

鱼在腌制过程中水份活度和有关参数的变化关系

尹文娟 郭晓峰 包建强

(上海水产大学)

提要 本文研究了腌制鱼的水分活度(A_w 值)变化及其与其他有关参数的关系。以鲳鱼作为试验原料,用混合腌渍法对鱼品进行不同时间的腌制,然后观察鱼体中水分活度、盐分含量和水分含量的变化情况,并进一步探索这些参数之间相互的变化关系。实验结果表明,鱼体中水分活度和水分含量的降低,盐分的增加均在开始腌制至18小时时为最快;18小时后变化缓慢;34小时后基本趋向平衡。实验表明,水分活度,盐分含量与水分含量之间存在简单的线性关系,因此在腌制过程中,测定出水分和盐分含量就可以计算出水分活度 A_w 值,从而达到控制鱼品质量的目的。此方法在提高鱼品的保藏效果上具有一定的实用价值。

主题词 水分活度,腌制鱼,鲳鱼,水分含量,盐分含量

利用食盐腌制鱼类等水产品,是传统的水产食品加工保藏方法之一,目前在大多数国家的水产加工业中仍占有相当重要的地位。腌制方法的实质,在于鱼体细胞膜内外盐溶液的浓度差,使水分从鱼体渗出,而盐分向鱼体透入,从而达到使鱼体水分活度降低,提高鱼体的保藏效果。水分活度是对鱼品中自由水存在的一种量度。纯水的水分活度 A_w 值为1。 A_w 均以小数表示,水分活度的降低能减少微生物的生长繁殖,降低鱼品腐败反应的速度,因此水分活度是控制鱼品质量的重要参数。但长期来在鱼的腌制过程中,对水分活度和有关参数的变化研究甚少。本文致力于研究鱼品在腌制过程中鱼体的水分活度、水分含量、盐分含量等参数的变化,从而探索它们之间的相互关系。

材料与 方法

1. 鱼的腌制

本实验采用混合盐渍法对鱼进行腌制。用20千克鲳鱼,予以清洗,擦干表面的水分,背开除去内脏,用纱布揩去腹部的血污,用市售食用盐稍擦鱼体,并以一层鱼一层盐整齐排列于直径为38 cm的圆玻璃缸中,再注入饱和盐水,用量以浸没鱼体为度,上面用约2千克重的重物轻压,使鱼体在腌制过程中始终保持浸渍在饱和盐水中即可。在腌制时为了便于采样进行分析测定,用纱布将鱼隔开,分为上、中、下三层,并分别做好标记。在腌制过程中每隔一定时间在上、中、下三层中,对作好标记的鱼体同时采样,每层中每个数据均通过对4~5个样品进行分析测定后求得。

2. 分析测定

(1) 水分活度(A_w 值) 使用瑞士制造的 Lufft 5830 型水分活度计, 其精密度为 $\pm 0.5\%$ 。由两只水分活度计组成一组。使用前必需用标准的 $BaCl_2$ 饱和溶液校正水分活度计表头的指针, 使 A_w 值等于 0.90(这是 $20^\circ C$ 饱和 $BaCl_2$ 标准溶液应有的 A_w 值)。其方法是取下一个水分活度计的表头, 将放置样品的不锈钢样品小盒, 洗净干燥后, 放入二张定量滤纸, 并注入定量的标准饱和 $BaCl_2$ 溶液, 以湿润为度, 放好垫圈, 紧密旋上表头, 使其密闭, 在 $20^\circ C$ 恒温箱中放置 3 小时后使其平衡, 观察水分活度计表头上的指针, 如指针指向 $A_w = 0.90$, 即可, 否则用小螺丝调节至 $A_w = 0.90$ 。再在另一只水分活度计上洗净干燥的样品小盒内放置待测的均匀样品, 至小盒的 $4/5$ 高度即可(与样品重量无关), 放好垫圈, 紧密旋上已校正好的水分活度计表头, 使其密闭, 放置在 $20^\circ C$ 恒温箱中保温平衡后, 记录下表头中指针所指的 A_w 值, 即为样品的 A_w 值。不用保温箱也可, 利用表头上所指示的实际温度, 求出该温度与 $20^\circ C$ 之差值, 利用校正公式求出样品在 $20^\circ C$ 时之 A_w 值。

(2) 盐分% 利用氯离子电位滴定法与摩尔法进行对照测定。

氯离子电位滴定法: 利用 2D-2 型电位滴定计, 对样液中的氯离子进行自动滴定, 氯离子选择性电极为指示电极, 双接液甘汞电极为参比电极, 用 $0.05N AgNO_3$ 标准溶液滴定样液中的氯离子, 同时用电位计记录电极电位的变化, 由等当点附近电极电位的突跃来确定终点, 进而标出氯离子的含量。

摩尔法: 利用铬酸钾作指示剂, 用标准的 $AgNO_3$ 滴定样液中氯离子的含量。

(3) 水分% 利用常压干燥法在 $105^\circ C$ 将样品烘至恒重。

结果与讨论

1. 腌制过程中水分活度(A_w 值)的变化

腌制后在不同时间里如 6 小时, 9 小时, 18 小时, 25 小时, 34 小时, 50 小时, 93 小时, 对不同层次的鱼体采样进行 A_w 值的测定, 其变化情况见表 1 和图 1。

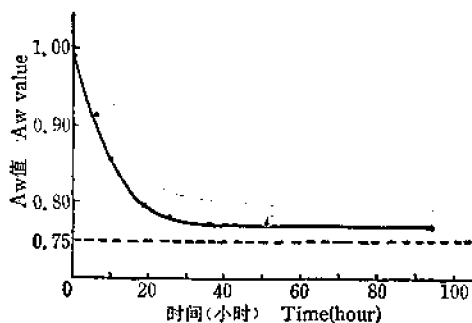


图 1 鱼体水分活度随时间的变化

Fig. 1 The changes of water activity in fish body related to the salted time

表 1 和图 1 表明: (1) 从盐腌开始到盐渍后的 18 小时的过程中, 鱼体的水分活度 (A_w 值) 变化最大, 由原料中的 0.987 降低到 0.796, 其中以开始盐腌至盐渍后的 9 小时降低最明显, A_w 值由 0.987 降至 0.856, 平均每小时降低 14×10^{-3} 。腌制后 18 小时至 34 小时 A_w 值下降显著缓慢, 从 0.796 下降至 0.771, 平均每小时下降 1.5×10^{-3} , 仅为前阶段的十分之一; 而腌制 34 小时后 A_w 值基本不变, 趋向平衡。图中 0.75 是饱和盐溶液理论上达到的最小 A_w 值。(2) 从鱼体在

桶中的位置看,对上层、中层与下层分别采样所测定的 A_w 值基本一样,其位置所造成的组间方差不大于样品的组内方差。

表 1 鱼体中水分活度随腌制时间的变化

Table 1 The changes of water activity in fish body related to the salted time

腌制时间 (小时) Salted time (hours)	水分活度(A_w 值) Water activity (A_w value)			总平均值 Total average value
	鱼在桶中的位置 The position of fish in barrel			
	上层(平均值) Upper layer (average)	中层(平均值) Middle layer (average)	底层(平均值) Lower layer (average)	
0	—	—	—	0.987
6	0.914	0.912	0.919	0.915
9	0.858	0.860	0.850	0.856
18	0.794	0.801	0.794	0.798
25	0.778	0.780	0.785	0.781
34	0.771	0.767	0.775	0.771
50	—	0.776	0.782	0.778
93	—	0.769	0.770	0.769

• 表中每个数据系从 4—5 个实测数据中所求得平均值,其标准差 $S = 0.009 - 0.004$

Each number was the average value obtained from 4—5 measuring parameters, the standard error $S = 0.009 - 0.004$

2. 鱼体在腌制过程中体内盐分含量与水分含量的变化

鱼体经过不同时间的腌制,如 6 小时, 9 小时, 25 小时等,之后,对不同层次的鱼体进行采样,测定其盐分含量(%)与水分含量(%),其变化情况参见表 2,表 3 和图 2。

表 2,表 3 和图 2 表明:(1) 在腌制过程中,盐分向鱼体内渗透和水分从鱼体向外渗出,其曲线的升降趋势极为一致。从开始腌制的 18 个小时中盐渍速度较快,鱼体中盐分含量由原料鱼的 0.38% 增加到 17.45%,水分由原来的 76.31% 降至 60.94%,其中以开始腌制的 9 小时更为突出,如表 4 所示。腌制 25 小时后盐分的透入量很少;在 25 小时至 93 小时期间盐分(%)含量共增加 0.836%,而水分只降低 2.005%。从图 2 中可以看出,腌制 34 小时后,鱼体中盐分的增加和水分的减少都趋向平衡。(2)表 2 与表 3 展示,在腌

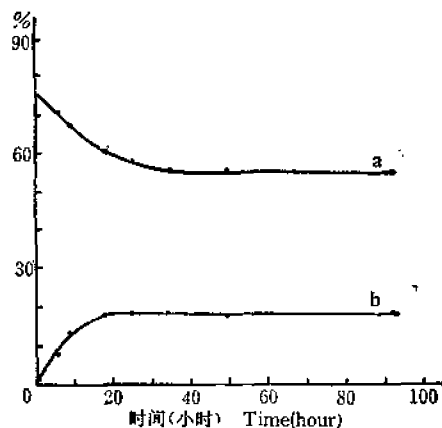


图 2 鱼体盐分、水分含量随时间的变化

Fig. 2 The changes of salt and water content in fish body related to the salted time

制过程中根据对上、中、下三层的样品分析,其透入的盐分%和减少的水分%,其变化不大。图2中,a为水分变化曲线;b为盐分变化曲线。

表2 鱼体中盐分(%)随盐渍时间的变化

Table 2 The changes of salt content (%) in fish body related to the salted time

腌制时间 (小时) Salted time (hours)	盐分含量(%) Salt content (%)			
	鱼在桶中的位置 The position of fish in barrel			总平均值 Total average value
	上层(平均值) Upper layer (average)	中层(平均值) Middle layer (average)	下层(平均值) Lower layer (average)	
0	—	—	—	0.38
6	7.97	7.16	7.88	7.66
9	18.77	18.08	18.72	18.51
18	18.06	17.28	16.88	17.45
25	18.55	17.05	17.44	17.68
34	18.81	17.88	18.75	18.46
50	—	17.01	17.85	17.48
98	—	18.62	18.48	18.52

- * 表中每个数据系从4—5个实测数据中所求得平均值,其标准误差 $S = 0.172 - 0.384$
Each number was the average value obtained from 4—5 measuring parameters, the standard error $S = 0.172 - 0.384$

表3 鱼体中水分含量随腌制时间的变化

Table 3 The changes of water content (%) in fish body related to the salted time

腌制时间 (小时) Salted time (hours)	水分含量(%) Water content (%)			
	鱼在桶中的位置 The position of fish in barrel			总平均值 Total average value
	上层(平均值) Upper layer (average)	中层(平均值) Middle layer (average)	下层(平均值) Lower layer (average)	
0	—	—	—	76.81
6	71.06	72.52	70.52	71.36
9	67.70	67.81	69.20	68.01
18	60.88	61.72	60.23	60.94
25	58.18	57.90	59.48	58.52
34	55.97	56.08	56.81	56.27
50	—	55.22	57.81	56.52
98	—	56.14	55.92	56.03

- * 每层中样品的标准差 $S = 0.301 - 0.598$
The standard error of samples from each layer $S = 0.301 - 0.598$

表 4 盐分透入与失水
Table 4 The salt penetrated and the water lost

腌制时间(小时) Salted time (hours)	每小时透入鱼体的盐分含量(%) Salt content (%) penetrated the fish body per hour	每小时鱼体之失水(%) Water lost out from fish body per hour (%)
0—9	1.458	0.922
9—18	0.437	0.785

3. 腌制过程中食盐浓度与水分活度的关系

1981 年 Lupim 对几种湿咸鱼的食盐浓度(重量克分子浓度)与水分活度 (A_w 值)的关系进行了研究,从热力学理论与一系列的实验数据归纳出一个公式:

$$(A_w)_{sf} = 1.002 - 0.042\bar{m}$$

式中

$(A_w)_{sf}$ —湿咸鱼的水分活度

\bar{m} —NaCl 的重量克分子浓度

公式表明咸鱼的 A_w 值与 NaCl 的重量克分子浓度成线性关系。为了检验此公式是否也适用于本实验所采用的原料,可以根据鱼体在腌制过程中求得的不同 NaCl 百分率与水分的变化,换算出 NaCl 的重量克分子浓度的变化。

换算公式如下:

$$\bar{m} = \frac{\text{NaCl}\% \times 1000}{58.1 \times \text{H}_2\text{O}\%}$$

式中

58.1—NaCl 的克分子量

在求出不同的 \bar{m} 平均值后,可进一步求得水分活度的计算值 $(A_w)_{sf}$,并与实测的 A_w 值(利用水分活度计测定)进行比较,参见表 5 与图 3。

表 5 和图 3 展示出 $(A_w)_{sf}$ 与 A_w 两者的数值极为接近,它们均与 \bar{m} 成线性关系。因此本实验所采用的原料 A_w 值与 NaCl 的重量克分子浓度也适用于这一计算公式。

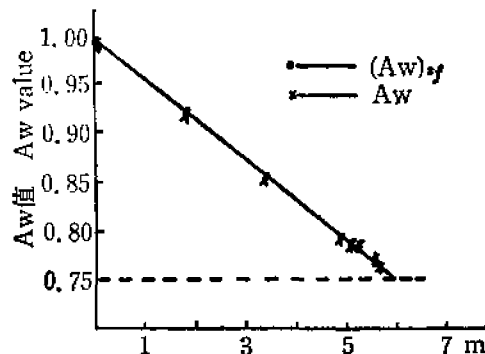


图 3 鱼体中 NaCl 浓度(\bar{m})与 A_w , $(A_w)_{sf}$ 的关系
Fig. 3 The relation between the weight molarity of NaCl and A_w , $(A_w)_{sf}$

表5 各参数随腌制时间的变化

Table 5 The changes of various parameters related to the salted time

腌制时间(小时) Salted time (hours)	盐分(%) Salt content (%)	水分(%) Water content (%)	\bar{m}	$(Aw)_{sf}$	A_w
0	0.33	76.31	0.085	0.998	0.987
6	7.66	71.36	1.835	0.924	0.915
9	13.51	68.01	3.898	0.859	0.856
18	17.45	60.94	4.898	0.796	0.796
25	17.68	58.52	5.169	0.784	0.781
34	18.46	56.27	5.631	0.766	0.771
50	17.48	56.52	5.278	0.780	0.778
93	18.52	56.03	5.654	0.764	0.769

- * $(Aw)_{sf}$ —由公式计算的水分活度值
The theoretical water activity value
 A_w —使用水分活度计的实测值
Measured by water activity meter
 \bar{m} —NaCl 的重量克分子浓度(平均值)
The weight molarity of NaCl (average)

小 结

1. 采用鲳鱼为原料,使用混合盐渍法,经过6、9、18、25、34、50、93小时的腌制,鱼体内水分活度和水分%的降低及盐分的增加均在开始腌制至18小时时为最快,18小时后变化缓慢,34小时后基本趋向平衡。在实际生产中,了解这一变化后,可缩短生产周期,提高设备使用能力,特别在气温较高需处理大批鱼货时,更有实际意义。

2. 利用本实验的原料和方法发现,在腌制过程中上、中、下层不同位置的鱼体,其水分活度、盐分%与水分%基本一致,因而保证了产品质量的均匀性。

3. 水分活度(A_w 值)与盐分%和水分%的关系,可通过 $A_w = 1.002 - 0.04\bar{m}$ 这一公式计算,它也适用于本实验所采用的原料。因此在实际生产中,如没有精密的水分活度计,就可以利用测定盐分%含量和水分%含量的变化,计算出 A_w 值的不同变化,达到控制鱼产品质量、提高鱼品的保藏效果的目的。

参 考 文 献

- [1] 上海水产学院加工系, 1983. 水产食品加工工艺学. 上海.
[2] 中华人民共和国卫生部, 1979. 食品卫生检验方法. 北京.
[3] Lupin, H. M. et al., 1981. Water activity and salt content relationship in moist salted fish products. *J. Fd. Technol.*, 16(7): 31.
[4] Troller, J. A., 1979. Food spoilage by microorganisms tolerating low A_w environments. *Food Technol.*, 33(1): 72.
[5] Troller, J. A. and Christian, J. H. B., 1978. *Water Activity & Food*. Academic Press. New York.
[6] Lang, K. W., McCune, T. D. and Steinberg, M. P., 1981. A proximity equilibration cell for rapid determination of sorption isotherms. *J. Food Sci.*, 46(3): 936.

VARIATIONS BETWEEN THE WATER ACTIVITY AND RELATED PARAMETERS IN THE SALTING PROCESS OF FISH

Yin Wenjuan, Guo Xiaofeng and Bao Jianjiang

(*Shanghai Fisheries University*)

ABSTRACT This paper deals with the change in the water activity of salted fish and the relationship between the A_w and other parameters. Silvery pomfret has been selected as the raw material in the experiment. A combined salting method for fish was accepted at the different duration of salting time, and the changes of water activity and salt content were observed, relationship between above mentioned parameters was studied futhermore. The experiments indicated that the decrease in water activity and water content, and the increase of salt in fish were most rapid at 18 hours from the beginning of salting process; afterwards, the change slowed down. The change basically tended to balance at 34 hours after salting. The experiment showed that the linear relationship existed between the water activity, salt content and water content. According to this linear relationship, it is possible to calculate the value of water activity by measuring the content of water and salt. For the purpose of controlling fish quality, it can be obtained through the calculation of water activity. This method is valuable in improving the effect of preservation of fish products.

KEY WORDS Water activity, Salted fish, Silvery pomfret, Water content, Salt content