魚体鮮度の酵素化学的測定法に関する研究—Ⅱ

魚体の鮮度とコハク酸脱水素酵素

活性度との関係について*

福田 博 業

(宮崎大学農学部水産化学教室)

Enzymatic Method for the Estimation of Freshness of Fish.—Ⅱ

Relationship between Freshness of Fish and Succinic Dehydrogenase Activity.

Hironari FUKUDA

Fig. 1 shows representative examples of the change of succinic dehydrogenase activity of fish tissues with incubation at 25°C. Although great variations in the enzymatic activity were observed among various tissues, a decrease in the enzyme activity of a certain sample tissue showed a significant correlation with decrease of its freshness. Therefore, the freshness of sample fish under test can be judged from decrease in the enzyme activity (freshness-index value E) of various sample tissues, and the values were compared with those values of fresh fish of the same kind.

The freshness-index values of several fresh fish and deteriorated fish are given in Table 1.

魚体各部の組織中に含まれる Suc. DH の活性度は魚体の鮮度低下に伴って相関的に低下する。しかしその変化の度合は魚種および組織別によつて異なるから、鮮度指数Eによつて魚体鮮度を判定するためには、魚体の特定部位におけるE値と鮮度との関係を数値的に定めておく必要がある。例えばキハダの腎臓における鮮度指数 E_K の値が15以上あれば鮮度優良であるが10以下であれば鮮度不良であるというような判定が可能である。このような鮮度指数の基準値は多数の測定結果から各魚種ごとに定めらるべきであるが、ここには数例の測定結果から概括的な傾向を示しておく。

実 験 方 法

即殺直後または死後硬直期にある新鮮な魚体をポリエチレン袋に入れ密封して湿度飽和に保ちうるようにし、25°C の恒温器中に保蔵し、3～6 時間経過するごとに1個体ずつを取り出し、その魚体の特定部位の組織を採取し、直ちに鮮度測定を行った。

鮮度の測定は前報¹⁾に述べた方法に従い、肝臓、腎臓、鰓、血合肉および普通肉の5部分について測定し、夫々の鮮度指数を E_L , E_K , E_G , E_{DM} , E_{OM} として示した。それと同時に血合肉および普通肉について揮発性塩基窒素量および pH の変化を測定し、官能検査の結果とともに鮮度判定の比較を行った。

測定条件はすべて規定の通りに行い、反応系組成も前報¹⁾の通りとし、 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$, $\text{pH} 7.0 \pm 0.1$, で成るべく $\Delta t = 15 \sim 45 \text{ sec}$. (少なくとも $10 \sim 60 \text{ sec}$.) の範囲内に測定されるようにした。酵素液は常に 10% homogenate ($n=10$) として用い、酵素液添加量 $\alpha \text{ ml}$ のみを変えて測定した。鮮度指数Eの求め方も前報¹⁾の通りである。

揮発性塩基窒素量, pH 値, 外観検査などの総合判定により、可食状態にある鮮度を (－), 可食限界にあると思われる鮮度を (±), かすかに腐敗徴候の現われたときの鮮度を (＋) の記号で表わした。

1957 年 8 月 31 日受理

* 1957 年 4 月 4 日 日本水産学会年会において発表した。

実験結果と考察

魚体を丸のまま 25°C で保蔵した場合、多くの魚種が 15~18 時間で (±), 20~24 時間で (+) 程度の鮮度低下を示した。12 時間頃まではやや魚臭を増すがなお可食状態であつた。

数種の魚体についてその鮮度低下と鮮度指数変化との関係を測定した結果を Fig. 1 に示した。

新鮮状態にある個体の鮮度指数は魚種および組織別によつて甚だしい差異があるけれども、鮮度低下に伴つて例外なく E 値を低下し、遂には 0 に近づく。鮮度に伴う E 値の減少の度合は酵素力の高い組織におけるほど急速である。ただし血合肉および肝臓においては死後硬直期の後に一時的に E 値を増加する傾向がみられるけれども、その以後は急激に E 値を減少してゆくのが普通である。腎臓および鰓についてはこのような一時的増加の傾向は認められず、魚の死後は一途に値を低下し、その減少傾向が比較的早く、魚体鮮度中等の状態においてすでに殆んど酵素力を消失する場合が多い。普通肉においても E 値の減少傾向は認められるけれども、本来の酵素力が他に比して甚だしく低いのでその減少傾向は著しくない。

以上のうち、腎臓における鮮度指数の減少傾向は特に著しく魚体鮮度のあまり低下しないうちにすでに $1/3 \sim 1/5$ 以下に E 値を低下し、可食限界に達する以前に殆んど全部の作用力を失う場合が多い。従つて鮮度測定のためのには先づ腎臓と鰓における E 値の変化を指標となす方法が有効であると考えられる。

肝臓および血合肉における E 値は当初から高い値を示すために、相当に鮮度が低下した状態となつてもなおかなりの E 値を示し最初の $1/2 \sim 1/3$ 程度の活性度を残すことが多い。

このような鮮度指数の変化傾向を利用して魚体そのものの鮮度を表わすためには次の要件が必要である。

1. 特定組織における E 値の変化が魚体全部の鮮度を代表し、2. ある組織における E 値の変化が魚体全体としての鮮度低下と数値的に相関し、3. 鮮度低下に伴う E 値の変化がある程度大きく、4. 同一鮮度にある魚体の E 値に個体差が少なく、5. 魚種別に定められた特定組織における E 値を標準値として規定し、これに対比して実測した個体の鮮度を判定し得ること。

以上の観点から Fig. 1 における結果を検討すると E_K , E_G , E_L , E_{DM} などが適当と見られる。殊に腎臓および鰓は内臓を除去した後にもなお魚体に附属しているため魚体を傷つけないでよい。これに次いで血合肉がよい。肝臓および普通肉はあまり適当でない。

Fig. 1 の結果から判定の基準となる E の標準値を求めると Table 1 の数値が得られる。この数値は一応暫定的のものであつて後日の修正を要するが、一応の目安として示しておく。

上表に示した標準値を検討してみると一般的に次のことが言える。

1. 洄游性魚類について、 E_{DM} 40 以上、 E_L 30 以上、 E_K 7 以上、 E_G 5 以上、 E_{OM} 8 以上であれば鮮度

Table 1. Standard value of freshness-index (E) for the judgment of freshness of fish

Species	Judge Tissue	Max. value of E					Good freshness					Edible limit				
		E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{OM}	E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{DM}	E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{OM}
A) marusoda		110	93	35	5	15	70<	50<	10<	5<	5<	30	25	5	3	4
H) magatsuo		70	55	20	12	10	40<	30<	5<	5<	5<	25	25	1	1	2
E) urumeiwashi		65	35	20	12	20	30<	15<	10<	6<	8<	25	10	5	4	6
G) maiwashi		63	46	25	10	7	40<	30<	10<	4<	4<	25	25	5	1	3
F) maaaji		65	31	17	12	11	40<	25<	7<	5<	9<	25	—	5	3	8
B) kihada		65	54	25	15	10	50<	30<	15<	2<	6<	35	20	10	1	4
D) buri		47	59	37	21	18	35<	40<	20<	13<	8<	25	30	15	10	5
C) honsaba		60	53	17	9	14	35<	30<	7<	4<	8<	25	25	5	2	5
K) sawara		37	24	13	11	2.5	30<	20<	7<	3<	1<	25	15	2.5	1	1
J) hamo		—	21	16	24	5	—	15<	7<	10<	1<	—	10	5	3	1
I) amadai		—	27	13	2.5	5	—	10<	3<	0.3<	1<	—	6	0	0	0.5
Range of value		70	60	35	15	15	50~30	40~20	15~7	6~4	8~5	25	25	10	4~1	6~3
		~60	~30	~20	~10	~10						~20	~5	~5

E. *Etrumens miropus* "urumeiwashi"
F. *Trachius japonicus* "maaji"
G. *Sardinops melanosticta* "maiwashi"
H. *Katsuwonus selamis* "magatsuo"

I. *Branchiostegus japonicus* "amadaï"
J. *Muraenesox cinereus* "hamo"
K. *Scomberomorus niphonius* "sawara".

良好と判定される。

2. 同じく洄游性魚類について、 E_{DM} 25, E_L 20, E_K 5, E_G 3, E_{OM} 3~4 であれば鮮度は著しく低下して可食限界に達したものと認められる。

3. 同様に洄游魚について、 E_{DM} 25~20, E_L 20~15, E_K 5, E_G 2~1, E_{OM} 5~3 であれば初期腐敗と認められる。

4. 非洄游性魚類については、洄游性魚類に比して本来の酵素力が弱いのでE値の変化は著しくない。

5. 魚体各部のE値が極鮮時の最高値の70~60%位に低下するまでは鮮度良好であるが、最高値の $\frac{1}{2}$ 以下に低下すれば一応鮮度下等と判定される。

6. 魚体各部の鮮度指数が極鮮時（最高値）の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ まで低下すれば、一応初期腐敗の危険がある。

以上は極めて概括的な所見であるが、判定標準の一応の目安としてかかげておく。

このような判定基準となる標準値は、目的とする魚種についてあらかじめ定めておく必要がある。そのためには同一魚種についての多数の測定値から統計的かつ経験的に定められるべきである。個々の測定結果をこの標準値と対比して個体の鮮度を判定する。例えば洄游性魚類のマイワシについて測定した結果が、 E_{DM} 50以上であれば鮮度優良、 E_{DM} 35であれば鮮度中等、 E_{DM} 25であれば鮮度下等で可食限界に近く、 E_{DM} 20以下であれば明らかに初期腐敗と認められる段階にあると判定される。同様にして E_K 15以上あれば鮮度上等、 E_K 10ならば中等、 E_K 5ならば可食限界にあつて初期腐敗の疑いがあると判定される。

次に測定方法についてであるが、前報¹⁾にのべた通り操作は極めて簡単であつて、濾過、遠心分離、除蛋白、蒸溜、滴定などの化学的操作を必要とせず、実験室のない魚市場、冷蔵庫などの一隅においても測定を行い得る便利さがある。また測定に要する時間が1分以内であつて前後の準備時間を含めても5分以内に測定を完了し得る利点がある。

要 約

2,6-Dichlorophenolindol-*o*-chlorophenol による鮮度測定法を用い数種の重要魚種について、保蔵中(25°C)の鮮度低下に伴う鮮度指数Eの変化を測定した。その結果をFig. 1に示し、その結果から夫々の魚種について鮮度判定の基準となる鮮度指数Eの標準値を求めてTable 1に示した。個々に測定した組織別のE値をこの標準値と対比してその個体の鮮度を判定し得ることを示した。この方法によつて魚体全体の鮮度を判定するための測定部位は腎臓(E_K)、鰓(E_G)、血合肉(E_{DM})が適当であつて、特に初期の鮮度を測定するには E_K と E_G とが最も適当である。普通肉(E_{OM})について直接に測定することはあまり適当でない。本法による測定結果を実際の魚体の鮮度と対比してその実用性を認めた。

終りに実験に協力された黒木陽、中富紘介両君に感謝する。なお原稿の校閲を戴いた九州大学富山哲夫教授に対して感謝する。

文 献

1. 福田博業; 本誌, 23, 486 (1957).