innocua.** Journal of Food Protection 63.4: 457-461. (2000)

Fine F, Gervais P. **Décontamination des produits déshydratés à usage alimentaire. Techniques de l'ingénieur** (2010) F1 136 p109-126.

<http://www.hosokawamicron.nl/technologies/industrial-dryers/sechage-par-lot/secheur-a-vis-conique.htm>

**Nut pasteurization. Minimising impact on appearance, colour and flavour.** CAMEON IVARSSON. NAPASOL AG. Binningerstr. 95, Allschwil, 4123. Switzerland.