J Korean Soc Food Sci Nutr
43(7), 1095~1103(2014)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.7.1095

# 활오징어(*Todarodes pacificus*)의 개별 포장 유통시스템 확립

김명욱[1] · 조영제[2]

[1]경북해양바이오산업연구원
[2]경북대학교 식품공학부/식품생물산업연구소

# Establishment of Distribution System by Individual Packaging of Live *Todarodes pacificus*

**Myung Uk Kim[1] and Young Je Cho[2]**

[1]*Gyeongbuk Institute for Marin Bio-industry*
[2]*School of Food Science & Biotechnology/ Food & Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University*

**ABSTRACT** A packaging and distribution system for transferring individual live squids at low temperature was developed and compared to a conventional bulk container system. Ten live squids in individual packages were stored in a large container at low temperature (0~10°C). Live squids in individual packages at 6°C showed a survival rate of 84% up to 72 hours, after which the survival rate decreased. However, the survival rate remained at 60% up to 120 hours. Further, the squids survived up to a maximum of 7 days. Optimum temperature was 5°C, and the survival rate of the packages was 70% when stored at 5°C for 96 hours. A distribution test was carried out using a refrigerator truck at 5°C, and the results showed a 100% survival rate up to 16 hours and over 90% survival rate after 20 hours. A rectangular container was the most favorable when loading the container into the refrigerator truck. In testing the required volume of supplied seawater, 100% survival rate was observed over 15 hours with 20 L of sea water or more. Therefore, a single squid needed 2 L of seawater. After refrigerator truck transportation, optimum temperature for fish tank storage was 5°C, at which the survival rate was over 90% up to 72 hours. Using a refrigerator truck at 5°C, live squids survived up to 7 days, maintaining marketability.

**Key words:** viability, distribution, individual package, alive squid

## 서 론

활오징어(*Todarodes pacificus*)는 우리나라 동해안을 비롯하여 남해, 서해와 일본 연안 및 동중국해를 포함하는 북서 태평양의 전 연안 해역에 분포한다(1). 활오징어의 어획량은 1980년대에는 평균 5만 톤 수준이었으나 1991년 11만 톤 이후 크게 증가하여 1993년 이후부터 최근까지 연간 20만 톤 정도가 어획되고 있다. 어업별 변동추이를 보면 1990년까지 근해 채낚기 어업이 전체 활오징어 어획량의 50~60%를 차지하였으나 1999년부터는 대형트롤에 의한 활오징어 어획 비율이 가장 높은 것으로 나타났다(1). 2002년 우리나라 전체 어업 생산량은 2,476,188 M/T인데 연안 및 근해 어업량이 44.3%이며 수협중앙회를 통한 활어 및 선어의 위판량은 717,058 톤으로써 금액으로는 약 1조 5천억 원 정도 된다. 이 중 활오징어류의 위판량은 약 30%인 228,576 톤으로 소형선박 및 일부어선들의 수협 위판을 거치지 않는 유통판매까지 포함시키면 통계자료보다 실제 생산량은 더 많다고 할 수 있다. 이와 같이 활오징어는 어획고로는 국내에서 단일 어종으로서는 최대 규모라고 할 수 있음에도 불구하고 일반 어류보다 가공식품으로서의 이용률뿐만 아니라 횟감용으로서의 활오징어 이용률이 대단히 낮은 실정이다. 이것은 오징어의 생리특성이 스트레스를 매우 잘 받으므로 수송 밀도가 타 어종에 비해 낮고 소비하는 업소에서의 저장 중 생존기간이 짧기 때문이다(2).

활오징어는 계절에 따라 다르나 보통 20°C 이하의 해수를 채운 활어수송용 트럭으로 수송하고 있으며, 수온이 20°C 이상이 되는 하절기에는 수송 중의 높은 폐사율 저하를 위해 수송 밀도를 3% 전후로 낮추고 수온 유지를 위해 얼음을 첨가시켜 수송하고 있다(3,4). 이러한 수송방법은 타 활어수송에 비해 유통비용과 폐사율이 높아지고, 수송 중 생리대사물에 의한 수질오염과 과도한 스트레스로 인해 최종 소비자들이 활오징어를 생선회로 먹을 때는 어획 후 어창에 보관되어 위판했을 당시보다 육질과 풍미가 상당히 떨어진다고 할 수 있다(2). 따라서 어획 후 어창에 보관했을 때의 풍미와 싱싱함을 유지시키고 유통비용을 절감하여 영세한

Received 27 January 2014; Accepted 28 May 2014
Corresponding author: Young Je Cho, School of Food Science & Biotechnology/ Food & Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
E-mail: yjcho@knu.ac.kr, Phone: +82-53-950-7755

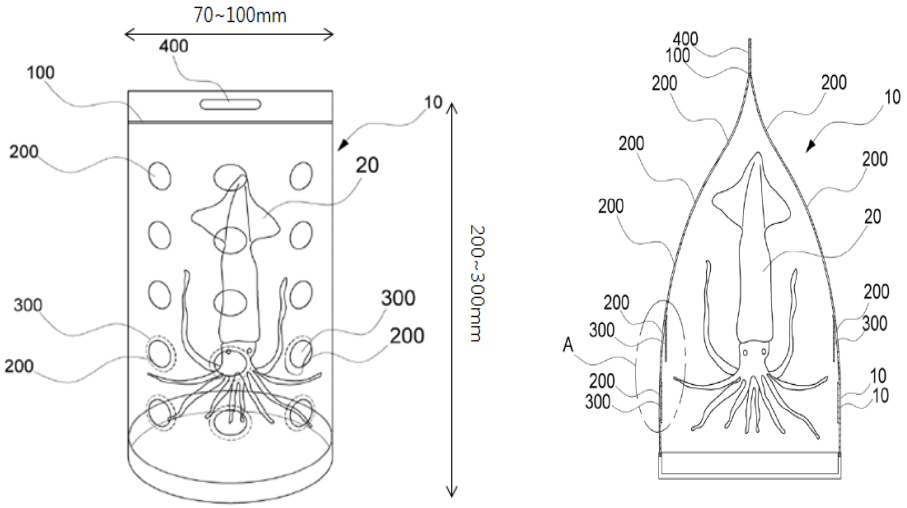


**Fig. 1.** A front and side view of individual package for transportation of alive squid.

어민들의 소득을 증대시킬 수 있으며, 어획한 직후부터 최종적으로 소비자들이 소비할 때까지 위생적으로 안전한 보관 방법과 유통 기술의 개발이 절실히 필요하다. 기존의 운송 방식은 활오징어를 산소가 유입되는 수족관에 담아 활어수송차로 운반하였는데, 오징어의 경우 환경 변화 및 스트레스에 민감하여 장거리 이송이 곤란한 문제가 있었고(5,6) 내부 공간이 협소한 수족관에서 장시간 이동하게 되면 폐사되는 활오징어로 인해 다른 신선한 활오징어까지 폐사하는 경우가 많으며, 또한 오징어의 몸체에 상처가 나는 등 활오징어의 상품가치가 저하될 뿐만 아니라 이송 중 폐사율이 높아 생산지로부터 멀리 떨어져 있는 소비지까지 활오징어를 이송하기가 어렵다는 문제점이 있다(7).

활오징어의 횟감용 소비가 전국 규모로 보편화되기 시작한 것은 비교적 최근의 일이다. 오징어 주산지인 동해 연안이 활오징어의 주요 공급지이며 횟감용 활오징어는 주산지 연안 해역에서 주로 오징어 채낚기 방식으로 어획된 후 어선의 어창에 보관된 뒤 단시간에 항구까지 해상으로 운반되고 항구에서 위판→현지 수집상 또는 중매인→활어수송업자(활어트럭으로 수송)→소비자 공급(수산시장, 실수요업소 등)의 유통경로를 거치며, 소비지의 시장 또는 소비업소에서의 생존시간은 2일 전후로 알려져 있다. 활오징어의 유통 중 가장 문제가 되는 것은 수송 밀도가 타 어종에 비해 낮고 소비업소에서의 생존기간이 짧다는 점이며 이는 오징어 자체의 개체 생리특성이 일반 양식어류와는 달리 전량이 자연어업에 의존하기 때문에 생산 과정에서 과도한 스트레스를 받으며 서식 수온대가 15~17°C 전후로 제한되어 있고 활동성이 강할 뿐 아니라 상당한 수압의 수심에서 서식하는 주광성 연체류로서 육지의 대기압 및 빛과 같은 스트레스 환경에 적응하기 어려운 점 등이 근본적 문제 요인이라 할 수 있다(2).

따라서 본 연구에서는 활오징어를 수족관에 담아 이송할 때 이송 중에 오징어끼리의 접촉으로 인하여 발생할 수 있는 어체 외부의 상처 및 스트레스를 방지하여 폐사율을 낮출

**Fig. 2.** Alive squid in individual package.

목적으로 각각의 활오징어를 격리시켜 이송시킬 수 있도록 활오징어 이송용 개별 포장체를 개발하여 운송 중 오징어의 폐사율을 낮춤으로써 생산 어민들의 소득증대와 생선회를 즐기는 소비자들에게 싼값으로 활오징어를 공급할 수 있는 개별 포장 유통시스템 기술을 개발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 활오징어는 경북 울진군 죽변면 죽변항에서 위판된 오징어를 사용하였으며, 평균 길이는 24.5±7.5 cm를 사용하였다.

### 이송용 개별 포장체의 제작

활오징어 이송용 개별 포장체는 Fig. 1과 2에서와 같이 하면은 밀폐되고 상면은 개방되게 제작하였으며 내부가 비어있는 투명 합성수지 필름 재질의 포장체로 제조하였다. 포장체의 하부는 원형 또는 타원형을 이루며 상부로 갈수록 전면과 후면이 각각 평면 형태가 되도록 디자인하였다. 상단

에는 전면과 후면을 결착할 수 있는 패스너를 형성시켰으며, 측면에는 운송 중 해수의 침투가 원만하게 이루어질 수 있도록 내외부를 관통하는 투수통공이 형성되게 제작하였다. 또한 개별 포장체에는 오징어의 지느러미가 담기는 상부에만 구멍을 뚫었으며 하부에는 구멍을 만들지 않아 내부에 보관된 활오징어의 다리가 외부로 빠져나오지 못하게 하였다. 오징어 꼬리 부분을 사면 처리함으로써 부피를 최소화하였고 또한 포장체의 무게를 최소화하기 위하여 150 μm 두께의 가소성 투명 합성수지 필름(polyvinyl chloride) 재질의 포장체로 개발하였다.

### 최적 저장 온도 설정

최적 저장 온도를 설정하기 위하여 단계별 저장 온도(상온, 10°C, 8°C, 6°C, 4°C, 2°C, 0°C)를 설정하여 활오징어를 7일간 저장하면서 활오징어의 잔존 생존율을 측정하였다(4).

### 저온 적응 조건

활오징어의 저온 저장을 위한 적응 조건은 Table 1에서와 같이 gradient 방법과 stepwise 방법으로 행하였다. Gradient 방법은 실온에서 온도가 gradient로 내려가게 지속적으로 온도를 하강시켜 5°C에 고정시켰으며 이때 소요된 시간은 3시간이었다. Stepwise 방법은 각 step별 적응시간을 30분, 1시간, 2시간 등으로 구분하여 적응시켰으며 각 step마다 온도의 하강은 2°C씩 내려서 5°C에서 고정시켰다.

### 개별 포장체 활오징어의 잔존 생존율 측정

저장 밀도가 개별 포장체 활오징어의 잔존 생존율에 미치는 영향은 5°C의 저장 온도를 유지한 저온 창고에 저장 박스(가로 52 cm, 세로 37 cm, 높이 29 cm) 당 충분한 해수를 주입하고 산소발생기를 이용하여 산소를 공급하며 개별 포장체에 포장된 활오징어를 각각 8, 10, 12마리를 주입하여 활오징어의 주입 밀도에 의한 잔존 생존율을 측정하였다.

저장용기 형태가 개별 포장체 활오징어의 잔존 생존율에 미치는 영향 측정은 5°C의 저장 온도를 유지한 저온 창고에 충분한 해수를 주입하고 산소발생기를 이용하여 산소를 공급하며 사각(52×37×29 cm)과 원형(Φ 50 cm, 높이 65 cm) 저장용기에 개별 포장체에 포장된 활오징어를 각각 10마리를 주입하여 활오징어의 잔존 생존율을 측정하였다.

저장 시 공급되는 해수량이 개별 포장체 활오징어의 잔존 생존율에 미치는 영향은 5°C의 저장 온도를 유지한 저온 창고에서 적재할 사각용기(52×37×29 cm)에 개별 포장체에 포장된 활오징어를 각각 10마리씩 주입하고 공급하는 해수량을 30 L, 25 L, 20 L, 15 L로 달리하여 활오징어의 잔존 생존율을 측정하였다.

### 통계처리

본 실험의 결과는 3회 반복하여 측정한 평균값을 나타냈으며 평균±표준편차로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 7.5 for windows 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계처리하였고 분산분석(analysis of variance) 및 Duncan's multiple range test로 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 개별 포장체를 이용하여 온도별 저온 저장한 활오징어의 생존율 측정

기존 활오징어의 이송 과정은 개체 간 손상이나 다른 외부 스트레스 요인으로 인해 생존율이 급격히 감소하는 양상을 보여주고 있으며 이는 상품가치의 절하로 이어지고 있다. 활오징어 개체 간의 물리적 손상 등으로 인한 외부 스트레스로 폐사할 가능성이 높아지며 이송과정 중 해수 오염, 외부 기생충, 병원균이나 박테리아 등이 증식할 가능성이 높아져 집단 폐사를 야기할 수 있다(8,9). 활오징어의 폐사 원인으로 다양한 요인이 존재하지만 수온의 저온에 의한 스트레스성 폐사 확률이 높아질 가능성을 두고 최적 온도 점이 중요한 요인으로 생각된다(8).

따라서 활오징어의 생존력을 보다 높이기 위한 방안으로 각 개체를 격리시켜 이송시킬 수 있는 이송용 개별 포장체를 이용하여 온도별로 저장한 활오징어의 생존율을 측정하였다. 그 결과 상온 상태에서 활오징어는 Fig. 3(A)에서와 같이 저장 14시간 동안은 개별 포장체에 의한 효과는 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으나 16시간 이후 개별 포장체에 포장된 활오징어와 무포장된 활오징어의 생존율 차이는 뚜렷하

**Table 1.** Types of domestication from room temperature to 5°C for storage

| Type | | Domestication time (min) | Step |
|---|---|---|---|
| Gradient (╲) | | 0 | Room temp → 5°C (3 hr) |
| Stepwise (└┘└┘) | A | 30 | Room temp → 16°C (30 min) → 14°C (30 min) → 12°C (30 min) → 10°C (30 min) → 8°C (30 min) → 5°C (30 min) |
| | B | 60 | Room temp → 16°C (1 hr) → 14°C (1 hr) → 12°C (1 hr) → 10°C (1 hr) → 8°C (1 hr) → 5°C (1 hr) |
| | C | 120 | Room temp → 16°C (2 hr) → 14°C (2 hr) → 12°C (2 hr) → 10°C (2 hr) → 8°C (2 hr) → 5°C (2 hr) |

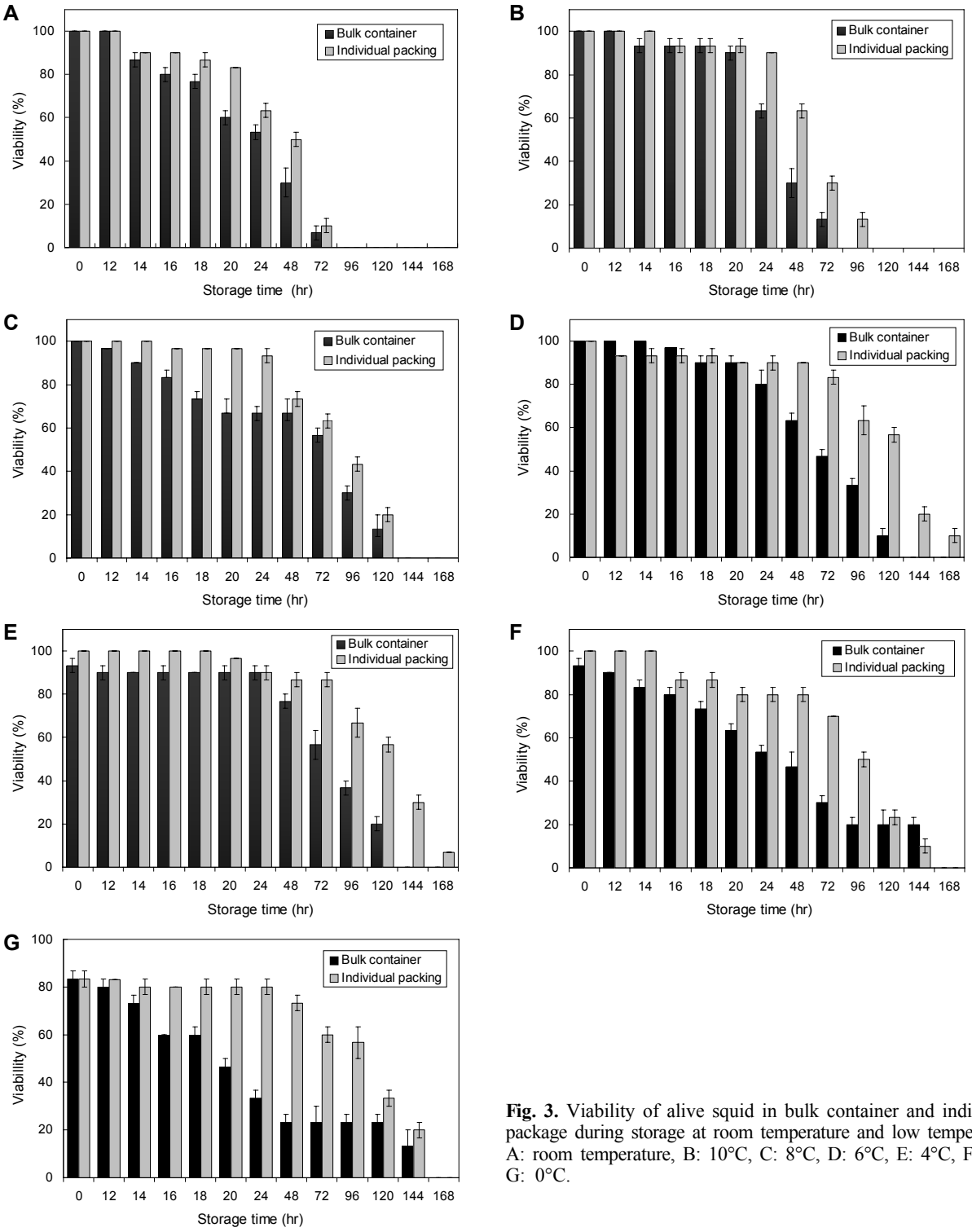


**Fig. 3.** Viability of alive squid in bulk container and individual package during storage at room temperature and low temperature. A: room temperature, B: 10°C, C: 8°C, D: 6°C, E: 4°C, F: 2°C, G: 0°C.

게 나타났으며 저장 20시간 후에는 무포장 활오징어의 생존율은 61%, 개별 포장체에 포장된 활오징어는 83%의 생존율을 나타내어 무포장된 활오징어에 비해 약 20%나 높은 생존율을 나타내었다.

10°C 이하의 저온에서 저온 저장된 활오징어 생존율 역시 상온 상태의 활오징어 생존율과 유사한 경향을 나타내었으며 저온에서 저장된 활오징어의 생존율은 저장 초기의 무포장된 활오징어와 비슷한 생존율을 나타내었지만, 10°C 저장의 경우 Fig. 3(B)에서와 같이 활오징어가 급속도로 폐사해가는 저장 24시간에서 48시간 동안 무포장 활오징어가 63.3%에서 30%로 생존율이 낮아지는데 비하여 개별 포장된 활오징어는 90%에서 63.3%의 생존율 하락이 확인되었

다. 즉 개별 포장이 무포장된 활오징어에 비하여 생존율 차이가 약 30% 정도 우수한 것을 확인할 수 있었다. 8°C 저장의 경우 Fig. 3(C)에서와 같이 저장 72시간 후에는 무포장 활오징어와 개별 포장된 활오징어의 생존율은 각각 56.7%, 63.3%로 약 10%의 차이를 나타내었다. 그러나 6°C 경우 Fig. 3(D)에서와 같이 개별 포장된 활오징어는 저장 72시간 후에도 84%의 높은 생존율을 나타내었고 이후 저장 120시간 후까지 60% 이상의 생존율을 나타내었으며 저장 7일 후까지 생존하는 것을 관찰하였다. 4°C의 경우 Fig. 3(E)에서와 같이 개별 포장된 활오징어와 무포장 활오징어는 저장 72시간 후 각각 87%와 57%의 생존율을 나타내었다. 2°C와 0°C의 경우도 Fig. 3(F)와 Fig. 3(G)에서와 같이 저장 72시간 후부터 생존율이 급격히 떨어지는 것을 확인하였다. 모든 온도 처리군에서 공통적으로 나타는 현상은 각 저장 온도에서 개별 포장된 활오징어는 무포장된 활오징어보다 약 20~30%의 높은 생존율이 확인되었으며, 이는 무포장된 상태로 저장되던 활오징어가 폐사하면서 다른 활오징어의 몸체에 상처를 내어 함께 폐사시키기 때문으로 판단된다(10). 상기의 결과로 보아 오징어의 경우 급격한 온도 변화나 어류동면 시스템 적용은 불가능하다고 생각되었다. 활오징어를 유통하는 전문가들은 활오징어가 일반적인 유통시스템에서 약 3~4일 생존 가능하다고 말하는 것에 비하여 개별 포장 후 저온 유통은 약 5일 후에도 60% 이상의 생존율을 확보하여 새로운 유통시스템의 확립을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단하였다.

### 개별 포장체를 이용한 저온 적응 유형별 활오징어의 생존율 측정

활오징어의 폐사 원인은 다양한 요인으로 인해 명확히 판단하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 활오징어의 경우 급격한 온도 변화도 폐사의 원인이 되고 있기 때문에(8) 낮은 수온에 의한 스트레스성 폐사 확률이 높아질 가능성이 높다. 따라서 최적의 저온 적응 방법을 찾기 위하여 적응 방법을 gradient와 stepwise(A~C)의 방식을 적용시켜 5°C까지 활오징어를 단계별 저온 적응시킨 후 5°C의 수조에서 저장 기간 동안 잔존 생존율을 측정한 결과, Table 2에서와 같이 36시간 저장 시까지 적응 방법별 차이는 나타나지 않으며 stepwise 방법의 경우 A에서 C까지 적응 단계별 시간이 길어질수록 폐사율이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 저장 72시간 이후부터는 stepwise A 적응 방법에서도 93%로 생존율이 낮아지기 시작하였으나 감소폭은 좁았다. 또한 gradient 적응 방법도 72시간 저장 이후부터 생존율이 90%로 떨어지기 시작하였다. 72시간 저장 이후의 오징어의 잔존 생존율을 비교하여 보았을 때 gradient 적응 방법이 stepwise 적응 방법에서 효과가 가장 우수한 stepwise A 방법과 거의 유사한 효과를 나타내었다. 따라서 저온 적응 방법은 복잡한 stepwise의 방법보다는 손쉬운 gradient 방법이 더 효율적이라고 판단하여 이후의 저장 시 온도 변화는 gradient 방법을 이용하여 조절하였다.

### 개별 포장체를 이용한 최적 저장 온도 설정

개별 포장체를 적용한 활오징어의 최적 저장 온도를 찾기 위하여 수조의 온도를 5°C, 6°C, 7°C, 8°C로 세분화하여 개별 포장된 활오징어를 저장하며 잔존 생존율을 측정한 결과, Fig. 4(A)에서와 같이 5°C와 6°C 저장이 비교적 높은 생존율을 나타내었으며, 5°C에서 96시간 저장 시까지 70%의 우수한 생존율을 나타내었고 6°C에서는 96시간 저장 후에도 60%의 우수한 생존율을 나타내었다. 이는 저장 온도가 높아질수록 오징어의 활동량이 많아져 생리대사 물질로 인한 저장 수조의 오염으로 폐사율이 높아진 것은 아닌지 추측된다. 더욱 정확한 최종 온도 확인을 위하여 5°C, 5.5°C, 6°C, 6.5°C로 0.5°C 단위로 구간을 좁혀 저장 기간별 잔존 생존율을 조사한 결과, Fig. 4(B)에서와 같이 5°C에서 생존 효과가 가장 우수하였고 저장 96시간 후에도 70% 우수한 생존율을 나타내었으며, 활오징어의 외관 상태가 우수하여 상품가치가 우수함을 알 수 있었다. 또한 저장 168시간 후에도 13%의 생존율을 나타내었다. 따라서 5°C를 개별 포장체를 이용한 최적 저장 온도로 정하고 이후 실험에서는 5°C로 저장하며 실험을 진행하였다.

**Table 2.** Viability during storage time after domestication to 5°C

| Type | Domestication time (min) | Viability (%) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Storage time (hr) | | | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 36 | 48 | 72 | 96 | 120 | 144 | 168 |
| Stepwise C | 120 | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $96.7^{a}$ ±3.3 | $83.3^{b}$ ±6.7 | $73.3^{c}$ ±6.7 | $50.0^{d}$ ±6.7 | $23.3^{e}$ ±6.7 | $10.0^{f}$ ±3.3 |
| Stepwise B | 60 | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $86.7^{b}$ ±3.3 | $86.7^{b}$ ±3.3 | $86.7^{b}$ ±3.3 | $60.0^{c}$ ±3.3 | $26.7^{d}$ ±6.7 | $6.7^{e}$ ±3.3 |
| Stepwise A | 30 | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $93.3^{ab}$ ±3.3 | $80.0^{b}$ ±3.3 | $46.7^{c}$ ±6.7 | $46.7^{c}$ ±3.3 | $0^{d}$ |
| Gradient | 0 | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $100^{a}$ | $90.0^{b}$ ±3.3 | $73.3^{c}$ ±6.7 | $56.7^{d}$ ±6.7 | $56.7^{e}$ ±3.3 | $6.7^{f}$ ±3.3 |

Value are mean±SD.
$^{a-f}$Means with different superscripts in the same row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

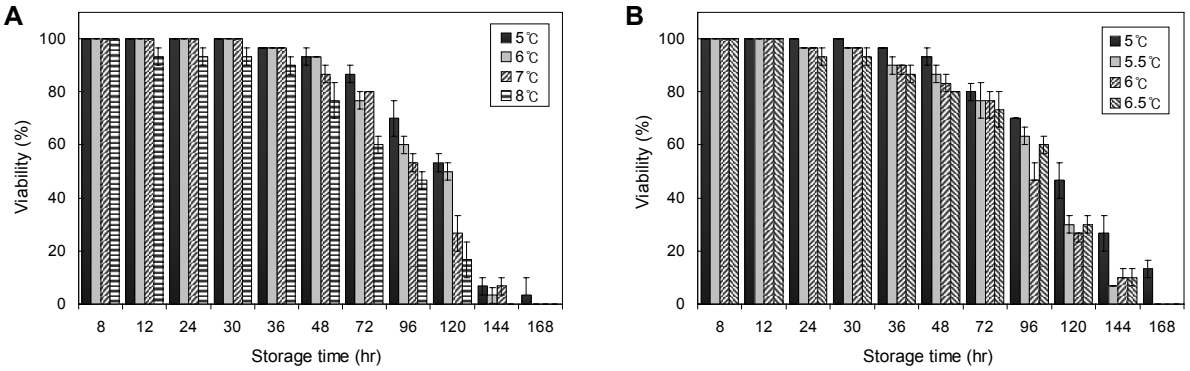


**Fig. 4.** Viability of alive squid in individual package during storage at low temperature. A: 5～8°C, B: 5～6.5°C.

### 냉장트럭을 활용한 개별 포장체 활오징어의 운송 시 저장 밀도에 의한 잔존 생존율 측정

활오징어 수송 방법은 활어운송트럭을 이용한 수송법으로 폐사율이 높게 나타나며 폐사율이 높아짐에 따라 활오징어의 품질 차이가 심해질 가능성이 높고 또한 교통체증에 의한 수송시간의 지연 및 품질 저하 등으로 안정적인 소비자 공급이 어려워 소비 확대가 위축되는 상황까지 이르게 된다(9). 따라서 활오징어의 경제성을 높이면서 폐사율을 낮출 수 있는 최적의 조건을 설정하여 활어운송트럭이 아닌 온도 조절이 가능한 냉장트럭을 이용하면 활오징어의 생존율을 높일 수 있도록 적용이 가능할 것이다(7). 본 연구에서는 운송 수단으로서 활어운송트럭이 아닌 온도 조절이 가능한 냉장트럭을 이용하여 이러한 문제점을 사전에 예방하기 위한 새로운 유통 방법을 개발하기 위하여 최적 온도(5°C)와 개별 격리 포장되어 개체 손상의 위험을 배재한 활오징어를 냉장트럭을 이용한 유통시스템을 개발하고자 하였다.

냉장트럭과 같은 조건을 가진 저온 창고 속의 수조에 충분한 해수를 공급한 후 220 V를 사용한 산소발생기를 이용하여 충분한 산소를 공급하였다. 저장 온도는 5°C의 온도를 유지하였으며 상자(52×37×29 cm)당 각각 8, 10, 12마리를 주입한 3개 실험군으로 하여 실험한 결과는 Fig. 5에서와 같이 저장 16시간까지는 3개 실험군 모두 100%의 우수한 생존율을 나타내었고, 저장 20시간 이후에도 90% 이상의 우수한 생존율을 나타내었다. 저장 18시간에서 34시간까지는 박스당 10, 12마리를 저장한 실험군의 생존율이 높았으며 저장 시간이 경과할수록 10마리 저장군의 생존 효율이 가장 우수한 것으로 확인되어 개별 포장한 활오징어의 최적 저장 밀도는 박스당 10마리였다. 박스당 8, 10, 12마리를 저장한 모든 실험군에서 저장 42시간이 경과한 후에도 약 70% 생존율의 매우 우수한 결과를 나타내어 교통체증에 의한 수송시간의 지연 및 품질 저하 등으로 안정적인 소비자 공급에 어려움이 있었던 문제점을 해결할 수 있다고 판단되었다.

### 냉장트럭을 활용한 개별 포장체 활오징어의 저장 시 용기의 형태에 의한 잔존 생존율 측정

5°C의 냉장트럭에 적재할 저장용기 형태에 의한 영향을 알아보기 위하여 저온 창고 내에서 사각용기(52×37×29 cm)와 원형용기(Φ 50 cm, 높이 65 cm)에 활오징어 10마리씩 저장하며 생존율을 측정한 결과 Fig. 6에서와 같이 원형용기와 사각용기에서 저장 초기에는 별다른 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으나, 저장 34시간이 경과하면서 사각용기에 담긴 오징어의 생존율이 더 높아지는 것으로 확인되었다. 원형용기의 경우 원통형 개별 포장체와 맞지 않아 공간

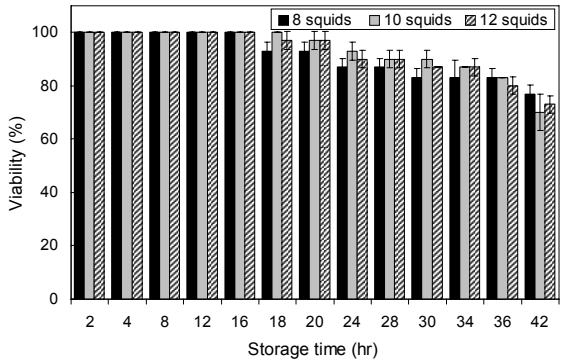


**Fig. 5.** Viability of alive squid in individual package by storage density during storage at low temperature in storage house.

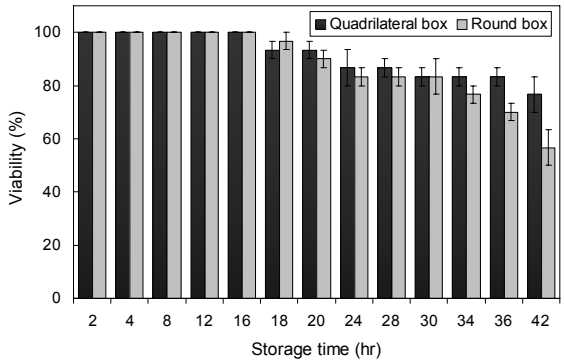


**Fig. 6.** Viability of alive squid in individual package by container type during storage at low temperature in storage house.

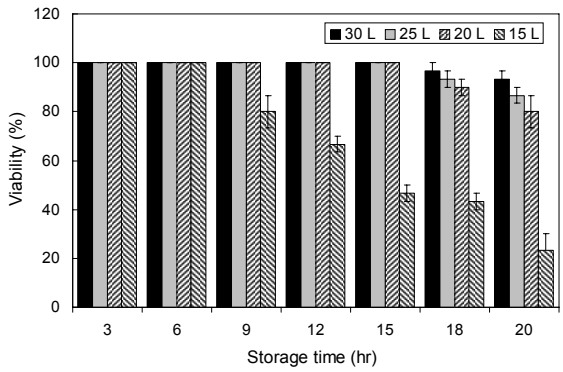


**Fig. 7.** Viability of alive squid in individual package by volume of sea water in container during storage at low temperature.

활용률이 떨어지고 개별 포장체가 수면에 부양하여 활오징어의 피부가 노출되고 무수 상태가 되어 버림과 동시에 스트레스성 폐사가 발생하는 결과를 나타내었으며, 사각용기의 경우 개별 포장체를 일정하게 보관할 수 있었고 공간 활용도 우수한 것으로 나타났다. 이후의 실험에서는 사각용기를 사용하여 실험을 진행하였다.

### 냉장트럭을 활용한 개별 포장체 활오징어의 저장 시 공급되는 해수량에 의한 잔존 생존율 측정

5°C의 냉장트럭에 적재할 사각용기(52×37×29 cm)에 실험 개체수를 10마리씩 주입하고 공급하는 해수량을 30 L, 25 L, 20 L, 15 L로 달리하여 저온 창고 속에서의 잔존 생존율을 측정한 결과 Fig. 7에서와 같이 15 L의 경우 오징어의 이동성으로 인해 개별 포장체가 수면에 부유함으로써 활오징어의 피부가 공기에 노출되어 6시간 이후부터 급격한 폐사가 진행되었으며, 20 L, 25 L, 30 L에서는 15시간 이상, 100% 생존하는 것을 확인하였다. 따라서 본 연구에서 최소한의 물량실험에서는 개체 크기에 따라 약간의 차이가 있지만 마리당 2 L의 해수가 필요한 것으로 확인되었다.

### 냉장트럭을 활용한 개별 포장체 활오징어의 운송 후 수조에서의 저장 중 생존율 측정

상기의 냉장트럭 운송실험 결과 5°C에서 16시간 이상, 100% 생존이 가능하다고 판단되었으며 운송이 완료된 후 활어집에서 보관해야 하는 수조의 저장 온도 실험을 진행하여 최적 온도 및 최대 생존 시간을 측정하고자 하였다. 냉장트럭의 대체 장비인 저온 저장창고에서 16시간 경과한 활오징어를 5°C, 6°C, 7°C, 8°C로 세팅된 수조에 저장하며 관찰한 결과 Fig. 8(A)에서와 같이 5°C에서 저장 시 72시간 이후까지 90% 이상의 생존율을 나타내었으며 96시간부터 급격한 폐사가 진행되었다. 6°C 저장에서도 96시간 이후부터 급격히 폐사하는 경향을 관찰할 수 있었다. 7°C에서는 72시간부터 급격한 폐사가 진행되었으며 8°C에서는 48시간부터 폐사가 진행되었다. 이러한 결과는 실온에 가까울수록 활오징어의 폐사 확률이 높아지는 양상으로 앞의 최적 온도 실험 결과와 일치하였다. 운송 후 정확한 최적 온도 측정을 위하여 5°C, 5.5°C, 6°C, 6.5°C의 미세 구간에서 실험한 결과 Fig. 8(B)에서와 같이 5°C 저장의 경우 저장 72시간 이후에 77%의 생존율을 나타내었으나 저장 168시간 경과 후까지 13%의 생존율을 나타내었다. 5.5°C 저장의 경우 저장 72시간 이후에는 93%의 높은 생존율을 나타내었으나 저장 120시간부터 급격히 폐사하여 저장 7일 이후에는 완전히 폐사하였다. 냉장트럭을 이용하여 활오징어를 저온 저장고(5°C)에 16시간 저장→회복 수조(5°C)에서 생존기간을 측정한 결과는 Fig. 9에서와 같이 운송 후 저장 7일 후까지 활오징어의 생존을 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구 결과 개별 포장된 활오징어를 냉장트럭을 이용하여 전국 유통이 가능한 시스템 개발이 가능하다고 판단되며, 냉장트럭의 경우 활어수송차에 비하여 저장 단위 면적당 운송량이 절대적으로 많아져 물류비 절감, 유통시스템 개발 및 지역 수산업의 활성화에 기여할 수 있다고 판단되었다.

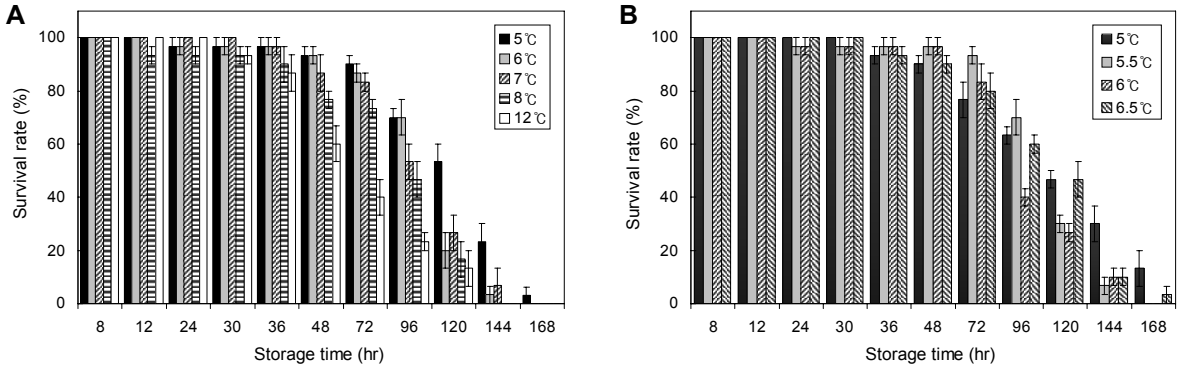


**Fig. 8.** Viability of alive squid in individual package during storage at low temperature in fish tank after transportation. A: 5～12°C, B: 5～6.5°C.

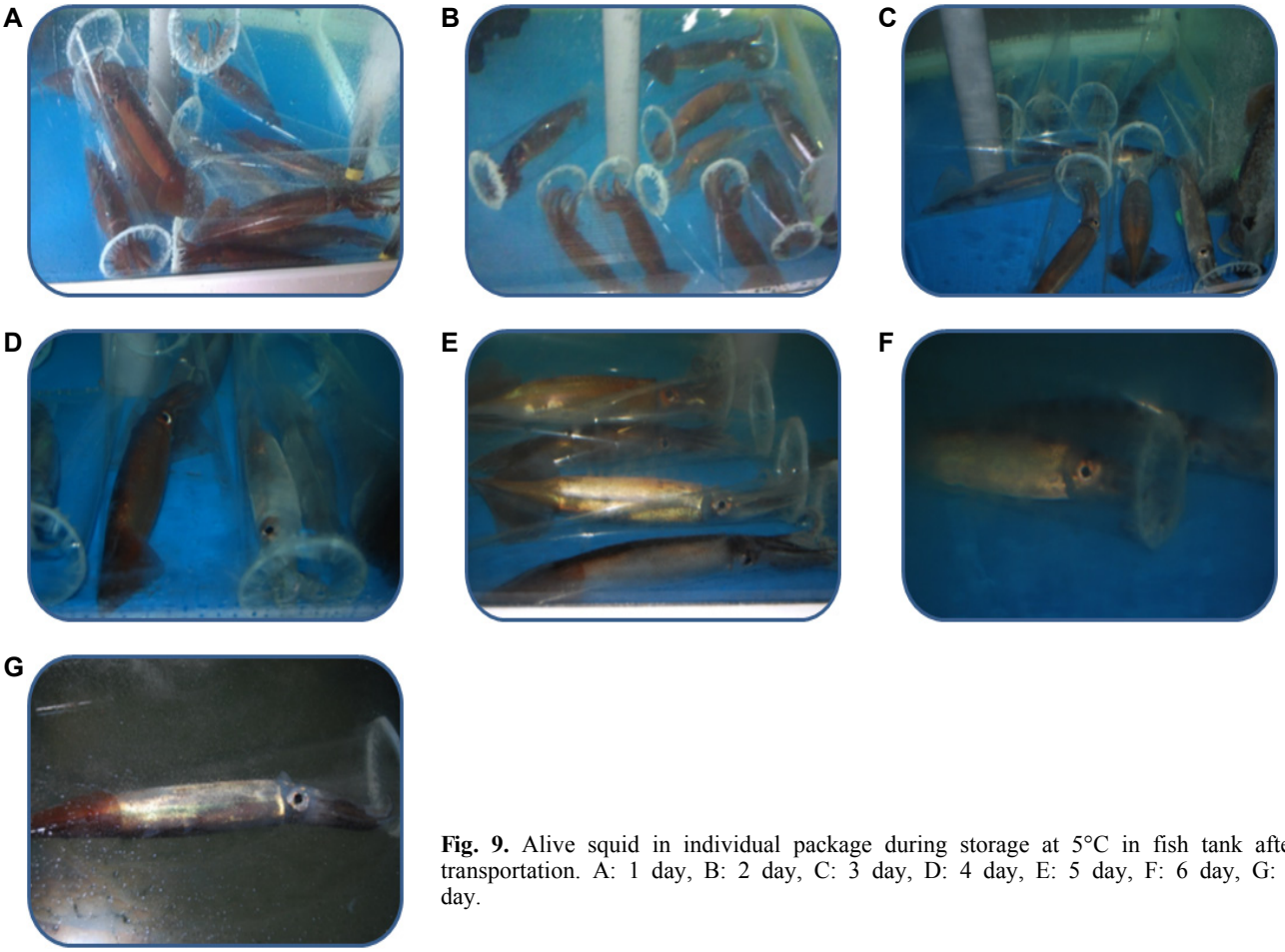


**Fig. 9.** Alive squid in individual package during storage at 5°C in fish tank after transportation. A: 1 day, B: 2 day, C: 3 day, D: 4 day, E: 5 day, F: 6 day, G: 7 day.


## 요 약

본 연구에서는 오징어 개별 포장체를 개발하여 포장하지 않은 오징어와 저온 저장에서의 생존율을 비교함으로써 개별 포장체를 활용한 유통시스템을 개발하고자 하였다. 개별 포장체를 이용한 활오징어는 저온 저장(10°C, 8°C, 6°C, 4°C, 2°C, 0°C) 조건 하에서 각 10마리씩 저장하였다. 6°C에서 격리 포장된 활오징어는 72시간까지 84%의 우수한 생존율을 나타내었고 이후 생존율이 감소하다 120시간까지 60% 이상의 생존율을 나타내었다. 또한 최대 7일까지 생존하는 것을 관찰하였다. 최적 온도는 5°C였으며 5°C에서 96시간 저장했을 때 70% 우수한 생존율을 나타내었고 최대 7일까지 생존이 가능하였다. 냉장트럭을 이용한 유통 실험에서 5°C 저온에서 16시간까지 100%의 우수한 생존율을 나타내었고 저장 20시간 이후에도 90% 이상의 우수한 생존율을 보였다. 냉장트럭에 적재할 용기 실험에서는 사각형의 저장용기가 유리하였다. 상자에 공급하는 최소 해수량 실험에서는 20 L 이상의 해수량에서 15시간 이상, 100% 생존하는 것을 확인하였다. 따라서 오징어 한 마리당 2 L의 해수가 필요한 것으로 판단되었다. 냉장트럭 운송 후 보관 수조의 최적 온도는 5°C였으며 5°C에서 저장 72시간까지 90% 이상의 생존율을 나타내었고 최대 7일까지 생존이 가능하였다. 따라서 본 연구 결과, 활오징어의 유통 시 개별 포장체를 사용하여 사각용기에 2 L의 해수를 같이 담아 5°C의 냉장트럭으로 유통하는 것이 가장 바람직한 것으로 나타났다.


## REFERENCES


1. Baek HJ, Kim JW, Cho YJ, Kim S. 2006. Sexual maturity and reproductive cycle of the common squid *Todarodes pacificus* in the East Sea of Korea. *J Kor Fish Soc* 39: 472-479.
2. Kim YM, Kim YD, Cho JH, Oh SW, Kim EM, Kim HC, Noh HJ, Jeon JK, Kim WS, Kim BK, Myung JK. 1996. Study for improvement of distribution technology with live fishes. Report of Korea Food Research Institute. p 93.
3. Kidokoro H, Sakurai Y. 2008. Effect of water temperature on gonadal development and emaciation of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Ommastrephidae). *Fish Sci* 74: 553-561.
4. Hiromasa Y, Saburo U, Hisateru M. 1989. Short- and long-term cold-anesthesia in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55: 491-498.
5. Kim IN, Chang YJ, Kwon JY. 1995. The patterns of oxygen consumption in six species of marine fish. *J Kor Fish Soc* 28: 373-381.
6. Jensen FB, Nikinmaa M, Weber RE. 1993. Environmental

perturbations of oxygen transport in teleost fishes: causes, consequences and compensations. In *Fish Ecophysiology*. Rankin JC, Jensen FB, eds. Chapman and Hall, London, UK. p 161-179.
7. Kim YM, Kim YD, Cho JH, Oh SW, Kim EM, Kim HC, Noh HJ, Jeon JK, Kim WS, Kim BK, Myung JK. 1996. Study for improvement of distribution technology with live fishs. Report of Korea Food Research Institute. p 161-164.
8. Sakurai Y, Kiyofuji H, Saitoh S, Yamamoto J, Goto T, Mori K, Kinoshita T. 2002. Stock fluctuations of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, related to recent climate changes. *Fish Sci* 68: 226-229.
9. Yoshioka T, Kato S, Okamoto A. 2012. Development of the quality preservation and transportation system of live squid. *Nippon Suisan Gakkaishi* 78: 78.
10. Kinoshita Y, Yoshioka T, Konno K, Kofushiwaki R. 2008. Method for preserving or transporting fresh marine cephalopoda. *Japan Patent* 2008-237093A.