

# 微波和真空解冻冻结团头鲂的条件和速度

## THAWING CONDITIONS AND RATE FOR FROZEN *MEGALOBrama AMBLYCEPHALA* THAWED BY MICROWAVE AND VACUUM METHODS

何利平 薛恒荣

(东海水产研究所, 上海 200090)

冯志哲

(上海水产大学食品科学技术系, 200090)

He Li-ping and Xue Heng-rong

(East China Sea Research Institute, Shanghai 200090)

Feng Zhi-zhe

(Department of Food Science & Technology, SFU, 200090)

关键词 团头鲂, 解冻, 微波, 真空

KEYWORDS *Megalobrama amblycephala*, thawing, microwave, vacuum

解冻是冻结的逆过程。微波加热解冻是通过外加电场引起冻品内部极性分子的不断振动而达到加热解冻的目的。内外部同时加热, 速度快, 均匀性好, 又可抑制被解冻品周围环境的微生物污染<sup>[1]</sup>。前苏联研制的一套微波解冻装置可在10—20分钟内, 将-18℃的肉类解冻到-3℃, 产量为1000—1200kg/h, 功率为50kw, 工作频率为915MHz, 与传统流水或空气解冻法相比, 具有汁液流失少, 卫生条件好, 速度快等优点。真空解冻是通过水在真空条件下蒸发, 然后水蒸汽在冻品表面凝结放出潜热被冻品吸收而达到解冻目的。日本学者曾用真空解冻法解冻肉类、鱼类等食品原料, 测定其解冻曲线, 认为具有解冻速度快的优点<sup>[2]</sup>。国内也曾研究过真空解冻各类食物原料<sup>[1,2]</sup>。然而将微波与真空解冻应用于淡水鱼类还未见报导。本实验旨在测定各解冻方法在不同解冻条件参数下的解冻速度, 温度变化规律, 并确定各种解冻方法的最适条件参数。

### 1. 材料与方方法

#### 1.1 试验鱼及冻结冻藏工艺

团头鲂, 1992年4月14日购自上海市场(鲜活), 去内脏、鳃、鳞后, 个体平均体重约0.25kg, 在速冻柜-40℃空气中鼓风速冻, 4小时后, 鱼体中心温度降至-18℃, 然后冻藏于-18℃洋箱中, 待解冻。

#### 1.2 解冻方法与设备

样品鱼从-18℃冰箱中取出后, 立即用下列各种方法在各种条件下分别解冻。

##### 1.2.1 微波解冻法

冻鱼样品直接放在虹云牌HY700型微波炉内旋转盘上, 所选解冻功率分别为70W, 210W和350W。工作频率为2450MHz。

### 1.2.2 真空解冻法

解冻系统装置设计见图1。通过水加热开关调节真空腔内空气的温度至 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，同时用放气阀调节解冻真空度到500mmHg,600mmHg和700mmHg。

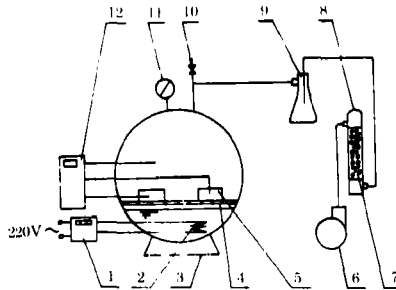


图1 真空解冻系统装置示意图

Fig. 1 Equipment of vacuum thawing system

1 温控仪 2 电热棒 3 真空箱壳体 4 网状隔板 5 被解冻样品 6 真空泵 7 干燥剂 8 干燥塔 9 冷井 10 解气调节阀  
11 真空表 12 测温仪

### 1.2.3 流水解冻方法

将冻鱼放入一定容积的容器内，容积与样品体积比为6:1，以确保水从容器中溢出时水鱼之比为5:1。鱼体完全浸没于水中，解冻流量与样品重量比分别为0, 10和20ml / s.kg。流水系自来水，水温为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

### 1.2.4 空气解冻法

冻鱼置于 $5^\circ\text{C}$ 或 $20^\circ\text{C}$ 静止空气中自然解冻。

## 1.3 测定指标与方法

### 1.3.1 温度

热敏电阻式测温仪(上海医用仪表厂产)，测温范围 $-70 \sim +100^\circ\text{C}$ ，最小显示刻度为 $0.1^\circ\text{C}$ 。冻结前在样品鱼的背肌上预先打孔。微波解冻时，每隔一定时间将测温探头插入孔内，测定鱼体温度。其他三种解冻法测温系冻结时预先将测温探头插入鱼体中心处，解冻时定时测温。

## 2. 结果与讨论

### 2.1 微波解冻

在三种功率(70, 210和250W)下解冻的鱼体中心与表面温度变化曲线见图2。各功率下鱼体中心温度解冻到 $-5^\circ\text{C}$ 或 $-1^\circ\text{C}$ 所需要的时间以及通过最大冰晶生成带( $-5 \sim -1^\circ\text{C}$ )所需时间见图3。

从图2可见，当微波功率从70W增加到210W时，样品的解冻速度增加很快，但功率再增加到350W时，解冻速度增加不多。通过图3中各功率下解冻到一定终温所需的时间也看出，功率开始增加时，时间快速缩短，而增加到350W时，时间减少得不多，终温 $-1^\circ\text{C}$ 的解冻时间与解冻功率的乘积，即为解冻所消耗的能量。解冻耗能和解冻功率的关系见图4，可以清楚地看到，210W功率下解冻最节省能量。

因此，从解冻耗能与解冻时间两因素来考虑，210W功率解冻最为合适。此时每尾鱼(0.25kg)耗能为： $12 \times 70(\text{分} \cdot \text{瓦}) = 12 \times 70 \times 1 / 60 \times 1 / 1000(\text{千瓦时}) = 0.014(\text{度电})$ 。每kg鱼耗电 =  $0.014 / 0.25 = 0.056(\text{度电} / \text{kg})$ ，折算电费成本为 $0.056 \times 0.20 = 0.0112(\text{元})$ ，每吨鱼解冻到 $-1^\circ\text{C}$ 耗电 =  $56(\text{度} / \text{吨})$ 成本为11.2(元 / 吨)。

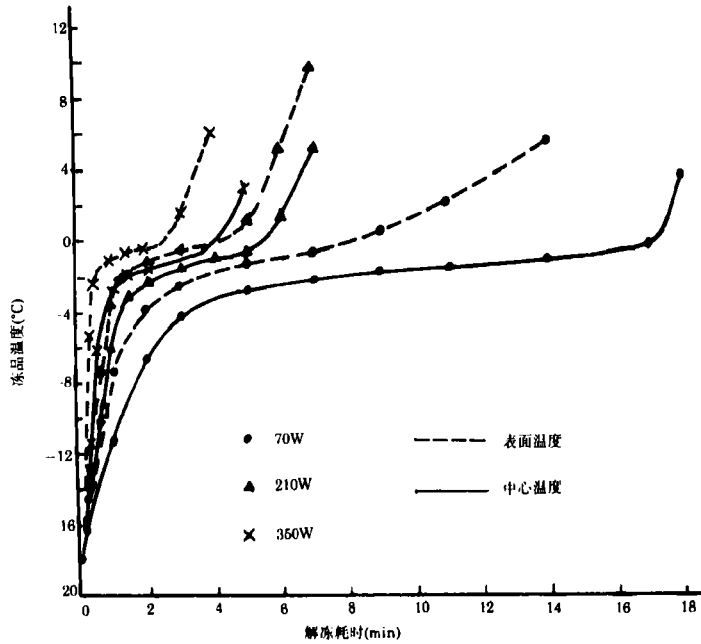


图2 微波解冻温度曲线

Fig2 Temperature curve of microwave thawing

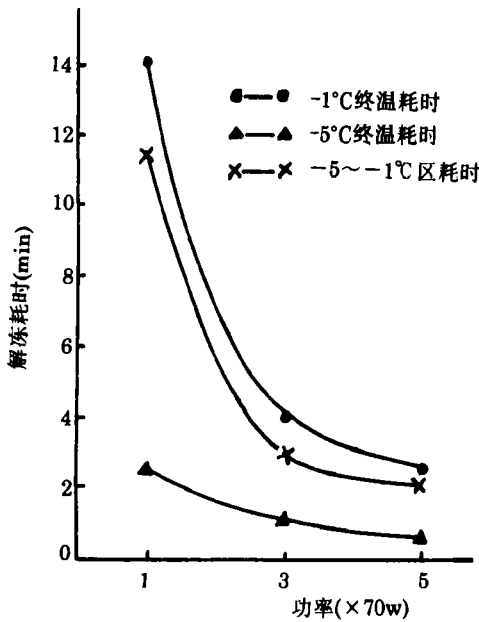


图3 微波解冻耗时

Fig3 Microwave thawing time

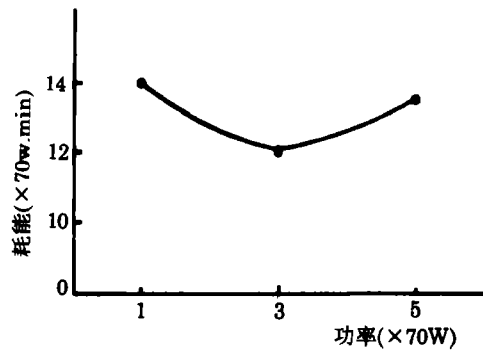


图4 微波解冻耗能(-1°C终温)

Fig 4 Microwave thawing energy (-1°C final temp.)

从图2还可看出,在-5~-1°C解冻温度区,表面温度与中心温度之差在1-2°C左右,而且功率越大,温差越小.可见微波解冻团头鲂至-1°C终温为止,温度还是较为均匀的。

### 2.2 真空解冻

在三个不同真空度(500, 600, 和700mmHg)下解冻鱼体的中心温度变化曲线见图5, 解冻终温为-5°C或-1°C所需的时间以及通过最大冰晶生成带(-5~-11°C)所需的解冻时间见图6。

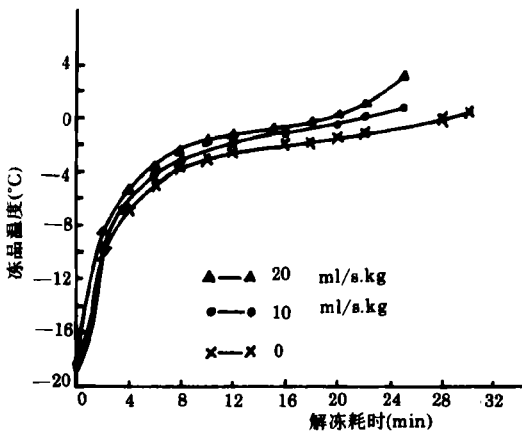


图5 真空解冻温度曲线

Fig5 Temperature curve of vaccum thawing

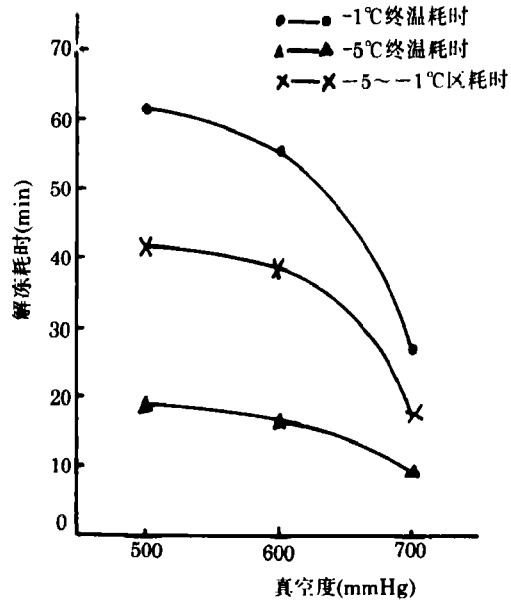


图6 真空解冻耗时

Fig 6 Vaccum thawing time

从图5和图6可见,随着真空度的增加,温度上升速度加快,解冻到一定终温的时间缩短,通过-5°~-1°C区的时间也减少,且真空度越大,解冻速度增加也越快.这可能是因为此时真空室内水份蒸发强度大,从而在鱼体表面形成更多的凝结水,放出的凝结潜热更多,鱼体升温越快。

缩短解冻时间不但可减少冻品品质损失,而且可加速整个解冻系统的周转率,从这两方面考虑,选用大的真空度(700mmHg)较合适。

### 2.3 流水解冻

在不同水流量下解冻的鱼体中心温度变化曲线见图7,解冻到-5°C或-1°C终温以及通过-5~-1°C区所需的时间见图8。

从图7可见,增加水流量可加快解冻速度,因为水流速增加,表面换热系数也增加,较低温水又被较高温的流水替代,所以解冻时间也可缩短。

同时,水流量达到一定值(10 ml / s.kg)后,再增加水流量到20 ml / s.kg,解冻时间缩短得并不多.因此,从解冻时间与水流量两方面因素考虑,10 ml / s.kg的比流量较适合。

### 2.4 空气解冻

在两种不同温度(5°C或20°C)的静止空气中解冻的鱼体中心温度曲线见图9.解冻到-5°C或-1°C终温以及通过-5~-1°C区所需时间见图10。

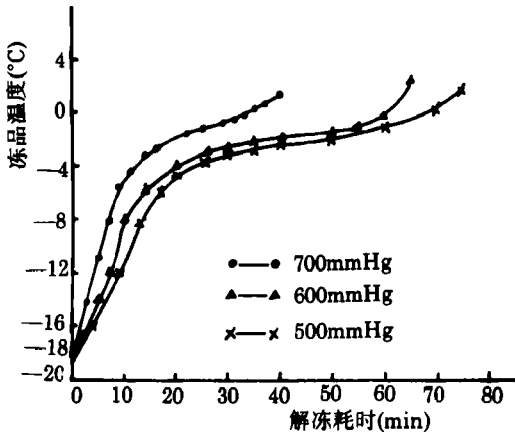


图7 流水解冻温度曲线

Fig. 7 Temperature curve of flowing-water thawing

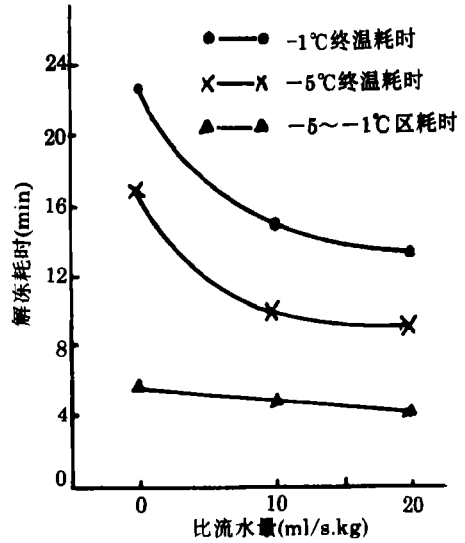


图8 流水解冻耗时

Fig. 8 Flowing-water thawing time

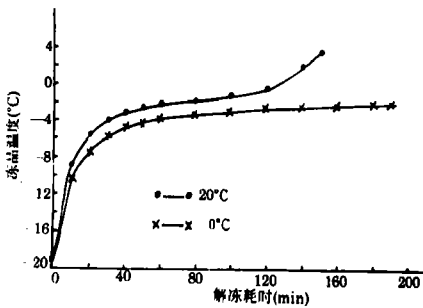


图9 空气解冻温度曲线

Fig. 9 Temperature curve of air thawing

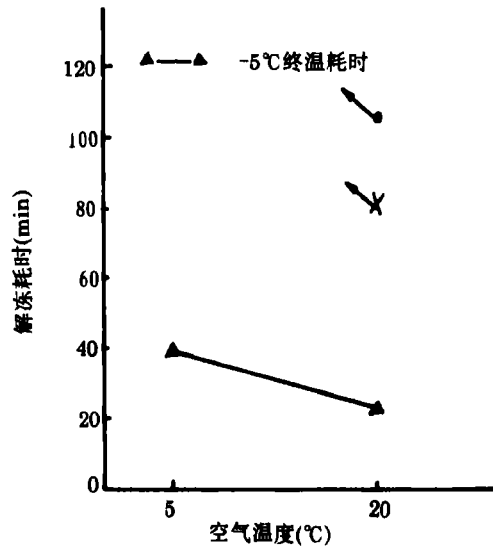


图10 空气解冻耗时

Fig. 10 Air thawing time

从图9和图10可见, 空气温度高, 解冻速度就快, 所需时间也大大缩短。在较低温度(+5°C)空气中解冻到后阶段, 由于鱼体温度与空气温度越来越接近, 温度上升非常缓慢, 所在从解冻时间考虑, 应选用室温(20°C)较宜。

### 2.5 各种解冻方法的比较

四种方法解冻(比较适宜的条件参数)的鱼体叫心温度曲线见图11。

从图11可见,各种方法解冻团头鲂的速度有很大差别。解冻速度从大到小依次为微波法(210W),流水法(10 ml / s.kg),真空法(700mm Hg)和静止空气法(20°C)。每种方法的温度曲线在-5~-1°C区(最大冰晶生成带),温度上升较平缓。在-1°C以上区,温度上升加快,因此从表面与中心温度的均匀性(即解冻的均匀性)考虑,解冻终温也不宜超过-1°C。

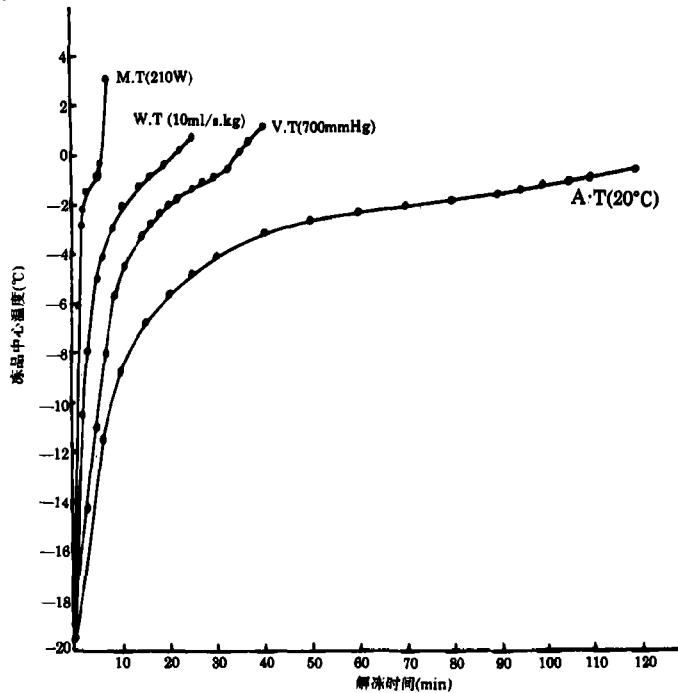


图11 各种解冻法鱼体中心温度变化曲线

Fig. 11 Temperature curve of fishbody's center in various thawing methods

### 3. 结 语

综观上述四种解冻方法在不同解冻条件参数下的解冻结果,我们认为:(1)解冻终温为-1°C时,微波解冻功率为70W,210W和350W所需要的解冻时间分别为14.0,4.0和2.7分钟;真空度为500,600各700mmHg时,所需解冻时间分别为61,55和27分钟;流水比流量为0,10和20 ml / s.kg时,所需解冻时间分别为22.5,15.0和13.5分钟;静止空气20°C时所需解冻时间为105分钟。(2)解冻速度从大到小的顺序为微波,流水,真空和空气解冻法。在-5~-1°C区,温度上升平缓。(3)较合适的解冻条件参数为微波210W,真空700mm Hg,流水10 ml / s.kg和静止空气20°C。(4)从解冻的均匀性考虑,解冻终温为-1°C料合适。

### 参 考 文 献

- [1] 王宝政,黄煜丁,1984,冻肉的真空解冻,冷藏技术,[4]: 24—26.
- [2] 徐文达等,1981. 食品原料快速真空解冻研究,食品工业与发酵,[1]: 1—5.
- [3] 村治哲男,小岛秩夫,1975. 真空解冻装置による食品の解冻曲线,冷冻,50(570):273—277
- [4] Ute Rosenberg and Werner Bogl, 1987. Microwave thawing, drying, and baking in the food industry. *Food Technology*, 41[6]: 85-91.