

超声喷泉解冻食品的实验研究^{*}

李化茂^{a, b} 贺梅英^a 吕家鸿^b 孙荣祖^b 袁振鹏^b 冯 若^c

a(吉安师范专科学校物理系 吉安 343009)

b(赣南师范学院近代声学研究所 赣州 341000)

c(南京大学近代声学国家重点实验室 南京 210093)

摘要 利用频率 1.45MHz、电功率 25W 的超声,使在自来水中形成朝上喷射的超声喷泉,利用喷泉上端蕴有的强烈空化集中效应,可以解冻全鱼和猪肉块等冻结食品。本实验表明,无论解冻鲫鱼还是解冻猪肉,这种超声喷泉解冻法的解冻速度比空气解冻法快,比冷水解冻法慢;体液流失的情况则不同,解冻全鱼时,超声喷泉解冻和空气解冻时的体液流失虽然相差无几,但均高于冷水解冻法;解冻猪肉块时,超声喷泉解冻法仍然少于空气解冻法,而多于冷水解冻法。

关键词 超声喷泉,食品解冻,空化集中,实验

Defrosting experiment by an ultrasonic fountain

LI Huamao HE Meiyang

a(Department of physics, Jí'an Teachers College, Jí'an 343009)

L Jiahong SUN Rongzu YUAN Zhenpeng

b(Institute of Modern Acoustics, Gannan Teachers College, Ganzhou 341000)

FENG Ruo

c(National Lab. of Modern Acoustics, Nanjing University, Nanjing 210093)

Abstract A new food defrosting experiment by an ultrasonic fountain generated by an ultrasound with an operating frequency of 1.45MHz and an ultrasonic electric power of 25W is introduced. The results show that the ultrasonic fountain defrosting speed, for both fish and meat, is higher than air defrosting, and is lower than cool-water defrosting. For defrosting meat, the body liquor flow obtained from ultrasonic fountain defrosting method is more than that from cool-water defrosting method, but is less than that from air defrosting method. Though the flow from defrosting fish make little difference to both ultrasonic fountain defrosting and air defrosting, the flow by both above methods is more than by cool-water defrosting.

Key words ultrasonic fountain, food defrosting, cavitation concentration, experiment

1 引言

冻结食品在利用之前一定要经过解冻,快速解冻是冷冻食品工艺的一大发展趋势,这既是提高生产率的要求,也是减少鱼、肉等

一类冻结食品的体液流失,维持食品风味、营养和重量的上策。在现行解冻工艺中,既有水解冻、水蒸汽凝结解冻和接触解冻等外部加热的方法,也有低频电流解冻、微波解冻等

* 第一作者:李化茂,男,1943年生,教授

收稿日期:98-10-16;修回日期:98-11-10

内部加热的方法。如果将上述两类方法适当结合起来,或者分段进行,又形成另一类组合方法。这些方法各有利弊^[1~3]。目前各国都在研究解冻方法和装置,以期适用多种冻结食品,而且能省时、省力、简单可靠。过去曾有超声波解冻的提法,但难见应用报道^[1]。这里介绍的解冻方法不同,它是基于超声喷泉中蕴有的强烈空化集中效应所致。

2 实验方法和结果

选购市售的活的小鲫鱼若干,每条 80g~150g;新鲜猪肉若干,并切成长方体形状,每块 80g~170g。冰冻前用感量 0.2g 的架盘天平称出每件样品的重量,随即装入调至 -20℃ 的冰箱。鱼冷冻 3 天,肉冷冻 7 天,超声喷泉解冻的方法如图 1 所示。图中 1 为压电换能器,2 为冻结的鱼或肉等样品,3 为喷泉(自来水)。

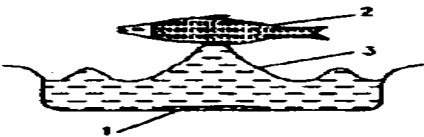


图 1 超声喷泉解冻食品的实验装置示意图

解冻时应将一件件样品置于超声形成的喷泉上端。由于可把这种喷泉看作是一种朝上喷射的空化场,同时在高声强的辐射力和声流作用下,其上端不断地聚集着大量的空化泡,从而发生着大量集中的空化事件,所以,一种称作为空化集中式的强烈的热效应和机械效应^[4~6]便使得冻结鱼、肉内外的温度迅速上升,使冰晶融化。解冻时间记录到各件样品的温度上升到半解冻即中心为 -5℃ 为止,再秤其(解冻后)重量,由此可算出它们的平均解冻速度和平均体液流失百分数。整个实验还应做出空气解冻和冷水解冻时所获得的结果,并全部列入表 1 进行比较。

3 结论和讨论

由表 1 可知,超声喷泉解冻全鲫鱼时,其解冻速度是空气解冻的 3.4 倍,是冷水解冻

的 62%;解冻猪肉块时,其解冻速度是空气解冻的 2.5 倍,是冷水解冻的 60%,体液流失的情况有所不同,解冻全鲫鱼时,超声喷泉解冻和空气解冻时的体液流失百分数虽然相差无几,但冷水解冻法较低;解冻猪肉块时,3 种解冻方法的体液流失百分数分别是 2.66%、3.96% 和 1.26%,即超声喷泉解冻法低于空气解冻法,但高于冷水解冻法。

表 1 全鲫鱼、猪肉块的解冻速度和
体液流失百分数
(冻结温度 -20℃,半解冻温度 -5℃)

样品	解冻方法	冻结前的 样品平均 重量 w_1 (g)	解冻后的 样品平均 重量 w_2 (g)	解冻时间 t (min, s)	平均解冻 速度 $v = w_1/t$ (g/min)	平均体液 流失百分 数 $\eta =$ $\frac{w_1 - w_2}{w_1} \times \%$
全 鲫 鱼	超声喷泉	137.11	134.55	6' 0"	22.85	1.87
	空气(室内 28℃)	97.80	95.95	14' 30"	6.74	1.89
	冷水 (10℃)	147.72	145.32	4' 0"	36.93	1.62
猪 肉 块	超声喷泉	138.96	135.26	14' 30"	9.58	2.66
	空气(室内 28℃)	113.56	109.06	29' 45"	3.82	3.96
	冷水 (10℃)	143.45	141.64	9' 0"	15.94	1.26

显然,若将超声喷泉沿低温水槽逐个建立,那么这种方法就可能兼有冷水解冻速度快、体液流失少的优点。因强烈的空化集中作用可以增强超声空化的杀菌消毒效果,故也可进一步减少食品裸露部分的污染。虽然大功率陈列式的压电换能器的工艺已经成熟,用于大鱼、大肉解冻的大型超声喷泉也可形成,但鉴于超声喷泉解冻的工艺问题诸多,所以将这种方法用于大规模生产仍需要探究。

本研究由南京大学近代声学国家重点实验室和赣南师范学院资助,特此致谢。

参考文献

1 冯志哲,杨鸣玉和夏宏达等. 食品冷冻工艺学,上海科学技术出版社,1984:73~79

(下转 38 页)

随着 38kHz 换能器的输入电功率增加, 单位体积内的声能密度也增加, 同时同向辐射对液面扰动的幅度也增大, 空气中的气体进入液体的数量也增多, 即空化事件增多, 声化学产额也增加。随着电功率进一步增加, 声强也随之增加, 这时 38kHz 换能器附近将形成声屏蔽, 阻止声能有效进入液体, 致使产额下降, 对于正交情况来说, 即使 38kHz 换能器形成声屏蔽, 但下底面 24kHz 换能器的声微流会冲散这种声屏蔽, 从而使 38kHz 换能器的声强有效进入液体, 致使产额增加。而同向辐射时 24kHz 换能器无法做到这一点, 所以会有产额下降的情况。

4 结论

综上所述, 在所研究的情况下, 同向辐射效果要比正交辐射好, 正交辐射效果要比相向辐射好。

本文实验中检测仪器由我校化学系胡道志博士提供, 在此表示谢意。

参考文献

- 1 W. T. Richards, A. L. Looms. J. Am. Chem. Soc, 1927; 49: 3086
- 2 林仲茂. 应用声学, 1993; 12(1): 1~ 5
- 3 I. Z. Shirgaonkar, A. B. Pandit. Ultrasonic Sonochemistry, 1997; 4: 245~ 253
- 4 陈兆华, 朱昌平, 赵逸云等. 声学技术, 1997; 16(4): 192~ 197
- 5 A. Weissler et al. J. Am. Chem. Soc, 1950; 72: 1669~ 1775
- 6 J. Reisse, T. Caulier. Ultrasonic Sonochemistry, 1996, 3: S147~ S151
- 7 J. - L. Laborde, C. Bouyer, J. - P. Caltagirone. Ultrasonics, 1998; 36(1~ 5): 581~ 587
- 8 钱祖文. 非线性声学. 科学出版社, 1992: 101~ 102

(上接 31 页)

2 绩光绪. 食品工业. 台湾徐氏基金会出版, 1974: 670~ 674

3 何公章. 肉食品加工工艺. 浙江科学技术出版社, 1988: 98~ 101

4 Huamao LI(李化茂), Yu hua LI(李宇华) and Zhouhua LI(李宙华). The heating phenomenon produced by an ultrasonic fountain. Ultrasonics Sonochemistry, 1997; 4: 217~ 218

5 Huamao LI(李化茂). Cavitation concentration,

Proceedings of the International Symposium on Hydroacoustic and Ultrasonics. Technical University of Gdansk and Naval Academy in Gdynia, 1997: 151~ 152

6 Huamao LI(李化茂), Jiahong Lü(吕家鸿) and Yuanling Lu(卢源陵) et al. Ultrasonic method for breaking-through ice block. Ultrasonics World Congress 1977 Proceedings. Tokyo Institute of Technology, 1997: 414~ 415