

## Avaluació i validació de sistemes alternatius al hipoclorit de sodi en indústries de IV Gamma

### Resum

La creixent demanda per part del consumidor d'aliments convenients, d'alt valor nutricional i segurs, ha impulsat els últims anys l'increment del consum d'aliments de IV gama, llestos per a consumir o cuinar i que mantenen les seves propietats nutricionals i de frescor. Durant el processat d'aquests productes, no hi ha cap etapa que garanteixi la total eliminació dels microorganismes presents, essent l'etapa de desinfecció l'única en la que es pot reduir la contaminació microbiològica per garantir-ne la seguretat. Actualment, el desinfectant més utilitzat és el clor, en forma d'hipoclorit de sodi. L'eficàcia del clor en el material vegetal està limitada entre 1-2 reduccions logarítmiques inclús a altes dosis. A més, és molt reactiu, reaccionant ràpidament amb la matèria orgànica, l'aire i la llum. Per això, l'aigua s'acostuma a hiperclorar (entre 50 i 200 ppm), la qual cosa pot causar la generació de clor gas en les instal·lacions i, en contacte amb la matèria orgànica, pot portar a la producció de quantitats excessives de subproductes no desitjables i potencialment tòxics (principalment compostos trihalogenats). És per això que en alguns països de la UE s'ha prohibit. Darrerament, s'estan investigant altres alternatives a l'hipoclorit sòdic, per exemple l'ozó, el diòxid de clor, àcid peracètic, entre altres.

### Objectius

L'**objectiu principal** és establir un procediment de desinfecció que garanteixi la seguretat del consumidor, mantingui la qualitat i allargui la vida útil del producte i que sigui alhora més respectuós amb el medi ambient. Per això, s'han plantejat els següents objectius específics:

1. Descripció del procés actual de desinfecció en la indústria beneficiària
2. Estudiar l'efecte de la temperatura (diferència de T entre producte-aigua) en l'efectivitat del desinfectant
3. Avaluar l'eficàcia de desinfectants o tecnologies alternatives i estudiar l'efecte de la matèria orgànica en la seva efectivitat, en condicions de laboratori en un vegetal de fulla i en una fruita.
4. Validació del sistema seleccionat en planta pilot. Efecte sobre la qualitat producte
5. Implementació i validació del nou sistema a la indústria. Determinació vida útil del producte
6. Elaboració d'un protocol d'actuacions d'àmbit general

### Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

Les actuacions que s'han dut a terme estan completament lligades amb els objectius i es descriuen a continuació:

ACCIÓ 1. Descripció dels processos actuals de desinfecció, mitjançant l'elaboració d'un qüestionari i visites durant el procés d'elaboració del producte.

ACCIÓ 2. Estudiar l'efecte de la temperatura (diferència de temperatura entre el producte i aigua) en l'efectivitat del desinfectant

ACCIÓ 3. Avaluar l'eficàcia de desinfectants o tecnologies alternatives tenint en compte els valors de matèria orgànica obtinguts en l'acció 1, per a simular condicions reals

ACCIÓ 4. Validació de resultats de laboratori en la planta pilot

ACCIÓ 5. Implementació i validació del nou sistema a la indústria

ACCIÓ 6. Elaboració d'un protocol d'actuacions d'àmbit general

## Resultats finals i recomanacions pràctiques

En la primera fase d'execució del projecte es va analitzar el sistema actual de desinfecció de l'empresa, a través dels diagrames de processos i la realització d'un qüestionari (Acció 1). A més, en dues èpòques diferents, es van obtenir dades *in situ* i de la qualitat microbiològica i fisicoquímica de l'aigua de rentat de dues línies de processat (fulla i hortalisses), així com de la qualitat microbiològica del producte final. Quant a la qualitat de l'aigua, la línia d'hortalisses va mostrar una menor DQO i terbolesa que la de fulla. Aquesta línia disposa d'una dosificació automatitzada d'hipoclorit càlcic i pH fix, amb paràmetres que es van mantenir en els moments analitzats. En canvi en la línia de vegetals, sense sistema automatització, el clor lliure va decreixent a mesura que entra més material vegetal. No obstant, els



valors mínims trobats no van ser inferiors al valor mínim recomanat de 10 ppm. Els resultats han demostrat que la qualitat microbiològica de l'aigua de les dues rentadores de les dues línies, compleix amb el RD.140/2003. Les reduccions en material vegetal van estar entre 1 i 2 unitats logarímiques de microorganismes aerobis mesòfils i no es va detectar *Salmonella* spp. ni *L. monocytogenes* en les mostres vegetals analitzades. Tampoc es van superar els límits permesos de clorats i perclorats en producte final. Fruit d'aquests resultats es recomana un control periòdic del clor lliure, així com una automatització del sistema.

Quan al diferencial de temperatura entre aigua i material vegetal (Acció 2), les guies de bones pràctiques existents recomanen que la temperatura de l'aigua estigui 4-5 °C per sobre de la temperatura del material vegetal, per evitar internalitzacions de microorganismes degut a aquest diferencial. En aquest sentit, els resultats han mostrat reduccions de *S. enterica* (inoculada artificialment en el laboratori) similars independentment del diferencial de temperatura aplicat. Així doncs, en aquest projecte no s'han trobat evidències que indiquin que en diferencials negatius o diferents al recomanats, el sistema de desinfecció sigui menys eficient.

Es va avaluar l'eficàcia de diferents productes existents en el mercat per a la higienització de l'aigua de rentat de vegetals (Acció 3). En una primera fase, els brots es van inocular artificialment en el laboratori amb *S. enterica* i a continuació es van netejar amb els productes assajats a diferents dosis, simulant les condicions de la planta obtingudes en la primera acció del projecte. Entre els productes avaluats s'hi troben formulacions comercials a base de peròxid d'hidrogen, àcids orgànics, diòxid de clor, sals inorgàniques i àcid peracètic. També es va avaluar l'ozó aplicat en forma líquida utilitzant un sistema de generació *in situ*. Es va avaluar tant l'efecte sobre la contaminació en el vegetal, com en la supervivència del patògen en l'aigua de rentat. Els resultats van mostrar que l'àcid peracètic, una barreja en equilibri que també conté peròxid d'hidrogen i àcid acètic, aplicat a una dosi entre 80-100 ppm va ser el producte que va mostrar resultats més similars al clor, tant en brots com en tomàquets. Aquest producte té l'avantatge que no deixa residus. L'efectivitat dels millors desinfectants es va avaluar enfront *L. monocytogenes* i, en general, la seva efectivitat va ser similar a l'observada per *S. enterica*. En una segona fase, els millors desinfectants es van avaluar en material vegetal no inoculat, estudiant el seu efecte sobre els microorganismes i sobre la qualitat visual del producte. En aquest cas, les reduccions van ser menors que les observades en els estudis amb inoculació artificial, però la tendència va ser la mateixa. Un dels productes avaluats, tot i ser molt efectiu, va causar danys als brots (decoloracions i pèrdua d'aspecte 'fresc'). L'àcid peracètic va ser el producte seleccionat per a la següent fase.

A la planta pilot de IV gama de les instal·lacions del Fruitcentre (IRTA-Lleida), es van realitzar assajos per a validar el procés obtingut en condicions de laboratori. Es va estudiar quin paràmetre (conductivitat, potencial d'òxido-reducció, pH) podria ser el més indicat per a poder fer una

automatització de la dosificació del producte (Acció 4). En el cas de l'hipoclorit sòdic es va veure que en les condicions assajades hi va haver correlació (no lineal) entre el POR i la concentració de clor lliure o residual, i que aquesta es va veure afectada pel nivell de matèria orgànica. En el cas del peracètic, la correlació va ser amb el pH. Així doncs, a nivell pràctic, aquests paràmetres es podrien utilitzar per a l'automatització del procés, tot i que es recomana verificar-los i ajustar-los en la planta per als diferents vegetals.

S'ha vist que l'hipoclorit sòdic, utilitzat d'una forma més racional, amb una dosificació constant i un ajust de pH, segueix essent igual d'efectiu que el sistema actual de l'empresa. El producte alternatiu més prometedori ha estat l'àcid peracètic, obtenint uns resultats similars quant a la qualitat microbiològica de l'aigua i del material vegetal. A més a més, el peracètic no presenta l'inconvenient de la formació de subproductes de desinfecció, no deixa residus i és més respectuós amb el medi ambient. La vida útil del producte no ha canviat respecte al sistema actual de l'empresa.



Quant a viabilitat d'implementació a la indústria, l'hipoclorit sòdic continua essent el producte més econòmic i efectiu. Amb el nou procediment, s'estalvia hipoclorit perquè se'n farà un ús més racional, però augmenta el consum d'àcid fosfòric degut a que cal un ajust de pH. L'àcid peracètic té més cost d'aprovisionament però després té altres avantatges en relació a l'hipoclorit, com la reducció de costos a la línia pel fet de ser menys corrosiu, no necessita regulació de pH i a més és més respectuós amb el medi ambient, alineat amb els objectius de l'empresa. En el cas de l'hipoclorit sòdic cal esbandir el producte i pel peracètic també es recomana fer-ho, i, en qualsevol cas, cal seguir les indicacions del fabricant del producte utilitzat, ja que presenta diferents formulacions segons el proveïdor. A l'hora d'implementar el sistema, es

fa necessari tenir en compte la renovació de l'aigua per a garantir que la concentració de producte es manté en els límits operatius.

Amb totes les dades obtingudes, s'ha elaborat un protocol de desinfecció adaptat a l'actual línia de producció de l'empresa i un protocol més general, del que s'espera fer difusió a curt termini.

## Conclusions

L'execució d'aquest projecte ha permès constatar la importància de l'addició d'un desinfectant a l'aigua de rentat dels productes vegetals, que es sol recircular. El desinfectant permet mantenir la qualitat microbiològica de l'aigua i prevenir contaminacions creuades. En el cas de l'hipoclorit de sodi, es fa palès que cal fer-ne un ús racional; es recomana fer una cloració a mesura que es va consumint amb la matèria orgànica, i evitar una hipercloració inicial, que podria no ser suficient i donar lloc a derivats clorats que estan limitats per la legislació alimentària. En les condicions actuals de l'empresa, tant l'aigua com el producte acabat van complir amb els reglaments vigents pel que fa a criteris de seguretat alimentària i de presència de clorats.

En les condicions assajades en aquest projecte, en els brots i els tomàquets, no s'ha fet evidència que el diferencial de temperatura entre l'aigua de rentat i el material vegetal sigui un factor que afecti negativament a l'efectivitat dels desinfectants, tot i això es segueix recomanant que es mantingui un cert diferencial o que, com a mínim, la temperatura de l'aigua de rentat no sigui més baixa que la del vegetal.

Tenint en compte criteris microbiològics i de qualitat, els productes assajats han mostrat igual o menor efectivitat que l'hipoclorit. Un producte comercial en base a àcid peracètic ha resultat l'alternativa més prometedora. El producte final va presentar una contaminació microbiològica similar a la del sistema actual i l'aigua de rentat va complir la normativa vigent. No es van detectar microorganismes patògens en els assajos realitzats.

### Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: AMETLLER ORIGEN OBRADORS SL

E-MAIL DE CONTACTE: [aprat@casametller.net](mailto:aprat@casametller.net)

### Àmbit/s temàtic/s d'aplicació

- Qualitat alimentària / processament i nutrició
- Cadena de subministrament, màrqueting i consum

### Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVINCIA/ES: Tot el territori

COMARCA/QUES: Totes

### Difusió del projecte: publicacions, jornades, multimèdia... (Indicar enllaços)

**Publicitat a la pàgina web Ametller Origen**

<https://ametllorigen.cat/es/noticias/proyecto-sostenible-sistemas-de-desinfeccion/>

**V Seminari d'especialització en processament de fruites i hortalisses: Com donar valor als teus productes (2019). Curs de formació de les Escoles Agràries. Pla anual formació agrària.**

**Valorant l'horta a través de la transformació. Curs organitzat per la Diputació de Barcelona**

### Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici: juliol 2019	Pressupost total: 106.265,00 €
Data final: setembre 2021	Finançament DARP: 42.399,73€
Estat actual: Executat	Finançament UE: 31.985,77 €
	Finançament propi: 31.879,50 €

**Amb el finançament de:**

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

*Ordre ARP/133/2017, de 21 de juny, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ARP/1282/2018, de 8 de juny, per la qual es convoca l'esmentat ajut.*



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Acció Climàtica,  
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola  
de Desenvolupament Rural:  
Europa inverteix en les zones rurals