

탄산가스에 의한 鮮魚類의
신선도유지 기술개발에 관한 연구

A Study on the
Shelf-life Extension of Wet Fish Using Carbon dioxide

연구기관
한국식품개발연구원

과 학 기 술 처

제 출 문

과학기술처장관 귀하

본 보고서를 “탄산가스에 의한 鮮魚類의 신선도 유지 기술개발에 관한 연구”의 최종 보고서로 제출합니다.

1991. 12.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 영 명

연구 원 : 김 동 수

“ 구 재 근

“ 조 진 호

“ 양 승 용

연구 조 원 : 김 철 우

“ 노 현 주

요 약 문

I. 제 목

탄산가스에 의한 선어류의 신선도 유지기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

수산물에 있어 신선도는 상품성과 직결되는 부가가치 창출의 기본요건이라 할 수 있다.

가공하지 않고 원료상태로 소비되는 수산물의 소비 기호성은 活魚>鮮魚>冷凍魚 순으로 높게 나타나며 그 상품적 가치는 신선도의 良, 否에 의해 결정되는 것이 보편적인 현상이다.

또한 신선도가 저하된 원료어로 부터는 고부가가치의 가공품 제조가 근본적으로 불가능하기 때문에 수산가공품의 제조에 있어서도 원료어의 신선도 유지 자체가 부가가치 창출의 기본요건이라 할 수 있다.

국내 수산업의 총 어획량중 74% 내외가 연근해 일반어업 및 천해양식어업에서 얻어지며 이중 43%내외가 선어 및 단순 저장목적의 냉동품 원료로 이용되고 있어 가공품의 원료외에도 원료상태의 직접소비용 선어류의 수요가 매우 많은 특징이 있다.

이와같은 선어류를 생산하는 국내 연근해 어업은 연안어자원의 고갈, 해양 환경오염의 심화 등으로 어업 생산성이 해마다 저하하여 조업어장이 점차 멀어지고 있으며 출어기간도 장기화하는 경향을 보이고 있다.

이처럼 조업어장의 원격화 및 장기 조업은 어획물의 사후 경과시간 지

체 및 양육지까지의 운반거리 연장을 초래하여 선어상태 어획물의 신선도 유지를 더욱 지난하게 할 뿐 아니라 어획물의 양육후 최종소비시 품질을 크게 저하시키는 원인이 된다.

선어상태로 양육된 어획물은 대부분 비포장 전어체 상태로 빙장 또는 냉장 유통되는데 품질 유지기간이 2~5일정도로 매우 짧고 선도유지비용도 많이 소요될 뿐 아니라 선도 저하에 따른 악취발생 등 환경오염 유발 요인도 무시할 수 없는 실정이다.

이러한 측면에서 보다 실용적이면서 신선도 유지기간을 연장시킬 수 있는 선어류의 유통기술 개발은 어민소득의 증대, 수산자원의 유효이용, 수입 수산물에 대한 연안 어획물의 경쟁력 우위 확보, 선진국 수준의 위생적 식생활유지, 환경보호 등 다양한 측면에서의 파급효과가 기대된다고 할 수 있다.

현재 국내에서 이용되고 있는 선어류의 신선도 유지방법은 얼음을 냉매로 하는 단기간의 빙장법이 주류를 이루고 있으며 최근 들어서 0℃내외의 빙온저장, -2~-3℃ 부근이 부분동결법 등이 부분적으로 연구검토되기 시작하고 있으나 선도유지의 한계, 설비와 선도유지 비용상의 문제때문에 보편적으로 활용되지는 못하고 있는 실정이다.

이와 관련하여 탄산가스는 인체에 무해할 뿐 아니라 값싸게 생산할 수 있고 물에 쉽게 녹아 온화한 산성조건을 형성하며 부패세균 등 각종 유해세균의 증식을 억제하는 항균특성이 있어 육류, 야채 등 다양한 식품의 저장수명 연장에 오래전부터 활용되어 온 불활성 기체의 하나로서 일부 선진국에서는 선어류의 선도유지에도 그 활용이 활발히 연구 검토되고 있으나 국내에서는 관련기술의 연구개발이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이와같은 탄산가스의 항균특성을 이용하여 국내에서 소비기호성이 높은 선어류에 대한 선도 유지효과를 다양한 방법으로 검토하여 선어류의 신선도 유지기간을 기존 방장 또는 냉장법 보다 연장시킬 수 있는 실용적인 저장기술을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

탄산가스의 항균특성과 그 특성의 극대화를 통한 선어류의 선도유지 시스템 개발을 위해 다음과 같은 내용과 범위의 연구를 수행하였다.

1. 탄산가스 치환에 의한 선어류의 선도유지 효과 연구

방어, 넙치, 우럭 등 고급 선어류 6종을 대상으로 하여 탄산가스 치환포장 후 2~3℃에 저장하면서 선도유지 효과를 시험 분석하여 일반 냉장법과 비교한 탄산가스 치환포장법의 선도유지기간 연장효과를 정밀 검토하였다.

2. 탄산가스 함유빙 사용에 의한 선어류의 빙장효과 연구

고등어, 꽂치, 참돔 등 기호성 높은 선어류 4종을 대상으로 하여 탄산가스를 포화시켜 만든 얼음(탄산가스함유빙)으로 빙장하면서 선도유지 특성을 시험 분석하여 일반 빙장법과 비교한 탄산가스 함유빙의 선도유지 효용성을 구명하였다.

3. 수빙(氷氷) 저장시 탄산가스의 용존효과 연구

고등어, 전갱이, 정어리 등 대중성 선어류 4종을 공시어로 하여 탄산가스를 용해시킨 3~8%의 냉각 식염수 중에서 수빙저장하면서 수온과

염농도에 따른 선도유지 특성을 비교 검토하여 선어류의 수빙저장시 탄산가스의 선도유지효과를 시험분석하였다.

4. 선도유지제와 탄산가스를 병용한 선도유지 방법 연구

어류의 선도유지에 효과가 있는 것으로 알려진 Grape fruit seed extract, Ascorbic acid, Propionic acid 등의 선도유지 효과를 검토키 위해 빙장, 수빙저장 및 탄산가스 치환포장시 첨가제 또는 전처리제로서 사용하여 그 처리효과를 비교 검토하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과

가. 탄산가스 치환포장에 의한 선도유지 효과

선어소비 기호도가 높은 고급 선어류의 냉장시 탄산가스 치환포장이 선도유지에 미치는 영향을 조사하기 위하여 CO₂ 100% 및 CO₂ 60% + N₂ 20% + O₂ 20%의 혼합가스 조성을 갖는 가스치환포장을 한 후 2~3°C의 온도에서 냉장하면서 어육의 신선도 지표인 휘발성 염기태질소 (Volatile Basic Nitrogen, VBN), 트리메칠아민 (Trimethylamine-N, TMA), K값 (K-Value), 생균수 등의 변화를 측정조사하는 한편 지질의 산패지표인 과산화물가 (Peroxide Value, POV)의 분석과 관능검사를 병행하여 선도유지 특성을 조사하였다.

시험용 공시어류는 활어를 즉살처리하거나 선도가 극히 양호한 선어류 6종 (방어, 도다리, 우럭, 은연어, 무지개송이, 참조기)으로서 모두 아가미와

내장을 제거한 채 가스 치환포장 하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

전 공시어종 공히 가스 치환후 냉장함으로써 기존의 무처리냉장 대조시료에 비해 50%이상의 신선도 유지기간 연장효과가 있었다.

탄산가스를 100% 치환하여 냉장한 방어의 경우 초기선도 상태가 양호하게 유지되는 기간은 약 4일로서 혼합가스 치환 처리구와는 거의 차이가 없었으며 무처리 대조구에 비해서는 약 100%의 신선도 유지기간 연장효과가 있었다.

또한 관능적으로 식용가능한 냉장 한계기간에 있어서도 100% 탄산가스 치환후 냉장한 경우는 10일로서 무처리 대조 시험구의 6일보다 약 67%의 선도유지기간 연장 효과가 있었다.

이와같은 탄산가스치환 냉장시 선도유지기간 연장효과는 공시어종에 따라 다소 차이가 있었는 바 도다리 > 우럭 > 무지개송어 > 방어 > 연어 > 조기 순으로 높게 나타났으며 초기선도가 좋을수록 높게 나타나는 경향을 보였고 탄산가스 100% 치환 냉장과 혼합가스치환 냉장처리구 간에는 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

나. 탄산가스 함유빙에 의한 선어류의 빙장효과

일반 수도수에 탄산가스를 포화용해시켜 pH 4.0 수준의 탄산가스 함유빙과 탄산가스와 3% NaCl을 함유한 얼음을 제조하여 일반 빙장법과 같은 조건으로 15~20℃의 실온에서 대중성 선어류 4종(고등어, 삼치, 꽂치, 참돔)을 빙장하면서 선도저하 특성을 시험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

고등어의 경우 탄산가스 함유빙을 사용하여 빙장했을때 초기의 선도상태

가 양호하게 유지되는 기간은 6일 정도로서 일반 병장법의 4일수준보다 50% 정도의 선도유지기간 연장효과가 있었다.

또한 관능검사에 의한 식용한계 병장기간도 탄산가스 함유빙으로 병장한 경우는 약 8일로서 일반빙장법의 5일 수준보다 60% 수준의 선도유지기간 연장효과가 있었다.

3% NaCl 을 함유한 탄산가스 함유빙의 병장효과는 탄산가스 함유빙으로 병장한 경우보다 선도유지 효과가 다소 낮아 초기선도 유지기간 및 식용한계기간이 각각 5일과 7일정도 였다.

어종에 따라 탄산가스 함유빙에 의한 선도유지 효과는 콩치 > 삼치 > 고등어 > 참돔의 순으로 높게 나타났으며 탄산가스 함유빙은 일반빙에 비해 대체적으로 40 ~ 60 % 수준의 선도유지기간 연장효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

또한 참돔의 경우 초기선도 유지기간이 경과하면 Carotenoid계 표피색소가 부분적으로 황변하는 현상이 나타나 관능적인 기호성을 급격히 상실하는 특성을 나타내었다.

다. 수빙저장시 탄산가스의 용존효과

다확성이면서 대중적 소비기호성을 갖는 선어류의 초기선도 연장에 탄산가스 처리방법의 효용성을 다양한 조건으로 검토분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

식염농도 3%, 6%, 8% 수준으로 조절한 물에 얼음을 넣어 $-1 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 수준으로 냉각하고 탄산가스를 취입, 용해시켜 pH 4.0 - 4.2 수준의 냉각해수를 만든 다음 사후경직 상태의 선어류

4종(고등어, 전갱이, 정어리, 전어)을 전어체 상태로 각 냉각온도 조건에서 저장하면서 선도저하 특성을 분석하였다.

전 처리구 공히 탄산가스처리 저장시험구가 대조시험구에 비해 뚜렷한 선도유지기간 연장효과가 확인되었는데 저장온도가 낮을수록, 식염농도가 높을수록 효과가 큰 것으로 나타났다.

고등어의 3% 냉각해수 저장시 선도유지에 미치는 탄산가스 처리효과는 양호한 신선도가 유지되는 기간이 -1°C , 3°C , 5°C 에서 각각 10일, 6일, 4일로서 탄산가스를 용해시키지 않은 대조 시험구의 각각 5일, 3일, 2일보다 모두 연장되어 온도가 낮을수록 처리효과가 좋은 것으로 나타났다.

또한 처리 염농도에 따라서는 대체적으로 염농도가 높을수록 처리효과가 좋았으나 3%이상의 처리구에서는 어육중의 염침투량이 1.0%이상으로 선 어류의 일반적 용도에는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

원료어종에 따른 탄산가스처리 수빙저장의 선도유지 효과는 동일온도 및 동일 염농도 조건에서 전어 > 고등어 > 전갱이 > 정어리 순으로 높은 경향을 보였다.

또한 탄산가스처리 수빙저장한 원료어는 공통적으로 저장 1일이후부터 안구 수정체의 색깔이 부분적으로 퇴색한 후 저장 4일 이후부터는 다시 원상태로 회복하는 경향을 보였는데 이는 탄산가스 작용에 의한 수중의 pH저하와 이로 인한 단백질의 변성, 육단백질의 pH완충작용 등에 기인한 것으로 판단되었다.

라. 선도유지제와 탄산가스를 병용한 선도유지 방법

탄산가스 함유빙을 사용한 빙장법, 탄산가스 치환포장에 의한 냉장법, 탄산가스를 용해한 수빙저장법 등의 선도유지 효과를 극대화 하기 위한 시도로서 어류의 선도유지제로서 효과가 널리 알려진 Grape fruit seed extract 함유제제 (상품명 DF-100), 프로피온산, 아스코르브산의 병용처리 효과를 각 저장방법별로 시험검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

선어류의 빙장시에는 선도유지제로서 DF-100 75 ppm이나, 아스코르브산 1,000 ppm 또는 프로피온산 700 ppm을 함유한 탄산가스함유빙으로 빙장하므로써 단순히 일반빙장법보다 약 70%, 탄산가스 함유빙 빙장법보다 20%수준의 선도 유지기간 연장효과가 있었으며 선도유지제의 병용효과는 [아스코르브산+프로피온산] > DF-100 > 아스코르브산=프로피온산 순으로 높게 나타났다.

수빙저장시에도 선도유지제의 병용효과는 빙장시와 유사한 경향을 나타내었으나 [아스코르브산+프로피온산]을 첨가한 처리구의 경우 어육에 경미한 산취가 잔존하여 관능적 기호성이 다소 낮은 문제점이 있었다.

탄산가스치환 포장시 선도유지제의 병용효과는 DF-100 75 ppm 수용액이나 아스코르브산 1,000 ppm 또는 프로피온산 700 ppm 수용액에 10분간 침지한 후 가스치환하여 2~3℃에 냉장하므로써 탄산가스 치환포장 시험구보다 약 50%, 일반 냉장처리구에 비해 200% 내외의 선도유지 기간연장 효과가 확인되었으며 선도유지제간의 처리효과에는 큰 차이가 없었다.

2. 활용에 대한 건의사항

본 연구는 국내 연근해산 선어류의 신선도 유지를 위한 탄산가스

처리방법의 효용성을 구명하기 위한 1개년의 연구로서 주요 대중성 선어류와 일부 고급 선어류의 선도유지에 탄산가스 처리법의 효용성이 확인되었다.

본 연구결과는 실용성 및 경제성 평가를 위한 일정규모 이상의 실증사업을 거쳐 연근해 수산물의 유통구조 개선을 위한 정책사업에 활용될 수 있을 것으로 기대되며 이를 위해서는 다음과 같은 사항이 추가로 연구 검토되어야 할 것으로 사료된다.

가. 주요 어종별로 어획-해상운반-양육-수협위판-소비지운반-소비지 판매시점까지의 전 유통과정에 걸친 실증시험 실시가 요망된다.

나. 탄산가스 치환포장 냉장법을 선어류의 소포장유통에 적절히 활용하기 위해서는 가스투과성이 없으며 상업적 효용가치가 있는 적절한 포장용기의 개발이 요구된다.

SUMMARY

I. Title

A Study on the Shelf-life Extension of Wet Fish Using Carbon dioxide.

II. Objective and Significance

Fish has been the most important source of protein for Korean; almost half of the total animal protein in the diet comes from fish resources at present (48.3% in 1989).

Besides of this food rolls as a protein sources, fishes in Korea has somewhat more important significance in terms of economic values.

At present more than a half million of fisherman are working and total annual fisheries catches exceeds 3.2 million tons in which about 47% are caught in adjacent water fisheries equivalent to 1,500 billion won(W) and also exported as much as 1.6 billion US\$ per year.

About 18% of total fisheries catches are consumed as fresh (unfrozen wet fishes) and remains are processed as various commodities.

Recently, general food consumptions in Korea changes into

ever increasing trends in consuming fisheries foods in which fresh raw fishes are especially preferred caused by increasing expectation of supplemental health effects.

With regard to the economic point of view, present system of fisheries distribution and utilization in Korea implies many problems.

Most of fresh fishes are distributed as whole fish by which resulting in economic loss through transporttaion cost, environmental contamination, waste of available resources for fish meals, etc.

In connection with the quality of wet fishes both on market and fisheries landing port, overall freshness of fishes are considered as not enough to meet the consumers needs both of market and fish processors mainly caused by getting worse in fishing conditions and lacking in technology of maintaining intial freshness of fishes.

In this regard, traditionally ice chilling methods are being commonly employed in keeping freshness of fishes and no advanced technologies are developed or commercialized yet mainly due to additional cost and lack of R & D efforts.

With regard to keeping quality of wet fishes, a lot of new technology developments are being tried and commercially

initiated in developed countries since 1980th.

Much of scientific and technological efforts are being concentrated in developments of practical systems using modified atmosphere storage technology to utilize the antimicrobial characteristics of CO₂ in maintaining initial freshness of wet fishes and utilization of refrigerated sea water for keeping fish quality with or without antimicrobial agents are also widely being studied.

In this connection, this studies are aimed to find a possibilities of extending shelf-life of wet fishes and also develop new systems for keeping fish freshness by use of carbon dioxide with or without antimicrobial agents.

III. Contents and Scope

In conducting this studies, a total 13 species of wet fishes including mackerel (*Scomber japonicus*) most of which are widely being consumed as fresh fish and also as raw materials for processing in Korea were employed as raw materials and the contents and scope of studies could be summarised as follows;

1. Storage trials of wet fishes using CO₂-modified atmosphere condition.
2. Storage trials of wet fishes using CO₂-saturated iced water condition

3. Preservation of wet fishes by use of CO₂-containing ice.

4. Application of antimicrobial agents on icing, iced water storage and CO₂-modified packaging storage.

To investigate the effects of above test trials, chemical analysis of fish freshness indices such as pH, volatile basic nitrogen (VBN), trimethylamine nitrogen (TMA), hypoxanthine and inosine ratio against total ATP breakdown products (K-value), peroxide value (POV), total viable cell counts and organoleptic sensory tests were carried out on every samples of treatments.

In application test of antimicrobial agents, propionic acid, ascorbic acid and grapefruit seed extracts are used both in combination and solely.

IV. Results

1. Effects of CO₂-modified Packaging trials

A significant effects in extending shelf-life of wet fishes (about 50 - 150%) were found by preserving gutted and eviscerated fishes in CO₂-modified atmosphere packaging (60% CO₂ + 20% N₂ + 20% O₂) at 2-3°C refrigerated condition.

The effects of extending shelf-life were high in the order of Flounder > Sea perch > Rainbow trout > Yellow tail > Silver

salmon > Yellow croaker and the initial freshness of fishes were positively affected to the effects of CO₂ application trials.

2. Preservation of wet fishes in CO₂-saturated iced sea water

The effects of CO₂ on preservation trials of wet fish in iced sea water storage were found to be positive effects by low temperatures and initial freshness of raw fishes but relatively low effects by salinity and fish species.

About 40 - 60% of shelf-life extension effects were found in preserving fresh whole fishes in CO₂-saturated 3% NaCl solution (artificially prepared sea water) at -1°C.

3. Effects of CO₂ on icing wet fishes

By ice chilling fresh whole fishes using CO₂ saturated ice, a significant positive shelf-life extension effects of CO₂ were found as much as 20 - 60%.

The shelf-life extension effects were high in the order of Mackerel pike > Spanish mackerel > Mackerel > Red seabream and the initial freshness of raw fishes were also positively affected to the effect of CO₂ modification on ice chilling storage.

4. Application of antimicrobial agents (freshner)

The effects of antimicrobial agents on wet fish preserva-

tion were high in the order of CO₂-modified packaging trials > CO₂-saturated iced sea water storage > CO₂-modified icing.

In MAP storage trials at 2-3°C after dipping in antimicrobial agent solution by materials, the shelf-life extension effects were high in the order of propionic acid (700ppm) + ascorbic acid (1,000 ppm) > grapefruit seed extract (DF-100) 76 ppm and approximately 150% of (maximum) shelf-life extension effects were found compared with common air storage.

V. Recommendations

To commercialise the results of this studies, it is recommended to reconfirm the availability of utilizing CO₂ gas and application of antimicrobial agents on extension of fish shelf-life through a commercial base scale-up experiments.

And it is also necessary to develop proper packaging materials and carry out economic feasibility studies between preservation systems conducted.

CONTENTS

I. Introduction	23
II. Material and Methods	26
1. Materials	26
2. Methods	27
III. Results and Discussion	32
1. Effects of CO ₂ -modified Atmosphere packaging Storage	32
2. Effects of CO ₂ -saturated sea water storage of wet fishes	51
3. Preservation of fishes using CO ₂ -containing ice	64
4. Application of antimicrobial agents in combination with CO ₂	76
IV. References	107

목 차

제 1 장 서 론	23
제 2 장 재료 및 방법	26
제 1 절 실험재료	26
제 2 절 실험방법	27
제 3 장 결과 및 고찰	32
제 1 절 탄산가스 치환포장의 선도유지효과	32
제 2 절 수빙저장시 탄산가스의 처리효과	51
제 3 절 탄산가스 함유빙에 의한 빙장효과	64
제 4 절 선도유지제와 탄산가스를 병용한 선도유지방법	76
제 4 장 참고문헌	107

제 1 장 서 론

산업 사회의 발전 및 소득 수준의 향상에 따른 식생활 패턴의 변화에 따라 수산가공 식품의 소비도 날로 고급화, 다양화 되어가는 추세이다.

이와 같은 수산 가공품의 소비는 종래의 양적 소비 수요의 차원에서 품질 지향적 소비경향으로 바뀌어가고 있어 원료 상태의 품질을 최대한 신선한 상태로 장기간 유지할 수 있는 기술 개발이 필요하게 되었다.

이러한 측면에서 어패류의 선도저하를 억제하기 위해서는 기존의 저장방법인 빙장법을 재고해 볼 필요가 있다.

빙장법은 식품의 성상을 크게 변화시키지 않고 저장할 수 있는 방법으로 신선한 어패류의 저장방법으로 널리 이용되고 있다.

그러나 일반적인 빙장온도대인 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ 부근에서는 완만하기는 하나 자가소화가 진행되고, 또 미생물, 특히 어패류의 표면에 생육하는 저온세균이 충분히 증식할 수 있으므로 장거리 수송이나 고품질의 유지를 위해서는 새로운 선도유지 기술이 개발되어야 한다.

0°C 전후의 근소한 온도차이가 미생물 활성화에 큰 영향을 미치는 특성을 이용한 빙온저장법, 0°C 바로 아래의 온도에서 저장하는 슈퍼 chilling, -3°C 의 부분 동결법등이 최근들어 부분적으로 보고되어 있으나 아직까지 선도유지의 한계 및 관련 설비와 비용상의 문제 때문에 널리 실용화 되지 못하고 있는 실정이다.

또한 인체에 무해하고 가용성이며, 초저온을 얻을 수 있고, 경제적으로 생산할 수 있는 불활성 기체의 하나인 탄산가스가 자체의 항균 특성에 의해 부

패세균의 증식을 효과적으로 억제하는 것을 이용하여 근년에 들어서 이를 이용한 연구가 진행되고 있다.

미생물의 증식억제와 동시에 유지의 산화방지, 육색의 보존에 유효한 저장방법으로 가스 치환 포장법이 활발히 연구되고 있으며 이는 기체의 조성에 따라 CA저장 (Controlled Atmosphere Storage), MA저장 (Modified Atmosphere Storage), 가압저장 (Hyperbaric Storage), 감압저장 (Hypobaric Storage) 등으로 나눌수 있으며 이들중 MA저장방법이 수산물에 가장 일반적인 저장 방법으로 고려되고 있다.

수산물의 MA저장에 의한 선도유지효과를 연구한 것으로는 Banks 등⁸⁾이 Finfish에 대해, Lannelogue⁹⁾가 Brown Shrimp에 대해, Gtray¹⁰⁾가 Bluefish에 대해 Parkin 등¹⁷⁾이 증자계에 대하여 조사한 것이 있으며 저장중의 미생물에 대해서는 Molin 등²¹⁾이 Atlantic Herring에 대해 Morkhele 등¹⁸⁾이 Rock Cod에 대하여 조사하였으나 이와같은 연구가 국내에서는 전무한 상태이다.

이밖에 기존의 빙장법과는 달리 냉각해수저장법에 의한 선도유지에 관한 연구도 보고되고 있다.

냉각해수 저장법은 -1°C 를 유지하는 냉각해수에 어체를 직접 침지시키는 방법으로 Longard 등⁵⁾(1974)에 의해 연구되었으며 기존의 빙장법에 비해 냉각이 빠르고, 중량감소나 외관의 변형이 적고, 육이 견고해져 가공에 도움이 되며, 적재하거나 하적하기 쉬우며 Shelf-life 연장 측면에서도 좋은 결과를 가져온다고 보고된바 있다.

이에 본 연구에서는 국내에서 주로 식용되고 있는 선어류를 대상으로 하

여 탄산가스를 빙장과 수빙저장에 응용하여 탄산가스포화 수빙저장, 탄산가스 함유빙을 이용한 빙장저장, MA저장, 선도유지제와 탄산가스를 병용한 선어류의 선도유지 시스템 개발에 관한 연구를 수행하여 그 결과를 보고하는 바이다.

제 2 장 재 료 및 방 법

제 1 절 실 험 재 료

본 시험에 사용한 공시어류는 다음 <표 1>과 같다.

Table 1. Raw fishes used in experiments

어 종	영 명	학 명	체 장	체 중	상태	비 고
고등어	Mackerel	Scomber japonicus	34-38 cm	360-385 g	선어	빙 장 시험용
삼 치	Spanish mackerel	Scomberomorus japhonius	45-48	490-555	선어	//
꽁 치	Mackerel pike	Cololabis saira	31-32	110-120	선어	//
참 돔	Red sea bream	Chrysosophrys major	15-20	85-140	선어	//
고등어	Mackerel	Scomber japonicus	34-38	360-385	선어	수 빙 저장용
전갱이	Jack mackerel	Trachurus japonicus	28-30	250-310	선어	//
정어리	Sardine	Sardinops melanosticta	18-22	51-68	선어	//
전 어	Gizzard shad	Clupanodon osdeckii	13-18	32-45	선어	//

어 종	영 명	학 명	체 장	체 중	상태	비 고
도다리	Flounder	Lepidosetta mochigarei	22-28 cm	264-473 g	활어	MAP 저장용
방 어	Yellow tail	Seriola quinqueradiata	63-68	2,100- 3,600	선어	"
참조기	Yellow croaker	Pseudosciaena manchurica	20-25	315-370	선어	"
우 렉	Seaperch	Sebastes hubbsi	29-32	460-605	활어	"
은연어	Silver salmon	Oncorhynchus kisutch	36-43	560-680	선어	"
송 어	Rainbow trout	Salmo gairdnerii irideus	35-40	645-820	활어	"

제 2 절 실험 방 법

1. 시료어의 전처리

시험에 사용한 시료어는 선어의 경우 노랑진 수산시장 또는 부산공동어시장에서 사후 경직상태의 극히 선도가 양호한 상태로 구입 즉시 충분한 양의 쇄빙을 사용하여 빙장처리한 후 실험실로 신속히 운반하여 시험에 공하였다.

활어시료의 경우 구입즉시 교류전기를 사용 즉살처리 후 시험에 사용하였다. 시험방법에 따라 빙장시험 및 수빙저장용 시료는 전어체 상태로 3% 식염수로 수세한 후에, 탄산가스 치환포장(MAP) 시험용 시료는 전어체 또는 아가미와 내장을 제거한 후 3% 식염수로 수세한 다음 시험에 사용하였다.

2. 빙장시험 방법

일반얼음은 금성제빙기를 이용하여 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 크기의 각빙을 제조하여 사용하였다.

탄산가스 포화빙은 일반 수도수에 탄산가스를 충분히 취입하여 pH가 4.0 - 4.2 수준에 달할때 까지 탄산가스를 용해시킨 다음 두께 0.05 mm 의 폴리에틸렌 수지대에 넣어 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 내외의 동결고에 넣어 48시간 동결시킨 다음 쇠빙형태로 쪼개어 시험에 사용하였다.

또한 선도 유지제 첨가빙의 경우 프로피온산의 경우 700ppm, 아스코르브산의 경우 1,000ppm 수준으로, Grapefruit seed extract제제(상품명 DF-100, Brookside사제)의 경우 75ppm수준이 되도록 용해시킨 후 탄산가스 포화빙과 같은 방법으로 제빙하여 실험에 사용하였다.

빙장 시험용 용기는 방열성 스티로폼 ($30\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 25\text{ cm}$) 용기의 밑바닥에 직경 3 cm 의 구멍을 뚫은다음 얼음과 시료어체를 번갈아 가면서 적절히 빙장하여 실온조건에서 방치하면서 빙장시험을 실시하였으며 얼음과 어체의 사용비율은 중량기준 1.5 - 2:1 수준이 되도록 하였다.

3. 수빙저장 시험

$40\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 크기의 뚜껑이 있는 사각 플라스틱 용기에 물과 얼음을 가하여 적정온도로 냉각한 용액에 어체를 침지한 후 $-1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $3 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 및 $5 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 가 유지되는 냉장 온도조건에서 방치하면서 저장시험을 행하였다.

수빙저장시 탄산가스의 포화수 처리구는 미리 탄산가스를 충분히 포화 용해시킨 물을 사용하였으며 어체 침지후 뚜껑을 밀봉하여 용존 탄산가스의

취입을 억제하였으며 1일 1회씩 탄산가스의 취입 용해 조작을 시험기간 동안 되풀이 하였다.

선도유지제 처리구의 경우 빙장시험에 사용한 동일 농도의 수용액을, 염 농도별 시험 처리구는 3%, 6% 및 8% 식염수를 조제하여 시험에 공하였다.

4. 가스치환 포장시험

나이론/PVC/PP를 각각 $20\mu\text{m}/60\mu\text{m}/50\mu\text{m}$ 의 두께가 되도록 3중 적층한 Laminated비닐 bag에 어체를 넣은 다음 진공 및 가스치환 포장기를 사용하여 탄산가스를 충전한 후 $2-3^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 냉장고에 저장하면서 저장시험을 행하였다.

시험에 사용한 탄산가스는 순도 99.99%의 탄산가스와 탄산가스:질소:산소의 비율이 60:20:20이 되도록 혼합 충전된 가스(이상 유니온 가스사 제품)를 구입 사용하였다.

MAP 포장전 선도 유지제의 침지 처리는 빙장 시험에 사용된 선도 유지제의 동일 농도 용액에 각각 10분간 침지하고 다공성 용기에 올려 10분간 수절한 후 가스 충전포장 및 저장시험을 행하였다.

5. 분석항목 및 분석방법

가. 휘발성 염기질소 및 트리메틸아민³³⁾

휘발성 염기질소는 어육 5g과 4% Trichloroacetic acid 용액 20ml를 호모게나이저 수기에 넣고 3분간 균질화한후 여과하여 단백질을 제거한 후 여과액 1ml를 취해 콘웨이유니트내에서 포화 K_2CO_3 및 HCHO를 첨가하여 이때 발생하는 암모니아를 0.01N-HCl로 적정하여 조사하였다.

나. 핵산 관련 물질의 함량

HPLC를 이용한 수산 식품의 핵산 관련 물질분석에 관한 연구는 李등(1985)에 의한 방법이 있으나 주요 정미성분인 IMP와 GMP가 분리되지 않는 결점이 있다. 따라서 본 실험에서는 HPLC를 이용하여 고양 이 뇌세포의 Nucleotide분석을 한 Han등³⁵⁾의 방법을 일부 변경하여 GMP와 ATP 관련물질 분석을 동시에 시도한 결과 그림 1과 같이 ADP와 AMP가 겹쳐 나왔으나 주요 정미성분인 GMP와 IMP의 분리가 가능하였으며 GMP와 ATP분해 물질의 분석이 20분 이내에 가능하였다.

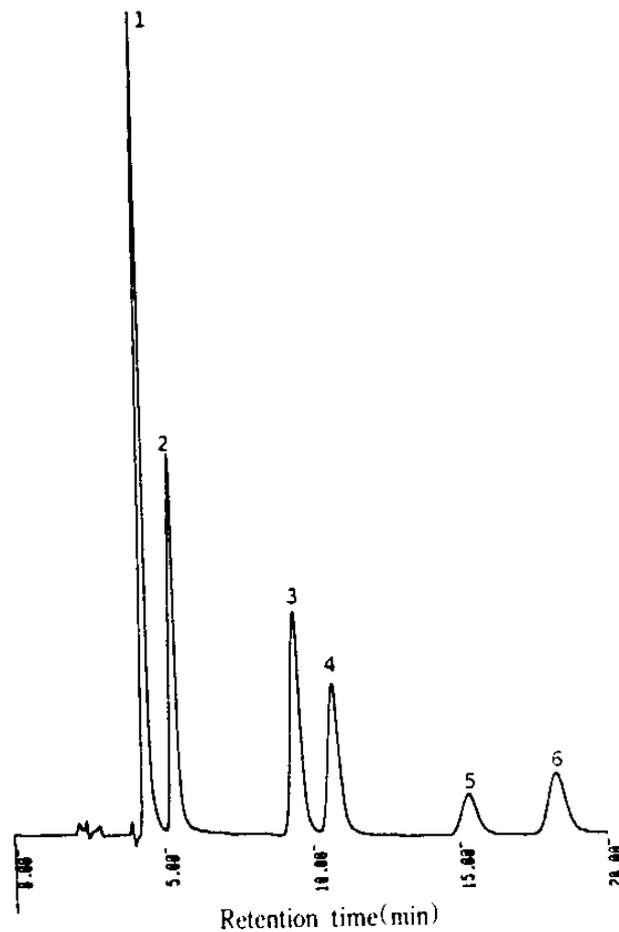


Fig. 1. High performance liquid chromatogram of authentic mixture of GMP and ATP degradation compounds
1; hypoxanthine, 2; ADP+AMP, 3; inosine, 4; GMP, 5; ATP, 6; IMP

다. P.O.V

P.O.V측정은 AOAC법으로 측정하였다.

라. 어육의 PH변화

어육 10 g와 증류수 50 ml를 호모게나이저로 균질화한후 PH Meter(ORION Model SA 520)으로 측정하였다.

마. 관능검사

저장중 어체의 선도를 조사하기 위해 저장기간에 따른 어체의 냄새, 표피 성상, 눈의 탁도, 색, 조직 경도, 아가미색 및 아가미 냄새를 10인으로 조직된 전문요원으로 하여금 5점 평점법(5점:아주 좋다, 3점:보통이다, 1점:아주 나쁘다)으로 평점케 하여 각처리 조건별로 선도의 정도를 평가하였다.

바. 생균수 측정

어육중 생균수 측정은 표준 한천 배양매지에 심진단계로 희석한 시료액 1 ml를 도포하고 37℃에서 3일간 배양후 집락수로서 계산하였다. 이때 식염의 첨가량은 3%를 첨가하여 사용하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 탄산가스 치환포장의 선도유지 효과

1. 시료어의 일반적 성장과 초기선도

시험에 사용한 시료어는 활어나 선어로 대중적 소비기호성이 높은 방어 등 고급어종 6종으로서 어종별 일반적 성장 및 초기선도는 다음 <표 2>와 같다.

시료어의 일반성분조성은 수분 69.3 ~ 76.8%, 조단백질 19.8 ~ 22.5%, 조지방 1.2 ~ 6.4% 범위로 어종에 따라 지방함량에 차이가 있었으나 단백질 함량은 유사한 수준을 나타내었다.

초기 신선도는 안구나 표피의 색, 육의 탄력, 냄새 및 외관 등 관능적 선도는 모두 극히 신선한 상태를 나타내었으나 화학적 및 미생물학적 선도지표값은 어종간에 각기 다르게 나타났다.

휘발성염기태 질소(VBN)와 트리메칠아민태 질소(TMA-N) 및 K-값(K-Value)에 있어서는 각각 6.25 ~ 11.43 mg%, 0.87 ~ 2.90 mg%, 15.23 ~ 28.52% 범위의 수준을 나타내어 모두 극히 신선한 상태였으며 근육중의 총균수 수준도 9당 110 ~ 420 수준이었다.

다만 참조기의 경우 화학적 지표 및 총균수의 값이 모두 타 어종보다 높게 나타났는데 이는 참조기의 어업 특성상 어획후 양육까지의 지체소요시간이 타어종보다 길어지는 특성때문으로 사료되었다.

Table 2. Proximate compositions and initial freshness of raw fish used in CO₂-modified atmospheric storage trials .

Species	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	VBN (mg%)	TMA (mg%)	K-Value (%)	Viable cell count, N/g
Yellow tail	69.4	22.5	6.4	9.11	1.10	23.39	1.1×10^2
Rainbow trout	73.8	21.0	3.4	7.00	1.50	17.02	4.0×10^2
Sea perch	74.2	19.8	3.9	7.25	1.63	16.29	4.2×10^2
Yellow croaker	74.9	20.3	3.5	11.43	2.90	28.52	3.7×10^4
Silver salmon	73.6	20.8	3.9	8.08	1.02	20.25	2.0×10^2
Flounder	76.8	20.4	1.2	6.25	0.87	15.23	1.0×10^2

2. 탄산가스 치환포장에 의한 선도유지 효과

가. 어종별 선도저하 특성

공시 어종별로 선도가 저하하는 특성을 파악하기 위하여 2~3℃의 냉장조건에서 방치하면서 각종 선도지표 성분의 변화를 조사한 결과는 <그림 2> 및 <표 3-8>에 나타낸 바와 같다.

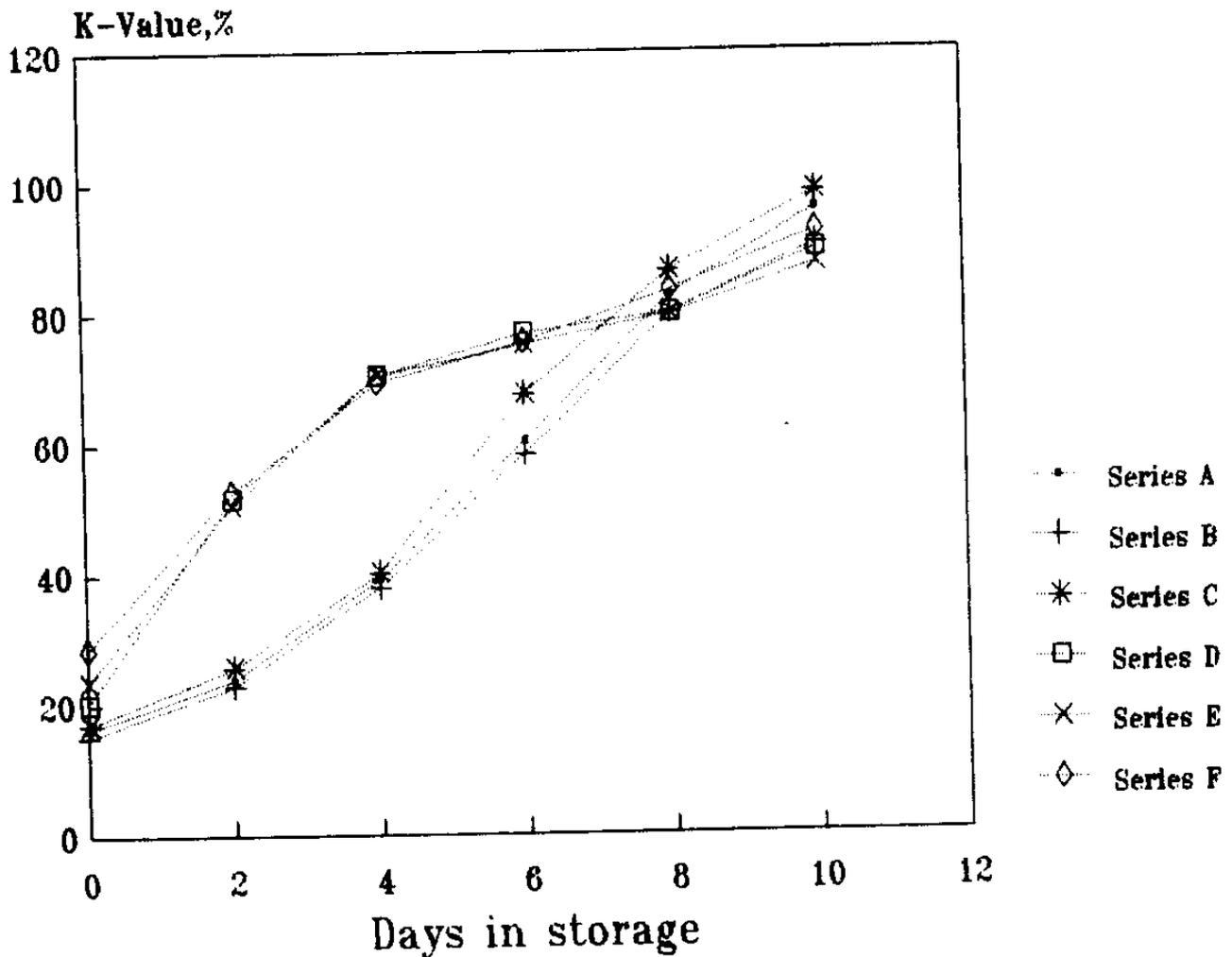


Fig.2. Changes in K-value during refrigeration(2-3℃) of wet fishes by species.
(A:Sea perch, B:Flounder, C:Rainbow trout, D:Silver salmon, E:Yellow tail, F:Yellow croaker)

〈그림 2〉에서와 같이 일반 공기조성조건에서 냉장했을때의 공시어류의 어종별 선도저하특성은 각기 상이하게 나타났는 바 우럭, 도다리, 송어의 경우 초기선도의 저하속도가 비교적 완만하여 식용에 적합한 한계선도수준 (K - 값으로서 60%수준)에 도달하는 시간은 6일 전후로 나타났다.

이에 반하여 연어, 방어, 조기 등은 초기선도의 저하속도가 상대적으로 빨라 3일 전후에 식용한계 선도수준에 달하였는데 이는 공시어종의 육특성 및 초기 선도수준의 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

이와같은 경향은 기존의 어류 선도관련 연구에서 일반적으로 알려진 특성과도 유사하여 어류의 사후 화학적변화속도가 선도가 저하할수록 경시적으로 가속적 증가경향을 보이는 현상과 일치됨을 알 수 있었다.

선도 지표별로는 다음 〈표 3 - 8〉에 나타낸 바와같이 대체적으로 K - 값의 경시적변화와 유사한 경향을 나타내었으며 지질의 산화와 변색 및 향미변화의 원인지표 성분으로서 유지의 과산화물가 변화도 대체적으로 여타 선도지표의 변화양상과 비슷하였으나 송어 등 다지방어류가 다소 빠른속도로 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 3. Changes in freshness during storage of yellow tail at 2~3°C

Freshness	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
Index						
VBN, mg%	9.11	11.43	15.43	21.75	26.57	31.35
TMA, mg%	1.10	1.87	2.57	3.10	3.00	4.78
K-Value, %	23.39	50.51	70.60	75.26	79.77	87.25
POV, mepv/kg	6.82	9.25	13.87	15.81	30.76	51.87
V.C.C, N/g *	1.1×10^2	2.0×10^3	2.7×10^3	3.1×10^4	5.1×10^5	3.1×10^7

* Viable cell count

Table 4. Changes in freshness during storage of Rainbow trout at 2~3°C

Freshness Index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%	7.00	9.27	12.05	17.25	30.10	43.27
TMA, mg%	1.50	2.04	2.70	3.36	5.62	7.30
K-value, mg%	17.02	25.62	40.17	67.53	86.27	98.25
POV, meqv/kg	5.62	12.03	18.30	22.67	40.25	77.87
V.C.C, N/g *	4.0×10^2	9.7×10^3	8.2×10^3	8.2×10^5	1.0×10^7	6.8×10^7

* Viable cell count

Table 5. Changes in freshness during storage of Seaperch at 2~3°C

Freshness Index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%	7.25	9.14	12.37	17.28	28.86	40.27
TMA, mg%	1.63	2.09	2.68	3.25	4.78	6.93
K-value, %	16.29	23.76	39.25	60.37	82.62	95.72
POV, meqv/kg	5.01	11.03	16.20	21.05	37.64	60.25
V.C.C, N/g *	4.2×10^2	1.0×10^3	7.2×10^3	5.6×10^5	7.4×10^6	3.2×10^7

* Viable cell count

Table 6. Changes in freshness during storage of Yellow croaker at 2 ~ 3°C

Freshness Index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%	11.40	24.47	35.67	47.88	62.31	78.28
TMA, mg%	2.90	4.41	9.38	18.56	31.33	38.25
K-value, %	28.53	52.44	69.46	75.66	83.20	92.35
POV, meqv/kg	9.27	16.87	29.38	40.95	57.82	63.63
V.C.C, N/g *	3.7×10^4	9.6×10^4	2.1×10^6	7.8×10^7	5.4×10^9	8.3×10^{10}

* Viable cell count

Table 7. Changes in freshness during storage of Silver salmon at 2 ~ 3°C

Freshness Index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%	8.03	10.43	15.32	22.76	26.58	32.36
TMA, mg%	1.02	1.82	2.56	3.12	3.72	4.90
K-value, %	20.25	51.52	70.60	76.87	79.85	89.38
POV, meqv/kg	6.62	9.75	14.27	20.98	32.77	56.25
V.C.C, N/g *	2×10^2	5×10^3	6.7×10^3	4.4×10^4	6.6×10^5	7.1×10^7

* Viable cell count

Table 8. Changes in Freshness during storage of Flounder at 2~3 °C

Freshness Index	Storage Periods in Days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%	6.25	8.14	11.25	15.26	25.36	45.91
TMA, mg%	0.87	1.09	1.32	2.02	3.72	5.89
K-Value, %	15.21	22.78	37.83	58.26	79.88	90.27
POV, meqv/kg	4.49	10.21	15.88	21.80	39.50	58.60
V.C.C, N/g *	1.0×10^2	8.2×10^2	3.4×10^3	1.2×10^5	4.4×10^6	9.1×10^6

* Viable cell count

나. 가스 조성별 선어류의 냉장시 선도 유지 특성

탄산가스 치환포장 선어류의 선도유지 효과를 조사하기 위해 방어등 선어류 6종을 무처리 (Control), 탄산가스 100% 치환포장 및 혼합가스 치환포장 (탄산가스 60% + 질소 20% + 산소 20%) 처리구로 구분하여 2~3℃ 조건에서 냉장하면서 주요 선도지표들의 변화양상을 조사한 결과는 다음 <그림 3>에 나타내었다.

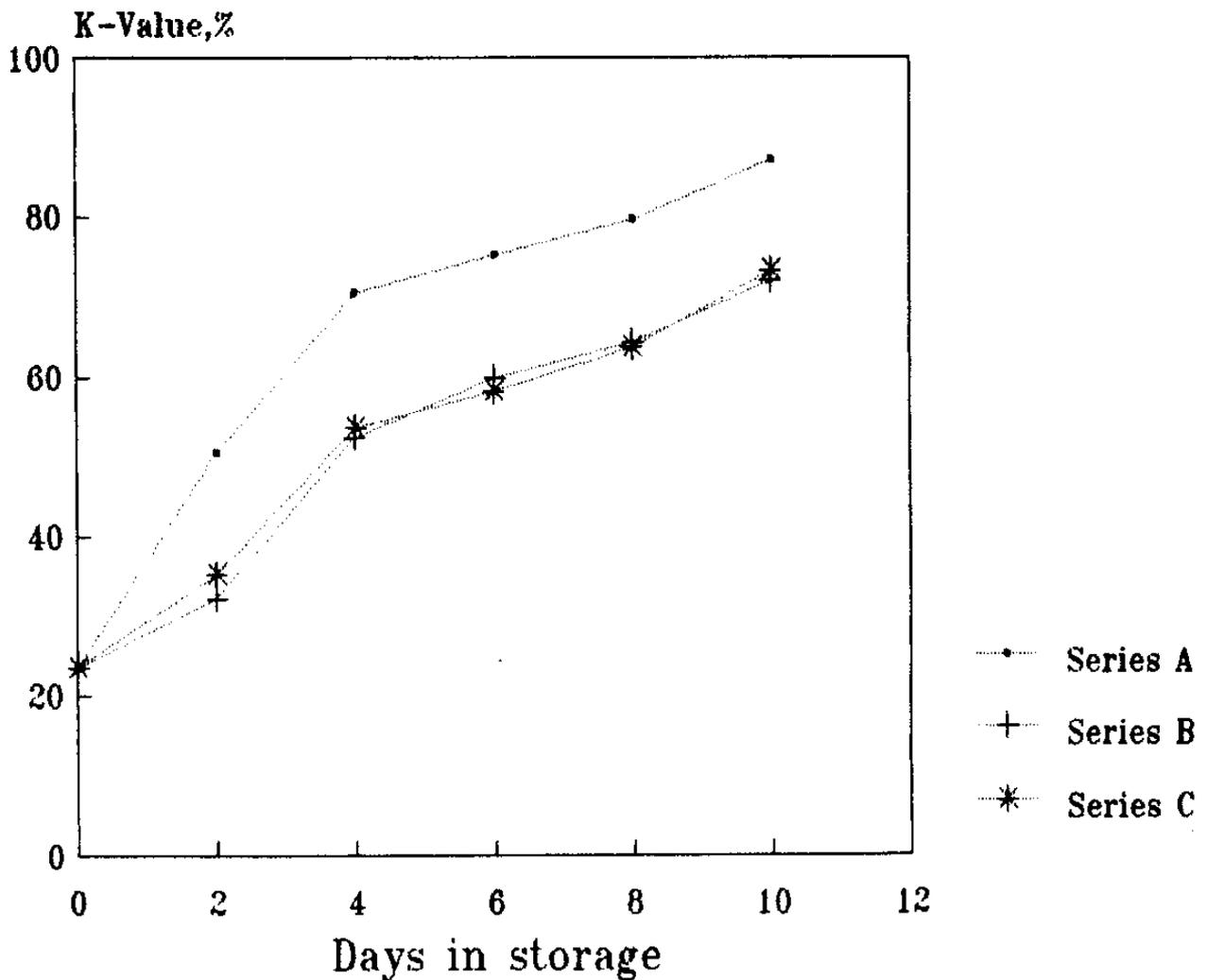


Fig.3. Changes in K-value during refrigeration(2~3℃) of yellow tail packed with different gas composition.

(A:Air, B:CO₂ 100%, C:CO₂ 60% + N₂ 20% + O₂ 20%)

〈그림 3〉에 나타낸 바와 같이 공시어인 방어의 냉장시 탄산가스 치환 포장의 선도유지 효과는 K-값을 기준으로 판단할 때 무처리 대조구와 비교하여 매우 높은 것을 알 수 있었다.

무처리 냉장시료의 경우 관능적인 선도 변화 〈그림 4〉와 K값을 기준으로 하여 식용 선도한계로 추정되는 K-값 60% 수준에 달하는데 약 3일이 소요된 반면 탄산가스를 100% 치환하여 포장한 냉장 처리시료는 약 6일이 소요되어 거의 100% 정도의 선도 유지기간 연장 효과를 관찰할 수 있었다.

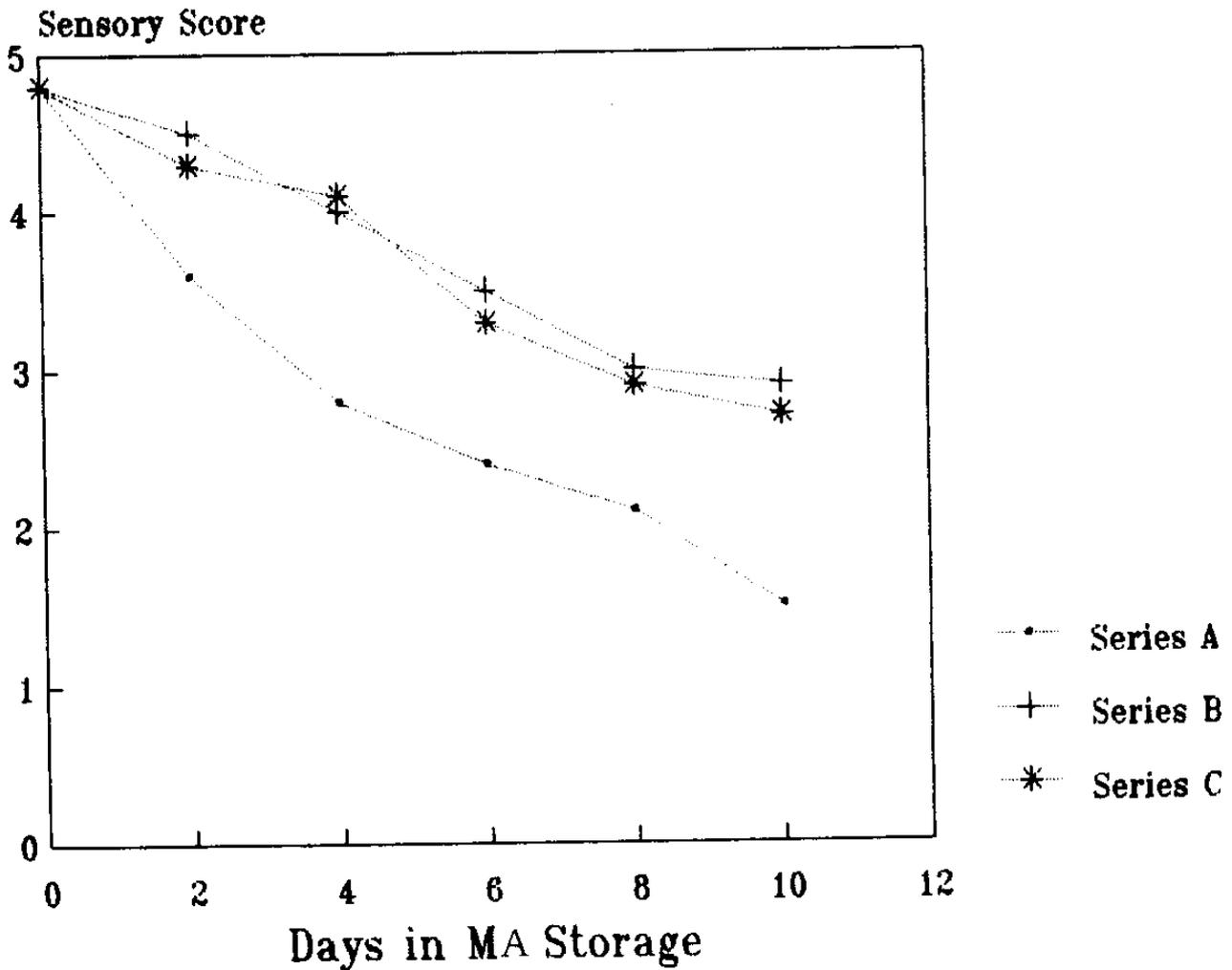


Fig. 4. Changes in organoleptic freshness score during refrigeration of yellow tail packed with different gas composition.

(A: air B: CO₂ 100%, C: CO₂ 60% + N₂ 20% + O₂ 20%)

이와 같은 탄산가스 치환포장의 효과를 가스농도나 조성에 따라 비교 검토하기 위해 예비 시험 및 선행 연구 결과 선도유지 효과에 있어서 유의한 차이를 보이지 않고 혐기적 식중독 미생물의 생육억제에 유효한 gas 조성으로 알려진^{10, 12, 13}혼합가스(탄산가스 100% + 질소 20% + 산소 20%) 포장 처리구와 비교시험을 실시한 결과 K-값의 변화 패턴이 거의 동일한 수준으로 나타났다.

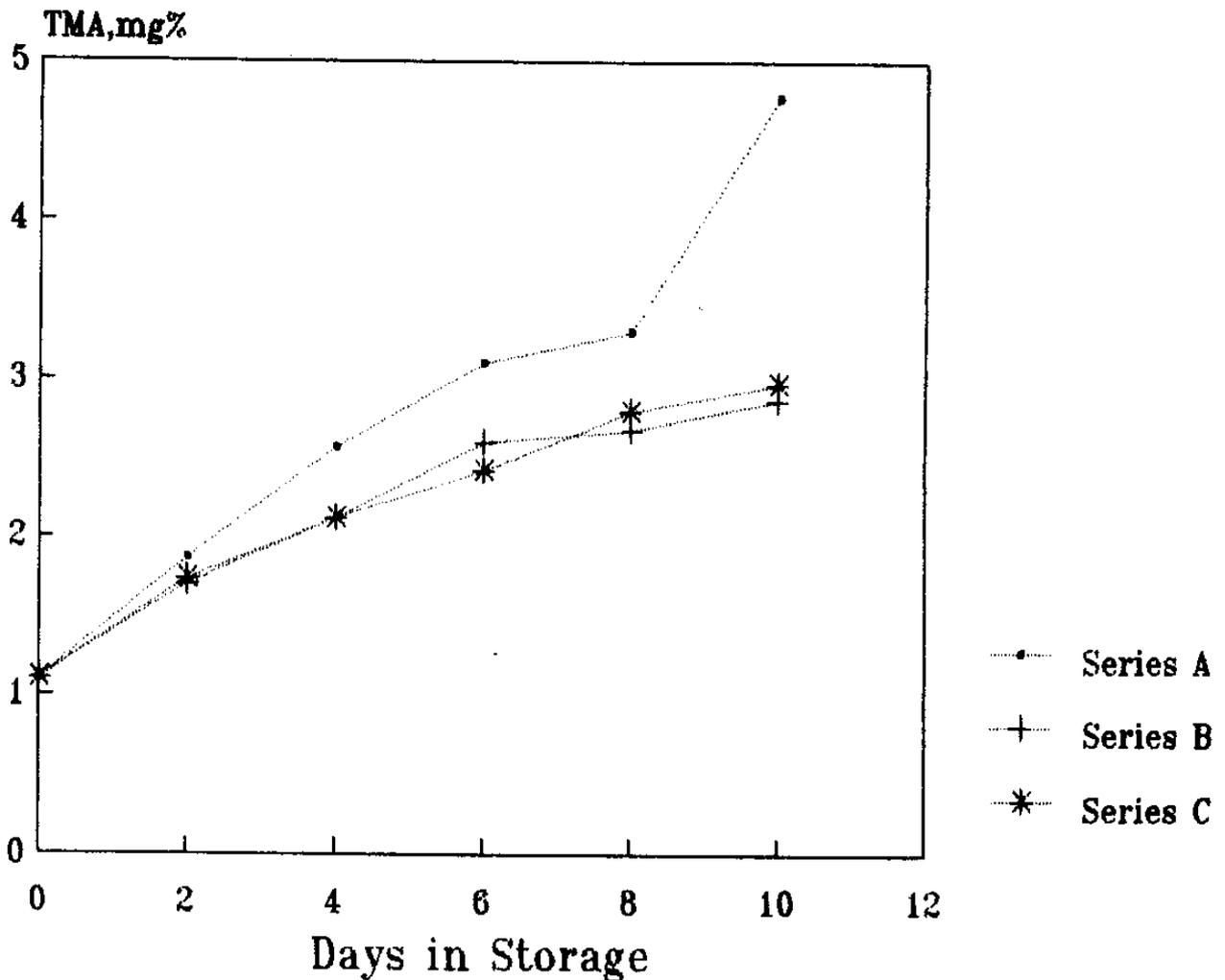


Fig. 5. Changes in TMA during CO₂-modified MAP storage of Yellow tail at 2~3°C.

(A: Air, B: CO₂ 100%, C: CO₂ 60% + N₂ 20% + O₂ 20%)

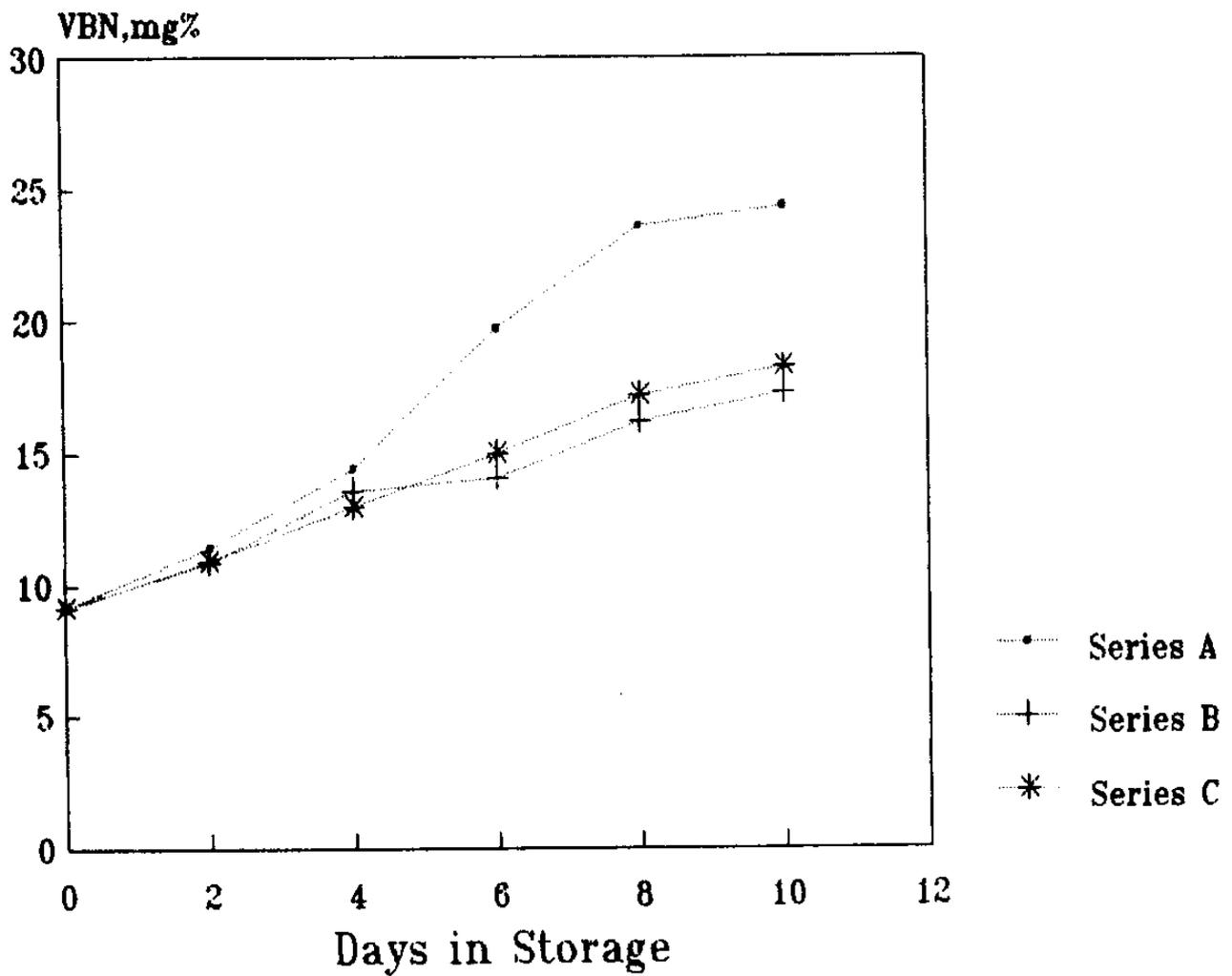


Fig.6. Changes in VBN during CO₂-modified MAP storage of Yellow tail at 2~3°C.

(A:Air, B:CO₂ 100%, C:CO₂ 60% + N₂ 20% + O₂ 20%)

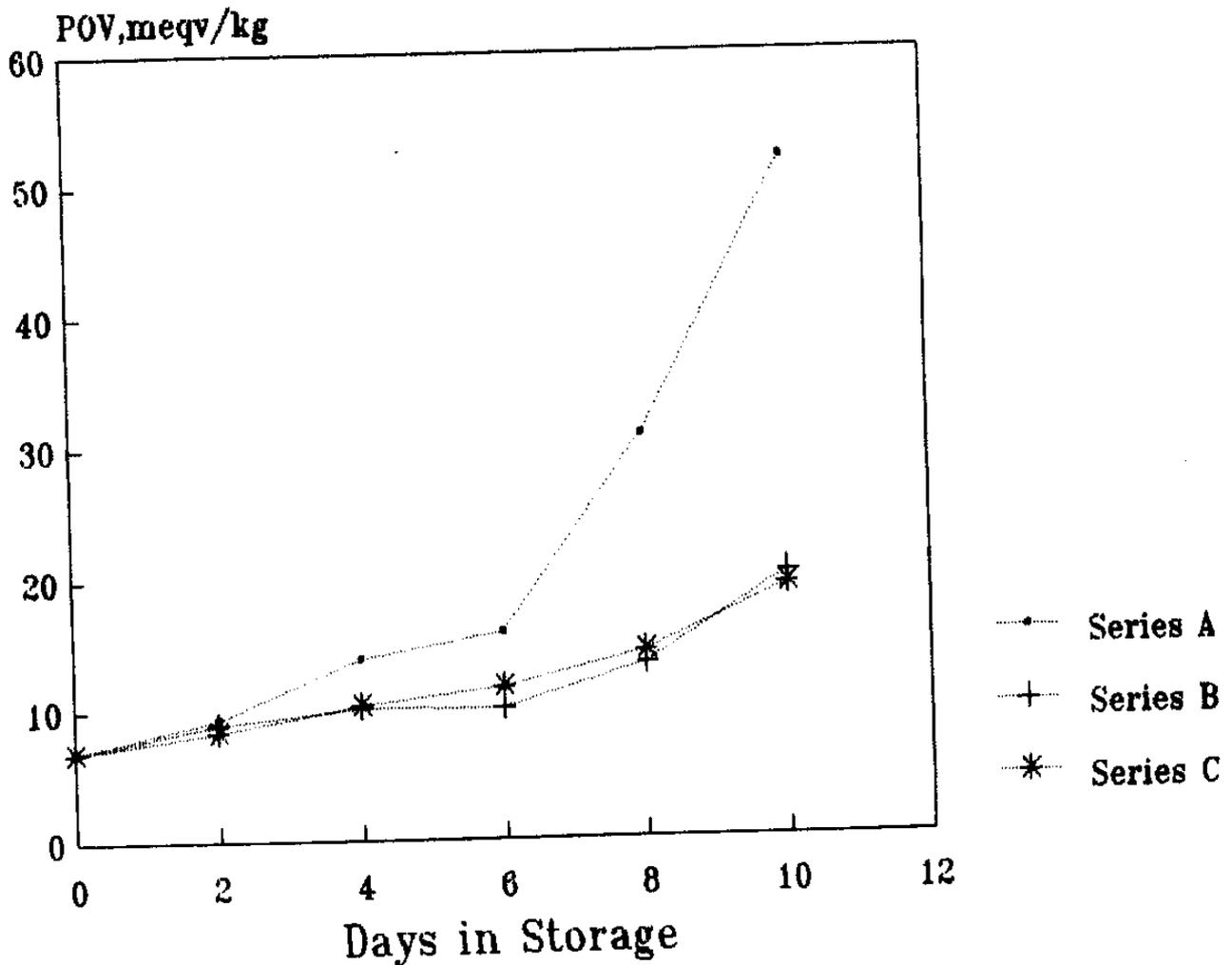


Fig.7.Changes in POV during CO₂-modified MAP storage of Yellow tail at 2~3°C.

(A:Air, B:CO₂ 100%, C:CO₂ 60%+N₂ 20%+O₂ 20%)

이와 같은 탄산가스 처리구별 방어 냉장시 K값의 변화 패턴은 여타 선도지표인 휘발성 염기태 질소(VBN), 트리메칠아민태 질소(TMA-N) 등과는 대체적으로 유사한 경향을 보였으나 경시적 변화속도에 있어서는 지표간에 다소 차이를 보였다(그림 5-7).

이와 같은 가스 조성별 탄산가스 치환 포장의 냉장시 선도유지 효과를 어종별로 시험한 결과는 다음 <표 9-14>에 나타내었다.

Table 9. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Flounder at 2~3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.25	8.14	11.25	15.62	25.36	45.91
b)	6.25	7.10	8.75	10.20	11.87	13.58
c)	6.25	7.02	8.75	10.24	11.80	13.00
TMA, mg%						
a)	0.87	1.09	1.32	2.02	3.72	5.89
b)	0.87	1.00	1.07	1.28	1.57	2.04
c)	0.87	1.01	1.07	1.20	1.59	2.00
K-value, %						
a)	15.21	22.78	37.83	58.26	79.88	90.27
b)	15.21	19.21	23.25	30.18	39.95	55.25
c)	15.21	20.11	24.78	33.75	40.21	57.28
POV, meqv/kg						
a)	4.49	10.21	15.88	21.80	35.50	58.60
b)	4.49	6.52	8.53	10.35	13.50	14.70
c)	4.49	6.40	9.00	10.87	12.50	14.67
V.C.C, N/g*						
a)	1.0×10^2	8.2×10^2	3.4×10^3	1.2×10^5	4.4×10^6	9.1×10^6
b)	1.0×10^2	4.0×10^2	9.1×10^2	2.7×10^3	8.8×10^3	6.2×10^4
c)	1.0×10^2	5.7×10^2	8.9×10^2	3.0×10^3	1.0×10^4	7.2×10^4

* Viable cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100% + N₂ 20% + O₂ 20%

c) CO₂ 60%

Table 10. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Yellow croaker at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	11.40	24.47	35.67	47.88	62.31	78.28
b)	11.40	13.88	17.25	30.01	46.25	58.95
c)	11.40	14.00	18.20	32.87	43.27	55.01
TMA, mg%						
a)	2.90	4.41	9.38	18.56	31.33	38.25
b)	2.90	3.61	5.21	7.98	15.17	28.56
c)	2.90	3.82	6.25	8.27	13.85	30.10
K-value, %						
a)	28.53	52.44	69.45	75.66	83.20	92.35
b)	28.53	48.31	56.72	67.12	79.57	85.62
c)	28.53	46.88	53.33	67.00	81.25	84.25
POV, meqv/lcg						
a)	9.27	16.87	29.38	40.95	57.82	63.63
b)	9.27	11.25	13.03	14.48	18.63	26.54
c)	9.27	12.31	13.00	14.98	20.21	27.78
V.C.C, N/g*						
a)	3.7×10^4	9.6×10^4	2.1×10^6	7.8×10^7	5.4×10^9	8.3×10^{10}
b)	3.7×10^4	6.5×10^4	1.9×10^5	7.5×10^5	8.2×10^6	7.4×10^7
c)	3.7×10^4	7.7×10^4	2.2×10^5	9.2×10^5	7.8×10^6	8.2×10^7

* Viable cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100% + N₂ 20% + O₂ 20%

c) CO₂ 60%

Table 11. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Yellow tail at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	9.11	11.43	14.43	19.75	23.57	24.35
b)	9.11	10.89	13.57	14.07	16.20	17.30
c)	9.11	10.92	13.00	14.98	17.20	18.27
TMA, mg%						
a)	1.10	1.87	2.57	3.10	3.30	4.78
b)	1.10	1.70	2.12	2.60	2.68	2.80
c)	1.10	1.73	2.12	2.42	2.80	2.97
K-value, %						
a)	23.39	50.51	70.60	75.26	79.77	87.25
b)	23.39	32.12	52.49	60.01	64.49	72.15
c)	23.39	35.27	53.78	58.27	63.78	73.27
POV, meqv/kg						
a)	6.82	9.25	13.87	15.81	30.76	51.87
b)	6.82	8.88	10.11	10.00	13.27	20.12
c)	6.82	8.29	10.29	11.63	14.27	19.25
V.C.C, N/g *						
a)	1.1×10^2	2.0×10^3	2.7×10^3	3.1×10^4	5.1×10^5	3.1×10^7
b)	1.1×10^2	1.9×10^2	2.1×10^2	2.4×10^3	4.6×10^4	2.6×10^5
c)	1.1×10^2	2.0×10^2	2.8×10^2	3.6×10^3	7.6×10^4	8.2×10^5

* Viable cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100 %

c) CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %

Table 12. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Silver Salmon at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg %						
a)	8.03	10.43	15.32	22.76	26.58	32.36
b)	8.03	9.84	12.79	16.42	17.25	18.20
c)	8.03	9.92	12.37	14.27	18.27	18.77
TMA, mg %						
a)	1.02	1.82	2.56	3.12	3.72	4.90
b)	1.02	1.65	2.13	2.65	2.85	2.30
c)	1.02	1.70	2.16	2.43	2.80	2.32
K-Value, %						
a)	20.25	51.52	70.60	76.87	79.85	89.38
b)	20.25	33.25	52.48	60.21	64.25	73.25
c)	20.25	36.27	54.25	59.87	65.37	74.27
POV, meqV/kg						
a)	6.62	9.75	14.27	20.98	32.77	56.25
b)	6.62	8.90	11.20	12.57	14.25	20.12
c)	6.62	8.31	11.00	12.63	14.25	20.26
V.C.C, N/g *						
a)	2.0×10^2	5.0×10^3	6.7×10^3	4.4×10^4	6.6×10^5	7.1×10^7
b)	2.0×10^2	2.9×10^2	3.2×10^2	2.7×10^3	6.2×10^4	3.6×10^5
c)	2.0×10^2	3.0×10^2	4.2×10^2	3.2×10^3	7.3×10^4	5.5×10^5

* Vialue cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100 %

c) CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %

Table 13. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Rainbow trout at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg %						
a)	7.00	9.27	12.05	17.25	30.10	43.27
b)	7.00	8.00	9.05	10.78	14.25	15.01
c)	7.00	8.06	9.58	13.02	15.27	17.25
TMA, mg %						
a)	1.50	2.04	2.70	3.36	5.62	7.30
b)	1.50	2.00	2.10	2.31	2.54	3.42
c)	1.50	2.12	2.46	3.00	3.42	3.98
K-value, %						
a)	17.02	25.62	40.17	67.53	86.27	98.25
b)	17.02	21.25	24.62	31.25	42.15	58.25
c)	17.02	22.27	25.01	35.60	44.67	60.27
POV, meqv/kg						
a)	5.62	12.03	18.30	22.67	40.25	77.87
b)	5.62	7.25	10.47	12.85	14.68	18.72
c)	5.62	7.48	10.95	13.67	16.42	18.00
V.C.C, N/g*						
a)	4.0×10^2	9.7×10^3	8.2×10^3	8.2×10^5	1.0×10^7	6.8×10^7
b)	4.0×10^2	8.2×10^2	3.3×10^3	7.2×10^3	6.2×10^4	3.2×10^5
c)	4.0×10^2	1.0×10^3	5.6×10^3	2.0×10^4	4.9×10^5	8.3×10^5

* Viable cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %

c) CO₂ 60 %

Table 14. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Sea perch at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg %						
a)	7.25	9.14	12.37	17.28	28.86	40.27
b)	7.25	8.12	9.25	10.31	13.25	14.95
c)	7.25	8.02	9.38	11.01	13.03	15.26
TMA, mg %						
a)	1.63	2.04	2.68	3.25	4.78	6.93
b)	1.63	1.97	2.12	2.62	2.25	3.27
c)	1.63	2.03	2.21	2.73	2.63	3.31
K-value, %						
a)	16.29	23.76	39.25	60.37	82.62	95.72
b)	16.29	20.21	23.28	30.18	40.25	56.27
c)	16.29	20.33	24.27	34.27	41.27	58.75
POV, meqv/kg						
a)	5.01	11.03	16.20	21.05	37.64	60.25
b)	5.01	6.83	9.20	11.00	14.78	15.62
c)	5.01	6.28	9.37	11.25	15.62	17.00
V.C.C, N/g*						
a)	4.2×10^2	1.0×10^3	7.2×10^3	5.6×10^5	7.4×10^6	3.2×10^7
b)	4.2×10^2	7.0×10^2	2.1×10^3	6.8×10^3	2.5×10^4	1.2×10^5
c)	4.2×10^2	9.2×10^2	4.8×10^3	9.5×10^3	4.8×10^4	5.8×10^5

* Viable cell count

a) Control (Air)

b) CO₂ 100 %

c) CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %

이와 같이 선어류의 선도유지를 위한 MAP 관련 선행연구들은 국내에서는 찾아보기 힘들다. 서구 선진국의 경우 다양한 어종과 조건으로 실험한 결과들이 보고되고 있다.

Banks 등⁸⁾은 멕시코만의 Finfish를 공시어로 하여 4°C 조건에서 탄산가스 MAP 저장시험을 행한 결과 탄산가스 치환포장이 VBN치를 낮추는 효과가 있을뿐 아니라 *Pseudomonas spp.*와 같은 그람 음성균의 생육저해, *Lactobacillus*와 같은 그람 양성균의 생육촉진 효과와 함께 선도 유지기간 연장효과가 인정되었다고 보고한바 있다.

또한 Gray 등⁹⁾은 대서양산 Perch, Seatrout, Croaker, Bluefish 등 4종의 어류를 대상으로 1.1°C 조건에서 탄산가스 치환포장 저장시험을 실시한 결과 MAP 방법은 빙장포장법보다 45~55%의 선도유지 기간연장 효과가 있었는데 이는 주로 저온세균증식의 lag phase 연장, 대수주기에서의 저온 세균의 성장을 감소에 기인하고 10일 저장시료의 경우 탄산가스 치환포장시 *Vibrio parahaemolyticus*의 수준은 무시할 정도였으며 살모넬라균이나 포도상구균류는 검출되지 않았다고 보고하였다.

이외에도 대구의 율렛¹⁴⁾, 연어²²⁾, Cray fish¹⁶⁾, 불락류²²⁾, 넙치류⁵⁾ 등을 시료로한 많은 연구결과들이 있는데 대체적으로 0.2~4°C의 MAP 저장에 의해 어종에 따라 2일~14일까지의 shelf-life 연장효과가 있었으며 이와같은 MAP 저장효과는 저온일수록 우수하였다고 하여 본 시험결과와 유사한 결론임을 알 수 있었다.

제 2 절 수빙저장시 탄산가스의 처리효과

1. 시료어의 일반적 성상과 초기 선도

수빙저장에 사용한 공시어류의 일반적 성분조성 및 초기선도는 다음 <표 15>에 나타낸 바와 같다.

일반성분 조성은 수분이 69.1 ~ 73.2%, 조단백질 함량이 19.0 ~ 22.1%, 조지방 함량이 2.7 ~ 11.3% 범위로서 어종간에 성분의 차이가 심하였으며 특히 정어리는 지방함량이 높았다.

어종별 초기선도는 관능적으로는 모두 극히 신선한 상태를 나타내었으나 화학적, 미생물학적 선도지표값은 어종간에 상당한 차이를 보였으며 정어리의 경우 생균수가 특히 적었다.

Table 15. Proximate composition and initial freshness of raw fishes used in CO₂-modified ISW* storage trials(edible portion)

Species Composition	Mackerel	Jack mackerel	Sardine	Gizzard shad
Moisture, %	69.1	70.5	68.2	73.2
Crude protein, %	19.7	20.6	19.0	22.1
Crude fat, %	9.9	7.3	11.3	2.7
VBN, mg %	6.40	6.30	7.87	7.32
TMA, mg %	1.60	1.55	1.75	1.64
K-value, %	17.01	16.21	18.37	20.47
Vibale cell count, N/g	1.5×10^3	4.8×10^3	8.6×10^2	6.3×10^3

* Iced Sea Water

2. 어종에 따른 선어류의 수빙저장 특성

고등어, 전갱이, 정어리, 진어 등 대중 기호성이 높으나 쉽게 선도가 저하되는 다확성 적색육 어류들을 대상으로 하여 선어상태를 유지하면서 열 전달이 용이하고 쉽게 저온상태를 유지할 수 있는 조건으로서 해수에 얼음을 가한 냉각해수에 공시어류를 빙장하는 가칭 수빙저장(이하 수빙저장-Iced sea water storage, ISW로 칭함) 시험을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

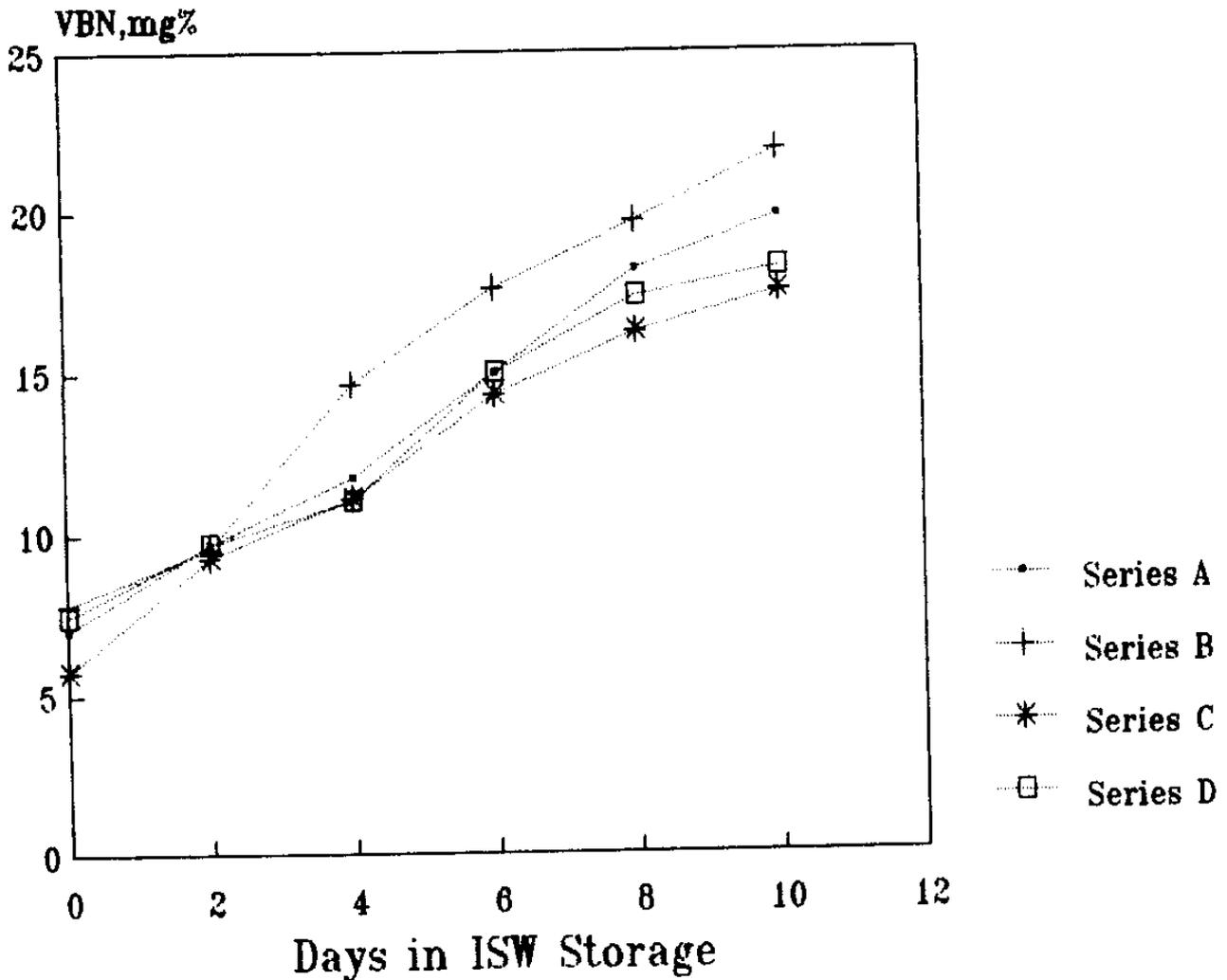


Fig. 8. Changes in VBN during ISW storage of wet fishes at 3°C. (A: Mackerel, B: Jack mackerel, C: Sardine, D: Gizzard shad)

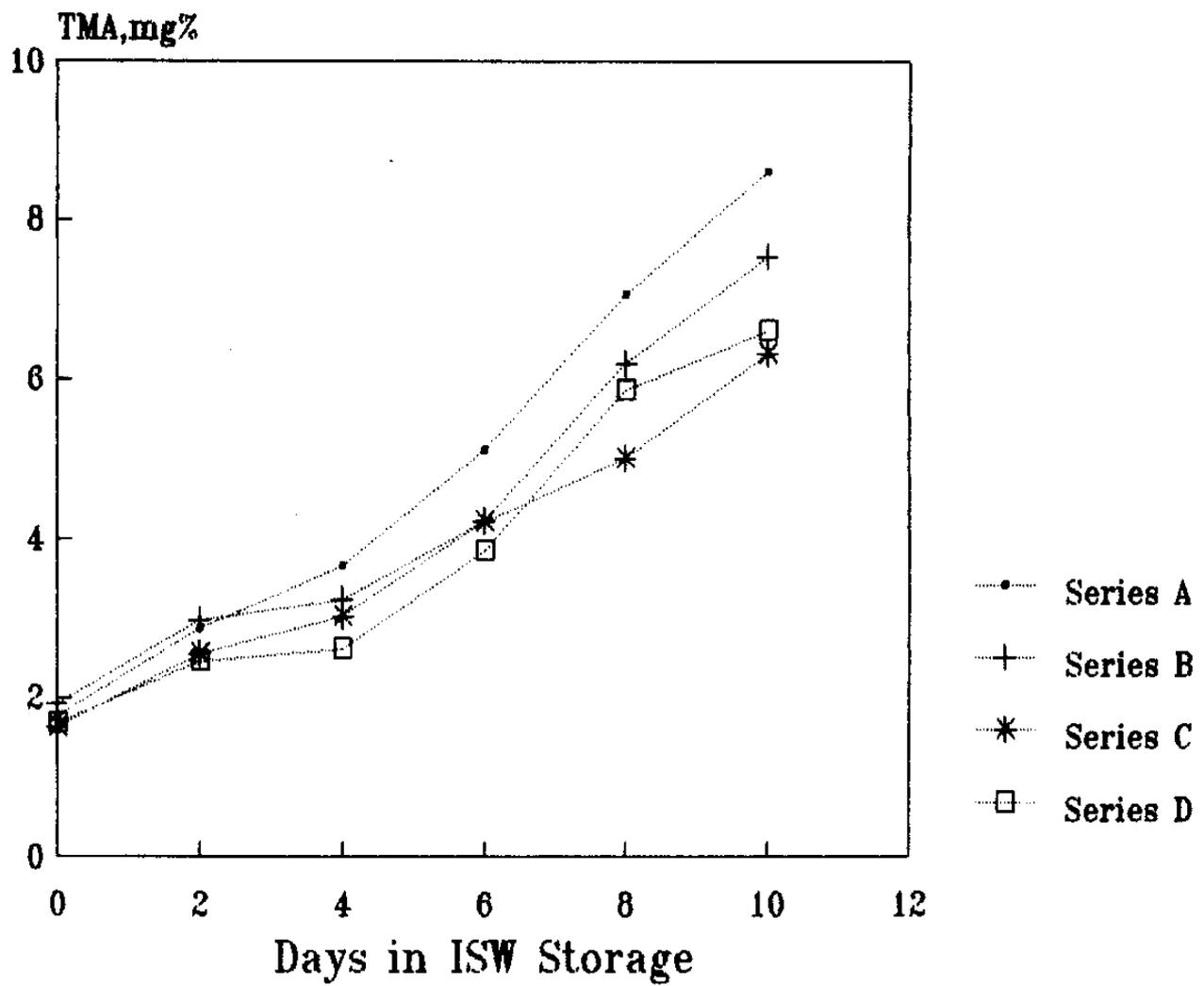


Fig.9. Changes in TMA during ISW storage of wet fishes at 3°C.

(A:Mackerel, B:Jack mackerel, C:Sardine, D:Gizzard shad)

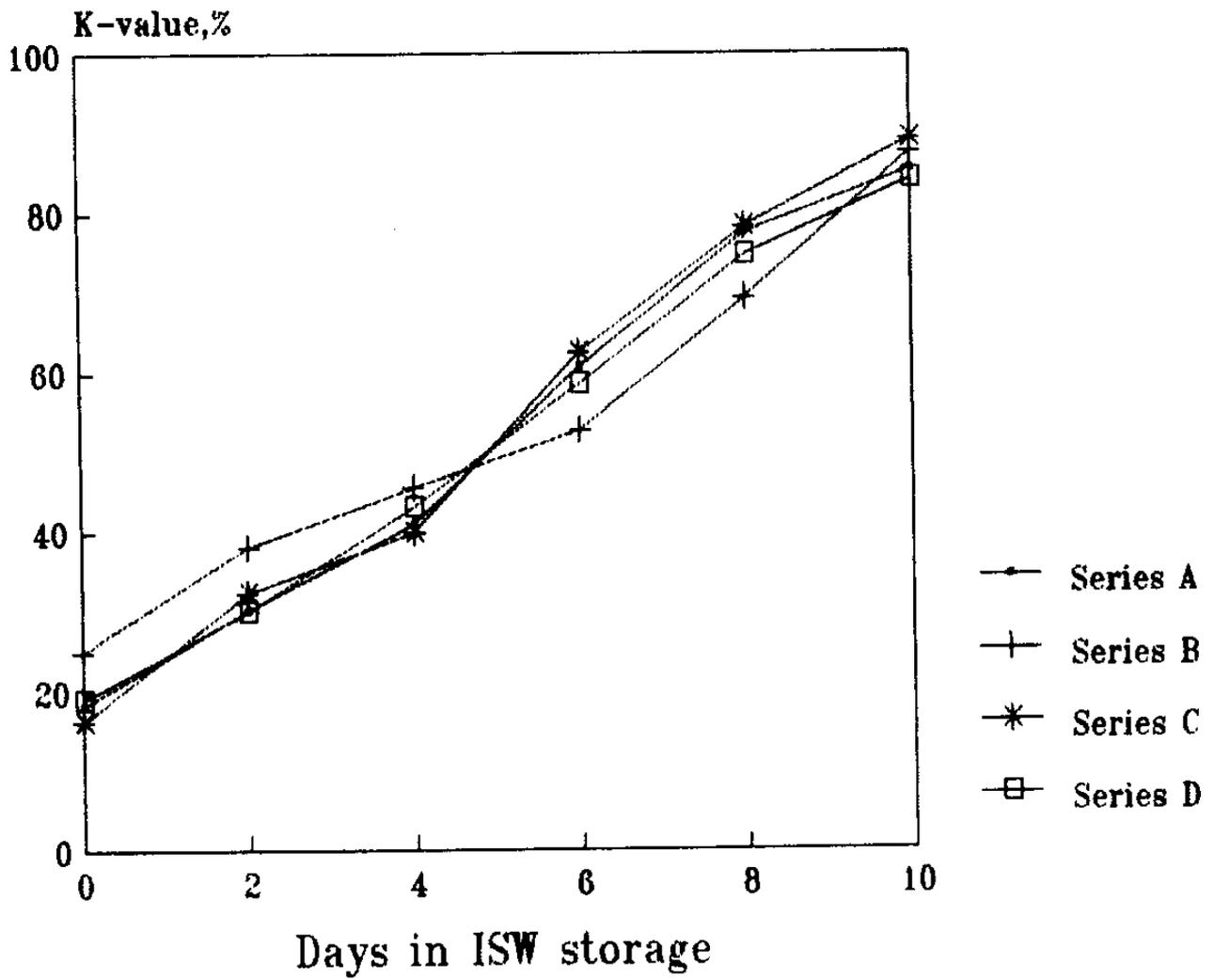


Fig.10. Changes in K-value during ISW storage of wet fishes at 3°C.

(A:Mackerel, B:Jack mackerel, C:Sardine, D:Gizzard shad)

<그림 8-10>에는 해수에 일반 얼음을 가하여 3℃ 조건으로 냉각한 후 고등어 등 4종의 선어류를 냉각해수중에 침지하여 방치시키면서 신선도의 변화를 조사한 결과이다.

비교적 적은 비용으로 손쉽게 얻을수 있는 저온 조건인 3℃ 수빙저장 조건에서 어종별로 선도저하의 특성은 다소 상이하게 나타났다.

화학적, 미생물학적 선도검사 및 관능검사 결과 식용으로서 선어의 상품성이 유지되는 기간은 정어리와 고등어의 경우 5~6일정도, 전어와 전갱이는 7~8일 정도로서 어종간에 차이가 있었다.

수빙저장시 상품성 유지 한계시점으로 추정된 시점에서의 이화학적 선도 지표값들은 VBN의 경우 15 mg% 전후, TMA 3~4 mg%, K-값 60% 전후, 생균수 $10^5/g$ 전후로 나타났다.

또한 수빙저장중 어종간의 선도 유지기간 차이는 어종간의 육특성 차이에도 기인하겠으나 즉살 처리한 어류를 시험에 사용하지 않은데 따른 어종간의 초기선도 차이에도 상당부분 기인할 것으로 사료되었다.

이와 관련한 선행연구들로서는 Nelson등¹⁹의 연어, 넙치, 불락류를 시료로한 20°F에서의 냉각해수(RSW)저장시험, 조²⁰ 등의 정어리를 시료로한 -1℃ RSW 저장시험 결과등이 일부 보고되어 있는데 대체적으로 기존 빙장법에 비해 3~4일 정도의 선도유지기간 연장효과가 인정되었다고 하며 어종 및 초기선도의 영향이 매우 클 뿐 아니라 장기간 냉각해수 저장시 육중의 염침투, 표피색의 퇴색, 추가적인 해수냉각설비 비용등의 문제점이 있었다고 보고된 바 있다.

3. 온도에 따른 수빙저장효과

또한 수빙 저장시 저장온도 조건이 어류의 선도변화에 미치는 영향을 조사한 결과는 <그림 11> 및 <표 16>에 나타낸 바와 같다.

-1℃, 3℃ 및 5℃로 저장온도 조건을 달리하면서 사후 경직상태의 고등어 선어를 수빙저장 하면서 각종 선도지표들의 변화를 조사한 결과 관능검사 및 K-값을 기준으로 하여 상품성 한계 저장기간은 온도가 낮을수록 길어지는 현상을 보였다.

K-값 60% 수준에 도달하는 소요기간은 5℃의 경우 약 4일 이었으나 3℃와 -1℃의 경우는 각각 7일과 10일로서 5℃ 수빙저장에 비해 각각 75%와 150% 상당의 선도유지 기간연장효과를 보였다.

온도 조건별 일반빙 사용에 의한 해수 수빙 저장시 고등어의 선도지표 변화 결과는 <표 16>에 나타낸 바와 같다.

이와 같은 실험결과로 미루어 판단할 때 해수에 단순히 일반빙만을 가하여 온도를 낮춘 환경조건에서 선어류를 저장하는 수빙저장 방법으로도 온도의 조건에 따라서는 어류 선도의 유지기간을 대폭 연장할 수 있음을 알 수 있었다.

이는 냉열의 침투가 용이하고 공기노출이 억제됨에 따라 함유지질의 산화억제가 가능하며 저온유지가 쉬운 해수수빙저장의 특성에 기인한 것으로 볼수 있으며 어선이나 해상 어획물 운반선의 어창에 다량의 선어를 단기 저장할 때 경제성과 실용성이 높은 선도유지 방법으로 생각된다.

이와 관련하여 영국을 비롯한 구미 선진국 선어류의 초기선도 유지기간 연장을 위해 냉각해수 저장법에 관한 연구가 활발하고 부분적 실용화 수준에와 있으나 해수의 냉각을 위한 시설 경비등이 문제가 되어 보편적 실용화 수준에는 이르지 못하고 있다. (1, 2, 13, 26)

또한 일본의 경우 어업회사들이 해상 선어 운반시나 선어의 소매점 수준에서 선도유지를 위해 해수나 담수에 얼음을 가한 수빙저장을 부분적으로 활용하고 있으며 국내에서도 정어리나 고등어 등의 선망어업 어획물중 극히 일부 어종에 대하여 해상 운반시에도 해수 수빙저장법이 부분적으로 활용되기 시작하고 있으나 적정 온도조건의 설정이나 어종별 저장특성 검토등이 이루어지지 못하고 있다.

이러한 국내의 실정을 감안할 때 본 연구결과는 국내 어업 현장 및 수산물 유통업계에서 선어류의 선도유지를 위한 기술적 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

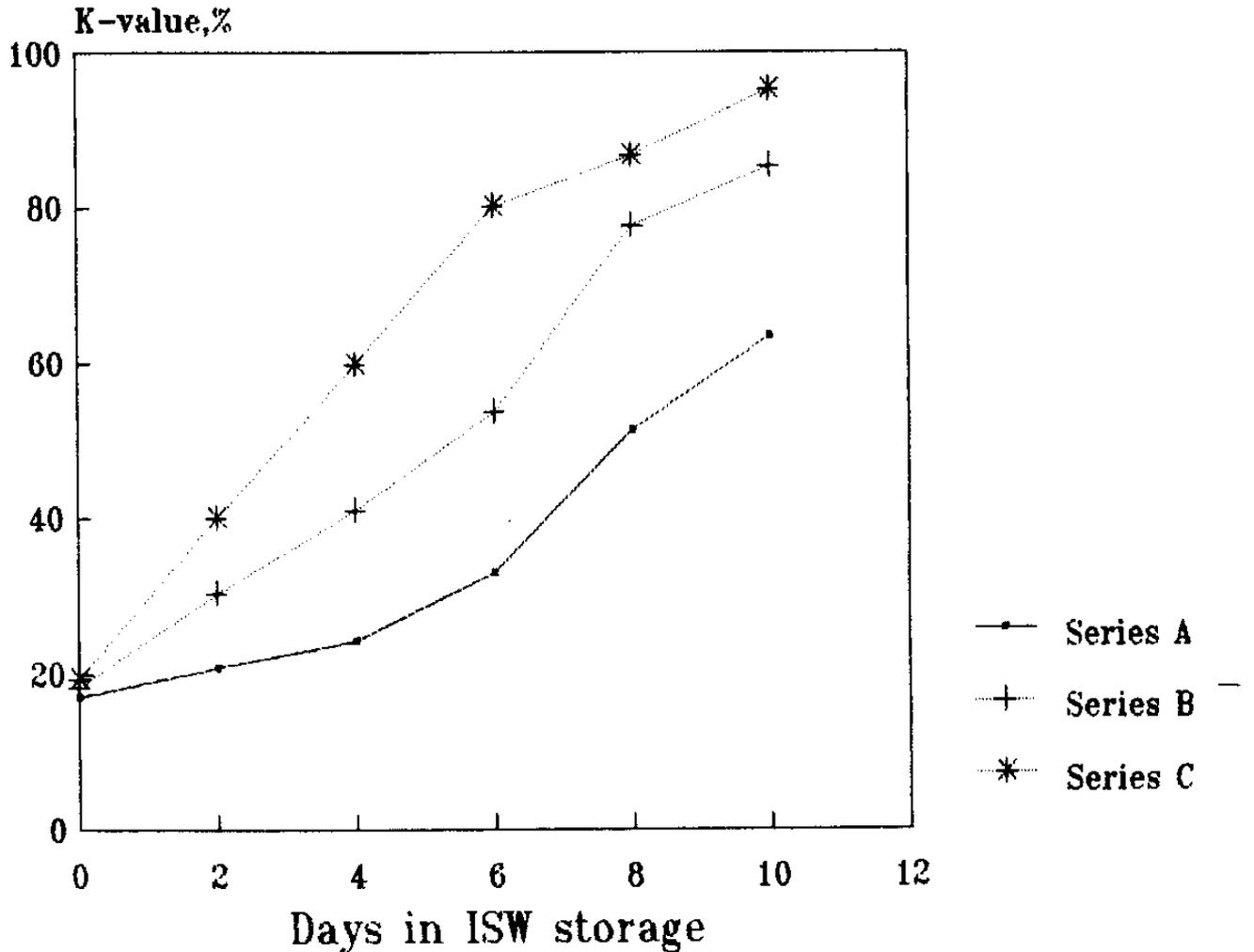


Fig.11. Changes in K-value during ISW storage of mackerel at different temperature.

(A: -1°C, B: 3°C, C: 5°C)

Table 16. Changes in freshness during iced sea water storage of mackerel at different temperature

Temperature & freshness index	Days in Iced Water Storage					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
- 1°C	6.40	7.80	9.34	11.95	12.33	13.51
3°C	7.02	9.70	11.75	15.02	18.21	19.87
5°C	7.52	11.00	14.54	19.21	25.52	29.77
TMA, mg%						
- 1°C	1.60	2.15	3.02	3.75	4.26	5.71
3°C	1.76	2.86	3.66	5.11	7.07	8.62
5°C	1.81	3.21	4.98	7.68	10.25	14.28
K-value, %						
- 1°C	17.01	20.82	24.21	32.97	51.47	63.39
3°C	18.26	30.21	40.98	53.76	77.65	85.37
5°C	19.38	40.05	59.88	80.27	86.73	95.21
V.C.C, N/g*						
- 1°C	1.5×10^3	1.2×10^4	2.3×10^4	9.7×10^4	7.6×10^5	3.0×10^6
3°C	3.4×10^3	2.0×10^4	7.2×10^5	1.9×10^6	9.4×10^7	7.0×10^9
5°C	2.0×10^3	5.2×10^4	9.0×10^5	1.2×10^7	4.3×10^8	2.1×10^{10}

* Viable cell count

4. 탄산가스 처리에 의한 수빙저장의 효과

수빙 저장시 탄산가스 처리가 선도유지에 미치는 효과를 조사하기 위해 염도를 달리한 해수에 탄산가스를 취입하여 충분히 포화시키고 얼음을 가하여 -1°C 가 유지되는 환경조건에서 선어를 저장하면서 선도 유지상태를 시험 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

사후 경직상태로 선도가 극히 양호한 고등어를 -1°C 조건에서 탄산가스를 포화시킨 해수에 수빙저장한 결과 관능검사와 각종 선도지표값은 처리구간에 큰 차이를 보였다.

즉, 해수 수빙저장시 K - 값의 변화속도는 <그림 12>에서와 같이 탄산가스 포화처리구가 15일 후에 60% 수준에 이르는데 비하여 일반 해수 수빙 저장시는 10일 정도가 소요되어 동일 온도조건에서 탄산가스 포화처리의 선도유지 효과가 50% 정도임을 알수 있었다.

이와 같은 탄산가스 포화 수빙저장시 해수의 염도가 선도유지에 미치는 영향은 염도가 높을수록 선도 저하가 느리게 진행되는 경향을 보였는데 염농도 영향의 차이는 근소하게 나타나 식미를 고려할 때 3°C 이상의 염농도 조정은 선어류의 선도유지 방법으로서 의미가 적은 것으로 사료되었다.

이처럼 탄산가스 포화해수 수빙저장에 의해 선어류의 선도 유지기간은 뚜렷하게 인정되는 경향을 나타내었으나 수빙저장어는 공통적으로 저장 1~2일경부터 안구 수정체의 일부가 퇴색하였다가 4일 이후부터 다시 원상태로 회복하는 경향으로 보였다.

이와 같은 안구 수정체 퇴색 및 복귀현상에 관하여는 기존 연구결과로 밝혀진 바가 없어 정확한 작용기작을 알 수는 없으나 탄산가스 포화에

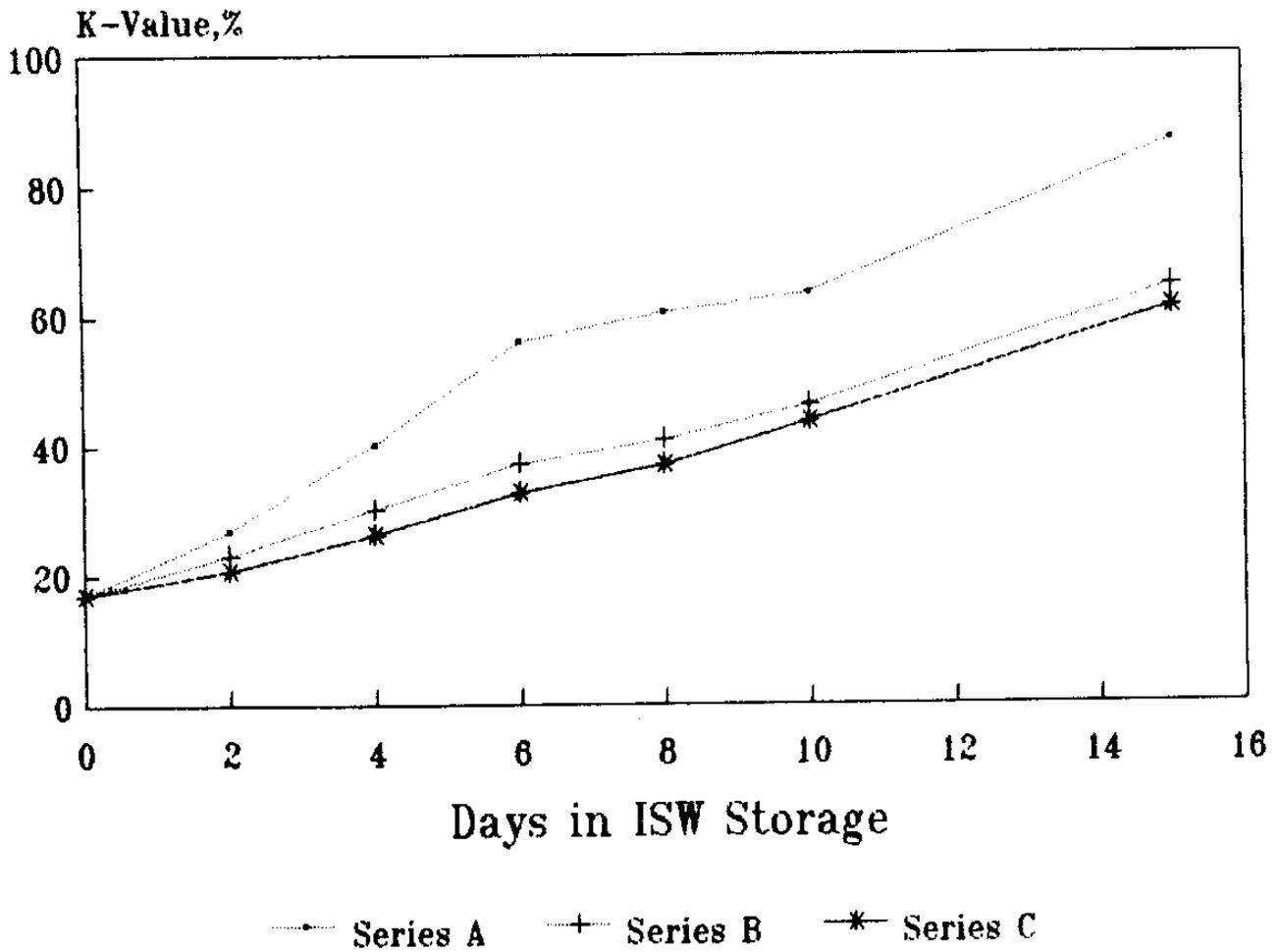


Fig.12. Changes in K-value CO₂-modified ISW storage of mackerel at -1°C. (A: Common sea water, 3% NaCl, B: CO₂ saturated in 3% NaCl, C: CO₂ saturated in 6% NaCl)

의한 해수의 pH저하, 산성 pH영역에서의 안구 수정체 단백질의 부분 응고등 변성, 어육으로부터의 점질물 등 유기물의 해수 용출 및 용출물질의 pH완충작용에 의한 저장해수 pH상승 및 이로 인한 안구색택의 복귀 등으로 이어지는 일련의 화학작용에 기인한 것으로 추정되었다.

염농도에 따른 탄산가스 포화해수 수빙 저장시 어종별 어육중의 염침투 속도 변화는 < 표 17 >에, 어종별 탄산가스 포화 해수 수빙저장시 주요 선도지표의 변화경향은 < 표 18 >에 각각 나타내었다.

Table 17. Change in salt content in fish meat during CO₂-modified ISW storage at -1°C by species

Treatment & fish species	Days in storage					
	0	2	4	6	8	10
Mackerel	0.29	1.02	1.17	1.15	1.33	1.43
a)	0.29	1.76	1.99	2.22	2.34	2.53
b)	0.29	1.99	2.28	2.87	2.93	3.38
c)						
Jack mackerel	0.32	0.95	1.03	1.15	1.21	1.26
a)	0.32	1.77	2.00	2.25	2.37	2.55
b)	0.32	2.00	2.31	2.90	2.98	3.31
c)						
Sardine	0.31	0.60	1.00	1.10	1.19	1.23
a)	0.31	1.65	2.00	2.31	2.35	2.54
b)	0.31	2.08	2.31	2.95	3.10	3.37
c)						
Flat Fish	0.32	1.00	1.09	1.21	1.32	1.40
a)	0.32	1.73	1.95	2.20	2.34	2.51
b)	0.32	1.96	2.27	2.83	2.90	2.25
c)						

Where a) 3% NaCl (Sea water)
 b) 6% NaCl
 c) 8% NaCl

Table 18. Changes in freshness during CO₂-modified ISW storage at -1°C by species

Freshness index & species	Days in icing storage					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.4	7.80	9.34	11.95	12.33	13.51
b)	6.30	8.03	9.98	13.21	13.67	15.95
c)	7.87	8.92	10.34	13.78	15.33	16.52
d)	7.32	8.63	10.21	11.01	12.07	13.72
TMA, mg%						
a)	1.60	2.15	3.02	3.75	4.26	5.71
b)	1.55	2.16	3.13	3.87	4.46	5.98
c)	1.75	2.28	3.07	3.24	4.67	5.87
d)	1.64	2.10	2.98	3.64	4.47	5.70
K-value, %						
a)	17.01	26.82	40.21	55.97	60.47	63.39
b)	16.21	27.92	43.28	52.97	67.66	76.87
c)	18.37	25.25	39.27	55.00	63.25	78.37
d)	20.47	28.62	43.13	58.62	62.68	64.59
V.C.C, N/g*						
a)	1.5×10^3	1.2×10^4	2.3×10^4	9.7×10^4	7.6×10^5	3.0×10^6
b)	4.8×10^3	3.7×10^4	7.7×10^4	4.2×10^5	3.3×10^6	4.7×10^7
c)	8.6×10^2	5.0×10^3	2.3×10^4	1.1×10^5	8.7×10^5	5.0×10^6
d)	6.3×10^3	3.6×10^4	6.8×10^4	2.1×10^5	8.3×10^5	7.2×10^6

* Viable cell count

- a) Mackerel
- b) Jack mackerel
- c) Sardine
- d) Flat Fish

이와같이 탄산가스 포화냉각해수에 선어류를 저장하므로써 신선도 유지 기간을 연장시키려는 노력은 선진국에서 선상 선도유지방법으로 연구검토된 바 있다.

Nelson 등¹⁹⁾은 29°F조건에서 연어, 넙치, 불락 등을 대상으로 한 CO₂-modified RSW실험을 실시하여 기존 냉각해수 저장법에 비해 연어는 5일, 넙치와 불락의 경우 7일 정도의 선도유지기간 연장효과가 있었다고 보고하였으며 이와같은 탄산가스포화해수의 선도유지 효과는 탄산가스 포화에 의해 해수의 pH가 4.2 근방까지 낮아져 산성환경을 만들 뿐만 아니라 해수중에 용존하는 탄산가스의 항균작용에 기인한다고 보고하였다.

이때 탄산가스 포화해수의 pH는 일단 어류를 투입하면 어체로부터 혈액이나 점질물 등과 같은 pH완충성 물질이 용출되어 완충작용을 일으켜 pH가 다시 5.7 근방으로 되돌아 간다고 하였는데 본 시험에서도 동일한 현상이 관찰되었다.

또한 Longard 등²⁰⁾은 붉은색의 ocean perch를 -1°C 온도에서 빙장, RSW 및 RSW + CO₂ 조건에서 저장한 결과 RSW + CO₂ > RSW > 빙장 순으로 선도유지 효과가 좋았으며 12일이상 양호한 선도를 유지할 수 있었으며 탄산가스 포화처리가 카로티노이드 색소의 보존에 대체적으로 유효한 결과를 보였으나 저장방법간의 차이는 크지 않았다고 보고한 바 있다.

제 3 절 탄산가스 함유빙에 의한 빙장효과

1. 시료어의 일반적 성상과 초기선도

빙장시험에 사용한 공시어류의 일반적 성상은 다음 <표 19> 에서와 같이 근육중의 수분이 69.1 ~ 74%, 조단백질 19.7 ~ 21.6%, 조지방 2.8 ~ 9.9% 범위였으며 선도 지표값은 VBN, TMA, K-value 및 생균수의 값이 각각 6.7 ~ 8.1 mg%, 1.1 ~ 2.4 mg%, 17.0 ~ 21.0% 및 $5.1 \times 10^2 \sim 5.7 \times 10^3$ /g 범위로서 활어 상태에는 못미치지만 관능적 신선도가 모두 극히 우수한 수준을 나타냈다.

Table 19. Proximate composition and initial freshness of raw fishes used in CO₂-modified icing storage trials(edible portion)

Species Composition	Mackerel	Spanish- mackerel	Mackerel- pike	Red seabream
Moisture,%	69.1	73.6	72.5	74.0
Crude protein,%	19.7	20.6	19.5	21.6
Crude fat,%	9.9	4.4	6.7	2.8
VBN, mg%	6.70	7.98	8.07	7.92
TMA, mg%	1.03	1.11	1.82	2.37
K-value,%	19.95	20.28	17.01	21.06
Viable cell count, N/g	3.0×10^3	7.7×10^2	5.1×10^2	5.7×10^3

2. 어종별 빙장에 의한 선도저하 특성

고등어를 비롯한 대중 기호성이 높은 선어류 4종을 대상으로 하여 일반 얼음을 사용하여 어체 품온이 2~3°C가 유지되도록 충분한 얼음을 사용하여 실온에서 빙장시험을 실시하면서 어종간의 선도저하 특성을 조사하였다.

VBN과 TMA, 생균수의 변화에 의해 나타난 어종별 선도저하 경향은 도미와 고등어의 선도저하 속도가 빠르는데 비하여 꽁치와 삼치의 선도저하 속도는 상대적으로 완만한 경향을 나타내었다.

그러나 K-값 및 관능검사 결과에 의해 나타난 어종별 선도저하 순서는 도미 > 삼치 > 고등어 > 꽁치 순으로 완만하게 선도가 저하되는 것으로 나타나 선도지표간의 차이가 비교적 큰 것으로 사료되었다.

어종별 빙장에 의한 상품성 유지 한계 기간은 K-값과 관능검사 결과를 기준으로 판단할 때 도미 4일, 삼치와 고등어 6일, 꽁치 8일 정도로 추정되었으며 저장 10일 후의 VBN, TMA, K-value 및 생균수 등 선도지표는 각각 15~18 mg%, 6~7.5 mg%, 83~98%, $10^6 \sim 10^9$ 범위로써 어종간에 상당한 차이를 보였다.

공시 어종별 빙장중 주요 선도지표의 변화경향은 <그림 13~15> 및 <표 20>에 나타내었다.

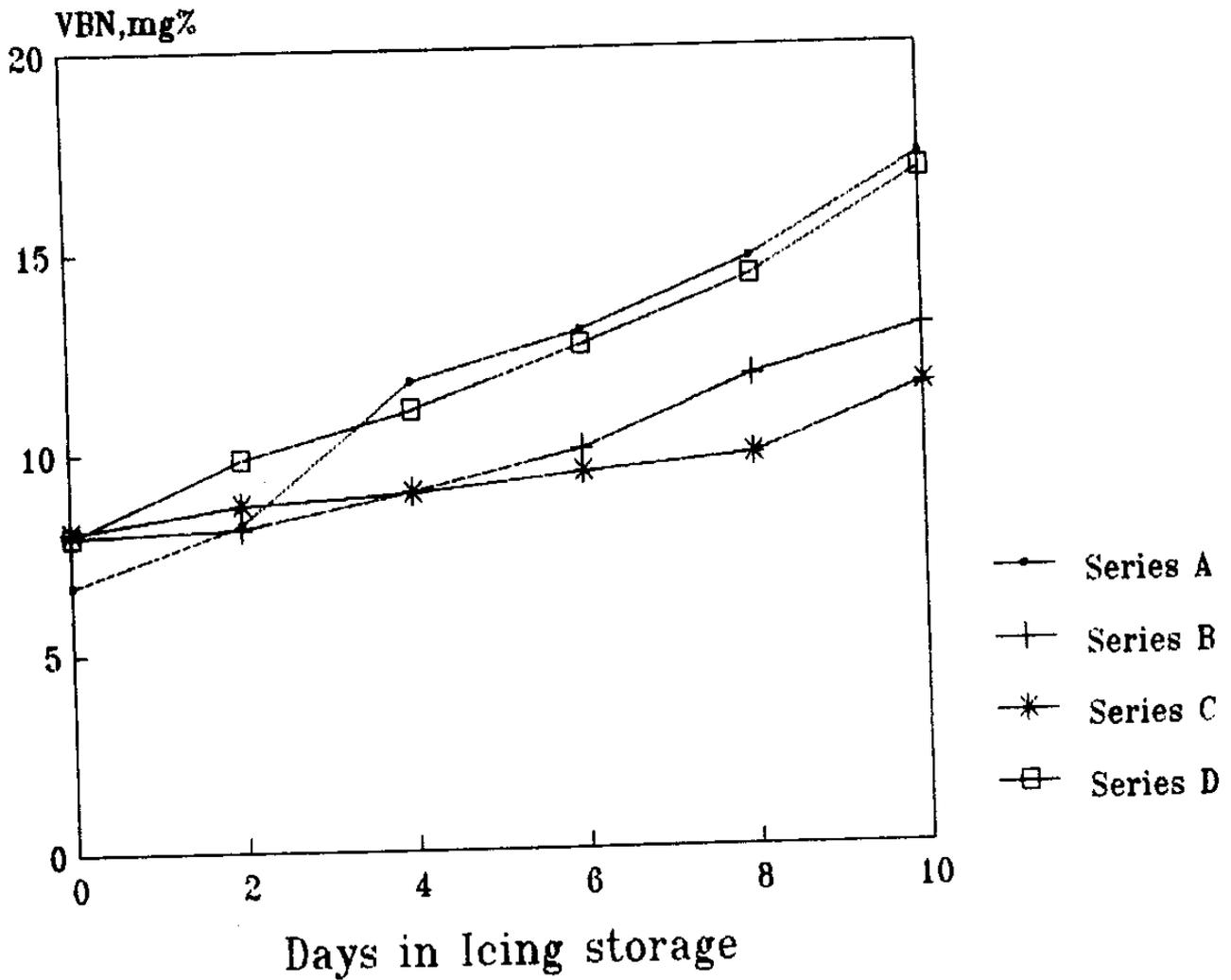


Fig.13. Changes in VBN during icing storage of wet fishes at 2~3°C.(A : Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike, D:Red sea bream)

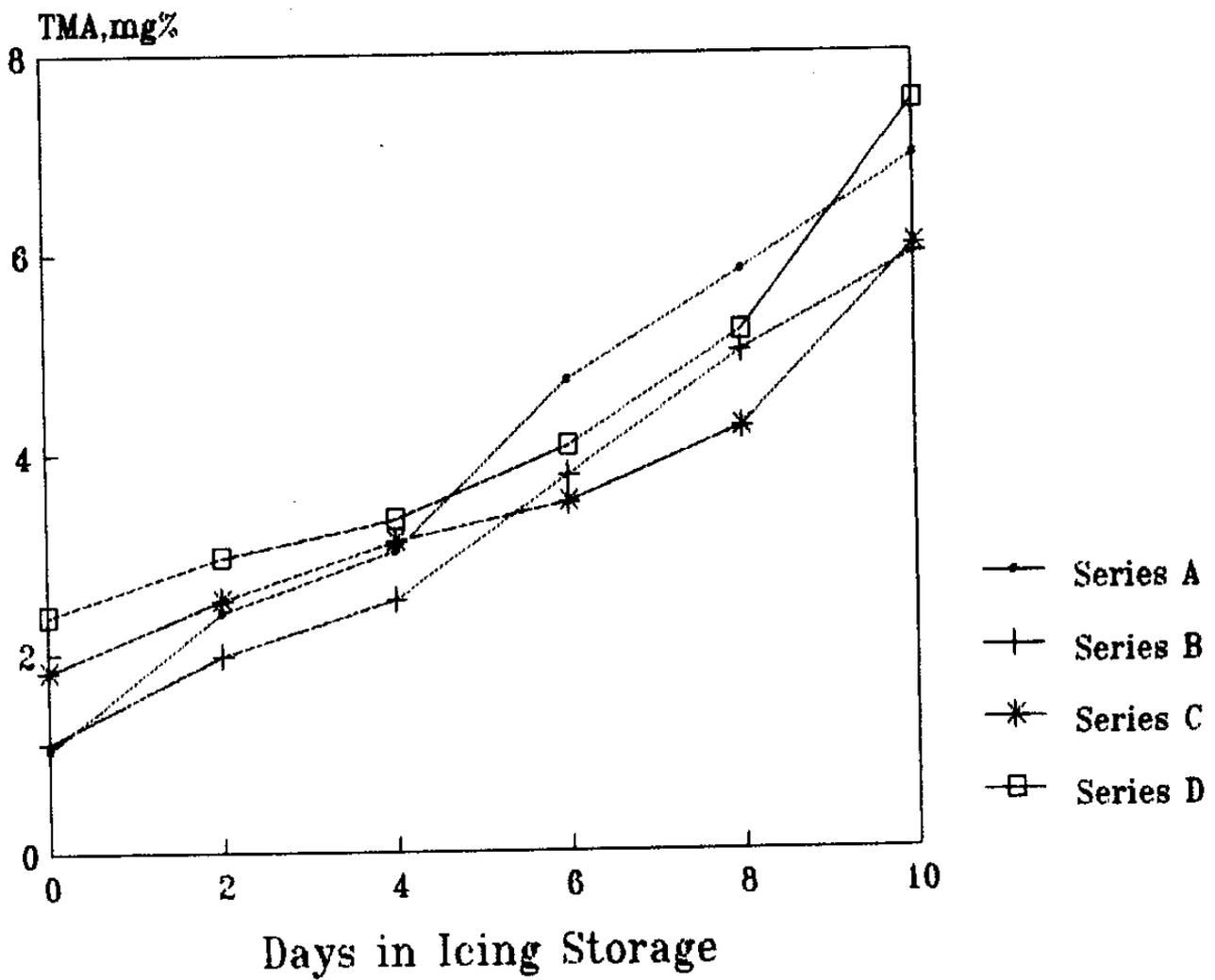


Fig.14. Changes in TMA during icing storage of wet fishes at 2~3°C.(A:Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike, D:Red sea bream)

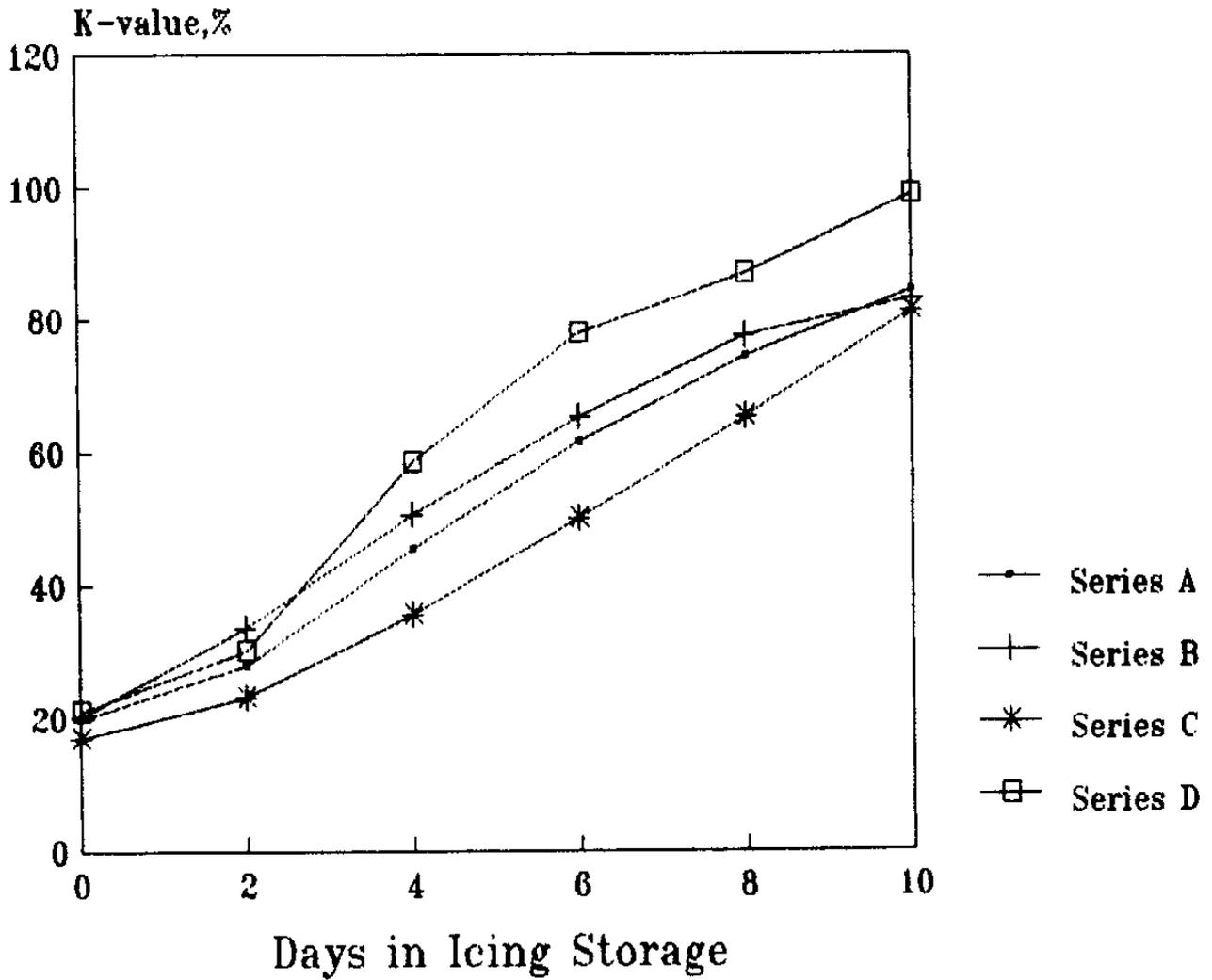


Fig.15. Changes in K-value during icing storage of wet fishes at 2 ~ 3°C.(A:Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike, D:Red sea bream)

Table 20. Changes in freshness during icing storage of wet fishes at 2~3°C by species

Freshness index & species	Days in icing storage					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.70	8.20	11.74	12.95	14.71	17.23
b)	7.98	9.72	11.64	13.00	14.25	16.11
c)	8.07	8.71	9.25	10.42	12.01	15.11
d)	7.92	9.81	11.02	12.57	14.25	16.87
TMA, mg%						
a)	1.03	2.40	3.02	4.73	5.81	6.95
b)	1.11	1.98	2.52	3.77	5.01	5.98
c)	1.82	2.52	3.11	3.50	4.25	6.06
d)	2.37	2.95	3.33	4.07	5.21	7.50
K-value, %						
a)	19.95	28.02	45.53	61.65	74.40	84.21
b)	20.28	33.62	50.79	65.42	77.79	82.98
c)	17.01	23.21	35.72	50.11	65.38	81.25
d)	21.06	30.24	58.62	77.83	86.79	98.88
V.C.C, N/g*						
a)	3.0×10^3	1.2×10^4	2.0×10^5	2.9×10^6	7.5×10^7	5.5×10^8
b)	7.7×10^2	2.5×10^4	6.7×10^5	2.3×10^6	7.6×10^7	3.3×10^8
c)	5.1×10^2	3.8×10^3	2.1×10^4	9.8×10^4	3.6×10^5	7.2×10^6
d)	5.7×10^3	9.0×10^4	3.7×10^6	1.9×10^7	2.7×10^9	8.3×10^9

* Viable cell count

a) Mackerel

b) Spanish mackerel

c) Mackerel pike

d) Red sea bream

3. 탄산가스 함유빙에 의한 선어류의 빙장효과

선어류 빙장시 선도유지기간 연장을 위한 탄산가스의 응용가능성을 조사하기 위해 일반 담수에 탄산가스를 포화시켜 탄산가스 함유빙을 제조하고 탄산가스 함유빙을 사용한 빙장시험을 일반 빙장법에 준해 실시하였다.

빙장중 경시적 선도변화는 대체적으로 일반빙을 사용한 빙장법과 유사한 경향을 보였다.

<그림 16 ~ 18>에 나타낸 바와 같이 빙장중 경시적 선도지표 값은 대체적으로 지속적인 증가영향을 보였으나 어종에 따라 도미와 고등어는 초기부터, 꽁치와 삼치는 빙장 4 ~ 6일부터 급격히 증가하는 경향을 보여 어종간의 선도저하 특성차이와 함께 해당 어종의 초기선도 차이에 기인하는 것으로 추정되었다.

한편 탄산가스 함유빙을 사용한 빙장시 염의 존재 여부가 선도유지에 미치는 영향을 조사하기 위해 해수의 염농도와 유사한 3% 식염수에 탄산가스를 포화시켜 제조한 탄산가스함유 식염빙을 사용한 빙장시험도 실시하였다.

고등어를 시료로 한 빙장시험 결과는 <표 21> 및 <그림 19>에서와 같이 일반 빙장법에 비해서는 뚜렷한 선도유지 효과를 보였으나 일반 탄산가스 함유빙과는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

이는 빙장시험시 사용하는 얼음의 용해수가 어체 표면에 지속적으로 접촉하지 못할 뿐만 아니라 용해수의 염농도가 해수농도와 유사하여 어류의 주요 부패세균인 수생 저온세균의 생육을 저해하지 못하고 어체의 공기 노출에 의한 지질의 산화 및 각종 호기성 세균의 생육 가능성 등에 기인한 것으로 추정되었다.

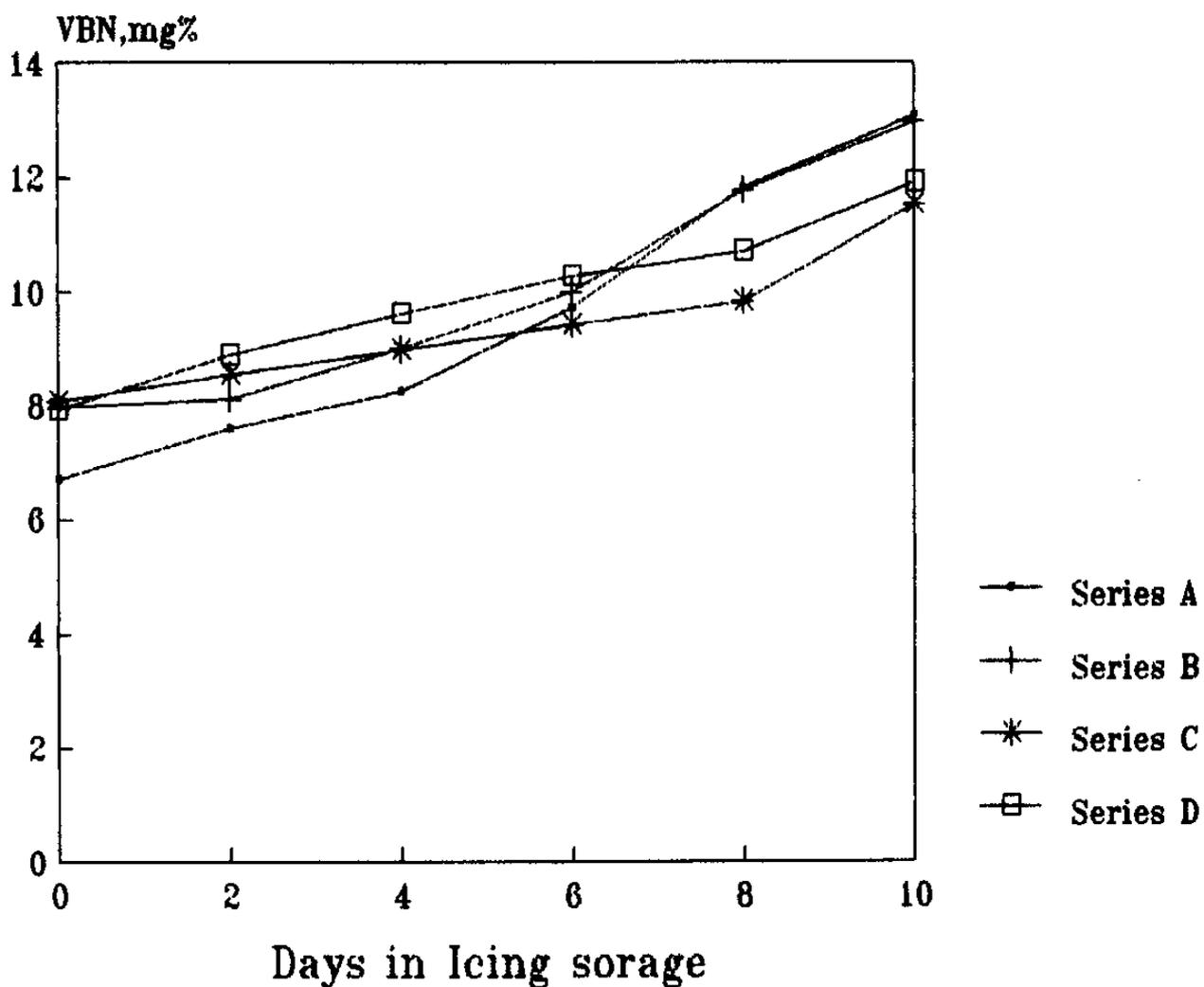


Fig.16. Changes in VBN during CO₂-modified icing storage of wet fishes at 2~3°C by fish species.(A:Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike, D:Red sea bream)

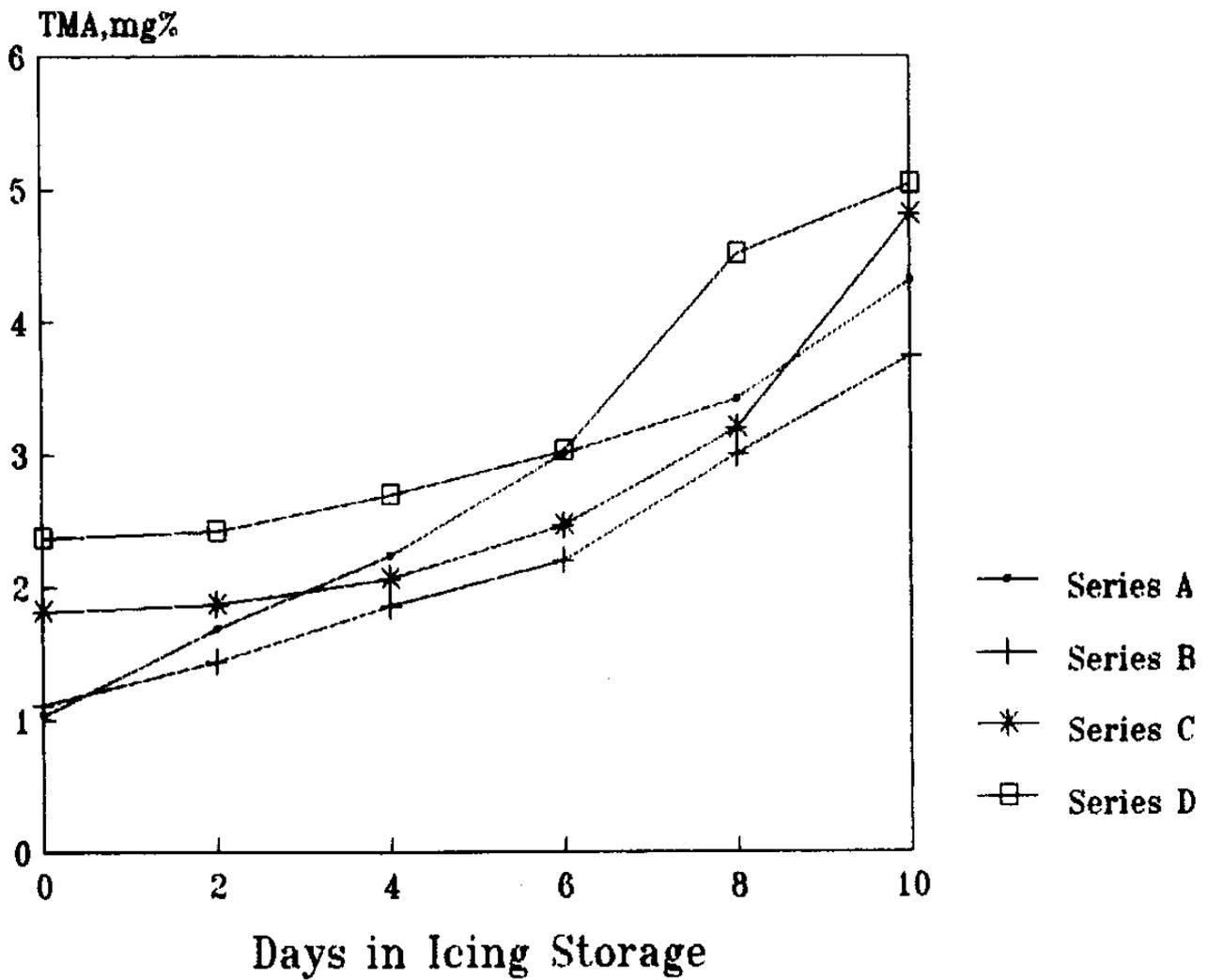


Fig.17. Changes in TMA during CO₂-modified icing storage of wet fish at 2~3°C by fish species.(A:Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike, D:Red sea bream)

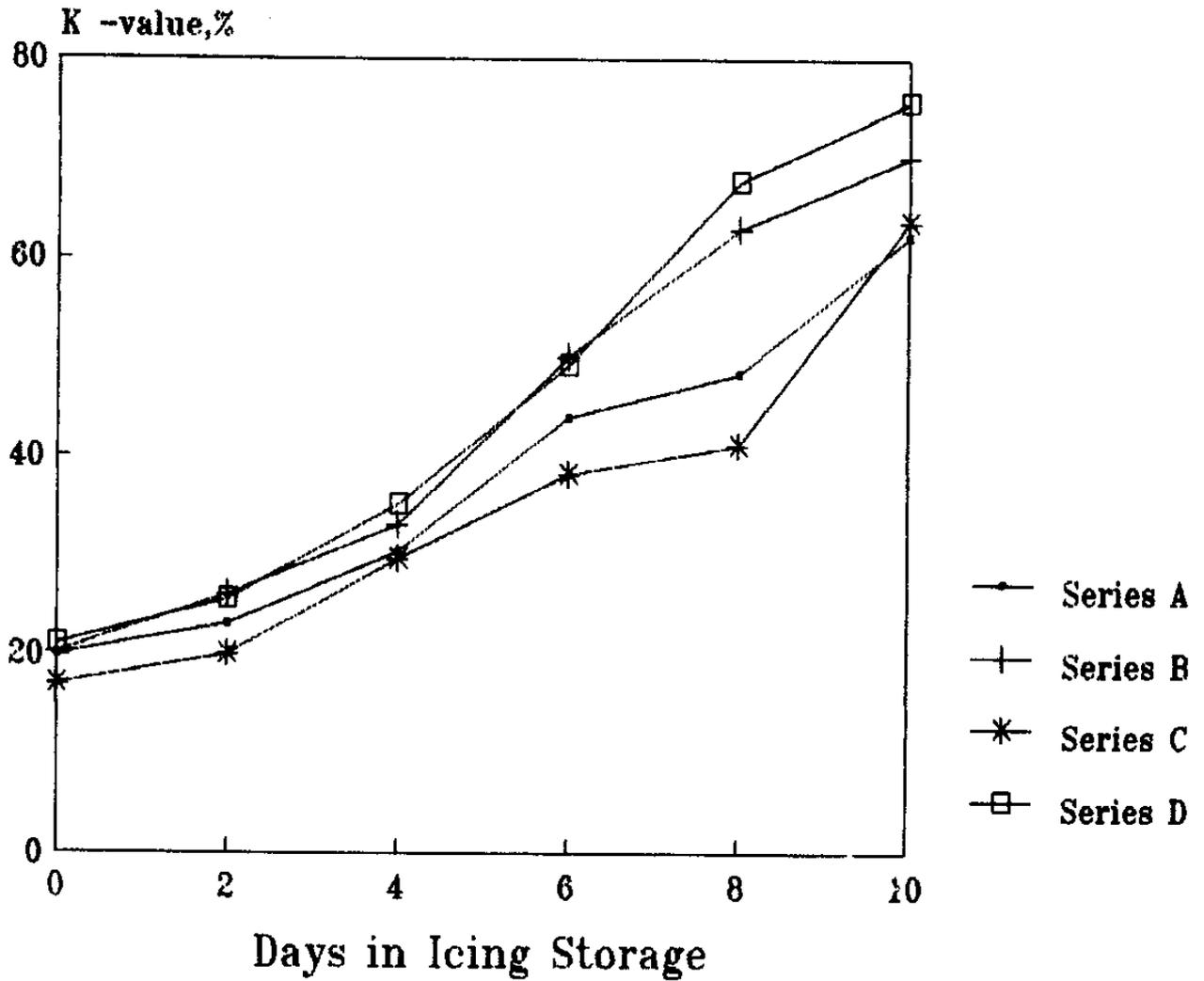


Fig.18. Changes in K-value during CO₂-modified icing storage of wet fish at 2~3°C by fish species. (A:Mackerel, B:Spanish mackerel, C:Mackerel pike D:Red sea bream)

Table 21. Changes in freshness during CO₂-modified icing storage of mackerel at 2~3°C

Freshness index & treatments	Days in storage					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.70	8.20	11.74	12.95	14.71	17.23
b)	6.70	7.60	8.25	9.72	11.82	13.07
c)	6.70	7.78	9.08	10.81	12.01	14.75
TMA, mg%						
a)	1.03	2.40	3.02	4.73	5.81	6.95
b)	1.03	1.69	2.24	3.01	3.43	4.32
c)	1.03	1.69	2.24	3.25	3.83	4.55
K-value, %						
a)	19.95	28.02	50.53	61.65	74.40	84.21
b)	19.95	23.21	30.37	43.98	58.43	62.21
c)	19.95	24.62	32.21	41.25	60.38	64.00
V.C.C, N/g*						
a)	3.0×10^3	1.2×10^4	2.0×10^5	2.9×10^6	7.5×10^7	5.5×10^8
b)	3.0×10^3	8.8×10^3	1.5×10^4	5.9×10^5	8.1×10^5	2.6×10^6
c)	3.0×10^3	1.0×10^4	7.8×10^4	8.4×10^5	6.2×10^6	8.6×10^6

* Viable cell count

a) Common Ice

b) CO₂ saturated ice

c) CO₂ saturated sea water ice

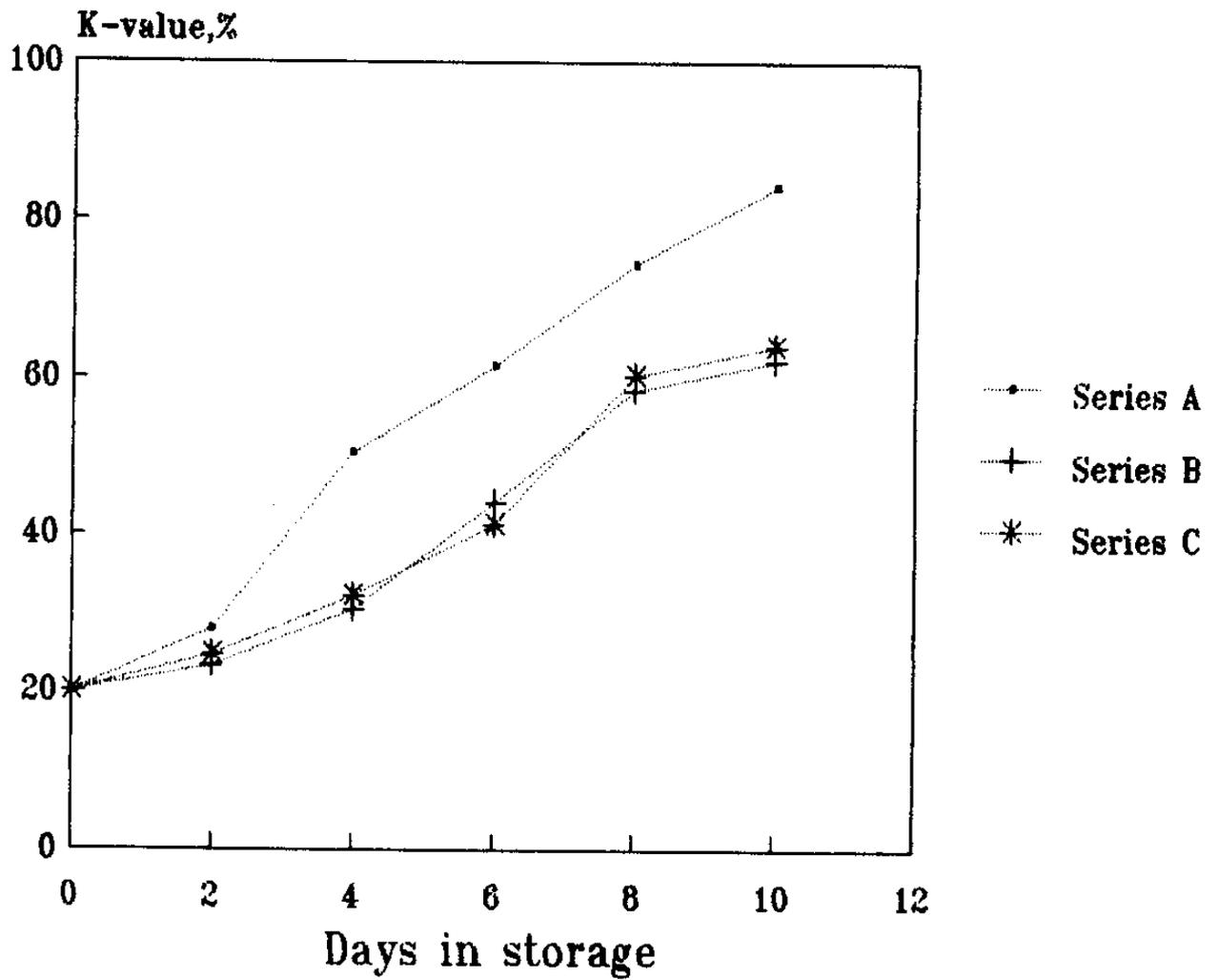


Fig.19. Changes in K-value during CO₂-modified icing storage of mackerel at 2~3°C.(A:Common ice, B:CO₂ saturated ice, C:CO₂ saturated sea water ice)

제 4 절 선도 유지제와 탄산가스를 병용한 선도유지방법

1. 빙장시 탄산가스와 선도유지제의 병용효과

선어류의 선도 유지에 가장 보편적으로 이용되고 있는 빙장법보다 선도 유지효과가 높고 실용적인 빙장법의 검토를 위해 빙장법보다 선도유지 효과가 우수한 것으로 나타난 탄산가스 함유빙을 사용한 빙장법과 함께 다양한 선도 유지제의 병용효과를 조사하였다.

어류의 선도 유지제로서 안전성, 항균특성, 항산화성 등을 고려하여 솔빈산칼륨, 아스코르브산(Ascorbic acid), 프로피온산(Propionic acid), Grape fruit seed extract(상품명:DF-100), 토코페롤(Mixed dl-tocopherol)등을 대상으로 하여 어류 선도유지 효과 조사를 위한 예비시험을 실시하여 비교적 선도유지 효과가 우수한 것으로 나타난 Ascorbic acid와 Propionic acid 및 DF-100을 선도유지제로 하여 빙장시험을 실시한 결과는 <그림 20> 및 <표 22>에 나타내었다.

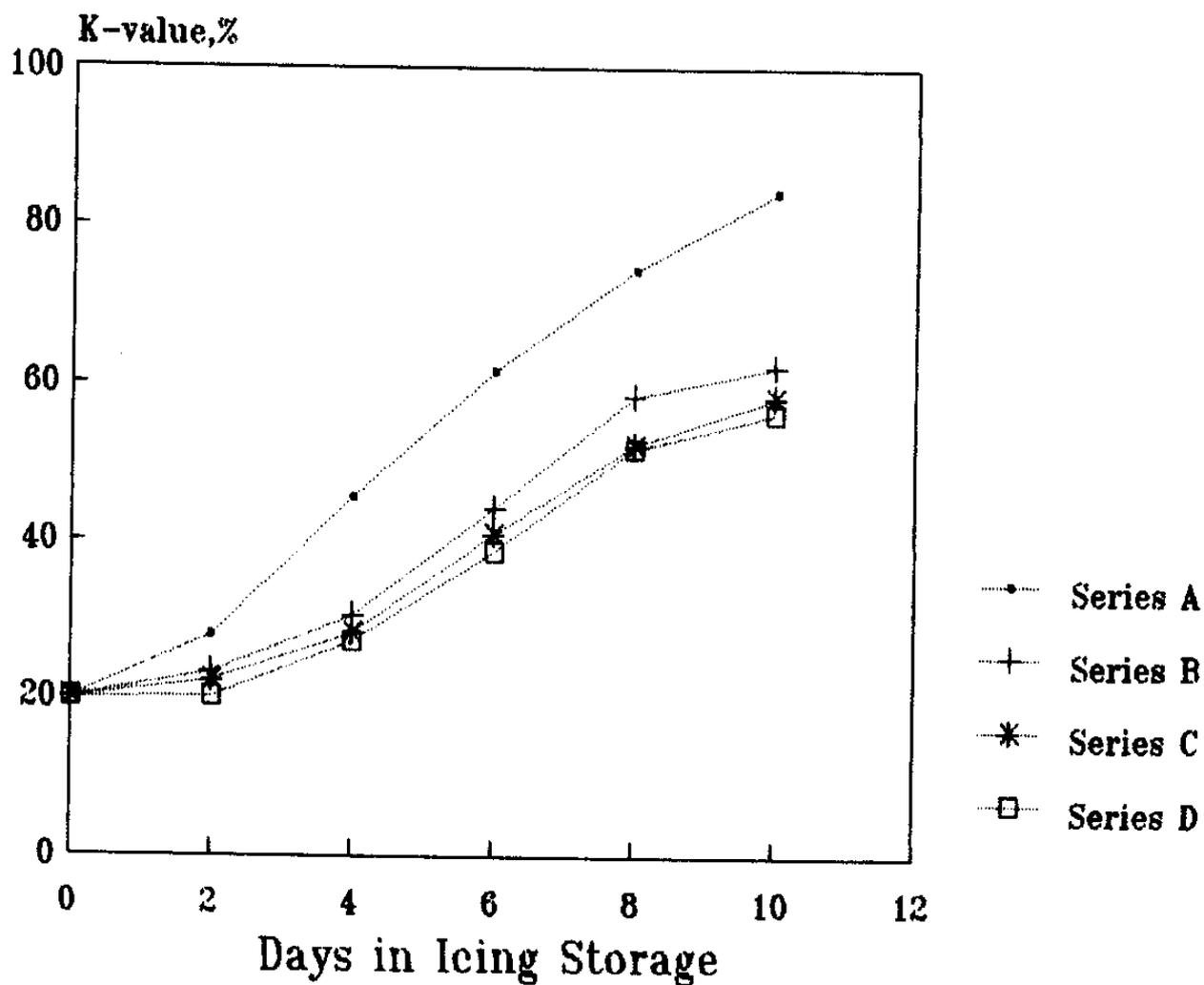


Fig.20. Changes in freshness during CO₂-modified icing storage of mackerel with application of freshners at 2~3°C.

- A: Common ice
- B: CO₂-saturated ice
- C: DF-100 + CO₂-saturated ice
- D: [Ascorbic acid + propionic acid] + CO₂-saturated ice

Table 22. Changes in freshness during CO₂-modified icing storage of mackerel with application of freshners at 2~3°C

Freshness index & treatments	Days in storage					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.70	8.20	11.74	12.95	14.71	17.23
b)	6.70	7.60	8.25	9.72	11.82	13.07
c)	6.70	7.25	8.43	9.07	10.23	12.78
d)	6.70	7.15	8.02	8.87	10.01	11.95
TMA, mg%						
a)	1.03	2.40	3.02	4.73	5.81	6.95
b)	1.03	1.69	2.24	3.01	3.43	4.22
c)	1.03	1.30	2.18	2.92	3.72	4.05
d)	1.03	1.20	2.10	2.85	3.70	3.92
K-value, %						
a)	19.95	28.02	45.53	61.65	74.40	84.21
b)	19.95	23.21	30.37	43.98	58.43	62.21
c)	19.95	22.13	28.21	40.75	52.25	58.23
d)	19.95	20.15	27.17	38.55	51.72	56.24
V.C.C, N/g*						
a)	3.0×10^3	1.2×10^4	2.0×10^5	2.9×10^6	7.5×10^7	5.5×10^8
b)	3.0×10^3	8.8×10^3	1.5×10^4	5.9×10^5	8.1×10^5	2.6×10^6
c)	3.0×10^3	2.4×10^2	8.9×10^3	2.7×10^4	9.1×10^4	7.7×10^5
d)	3.0×10^3	1.2×10^2	7.5×10^3	3.6×10^4	8.7×10^4	7.0×10^5

* Viable cell count

a) Common ice

b) CO₂-saturated ice

c) DF-100 + CO₂-saturated ice

d) [Ascorbic acid + propionic acid] + CO₂-saturated ice

고등어를 공시어로 하여 선도 유지제 및 탄산가스 포화빙을 사용하여 실시한 빙장시험 결과 모든 선도 유지제 처리 빙장시험구가 각종 선도 지표값 및 관능적 신선도 수준에 있어서 일반 빙장법보다 뚜렷이 우수한 효과를 보였으나 단순 탄산가스 함유빙만을 사용한 빙장처리 시험구와는 큰 차이를 보이지 않았다.

선도 유지제별로 선도유지 효과는 [Ascorbic acid + propionic acid]를 함유한 탄산가스 함유빙 빙장 > DF-100을 함유한 탄산가스 함유빙 빙장 > 탄산가스 함유빙 빙장 순으로 우수하게 나타났는데 이는 약 산성영역에서 항균특성을 보이는 선도유지제의 효과가 탄산가스 용해빙의 산성 환경조성 특성 및 용존하는 탄산가스 고유의 항균특성과 조화를 이루어 나타나는 것으로 추정되었다.

본 시험에서와 같이 선도유지제를 첨가한 특수빙으로 빙장한 실험체는 '60년대 이전에 수많은 연구사례가 보고된 바 있으나 대부분 인체에 대한 안전성 시비 및 선도유지 효과의 미흡으로 실용화 수준에는 미치지 못하고 있다.

이와 관련하여 Ascorbic acid 등은 안전성이 입증되고 있는 GRAS (Generally recognized as safe) 물질수준으로서 빙장시험 소재로서의 사용사례는 찾아보기 어려우나 일반 빙장전 침지처리나 냉각해수 저장시 첨가소재로서는 사용연구사례가 부분적으로 알려지고 있으며¹¹⁾ Grapefruit seed extract제제는 미국이나 일본의 경우 식품첨가물 수준으로 사용이 인정되고 있어 향후 국내에서도 활용이 가능할 것으로 사료된다.

2. 수빙 저장시 선도유지제의 병용효과

수빙 저장시 선도 유지제의 병용효과를 보기 위해 빙장 시험에서 사용한 선도유지제를 적정농도로 희석한 용액에 다양한 처리구로 선어를 저장하면서 선도 지표값의 변화 및 관능적 선도저하 상태를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

고등어를 시료로 하여 적정량의 선도유지제 및 탄산가스를 포화시킨 해수에 얼음을 가하여 -1°C , 3°C 및 5°C 조건으로 구분하여 냉각한 다음 수빙저장을 실시한 결과 다음 <표 23> 및 <그림 21 ~ 23>에서와 같은 시험결과를 얻었다.

Table 23. Changes in freshness during CO₂ modified-ISW storage of mackerel with application of fresheners at -1°C

Treatment & freshness index	Days in storage periods					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.4	7.80	9.34	11.95	12.33	13.51
b)	6.4	7.60	8.87	8.25	9.35	10.15
c)	6.4	6.89	6.97	7.42	7.80	7.98
d)	6.4	6.80	6.97	7.32	7.59	8.03
TMA, mg%						
a)	1.60	2.15	3.02	3.75	4.26	5.71
b)	1.60	2.00	2.64	2.95	3.32	3.80
c)	1.60	1.69	1.71	1.73	1.76	1.84
d)	1.60	1.72	1.74	1.75	1.79	1.84
K-value, %						
a)	17.01	26.82	40.21	55.97	60.47	63.39
b)	17.01	23.15	30.05	37.25	40.96	46.27
c)	17.01	18.77	22.45	24.38	31.25	33.21
d)	17.01	18.10	20.04	23.78	32.38	34.35
V.C.C, N/g *						
a)	1.5×10 ³	1.2×10 ⁴	2.3×10 ⁴	9.7×10 ⁴	7.6×10 ⁵	3.0×10 ⁶
b)	1.5×10 ³	7.0×10 ³	1.2×10 ³	2.1×10 ⁴	4.0×10 ⁴	7.8×10 ⁴
c)	1.5×10 ³	8.7×10 ²	1.0×10 ³	6.0×10 ³	8.2×10 ³	1.8×10 ⁴
d)	1.5×10 ³	9.7×10 ²	1.8×10 ³	6.0×10 ³	9.0×10 ³	1.4×10 ⁴

* Viable cell count

a) Control (ISW storage, sea water)

b) 3% NaCl + CO₂

c) 3% NaCl + propionic acid + ascorbic acid + CO₂

d) 3% NaCl + DF-100 + CO₂

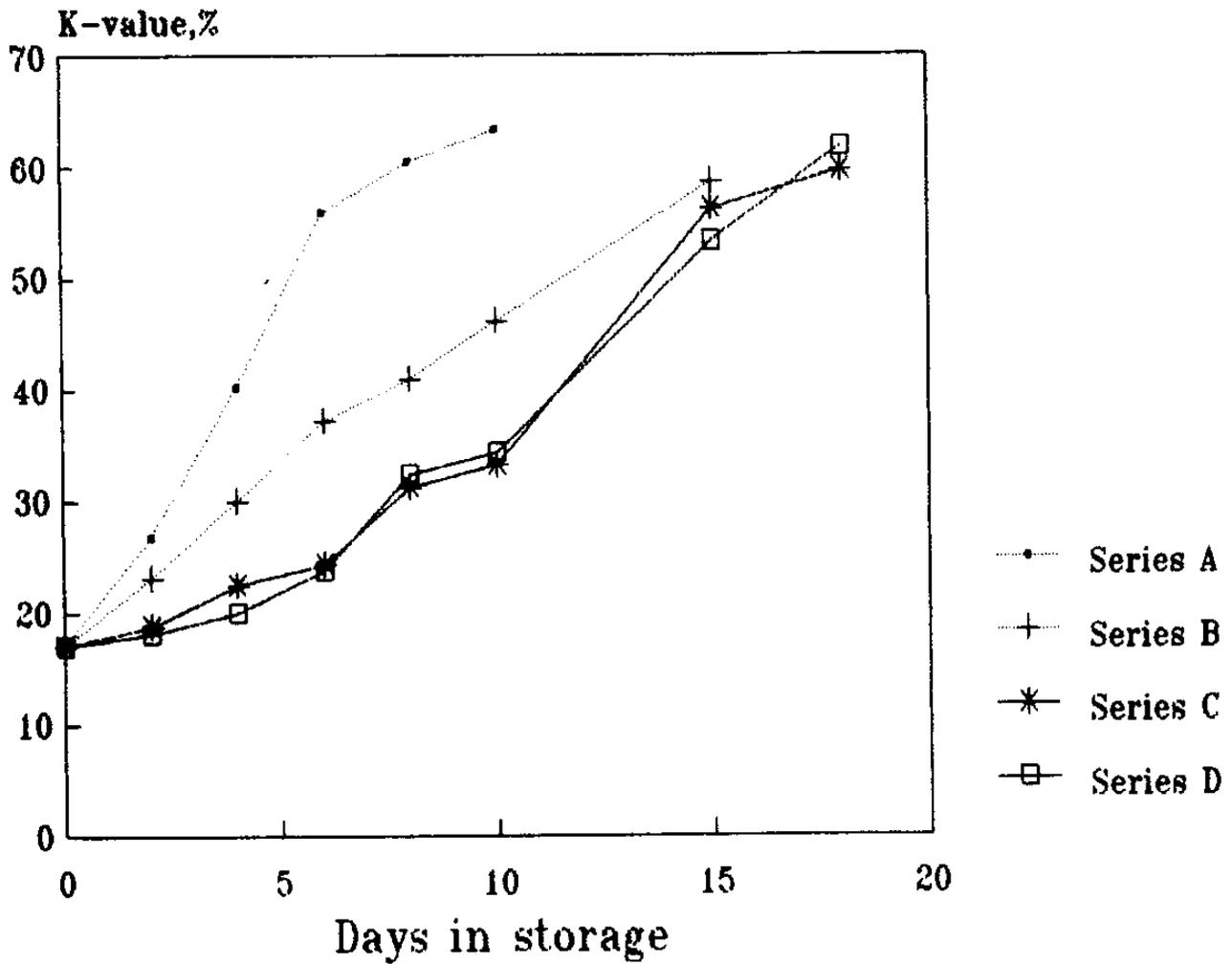


Fig.21. Changes in K-value during CO₂ modified ISW storage of mackerel with application of freshners at -1°C. (A:3% NaCl, B:3% NaCl with CO₂, C:3% NaCl with CO₂ + propionic acid+ascorbic acid, D:3% NaCl with CO₂ + DF-100)

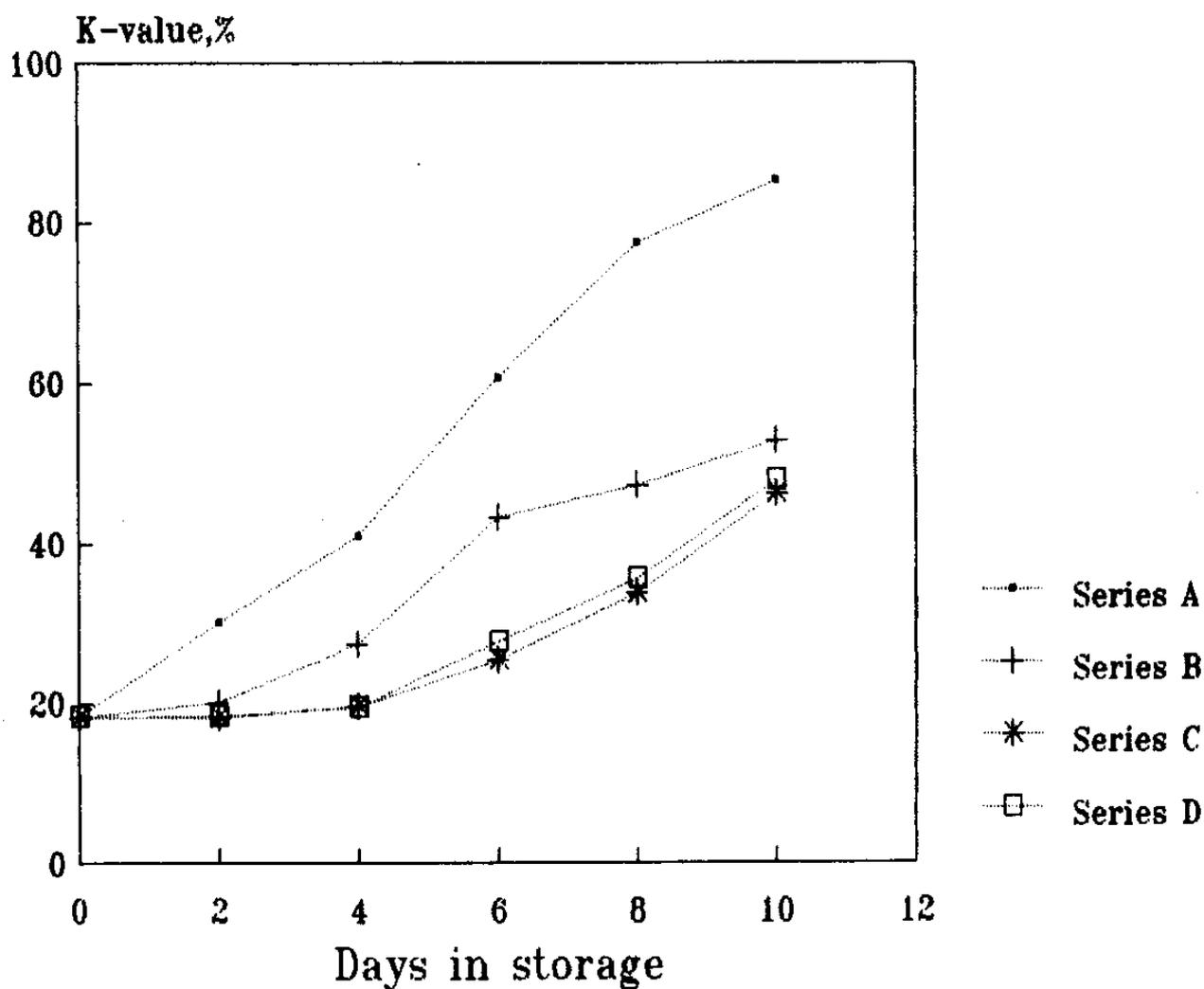


Fig.22. Changes in K-value during CO₂ modified ISW storage of mackerel with application of freshners at 3°C. (A: 3% NaCl, B: 3% NaCl with CO₂, C: 3% NaCl with CO₂ + propionic acid + ascorbic acid, D: 3% NaCl with CO₂ + DF-100)

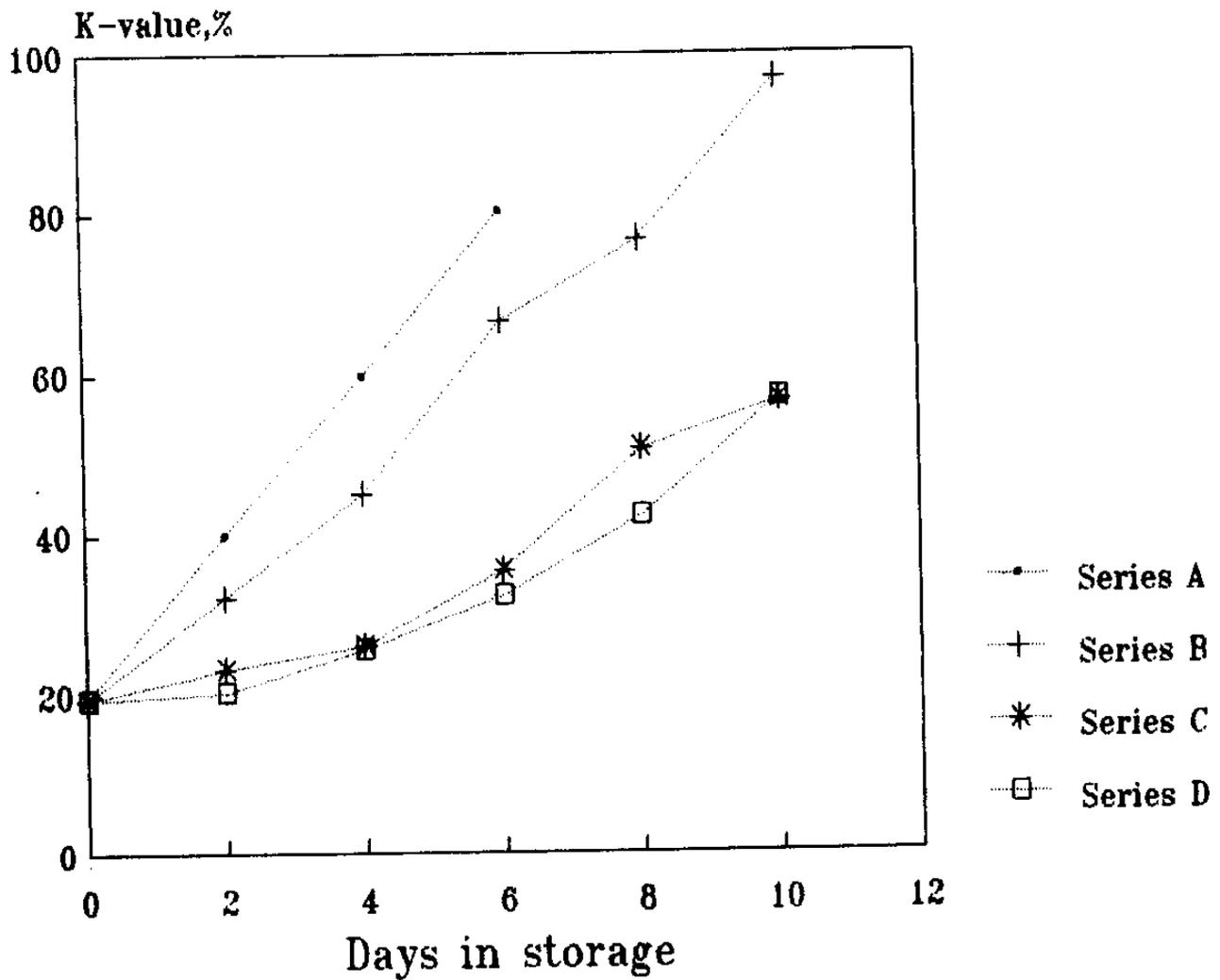


Fig.23. Changes in K-value during CO₂ modified ISW storage of mackerel with application of freshners at 5 °C. (A:3% NaCl with CO₂, B:3% NaCl with CO₂ , C:3% NaCl + propionic acid+ascorbic acid, D:3% NaCl with CO₂ + DF-100)

탄산가스포화 수빙저장시 고등어의 신선도는 일반해수 수빙저장 및 탄산가스포화 수빙저장시 상품성 유지 한계기간으로 추정되는 K-값 60% 전후 수준에 도달하는 기간이 각각 8일과 15일 전후인데 비해 선도유지제를 첨가한 탄산가스포화 수빙저장시는 18일 전후로 나타나 선도유지제를 병용함으로써 일반해수 수빙저장에 비해서는 120%, 탄산가스 포화해수 수빙저장 대비 20% 정도의 선도연장효과가 있는 것으로 나타났다.

탄산가스 포화해수 수빙저장시 어종에 따른 선도유지제 처리효과는 <그림 24 ~ 25>에 나타난 바와 같이 극히 미미하였으나 대체적으로 프로피온산과 아스코르브산의 혼합처리가 DF-100 단독처리보다 다소 우수한 것으로 나타났다.

이와같은 시험결과를 토대로 판단할 때 선어류의 선도유지를 위한 수빙저장에서 가장 중요한 영향요인은 어류의 초기선도와 수빙저장 온도이며 탄산가스 포화처리에 의해 수빙저장의 효과를 상당수준 증진시킬수 있으나 선도유지제의 사용은 효용성이 비교적 낮은 것으로 사료되었다.

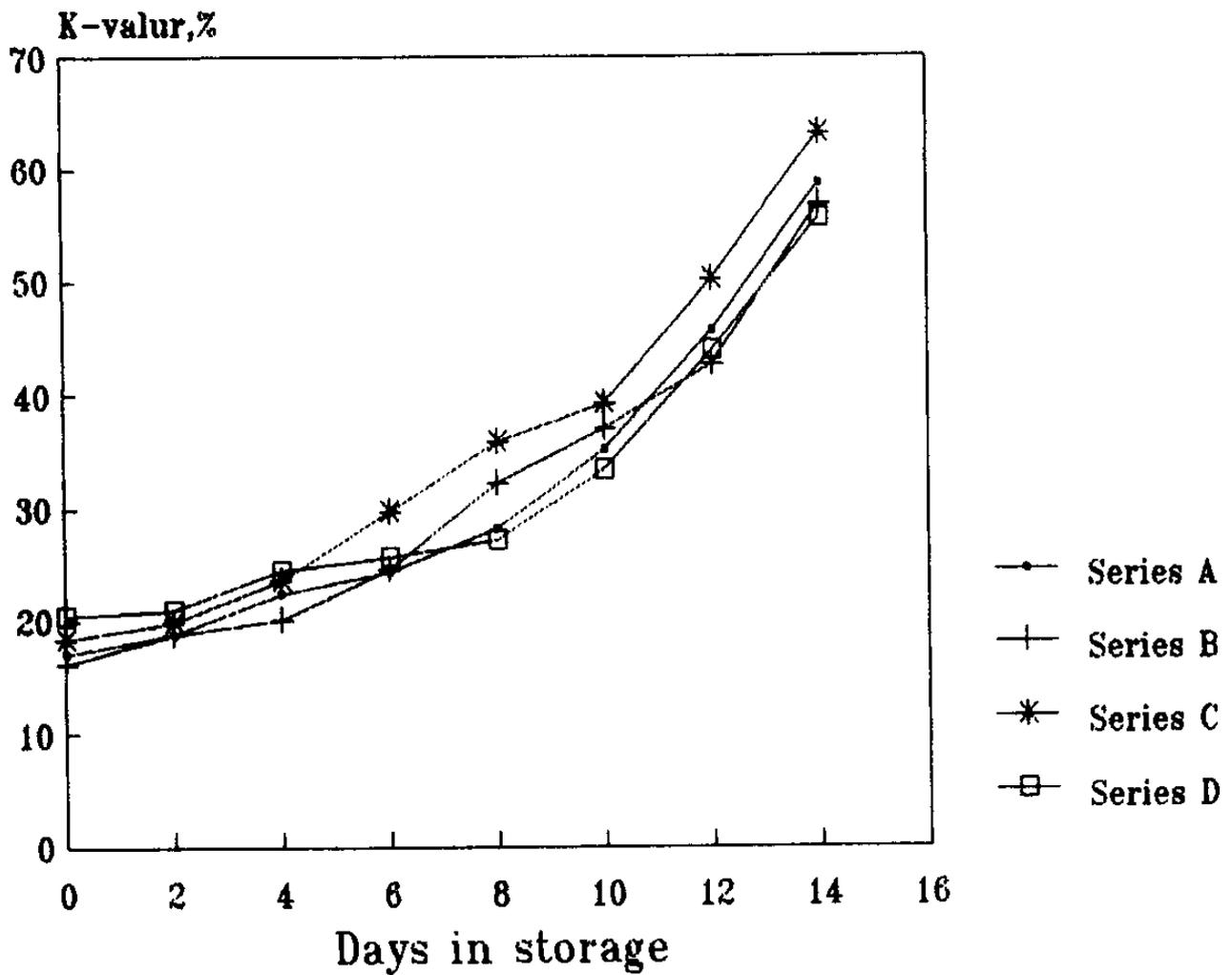


Fig. 24. Changes in K-value during CO₂ modified ISW storage of wet fishes with propionic acid & ascorbic acid at -1°C.

(A:Mackerel, B:Jack mackerel, C:Sardine, D:Gizzard shad)

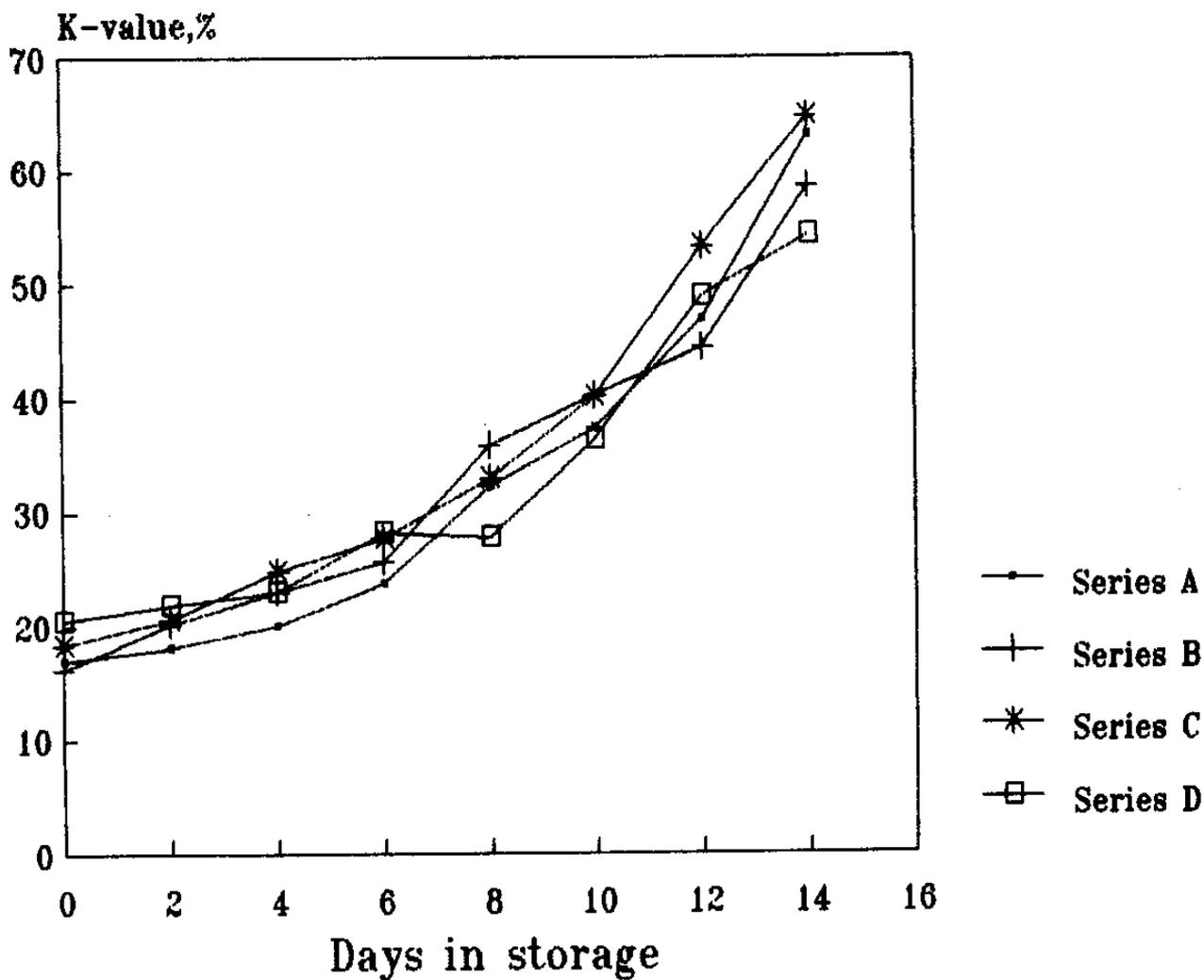


Fig.25. Changes in K-value during CO₂ modified ISW storage of wet fishes with DF-100(A:Mackerel, B:Jack mackerel, C:Sardine, D:Gizzard shad)

3. 탄산가스 치환포장시 선도유지제의 처리효과

선어류의 탄산가스 치환포장시 선도유지에 미치는 선도유지제의 영향을 조사하기 위해 방어 등 고급 선어로서의 기호성이 높은 6종의 선어를 공시어로 하여 선도유지제 침지처리 후 가스치환포장 및 2~3℃ 냉장에 의한 저장시험을 실시하면서 주요 선도지표들의 경시적변화를 실험측정하였다.

실험에 사용한 선도유지제 침지용액은 아스코르브산 1,000ppm+프로피온산 700ppm의 혼합용액과 Grape fruit seed extract를 주성분으로 한 상품명 DF-100 75ppm용액을 사용하였으며 어체는 아가미와 내장을 제거한 후 3% 식염수로 수세한 다음 10분간 선도유지제 용액에 침지한 후 가스치환 포장을 행하였다.

다음 <표 24> 및 <그림 26>에 나타난 것처럼 방어의 경우 탄산가스 치환포장시 선도유지제에 침지한 처리구의 선도유지기간이 무처리 가스치환포장시험구나 일반공기포장 시험처리구보다 뚜렷이 우수한 선도유지효과를 나타내었다.

Table 24. Changes in freshness during CO₂ -modified atmospheric storage of Yellow tail at 2~3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	9.11	10.92	73.00	14.98	16.21	18.27
b)	9.11	10.17	11.98	12.75	13.76	14.06
c)	9.11	10.35	12.01	12.88	13.80	14.60
TMA, mg%						
a)	7.10	1.73	2.12	2.42	2.80	2.97
b)	1.10	1.62	1.90	2.10	2.46	2.50
c)	1.10	1.60	2.00	2.10	2.31	2.53
K-value, %						
a)	23.39	35.27	53.78	58.27	63.78	73.27
b)	23.39	30.15	47.34	52.38	55.56	63.25
c)	23.39	29.27	42.49	50.10	56.13	64.17
POV, meqv/kg						
a)	6.82	8.29	10.29	11.63	14.27	19.25
b)	6.82	8.37	9.11	10.00	14.00	17.88
c)	6.82	8:37	10.20	12.25	14.62	20.25
V.C.C, N/g *						
a)	7.1×10 ²	2.0×10 ²	2.8×10 ²	3.6×10 ³	7.6×10 ⁴	8.2×10 ⁵
b)	1.1×10 ²	1.1×10 ²	1.3×10 ²	4.2×10 ²	1.6×10 ³	4.5×10 ⁴
c)	1.1×10 ²	1.4×10 ²	1.5×10 ²	4.8×10 ²	2.5×10 ³	3.8×10 ⁴

* Viable cell count

a) Packed with CO₂ 100 %

b) Packed with mixed gas(CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %) after dipping in mixed preservatives(ascorbic acid + propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %) after dipping in DF-100 solution

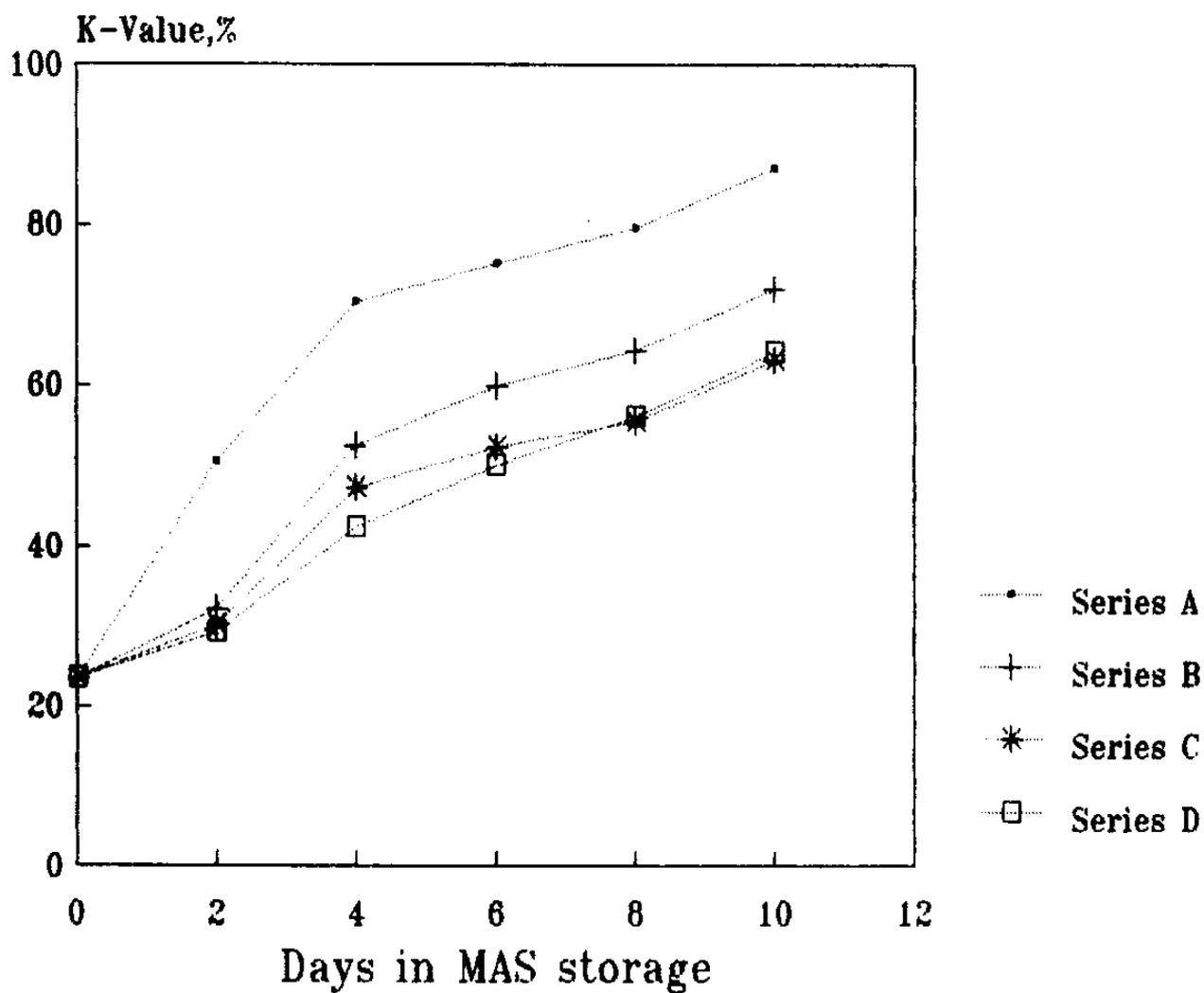


Fig.26. Changes in K-value during CO₂ MAP storage of yellow tail at 2~3°C.

A:air,

B:CO₂100%, C:[CO₂60%+N₂20%+O₂20%]after dipping in[ascorbic acid+propionic acid]solution,

D:[CO₂60%+N₂20%+O₂20%]after dipping in DF-100 solution

일반 공기포장 시험처리구의 경시적인 선도저하경향은 관능검사에 의해 보통수준의 신선도를 나타내는 4일경의 주요 선도지표값이 VBN 15.4 mg%, TMA 2.57 mg%, K-value 70.6%, 생균수 2.7×10^3 수준으로 추정되었다.

그러나 탄산가스 치환포장의 경우 관능적, 이화학적 선도지표값으로 추정되는 저장한계기간은 8일 전후로서 일반 공기포장 시험구 대비 100%수준의 선도유지기간 연장효과가 있는것으로 판단되었다.

또한 선도유지제 용액에 10분간 침지한 후 가스치환 포장시험처리구의 경우 선도유지기간은 10일 전후로서 탄산가스 치환포장 대비 25%, 일반 공기 포장시험 처리구 대비 150% 전후의 선도유지기간 연장효과가 있는 것으로 판단되었다.

이와같은 가스치환포장시 선도유지제 처리효과는 어종에 따라서 대체적으로 유사한 경향을 보였으나 처리구간의 경시적 선도저하경향은 어종에 따라 다소 상이하게 나타났다.

Table 25. Changes in freshness during CO₂ -modified atmospheric storage of Flounder at 2~3 °C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	6.25	7.02	8.75	10.24	11.80	13.00
b)	6.25	6.62	7.90	8.25	9.27	10.32
c)	6.25	6.62	7.80	8.01	9.12	10.27
TMA, mg%						
a)	0.87	1.01	1.07	1.20	1.59	2.00
b)	0.87	0.95	1.01	1.08	1.16	1.27
c)	0.87	0.95	1.01	1.12	1.16	1.35
K-value, %						
a)	15.21	20.11	24.78	33.75	40.21	57.28
b)	15.21	16.98	18.27	25.62	28.25	36.78
c)	15.21	17.41	19.48	27.87	26.27	39.07
POV, meqv/kg						
a)	4.49	6.40	9.00	10.87	12.50	14.67
b)	4.49	5.84	7.21	10.27	10.15	13.58
c)	4.49	5.58	7.89	8.98	10.79	12.97
V.C.C,N/g *						
a)	1.0×10 ²	5.7×10 ²	8.9×10 ²	3.0×10 ³	1.0×10 ⁴	7.2×10 ⁴
b)	1.0×10 ²	2.1×10 ²	6.2×10 ²	7.8×10 ²	4.1×10 ³	2.1×10 ⁴
c)	1.0×10 ²	1.7×10 ²	6.0×10 ²	8.7×10 ²	8.7×10 ³	2.8×10 ⁴

* Viable cell count

a) Packed with CO₂100 %

b) Packed with mixed gas(CO₂60 % + N₂20 % + O₂20 %) after dipping in mixed preservatives(ascorbic acid + propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂60 % + N₂20 % + O₂20 %) after dipping in DF-100 solution

< 표 25 ~ 29 >에는 도다리 등 선어 5종을 2 ~ 3℃ 조건에서 MAP저장시 선도유지제의 전처리 효과를 조사한 결과이다.

어종에 따른 경시적 선도지표들의 변화는 도다리의 경우 극히 완만하여 저장 10일후의 관능적 선도상태는 매우 신선한 상태를 보였으며 이때 화학적 선도지표인 VBN, TMA 및 K-값이 선도유지제 침지 처리여부에 따라 각각 10.2 ~ 13.0 mg%, 및 36.8 ~ 57.3 %수준으로 나타났으며 생균수는 $2.1 \times 10^4 - 7.2 \times 10^4 / g$, POV값은 12.9 ~ 14.7 meqv/kg의 수준을 나타내었다.

대체적으로 선도유지제의 침지처리에 의해 뚜렷한 처리효과가 인정되었는데 선도 지표별로는 VBN과 POV값의 변화 차이는 미미한 반면 관능점사와 K-value 및 TMA의 변화 차이는 뚜렷한 경향을 보였는데 저장 2일 이후부터 처리구간의 선도차이를 식별할 수 있었다.

Table 23. Changes in freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Yellow croaker at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg %						
a)	11.40	14.00	18.20	32.87	43.27	55.01
b)	11.40	11.95	12.50	20.42	38.78	45.21
c)	11.40	11.62	13.00	23.14	40.65	47.76
TMA, mg %						
a)	2.90	3.82	6.25	5.64	7.93	9.82
b)	2.90	3.11	3.27	5.25	8.27	10.18
c)	2.90	3.28	3.00	5.77	7.23	11.04
K-value, %						
a)	28.53	46.88	53.33	67.00	81.25	84.25
b)	28.53	32.94	45.25	57.24	70.25	77.31
c)	28.53	33.71	44.82	58.14	72.61	76.12
POV, meqv/kg						
a)	9.27	12.31	13.00	14.98	20.21	27.78
b)	9.27	14.25	20.17	28.86	39.64	43.25
c)	9.27	13.82	25.63	31.52	35.62	44.70
V.C.C, N/g*						
a)	3.7×10^4	7.7×10^4	2.2×10^5	9.2×10^5	7.8×10^6	8.2×10^7
b)	3.7×10^4	3.2×10^4	5.8×10^4	9.1×10^4	6.6×10^5	4.2×10^6
c)	3.7×10^4	2.1×10^4	6.0×10^4	8.9×10^4	7.2×10^5	3.8×10^6

* Viable cell count

a) Packed with CO₂, 100 %

b) Packed with mixed gas(CO₂, 60 % + N₂, 20 % + O₂, 20 %) after dipping in mixed preservatives(ascorbic acid + propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂, 60 % + N₂, 20 % + O₂, 20 %) after dipping in DF-100 solution

참조기의 경우 탄산가스 치환포장시 선도유지제 침지처리 효과는 도다리
의 경우에 비해 상대적으로 낮았다.

경시적으로 조사한 관능적 선도 상태는 선도 유지제 처리구가 무처리 시
료보다 다소 우수한 것으로 나타났으나 VBN, TMA 및 K-값의 경시적
변화차이는 비교적 미미하였으며 관능적으로 상품성이 유지되는 시점에서의
주요 선도지표값은 K-값과 생균수가 탄산가스 포장시험구의 경우 각각
46.9% 및 $6.5 \times 10^4/g$ (저장 2일후), 선도유지제 침지처리 후 탄산가스
치환포장 시험구가 45.2~58.1% 및 $5.8 \sim 8.9 \times 10^4/g$ (저장 4~6일)
수준으로 나타났으며 경시적으로 지속적 증가경향을 나타내었다.

대체적으로 타 어종에 비해 경시적인 VBN 및 TMA의 증가속도가 크
고 함량이 높게 나타난 반면 근육종의 생균수는 상대적으로 적게 나타나
는 특성을 보였는데 이와같은 현상들은 선도저하가 완만한 조기육의 특성
및 초기선도가 도다리 등 즉살한 타어종에 비해 높았던데 기인하는 것으
로 추정되었다.

한편 경시적 POV값의 변화는 선도유지제 침지처리한 것이 오히려 빠르
게 증가하는 경향을 보였는데 정확한 작용기작은 알 수 없었다.

Table 27. Changes in freshness during CO₂-modified atmospheric storage of Silver salmon at 2-3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	8.03	9.92	12.37	14.27	18.27	18.77
b)	8.03	9.17	11.85	12.52	13.88	14.26
c)	8.03	9.35	11.95	12.37	14.01	14.87
TMA, mg%						
a)	1.02	1.70	2.16	2.43	2.80	2.32
b)	1.02	1.60	2.01	2.13	2.52	2.60
c)	1.02	1.53	2.02	2.12	2.40	2.54
K-value, %						
a)	20.25	36.27	54.25	59.87	65.37	74.27
b)	20.25	30.23	46.20	53.21	56.25	66.33
c)	20.25	30.02	43.37	50.77	58.27	64.58
POV, meqv/kg						
a)	6.62	8.31	11.00	12.63	14.25	20.26
b)	6.62	8.36	10.02	11.25	13.97	18.95
c)	6.62	8.40	10.78	11.72	14.26	19.21
V.C.C, N/g*						
a)	2.0×10^2	3.0×10^2	4.2×10^2	3.2×10^3	7.3×10^4	5.5×10^5
b)	2.0×10^2	1.6×10^2	2.1×10^2	6.2×10^2	2.1×10^3	2.6×10^4
c)	2.0×10^2	2.1×10^3	2.4×10^2	5.4×10^2	4.2×10^3	4.0×10^4

* Viable cell count

a) Packed with CO₂, 100%

b) Packed with mixed gas(CO₂, 60% + N₂, 20% + O₂, 20%) after dipping in mixed preservatives(ascorbic acid + propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂, 60% + N₂, 20% + O₂, 20%) after dipping in DF-100 solution

은연어의 경우 경시적 선도는 관능적 선도로 판단할 때 상품성이 유지되는 한계기간은 탄산가스 치환포장 시료가 6일 전후인데 비해 선도유지제를 처리한 후 탄산가스 치환포장한 시료는 10일 정도로서 선도유지제의 처리효과가 매우 우수하였다.

탄산가스 치환포장 시료의 저장 6일째 K-값 및 생균수는 각각 59.8% 및 $3.2 \times 10^3/g$ 수준인데 비해 선도유지제 처리후 탄산가스 치환포장 시료는 각각 64.6 - 66.2% 및 $2.6 - 4 \times 10^4 / g$ 수준으로 나타났다.

저장중 경시적 K-값의 변화는 선도유지제 무처리 시료는 저장개시 시점부터, 선도유지제 처리 시험시료는 저장 2일 이후부터 급속히 증가하는 차이를 보여 일반적으로 탄산가스 치환포장시 초기선도의 유지기간 연장효과는 비교적 미미한 것으로 나타났다.

이는 즉살 처리하지 않은 공시어류의 특성에 기인한 것으로 추정되었으며 만약 활어를 즉살 처리한 후 곧바로 선도유지제를 처리하여 탄산가스 치환후 냉장할 경우 초기선도 유지기간의 연장에 의한 상품성 유지기간을 더욱 연장할 수 있을 것으로 사료되었다.

무지개 송어와 우럭의 경우 관능검사에 의한 상품성 유지 저장 한계기간은 탄산가스 포장시료의 경우 각각 10일 전후였으나 선도유지제 처리후 포장하므로써 각각 14일 전후로 선도 유지기간이 연장되는 뚜렷한 차이를 보였으며 이때 이화학적 선도지표 및 생균수는 지개 송어의 경우 VBN, TMA 및 K-value가 각각 16.5-18.5 mg%, 3.73-4.2 mg% 및 52.0-58.2%, 생균수가 $2.7-4.9 \times 10^5/g$ 수준이었으며 우럭의 경우 15.6-17.3 mg%, 3.4 - 3.9 mg%, 및 51.3-54.8%, 생균수 $1.6 - 7.4 \times 10^5/g$ 수준을 나타내었다.

두 어종 공히 저장 6일 이후부터 각종 선도지표 값이 급격히 증가하는 양상을 보여 타어종 보다 초기 선도의 유지기간이 길고 선도 유지제의 처리효과가 뚜렷한 것을 알 수 있었는데 이는 공시어를 즉살 처리하여 초기 선도가 극히 우수하여 부패 미생물들의 초기 생육이 선도 유지제 처리에 의해 효과적으로 저해된데 기인한 것으로 추정되었다.

두 어종 공히 선도유지제 처리 시료의 저장중 POV값의 변화가 상대적으로 완만한 증가 경향을 나타내어 관능적인 선도유지 평가요인으로 작용하였다.(표 25, 26)

이와같이 MAP 저온저장시 선도유지제의 처리효과에 관한 전항 연구결과는 다양한 화학적 처리제를 검토한 연구결과¹³⁾가 보고되어 있으나 GRAS 물질수준의 적정 처리제로서는 Propionic acid 700ppm+CO₂-MAP, Ascorbic acid 1,000ppm + CO₂-MAP, Propionic acid 700ppm + Ascorbic acid 1,000ppm + CO₂-MAP 저온저장등의 선도유지효과가 매우 우수하였으며 이때 선도유지제의 사용방법은 아가미와 내장을 제거한 후 10분간 침지 → 물빼기 → MAP의 방법이 적당하였다는 보고¹³⁾가 있으며 이와같은 처리효과는 본 시험 결과에서도 대체적으로 확인할 수 있었다.

Table 28. Changes in freshness during CO₂ -modified atmospheric storage of Rainbow trout at 2~3°C

Treatment & freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	7.00	8.06	9.58	13.02	15.27	17.25
b)	7.00	7.95	9.80	9.62	11.54	12.32
c)	7.00	7.39	8.75	10.01	10.47	11.95
TMA, mg%						
a)	1.50	2.12	2.46	3.00	3.42	3.98
b)	1.50	1.83	2.01	2.35	2.76	2.98
c)	1.50	1.75	1.98	2.48	2.82	3.12
K-value, %						
a)	17.02	22.27	25.01	35.60	44.67	60.27
b)	17.02	18.03	20.12	26.26	30.25	40.17
c)	17.02	17.95	20.03	25.72	30.00	38.25
POV, meqv/kg						
a)	5.62	7.48	10.95	13.67	16.42	18.00
b)	5.62	6.28	7.88	10.57	12.03	12.95
c)	5.62	6.37	8.02	11.02	12.07	13.04
V.C.C,N/g *						
a)	4.0×10 ²	1.0×10 ³	5.6×10 ³	2.0×10 ⁴	4.9×10 ⁵	8.3×10 ⁵
b)	4.0×10 ²	4.2×10 ²	9.3×10 ²	2.4×10 ³	8.2×10 ³	3.2×10 ⁴
c)	4.0×10 ²	3.2×10 ²	8.7×10 ²	4.2×10 ³	9.3×10 ³	4.3×10 ⁴

* Viable cell count

a) Packed with CO₂100 %

b) Packed with mixed gas(CO₂60 % + N₂20 % + O₂20 %) after dipping in mixed preservatives(ascorbic acid+ propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂60 % + N₂20 % + O₂20 %) after dipping in DF-100 solution

Table 29. Changes in Freshness during CO₂-modified atmospheric storage of sea perch at 2~3°C

Treatment & Freshness index	Storage periods in days					
	0	2	4	6	8	10
VBN, mg%						
a)	7.25	8.02	9.38	11.01	13.03	15.26
b)	7.25	7.72	8.75	9.62	10.32	11.03
c)	7.25	7.38	8.65	9.75	10.25	11.47
TMA, mg%						
a)	1.63	2.03	2.21	2.73	2.63	3.31
b)	1.63	1.86	2.01	2.25	2.16	2.37
c)	1.63	1.85	2.01	2.13	2.03	2.42
K-value, %						
a)	16.29	20.33	24.27	34.27	41.27	58.75
b)	16.29	17.02	19.25	27.62	29.38	36.95
c)	16.29	17.02	19.46	29.62	30.25	37.20
POV, meuv/kg						
a)	5.01	6.28	9.37	11.25	15.62	17.00
b)	5.01	6.03	7.38	10.25	11.02	12.27
c)	5.01	5.67	7.90	9.02	11.27	13.05
V.C.C, N/g*						
a)	4.2×10^2	9.2×10^2	4.8×10^3	9.5×10^3	4.8×10^4	5.8×10^5
b)	4.2×10^2	3.8×10^2	7.4×10^2	1.1×10^3	6.8×10^3	1.0×10^4
c)	4.2×10^2	4.0×10^2	8.7×10^2	2.3×10^3	7.5×10^3	2.0×10^4

* Viable cell count

a) Packed with CO₂ 100 %

b) Packed with mixed gas(CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %) after dipping in mixed preservalives(ascorbic acid + propionic acid solution)

c) Packed with mixed gas(CO₂ 60 % + N₂ 20 % + O₂ 20 %) after dipping in DF-100 solution



①



②



③



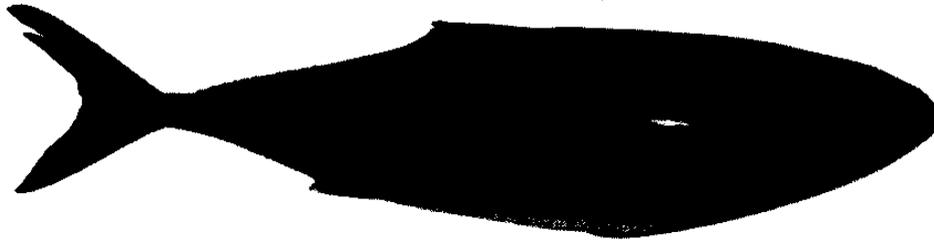
④

① 고등어, -1°C 의 CO_2 - 포화해수중 10일 저장)
(Propionic acid + Ascorbic acid 첨가구)

② 고등어, -1°C 의 CO_2 - 포화해수중 10일 저장

③ 고등어, 3°C 의 CO_2 - 포화해수중 10일 저장

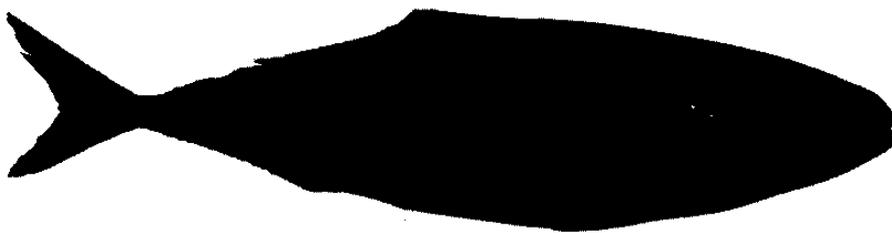
④ 고등어, 3°C 의 일반해수중 10일 저장



①

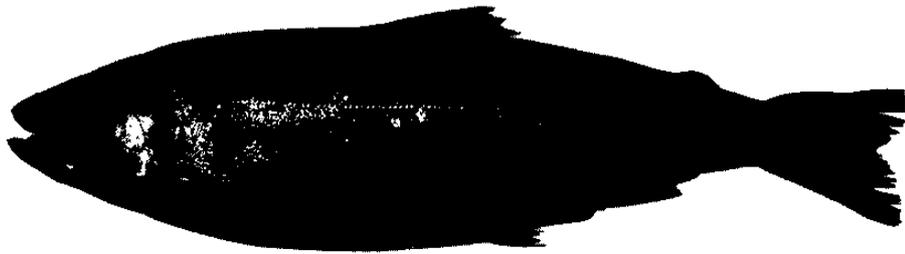


②

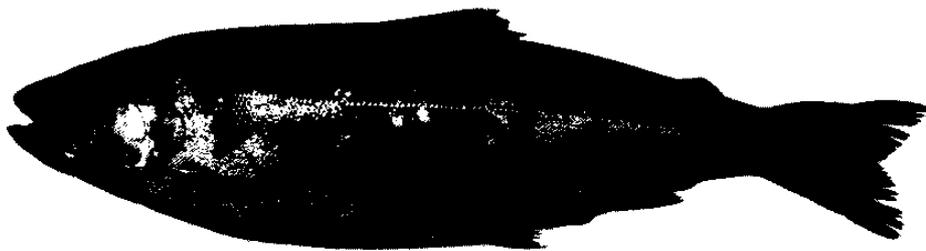


③

- ① 방어, 2~3℃ CO₂-MAP 포장후 10일 저장
(Propionic acid + Ascorbic acid 혼합용액 침지후)
- ② 방어, 2~3℃, CO₂-MAP 포장후 10일 저장
- ③ 방어, 2~3℃, Air -포장후 10일 저장



①



②



③

① 연어, 2~3℃, CO₂ - MAP 포장후 10일 저장
(Propionic acid + Ascorbic acid 침지처리)

② 연어, 2~3℃, CO₂ - MAP 포장후 10일 저장

③ 연어, 2~3℃, Air 포장후 10일 저장

제 4 장 참 고 문 헌

1. R.W. Nelson and H.J. Barnett: Fish preservation in refrigerated sea water modified with carbon dioxide, in progress in refrigeration science & technology proceeding 13th international congress, Refrigeration, Vol. 3, 57-62 (1972).
2. A.A. Longard and L.W. Regier: Color and some composition changes in ocean perch held in refrigerated sea water with and without carbon dioxide, Journal of fisheries research board of canada, Vol.31, No.4 (1974).
3. H.J. Barnett, R.W. Nelson, P.J. Huntep, S. Bauer, and H. Groniger: Studies on the use of carbon dioxide dissolved in refrigerated bring for the preservation of whole fish. Fisheries Bull, Vol. 69, 433-442 (1971).
4. A.D. King and C.W. Nagel: Growth inhibition of a Pseudomonas by carbon dioxide, J. Food Sci., 32: 575-579 (1967).
5. A.A. Longard and L.W. Regier: Tests on the refrigerated sea water transport of cod, red fish and flounder., Fish. Res. Board Canada Tech. Rep., 280:34p (1974).
6. Gunnar Finne: Modified- and controlled-atmosphere storage of muscle foods, Food Tech., Feb., 128-133 (1982).
7. V. Oberlender, et al.: Storage characteristics of fresh

- swordfish steaks stored in carbon dioxide-enriched controlled atmospheres, J. Food Protection, Vol.46, May (1983).
8. H. Banks, et al.: Shelf-life studies on carbon dioxide packaged finfish from the gulf of mexico, J. Food Sci., Vol. 45 (1980).
 9. M. Lannelongue, et al.: Storage characteristics of brown shrimp stored in retail packages containing CO₂-enriched atmospheres, J. Food Sci., Vol.47 (1982).
 10. R.J.H. Gray, D.G. Hoover and A.M. Muir: Attenuation of microbial growth on modified atmosphere-packaged fish, J. Food Protection, Vol.46, No.7 (1983).
 11. M.L. Windsor and T. Thoma: Chemical preservation of industrial fish: New preservative mixtures. J. Sci. Food. Agric., Vol.25 (1974).
 12. J.M. Farber: Microbiological aspects of modified -atmosphere packaging technology-A review: J. Food Protection, Vol.54, No.1 (1991).
 13. Alberto Pedrosa-Menabrito and Joe M. Regenstein: Shelf-life extension of fresh fish - A review part II - Preservation of fish, J. Food Quality, Vol.13 (1990).
 14. Inga-Maj Stenstrom: Microbial flora of cod fillets stored at 2⁰C in different mixtures of carbon dioxide and nitrogen/

- oxygen, J. Food Protection, Vol.48, No.7 (1985).
15. H.J. Barnet, J.W. Conrad, and R.W. Nelson: Use of laminated high and low density polyethylene flexible packaging to store in a modified atmosphere, J. Food Protection, Vol. 50 (1987).
 16. M.Y. Wang and W.D. Brown: Effects of elevated CO₂ atmosphere on storage of freshwater crayfish, J. Food Sci., Vol.48 (1983).
 17. K.L. Parkin, M.J. Wells and W.D. Brown: Modified atmosphere storage of rockfish fillets, J. Food Sci, Vol.47 (1981).
 18. Mokhele, K., A.R. Johnson, E. Barrett, and D.M. Orgydziaik: Microbiological analysis of rock cod stored under elevated CO₂ atmospheres, Applied Environ. Microbiol., Vol.45 (1983).
 19. Joseph H. Hotchkiss: Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres, Food Technology, Sep. (1988).
 20. Hisateru Mitsuda, Kenji Nakajima, Hirishi Mizuno, and Fumoi Kawai: Use of sodium chloride solution and carbon dioxide for extending shelf-life of fish fillets, J. Food Sci., Vol. 45 (1980).
 21. G. Molin, Inga-Maj Stenstrom & A. Ternstrom: The micro flora of herring fillets after storage in carbon dioxide,

- nitrogen or air at 2°C, J. Applied Bacteriology, Vol.55 (1983).
22. W.D. Brown, et al.: Modified atmosphere storage of rock fish and silver salmon, J. Food Sci., Vol.45 (1980).
 23. D. Watts and W.D. Brown: Histamine formation in abusively stored pacific mackerel: Effect of CO₂-modified atmosphere, J. Food Sci., Vol.47 (1982).
 24. Tateo Fuji et al.: The effect of storage in carbon dioxide-nitrogen gas mixture on the microbial flora of sardine, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol.56 (5) (1990).
 25. Bon Kimura, M. Murakami and H. Fujisawa: Micribial flora of jack mackerel fillets stored in retail packages containing different gas atmosphere at 5°C, Nippon Suisan Gakkai-shi, Vol.57 (3) (1991).
 26. David M. Orgrydziak and W. Duane Brown: Temperature effects in modified-atmosphere storage of seafoods. Food Technology, May (1982).
 27. Tateo Fuji, et al.: Shelf-life studies on fresh sardine packaged with carbon dioxide-nitrogen gas mixture, Nippon Suisan Gakkaishi, Vol.55 (11) (1989).
 28. Y.J. Cho, C.G. Kim and K.H. Lee: Effect of refrigerated sea water on keeping freshness of sardine, Bull. Korean Fish.

- Soc., 21 (3) (1988).
29. Dong Suck Chang: A study on preservation effect of chlorotetracycline upon fresh fish. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Vol.15 (1976).
 30. 조길석 · 김현구, 강통삼, 신동화 : 포장방법이 고등어 제품의 저장성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20 (1)(1988).
 31. K.S. Jo, H.K. Kim, T.S. Kang and D.H. Shin: Effect of packaging method on the storage stability of hair tail products, Korean J. Food Sci. Technol., Vol.20 (1) (1988).
 32. 이용호, 구재근, 안창범, 차용준, 오광수 : HPLC에 의한 시판 수산건제품의 ATP분해생성물의 신속정량법, 한국수산학회지, 17 (5), 368-372 (1984).
 33. 일본후생성 : 식품위생검사지침 I, 휘발성 염기질소, 30-32 (1973).
 34. AOAC: Official methods of analysis, 14th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C. (1984).
 35. Han, J.S. and J.K. Koh: Quantitative high performance liquid chromatography of intracellular nucleotides, Korean J. Biochem., 18, 37-47 (1986).

주 의

1. 이 보고서는 과학기술처에서 시행한 특정연구개발사업의 연구보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 과학기술처에서 시행한 특정연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 한다.