

El procés de descongelació per alta freqüència aplicat a la indústria càrnia

The high-frequency thawing process applied to the meat processing industry



PERE GOU BOTÓ I DINAR FARTDINOV MILLER

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Programa de Tecnologia Alimentària. Finca Camps i Armet, s/n, 17121 Monells, Girona, Catalunya.

RESUM: Avui en dia l'aplicació de la descongelació a la indústria alimentària està molt arrelada als processos productius actuals, ja que és una pràctica comuna utilitzar aliments congelats com a matèria primera. Habitualment, la descongelació es realitza mitjançant una cambra de descongelació per assegurar la temperatura adequada per executar el procés productiu. Una alternativa per a la descongelació és la tecnologia electromagnètica.

ABSTRACT: *Thawing is a common practice in the food industry because frozen products are widely used as raw materials. This process is usually carried out by means of a thawing chamber to ensure the right temperature for the production process. Here, electromagnetic technology is proposed as an alternative for the thawing process.*

PARAULES CLAU: descongelació càrnia, tecnologia electromagnètica, millora de procés.

KEYWORDS: *meat thawing, electromagnetic technology, process improvement.*

INTRODUCCIÓ

El processament per alta freqüència (AF) és una tecnologia basada en l'escalfament dielèctric, en què el producte s'escalfa volumètricament, i no de fora cap a endins com en els tractaments tradicionals. Tot i que els primers usos d'aquesta tecnologia per a la descongelació d'aliments daten dels anys seixanta als EUA, l'aplicació de l'AF en la indústria alimentària és molt lenta a causa de la novetat del procés, les limitades capacitats dels equips d'AF per satisfer la demanda industrial i la falta de tècnics especialitzats en aquesta tecnologia en el sector industrial.

Avui en dia, la millora tecnològica en el camp electromecànic ha canviat de manera significativa els equips d'AF. En tot el món s'estima que hi ha entre 1.000 i 1.500 equips d'AF en instal·lacions industrials alimentàries (Awuah *et al.*, ed., 2014). En aquests moments la majoria de les instal·lacions disponibles estan destinades a l'assecat d'aliments i una minoria, a la descongelació; no obstant això, aquesta tecnologia té un elevat potencial en altres processos, com ara en la conservació de fruita i verdura, la desparasitació d'insectes en cereals, la pasteurització de productes làctics i d'altres begudes com ara els sucres, la cocción de salsitxes i la deshidratació de productes després del fornejat, com, per exemple, galetes.

Des del punt de vista industrial, és interessant remarcar els avantatges que té la tecnologia d'AF en el camp de la descongelació respecte del mètode tradicional:

- Reducció del temps de descongelació a una fracció de fins a l'1% (Farag *et al.*, 2011).
- Reducció entre un 7% i un 10% de pèrdua de pes (Anonymous, 1992).
- Millora de les propietats organolèptiques del producte (Jason *et al.*, 1962).

DESCRIPCIÓ DE LA TECNOLOGIA

L'escalfament per AF, també conegut com a escalfament dielèctric, és una tecnologia basada en la transferència electromagnètica que genera un procés tèrmic directe a tot el producte iniciant una interacció entre molècules.

Durant l'escalfament per AF, el producte que s'ha d'escalfar passa entre dues plaques de condensador que alteren la seva carrega i formen un camp elèctric de freqüència alterna. Les molècules polars, com ara l'aigua en la fase líquida o sòlida, intenten alinear-se amb la polaritat del camp elèctric, a raó de 27,12 MHz (27,12 milions de vegades per segon). Com a resultat, es genera energia cinètica i de fricció causada per la col·lisió de les molècules veïnes, que generen calor dins del producte (Piyasena *et al.*, 2003).

Les molècules que provoquen la generació de calor a l'interior del producte són excitades per una ona electromagnètica (EM) oscil·lant. L'ona EM té una penetració més gran en productes congelats que en productes no congelats, per això aquesta tecnologia és idònia per a la descongelació. La tecnologia d'AF pretén substituir la descongelació convencional per tal d'evitar els llargs temps d'espera provocats per la baixa conductivitat tèrmica de l'aigua generada en la superfície del producte en un procés de convecció (Farag *et al.*, 2008).

El processament per AF de blocs congelats implica l'aplicació de nivells de tensió de 2.500 a 5.500 V, que normalment s'apliquen entre 10 i 30 minuts, depenent de la geometria del producte entre altres factors. El camp

EM es transmet dins del producte de manera uniforme i instantània sempre que es compleixin els requisits de volum i forma. El procés per AF s'aplica directament sobre el producte, envasat o no abans de la congelació.

La descongelació per AF manté més bé les propietats organolèptiques del producte (com el sabor, l'olor i la textura), disminueix la pèrdua de pes (Jason *et al.*, 1962) i millora la seguretat alimentària, ja que redueix el creixement microbiològic a la superfície del producte.

El processament mitjançant AF s'ha d'adaptar en cada cas al producte que cal tractar, avaluant-ne i validant-ne el cicle de descongelació.

MATERIALS I MÈTODES

L'exemple proposat ha estat un bloc de carn de porc separada mecànicament (CSM), la descongelació tradicional del qual s'estimava en cinc dies. El perfil tèrmic tradicional es va obtenir amb la utilització de termoparells Cu-CuNi tipus T (405-382-TC Directland) connectats a un enregistrator (Testo 164/T4, Testo SE&Co KGaA). D'altra banda, el perfil tèrmic d'AF es va determinar mitjançant sondes òptiques (FOT-L, FISO Technologies, Canadà) (figura 1) i un enregistrator TMI (FISO Technologies, Canadà).



Figura 1. Registre mitjançant sondes òptiques.

Per determinar la càrrega microbiana es van utilitzar esponges aplicades sobre una àrea de 100 cm² d'una superfície de la mostra, una vegada el centre geomètric va assolir la temperatura objectiu, de -2 °C en l'atemperament i 4 °C en la descongelació. Es va quantificar enterobacteris, *E. coli*, bacteris de l'àcid làctic i aerobis totals (figura 2).



Figura 2. Recompte microbiològic en superfície.

Per determinar el color instrumental es va utilitzar un colorímetre CR410 (Konica Minolta Optics Inc, AQUATEKNICA SA, València, Espanya) amb un il·luminant D65 (2°) en l'espai CIE-Lab L* (lluminositat), a* (vermell) i b*(groc).

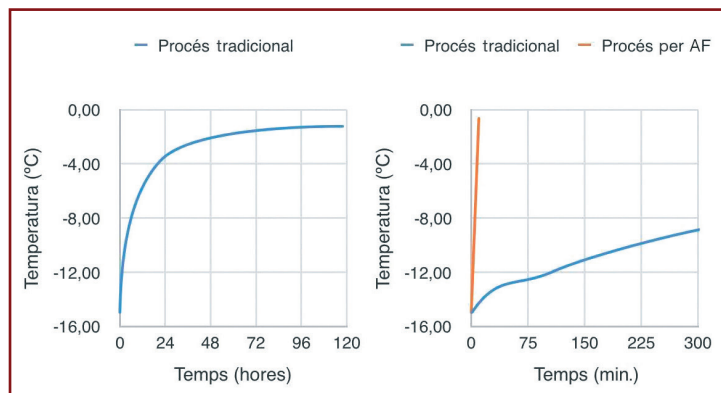
RESULTATS

En el gràfic 1 es pot observar com amb el procés tradicional es necessiten 118 h per assolir $-1,5^{\circ}\text{C}$, mentre que amb el procés de descongelació per AF només es necessiten 30 minuts. Així, amb l'aplicació d'un potencial elèctric de 15 kV/m i una velocitat de cinta de 10 m/h amb tecnologia d'AF, es redueix 236 vegades el temps de descongelació (quan s'aplica a un bloc de carn separada mecànicament de dimensions $55 \times 36 \times 8,5 \text{ cm}^3$).

Taula 1. Quantificació de la càrrega microbiana superficial

	ENTEROBACTERIS		<i>E. COLI</i>		BACTERIS ÀCID LÀCTIC		AEROBIS TOTALS	
	UFC/cm ²	log/cm ²	UFC/cm ²	log/cm ²	UFC/cm ²	log/cm ²	UFC/cm ²	log/cm ²
Procés tradicional	50	1,70	ND	ND	500	2,70	4.400	3,64
Procés per AF	60	1,78	ND	ND	300	2,48	1.000	3,00

ND: No detectat.

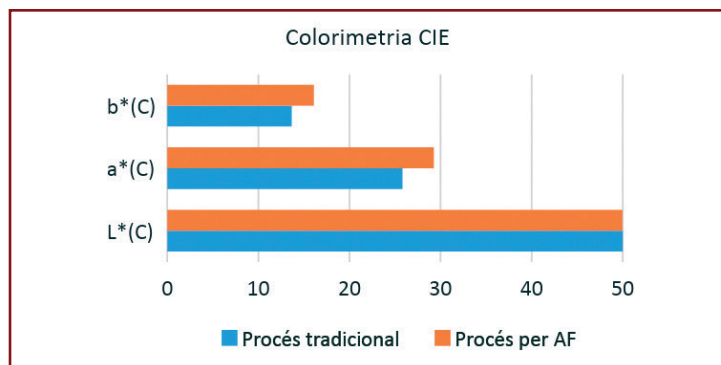


Gràfic 1. Perfil tèrmic tradicional (esquerra) i perfil tèrmic d'AF (dreta).

Per aquesta tipologia de producte, la potència transmesa se situa entre els 85 i 210 W/kg durant la descongelació.

Segons els resultats de la taula 1, la càrrega microbiana en el procés de descongelació tradicional és superior quant a bacteris de l'àcid làctic i aerobis totals, si es compara amb el procés de descongelació per AF.

El paràmetre del color és un indicador de l'oxidació de la carn. Segons els resultats obtinguts, el procés de descongelació per AF preserva millor el color superficial (color vermell) que el procés tradicional (gràfic 2).



Gràfic 2. Colorimetria instrumental CIE.

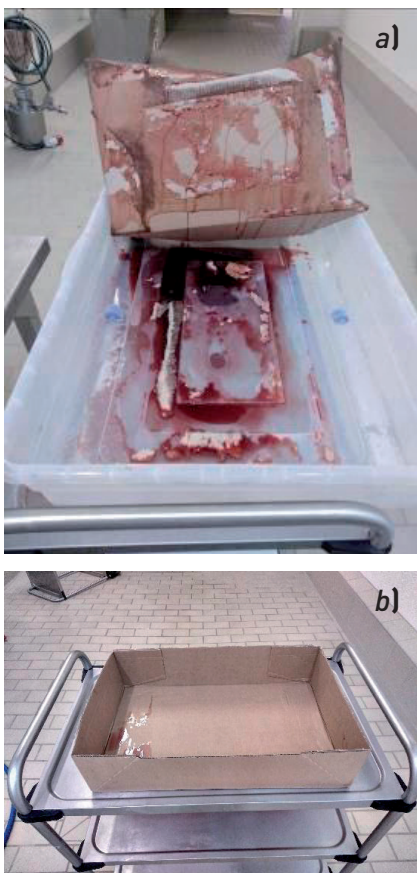


Figura 3. a) Envàs amb restes de sang, b) envàs sense restes de sang.

Un altre punt d'interès és la neteja de les superfícies de descongelaçió. En la figura 3a es mostra com es contamina de sang la caixa transportadora del producte després del procés de descongelaçió tradicional (la qual cosa és un inconvenient addicional). En canvi, en la figura 3b s'observa que després de la descongelaçió per AF la caixa queda completament neta i sense restes de sang.

AGRAÏMENTS

Aquest treball ha estat finançat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya (ORDRE ARP/1281/2018).

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

ANONYMOUS, M. C. (1992). «Thawing frozen poultry». A: UNION INTERNATIONALE D'ÉLECTROTHERMIE (ed.). *Dielectric heating for industrial processes*. París: UIE, p. 110-113.

AWUAH, G. B.; TANG, J.; RAMASWAMY, H. S. (ed.) (2014). *Radio-frequency heating in food processing: Principles and applications*. Boca Ratón (FL): CRC Press.

FARAG, K. [et al.] (2008). «A comparison of conventional and radio frequency tempering of beef meats: Effects on product temperature distribution». *Meat Science*, vol. 80, núm. 2, p. 488-495. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.01.015.

— (2011). «A comparison of conventional and radio frequency thawing of beef meats: Effects on product temperature distribution». *Food and Bioprocess Technology*, vol. 4, núm. 7 (octubre), p. 1128-1136.

JASON, A.; SANDERS, H. (1962). «Dielectric thawing of fish. I. Experiments with frozen herrings». *Food Technology*, vol. 16, núm. 6, p. 101-106.

PIYASENA, P. [et al.] (2003). «Radio frequency heating of foods: Principles, applications and related properties - A review». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 43, núm. 6 (febrer), p. 587-606. DOI: 10.1080/10408690390251129.