

几种淡水养殖鱼鲜度变化的特点

王 隹 张钟兴 冯 媛 骆肇莛

(上海水产大学, 200090)

提 要 本文对常见几种淡水养殖鱼鲜度变化的特点作了研究。结果表明鲢、鳙、草鱼等几种淡水鱼在0℃贮藏下的TVB-N变化,呈现的趋势大体相同。在0℃及-3℃低温下TBV-N变化缓慢,且数量水平较低,在20℃下则变化迅速,呈直线上升之势。实验结果也表明这几种淡水鱼在0℃下的K值变化速率随鱼种而异,其大小依次为鲢>鳙>草鱼>团头鲂>鲫。文中根据对草鱼、团头鲂等淡水鱼在不同温度下K值变化的测定结果作了阿列纽斯图(Arrhenius plot),并得出其K值变化的动力学参数。

关键词 鲜度变化, K值, TVB-N, 淡水养殖鱼, 动力学参数

为适应我国近年来产量急增的淡水养殖鱼类保鲜工作的需要,在有关淡水鱼鲜度变化的基础研究中,我们曾以K值、TVB-N、细菌总数等为鲜度指标,对鳙(花鲢)在不同贮藏温度下的鲜度变化进行了研究[王隹等,1993]。鱼类的鲜度下降或贮存稳定性与多种因素有关,如鱼种、渔获季节、海域或水体细菌污染程度等,此外也与产卵,营养状况等有关[太田冬雄,1980]。在诸因素中,鱼种是一个基本的、内在性的因素。鲜度下降的快慢随鱼种而异,是一个熟知的事实。以海水鱼为例,同属中上层鱼的鲹与鲈,鲹的鲜度下降快于鲈;而鲈又快于白色肉鱼类的鲷[Hidemasa Miki and Jun-ichi Nishimoto, 1984]。对于我国淡水养殖鱼类,有关贮存稳定性的鱼种差别和鲜度变化特点的研究报导还不多。为此,本文以K值与TVB-N为鲜度指标,对鲢、鳙、草鱼、团头鲂、鲫等淡水鱼类,在0℃贮藏下的鲜度变化进行测定和比较,并考察了温度对草鱼、团头鲂鲜度变化的影响。

一、材料与方法

本研究中实验用鱼的鱼种有鳙 *Aristichthys nobilis*、鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、团头鲂 *Megalobrama amblycephala* 和鲫 *Carassius auratus*, 其中除鲢鱼购自养殖场外,其余均购自农贸市场。各鱼种的平均重量依次为1.12 kg、0.53 kg、1.70 kg、0.37 kg及0.29 kg。购回的鲜活鱼用锤打击脑部致死,将鲢、鲫、团头鲂每两条装入一聚乙烯薄膜袋中,草鱼在去头、尾、内脏后,横切成宽为8 cm左右的鱼段,每两段放入一聚乙烯薄膜袋中,然后均置于保持一定温度的恒温箱中贮藏。贮藏过程中,定期采取背肌作K值、TVB-N等鲜度指标的测定。测定方法据王隹等[1993]。

二、结果与讨论

(一) 几种淡水鱼类在贮藏过程中 TVB-N 的变化

鳊、鲢等5种淡水鱼在0℃贮藏下 TVB-N 的变化,如图1所示。王槿等[1993]曾指出,鳊在-3℃、0℃和5℃下贮藏时,其 TVB-N 的变化具有速率缓慢、数量水平低的特点。从图1可见,不仅鳊鱼,其他几种淡水鱼类在0℃下的 TVB-N 的变化,也具有相同的特点与趋势,鱼种间未见明显差异。

王槿等[1993]报道,鳊在0℃下 TVB-N 达到15 mg/100g,即国家食品卫生标准一级鲜度的极限值[中华人民共和国食品卫生标准,1981]的天数为12天。由图1可见,本研究中鳊在0℃下 TVB-N 达到15 mg/100 g 的天数为14天,两者基本相符,而达到同一 TVB-N 值时,鲢、鲫为12天,草鱼及团头鲂分别为15天、16天。

草鱼及团头鲂在-3℃、0℃及20℃不同温度下 TVB-N 的变化如图2所示。

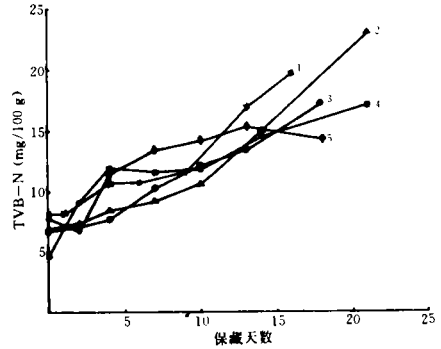


图1 几种淡水鱼0℃贮藏下 TVB-N 的变化

Fig. 1 TVB-N changes in several kinds of freshwater fish stored at 0°C

1. 鲢; 2. 鳊; 3. 草鱼; 4. 团头鲂; 5. 鲫

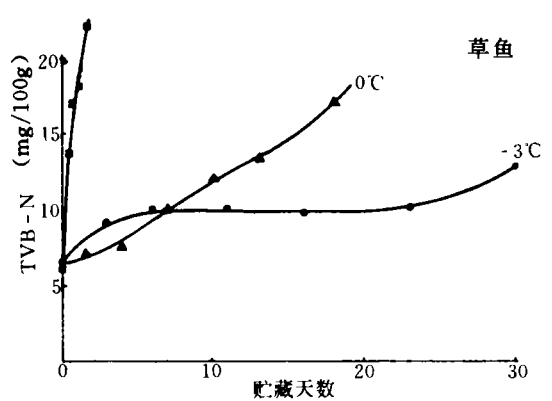
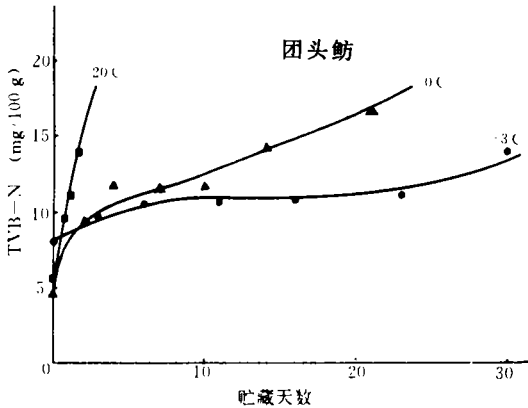


图2 草鱼及团头鲂在不同贮藏温度下 TVB-N 的变化

Fig. 2 TVB-N changes in grass carp and blunt snout bream stored at different temperatures

由图2可见温度对 TVB-N 的影响十分明显。在-3℃微冻温度下,可能由于细菌繁殖受到很大抑制,故在30天的贮藏期内,TVB-N 始终在15 mg/100 g 以下,并且在三周内保持在10-11 mg/100 g 的低水平。随温度的提高,TVB-N 的增长率速率逐渐加快,室温20℃下几乎呈直

线变化。两种淡水鱼在0℃下 TVB-N 达到15 mg/100 g 的天数约为16天；而在20℃下仅为0.6-1.7天。此情况与鳙在不同温度下贮藏时 TVB-N 的变化情况[王槿等,1993]基本一致。

王槿等[1993]曾经指出,由于鳙在5℃和0℃下贮藏时,其 TVB-N 测定值上升十分缓慢,与感官测定的鲜度情况不符,故在此温度范围似不宜作为鲜度指标。而由前述结果可知,草鱼、团头鲂等淡水鱼在0℃以 TVB-N 也呈现变化缓慢、数量水平低的特点。因此,在0℃下 TVB-N 是否适于作为这些淡水鱼的鲜度指标,同样值得加以探讨。

(二) 几种淡水鱼在贮藏过程中的 K 值变化

将鲢、鳙等5种淡水鱼0℃贮藏下的 K 值测定值,以(100-K)的对数对时间作图,均呈直线关系(图3)。这与前报告王槿等[1993]中鳙的测定结果以及国外对一些海水鱼的测定结果[Hidemasa Miki 和 Jun-ichi Nishimoto, 1984]相一致。

根据图3中各直线的斜率,可求得各种淡水鱼 K 值变化的速率常数 $k_f(0^\circ\text{C})$ 如表1。表中同时列出鲣、鲈与鲷等海水鱼的 k_f 值[Hidemasa Miki 和 Jun-ichi Nishimoto, 1984]以作比较。

从表1可见,不同淡水鱼的 K 值变化速率因鱼种不同有明显差异。鳙、鲢、草鱼三者的 k_f 值比较接近,而与海水鱼中鲜度下降较快的鲣鱼相近;团头鲂与鲫的 k_f 值较小,与海水鱼中鲜度下降较缓慢的鲷鱼相近;罗非鱼居中,与鲈鱼的 k_f 值相近。表1中所列各种淡水鱼的 $k_f(0^\circ\text{C})$ 的数值大小依次为:鳙、鲢>草鱼>罗非鱼>团头鲂>鲫。本研究中所测鳙的 $k_f(0^\circ\text{C})$ 为 $4.85 \times 10^{-3} \text{h}^{-1}$ 较王槿等[1993]的 $5.36 \times 10^{-3} \text{h}^{-1}$ 略小,可能与季节差异有关,因本研究在冬季(1月)进行,而前报告为秋季(11月)的数据。

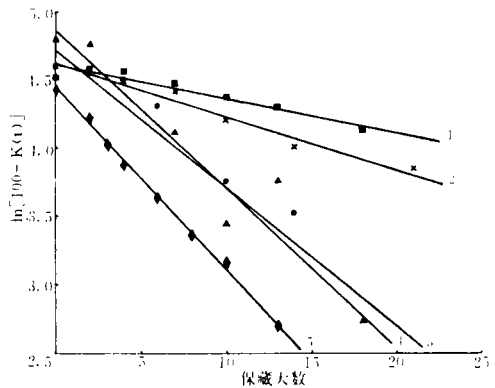


图3 几种淡水鱼在0℃贮藏下 K 值变化的动力学曲线

Fig. 3 Kinetic curves for K value in some kinds of freshwater fish stored at 0°C
1. 鲫; 2. 团头鲂; 3. 草鱼; 4. 鳙; 5. 鲢

表1 鱼类 K 值变化的速率常数 $k_f(0^\circ\text{C})$

Table 1 Rate constants for K value change in fishes stored at 0°C

鱼种	鳙	鲢	草鱼	团头鲂	鲫	罗非鱼	鲣	鲈	鲷
$k_f \times 10^3 \text{h}^{-1}$	4.85	4.76	4.19	1.63	1.02	2.46	4.17	2.35	0.96

注:(1)罗非鱼的数据根据文献[沈月新等,1986]的冰藏数据计算;(2)鲣、鲈、鲷的数据引自文献[Hidemasa Miki 和 Jun-ichi Nishimoto, 1984]。

王槿等[1993]的论文曾研究了不同贮藏温度对鳙 K 值变化速率的影响。本文又测定了草鱼和团头鲂在-3℃、0℃、10℃及20℃下的 K 值变化。这两种淡水鱼在各贮藏温度下的 $\ln[100-K(t)]-t$ 图,如图4所示。

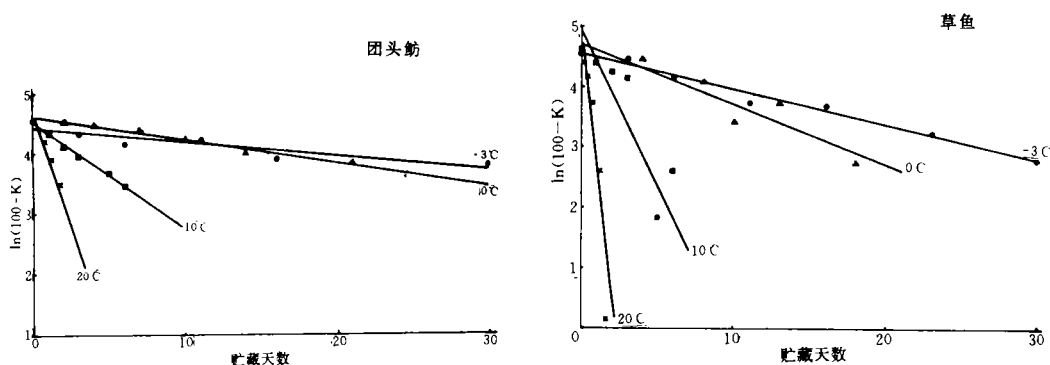


图4 贮藏温度对草鱼、团头鲂 K 值变化速率的影响

Fig. 4 Effect of storage temperature on rate of K value change for grass carp and blunt snout bream

由图4中各直线斜率所得的 k_f 值列于表2;表中也列入了鳊鱼的数据[王槿等,1993]。

表2 草鱼、团头鲂、鳊在不同贮藏温度下的 k_f ($\times 10^{-3}h^{-1}$)

Table 2 Rate constants of K value change in muscle of grass carp, blunt snout bream and bighead stored at different temperatures

	-3°C	0°C	10°C	20°C
草鱼	2.44	4.19	20.8	87.1
团头鲂	0.98	1.63	7.40	32.9
鳊	3.33	5.36	20.9	132

注:鳊的数据引自文献[王槿等,1993]。

根据表2中不同温度下的 k_f 值,可作阿列纽斯图(Arrhenius plot)(图5)。图中代表鳊、草鱼和团头鲂三条直线的斜率很相近,由此可认为这三种淡水鱼 K 值变化速率受温度影响的程度比较一致。而由这三条直线的位置高低,则可判断在实验温度范围内,鳊的 K 值变化较草鱼稍快,而两者均明显快于团头鲂。为了进行比较,利用 Hidemasa Miki 等[1984]的数据,在图5中绘入了鲑、鲷等海水鱼的阿列纽斯图。由图可见,两种海水鱼 K 值变化受温度影响程度也较相近,但明显小于鳊、草鱼等淡水鱼。根据计算结果,草鱼、团头鲂20°C的 k_f 值与0°C k_f 值的比值为20左右,鳊鱼为24,而鲑、鲷等海水鱼的这一比值,仅为6-7左右。这清楚地表明为延缓以 K 值变化表示的鱼肉鲜度下降,在鱼类死后及时降低鱼体温度十分重要,而对鲑、鳊、草鱼等淡水鱼尤为必要。抑制鱼体生化变化对延长鱼类高品质货架期的重要性,已逐渐被认识,但遗憾的是,除了降低鱼体温度延缓反应外,迄今尚未见更为有效的方法。

从图5还可看到一个值得注意的有趣现象,即在常温范围,鳊、草鱼等淡水鱼的 k_f 值较鲑、鲷等海水鱼大得多,但随贮藏温度的下降,这种相差的幅度在缩小。在0°C左右时,鳊、草鱼的 k_f 值虽仍比两种海水鱼为大,但大得不多,而团头鲂的 k_f 值已反而小于鲑鱼。

表3 几种鱼类肌肉K值变化的表现活化能(Ea)及频率因子(A)

Table 3 Apparent activation energy (Ea) and frequency factor(A) of K value change in muscle of several kinds of fish

鱼种	温度范围	Ea(J/mol)	A(h ⁻¹)
草鱼	-3℃~20℃	1.02×10 ⁵	1.41×10 ¹⁷
团头鲂	-3℃~20℃	1.00×10 ⁵	2.29×10 ¹⁶
鳊	-3℃~20℃	1.04×10 ⁵	4.02×10 ¹⁷
鲈	-3℃~20℃	6.82×10 ⁴	2.60×10 ¹⁰
鲷	-3℃~20℃	7.21×10 ⁴	5.76×10 ¹⁰

注: 鲈与鲷二项的数据根据文献[Hidemasa Miki and Jun-ichi Nishimoto, 1984]数据线性回归的计算值。

由阿列纽斯方程, $K=A \cdot \exp(-E_a/RT)$, 可从图5中各直线的斜率, 算得表现活化能 E_a 及频率因子 A , 列于表3中。从表3可见, 几种淡水鱼K值变化的表现活化能十分相近, 在 $1.00 \times 10^5 - 1.04 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ 的范围, 明显大于鲈、鲷两种海水鱼的 6.82×10^4 及 $7.24 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1}$ 。表现活化能虽无明确物理意义, 但能说明温度对反应速度常数的影响程度[胡英等, 1979]; 一个反应的活化能越大, 其对温度的依赖性越大。因此, 上述数据表明鳊、草鱼等淡水鱼K值变化的温度依赖性大于鲈、鲷等海水鱼。从表3也可看到, 这几种淡水鱼K值变化的频率因子也明显大于鲈、鲷。上述几种淡、海水鱼K值变化动力学参数的明显差异是否普遍存在于淡、海水鱼类之间, 以及这种差异产生的生物化学机理, 有待今后进一步的证实与研究。

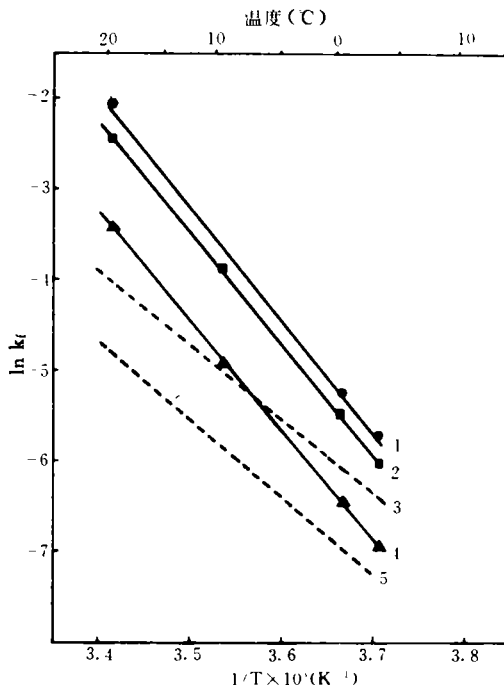


图5 鱼类K值变化的阿列纽斯图
Fig. 5 Arrhenius plot for K value change of some kinds of fish
1. 鳊; 2. 草鱼; 3. 鲈; 4. 团头鲂; 5. 鲷

参 考 文 献

[1] 王 楠等, 1993. 鳊在不同保藏温度下的鲜度变化. 水产学报, 17(2): 113-119.
 [2] 中华人民共和国食品卫生标准, 1981. GB2736-81. 青鱼、草鱼、鲢鱼、鳊鱼卫生标准, 180. 技术标准出版社(京).
 [3] 沈月新等, 1986. 罗非鱼的微冻保鲜. 水产学报, 10(2): 177-183.
 [4] 胡 英等, 1979. 物理化学(中册), 94-96. 人民教育出版社(京).
 [5] 太田冬雄, 1980. 水产加工技术, 7-9. 恒星社厚生阁(日).
 [6] Hidemasa Miki and Jun-ichi Nishimoto, 1984. Kinetic parameters of freshness-lowering and discoloration based on temperature dependence in fish muscles. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50(2): 281-285.

CHARACTERISTICS OF FRESHNESS REDUCTION IN CULTURED FRESHWATER FISH

Wang Zao, Zhang Zhongxing, Feng Yuan and Luo Zhaoyao

(*Shanghai Fisheries University, 200090*)

ABSTRACT The characteristics of freshness reduction in cultured freshwater fish during storage were studied in this paper. The variations of total volatile basic nitrogen(TVB-N) in several kinds of freshwater fish stored at 0°C basically showed a similar tendency to deterioration. The storage temperature gave a noticeable effect on the variations of TVB-N and TVB-N in fish muscle changed slowly and kept at a low level when stored under low temperatures (-3°C and 0°C), but increased all the way up when stored at room temperature (20°C). The results also showed that the rate of freshness reduction monitored by the K value measurement in fish muscle stored at 0°C was different with the species. The sequence of the rate constant value for different species is: silver carp, big head > grass carp > blunt snout bream > crucian carp. The temperature effect on the rate constants for the K value change in fish muscle was also apparent, and it was shown that the K value change in freshwater fishes (big head, grass carp etc.) was more temperature dependent than that in marine fishes (chub mackerel and sea bream). The kinetic parameters (Ea and A) on the K value change in big head, grass carp and blunt snout bream were obtained from the Arrhenius's plot.

KEYWORDS freshness reduction, K value, TVB-N, cultured freshwater fish, kinetic parameter