

## 보존액에서 물고기표본의 탈색에 따르는 흑색소포와 적색소포의 형태적변화특성

김 성 도

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《혁명유적유물에 대한 보존관리사업을 잘하여 위대한 수령님과 우리 당의 영광스러운 혁명력사가 깃들어있는 혁명유적과 유물들을 대를 두고 길이 전하며 영구히 보존하도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제16권 18페이지)

위대한 김일성 동지와 김정일 동지께서 보내주신 선물표본들을 영구보존하는것은 백두산3대장군의 위대성과 령도업적을 빛내이기 위한 사업을 과학기술적으로 담보하는 매우 무겁고도 중요한 사업이다.

물고기표본들은 제작과 보존과정에 반드시 포르말린용액속에 있게 되는데 붉은색은 1~5일내로 인차 없어져 표본의 가치를 완전히 잃는다.[1]

이로부터 붉은색을 띤 물고기의 액침표본제작은 대단히 어려운 문제로 되고있다. 표본이 검은색을 띠게 하는 멜라닌은 보존액속에서 비교적 안정[10]하나 붉은색을 띠게 하는 적색소포는 보존액환경에서 한주일이내에 자기색을 잃는다. 붉은색을 띤 물고기의 액침표본에서 색이 탈색되는 원인에 대한 연구는 거의 진행된것이 없다. 적색소포의 형태와 살아있는 세포에서 환경인자들에 대한 색소들의 반응에 대한 연구, 붉은색을 띠게 하는 카로티노이드의 안정성에 대한 연구는 진행[3-9]되었으나 표본보존액에서 죽은 색소포들의 형태적변화와 색보존에 대한 연구자료는 매우 빈약하다.

보존액에서 물고기표본의 색소포의 형태와 색도변화를 과학적으로 밝히는것은 색소포의 탈색물림새를 잘 알고 표본의 색을 보존할수 있는 방도를 마련하는데서 선차적으로 해결하여야 할 문제의 하나이다.

이로부터 논문에서는 보존액환경에서 색소포들의 형태 및 크기변화, 표본의 색도변화와 색소포막의 안정성에 대한 연구결과에 대하여 논의하였다.

### 재료와 방법

보존액에서 물고기표본의 탈색에 따르는 흑색소포와 적색소포의 형태적변화특성을 보기 위한 실험에서는 5% 포르말린용액과 물속에 붕어비늘과 금붕어의 비늘을 넣고 흑색소포와 적색소포의 탈색에 따르는 형태변화특성을 조사하였다.

물고기색소포막의 삼투압에 대한 안정성실험에서는 금붕어의 지느러미와 비늘을 1%의 포르말린으로 2h정도 고정한 다음 각이한 농도의 NaCl용액에 넣고 비늘에 있는 색소포의 크기변화와 색소의 용출상태, 지느러미색도변화를 보았다.

농도가 각이한 포르말린에 대한 색소포막의 안정성실험에서는 금붕어의 지느러미와 비늘을 각이한 농도의 포르말린용액에 30일동안 넣고 색소포의 크기변화와 색도변화, 색소의 용출상태를 보았다.

물고기표본의 색탈색정도는 색도계(《LK-110》)로 색도를 측정한 다음 선행연구[2]에 준하여 평가하였다.

색소포에 대한 관찰은 현미경(《PZO》)으로 진행하였다.

## 결과 및 논의

### 1) 보존액환경에서 적색소포의 형태변화와 색소포막의 안정성

물고기표본은 제작과 보존과정에 포르말린에 의한 고정과 각이한 보존액성분에 의한 삼투압의 영향을 받게 된다.

물환경에서 적색소포의 형태변화특성과 각이한 삼투압에 대한 색소포막의 안정성 먼저 물환경이 물고기의 적색소포에 미치는 영향을 보기 위하여 멸균한 물이 들어있는 시험관에 질소가스를 30min간 불어넣어 물속에 용해된 산소를 충분히 뽑은 다음 금붕어의 비늘을 넣고 암조건에서 30일간 보존하면서 현미경상에서 적색소포의 형태변화를 보았다.(사진 1)

사진 1에서 보는바와 같이 금붕어색소포의 초기형태는 세포체에서 몇개의 돌기가 나간것들이 많았다. 이외에 타원형태인것들도 있었다. 색소포의 형태는 30일이 지나도 변함이 없었다. 이것은 물환경이 적색소포막을 파괴시키지 않는다는것을 보여준다. 이 결과는 적색소포가 물에서 1일만에 파괴된다는 선행자료[1]와 차이나는데 이것은 실험도중에 미생물이 침습하여 색소포를 파괴한 결과라고 생각한다.

다음으로 색소막이 파괴되었을 때 색소포의 형태를 보기 위하여 멸균하지 않은 물속에 금붕어의 비늘을 넣고 30℃의 조건에 보존하면서 1일후 색소포의 형태변화를 보았다.(사진 2)



사진 1. 물에서 금붕어적색소포들의 형태(보존기간 30d)



사진 2. 물에서 1d후 금붕어적색소포들의 형태

초기 색소포의 형태는 사진 1에서와 같이 별모양으로 명확히 나타났지만 1일후 색소포의 형태를 보면 사진 2에서처럼 색소가 막밖으로 퍼져나가 원래보다 크기가 2배이상으로 커졌으며 붉은색도 연해졌다. 이것은 물속에 있는 미생물에 의하여 색소포막이 파괴되었으며 파괴된 막밖으로 색소가 흘러나온 결과라고 볼수 있다.

또한 금붕어의 지느러미와 비늘을 1%의 포르말린으로 2h정도 고정한 다음 NaCl농도가 각이한 용액에 넣고 40일동안 비늘에 있는 색소포의 크기변화와 색소의 용출상태 지느러미색도변화를 보았다.(표 1) 색소의 흐름상태를 정확히 보기 위하여 용액속에 색소의 탈색을 막을수 있는 아스코르빈산을 0.05%[2] 되게 넣어주었다.

표 1. 각이한 삼투압에 대한 색소포의 안정성

NaCl농도/%	0	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0	20.0	25.0
실험후 지느러미색도	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78
색소포크기변화유무	—	—	—	—	—	—	—	—

— 없음, 지느러미초기색도 10.78

표 1에서 보는바와 같이 NaCl농도가 0%이고 아스코르빈산의 농도가 0.05%인 용액 즉 삼투압이 령에 가까운 용액에서 지느러미의 붉은색이 전혀 탈색되지 않았다. 또한 색소포의 크기가 변화되지 않았으며 색소포막이 파괴되어 색소가 흘러나와 그것이 확산되거나 용액이 카로티노이드의 색을 띠는 현상이 나타나지 않았다. 이것은 삼투압이 령인 용액에서도 색소포가 파괴되지 않는다는것을 보여준다.

또한 NaCl의 포화농도에 가까운 용액(25%)에서도 색소포의 색소가 확산되는 현상, 용액이 색을 띠는 현상이 나타나지 않았다. 이러한 현상들은 색소포의 린접구조물들이 색소포를 강하게 붙잡아주고있기때문이라고 본다. 이런데로부터 색소포막이 각이한 삼투압 조건에 대하여 비교적 안정하다는것을 알수 있다.

농도가 각이한 포르말린의 고정에 따르는 색소포막의 안정성 포르말린환경이 물고기의 적색소포막안정성에 미치는 영향을 보기 위하여 포르말린이 5%, 아스코르빈산이 0.1mL/mg인 보존액이 들어있는 시험관에 금붕어의 비늘을 넣고 30일간 보존하면서 현미경상에서 적색소포의 형태변화를 보았다.(사진 3)

사진 3에서 보는바와 같이 포르말린용액에서 30일동안에 적색소포의 색소가 색소포막밖으로 퍼져나가 색소포의 크기가 커지는 현상이 나타나지 않았다. 즉 색소포막이 파괴되지 않았다는것을 보여준다. 이것은 5%의 포르말린이 적색소포막을 파괴시키지 않는다는것을 보여준다.

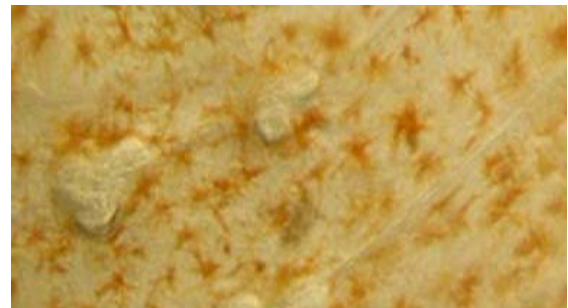


사진 3. 5%의 포르말린용액에서 금붕어적색소포들의 형태

다음으로 금붕어의 지느러미와 비늘을 각이한 농도의 포르말린용액에 20일동안 넣고 색소포의 크기변화와 색도변화, 색소의 용출상태를 보았다.(표 2) 색소들의 탈색을 막고 퍼짐상태를 정확히 보기 위하여 용액속에 아스코르빈산을 0.1%[2]되게 넣어주었다.

표 2. 각이한 농도의 포르말린용액에서 색소포의 안정성

포르말린 농도/%	0.5	1.0	5.0	10.0	20.0	30.0
실험후 지느러미색도	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78
색소포크기변화유무	—	—	—	—	—	—
용액의 색띠기	—	—	—	—	—	—

— 없음, 지느러미초기색도 10.78

표 2에서 보는바와 같이 모든 농도의 포르말린용액에서 색소들이 색소포막밖으로 퍼지는 현상이 없었으며 색도변화와 용액의 색띠기가 나타나지 않았다. 이것은 포르말린으로 표본을 고정할 때 색소포막이 파괴되지 않는다는것을 말해준다.

## 2) 포르말린용액에서 물고기표본의 탈색에 따르는 흑색소포의 형태적변화특성

5%의 포르말린용액에서 붕어의 비늘을 보존하고 최대확산형의 흑색소포를 현미경상에서 관찰하면서 보존기간에 따르는 색소포의 형태변화특성을 보았다.(사진 4-8)

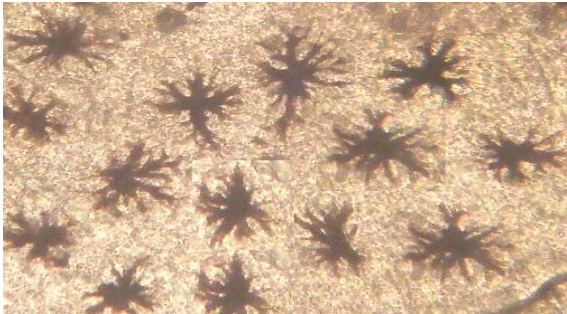


사진 4. 포르말린용액에서 초기 최대확산형의 흑색소포의 형태

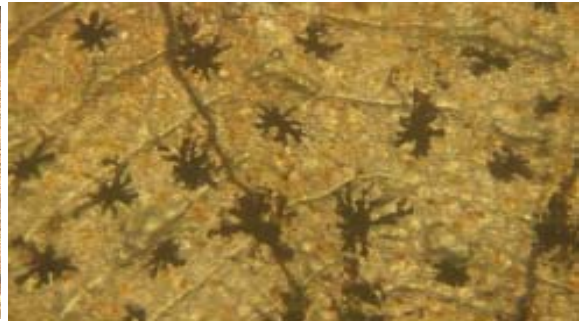


사진 5. 포르말린용액에서 탈색되기 시작하는 확산형의 흑색소포(보존기간 5개월)

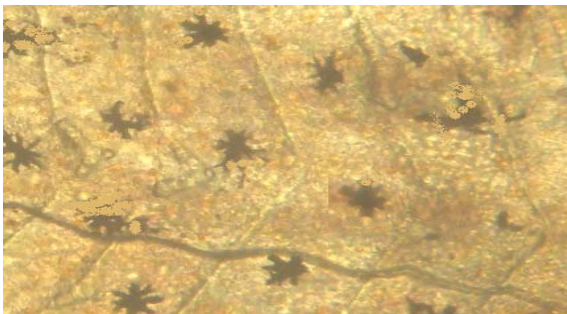


사진 6. 포르말린용액에서 탈색되기 시작하는 중간형의 흑색소포(보존기간 2년)



사진 7. 포르말린용액에서 탈색된 위축형의 흑색소포(보존기간 3년 6개월)

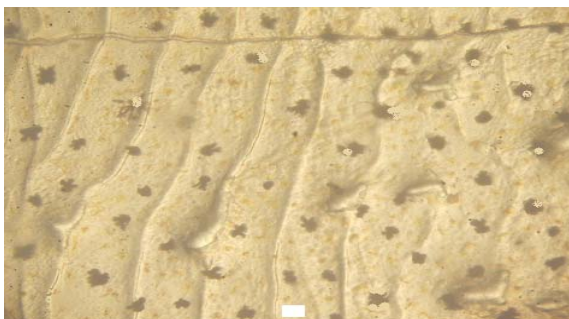


사진 8. 포르말린용액에서 탈색된 최대 위축형의 흑색소포(보존기간 5년)

사진 4-8에서 보는바와 같이 포르말린용액에서 멜라닌색소포들의 탈색과정을 보면 최대확산형이 확산형, 중간형, 위축형을 거쳐 점차로 최대위축형으로 줄어드는 과정이다. 즉 흑색소포의 모든 면에서 멜라닌이 소실되어 소포가 줄어드는 과정으로 볼수 있다.

붕어의 흑색소포의 최대확산형은 세포체가 가장 크고 여기에서 긴가지들이 뻗어나갔는데 가지에서 또 잔가지들이 뻗어나갔다.

이 최대확산형의 흑색소포가 포르말린용액에서 6개월정도 지나면 색소들이 모든 면에서 소실되는데로부터 색소포의 잔가지들이 일부 떨어지거나 또 줄어들며 세포체도 역시 줄어들기 시작하였다. 즉 색소포가 파괴되고 색소가 줄어들었다고 볼수 있다. 2년정도 지나면 잔가지들은 기본적으로 다 떨어져나가고 굵은 가지들만 남으며 색소포의 크기도 더 작

아졌다. 3년 6개월이 되면 가지들이 거의 없어졌고 색소포의 크기도 계속 작아졌다. 5년 정도 지나면 가지들은 완전히 없어지고 세포체도 매우 작아져 커다란 점으로 보였다.

멸균된 물속에 봉어의 비늘을 넣은 다음 이것을 무균함에 보존하고 최대확산형의 흑색소포를 현미경상에서 관찰하였다.

관찰결과 1년이 지나도 색소포의 형태에는 전혀 변화가 없었다. 이것은 멜라닌이 물에서는 매우 안정하다는것을 보여준다.

## 맺 는 말

1) 포르말린보존액에서 적색소포가 탈색되는 원인의 하나는 색소포막이 파괴되어 색소가 흘러나오기때문이 아니라 색소가 보존액성분과 산소 등에 의해 산화되기때문이다.

또한 적색소포막은 삼투압과 포르말린에 안전하다.

2) 보존액에서 흑색소포의 탈색도 멜라닌색소가 보존액성분들과의 반응에 의해 이루어지기때문이라고 본다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 1, 83, 1986.
- [2] 김성도; 자연과학논문집 80, 김일성종합대학출판사, 73~76, 주체97(2008).
- [3] J. J. Warthesen; Journal of Food Science, 60, 4, 773, 1995.
- [4] K. Fukui; Folia. Anat. Japonica, 5, 257, 1998.
- [5] A. C. Price et al.; Zebrafish, 5, 4, 297, 2008.
- [6] S. Chatzifotis et al.; Aquaculture Research, 36, 1517, 2005.
- [7] S. Kondo et al.; Int. J. Dev. Biol., 53, 851, 2009.
- [8] 刘晓东; 水产科技情报, 35, 1, 13, 2008.
- [9] 孙明奇; 食品科学, 6, 127, 2008.
- [10] 勝井良三; 色素細胞(UP BIOLOGY), 東京大學出版会, 36~44, 1972.

주체104(2015)년 10월 5일 원고접수

## **Formal Change Characteristics of Black and Red Color Cells according to Decolorization of Fish Specimen in Preservation Fluid**

*Kim Song Do*

One of cause that red color cell is decolored in formalin is not because of chromatophore cell membrain ravage, is because of coloring matter oxidation by fixing fluid ingredient and oxygen etc., and chromatophore cell membrane is safe in osmotic pressure and formalin.

Key words: chromatophore cell, preservation