

전자촉매와 아쿠아이온을 이용한 저장 농산물의 고선도 유지 기술 개발

Development of Freshness Prolongation Technology for
Agricultural Produces by Electrocatalyst and Aqua-Ion

연 구 기 관
한국식품개발연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “전자촉매와 아쿠아이온을 이용한 저장 농산물의
고선도 유지 기술 개발”에 관한 연구의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 16일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 김 병 삼

연 구 원 : 정 문 철

차 환 수

도 정 룡

최 정 희

권 기 현

권 주 연

참 여 기 업 명 : (주)후 래 쉬 텍

참여기업 대표 : 백 승 천

요 약 문

I. 제 목

전자촉매와 아쿠아이온을 이용한 저장 농산물의 고선도 유지 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매 복합시스템에 의하여 저장 환경을 제어함으로써 저장 농산물의 신선도를 장기간 유지할 수 있는 기술을 개발함으로써 농산물의 수확후 손실을 감소시키는데 있음.

III. 연구개발 내용 및 범위

- 아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매를 이용한 복합 선도 유지 시스템 개발
- 개발된 시스템의 농산물에의 적용 시험

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 아쿠아이온을 발생시키는 시스템이 레너드 효과를 응용하여 설계, 제작되었다. 시스템의 아쿠아이온의 발생량은 70,000개/cc이었으며 가습속도는 0.13 l/h이었으며 85% 이상의 고습도 조건에서도 결로가 발생하지 않았다. 그리고 아쿠아이온시스템의 에틸렌가스 제거 효과는 2시간 후에 95%이상으로 나타났다.

2. 이산화티타늄 촉매를 이용한 유해가스 제거 시스템이 농산물 선도 유지를 위해 설계, 제작되었다. 시스템은 전자촉매식과 광촉매식 두가지 형태로 개발

하였으며, 에틸렌가스등 유해가스의 제거 효율은 2시간 후에 20% 이상으로 나타났다.

3. 아쿠아음이온과 이산화타타늄촉매를 활용한 농산물 선도 유지시스템이 설계, 제작되었다. 시스템은 쇼우케이스형과 저온저장고형 두가지로 개발되었으며 유해가스 제거(에틸렌가스 제거 97%, 2시간 후), 부패미생물의 생육 억제, 저온저장고 내 공기의 가습 및 청정화 효과가 있는 것으로 나타났다.

4. 농산물에 대한 선도 유지 효과 시험은 딸기, 브로콜리, 수삼, 애호박, 상추 등 6종에 대하여 행하였다. 아쿠아시스템에 의하여 감모율과 부패율의 억제가 이루어졌고 전반적인 신선도는 대략 15% 이상 향상되었다.

5. 본 연구 결과는 농산물의 수확후 손실을 감소시키기 위한 유통 정책 사업과 부합되는 기술로서 현장 보급, 확산을 위해서는 시설 설치, 시범 사업등에 대한 정책적 지원이 배려되기를 바란다.

V. 활용 현황

1. 특허출원(발명특허) 1건

- 아쿠아음이온을 함유한 고습도 청정공기 공급장치(출원번호2003-)

2. 향후 계획

- 홍보 : 개발시스템에 대한 홍보 예정(1건, 9월)
- 학술발표 : 연구결과에 대하여 관련 학회지에 발표 예정(1건,10월)
- 기술 보급 : 참여기업에 기술 이전하여 보급 추진중

SUMMARY

I. Title

Development of Freshness Prolongation Technology for Agricultural Produces by Electrocatalyst and Aqua-ion

II. Objectives

This study was carried out for the new development of freshness prolongation system utilizing aqua-ion and TiO_2 catalyst for agricultural produces. Therefore, it is aimed for decreasing the loss during storage and distribution.

III. Contents of study

1. Development of combined freshness prolongation system utilizing aqua-ion and TiO_2 catalyst
2. Application for agricultural produces

IV. Results and application

1. The aqua-ion system was designed and developed by modifying Lenard's effect. Amount of aqua-ion produced from aqua-ion system was about 70,000 particles/c and humidifying capacity was 0.13 ℓ /h. It could be humidified without condensation on the surface of produces. Also, ethylene gas in the chamber could be removed up to 95% by absorption.

2. The catalytic system using TiO_2 was developed and it was effective for removal of harmful gases in order to prolong the freshness of agricultural

produces. It was designed and manufactured with two types, that is electro-catalytic and photocatalytic, and the efficacy was above 90% for harmful gases such as ethylene and sulfuric dioxide, etc.

3. The combined system attached with aqua-ion and TiO_2 catalyst was developed in order to prolong the freshness of agricultural produces. The system was designed and manufactured with two types for showcases and cold stores. It was effective for removal of harmful gases, inhibition of growth for microorganism, humidifying and cleaning.

4. The developed system was applied for fresh agricultural produces such as peach, strawberry, undried ginseng and broccoli. It was contributed to decrease above 15% of the loss caused by weight loss and decaying.

5. The system that developed through this study will be well adapted to the advanced governmental policies for decreasing the postharvest loss of agricultural produces. For the spreading of the newly developed technology, we'll anticipate the active promotion by government, for new facility installation and model test in the rural area.

CONTENTS

I. Outline of project	11
II. Review of recent research activities	13
III. Contents and results of research	16
1. Development of aqua-ion generating system	16
1-1. Principle of aqua-ion generation	16
1-2. Design and manufacture	21
1-3. Evaluation of performances	27
2. TiO ₂ catalytic system	42
2-1. Photocatalytic system	42
2-2. Electro-catalytic system	42
3. Freshness prolongation system combined with aqua-ion and TiO ₂ catalyst	55
3-1. Showcase type-store combined with aqua-ion and electric TiO ₂ catalyst	55
3-2. Freshness prolongation system for cold storage room	66
IV. Research achievements and contribution to related area	85
1. Research achievements	85
2. Contribution to related area	85
V. Application of research output	86
VI. Information gathered from abroad	88
VII. References	118

여 백

목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요	11
제 2 장 국내외 기술 개발 현황	13
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	16
제 1 절 아쿠아이온 발생 시스템의 개발	16
1. 아쿠아이온 발생 원리	16
2. 시스템의 설계와 제작	21
3. 성능 평가	27
가. 아쿠아이온의 발생	27
나. 정온 정습 효과	27
다. 결로 형성	32
라. 에틸렌가스 분해, 제거 효과	33
마. 농산물의 선도유지에 미치는 효과	35
제 2 절 이산화티타늄 촉매 시스템	42
1. 광촉매시스템	42
2. 전자촉매시스템	42
제 3 절 아쿠아이온과 촉매 복합 선도 유지 시스템	55
1. 아쿠아이온과 전자촉매를 이용한 쇼우케이스형 보관시스템	55
가. 시스템의 설계와 제작	55
나. 농산물의 선도유지에 미치는 효과	59
2. 아쿠아이온과 광촉매를 이용한 저온저장고용 선도유지시스템	66
가. 시스템의 설계와 제작	66
나. 에틸렌가스 제거 효과	69
다. 농산물의 선도 유지에 미치는 효과	70
제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도	85
제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획	86
제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술정보	88
제 7 장 참고문헌	118

여 백

제 1 장 연구개발 과제의 개요

신선농산물의 경우 수확후 장단기 보관을 위한 주요 기술로서는 현재 산지 예냉, 저온저장, MAP, CA저장등의 기술이 사용되고 있으며 이들 기술은 모두 대상 농산물 및 주위환경에 대한 온도, 습도, 가스환경, 부패미생물의 생육제어를 위해 콘트롤이 되고 있다. 특히 저온저장중의 선도유지를 위해서는 온,습도 관리와 함께 에틸렌가스등 유해가스의 제거 및 곰팡이등 부패미생물의 생육억제가 노화와 선도저하를 억제하기 위한 주요 기술로서 단독 또는 복합적으로 혼용되고 있다.

우리나라의 경우 수확후 손실율은 품목에 따라서 차이가 있으나 대체로 20~50%에 이르고 있는 것으로 보고되고 있다. 특히 외국 농산물의 수입개방에 따라 품질경쟁력 측면에서 신선농산물까지 위협을 받고 있고 신선농산물의 수출에 있어서는 선도유지관리의 미흡으로 외국시장에서의 폐기 및 제값을 못받는 사례가 많다. 이러한 측면에서 99년도부터 정부의 저온유통기반확충사업은 기존 산지유통센타건설사업과 함께 국내 농산물 유통에 새로운 전기를 마련하고 있다. 산지에 예냉시설의 도입은 저온유통의 도입을 가져왔으나 농산물의 품질관리는 수확후부터 소비자에 들어가기까지의 전단계에 대하여 온도, 습도, 가스환경, 미생물의 생육제어등이 종합적으로 이루어져야만 소정의 목적을 달성할 수가 있다. 따라서 향후 저장환경의 최적콘트롤시스템의 개발 필요성은 계속 증대할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 강유전성의 반도체 촉매시스템을 이용해 농산물 저장창고의 에틸렌가스등 유해가스의 제거와 미생물의 생육을 억제할 수 있고 아울러 Aqua ion을 순환식 공조시스템화 하여 반도체표면반응을 극대화시키면서 농산물 표면에 결로를 발생시키지 않고 정온·정습·정정 보관이 가능한 고선도 저

장환경 제어시스템의 개발로 고습도 환경이 필요한 저장 신선농산물의 고선도 유지에 기여하고자 하였으며 전반적인 연구 범위는 다음과 같다.

- 이산화티타늄 촉매시스템의 개발
- 아쿠아 음이온을 이용한 순환식 정온·정습·청정 기술 개발
- 아쿠아이온과 이산화티타늄을 이용한 복합 선도 유지시스템 개발
- 개발된 시스템의 성능 평가

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

신선농산물의 경우 수분함량이 65~95%로 높고 수확당시 오염된 부패미생물($10^3 \sim 10^6$ cfu/fw)과 저장고내의 과습한 조건(70~99%)에서 증식한 부패미생물에 의해 부패와 함께 상품성이 감소하게 된다. 저장고내의 부패 억제를 위해서는 오존, 염소계화합물, 자외선, 전자파, 훈증제, 산화티타늄 광촉매 등 여러 가지 기술이 채용되고 있다. 한편, 수확후에도 농산물의 경우 호흡작용과 2차분해에 의한 에틸렌가스, 아세트알데하이드, 유화가스등 휘발성유기화합물(VOCs) 등에 의한 노화와 품질저하는 지속되게 된다. 최근들어 저장고내 탈취, 유해가스 분해를 위해서는 광촉매나 오존가스, 과망간산칼륨등을 이용하여 행하고 있으나 시설비와 운영효율측면에서 제한성이 있어 농업현장에 적용되는 데는 제약이 따르고 있다.

신선농산물의 경우 0℃부근에 저장하게 되나 증산작용, 호흡작용과 함께 창고내 증발기와의 온도차(ΔT)에 의해 탈습에 의한 감모손실이 크며 이를 억제하기 위해 초음파, 원심식가습등 여러 가습 방법이 채용되고 있다. 그러나 현재 채용되고 있는 가습방법은 수입자가 커서 농산물 표면에 결로를 유발시키게 되어 품목과 저장온도에 따른 제한성이 크다. 아울러 농산물 표면의 과습현상은 2차적으로 곰팡이등 농산물에 부착된 부패미생물의 생육을 촉진시켜 2차적인 품질저하를 가져온다. 한편 아쿠아이온발생시스템은 제트분사에 의한 초미세수분자발생시스템과 기액분리시스템 및 냉동공조시스템이 복합되어 정온이 유지되면서 고습도를 유지하고 순환시스템화함으로서 부차적으로 저장고의 청정효과를 가져오게 된다.

한편 기존 저온저장고나 농산물 보관 시스템은 밀폐된 공간내에서의 폐시스템(closing system)으로 적용되므로서 균일한 온습도 분포를 가져오기 힘들었다. 따라서 농산물 저장고내의 온도와 습도를 피저장물에 적합한 최적 조건으로 조성하기 위하여 순환식공조시스템의 접근이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 Aqua-ion을 이용한 순환식 공조시스템으로 온도와 습

도를 균일하게 콘트롤하면서 강유전성 전자축매시스템을 이용해 고습도하에서 가스환경과 미생물의 생육을 억제하면서 저장농산물의 저장성을 증가시킬 수 있는 청정복합저장환경제어시스템을 개발하고자 하였다.

*(전자축매는 광축매와 축매의 勵起(excitation) 메카니즘이 근본적으로 다르며 광대신에 반도체의 특성을 활용하고 상대습도가 높을수록(85%정도) 반응이 잘 일어나나 물입자가 일반가습기에서 나오는 미스트의 경우 점착성 때문에 역효과를 가져와 초미립자인 이온 상태로 상대습도를 조절하여 주어야 하는데 본 연구에서 추진하는 Aqua ion은 이런 측면에서 한 시스템화하였을 때 상승효과를 가져오게 됨)

<전자축매와 아쿠아이온싱크로복합시스템의 기존시스템과의 비교>

	저온 저장고	+가습 기	+에틸렌 제거 장치	+광축매	+전자 축매	+아쿠아 이온	전자축매 +아쿠아이온 복합청정시스 템
온도	●	●	●	●	●	●	●●
습도		●				●	●●
에틸렌가스 유해가스제거			●	●	●	●	●●
곰팡이등 미생 물 생육억제				●	●	●	●●

국민소득의 증가에 따른 소비자의 고품질농산물 선호, 외국농산물의 수입에 따른 소비자의 선택폭의 증가, 건강지향성에 따른 안전농산물의 수요 증가로 신선농산물에 대한 품질관리는 그 요구도가 커질 것이다. 따라서 신선농산물의 경우 콜드체인시스템의 도입을 필요로 하고 최적의 환경조건하에서 저장유통되어질 필요가 있으며 이를 위한 관련 선도유지기술과 시스템의 개발이 요구된다.

특히 최근들어 수입농산물에 대한 농약 오염문제와 함께 국내 생산농산물에 대해서도 농약문제가 자주 대두되는데 선도유지를 위해 저장고의 살균시 농약류의 살충제 처리나 크레졸등 부적합한 살균제의 처리로 유통상에 문제를 안고 있다. 농산물 자체의 계절성 때문에 일정기간 저장되어야할 필요성은 피할 수

없으며 우리나라의 경우는 수확후 농약처리나 케미칼적인 방법에 의한 선도유지는 소비자의 호응을 받기 어려우므로 물리적인 방법에 의한 선도관리가 바람직한 것으로 사료되어지며 시장성이 클 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 전자촉매와 아쿠아이온등 물리적인 방법에 의한 소비자 지향성 선도관리기술을 개발하고자 하였다.

온도컨트롤은 거의 직랭식냉각방법에 의해 행해지고 있으며 내부에서의 냉기공급은 직접송풍식, 닥트식, 증발기의 바닥상치식과 닥트식을 혼용하고 있으며 일부 부분적으로 간접냉각방식이 이용되고 있다. 간접식의 경우는 시설비가 30%정도 많이 소요되며 직랭식의 경우 감도손실과 온도 불균일이 크다. 습도는 바닥에 물을 뿌리거나 보습제를 활용하는 방법과 가습기(초음파식, 원심식, 이류체식등)를 활용하는 방법이 있으나 0℃ 이하에서는 적용이 어렵고 밀폐된 시스템하에서 적용되고 있어 청과물 표면에 결로를 유발하는 문제가 있다. 현재 Aqua ion에 대한 기술이 환경분야에서 부분적으로 적용되나 순환식공조시스템화가 되지 않아 농산물 저장에 활용하기 위해서는 기술개발의 필요성이 있다.

저장고내의 에틸렌가스제거와 유해가스 제거를 위해서는 광촉매를 이용하거나 과망간산칼륨, 연소방식, 오존가스, 환기창 이용등 여러 가지 방법이 적용되나 시설비와 운전관리가 용이하지 않다. 아울러 저장고내 부패미생물 억제를 위해서는 훈증처리, 오존가스, 광촉매등의 방법이 적용되고 있으나 만족스럽게 활용되지 못하고 있다.

산화티타늄광촉매의 경우 에틸렌가스제어와 부패미생물의 생육제어에 효과가 있는 것으로 보고되고 있으나 효율성과 비용측면에서 경제성이 약하여 농산물 분야에 제대로 보급이 되지 못하고 있다. 따라서 경제성을 고려하면서 온습도제어와 유해가스제어, 부패미생물의 생육 억제를 기할 수 있는 경제성있는 복합저장시스템의 개발이 필요하다. 현재 Aqua ion 발생에 의한 유해가스 제거와 반도체 코팅막을 이용한 촉매시스템은 청정환경분야와 반도체 분야 및 공조분야에서 기초 연구가 진행되고 있는 수준이다. 반도체 촉매반응은 고습도하에서 잘 일어나나 습도조절이 미스트보다 적은 초미립자(이온상태)상태하에서 조절되어야 하는 것이 기술적 노하우가 된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 아쿠아이온 발생시스템의 개발

1. 아쿠아이온 발생원리

음이온은 외부로부터 에너지가 가해짐에 의해 전기적으로 중성이던 분자가 전자를 잃거나 얻음으로써 발생되는 데, 대기권 밖의 우주선, 자외선 및 열에 의한 기체의 산화, 낙뢰에 의한 방전, 물의 낙하에 의한 분쇄 등으로 생성된다. 공기중에서 미세한 물방울이 분열할 때 물입자는 양전기를 띠는 양이온으로 바뀌고 주위의 깨끗해진 공기는 음전기를 띠는 음이온으로 바뀌는 공기의 이온화 현상을 레너드 효과(LENARD'S EFFECT)라고 하며 이 공기의 이온화현상에 의해 자연 원리대로 대량 생성되는 음이온이 아쿠아 이온(수분자 음이온)이다.

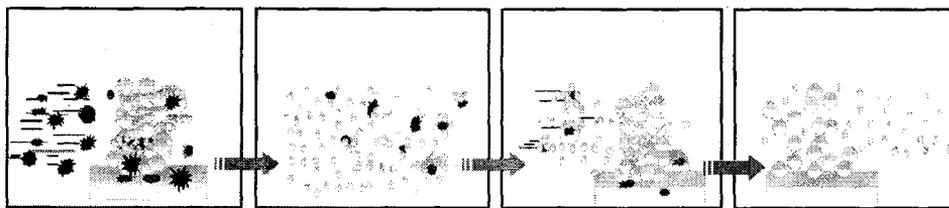
아쿠아 이온의 가장 큰 특징은 코로나 방전에 의한 공기청정 때에 발생하는 오존과 질소화합물 등 인체에 유해한 성분이 발생되지 않는 것이다. 그리고 물의 해리(解離)를 이용하기 때문에 고다습(高多濕) 공기이며, 기액(氣液) 분리 성능을 높임으로서 입경(粒徑)이 $1\mu\text{m}$ 이하, 특히 $0.1\mu\text{m}$ 이하의 초미세한 고다습 공기를 얻을 수 있으며 물방울이 초미세하기 때문에 물건 표면에 점착되어도 젖지 않는 특징이 있다.

자연계에서는 대표적으로 구름이 발생하고 비, 눈이 내리는 과정에서 이들 유해물질이나 유해먼지 등이 제거되어 대기의 정화를 이룬다. 그 한 예가 태풍이 한번 지나간 후 대기의 정화가 이루어지는 것과 같다. 또 폭포의 급류 하수에서 물이 암석 등에 격하게 충돌해서 분열해 미세화될 때 다량의 (-)이온이 발생한다고 한다. 이것이 앞에서 언급한 레너드 효과로서 태풍과 같은 강우시에도 나타나는 것으로 보고되고 있다. 태풍이 한번 지나간 후에 대기가 상쾌해지는 주 요인이라고 할 수 있다. 따라서 아쿠아시스템은 자연계의 대정화작용을 인공적으로 행한 것으로 생각하면 된다.

일반적으로 음이온은 공기가 오염되어 있는 시가지나 공장지대에는 아주

적은 반면, 양이온이 많으며 공기가 깨끗한 곳에는 1cc마다 200~500개 이상이 있는데, 건강을 유지하는데 중요한 효능을 갖는 것이 바로 이 음이온이다. 음이온이 많은 높은 산, 파도가 부서지는 해안, 물보라가 치는 폭포 주변, 울창한 숲 속에 들어갔을 때 상쾌하고 신선함은 그것이 바로 자연이 청정한 청정공기와 수분자 이온 즉 아쿠아 이온으로 삼림욕, 또는 비말욕을 할 수 있기 때문이다.

최근의 연구에 의하면 아쿠아 이온에는 먼지 제거효과, 곰팡이 제거효과, 탈취 및 가스성분 제거효과, 습도 조절효과, 정전기 방지효과, 특히 중금속과 방사성 물질까지 제거하는 효과가 있는 것으로 밝혀져서 환경, 공학, 전자 분야에서 지대한 관심을 모으고 있다. 본 연구에서 개발한 아쿠아이온 시스템은 저장고 내로 고습의 청정 공기를 공급함으로써 피보관물의 표면에 부착된 박테리아나 바이러스, 그 외의 먼지등을 제거하고 저장고 내의 이취와 유해가스 등을 제거하고 이온상태의 초미세 물입자에 의해 저장고 내부를 고습도로 유지시켜 신선도를 장기간 유지시킬 수가 있을 것으로 사료된다.



질량이 증가한 미립자와 잔량의 불순물 등은 2차의 수막에 의해 강력히 포집, 제거됨.

저온창고내의 불순물(먼지, 세균, 유해가스 성분 등)을 1차로 아쿠아이온을 포함한 수막이 포집하여 수중에 침전시킴.

1차 수막 다음의 공간에서는 물분사에 의해 미세화된 물미립자가 초미세한 불순물에 흡착하여 질량을 증가시킴.

기수분리장치에 의해 큰 물입자는 제거되고 아쿠아이온을 포함한 청정상태로 조성함(정온, 정습, 청정)

< 그림 1 . 아쿠아이온의 저온창고 청정화 메카니즘 >

<아쿠아이온 발생 시스템의 작동원리>

아쿠아이온 발생 시스템은 분무액에 물리적인 힘을 가해 액적을 만들어 분진이 포함된 기체와 충돌 및 접촉시켜 부유분진을 포집하면서 동시에 유해가스도 처리할수있는 장치이다. 부유분진을 포함한 액적은 중력집진장치나 원심력 집진장치를 이용하여 기체와 분리시킨다. 대부분의 경우 세정액으로 물을 사용하나 화학약품을 분무액에 첨가하여 유독성 기체와 반응시켜 유독성 기체를 제거하는데 사용되기도 한다. 그림 2에 종래의 발생장치의 구조를 나타냈다. 먼지를 포함한 기체가 좁은 구멍을 통해 나선형으로 선회하여 중앙의 상부에서 축방향으로 빠져 나가는 구조를 갖고있다. 이때 축에 설치된 많은 노즐을 통해 수평으로 분사된 물방울은 원통면을 향해 나선형 경로를 따라 이동한다.이런 장치는 물속에 암모니아 또는 약알카리 용액속에 황화수소(H_2S)를 흡수하는데 효과적이다. 습식 스크리버에서 액적에 의한 부유분진의 포집은 다음과 같은 4가지 포집 메카니즘에 의해 이루어진다.

* 관성충돌 및 직접차단

액적과 부유분진간의 관성충돌에 의한 분진의 포집성능은 관성변수의 크기에 좌우되며, 관성변수의 크기는 기체의 상대속도와 액적 크기의 함수이다. 기류에 포함된 부유분진이 액적에 접근하면서 액적과 충돌하여 포집되어 기류와 분리되는 현상을 관성충돌에 의한 분진포집이라 하며, 이것은 분진의 크기보다는 분진의 질량 또는 관성력에 좌우된다. 그러나, 직접차단에 의한 분진포집은 부유분진의 질량 또는 관성력보다는 분진의 크기에 좌우된다. 부유분진이 기류를 따라 액적 주위를 지날때 액적의 표면과 분진간의 거리가 분진직경의 1/2 정도되는 조건에서 직접차단이 일어나 액적이 부유분진을 포집한다.

* 냉각에 의한 응축성장

냉수의 분사로 증기온도가 노점온도 이하로 떨어지면 증기가 미세한 분진을 핵으로 하여 응축하기 때문에 분진이 커진다. 분진이 커지면 포집이 용이하여

집진효율이 증가하게 된다.

* 확산에 의한 액적 표면접촉

확산에 의한 분진포집은 $1\mu\text{m}$ 이하의 미세한 분진에 작용하는 포집 메카니즘이다. 기류의 속도가 느린 조건에서 분진의 크기가 작고, 고온 조건과 저기압 조건에서 확산효과가 크다.

* 냉수면에서 열이동에 의한 침착

열이동에 의한 집진효과는 고온 기체중에 포함된 미세한 분진이 온도차에 의해 생기는 열이동력에 의해 저온 수면으로 이동되어 침착되는 것을 말한다. 분진의 크기가 작을수록 이러한 영향이 크다.

* 싸이클론(cyclone)의 작동원리

싸이클론은 원심력을 이용하여 분진을 포집하는 장치이다. 그림 3에 나타낸 바와 같이 싸이클론의 입구로 유입된 기체는 원추형 원통 내부를 나선형으로 회전하는데, 기체중에 포함된 부유분진은 원심력에 의해 단순 원통 또는 원추형 내부 벽면에서 기체와 분리되어 벽면을 타고 아래방향으로 흘러내려 분진 저장조에 저장된다. 원추형 원통의 중앙 부분은 음압으로 유지되기 때문에 부유분진과 분리된 기체는 상부로 상승하여 출구로 배출된다. 싸이클론의 내부에서 형성되는 원심력은 부유분진 중량의 1,000배 이상으로 작용하기 때문에 크기가 $10\mu\text{m}$ 인 부유분진까지도 분리가 가능하다고 추정된다. 그러나, 싸이클론 내부에서 복잡한 2차적인 흐름과 난류가 혼합되어 있기 때문에 이 흐름의 거동을 이론적으로 규명하기는 어렵다. 따라서, 싸이클론의 성능을 이론적으로 추정하기 위해서 원심력에 의한 입자의 반경 방향 침강속도와 반경 방향 기류속도가 같은 경우의 분진크기를 분리한계입경(cut diameter)이라고 추정하여 사용하고 있다. 그러나, 부유분진의 원심력에 의한 침강속도는 분진의 반경 방향의 위치에 따라 원심력의 크기가 변하므로 정확한 값을 추정하기는 어렵다. 또한, 기류의 반경 방향 속도분포도 원주 방향과 축 방향의 위치에 따라 크게 변하므로, 분진의 침

강속도와 기류속도는 대부분 평균값을 구하여 사용하고 있다. 따라서, 싸이클론의 부유분진 분리성능과 압력손실은 경험식과 추정식을 이용하고 있다.

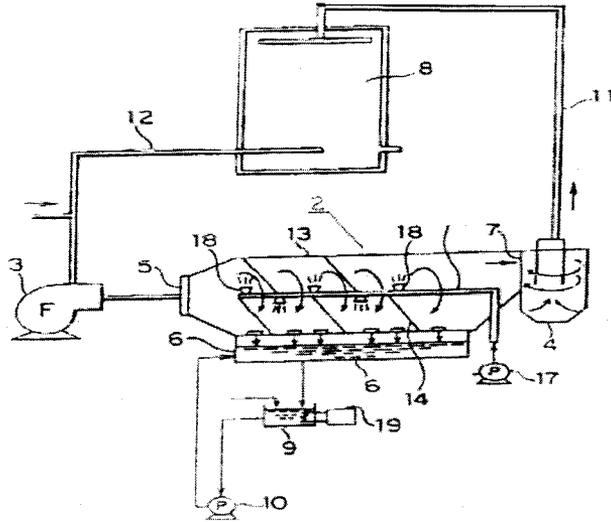


그림 2. 기존 아쿠아이온 발생 및 이용 시스템의 개략도

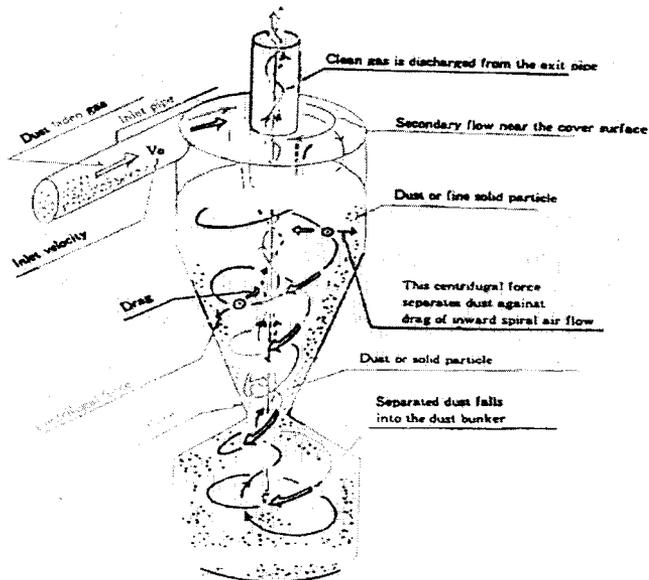


그림 3. Cyclone에 의한 기액분리 및 집진 원리

표 1. 물의 형태와 이온의 종류에 따른 이온의 크기

	이온	분자구조	크기	생성 방법
소이온	(-)이온	$O_2^- \cdot (H_2O)_n$	입경: $1 \times 10^3 \mu m$	아쿠아시스템
중이온	(+)이온	$H_3O^+ (H_2O)_n$	입경: $1.5 \times 10^3 \mu m$	일반가습기
대이온		$P^+ \cdot (H_2O)_n$ $SO \cdot (H_2O)_n$ $NO_2 \cdot (H_2O)_n$	입경: $10^2 \sim 10^3 \mu m$	
물방울			입경: $10 \mu m$ 이상	

2. 시스템의 설계와 제작

공조 목적으로 설계된 산업용 아쿠아이온발생 시스템의 개략도는 그림 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 시스템은 외기를 1차 여과한 다음 전자촉매와 아쿠아시스템을 거치면서 청정화되고 아울러 고습도의 온도가 조절된 공기가 실내로 순환하게 된다. 본 연구에서는 이러한 시스템의 원리를 응용하여 농업용에 적용할 수 있는 모델로 두가지 타입을 설계하였는데 쇼우케이스등에 고정 설치하여 사용할 수 있는 형태와 저온저장고 등에 유니트 형태로 부착하여 사용할 수 있는 형태로 구분하여 설계, 제작하였다.

첫 번째의 시스템은 쇼우케이스에 적용한 것으로 구조와 형태는 아래 그림 4와 같으며 아쿠아이온발생부와 집진부, 기액분리부 등으로 구성하였다. 시스템의 작동원리는 아쿠아이온 발생부에서 물을 초미세 입자($0.1 \mu m$)로 분쇄하여 아쿠아이온을 발생시키고 집진부의 3중 수막필터를 통과하면서 초미세물입자의 표면장력을 이용, 기액접촉으로 각종 유해물질을 포집, 제거시키고 집진부를 통과한 공기를 다시 기액분리부에서 공기와 물입자로 분리시킨 후 냉각 및 가열 코일을 통과시켜 저장고 내부를 설정된 온, 습도로 조절하게 된다. 그림 5는

실제 제작한 아쿠아이온 발생시스템의 설치된 상태를 나타낸 것이다.

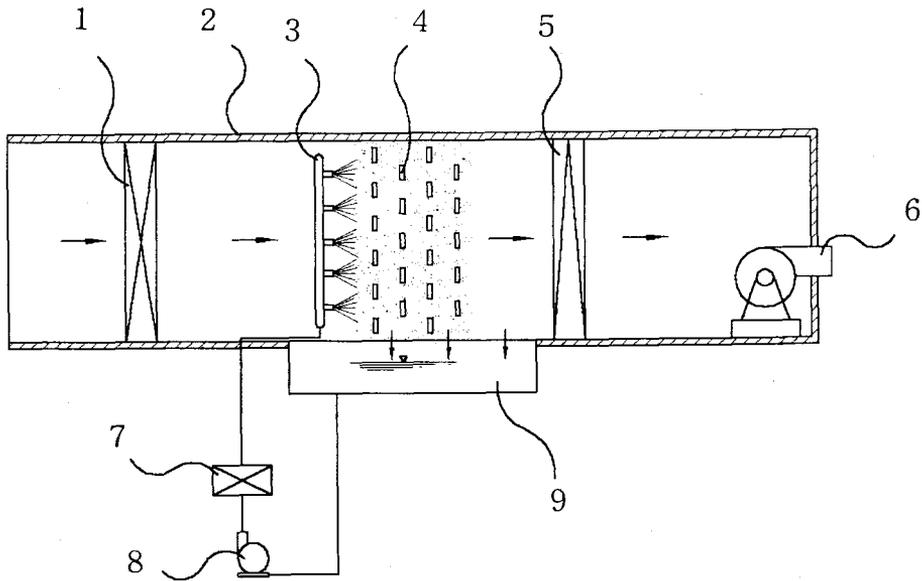


그림 4. 공조 목적으로 설계된 산업용 아쿠아이온 발생시스템의 개략도

- 1: 전자촉매부, 2: 하우스, 3: 노즐, 4: 충격판, 5: 기액분리기,
6: 팬, 7: 열교환기, 8: 모터, 9: 수조

두 번째로 설계, 제작한 것은 아래 그림 6과 같이 구성되어 있다. 즉 앞에서 제작한 장치와는 다르게 하우스의 형태를 수직형으로 하고 물을 밑에서 위로 분사하면서 다양한 형태의 충격판에 의해 분사된 물이 파쇄되어 이온 상태로 분리되는 원리이다. 분쇄된 아쿠아이온은 상부로 진행하면서 기액분리부에서 물방울 형태는 걸러지고 순수한 아쿠아이온 형태의 입자만 통과하게 된다. 마지막 단계에서는 한번더 물입자나 분진, 유해가스, 이물질 등이 제거되어 청정한 공기가 저장실 내부로 유입되게 된다.

아쿠아이온 시스템에 대하여 좀 더 자세히 설명하면 하단부에 흡입팬을 갖는 흡기구가 형성되고 상단부에 배출팬을 갖는 배기구가 구비된 하우스와 하우스의 하부에서 흡기구로 흡입된 외부공기를 향해 상방으로 물을 분사하는 분사노즐

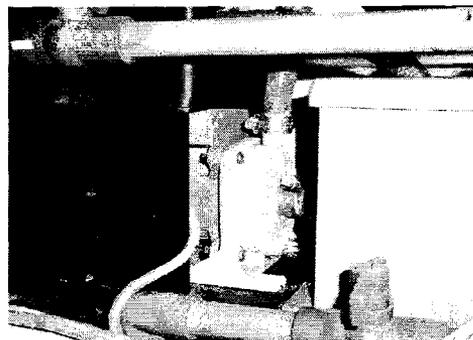
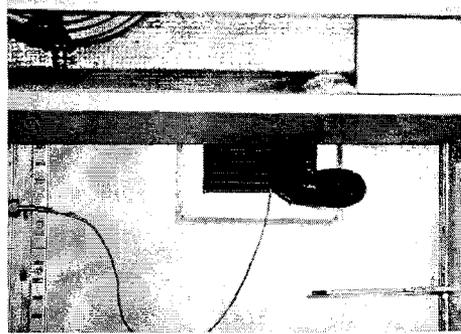
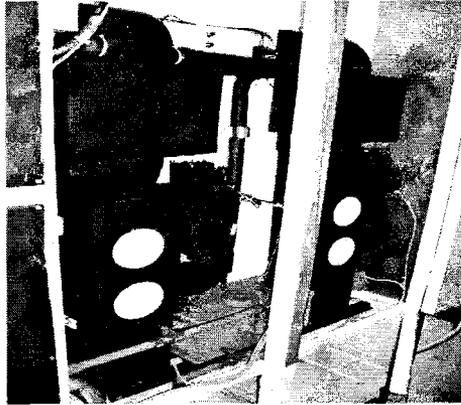


그림 5. 아쿠아이온 발생 시스템의 구성
(상)아쿠아이온발생유닛, (중)아쿠아이온 취출부
및 쿨링유닛, (하)기액분리 및 순환시스템>

과, 이 분사노즐의 상방에 구비되고 분사된 물이 부딪히면서 분쇄되도록 하는 분쇄부와 이 분쇄부의 상부에 배치되는 기액분리부 및 이 기액분리부 상부에 구비되고 기액분리부를 통과한 물입자와 외부공기에 포함된 불순물을 걸러내는 집진부를 포함하여 구성된다. 따라서, 분사노즐을 통해 물 분사가 상방을 향해 이루어지도록 하며 그 상방에 분쇄부와 기액분리부 및 집진부를 설치함으로써, 물입자의 분쇄 효율이 향상되도록 하는 동시에 외부공기를 살균 처리하여 공기정화가 확실하게 이루어지도록 하고, 아울러, 적정량의 습기 공급이 가능해 지도록 하는 등의 효과를 얻는다. 또한, 아쿠아이온이 함유된 습공기를 공급하게 함과 동시에 외부공기를 제균, 제진 및 유해가스를 포집, 제거하여 공기정화가 확실하게 이루어지도록 하는 등의 효과를 얻는다.

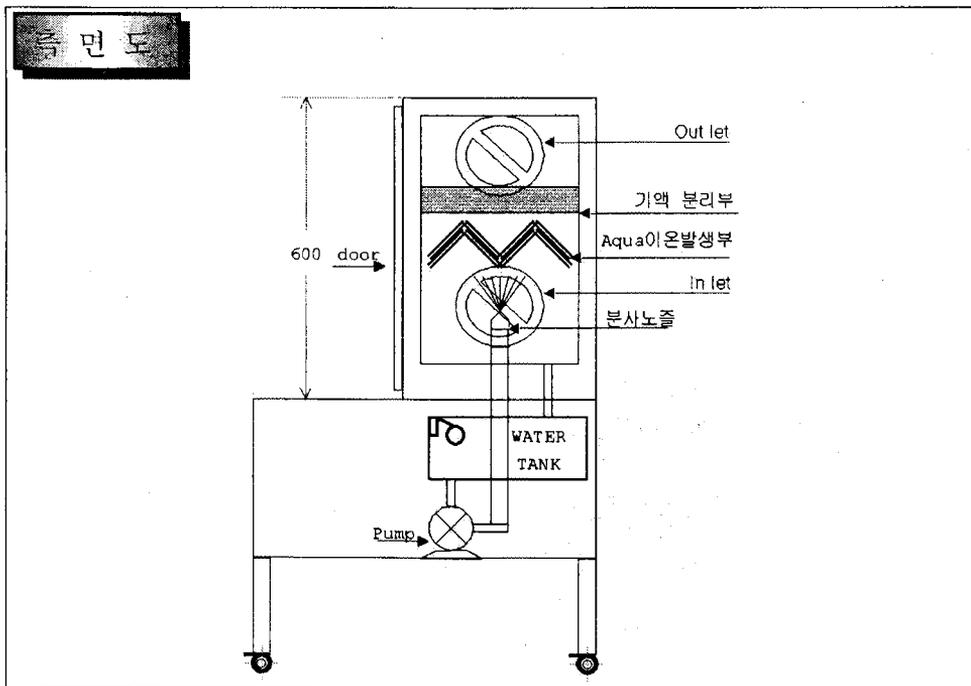
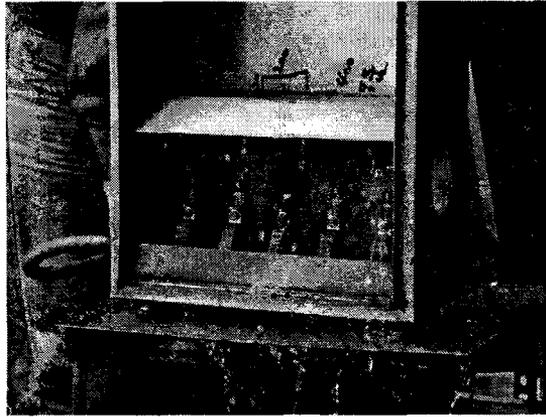
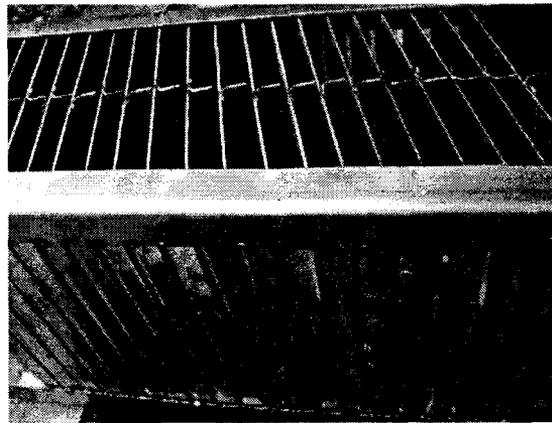


그림 6. 아쿠아이온 발생부의 구조



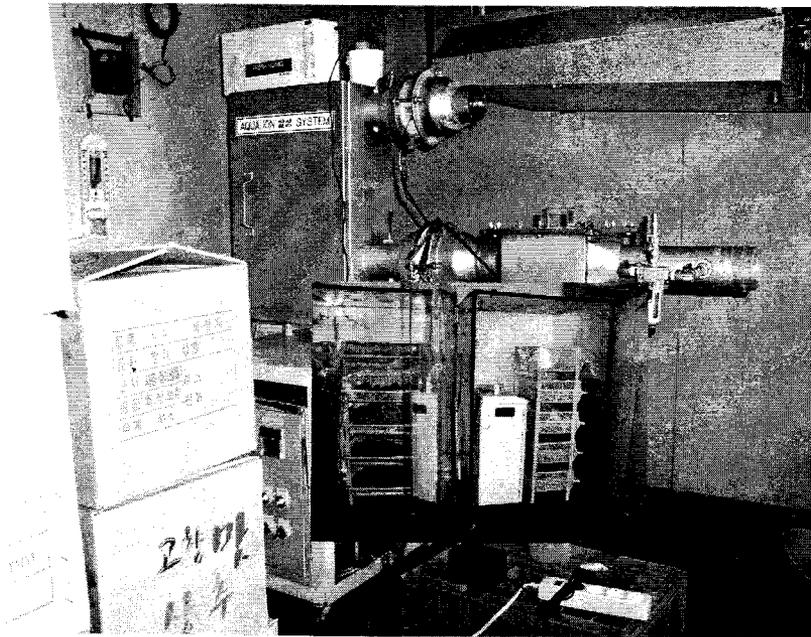
(a)



(b)

그림 7. 아쿠아이온 발생 및 기액분리부

(a) 아쿠아이온발생부, (b) 기액분리부



- 그림 8. 아쿠아이온 발생시스템의 설치 형태(저온저장고 부착형)
- 수펌프: 동력 15A,200W, 압력 3~4kg/cm²
 - 노즐: 2 l/unit/min, 5개, 3~4kg/cm², full cone/hollow cone type, 1/8pt
 - 수조 : 15 l, SUS304
 - 가습능력 : 0.13 l/hr

3. 성능평가

가. 아쿠아 음이온의 발생

아쿠아이온 발생시스템을 가동하였을 때 발생하는 음이온의 수량을 측정
한 결과 출구에서 100mm 떨어진 곳에서 측정하였을 때 42,965/cc 로 나타났
다(한국전자재시험연구원 분석 결과). 측정은 전하입자 측정장치를 이용하여
온도 23℃, 습도 58% 대기중에서 측정하였으며 이 때 대기중의 음이온 수는
68/cc였다. 음이온의 분포는 보통 실내에 200개/cc 정도, 온천지역에 2,500
개/cc 정도이며 시중에서 음이온공기정화기로 판매되는 제품들의 경우 40,000
여개/cc 정도로 보고되고 있다. 아쿠아이온은 발생과 함께 그 수명이 감소하게
되는데 대체적으로 아쿠아이온의 수명과 전기적방법에 의해 발생한 경우 차이가
있는 것으로 알려져 있는데 아쿠아이온의 경우 상대적으로 그 수명이 긴 것으로
알려지고 있다.

나. 정온정습 효과

아래 그림들은 아쿠아이온시스템을 이용하여 저온저장고 내의 온습도를 제
어한 결과 나타난 온도와 습도 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같
이 일반 저온저장 시스템에서는 온도와 습도 변화의 폭이 크나 아쿠아이온 시스
템을 작동한 경우는 온도와 습도에 있어서 균일한 분포를 이루고 있음을 알 수
있었다. 특히 습도에 있어서는 99% 부근의 고습도를 보이고 있음을 알 수 있
다. 온도의 경우는 아쿠아시스템의 물 분사 속도를 크게 할수록 물의 비열량이
공기에 비하여 큰 관계로 저온 유지가 가능한 것으로 나타났다.

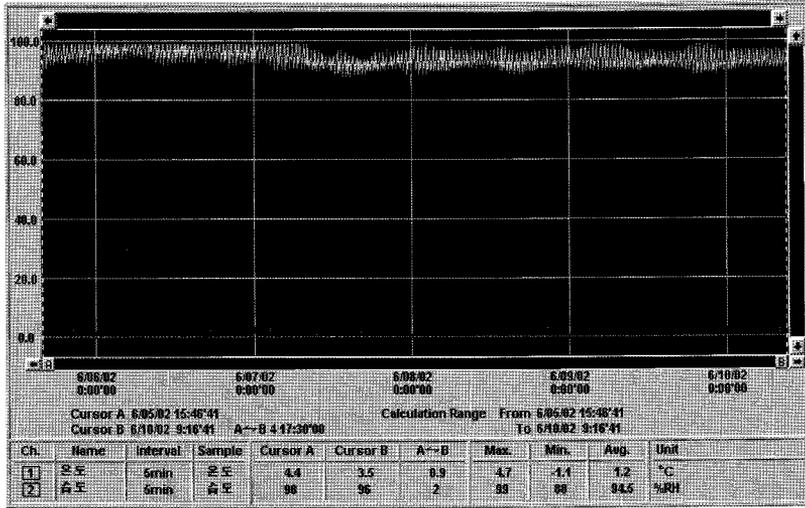
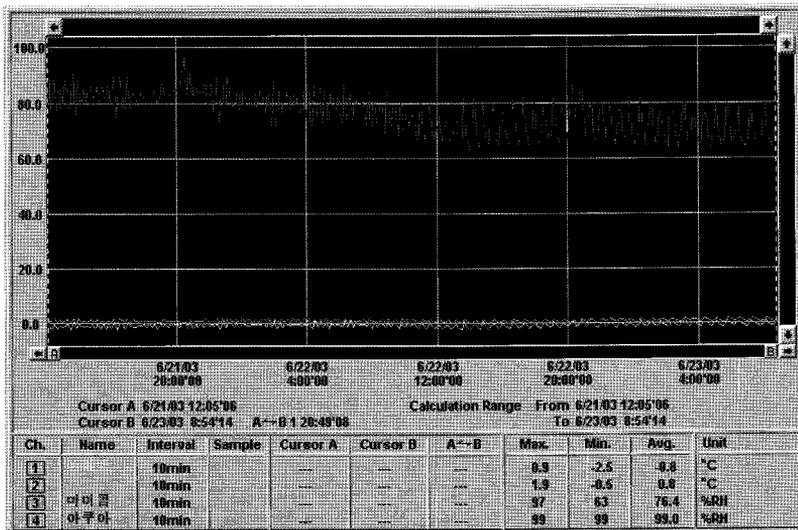
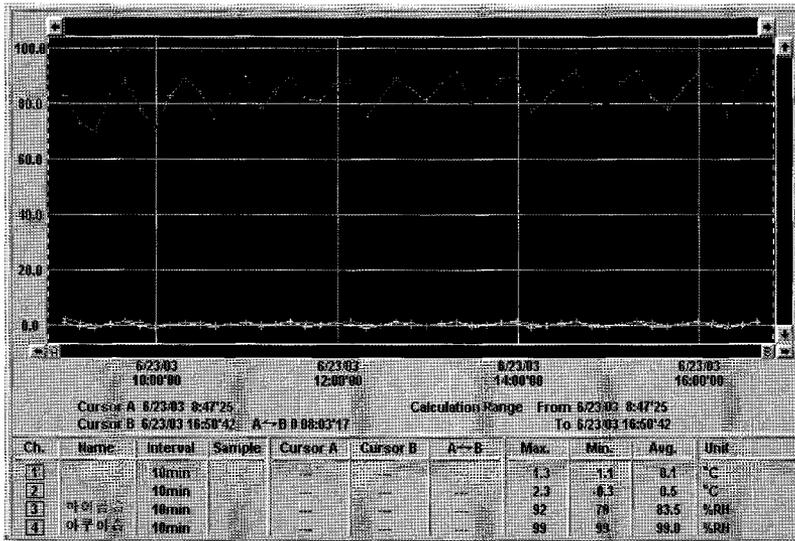


그림 9. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



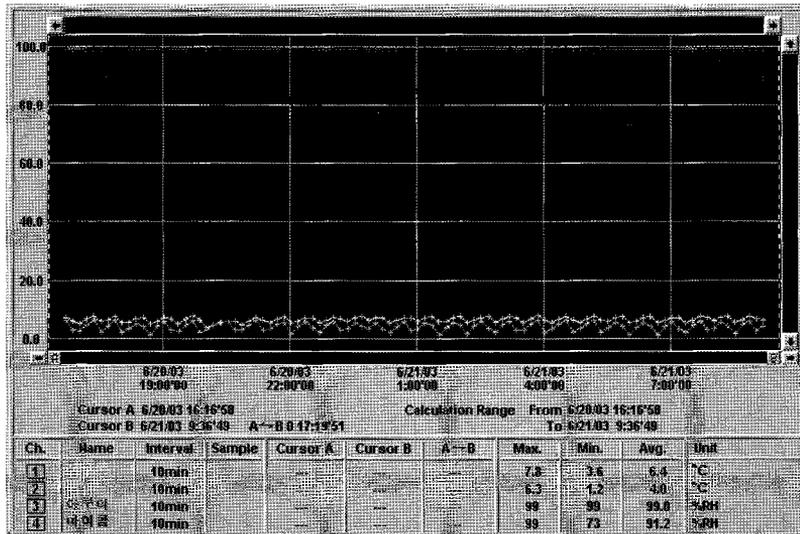
마이콤 ON+아쿠아 ON 상태에서의 온/습도 변화(0°C)

그림 10. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



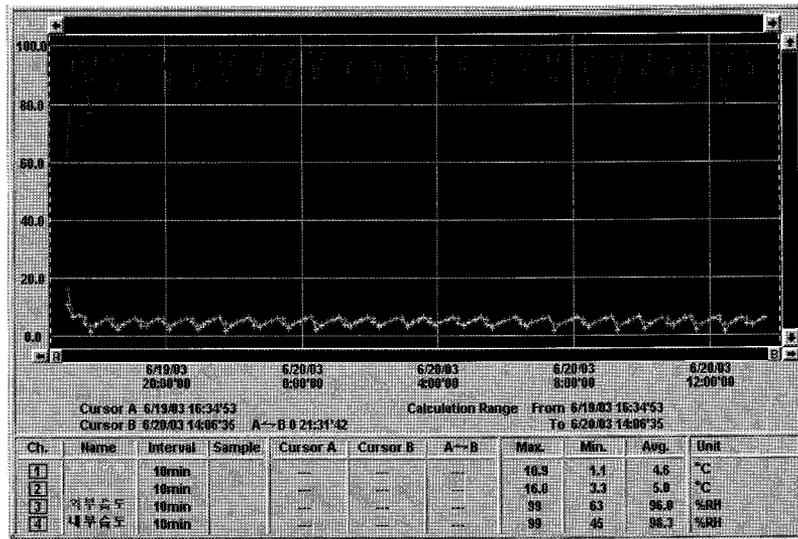
마이콤 ON + 아쿠아 OFF 상태에서의 온/습도 변화(0°C)

그림 11. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



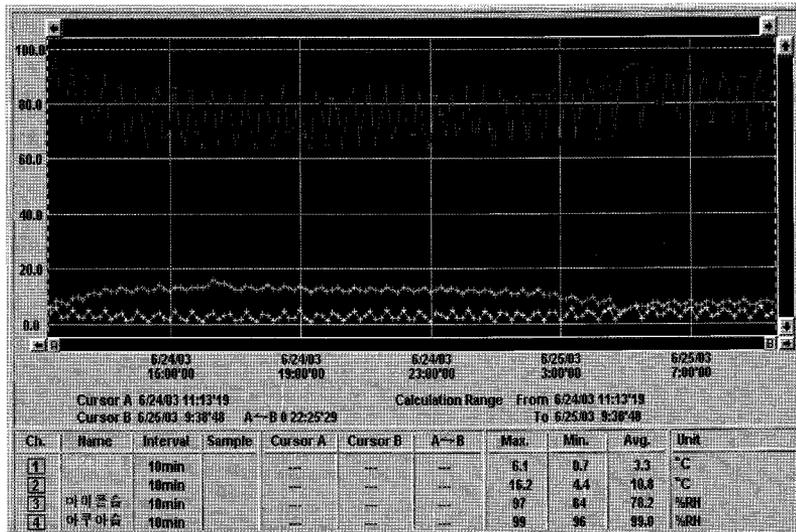
마이콤 ON + 아쿠아 ON 상태에서의 온/습도 변화(5°C)

그림 12. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



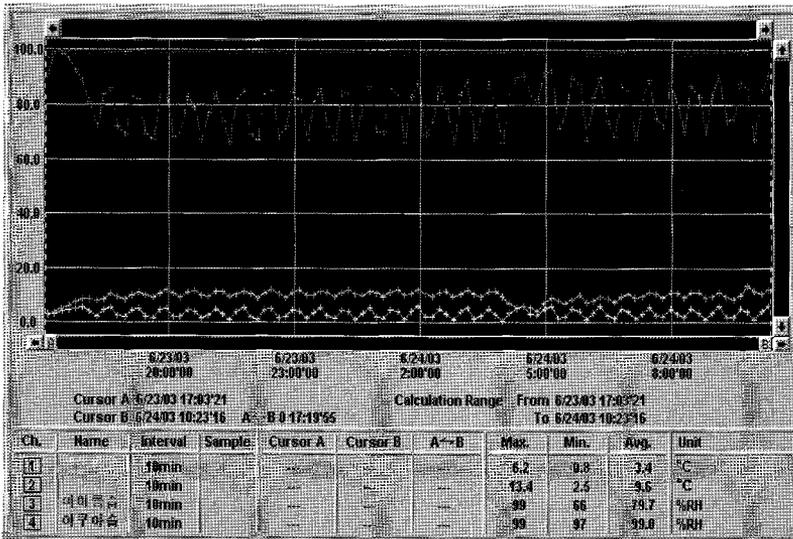
마이콤 ON + 아쿠아 OFF 상태에서의 온/습도 변화(5°C)

그림 13. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



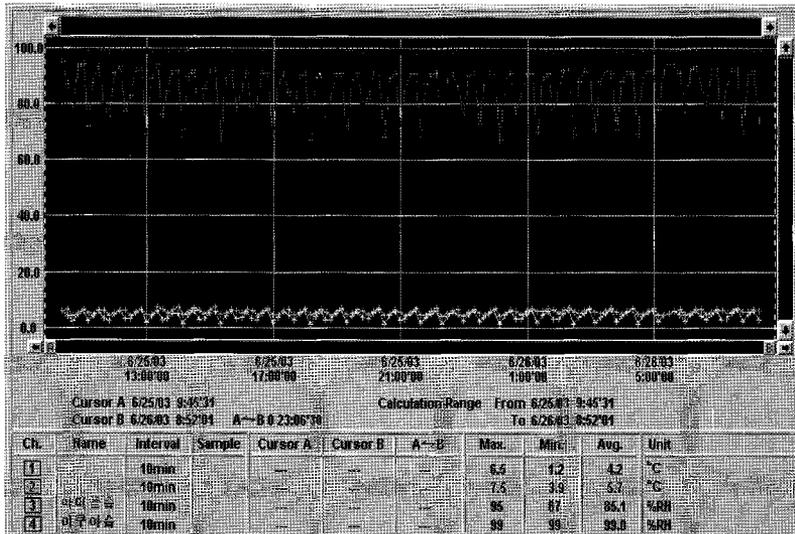
마이콤 ON(5°C)/아쿠아 ON 상태에서의 물공급량 30%일 때
온/습도변화

그림 14. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



마이콤 ON(5°C)/아쿠아 ON 상태에서 물공급량 50%일 때 온/습도변화

그림 15. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화



마이콤 ON(5°C)/아쿠아 ON 상태에서의 물공급량 100%일 때의 온/습도변화

그림 16. 아쿠아이온시스템을 가동한 상태에서 저온저장고의 온습도 변화

다. 결로 형성

아래 그림은 초음파 가습기와 아쿠아이온시스템을 동시에 가동하여 시간대별로 시료 표면에 결로가 형성되는 상태를 관찰한 것이다. 저온저장고 내의 습도가 90% 이상으로 조절된 상태에서 초음파가습기를 가동하였을 경우는 수시간 후부터 시료 표면에 결로가 형성되기 시작하였으나 아쿠아이온시스템의 경우는 수시간 후에도 결로 형성이 이루어지지 않았다. 이러한 현상은 저장 농산물 표면에 결로가 형성됨으로서 곰팡이등 미생물의 생육이 촉진되는 것을 고려할 때 선도 유지에 긍정적으로 작용할 수 있을 것으로 사료된다.

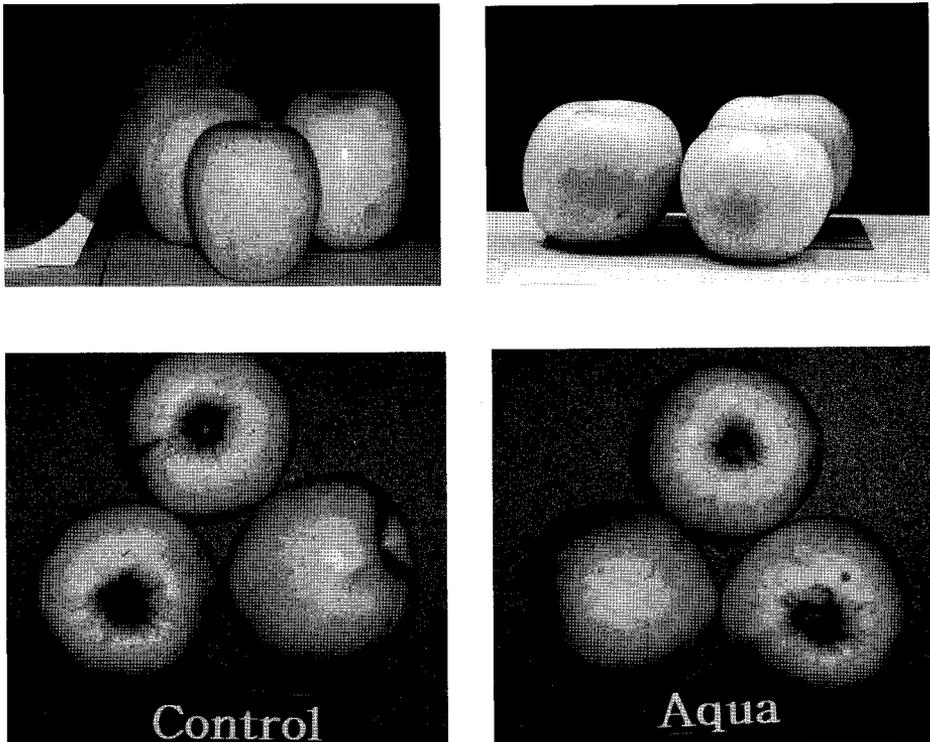


그림 17. 가습기 가동에 따른 청과물 표면의 결로 형성 상태

좌) 일반초음파 가습기, 우)아쿠아이온시스템

라. 에틸렌가스 분해, 제거 효과

아쿠아이온시스템이 농산물의 노화를 촉진하는 에틸렌가스를 흡착, 제거하는 효과를 분석하기 위하여 그림 18과 같이 gas-tight한 시스템을 구성하여 제거 정도를 측정하였다. 챔버내 초기 에틸렌가스 농도를 50ppm으로 조절한 다음 (챔버내 가스 주입 압력 2bar, 온도 10℃) 5, 30, 60, 90, 120분까지 측정하였으며 측정 중 시스템은 연속 순환이 가능하도록 하였다. 이 때 분석을 에틸렌 가스 분석을 위한 Table 과 같다. 시험 결과 Fig. 19에서처럼 5분 후에 50% 이상이 제거되었으며 계속 감소하다가 2시간 후에는 3ppm 이하로 감소하여 95% 이상이 제거되었다.

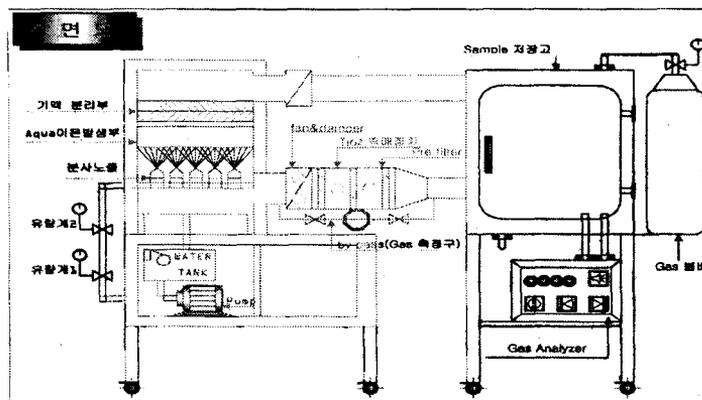


그림 18. 아쿠아이온시스템의 에틸렌가스 제거 측정 실험 장치

Table 2. GC conditions for ethylene decomposition rate measurement

Item	Condition
detector	FID
column	HP-PLOT 5 (HP Co.)
column temp.	150 °C
injector temp.	110 °C
detector temp.	150 °C
carrier gas	He (10 ml/min)

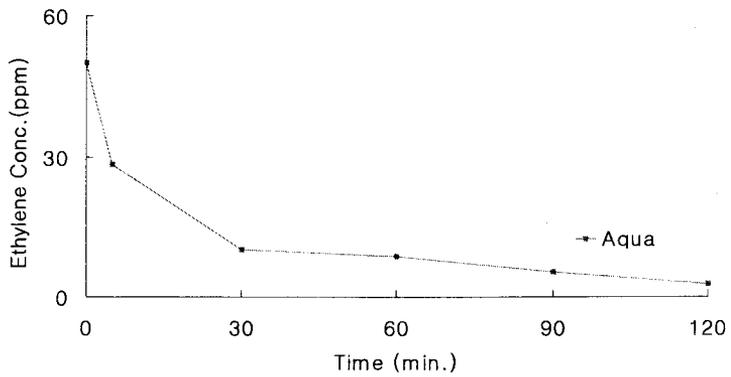
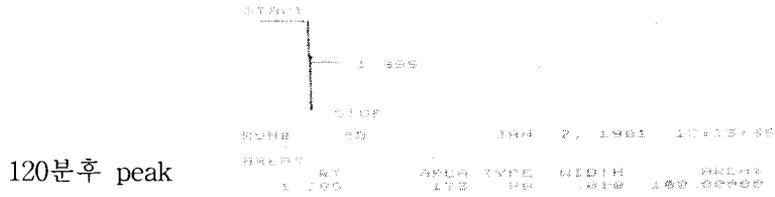
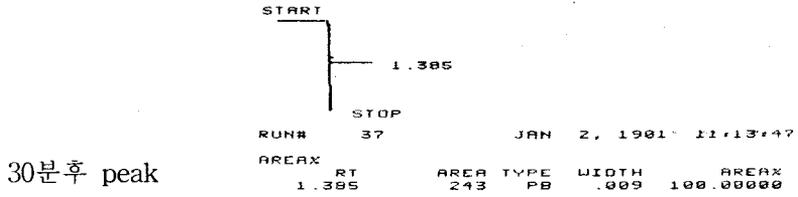
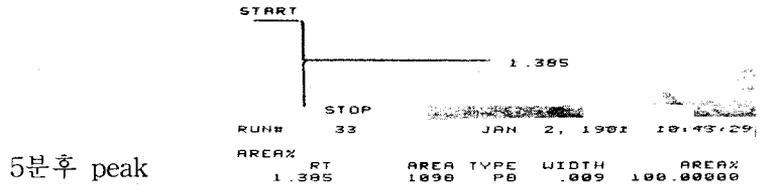


Fig. 19 .Changes in ethylene concentration during aqua ion system operation

마. 농산물의 선도 유지에 미치는 효과

1) 재료 및 방법

(1) 재료

선도 유지 효과를 비교하기 위한 농산물 시료는 7~8월 사이에 당일 수확된 것을 산지(브로콜리 : 강원도 평창, 상추: 경기도 판교)로부터 구입하여 연구원으로 옮겨 사용하였다.

(2) 전처리 및 저장

그림 18과 같은 1m³의 아크릴 용기를 0℃ 저온저장고에 넣고 아쿠아처리구는 그 내부에 아쿠아이온 발생유니트를 넣어 가동시키고 대조구에는 단지 외부 찬 공기만 유입되도록 하였다. 이 때 바람에 의한 영향을 배제하기 위해 대조구의 경우 측면과 하부를 통해 냉기의 이동이 이루어지게 하였다. 시료의 보관상태는 그림에서처럼 선반에 일정량을 적재하였다. 아쿠아이온발생유니트는 타이머를 부착하여 4시간 가동, 4시간 정지 형태로 연속 작동이 되도록 하였다.

(3) 분석

저장 중 품질변화를 알아보기 위하여 3일 간격으로 다음 항목을 조사하였다. 감모율과 부패율은 은 저장 전 무게에 대하여 저장 중 감소 및 부패된 정도를 백분율로 환산하여 표시하였다.

저장 전 무게(kg) - 일정 기간 저장 후 무게(kg)

$$\text{감모율} = \frac{\text{저장 전 무게(kg)} - \text{일정 기간 저장 후 무게(kg)}}{\text{저장 전 무게(kg)}} \times 100, \%$$

Vitamin C 함량은 2,4-DNP 비색법에 준하여 측정하였다. 일정량의 시료를 동량의 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 여과 후 여과 액을 2 ml 씩 시험관 3개에 취한 후 시험관 1에 indophenol 용액을 첨가하고, 시험관 1, 2, 3에 5% HPO₃-thiourea 용액을 2 ml씩 가하여 시험관 1은 총 vitamin C, 시험관 2는 환원형 vitamin C, 시험관 3은 blank로 이용하였다. 시험관 1,2에 DNP용액을 가하고 osaxone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여

spectrophotometer(Jasco V-550, Japan) 540 nm에서 흡광도를 측정하여 vitamin C의 함량을 산출하였다.

그리고 관능적 특성은 외관과 부패 정도 등에 대해 9점 평점법으로 평가하였다.

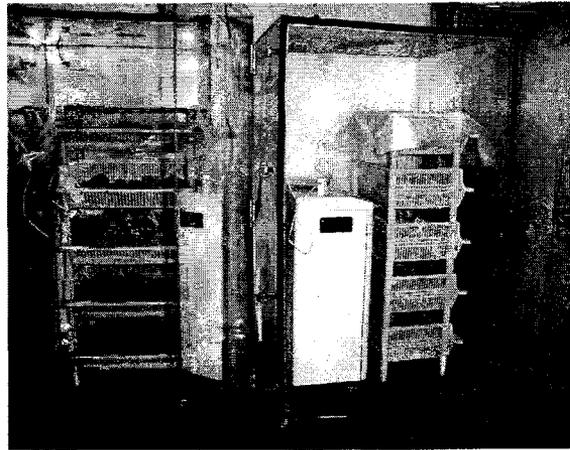


그림 20. 아쿠아이온 발생 시스템의 성능 시험

2) 결과

Fig. 21은 상추를 아쿠아시스템과 일반 저온저장고에 각각 보관한 경우 중량 감모율의 변화를 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 기존 저장고에 보관한 경우는 20일 후 감모율이 40%에 도달했으나 아쿠아시스템에 보관한 경우는 동 기간중에 7% 이내의 중량 손실만 가져왔다. 저장중 부패율의 변화를 보면 기존 저장고에 보관한 상추는 20일 후 7% 정도가 부패 현상을 보여 상품성을 잃게된 반면 아쿠아시스템에 보관한 경우는 20일 후에도 신선한 상태를 유지하였다. 한편 상추의 저장중 비타민C는 기존 저온저장고에 보관한 상추가 초기의 42mg%에서 20일후 7mg%로 감소한 반면 아쿠아시스템에 보관한 경우는 15mg% 이상으로 두배 이상 보존되고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 앞에서 언급한 바와 같이 아쿠아시스템의 경우 고습도를 결로 발생

없이 유지할 수 있으므로 해서 상추 표면이 짓무름 현상 없이 보관이 가능해 감모 손실과 비타민등의 영양소 손실이 억제된 것으로 여겨진다.

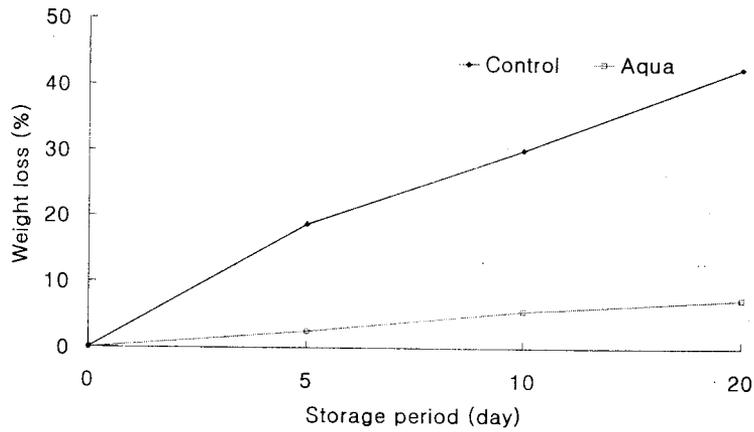


Fig 21. Changes in weight loss of leafy lettuce during storage at 0°C.

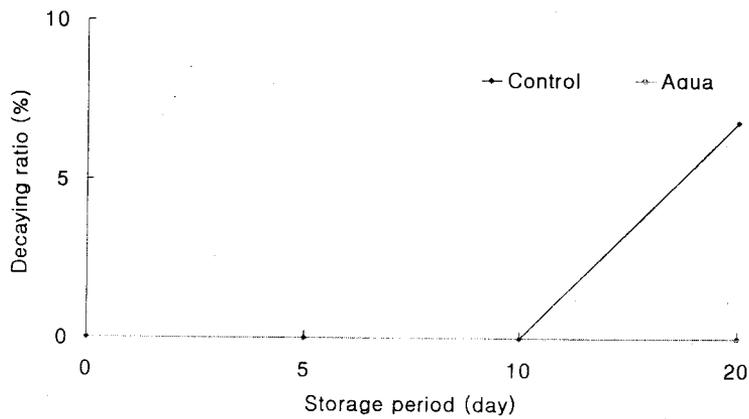


Fig 22. Changes in decaying ratio of leafy lettuce during storage at 0°C

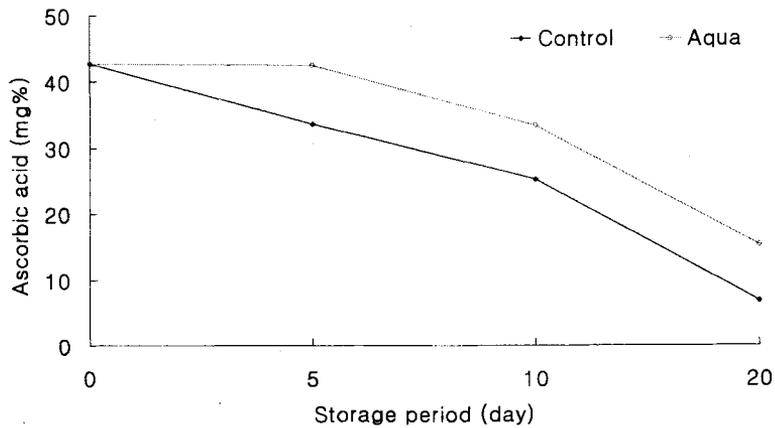


Fig 23. Changes in ascorbic acid of leafy lettuce during storage at 0°C.

20일 보관후 상추의 관능적 품질 특성은 아래 표에서 본 바와 같이 기존 저장고에 보관한 경우는 외관과 조직 및 전반적인 품질에 있어서 1.16으로 상품성을 상실하였으나 아쿠아시스템에 보관한 상추는 20일후에도 수확시와 큰 차이 없이 3.50으로 상품성을 그대로 유지할 수 있었다.

Table 3. Sensory evaluation of leafy lettuce after 20 days storage

Treatment	Appearance	Off-flavor	Texture	Overall acceptance
Control	1.00 ^{a1)}	1.67 ^c	1.16 ^a	1.16 ^a
Aqua	3.33 ^b	3.83 ^b	3.17 ^b	3.50 ^b

¹⁾ Values with different superscripts within a column are significantly different at $p < 0.05$.

그리고 Table 7과 8은 브로콜리의 보관중 표면 색택을 측정 한 수치들로서 표에서 보면 기존 저장고에 보관한 경우에 비하여 아쿠아시스템에 보관한 브로콜리의 경우 L-value와 b-value가 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 결과는 기존 저장고에 보관한 브로콜리의 경우 표면 탈수에 의하여 당초의 표면 색택이 퇴색되고 노화에 의하여 황화 현상이 시작된 반면 아쿠아시스템에

보관한 상추의 경우 고습도 조건에서 선도유지가 잘 이루어져 이러한 결과를 보인 것으로 사료되었다. 그리고 일반적인 보고에 의하면 음이온이 세포활성을 촉진시켜 시듦을 억제하여 선도유지에 도움을 주는 것으로 추정하고 있으나 본 연구에서는 상대적으로 우수한 선도 상태를 보였지만 구체적인 구명을 하기에는 어려움이 있었다.

Table 4. Changes in Hunter-L value of broccoli during storage at 0°C
(L : 100 white ↔ 0 black)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control	51.44	46.03	46.53	48.15
Aqua	51.44	39.05	38.89	38.72

Table 5. Changes in Hunter-b value of broccoli during storage at 0°C
(b : - blue ↔ + yellow)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control	10.92	11.97	13.56	14.06
Aqua	10.92	10.96	12.57	11.15

0°C에서 브로콜리를 보관하였을 때 감모율의 변화는 아쿠아시스템에 보관한 경우는 20일후에도 12% 정도의 감모율을 보인 반면 기존 보관고에서는 30% 이상을 나타내었다. 그리고, 부패율의 변화를 보면 아래 표에서 보는 바와 같이 아쿠아시스템에 보관한 경우는 20일후에도 모든 개체가 신선하게 유지되었다. 반면에 기존 저장고에 보관한 경우는 20일 후에 부패율이 3% 정도로 나타났다. 관능적인 품질 특성에 있어서는 브로콜리의 경우 상추에 비하여 처리구 간 차이 폭이 낮게 나타났다. 표에서 본 바와 같이 아쿠아시스템의 경우 20일

후 4.50인 반면 기존 저장고에 보관한 경우는 3.39으로 나타났다. 이러한 현상은 30일 보관후의 사진에서 본 바와 같이 상추의 경우는 시듦에 의해 상추의 고유 조직감이 상실되어 관능적으로 낮은 평가를 보인 반면 브로콜리는 외형을 거의 그대로 유지하면서 개화가 진행된 것이 가장 큰 영향을 미친 것으로 사료되었다.

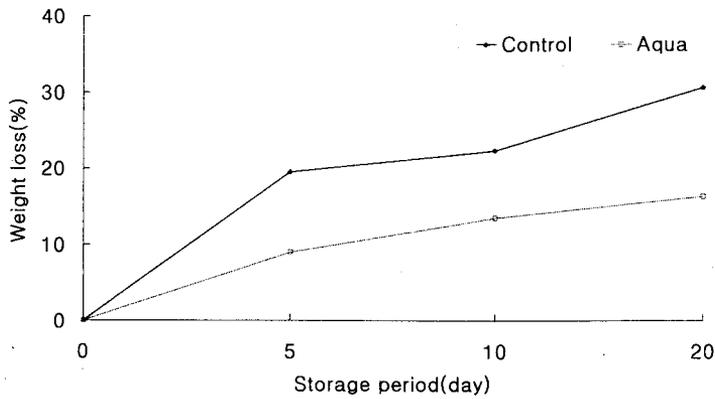


Fig. 24. Changes in weight loss of broccoli during storage at 10°C.

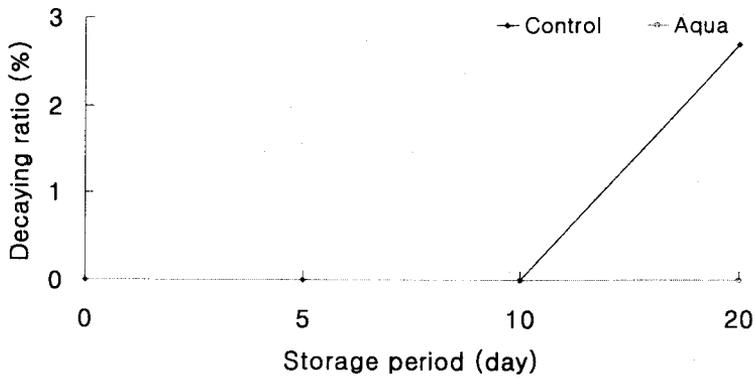


Fig 25. Changes in decaying ratio of broccoli during storage at 0°C

Table 6. Sensory evaluation of broccoli after 20 days storage in 0°C

Treatment	Appearanc ^e	Texture	Off-flavor	Overall acceptance
Control	3.81 ^a	4.20 ^a	3.83 ^a	3.39 ^a
Aqua	4.50 ^b	4.67 ^a	4.17 ^b	4.50 ^b

¹⁾ Values with different superscripts within a column are significantly different at $p < 0.05$.

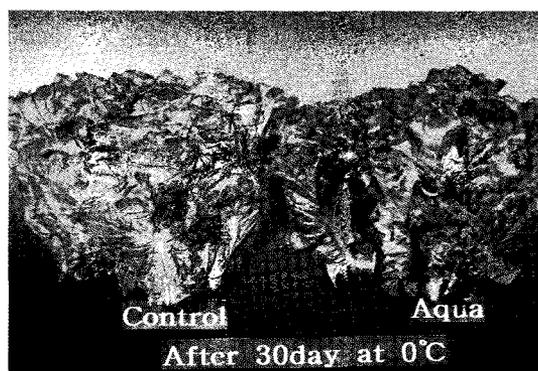


Fig. 26. Quality of leafy lettuce after 30 days storage at 0°C.

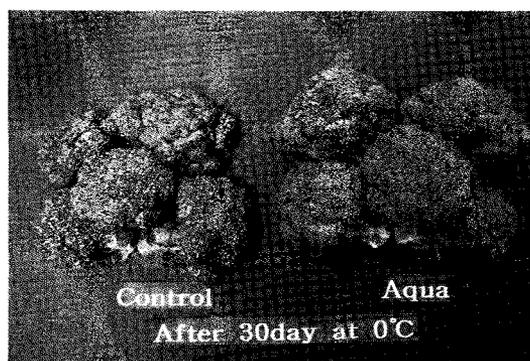


Fig 27. Quality of broccoli after 30 days storage at 0°C.

제 2 절 이산화티타늄 촉매 시스템

1. 광촉매시스템

산화티타늄을 시작으로 금속산화물은 빛의 쏘임에서 여러 가지 물리학 현상을 일으킨다는 것이 알려져 있다. 특히 근년에는 수중이나 대기중의 유해 물질의 분해·정화의 분야에서 응용연구가 열심히 이루어지고 있다. 광촉매란 「빛의 쏘임에 의해서 그 반응이 촉진되어지는 것」을 말한다. 광의로 말하면, 염록소 중 클로로필이 광촉매이고, 이로 인하여 광합성 반응이 광촉매 반응이 된다. 또 일반적으로 광촉매라고 하는 것은, 산화티타늄(TiO₂)이나 산화아연(ZnO)등과 같이 금속 산화물을 말하는 경우가 많다.

이런 광촉매의 역사는 비교적으로 새로운 것으로, 1972년에 동경대학의 藤島 교수등에 의해서 발견된 물의 분해가 시초로 되어있다. 그 후 1970년대 후반은 성에너지의 시류에 편승하여, 태양에너지 변화에 관련한 물의 완전분해 반응의 연구가 주류를 이루었다. 1980년대에 들어와서, 유기합성 반응등 귀금속 연구가 이루어지고 있다. 또 근년에는 지구환경 문제와 맞물려 물이나 대기의 청정화에 관련한 연구가 많이 행하여지고 있는 현상이다. 또 당초는 산화지단의 미분말을 사용하는 방법이 주류를 이루었으나 처리 후 분말의 분리가 곤란하여 실용적이지 못했다. 여기에 최근에는 기반이나 뼈렛트 등의 각종 기재에 광촉매의 유리했다는 보고가 많이 나오고 있어 실용화를 위한 연구가 활발해져 있다.

광촉매 원리의 개략을 그림에 표시하였다. 광촉매에 어떤 파장이하의 빛을 쏘이면 표면에서 전자(-)가 튀어나온다. 이 전자가 튀어나온 흔적을 (+)라고 부르는 홀이 형성된다. 산화티타늄과 같은 금속 산화물의 표면에는 OH⁻가 많이 존재하고 있고 이 OH⁻ 힘은 정공의 영향으로 OH 라디칼(-OH)로 해서 분리된다.(식 1) 이 OH 라디칼은 상당히 강한 산화 환원력을 가지고 있어 수중이나 대기중의 미량유해 물질을 분해하고 정화한다.



광촉매의 응용분야는 상당히 많은 분야에 걸쳐왔다. 그중 최근 학회 등에 보고된 것부터 환경에 관련되는 것을 몇 개를 선정하여 표 7에 표시하였다.

표 7. 광촉매의 주요 활용 예와 원리

분 류	항 목
물의 정화에 관한 것	<ul style="list-style-type: none"> · 트리할로메탄의 분해, 제거 · 배수의 정화 · 유기 할로겐화물의 분해, 제거 · 수도수의 정화
대기의 정화에 관한 것	<ul style="list-style-type: none"> · 질소 산화물의 분해, 제거 · 악취물질의 분해 · 자동차용 공기 정화기 · 휘발성 유기할로겐화물의 분해, 제거
기타	<ul style="list-style-type: none"> · MRSA 등의 세균의 살균 · 건재의 방취, 향균 · 치패의 번성억제 · 유출중유의 자연분해 등

광촉매 활용에 있어서 살균과 같은 분야는 자외선 조사법이 주류를 이루고 있다. 이것은 주파장 185nm의 강력한 자외선 램프(고 에너지)를 쬐이는 일보다 살균을 하는 것에 있다. 그러나 이 방법에는 운영 비용이 커지므로 인하여 대기중의 산소를 산화해서 오존을 발생하는 부작용이 수반된다. 단, 광촉매는 조성법이나 광원의 종류·강도에 의해서 성능이 크게 차이가 난다. 따라서 각종 사용법에 의해 설계를 변경하는 것이 필요하게 되고, 다음 표는 그 한 예이다.

표 8. 광촉매유니트의 제원(후레쉬텍(주))

항 목	단 위	기 본 사 항
기재의 재질	-	유리섬유 cloth
광촉매의 재질	-	산화지단계 광촉매
cloth의 종류	-	망사 조직목 열린 cloth
cloth 두께	mm	0.40
cloth 폭	mm	250
cloth 중량	g/m ²	500
광촉매의 유지량	wt%	3.0~15.0(가변)
광촉매의 막두께	μm	0.2~1.0(가변)
광촉매의 비표면적	m ² /g	50
cloth의 인장강도	kgf/25mm폭	40
cloth의 광투과율	%(at254nm광)	37.0

2. 전자촉매시스템

가. 광반도체의 개요

TiO_2 광촉매는 반응에 의한 용출 현상이 없이 산화, 환원 반응을 통하여 질소산화물, 황산화물, 염소화합물, 유기화합물, 미연소 탄화수소화합물 등을 제거한다는 것은 각종 실험을 통하여 실증되어 있는 주지의 사실이다. 그러나 종래의 광촉매 반응을 일으키기 위하여서는 통상 천연 또는 인공적인 빛(전자파)을 조사하여 250~400나노미터에 해당하는 광에너지를 제공하여준다. 즉 TiO_2 광촉매에 전자파인 자외선 영역의 광을 조사함으로써 반도체 내의 균형을 깨어 운반자의 생성고 소멸을 일으킨 것이다. 그러나 현실적으로 산업현장에 적용하기에는 여러 가지 제약조건이 많이 있다. 즉 광원의 설치문제, 광촉매의 제작문제, 설치장소의 환경적 요인, 설치비용 및 설치시스템의 구조상의 문제, 처리효율성 문제 등 여러 가지 제약요인들이 있음으로 인하여 반응의 우수한 효과에 비하여 실제 산업현장에서의 적용은 미미한 실정이다. 그러나 본 장치는 촉매의 관점에서 벗어나 반도체의 개념에 입각하여 강유전성 광반도체를 제조하여 금속과 접합함으로써 반도체와 금속간의 에너지 준위차를 적용하여 전기에너지를 에너지원으로 사용함으로써, 광반도체의 표면에 전자-정공쌍을 형성시켜 광에너지가 없는 밀폐된 공간에서도 효율적인 표면반응이 일어나게 한 것이다. 따라서 구조의 경량, 단순화를 이룰 수 있으며, 대용량의 신속한 처리가 가능하다.

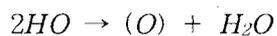
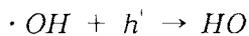
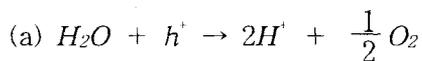
나. 광반도체의 구성요소

광반도체의 중심물질인 TiO_2 는 Sol-Gel 법에 의하여 제조된 Anatase type이며, 활성화 물질의 담지 및 첨가는 초미립 금속상태로 제조하였고, 광반도체의 Coating은 열처리 과정으로써 450℃에서 6시간 열처리하여 광반도체 Coating 막을 형성하였다.

광반도체 Coating	
작 용	구 성
반 응 중 심	TiO_2
산소발생 활성화	Mn
(1) 전도성 증가 (2) Oxygen adsorption (3) 전도대를 positive value 쪽으로 이동시킴	Li (V_2O_5)
(1) $CO, H-C$ 흡착 활성화 (2) 수소화 활성, ($H_2 \rightarrow H^{\cdot} + H^{\cdot}$) (3) Ag : Oxidizer	$Pt-Pd-Ag$ Ni
Oxidizer	V_2O_5, WO_3, Mo Bi
(1) Energy band를 낮춤, $Tico = 1.9eV$ (2) Oxygen Carrier (3) Oxidation Type	CoO
Oxidation(표면반응)	

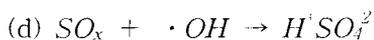
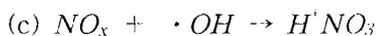
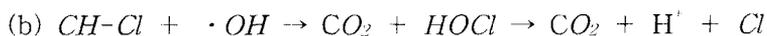
다. 광반도체의 반응 mechanism

1) 광반도체의 표면반응



(b) $h^{\cdot} \rightarrow h^{\cdot} \text{trap}$ ($h^{\cdot} \text{trap}$: 표면에 포착된 정공 \rightarrow 직접산화작용)

2) Chemical/ 광반도체 표면과의 반응 mechanism



3) 반응의 결과

- (a) Hydrocarbon의 분해제거
- (b) 휘발성 염소화합물의 분해제거(환경호르몬, 다이옥신 등)
- (c) NO_x , SO_x 의 제거
- (d) 각종 유기성 약취제거
- (e) 살균작용

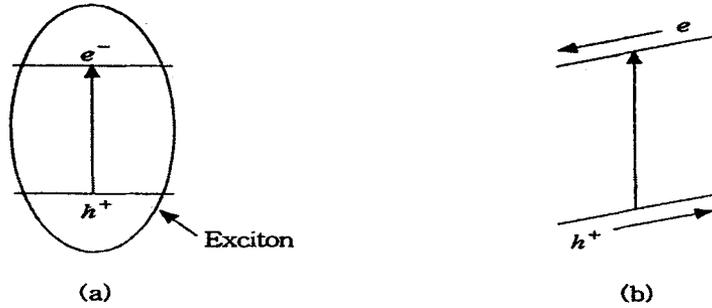
라. 반도체공학적 배경

1) 반도체의 정류작용

금속과 광반도체간에 접합이 이루어 졌을 경우 정류작용이 일어나게 된다. 이러한 접합을 만들려면 (1) 불순물의 종류와 밀도를 변화시킴 (2) 다른 종류의 불순물을 확산시킴 (3) 다른 종류의 불순물을 합금시키는 방법으로 제작할 수 있다. 이러한 접합의 평형상태의 균형을 깨기 위하여 본 장치에서는 금속전극을 붙여 전자나 양공중 한가지 운반자만 흘려 넣어 주는 방안을 선택하였음. 즉 포화전류의 한계치를 넘는 항복전압을 인가하게 되면 전자기움 현상이 발생하여 반응의 효율성이 급증하게 된다. 다시 말하면 전장 $E = \frac{V}{d}$ 로써 전압 V 가 증가하게 되면 전장 E 의 기울기가 급증하게 되어 전자기움 현상이 발생하게 된다.

2) 전기장 내에서의 전자-정공쌍 분리

전기장이 인가된 반도체의 전자-정공쌍의 거동은 전자-정공쌍의 Carrier 이동 수명을 연장시켜서 재결합을 지연시키며 생성된 전자-정공쌍이 화합물과의 반응을 증대시키게 된다.



[그림] (a) 전기장이 없을 경우 전자-정공쌍의 재결합
(b) 전기장 내에서의 전자-정공쌍의 분리

마. 전자기공학적 배경

1) 전기장

가) 전기편극 현상

광반도체 유전체로써 양극간에 전압이 걸렸을 때 일어나는 변위전류에 의하여 전자기적인 힘을 받게 되며 이러한 전자기력에 의하여 형성된 전장에 의하여 전기장 내에서 편극된 상태로 하전되어진다. 이와 같이 유도편극된 쌍극자 모멘트는 전기장에 비례한다. 이러한 편극현상을 (식2)로 나타낼 수 있다.

$$P = \epsilon_0 \epsilon E \text{ -----(2)}$$

(ϵ : 유전율, ϵ_0 : 편극율, Anatase TiO_2 의 유전율 : 약 48)

이러한 선형유전체의 속박전하는 광반도체 Coating 표면에 있게 된다.

나) 자기장

인가된 전기장내에 전류가 흐를 경우 자기장이 발생하게 된다. 즉 변위전류에 의하여 힘을 받게되는 것이다. 로렌츠의 힘의법칙(Lorentz force law)에 의하여

$$F = Q[E+(V \times B)] \text{ -----(3)}$$

(Q : 전하, E : 전기장, V ; 전하 Q 의 속도, B : 자기장)

즉 전자-정공쌍이 전기장 내에서 편극된 상태에서 힘을 받게 되는 것이다.

다) 교류인가에 의한 전자의 가속

교류인가에 의하여

$$(1) \text{ 전계 : } E = \frac{V}{d} \quad (d: \text{전극의간격})$$

$$(2) \text{ 자계 : } H = \frac{I}{W} \quad (\omega: \text{멤브레인폭}), \quad VI = EH \cdot dw \text{로도 나타낼}$$

수 있다.

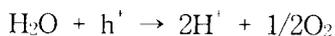
따라서, 교류진동파에 의하여 유전체인 광반도체 멤브레인은 $F = QE = QE_0 \cos \omega t$ 의 힘을 받게되어 전자의 가속현상이 발생하게 되어 화학반응을 증대시킨다. (ω : 교류진동수).

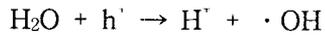
① Anatase TiO_2 에 Sr, Bi를 합금처리한 강유전성 반도체인 SrBi_2 , TiO_6 에 교류전압을 인가하면 강유전체 내의 전자는 1.7 Å의 파장으로 1 A의 전류당 6×10^{18} 개/sec로써 가속, 여기(excited)되어 표면에 전자-정공쌍(electron-hole pair)이 형성되고, 강유전체의 표면은 표면전류에 의하여 고체표면 plasma 상태를 띄게 된다.

② 이와같이 형성된 전자-정공쌍은 교류전원 정현파의 양전하와 음전하에 따라 쌍극자회전수를 가지면서 하전분극(electric polarization)된 강유전체의 표면에서 산화-환원 반응에 참여하게 된다.

③ 또한, SrBi_2 , TiO_6 에 Pt와 Ag를 doping 하여 활성점을 제공하여 주며 질소와의 화학 흡착성이 높은 WO_3 를 혼합하여 준다.

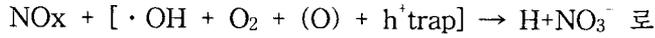
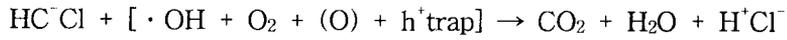
④ 이상의 결과로 유해가스 내에 다량 함유된 산소와 수분이 강유전체의 표면전기 이중층의 정공과 반응하여





$h' \rightarrow h' \text{ trap}$ (표면포착정공)으로 나타난다.

따라서



직접 산화되어 변환 제거된다.

⑤ 에너지의 소모가 적은 변위전류(displacement current : Maxwell의 전기 이론)를 이용하기 때문에 가동에 따른 전력소모가 매우 적으므로 에너지 절감 효과가 매우 큼.

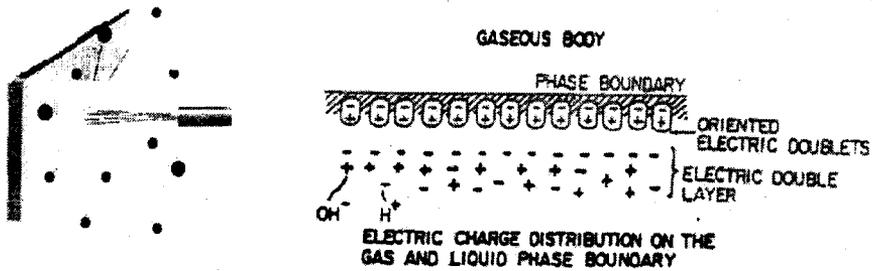
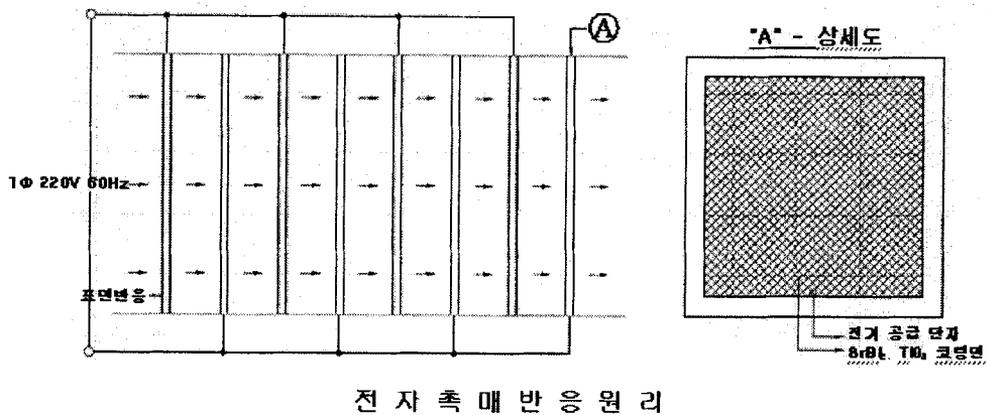


그림 28. 광촉매의 반응 원리



● 전자촉매와 광촉매의 차이점

	전자촉매	광촉매
에너지원	전기	자외선
원리	강유전성 반도체를 금속과 접합시킴으로써 반도체와 금속간의 에너지 준위차를 적용하여 교류 전기 에너지를 에너지원으로 사용함으로써 강유전성 반도체의 표면에 전자-정공쌍을 형성시켜 광조사가 없는 밀폐된 공간에서도 산화환원 반응범위에 걸쳐 효율적인 표면반응이 일어나게한 것이다.	광촉매에 산화반응을 일으키게 하기 위하여 광촉매에 광조사선을 직접 조사시켜 촉매의 산화반응이 표면에서 일어나게 한 것이다.
장단점	광조사 설비 대신 전기 에너지원을 사용함으로써 콤팩트한 설비로 제작할 수 있으며, 전도전자를 여기시켜 표면화학 반응을 일으키기 때문에 빠른 반응속도로 인하여 대용량, 고농도를 신속하게 처리할 수 있으며, 멤브레인을 다단계로 중첩하게 하면 반응효율을 극대화 시킬수 있는 에너지 절감형 구조로 설계할 수 있다.	반응을 일으키기 위해서는 통상 자외선을 조사하여 광에너지를 제공하여 준다. 그러나 이러한 광의 조사에서는 광의 직진성, 반사성, 굴절성으로 인하여 광이 흡수될 수 있는 단면에서만 촉매 작용이 일어날 수 있게 되어 광에 의한 효율성이 낮을 수밖에 없다. 또한 광원의 설치문제, 광촉매 코팅의 제작도막두께, 설치장소의 환경적 요인, 설치비용 및 시스템 구조상의 문제등 촉매반응의 우수한 효과에 비하여 실제 적용효율이 낮다.

바. 전자촉매 유니트의 설계 및 제작

전자촉매 유니트는 아래 그림들과 같이 특수하게 제작된 TiO₂ 용액을 코팅한 격자형 판에 교류 전압을 인가할 때 OH 라디칼이 유리될 수 있도록 설계, 제작하였다. 전자촉매의 경우는 1차년도 참여기업인 (주)코리아크린에어시스템에 의해 개발된 것을 이용하였다.

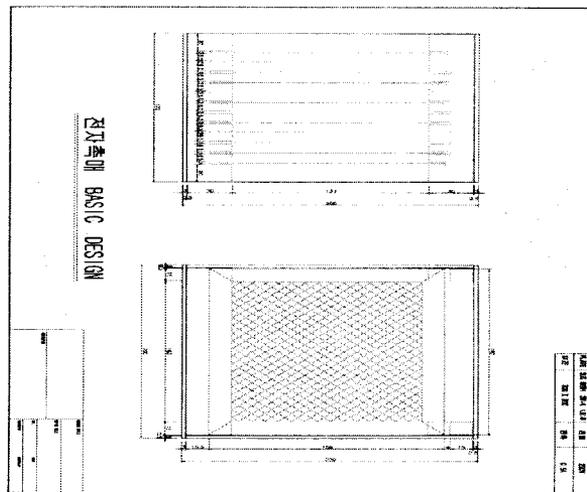
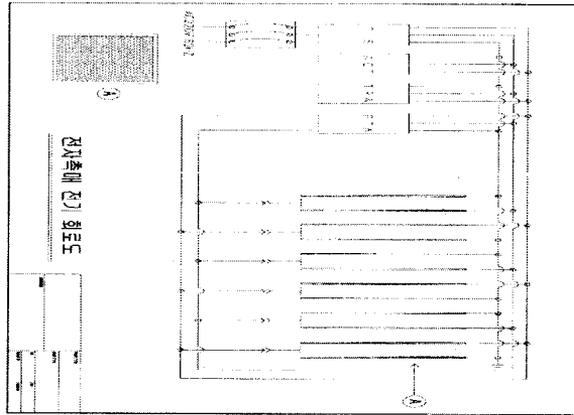
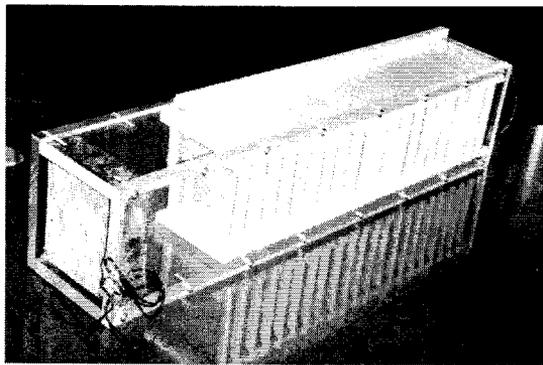
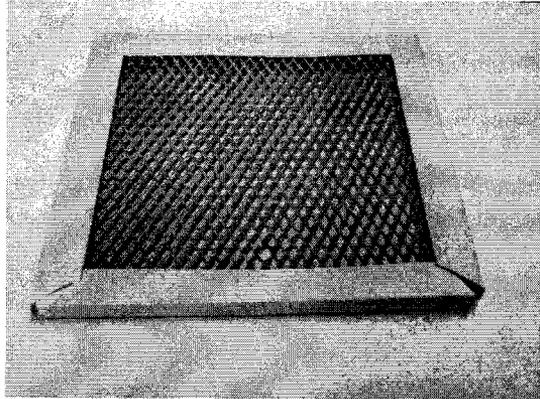


그림 29. 전자축매유니트의 설계도



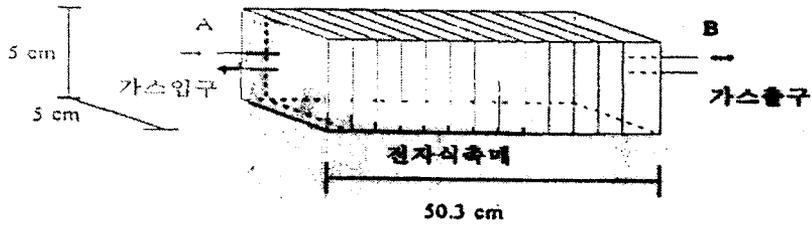
<전자축매장치>

그림 30. 전자축매 유니트의 실제 제작 형태

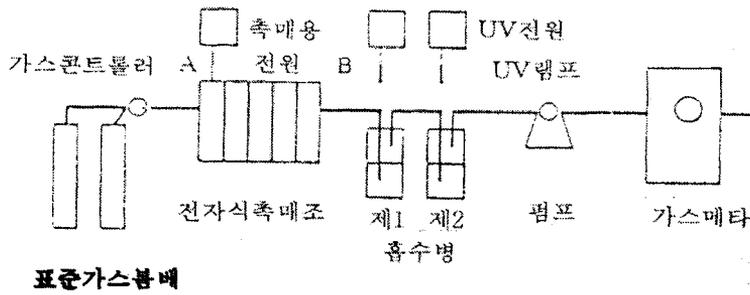
사. 전자식축매장치의 가스 분해 제거 시험((주)코리아크린에어시스템 제공)

1) 실험장치

아래 그림처럼 아크릴제의 각형용기에 전자식 축매장치를 부착하였으며 측정용을 위한 가스시험장치의 개략도를 이어서 다음 그림에 표시하였다. 첫번째 그림중 전자식축매의 아크릴제 용기 측은 골판지제의 두꺼운종이로 덮어 빛의 영향을 받지 않도록 했고 전자식축매를 아래 그림과 같이 접속시켜 가스시험장치를 조립하여 전자식축매의 성능시험을 했다.



<전자식촉매가 부착된 용기>



<가스시험장치의 개략도>

2) 실험방법

(1) 표준가스의 종류와 농도

사용한 표준가스의 종류와 농도를 표에 나타내었다.

< 표준가스의 종류와 농도 >

표준가스의 종류	농도(volppm)	제조원
일산화질소	109.8(질소밸런스)	태양동양산소(주)
이산화질소	109.8(질소밸런스)	상동
이산화유황	110.8(질소밸런스)	상동

(2) 가스의 공급과 채취

그림 25의 장치처럼 조립하여 표준가스를 단독 또는 혼합제조하여 가스분할기로 희석시켜 전자촉매조에 공급하였다. 검토한 가스는 다음과 같다.

① 일산화질소(NO)단독

②일산화질소(NO₂)단독

③이산화유황(SO₂)단독

④일산화질소(NO)와 이산화유황(SO₂)의 혼합가스

⑤이산화질소(NO₂)와 이산화유황(SO₂)의 혼합가스

(3) 실험조건

상기의 가스를 가스분할기로 적당히 희석하고 다음과 같은 조건으로 채취하였다.

①촉매조 입구의 가스농도는 가스분할기로부터 가스흡수병으로 직접포집하여 측정하였다. (A부 : 조입구라고 명칭)

②전자식촉매조를 통전하지 않을 경우 조출구의 가스농도는 조내에서 시료가스를 약 22리터 흘려보내 조내를 가스로 가득 채운다음 펌프로 가스를 흡입하여 흡수병에 포집하여 측정하였다(B부 : 통전하지 않고 조출구라고 명칭).

③전자식촉매조를 통전(220V)한 경우 조출구의 가스농도는 조내에서 시료가스 약22리터를 흘려보내 조내를 가스로 가득 채운다음 펌프로 가스를 흡입하여 흡수병으로 포집하여 측정하였다(B부 : 통전, 조출구라고 명칭). 흡수병(2개)에는 5% 트리에타놀아민(TEA)용액 25ml를 넣고 가스는 전자식촉매조의 용량인 11ℓ를 채취하였다. (단 일부의 실험은 제외). 일산화질소 및 이산화질소를 포함한 혼합가스의 경우에도 두 번째 그림의 흡수병의 가스 입구부에 자외선(UV)램프를 취부하여 소량의 산소를 흘려보내면서 조사하여 NO를 NO₂로 산화시켜 포집하였다.

3) 시험결과

(1) 일산화질소는 전자촉매를 통전(220V)하지 않고 흘려보내면 약 0~36% 감소하고 통전하면서 보내면 약 17~68% 감소하였다. 이것은 촉매 혹은 통전에 의해 NO가 NO₂로 산화되어 흡착 제거되었다고 생각되어진다.

(2) 이산화질소와 이산화유황은 전자촉매를 통전하든지 안하든지 촉매조를 통과하는 것만으로도 약 99% 제거가능했다.

(3) 실험종료 후 촉매의 1매째, 10매째, 20매째를 들어내어 2.2.(4)에 기초하여 촉매를 초순수로 세정하고 이 용액을 이온크로미터그래프 분석장치로 측정한다

결과 NO_2 , NO_3 및 SO_4^{2-} 가 부착되어 있다는 것을 알 수 있었다.

제 3절 아쿠아이온과 촉매 복합 선도 유지 시스템

가. 아쿠아이온과 전자촉매를 이용한 쇼우케이스형 보관시스템

1) 시스템의 설계와 제작

아쿠아이온과 전자촉매를 조합하여 농산물 선도유지시스템으로 발전시키고자 1단계로 아래와 같은 시스템을 구성하였다. 즉 아쿠아이온시스템에서 발생하는 음이온을 함유한 고습도 청정 공기와 전자촉매에서 발생하는 라디칼 등에 의해 저장고 내부의 공기가 정화되고 아울러 가습이 이루어질수 있도록 하였다. 즉 저장고는 고습도의 무균 청정 시스템의 개념으로 작동이 되게 된다. 그리고 그림에서처럼 냉각 및 가온 부하에 따라 공급되는 공기는 가온과 냉각이 임의로 이루어지게 된다. 물론 이러한 시스템은 농업용 뿐만아니라 청정 공기를 필요로 하는 타 산업용으로도 활용이 가능하다. 일본의 경우 유사한 시스템이 양잠, 식품 가공, 조습등 다양한 형태로 이용이 되고 있다는 사례 보고가 있다.

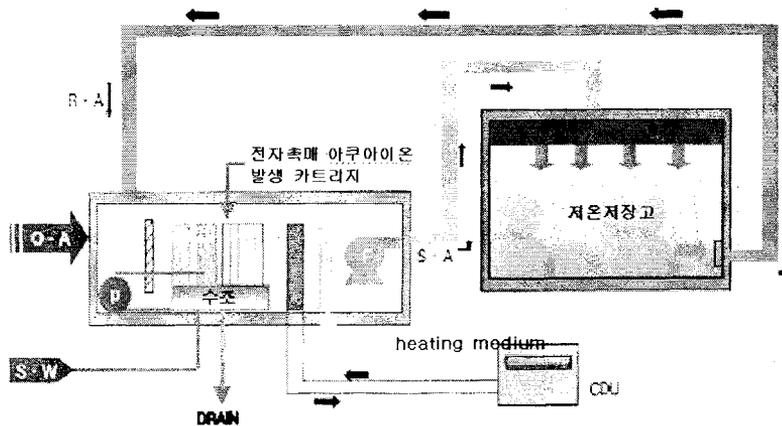


그림 31. 아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매를 이용한 선도유지시스템의 개념도

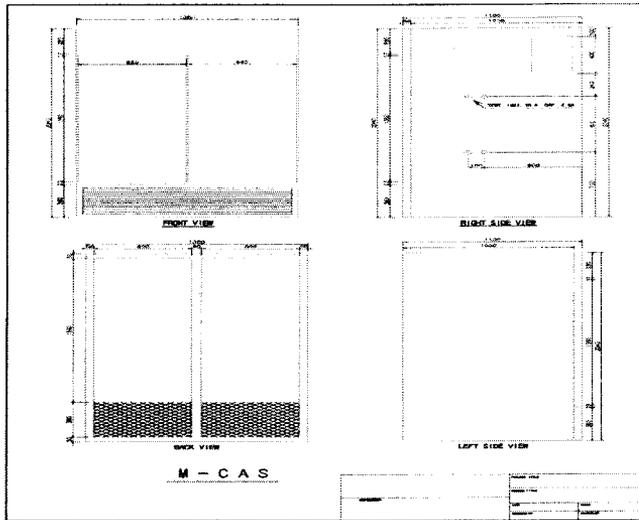


그림 32. 쇼우케이스형 아쿠아이온 시스템

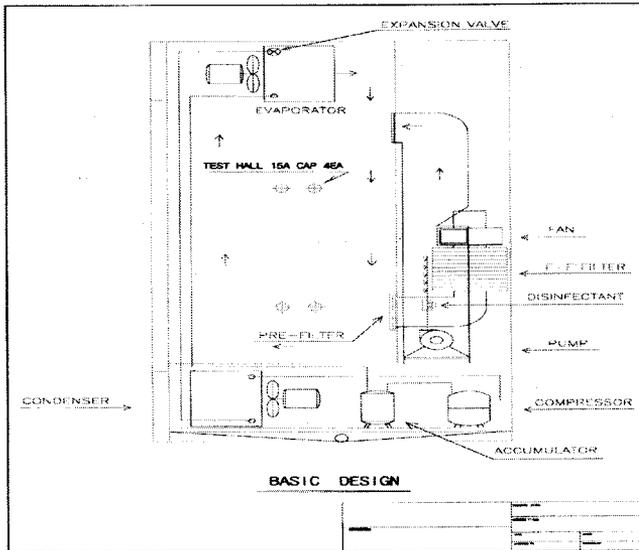


그림 33. 쇼우케이스형 아쿠아이온시스템의 기기배치도

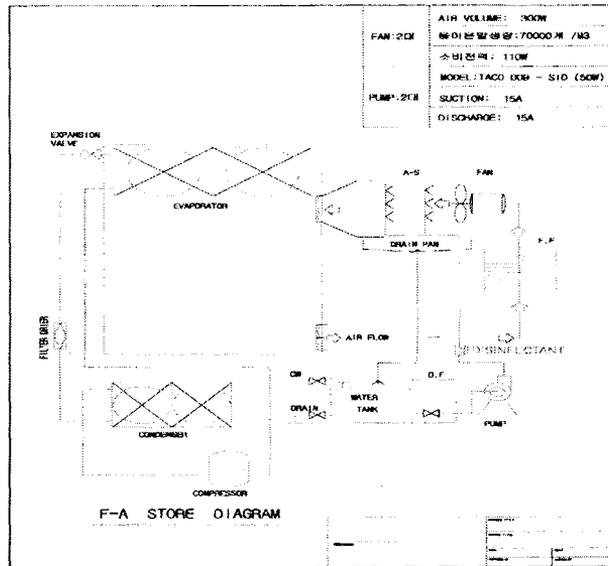


그림 34. 쇼우케이스형 아쿠아이온시스템의 Flow-diagram

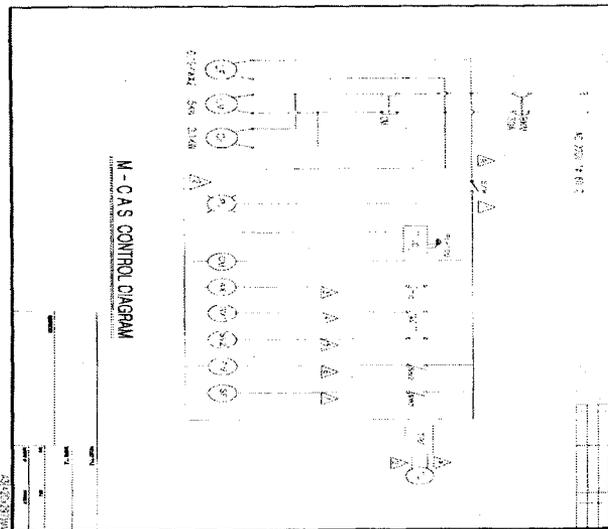


그림 35. 아쿠아이온시스템의 콘트롤 도면

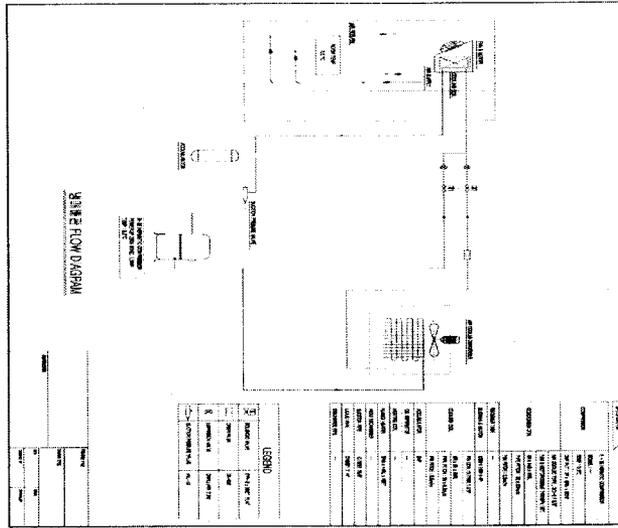


그림 36. 아쿠아시스템의 냉동시스템 flow-diagram



그림 37. 쇼우케이스형 아쿠아시스템

나. 농산물의 선도유지에 미치는 효과

가) 재료 및 방법

(1) 재료

선도 유지 효과를 비교하기 위한 농산물 시료는 딸기는 당일 수확된 것을 산지(딸기: 충남 부여, 수삼 : 충남 금산)로부터 구입하여 연구원으로 옮겨 사용하였다.

(2) 전처리 및 저장

전 페이지의 그림과 같이 쇼우케이스형으로 제작한 아쿠아시스템에 시료를 보관하면서 선도 유지 효과를 비교하였다. 이 때 보관고의 온도는 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 콘트롤하였고 대조구로서는 일반 쇼우케이스를 이용하였다.

(3) 분석

저장 중 품질변화를 알아보기 위하여 3일 간격으로 다음 항목을 조사하였다. 감모율과 부패율은 은 저장 전 무게에 대하여 저장 중 감소 및 부패된 정도를 백분율로 환산하여 표시하였다.

$$\text{감모율} = \frac{\text{저장 전 무게(kg)} - \text{일정 기간 저장 후 무게(kg)}}{\text{저장 전 무게(kg)}} \times 100, \%$$

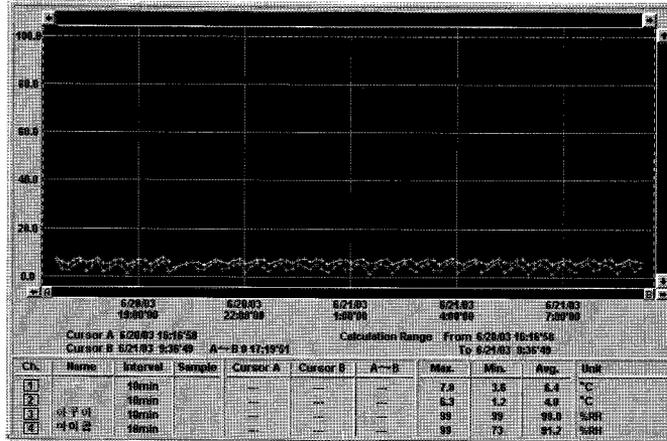
Vitamin C 함량은 2,4-DNP 비색법에 준하여 측정하였다. 일정량의 시료를 동량의 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 여과 후 여과 액을 2 ml 씩 시험관 3개에 취한 후 시험관 1에 indophenol 용액을 첨가하고, 시험관 1, 2, 3에 5% HPO_3 -thiourea 용액을 2 ml씩 가하여 시험관 1은 총 vitamin C, 시험관 2는 환원형 vitamin C, 시험관 3은 blank로 이용하였다. 시험관 1,2에 DNP용액을 가하고 osaxone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여 spectrophotometer(Jasco V-550, Japan) 540 nm에서 흡광도를 측정하여

vitamin C의 함량을 산출하였다. 그리고 관능적 특성은 외관과 부패 정도 등에 대해 9점 평점법으로 평가하였다.

나) 결과

딸기와 수삼을 쇼우케이스형 아쿠아시스템에 보관하면서 품질 변화를 관찰한 결과는 아래 그림과 표에 나타난 바와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 딸기의 경우 보관중 기존 쇼우케이스에서는 습도 변화가 크고 가습기를 설치하지 않고는 고습도를 유지하기가 어려워 보관중 감모손실이 크게 나타났다. 즉 5℃에서 7일 보관후에 감모손실이 9%로 나타난 반면 아쿠아시스템에 보관한 경우는 5% 이하로 나타났다. 부패율의 경우 4일후에 기존 쇼우케이스에서는 35% 이상 나타난 반면 아쿠아시스템에서는 28% 정도로 7% 정도 낮게 나타났다. Fig. 41에서 본 바와 같이 곰팡이 발생은 기존 보관고에 6일후에 발생하여 10일후에 3% 이상 분포되는 것에 비하여 상대적으로 억제됨을 알 수 있었다.

비타민 C의 보존 상태에서는 초기의 62mg%에서 기존 보관고에서는 6일후에 57mg%인 반면 아쿠아시스템에서는 60mg%로 약간 높게 나타났다. 딸기의 표면 색택은 선명한 붉은 색을 유지하여야 하는데 기존 보관고에서는 선도 저하와 함께 검붉은 색택으로 변화하였으나 아쿠아시스템의 경우는 상대적으로 선명한 붉은 색의 유지 상태가 좋게 나타났다. 딸기의 pH는 보관 기중중 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 지금까지 나타난 결과들을 보면 상대적으로 아쿠아시스템에 보관한 딸기의 경우 선도 유지가 우수하게 나타났는데 이는 결로를 유발하지 않고 아쿠아이온을 이용해 고습도를 유지시키고 아울러 보관고 내부를 청정화시킴으로서 선도유지에 긍정적인 결과를 가져온 것으로 사료되었다.



마이콤 ON + 아쿠아 ON 상태에서의 온/습도 변화(5°C)

그림 38. 아쿠아시스템(전자촉매부착)과 기존 쇼우케이스의 온습도 변화

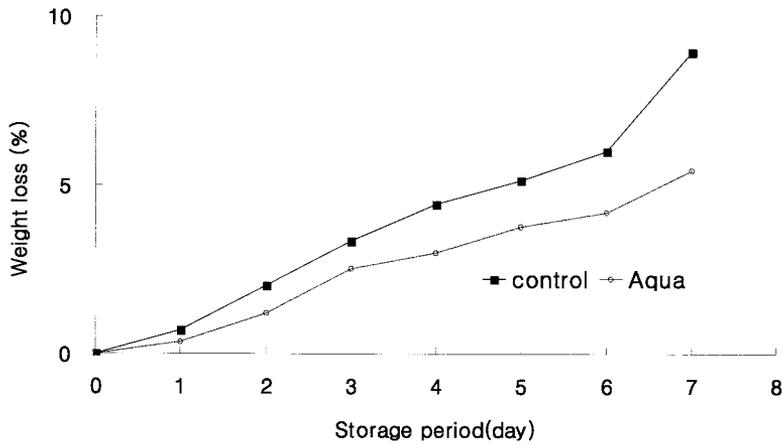


Fig. 39. Changes in weight loss of strawberry during storage at 5°C

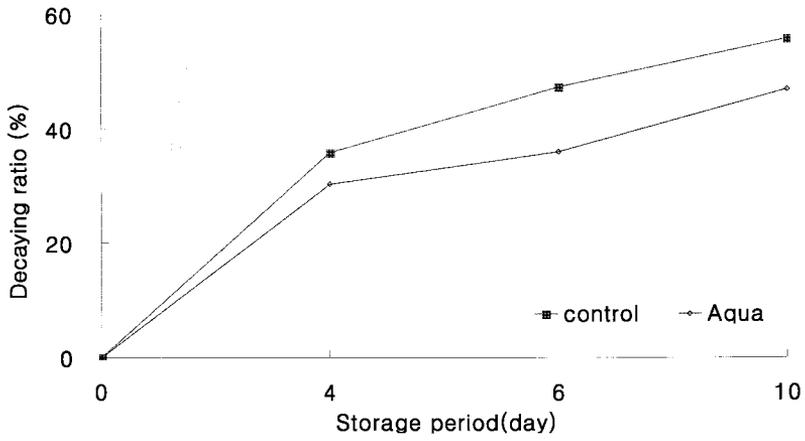


Fig. 40. Changes in decaying of strawberry during storage at 5°C

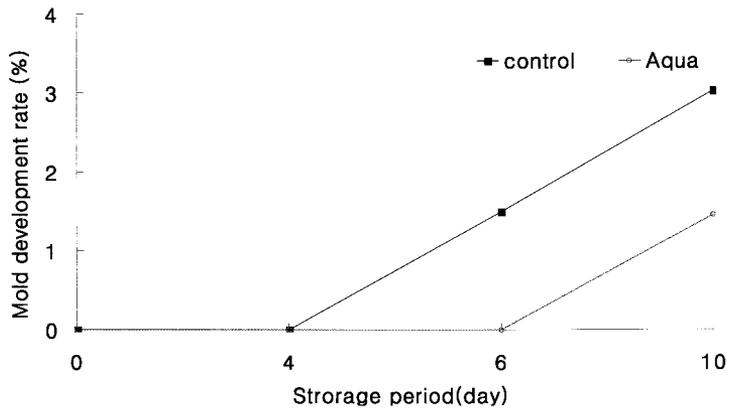


Fig. 41 Changes in mold development rate of strawberry during storage at 5°C.

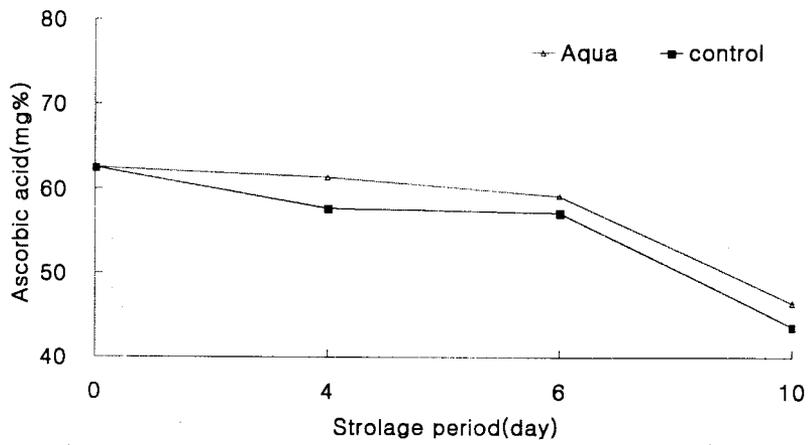


Fig. 42. Changes in ascorbic acid of strawberry during storage at 5°C

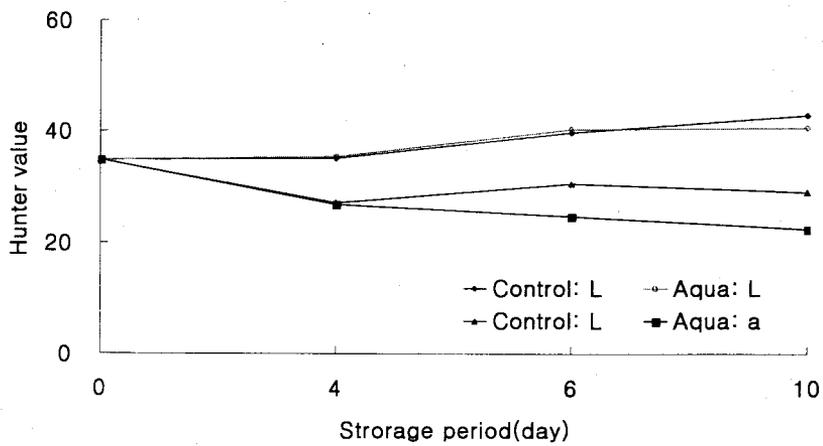


Fig. 43. Changes in Hunter L- and a- value of strawberry during storage at 5°C..

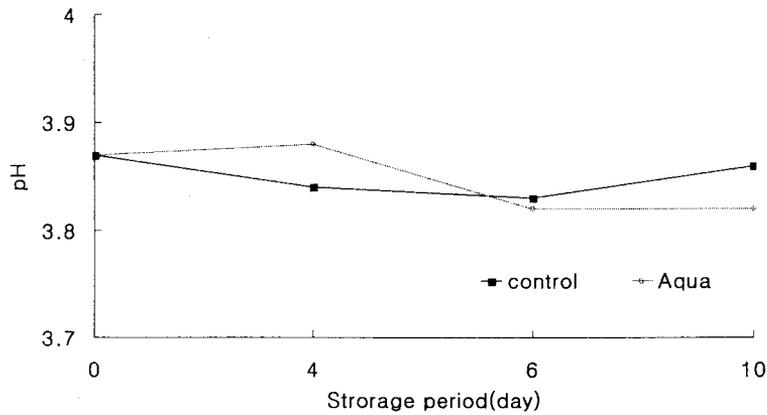


Fig. 44. Changes in pH at of strawberry during storage at 5°C.

수삼(4년근)의 경우는 25일간 5°C에서 보관한 경우 Fig.45에서 본 바와 같이 감모율에 있어서 기존 보관고가 28%, 아쿠아시스템이 24% 정도 상실되었다. 이는 기본 보관고의 경우 수삼 표면에 보습제를 덮었으나 아쿠아시스템의 경우는 보습제를 덮지 않고도 오히려 우수한 감모 억제 효과가 있음을 알 수 있었다. 한편 보관중 수삼 표면의 색택은 아쿠아시스템에 보관한 경우가 L-value가 높게 나타났으며 b-value는 큰 차이가 없었다. 그리고 그림 46에서 본 바와 같이 아쿠아시스템에 보관한 수삼의 경우 탈수에 의한 외관 변화가 적어 팽압이 잘 유지되고 그 결과 수확시의 외형을 잘 유지하고 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과들을 볼 때 아쿠아시스템은 보습제등을 사용하지 않고도 고습도 상태를 유지할 수 있어 농산물의 감모를 억제하면서 보관이 가능한 것으로 사료되었다. 그러나 실제 시스템에서는 적용 결과 가능한한 보관시스템의 냉동 시스템을 간접냉각방식으로 설계, 운영하는 것이 시스템의 효율을 제고시킬 수가 있으며 증발기의 전열면적이 적거나 지나치게 냉각 용량이 클 경우에는 적상에 의한 수분 손실이 커서 그 효과가 감소됨을 알 수 있었다.

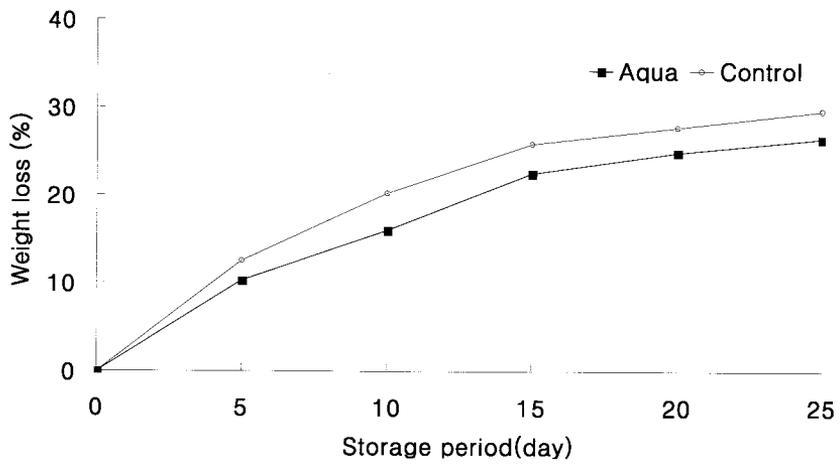


Fig. 45. Changes in weight loss of fresh ginseng during storage at 5°C.

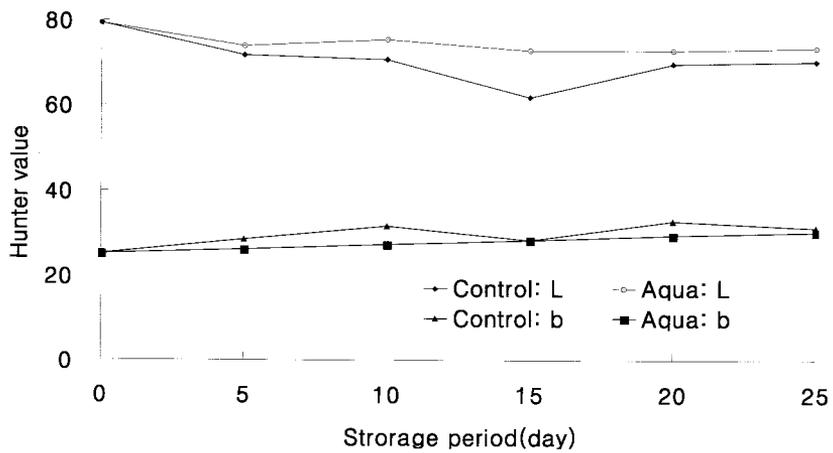
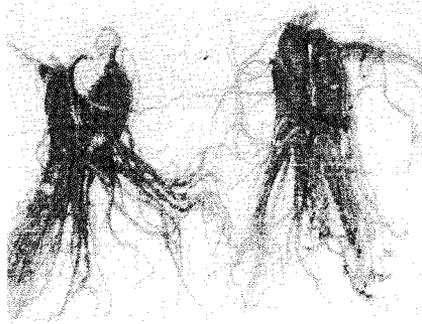
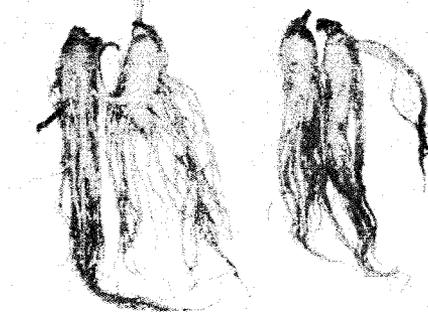


Fig. 46. Changes in Hunter L- and b- value of fresh ginseng during storage at 5°C.



가. 세척전



나. 세척후

그림 47. 수삼의 2℃에서 22일 보관후의 상태
(좌:아쿠아시스템, 우: 일반보관고)

나. 아쿠아이온과 광촉매를 이용한 저온저장고용 선도유지 시스템

1) 시스템의 설계와 제작

시스템의 설계는 그림 48과 같이 하였으며 저온저장고에 부착하거나 내부에 설치가 가능하도록 제작하였다. 그림에서와 같이 흡기구 측에는 이산화티타늄 촉매를 이용한 살균부가 그리고 내부에는 아쿠아이온클러스터를 발생시키는 유닛을 설치하였다. 시스템의 용량은 저장고의 규모에 맞춰 조절이 가능하도록 하였으며 본 시제품에서는 광촉매 유닛의 필터는 200(W) x 100(L) x 5(H)mm의 2매를 사용하였고 아쿠아이온발생시스템은 전술한 바와 같다. 아쿠아이온유닛의 경우 water pump의 동력은 15A, 60w, 4kg/cm², 노즐은 2ℓ/unit/min, 3~4kg/cm²로 full cone type(1/8pt)과 hollow cone type(1/8pt)으로 구성하였다. 특히 광촉매유닛과 흡입구 및 배출구는 전체 시스템 내부에 내장이나 외장이 가능하도록 하여 시스템을 콤팩트하게 제작할 수 있게 하였다.

Aqua 이온 선도유지 System

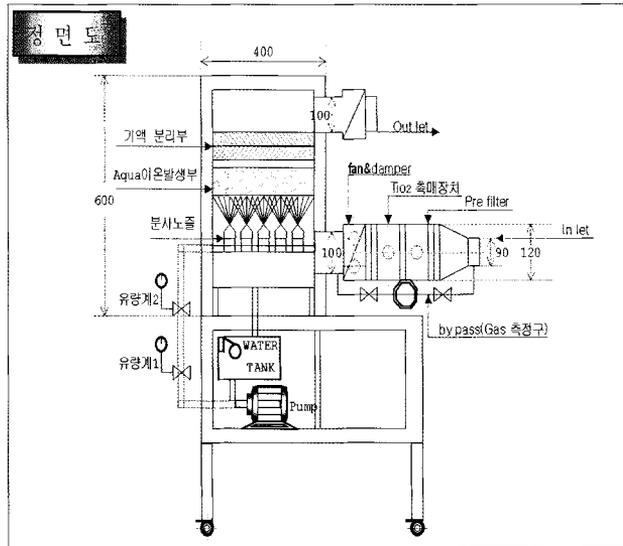


그림 48. 저온저장고 부착용 유니트형 아쿠아이온발생 시스템

Aqua 이온 선도유지 System

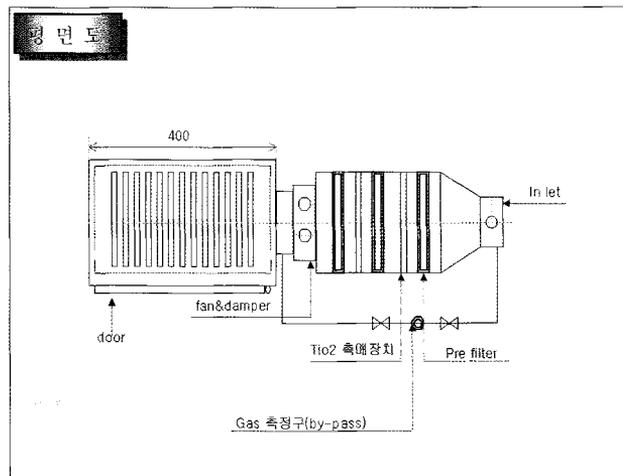


그림 49. TiO₂ 촉매유니트가 부착된 아쿠아이온 발생시스템의 평면도

Aqua 이온 선도유지 및 Gas 측정 System

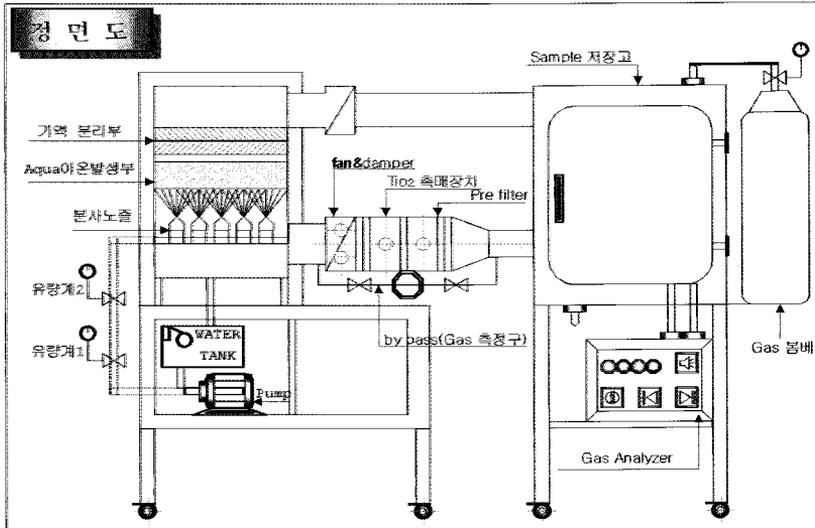


그림 50. 시료 보관과 가스 분해 성능을 측정하기 위한 아쿠아시스템(TiO₂유닛 부착) 구성 상태

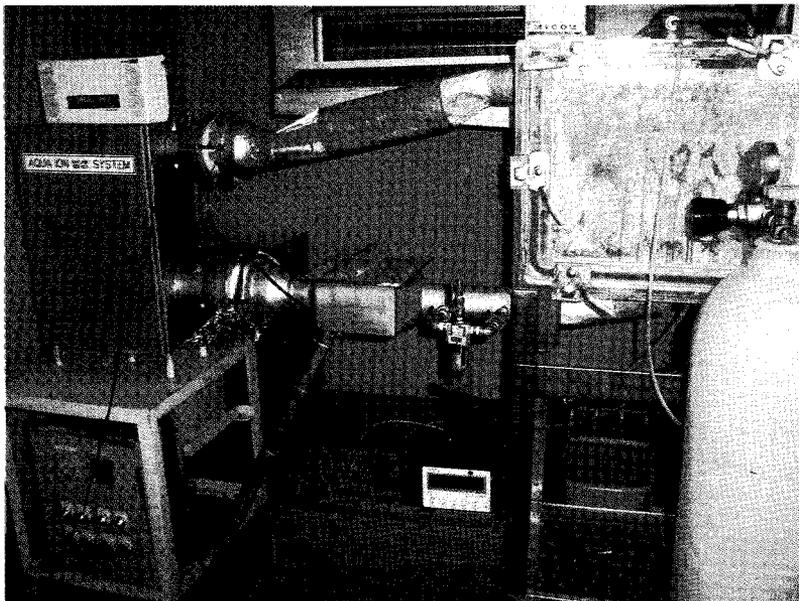
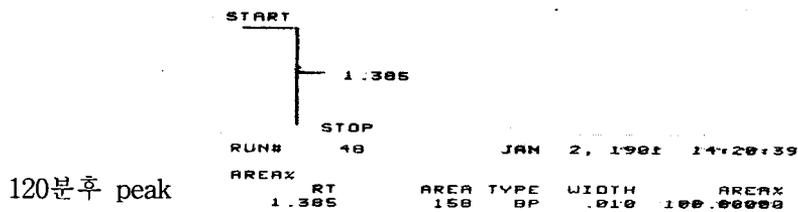
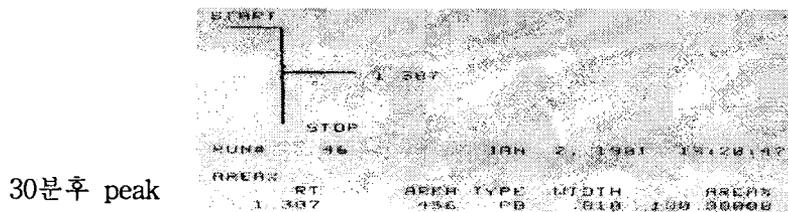
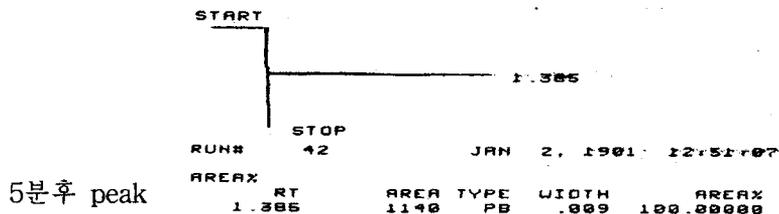


그림 51. 아쿠아이온과 광촉매 이용 복합 선도유지시스템

나. 에틸렌가스 제거 효과

전 항에서와 같이 50ppm 농도의 에틸렌가스를 충전하고 경과 시간별로 에틸렌가스 분해, 제거 효과를 측정하였다. 측정 방법등은 앞에서 서술한 바와 같다. 그림에서 보면 아쿠아이온시스템에 의하여 에틸렌가스는 주도적으로 제거되었으며 광촉매가 보조적인 역할을 하였다. 그림에서 보면 복합선도유지 시스템에 의하여 2시간후 97% 이상의 에틸렌가스 제거효과가 얻어졌다. 그러나 본 실험은 각 처리구별로 최적화된 조건에서 행해졌다가 보다는 제한된 시간과 조건에서 행하였기 때문에 처리구간 효과를 상대적으로 비교, 평가하기는 어려울 것으로 사료되었다.



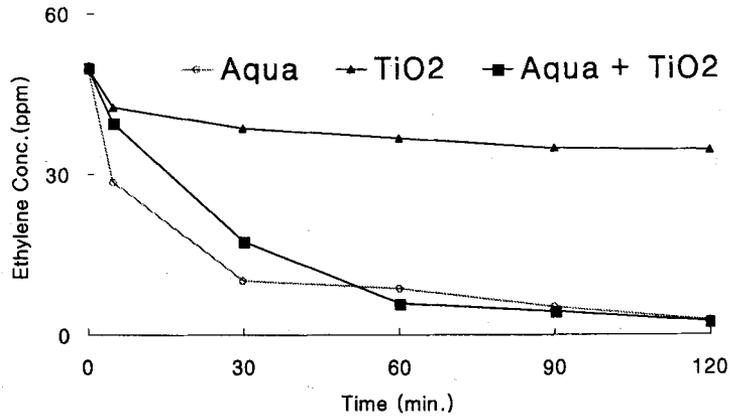


Fig. 52. Changes in ethylene concentration during operation of aqua., TiO₂ and aqua+TiO₂ system

다. 농산물의 선도유지에 미치는 효과

가) 재료 및 방법

(1) 재료

선도 유지 효과를 비교하기 위한 농산물 시료는 6~8월 사이에 당일 수확된 것을 산지(브로콜리 : 강원도 평창, 상추(청풍): 경기도 판교, 애호박(중앙): 강원도 춘천)로부터 구입하여 연구원으로 옮겨 사용하였다.

(2) 전처리 및 저장

시료를 0℃와 10℃ 저온저장고에 넣고 아쿠아처리구는 그 내부에 아쿠아이온 발생유니트를 넣어 가동시키고 대조구에는 단지 외부 찬 공기만 접촉되도록 하였다. 이 때 바람에 의한 영향을 배제하기 위해 대조구의 경우 측면과 하부를 통해 냉기의 이동이 이루어지게 하였다. 시료의 보관상태는 그림에서처럼 선반에 일정량을 적재하였다. 아쿠아이온발생유니트는 타이머를 부착하여 4시간 가동, 4시간 정지 형태로 연속 작동이 되도록 하였다. 선별된 시료의 포장은 P-Container와 유통시 사용하는 골판지 상자를 이용하여 애호박은 박스 당 20개(약 10 kg), 적상추는 박스 당 4 kg, 브로콜리는 박스당 3 kg을 넣고 각각 0℃와 10℃가 유지되는 일반저장고 와 아쿠아 system 저장고에 저장하였다.

(3) 분석

저장 중 품질변화를 알아보기 위하여 3일 간격으로 다음 항목을 조사하였다. 감모율과 부패율은 은 저장 전 무게에 대하여 저장 중 감소 및 부패된 정도를 백분율로 환산하여 표시하였다.

$$\text{감모율} = \frac{\text{저장 전 무게(kg)} - \text{일정 기간 저장 후 무게(kg)}}{\text{저장 전 무게(kg)}} \times 100, \%$$

Vitamin C 함량은 2,4-DNP 비색법에 준하여 측정하였다. 일정량의 시료를 동량의 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 여과 후 여과 액을 2 ml 씩 시험관 3개에 취한 후 시험관 1에 indophenol 용액을 첨가하고, 시험관 1, 2, 3에 5% HPO₃-thiourea 용액을 2 ml씩 가하여 시험관 1은 총 vitamin C, 시험관 2는 환원형 vitamin C, 시험관 3은 blank로 이용하였다. 시험관 1,2에 DNP용액을 가하고 osaxone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여 spectrophotometer(Jasco V-550, Japan) 540 nm에서 흡광도를 측정하여 vitamin C의 함량을 산출하였다.

색택(Hunter value)의 변화는 애호박과 브로컬리는 처리구 당 6개체의 일정 부위를 colorimeter(Minolta chromameter, CR-200, Japan)를 이용하여 저장기간 별 각각 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

관능적 특성(Sensory evaluation)은 관능검사 요원을 10으로 구성하여 저장 초기치를 기준으로 저장 기간별로 평가하였으며 이 때 평가항목은 외관, 조직감, 향미, 색도, 종합적 기호도로 총 5항목을 5점 척도법으로 실시하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 애호박

아쿠아시스템과 기존 저장고에 애호박을 보관한 경우 선도 유지효과를 비

교하였다. 아래 그림에서 보면 아쿠아시스템에 보관한 경우 기존 저장고에 비하여 중량 감도에 있어서 낮은 감소를 보였다. 기존 저장고에 있어서 별도의 가습시스템 없이 플라스틱 콘테이너에 보관한 경우는 20일 후에 20% 이상의 감도를 보였으며 골판지상자에 보관한 경우는 동 기간중에 10% 이하의 감도를 가져왔고 아쿠아시스템에 보관한 경우는 상자 종류에 상관없이 낮은 중량 감도를 나타내었다.

부패율의 변화를 보면 저장 5일까지는 처리구에 상관없이 부패가 나타나지 않았으나 10일 이상이 되면서 골판지상자에 적입된 시료의 부패율이 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 이는 골판지 상자 내부에서 공기의 흐름이 제한적이고, 일반적으로 애호박의 포장은 두 단으로써 아랫단의 시료들이 윗단의 시료들에 의해 짓눌리는 경향이 나타나며, 하나의 시료가 부패하기 시작하면 근처의 시료들 또한 급격한 속도로 부패하는 것을 알 수 있었다. P-container의 경우 부패율은 높지 않았으나 감도가 너무 많이 일어나 15일 이상은 상품성을 유지할 수 없었다.

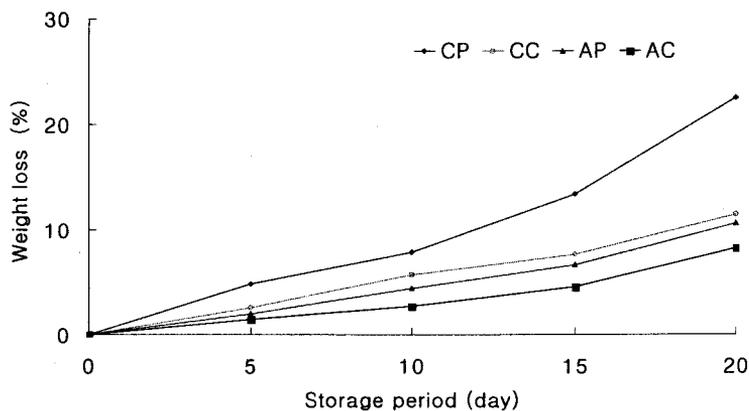


Fig. 53. Changes in weight loss of zucchini squash during storage at 10°C.
(CP : control p-container, CC : control carton, AP : aqua p-container, AC : aqua carton)

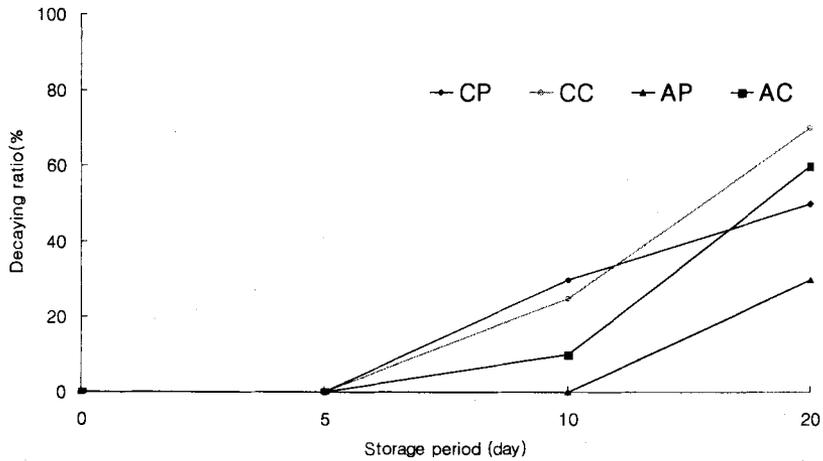


Fig. 54. Changes in decaying ratio of zucchini squash during storage at 10°C. (CP : control p-container, CC : control carton, AP : aqua p-container, AC : aqua carton)

비타민 C의 경우는 초기 60mg%에서 기존 저장고에 보관한 경우는 20일 후에 40mg% 이하로 감소한 반면 아쿠아시스템에 보관한 경우는 50mg% 부근으로 나타났다. 포장 용기간에는 콘테이너상자에 보관한 애호박의 경우 골판지 상자에 적입한 경우에 비하여 비타민 C의 유지 상태가 높게 나타났다. 표면 색택에 있어서는 아쿠아시스템에 보관한 애호박의 경우 L-value가 높게 나타났다으며 포장에 있어서는 골판지 상자에 담은 애호박의 경우 더 높게 나타났다. Hunter a-value의 경우는 저장기간중 계속 증가하였는데 이는 애호박의 푸른색이 노화가 진행됨에 따라 감소함에 따른 것으로 아쿠아시스템에 보관한 경우 변화 정도가 적게 나타났다. 특히 내부 색택이 노화가 진행됨에 따라 진한 황색으로 변하는데 L-value와 b-value에서 보면 L-value는 저장기간이 경과할수록 감소하고 b-value는 증가함을 보였다. 변화 경향은 노화 정도와 연관이 있는 것으로 표면 색택과 유사한 경향을 가져왔다. 관능적 품질 특성의 경우는 아쿠아시스템에 보관한 애호박의 경우 10°C에서 20일 후에도 시공이 가능할 뿐만 아니라 상품성을 유지하였다. 그러나 기존 저장고에 보관한 경우는 15일 이상 상품성을 유지하기가 어려웠다.

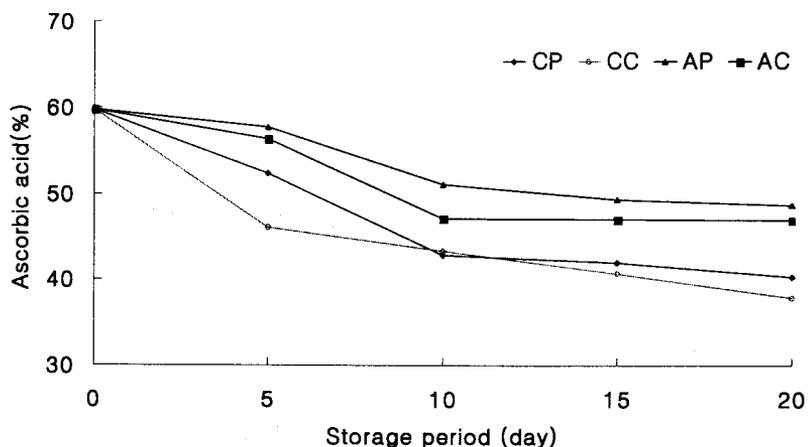


Fig. 55. Changes in ascorbic acid of zucchini squash during storage at 10°C. (CP : control p-container, CC : control carton, AP : aqua p-container, AC : aqua carton)

Table 9. Changes in Hunter-L value of zucchini squash outer color during storage at 10°C. (L : 100 white ↔ 0 black)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control/P-container	63.01	62.63	62.01	59.48
Control/Carton	63.01	61.47	60.97	60.09
Aqua/P-container	63.01	62.22	62.20	61.04
Aqua/Carton	63.01	62.79	62.12	62.02

Table 10. Changes in Hunter-a value of zucchini squash outer color during storage at 10°C. (a : - green ↔ + Red)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control/P-container	-22.71	-21.98	-20.33	-16.91
Control/Carton	-22.71	-22.07	-21.69	-19.43
Aqua/P-container	-22.71	-22.43	-21.74	-20.6485
Aqua/Carton	-22.71	-22.14	-22.00	-20.6062

Table 11. Changes in Hunter-L value of zucchini squash inner color during storage at 10°C. (L : 100 white ↔ 0 black)

Treatment	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control/P-container	85.02	81.60	81.47	78.72	75.45
Control/Carton	85.02	83.81	83.44	76.76	72.52
Aqua/P-container	85.02	84.91	84.83	82.62	81.09
Aqua/Carton	85.02	84.69	83.04	81.26	80.65

Table 12. Changes in Hunter-b value of zucchini squash inner color during storage at 10°C. (b : - blue ↔ + yellow)

Treatment	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control/P-container	75.79	77.33	77.39	80.63	86.47
Control/Carton	75.79	75.78	76.97	78.78	82.44
Aqua/P-container	75.79	77.39484	79.39	83.78	85.83
Aqua/Carton	75.79	75.78809	79.8	80.09	83.04

Table 13. Sensory evaluation of zucchini squash after 20 days storage at 10°C

Treatment	Appearance	Outer color	Inner color	Texture	Flavor	Overall acceptance
Control/p-container	1.67	2.00	1.50	2.33	2.83	1.67
Control/carton	2.83	2.83	1.83	1.83	2.50	2.50
Aqua/p-container	3.00	3.33	3.00	2.00	3.17	2.67
Aqua/carton	3.17	3.50	4.17	4.00	3.83	3.67

나. 상추

상추의 경우는 가습시스템이 없는 상태에서 보관할 경우 감모에 의해 위조 현상이 상품성을 크게 저하시키게 된다. 본 연구에서 상추를 위에서와 동일한 방법으로 10℃에 보관한 경우 아쿠아시스템에 보관한 상추는 기존 저장고에 보관한 경우에 비하여 낮은 감모율 변화를 보였다. 그러나 플라스틱 콘테이너에 보관한 경우는 처리구에 상관없이 높은 감모율을 보였는데 이는 저장고의 용적이 시료 보관 물량에 비하여 상대적으로 커서 냉동기 용량이 큰 관계로 증발기 표면에 많은 수분이 적상한 결과 큰 감모를 가져온 것으로 나타났다. 그러나 Fig.57에서처럼 직광식에서의 이러한 문제점을 제거하고 상추가 냉기에 간접적으로 접촉하게 하여 보관한 경우는 기존 저장고의 경우 20일 후에 40%의 감모를 보인 반면 아쿠아시스템에서는 7%이하의 낮은 감모를 보였다.

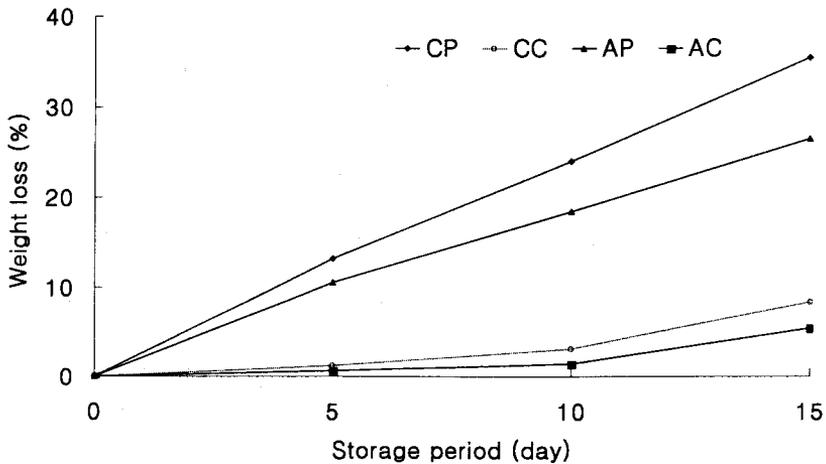


Fig. 56. Changes in weight loss of leafy lettuce during storage at 10℃.
(CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/p-container, AC : aqua/carton)

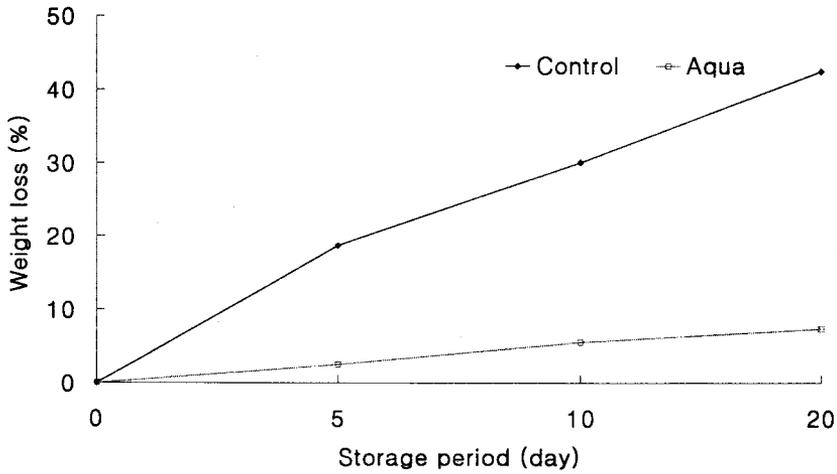


Fig. 57. Changes in weight loss of leafy lettuce during storage at 0°C.

상추의 보관중 비타민 C의 감소는 처리구간에 유사한 경향으로 감소하였는데 보관 온도에 상관없이 아쿠아시스템에 보관한 상추의 경우 감소 속도가 낮게 나타났다. 보관기간중 부패율은 5일째까지는 처리구에 상관없이 부패 현상이 나타나지 않았는데 10일째부터는 처리구간에 그 차이가 크게 나타났다. 부패는 기존 저장고에 보관한 경우 높게 나타났는데 10°C에서 보관 15일 후에는 골판지 상자에 담은 상추의 경우 80% 이상이 부패하였고, 아쿠아시스템에 보관한 상추중 플라스틱 콘테이너에 보관한 경우는 15일 후에도 15% 정도밖에 부패를 나타내지 않았다. 특히 0°C에 보관한 상추의 경우는 20일 후까지 아쿠아시스템에서는 부패 현상이 없었으나 기존 저장고에 보관한 경우는 20일후에 7% 이상 부패를 나타내었다. 관능적 품질 특성에 있어서도 아쿠아시스템에 보관한 경우 신선한 상태를 유지하여 기존 저장고에 보관한 상추에 비하여 높은 값을 보였으며 10°C에서 10일 후에도 상품성을 유지하였다. 그러나 기존 저장고에 보관한 상추는 위조 현상에 의해 상품성과 조직감이 저하하여 상대적으로 상품성을 낮게 유지한 것으로 사료되었다. 이러한 결과들은 앞에서도 언급한 바와 같이 결로를 발생시키지 않고 고습도를 유지하는데 기인하며 아울러 보관고 내부의 청정화 그리고 음이온의 역할로 추정되어진다.

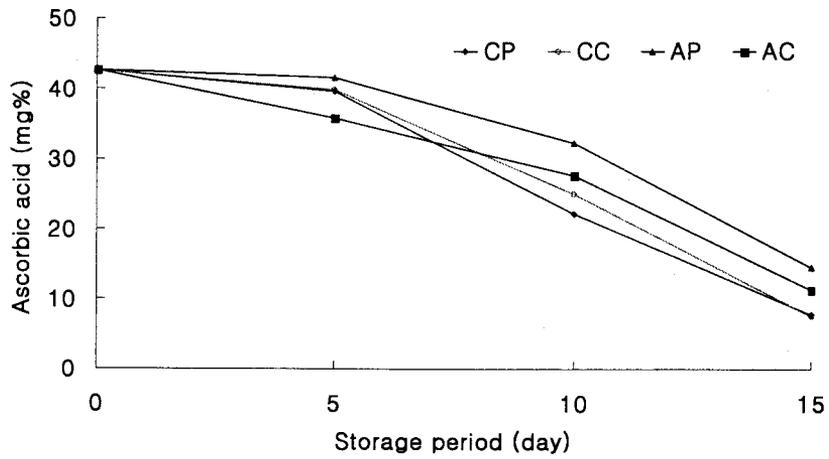


Fig. 58. Changes in ascorbic acid of leafy lettuce during storage at 10°C (CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/p-container, AC : aqua/carton)

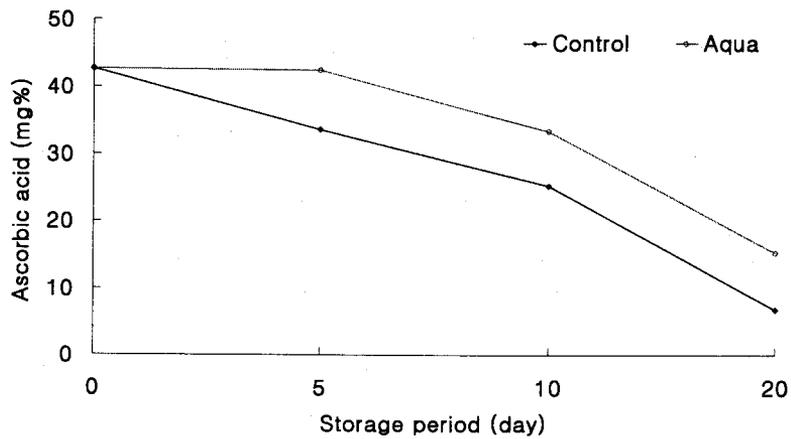


Fig. 59. Changes in ascorbic acid of leafy lettuce during storage at 0°C

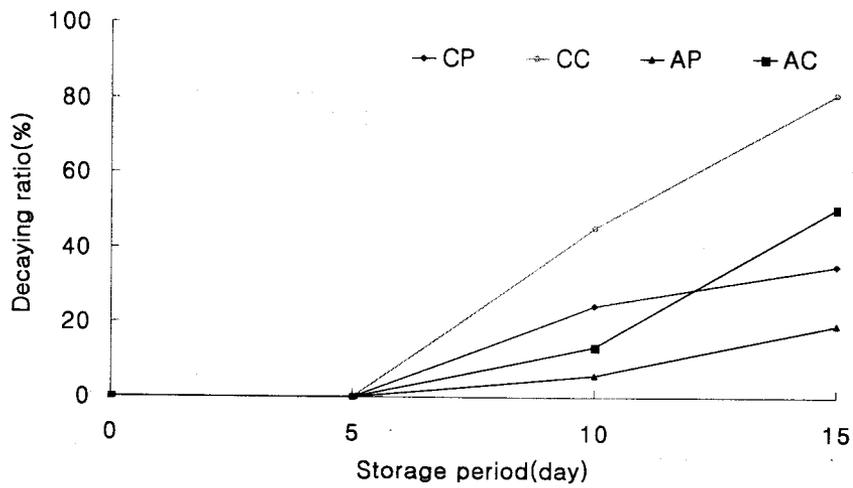


Fig. 60. Changes in decaying of leafy lettuce during storage at 10°C.
(CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
p-container, AC : aqua/carton)

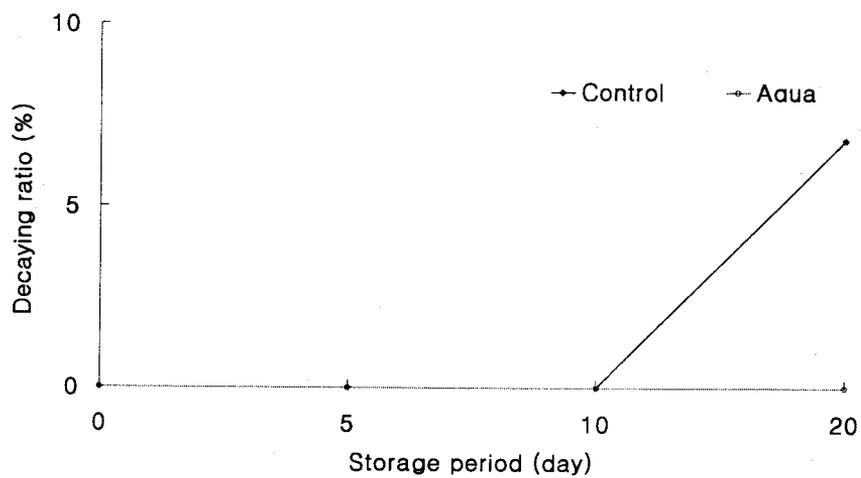


Fig. 61. Changes in decaying ratio of leafy lettuce during storage at 0°C
(CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
p-container, AC : aqua/carton)

Table 14. Sensory evaluation of leafy lettuce after 10 days storage at 10°C

Treatment	Appearance	Off- flavor	Texture	Overall acceptance
Aqua/ p-container	3.00	3.33	3.60	3.40
Aqua/ carton	3.46	3.80	4.00	3.90
Control/ p-container	2.83	2.83	2.30	2.79
Control/ carton	2.83	2.83	2.30	2.80

다. 브로콜리

브로콜리의 경우도 처리구별 품질 변화는 상추나 애호박과 유사한 경향을 나타내었다. 10°C에 저장한 경우 증람감모는 플라스틱 콘테이너에 보관한 경우 감모가 컸으며 그 중에서는 아쿠아시스템에 보관한 경우 그 변화폭이 상대적으로 적게 나타났다. 비타민 C의 함량은 상추나 애호박의 경우와 유사하게 아쿠아시스템에 보관한 경우 더 높게 유지되었으며 동일 처리구에서는 포장구간 차이는 크지 않았다. 표면 색택의 경우는 보관 기간중 황색도가 증가하는 경향을 보였는데 이러한 현상은 아쿠아시스템에 보관한 경우 상대적으로 억제되었다.

저장중 부패현상은 저장 5일째까지는 큰 변화가 없었으나 10일경부터는 부패율이 증가하여 15일째는 기존 저장고에 보관한 경우 40% 이상의 부패율을 기록하였고 아쿠아시스템에 보관한 경우는 10% 내외의 부패율을 기록하였다. 관능적 측면에서는 아쿠아시스템의 경우 외관, 조직감, 이취등 전반적인 측면에서 기존 저장고에 비하여 우수하게 나타났다. 특히 사진에서 본 바와 같이 아쿠아시스템의 경우 농산물의 선도 유지에 좋은 효과를 나타내고 있는데 이러한 원인으로서 에틸렌가스등 유해가스가 제거되고 저장고가 청정화됨으로서 선도 유지에 긍정적인 역할을 한 것으로 보여진다. 아울러 음이온을 함유한 고습도 청정공기가 선도 유지에 긍정적인 역할을 하였을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 제한된 실험 여건하에서 실험을 수행하여 구체적인 원인 구명에는 미흡했으나 향후 이 분야에 대한 구체적인 메카니즘등을 구명할 필요가 있을 것으로 사료된다.

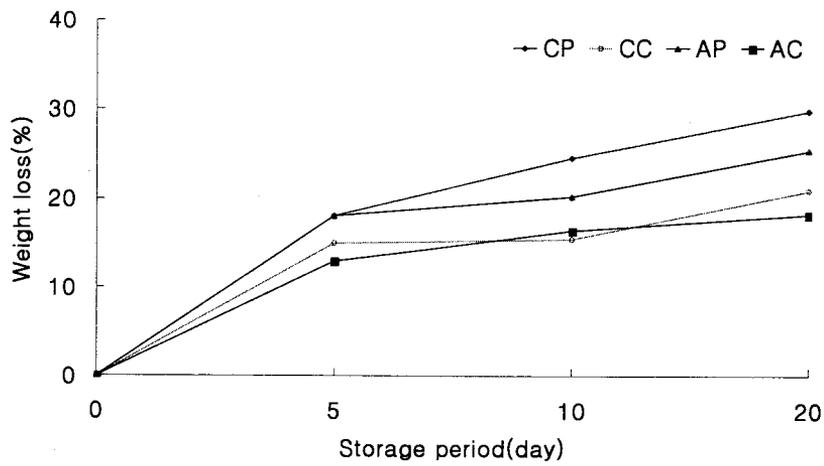


Fig. 62. Changes in weight loss of broccoli during storage at 10°C.
 (CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
 p-container, AC : aqua/carton)

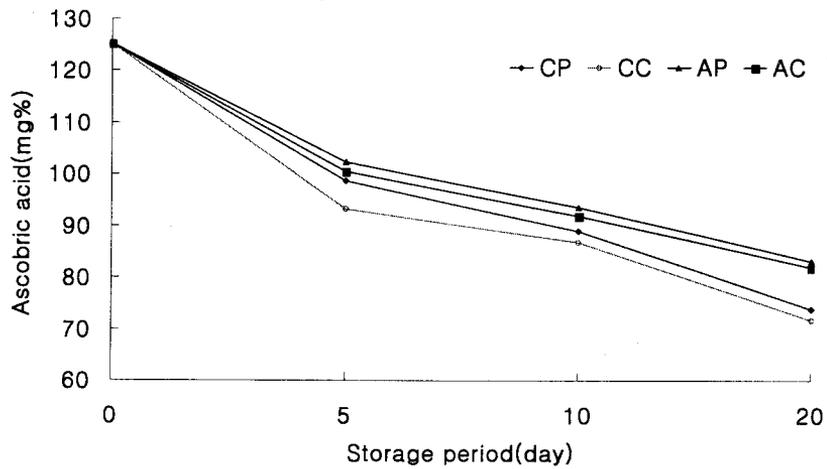


Fig. 63. Changes in ascorbic acid of broccoli during storage at 10°C.
 (CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
 p-container, AC : aqua/carton)

Table 15. Changes in Hunter-L value of broccoli during storage at 10°C
(L : 100 white ↔ 0 black)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control P-container	51.44	49.49	44.38	43.81
Control Carton	51.44	43.38	45.46	43.24
Aqua P-container	51.44	46.92	45.05	44.38
Aqua Carton	51.44	43.27	43.05	42.28

Table 16. Changes in Hunter-b value of broccoli during storage at 10°C
(b : - blue ↔ + yellow)

Treatment	Storage period (day)			
	0	5	10	20
Control P-container	10.92	16.35	18.96	19.94
Control Carton	10.92	15.82	16.63	17.39
Aqua P-container	10.92	14.34	15.82	17.22
Aqua Carton	10.92	12.61	14.32	17.29

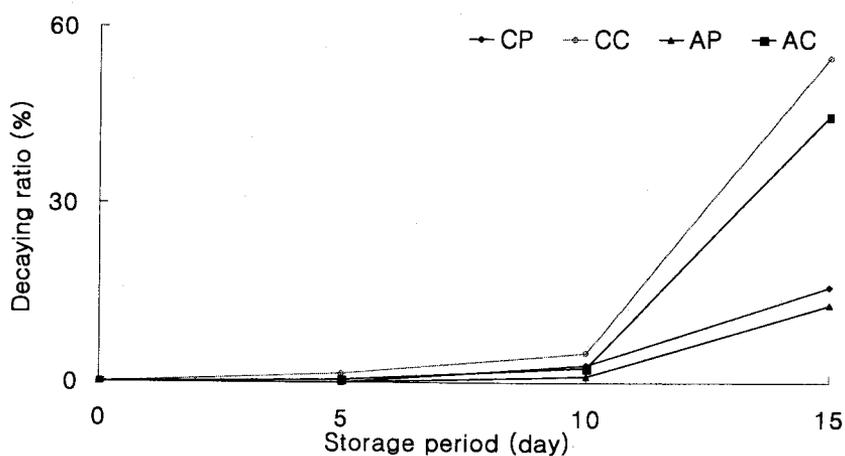


Fig. 64. Changes in decaying ratio of broccoli during storage at 10°C
(CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
p-container, AC : aqua/carton)

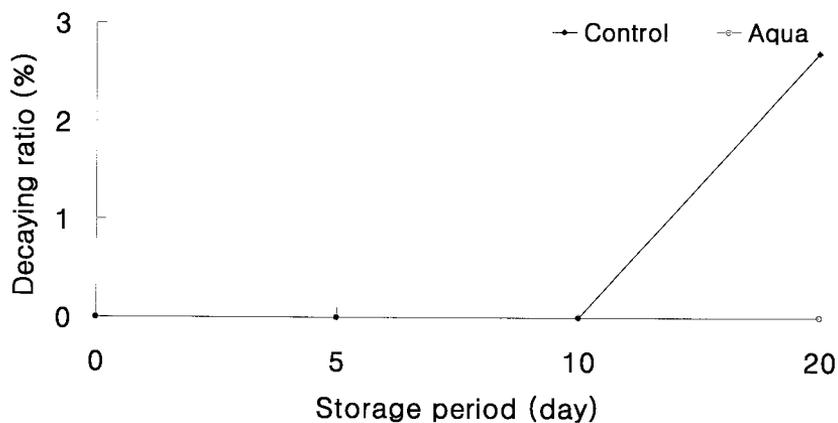


Fig. 65. Changes in decaying ratio of broccoli during storage at 0°C
(CP : control/p-container, CC : control/carton, AP : aqua/
p-container, AC : aqua/carton)

Table 17. Sensory evaluation of broccoli during 20 days storage at 10°C

Treatment	Appearance	Texture	Off-flavor	Overall acceptance
Control p-container	1.83	1.50	1.50	1.33
Control carton	2.00	2.83	2.00	2.00
Aqua p-container	2.67	2.16	2.83	2.67
Aqua carton	2.33	2.33	2.50	2.50



Fig. 66. Quality of broccoli after 7 day storage at 0°C and 10°C.
 (680 : 10°C aqua/carton, 746 : 10°C control/carton, 153 : 10°C aqua/ p-container,
 825 : 0°C Control, 271 : 10°C control/ p-container, 976 : 0°C aqua)

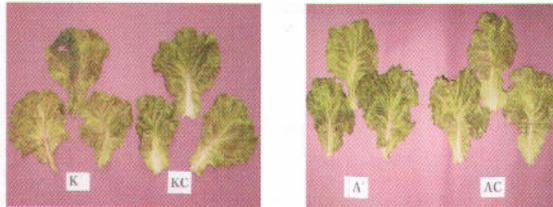


Fig. 67. Quality of leafy lettuce after 7 day storage at 10°C.
 (K : control/p-container, KC : control/carton, A : aqua/p-container,
 AC : aqua/carton)



Fig. 68. Quality of zucchini squash after 20 day storage at 10°C.
 (KP : 10°C control/p-container, KC : control/carton, AC : aqua/carton,
 AP : aqua/p-container)

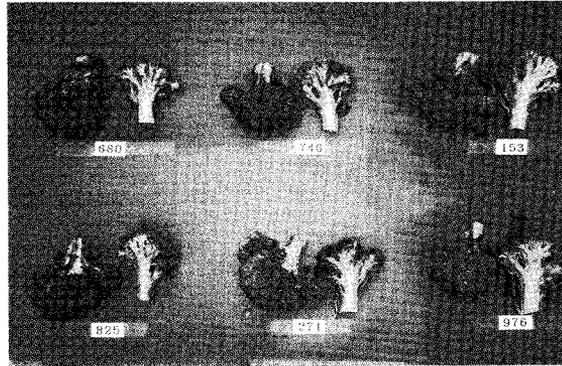


Fig. 66. Quality of broccoli after 7 day storage at 0°C and 10°C.
 (680 : 10°C aqua/carton, 746 : 10°C control/carton, 153 : 10°C aqua/ p-container
 825 : 0°C Control, 271 : 10°C control/ p-container, 976 : 0°C aqua)

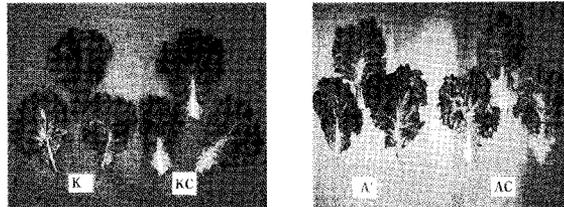


Fig. 67. Quality of leafy lettuce after 7 day storage at 10°C.
 (K : control/p-container, KC : control/carton, A : aqua/p-container,
 AC : aqua/carton)

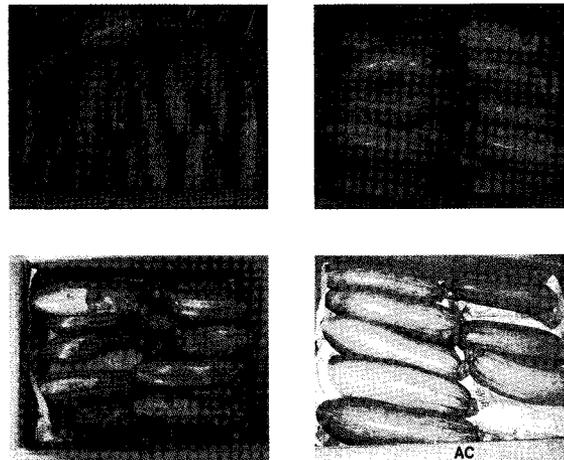


Fig. 68. Quality of zucchini squash after 20 day storage at 10°C.
 (KP : 10°C control/p-container, KC : control/carton, AC : aqua/carton,
 AP : aqua/p-container)

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표 달성도

연구개발목표	수행 내용	달성도
아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매를 이용한 복합 선도 유지 시스템 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 아쿠아이온을 함유한 청정공기를 발생시키는 시스템을 설계, 제작하였고 아울러 성능 시험을 완료하였음. 2. 전자촉매와 광촉매 등 이산화티타늄 촉매를 선도유지시스템에 활용할 수 있는 기술을 개발하였음(쇼우케이스형, 저온저장고 부착형). 3. 아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매를 조합한 복합선도 유지시스템을 설계, 개발하였음 	달성
개발된 시스템의 농산물에의 적용 시험	<ol style="list-style-type: none"> 1. 개발된 시스템은 농산물 5종에 대하여 대조구와 선도 유지 비교 시험을 수행하였음. 2. 시험 결과 기존 대조구에 비하여 선도 유지에 유효한 효과가 있었음. 	달성

제 2 절 관련분야에의 기여도

연구개발내용	관련 분야	기여도
아쿠아이온과 이산화티타늄 촉매를 이용한 복합 선도 유지 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 농산물 저장 유통 분야 - 농업 관련 기계 분야 	<ul style="list-style-type: none"> -신선도 유지로 상품성 제고 및 부패, 감모 억제로 수확후 손실 감소 -농업관련 기계 산업의 발전
개발된 시스템의 농산물에의 적용 시험	<ul style="list-style-type: none"> - 농산물 저장 유통 분야 	<ul style="list-style-type: none"> 신선도 유지로 상품성 제고 및 부패, 감모 억제로 수확후 손실 감소

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

제 1 절 활용 계획

1. 선도유지시스템

- 개발된 시스템 설계, 제작 기술은 참여기업에 기술 이전하여 농업 현장에 보급할 계획임.
- 향후 보급을 위한 현장 실증 시험이 참여기업과의 협력하에 scale-up된 설비가 제작되어 실제 현장에서 광범위하게 이루어질 계획임.
- 아울러 보급 확산을 위해서는 대량 생산 체계 구축등 사업화에 대한 지원이 필요함
- 시스템 보급 대상은 생산농민단체(농협, 영농조합법인 등), 공공판매시설(물류센터, 도매시장), 농산물수출단체등을 통해 전수하면서 단계적으로 농업전반에 확대보급 예정임.

2. 특허 출원

- 현재 특허 출원 중에 있으며 등록이 될 경우 참여기업을 통하여 사업화 추진 예정임(제목 : 아쿠아음이온을 함유한 고습도 청정공기 공급장치)

3. 홍보 등 기타 활용 계획

- 연구 결과는 관련 학회지에 발표할 계획임(식품저장유통학회지)
- 시스템 개발에 대한 내용은 농업 관련 매스컴에 홍보 계획임.

제 2 절 기대효과

1. 기술적 측면

- TiO₂촉매를 농산물 저장시스템에 활용함으로써 인체유해 훈증제, 살균제

(농약포함)등의 사용배제

- TiO_2 촉매는 신선농산물 저장 뿐만아니라 가축축사, 수송용컨테이너(국내 및 수출용 컨테이너선), 재배사, 판매시설, 가공시설등에 광범위하게 적용가능함.

- 저온창고의 정온, 정습 기술 개선으로 저장물의 감모손실 억제, 병온저장 가능, 기존 간접 냉각방식에 비하여 에너지 절감형으로 정온화 가능

- Aqua ion 을 순환식공조시스템화하여 저장고에 적용하는 기술은 화훼류 쇼우케이스, 버섯(송이등)저장고, 수삼저장고, 각종농산물의 빙결점 부근에서의 해동, 보관등에 다목적으로 활용가능

2. 경제 · 산업적 측면

- 부패 감모손실을 기존 20~50%에서 5% 이하로 억제

; 원예작물 연간 총생산량 12조 2,431억원의 30%정도 감모 억제를 가져온다고 추산하면 연간 약 4조 431억원의 경제적 손실을 억제할 수 있음.

- 기존 살균제, 훈증제의 대체 효과(비용측면의 효과는 2페이지 필요성 부분 참조)

- 기존 가습시스템 및 광촉매등 대체효과

- 고품질안전농산물 공급으로 수입농산물에 대한 경쟁력 제고

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

1. 광촉매와 관련한 자료

가. 광촉매의 정의와 원리

광촉매란 용어는 매우 광범위하게 사용되고 있어, 만족스럽고 일치된 정의를 찾아보기가 힘들다. 광촉매 용어 자체는 빛이 촉매로 작용하는 것 같은 어감을 주기도 하지만 사실은 광반응을 가속시키는 촉매 (catalyst of photoreactions)를 지칭할 때 사용된다. 이는 매우 넓은 의미의 정의로서 광촉매가 되기 위해서는 일반적인 촉매로서의 조건을 만족시켜야 함을 암시한다. 즉, 광촉매는 반응에 직접 참여하여 소모되지 않아야 하며 기존의 광반응에 다른 메커니즘 경로를 제공하여 반응속도를 가속시킨다. 광감응체(photosensitizer)란 용어가 광촉매 (photocatalyst)란 용어와 뚜렷한 구별없이 동일한 의미로 쓰이는 경우가 많으나 주로 광촉매가 좀 더 넓은 의미를 내포한다. 빛을 직접 흡수하지 않는 경우도 포함한다. 혹자는 전체 광반응의 $\Delta G > 0$ 인 경우를 광감응 반응, $\Delta G < 0$ 인 경우를 광촉매 반응으로 구분하기도 한다. 이런 정의에 따른다면 유기물질을 광분해 시키는데 사용되는 산화물계 반도체 물질은 광촉매로 분류되거나 동일한 반도체 물질이 물의 광분해 반응을 비롯한 여러 화학연료 광합성 반응에 사용될 경우 광촉매가 아닌 광감응체라고 불려야만 옳다. 광촉매는 분자 상태로 용액 중에 존재하는 균일계 광촉매 (예: 각종 전이 금속 착물)와 주로 반도체 물질로서 매질에 입자상으로 분산되어 있는 불균일계 광촉매로 분류할 수 있는 데, 본 보고서에서는 불균일계 광촉매만을 대상으로 다루었다.

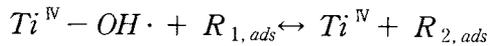
나. 광분해 반응 원리

유기 오염물의 광분해 반응은 대체로 아래와 같이 비교적 안정한 중간 생성물을 만들기도 하지만, 최종적으로는 유기물을 CO_2 와 H_2O 로 완전히 분해한다.

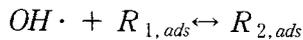
Organic substrate + O_2

위의 광촉매 반응식은 기상과 액상 모두에 적용되지만, 반응에 있어서 가장 중요한 역할을 하게되는 산화제의 형태가 기상과 액상에서 서로 다르게 나타난다. 액상의 경우 OH radical에 의한 광촉매 산화반응 과정이 주요한 반응기작으로 알려져 있으며, 아래와 같은 4가지 경로에 의해 일어난다.

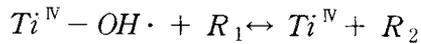
①표면에 흡착된 유기물과 흡착된 OH radical 간의 반응



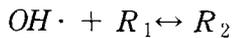
②수용액상으로 확산된 OH radical과 흡착된 유기물간의 반응



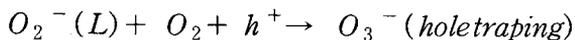
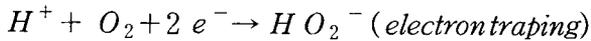
③표면 흡착된 OH radical이 수용액으로부터 표면으로 충돌하는 유기물과 반응



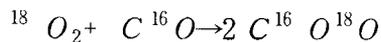
④유기물과 OH radical이 모두 수용액상으로 확산되는 반응



그러나, 기상 반응의 경우 산소의 흡착이 유기물을 광산화 시키는데 매우 중요한 단계로, 표면의 HO_2^- 와 O_3^- 의형성이 O_2 흡착의주요한경로이다.



흡착된 O_2 분자와 O^- 가 반응하여 O_3^- 가 생성됨이 밝혀졌으며 [2], 기체상태의 산소는 CO의 TiO_2 에 의한 광산화 반응에서 배타적으로 CO_2 생성물에 결합됨이 발견되었다. 즉,



따라서, 산소의 광활성은 O_3^- 종의 생성에 의해 일어나는데, 이때, O_2 의 O-O결합이 약해지게 된다.

다. 광촉매에 의한 광분해

광촉매에 의한 유기물의 광산화 반응은 1983년 Ollis와 그의 공동 연구자들에 의해 연구되기 시작하였고, 초기에는 Trichloroethylene, Dichloromethane, Chloroform 등의 Halogenated hydrocarbon을 주요 반응물로 삼았으나, 점차로 Chlorobenzene 이나 Phenol 등과 방향족 화합물 등의 난분해성 유기물에까지 확장되었다. 광촉매에 의해 분해 가능한 유기물들을 아래의 표에 정리하였다. 기상물질의 처리는 표에[서와 같이 VOC, 황화수소, NO_x , SO_x , CO_2 , CO 악취물 등의 제거에 효과적인 것으로 알려져 있고, 현재 상용화된 시스템은 TiO_2 광촉매를 이용한 시스템이 응용되고 있다. 타공정과 비교하여 저농도 (수 ppm~수백 ppm)의 공기 오염물 제거에 효과적인 것으로 알려져 있으며, 생활 주변기기에 그 청정 처리기구로의 사용이 확산되고 있는 실정이다.

Table 18. Some example of TiO_2 -sensitized photomineralization of organic substrates

Class	Example
Alkanes	Methane, isobutane, pentane, heptane, cyclohexane, paraffin
Haloalkanes	Mono-, di-, tri-, and tetrachloromethane, trichloroethane, 1,1,1-trifluoro-2,2,2-trichloroethane
Aliphatic acohols	Methanol, ethanol, isopropyl alcohol, glucose, sucrose
Aliphatic carboxylic acids	Formic, ethanoic, dimethylethanoic, propanoic, oxalic acids
Alkenes	Propene, cyclohexane
Haloalkenes	Perchloroethene, 1,2-dichlorobenzene, bromobenzene
Aromatics	Benzene, naphthalene
Haloaromatics	Chlorobenzene, 1,2-dichlorobenzene, bromobenzene
Nitrohaloaromatics	3,4-Dichloronitrobenzene, trichloronitrobenzene
Phenols	Phenol, hydroquinone, catechol, 4-methylcatechol, resorcinol, o-, m-, p-cresol
Halophenols	2-, 3-, 4-Chlorophenol, pentachlorophenol, 4-fluorophenol, 3,4-difluorophenol
Aromatic carboxylic acids	Benzoic, 4-aminobenzoic, phthalic, salicylic, m- and p-hydroxybenzoic, chlorohydroxybenzoic acids
Polymers	Polyethylene, poly(vinyl chloride) (pvc)
Surfactants	Sodium dodecylsulphate(SDS), polyethylen glycol, sodium dodecyl benzene sulphonate, trimethyl phosphate, tetrabutylammonium phosphate
Herbicides	Methyl viologen, atrazine, promctron, propertryne, bentazon
Pesticides	DDT, parathion, lindane
Dyes	Methylene blue, rhodamine B, methyl orange, fluorescein

라. 광촉매 TiO_2

산화/환원 반응에 사용되는 반도체 물질은 여러 가지가 있으나, 실제로 광촉매 반응에 사용할 수 있는 반도체 물질은 극히 소수이고 다음과 같은 요구조건을 만족시켜야 한다. 먼저, 광학적으로 활성이 있어야 하고, 광 존재 하에서 광부식 없이 안정해야 한다. 그리고, 생물학적으로나 화학적으로 비활성이어야 하며, 가시광선이나 자외선 영역의 빛을 이용할 수 있어야 한다. 그리고, 경제적인 측면에서 가격이 싸야한다. 이러한 조건을 만족시키는 것으로 TiO_2 가 가장 잘 알려져 있다. 일반적으로 광산화 반응에 대한 산화물 반도체의 활성은

$TiO_2(\text{anatase}) > TiO_2(\text{rutile}) > ZnO > ZrO_2 > SnO_2 > V_2O_3$ 의 순으로 알려져 있고, 그 각각의 경우에 있어서도 제조 방법에 따라 다소 활성의 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 광촉매 반응에 사용되는 TiO_2 는 일반적으로는 rutile 과 anatase로 서로 다른 결정 구조를 갖는다. rutile 과 anatase 는 공통적으로 Ti^{4+} 이온 주위에 6개의 O^{2-} 이온이 둘러싸고 있는 TiO_6 팔면체의 체인으로 표현되어지며, 두 결정 구조의 차이는 이 팔면체의 뒤틀림과 반복 구조의 차이로 특징 지워진다. rutile에서의 O^{2-} 이온 팔면체는 규칙적이지 않고, 미세하게 뒤틀린 사방정계로 표현되나, anatase에서는 팔면체가 매우 심하게 뒤틀려 사방정계보다 대칭성이 크게 떨어진다. 그리고, Ti-Ti의 거리는 anatase가 rutile보다 크나 (anatase: 3.97Å, 3.04Å, rutile: 3.57Å, 2.96Å), Ti-O의 거리는 anatase가 rutile보다 짧다.(anatase :1.934Å, 1.980Å, rutile: 1.949Å, 1.980Å)또한 , rutile 구조에서는 각 팔면체가 10개의 다른 팔면체와 접하고 있는 반면에, anatase 구조에서는 각 팔면체가 8개의 다른 팔면체들과 접하고 있다. 이러한 구조에서의 차이에 의해 anatase와 rutile 간의 밀도 전기적인 결합의 차이를 만든다. Anatase와 rutile에 대한 개략적인 비교를 아래 표에 표시하였다.

Table 19. Structure of rutile and anatase TiO_2

물 성	rutile	anatase
결 정 계	정방정계	정방계
격자 상수 a	4.58Å	3.78Å
격자 상수 c	2.95Å	9.49Å
비 중	4.2	3.9
굴 절 률	2.71	2.52
경 도	6.0~7.0	5.5~6.0
유 전 률	114	31
융 점	1858°C	고온에서 rutile상으로 전이
band gap	3.02eV	3.23eV
Ti-Ti 거리	3.57Å	3.79Å
	2.96Å	3.04Å
Ti-O 거리	1.949Å	1.934Å
	1.980Å	1.980Å

광반응의 효율 면에서는 anatase가 rutile보다 약간 높은 band gap을 가지며 (3.23eV와 3.02eV), quantum yield는 anatase가 rutile보다 더 좋은 경우가 많다. 이는 rutile표면에서 빠른 재결합 반응이 일어나고, 표면에 달라붙은 반응물들의 수와 표면 위의 hydroxyl group의 양이 대조적으로 anatase보다 rutile이 더 적기 때문인 것으로 추정되고 있다. 상업적으로는 Degussa P-25가 TiO_2 광촉매로서 표준으로 인식되고 있는데, P-25 TiO_2 는 $TiCl_4$ 를 1200°C에서 수소와 산소 존재하에서 열 가수분해시켜 제조되고 있다. 기본적인 spec은 비다공성으로 anatase와 rutile 이 70:30의 비를 이루며, BET표면적은 $55 \pm 15 m^2/g$ 이고, 결정의 크기는 30nm에 0.1 μm 의 지름을 가진 집합체를 이루고 있다. 좀더 구체적인 내용을 표 20에 표시하였다.

P-25 TiO_2 광촉매는 비교적 높은 광활성을 지닌 것으로 보고되고 있으며, 많은 연구자들이 반응성 향상 및 저하의 기준으로 삼고 있다.

Table 20. Physical- Chemical properties of Degussa P-25 TiO_2

Method#	Properties	Spec. range	Unit
ACM-107-2	Surface Area, Micromtritics 2300 (3)	35~65	m ² /g
***	Ave. Primary Particle Size (TEM)	20	nm
ACM-101	Moisture, ex plant (1)(3) (ASTM D280)	< 1.5	%
ACM-114	Ignition Loss (2)(3) (ASTM D280)	< 2.0	%
ACM-102-1	pH-Value, 4% slurry, (3) (ASTM D1208)	3.0~4.0	
ACM-104	Tapped Density, ex plant (3) (ISO 787/XI)	appr. 100	g/l
ACM-105-1	Sieve Residue, Mocker >45 μ (ISO 787/VIII)	< 0.05	%
ACM-118	SiO_2 (2)(1)	< 0.2	%
ACM-117	TiO_2 (1)	< 99.5	%
ACM-116	$Al_2 O_3$	< 0.3	%
ACM-115	$Fe_2 O_3$	< 0.01	%
ACM-112	HC Content (1)	< 0.3	%

(1)based on material dried for 2 hours @ 105°C

(2)based on material ignited for 2 hours @ 1000°C

(3) provided on every Certification of Analysis

(***) currently not a standard method

마. 기상 acetaldehyde의 분해

기상 acetaldehyde의 광분해 경로는 주로 그림 3-4와 같이 알려져 있다. 그러나, 이것은 조사된 UV의 99% 이상이 TiO_2 에 모두 흡수되었을 경우이고, honeycomb type의 monolith에 TiO_2 를 코팅한 광촉매의 경우에는 UV를 조사 받지 못하는 부분이 상당히 생겨 분해 경로가 더욱 복잡해진다. 이런 경우 구체적인 acetaldehyde의 분해 경로는 아래 그림과 같다. 여기에서는 acetic acid와 fomic acid가 검출되는데, 이는 광분해 효율의 저하로 인해 빠른 산화반응으로 인해 검출되지 않던 acetic acid와 fomic acid가 UV를 조사 받지 못하는 부분에서 느리게 산화하여 검출되는 것으로 알려져 있다.

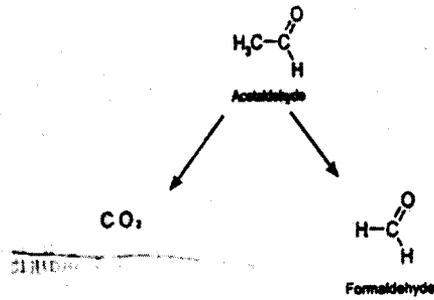


그림 3-4. Acetaldehyde degradation kinetic pathway

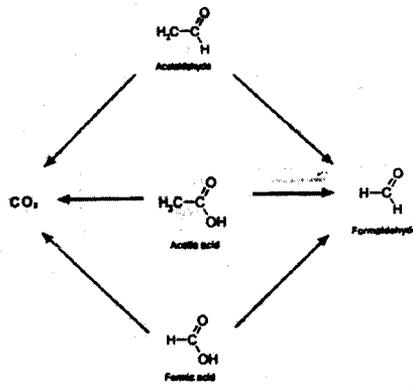
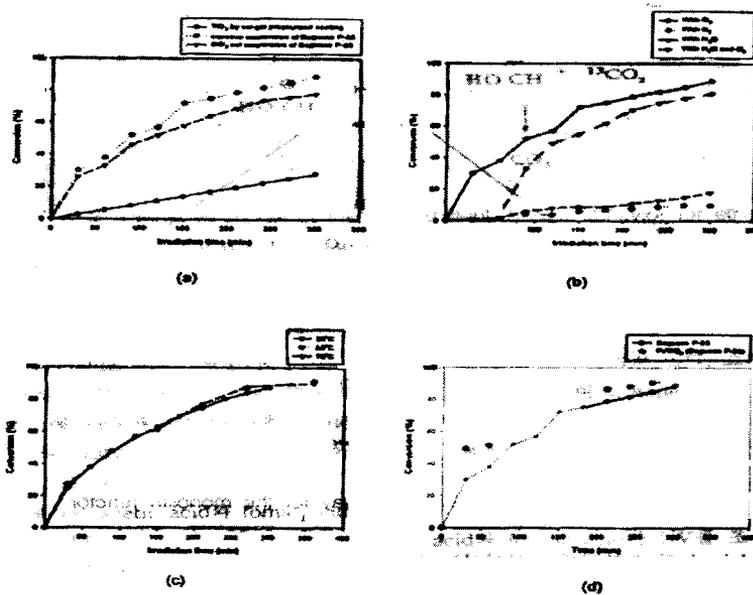


그림 3-5. Acetaldehyde kinetic pathway for the monolith reactor

Acetaldehyde의 광분해에 관하여서는 위와 같은 광분해 mechanism 뿐만 아니라, 반응 조건에 따른 광분해를 변화에 관한 연구가 연세대학교 화학공학과에서 진행된 바 있다. 결과를 그림 3-6에 나타내었다. 먼저 고정화의 경우, 같은 양의 TiO_2 를 다공성 Al_2O_3 tube 에 고정화했을 경우, TiO_2 powder를 aqueous suspension 상태로 고정화했을 때가 TiO_2 sol을 가압코팅하거나, TiO_2 powder를 Al_2O_3 sol에 의해 고정화했을 때보다 더 높게 나타났다. 그리고, O_2 의 첨가에 의해 광촉매의 산화반응이 촉진되었고, H_2O 에 의해

감소하여, 기상분해에서 첨가제의 역할이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 이는 H_2O 가 전자-정공쌍의 재결합을 촉진하고, O_2 가 재결합을 억제한다는 기상 광분해의 일반적인 결과에 의해서도 확인될 수 있다. 또한 위의 TiO_2 고정화 광촉매의 25~75°C 온도 범위에서는 acetaldehyde의 광분해에 있어서 온도가 거의 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났고 다른 반응들과 마찬가지로 Pt에 의해 반응성이 크게 향상됨을 알 수 있다.



바. 항균 효과

TiO_2 대기 중에 그 표면에 활성 산소 ($OH \cdot$ radical)의 생성으로 인해 세포의 비활성화에도 상당히 높은 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 특히 $FeSO_4$ 등의 첨가제가 투여될 경우 TiO_2 의 항균 효과는 기존의 TiO_2 에 비해 크게 증가하며, 1시간 내에 99.9%까지의 감균율을 보인다. 그리고, Ag^+ 이온 등에 의한 항균 효과는 균사체가 항균제 표면에 그대로 잔류하는 것에 비해, TiO_2 의 경우 균사체까지 동시에 분해하여 표면의 활성이 항상 그대로 유지된다는 장점을 가지고 있다. Bacteria나 virus의 광분해에 관한 연구

는 광촉매의 다른 분야에 비해 많이 연구된 것은 아니나, 실내 공기의 정화를 목적으로 항균성 세라믹 타일이나 항균성 세라믹 도료 등의 제품이 이미 상업화되고 있다. 아래 표는 TiO_2 광촉매를 이용한 항균 특성을 요약한 것이다.

Table 21. TiO_2 particle as sensitizers for the photodestruction of bacteria and viruses

Semiconductors	Biological material
Pt/ TiO_2	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (gram-positive bacterium), <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (yeast), <i>Escherichia coli</i> (gram-negative bacterium), <i>Chlorella vulgaris</i> (green algae)
TiO_2 in a flow system	<i>Escherichia coli</i>
TiO_2	<i>Streptococcus mutans</i> <i>Streptococcus rattus</i> <i>Streptococcus cricetus</i> <i>Streptococcus sobrinus</i> AHT
TiO_2	<i>Escherichia coli</i>
TiO_2	Phage MS2 (a single-stranded RNA bacteriophage)
TiO_2	Poliovirus 1 (also coliform bacteria for comparison)

사. 광촉매와 관련한 특허

(1) 대기 정화			
Patent	Inventor	Issued	Title
4997632	Rodewald; Paul G., Rocky Hill, NJ	Mar. 5, 1991	Method of removing chlorofluorocarbons from the atmosphere
5480524	Oeste; Franz Dietrich, Munzenberg, Federal Republic of Germany	Jan. 2, 1996	Method and apparatus removing undesirable chemical substances from gases, exhaust gases, vapors, and brines
5516492	Dong ; Junchang, Brookline MA ; Berman; Elliot, Quincy, MA	May 14, 1996	Apparatus and method for the photopromoted catalyzed degradation of compounds in a fluid stream
5564065	Fleck; Michael, Schaumburg, IL ; Benda ; George, Itasca, IL	Oct. 8, 1996	Carbon monoxide air filter
5689798	Oeste; Franz Dietrich, Munzenberg, Federal Republic of Germany	Nov. 18, 1997	Method and apparatus for removing undesirable chemical substances from gases, exhaust gases, vapors, and brines

(2) 수 질 개선

Patent	Inventor	Issued	Title
4892712	Robertson ; Michael K., London, Canada : Henderson ; Robert B., London, Canada	Jan. 9 1990	Fluid purification
5126111	Al-Ekabi ; Hussain, London, Canada : Henderson ; Robert B., London, Canada	June 30 1992	Fluid purification
5330661	Okuda ; Taneaki, Tokyo, Japan : Tateishi ; Kazuo, Tokyo, Japan	July 19 1994	Process and apparatus for the decomposition of organo chlorine solvent contained in water
5382337	Wlassics; Ivan, Rapallo, Italy : Alfieri; Mario, Milan, Italy : Visentin; Walter, Milan, Italy	Jan. 17 1995	Process for oxidizing organic-materials with hyderogen peroxide under conditions of irradiation in aqueous phase

Patent	Inventor	Issued	Title
5395522	Melanson; Paul C., Boulder, CO : Valdez; James A., Boulder, CO	Mar. 7 1995	Apparatus for removal of organic material from water
5501801	Zhang; Yin, Houghton, MI : Crittenden; John C., Houghton, MI : Hand; David W., Houghton, MI : Perram; David L., Allouez, MI	Mar. 26 1996	Method and apparatus for destroying organic compounds in fluid
5562822	Furness, Jr.; James C., Versailles, KY : Barnstead; John W., Oakland city, IN : Rasche; Kenneth J., Evansville, IN	Oct. 8 1996	Apparatus for removing contaminants from waste fluid
5611934	Shepperd, III; Paul W., Mooresville, NC: Vecker; Larry W., charlotte, NC : Cundiff; Robert J., Mt. Holly, NC	Mar. 18 1997	Process for dye removal

(3) 광촉매 재료 및 제조

Patent	Inventor	Issued	Title
4094751	Nozik; Arthur J. Summit, NJ	June 13 1978	Photochemical diodes
4427749	Graetzel; Michael, CH-1015 Lausanne, Switzerland : Kalyanasundaram; Kuppuswamy, Chavannes, Switzerland : Duonghong; Dung, Lausanne, Switzerland : Neumann-Spallart; Michael, Lausanne, Switzerland : Borgarello; Enrico Euchandens, Switzerland	Jan. 24 1984	Product intended to be used as a photocatalyst, method for the preparation of such product and utilization of such product
4544470	Hetrick; Robert E., Dearborn Heights, MI	Oct. 1 1985	Electrochemical photocatalytic structure

Patent	Inventor	Issued	Title
5308458	Urwin; Donald, Middlebrough, England : Sayer; Andrew T., Stockton On Tees, England : Howarth; Colin, R. Newcastle Upon Tyne, England : Wallis; Craig, Birmingham, England	May 3 1994	Destruction process
5374405	Firnberg; Dow, creskill, NJ : Fehlner; James R., salem Township, Wayne County, PA	Dec. 20, 1994	Rotating fluidized bed reactor with electromagnetic radiation source
5705348	Meade; Thomas J., Altadena, CA : Kayyem; Jon Faiz, Paszdena, CA : Fraser; Scott E., Newport Beach, CA	Jan. 6 1998	Nucleic acid mediated electron transfer

Patent	Inventor	Issued	Title
4571290	Ward; Michael D., south Euclid, OH : Brazdil, Jr.; James F. Mayfield village OH : Grasselli; robert K. Aurora, OH	Feb.18 1986	Process for the selective oxidation of olfins with photo- chemical illumination of semi- conductor powder suspensions
4997576	Heller; Adam, Austin, TX: Brock; James R., Austin, TX	Mar. 5 1991	Materials and methods for photocatalyzing oxidation of organic compounds on water
5173386	Murasawa; Sadao, Itami, Japan	Dec. 22 1992	Titanium dioxide aggregates process for producing same and electrophotographic pho- tosensitive material containing same
5194161	Heller; Adam, Austin, TX : Gerischer; Heinz, Berlin, Federal Republic of Germany	Mar. 16 1993	Material and methods for enhanced photocatalyzation of organic compounds with pal- ladium
5256616	Heller; Adam, Austin, TX : Brock; James R., Austin, TX	Oct. 26 1993	Materials and methods for photocatalyzation oxidation of organic compounds on water
5468699	Zhang; Zhenyu, Bronx, NY : Fehlner; James R., Salem Township, Wayne County PA	Nov. 21 1995	Molecular sieve-photoactive semiconductor membranes and reactions employing the membranes
5480636	Maruo; Masatsuyo, Kusatsu, Japan : Ando; Hitoshi, Kusatsu, Japan : Mukai; Chitoshi, Kusatsu, Japan	Jan. 2 1996	Titanium oxide particles and method of scavenging noxious materials
5595813	Ogawa; Takatoshi, Tokyo, Japan : Yoshioka; Yasuhiko, Tokyo, Japan : Tsubouchi; Nobuo, Tokyo, Japan : Saito; Toshio, Tokyo, Japan: Hasegawa; Tamotsu,, Tokyo, Japan : Fujishima; akira, Kawasaki, Japan : Hashimoto; Kazuhito, Osaka, Japan	Jan. 21 1997	Architectural material using metal oxide exhibiting photo- catalytic activity

Patent	Inventor	Issued	Title
5616532	Heller; Adam, Austin, TX : Pishko; Michael V., Austin TX : Heller; Ephraim, Oakland, CA	Apr. 1 1997	Photocatalyst-binder compositions
5624667	Maruo; Masatsuyo, Kusatsu, Japan : Ando; Hitoshi. Kusatsu, Japan : Watanabe; Mitsuru, Kusatsu, Japan : Mukai; Chitoshi, Kusatsu, Japan	Apr. 29 1997	Titanium oxide particles and method of producing same
5643436	Ogawa; Takatoshi, Tokyo, Japan : Yoshioka; Yasuhiko, Tokyo, Japan : Tsubouchi; Nobuo, Tokyo, Japan : Saito; Toshio, Tokyo, Japan : Hasegawa; Tamotsu, Tokyo, Japan : Fujishima; akira, Kawasaki, Japan : Hashimoto ; Jazuhito, Osaka, Japan	July 1 1997	Architectural material using metal oxide exhibiting photocatalytic activity
5668076	Yamagushi; Yasuhide, Ageo, Japan : Yamazaki; Masatoshi, Ageo, Japan : Fujishima; Akira, Kanagawa, Japan : Hashimoto; Kazuhito, Janagawa, Japan	Sep. 16 1997	Photocatalyst and method for preparing the same
5670247	Takaoka; Kazuchiyo, Tokyo, Japan : Hyodo; Kenji, Tokyo, Japan : Ebihara; Isao, Tokyo, Japan : Oku; Yasuyuki, Tokyo, Japan : Ohgami; Katsushi, Tokyo, Japan	Sep. 23 1997	Photoreactive noxious sub- stance purging agent and photoreactive noxious sub- stance purging material using the agent
5688439	Chopin; Thierry, Saint-Leu la foret, France : Hugenin; Denis, Paris, France : Mathurin; Alain, Ouistreham, France	Nov. 18 1997	Colloidal dispersions of cerium oxide core/titanium oxide sheath particulates and photocatalytic coatings pro- vided thereby
5703002	Towata; Atsuya, Nagoya, Japan : Sando; Mutsto, Nagoya, Japan	Dec. 30 1997	Photocatalyst particles con- taining ferromagnetic metal particles and method for syn- thesis thereof

(4)광촉매 시스템

Patent	Inventor	Issued	Title
3781194	Juillet; Francois, Villeurbanne, France : Teichner; Stanislas, Villeurbanne, France : Formenti; Marc, Villeurbanne, France	Dec. 25 1973	Process for the photocata- lytic oxidation of hydro- carbon into aldehydes and ketones
4427508	Lichtin; Norman N., Newton Center, MA	Jan. 24 1984	Light driven photocatalytic process
4427509	Lichtin; Norman N., Newton Center, MA	Jan. 24 1984	Light driven photocatalytic process
4427510	Lichtin; Norman N., Newton Center, MA : Vijayalumar; kalambella M., Allston, MA	Jan. 24 1984	Light driven photocatalytic process
4446236	Clyde; Robert A., Asheville, NC 28802	May 1 1984	Apparatus for photocatalytic reaction
4451342	Lichtin; Norman N., Newton Center, MA : Vijayakumar; kalambella M., Allston, MA	May 29 1984	Light driven photocatalytic process
4504371	Cirjak; Larry M., Burton, OH : sutherland; Lynne, cleveland, OH	Mar. 12 1985	Process for the photocata- lytic isomerization of olefins utilizing a mixed metal cluster
4655891	Ward; Michael D., South Euclid, OH : Brazdil, Jr. : James F., Mayfield Village, OH : Grasselli; Robert K., Aurora, OH	Apr. 7 1987	process for the photochem- ical dehydrogenation of al- cohols with semiconductor powder suspensions
4793910	Smotkin; Eugene, Austin, TX : Bard; Allen J., Austin, TX : Fox; Marye A., Austin, TX	Dec. 27 1988	Multielectrode photoelectro- chemical cell for unassisted photocatalysis and photosyn- thesis
4863608	Kawai; tomoji, Mino,oo, Japan : Satoh Hisao, Sagamihara, Japan : Ohta; Yoshiharu, Hiratsuka, Japan	Sep. 5 1989	photocatalytic Treatment of water for the preparation of ultra pure water

Patent	Inventor	Issued	Title
5045288	Raupp; Gregory B., Chandler, AZ : Dibble; Lynette A., Tempe, AZ	Sep. 3 1991	Gas-solid photocatalytic oxidation of environmental pollutants
5116582	Cooper; Gerald, Blunder. CO : Ratcliff; Matthew A., Lakewood, CO : Sczechowski; Jeffrey G., Boulder, CO	May 26 1992	photocatalytic slurry reactor having turbulence generating means
5118422	Cooper; Gerald, Blunder. CO : Ratcliff; Matthew A., Lakewood, CO	June 2 1992	photocatalytic Treatment of water
5151252	Mass; Barton, San Jose, CA	Sep. 29 1992	Chamber design and lamp configuration for an ultra-violet photochemical reactor
5174877	Cooper; Gerald, Blunder. CO : Ratcliff; Matthew A., Lakewood, CO	Dec. 29 1992	Apparatus for photocatalytic treatment of liquids
5266214	Safsrzedeh-Amiri; Ali, Ontario, Canada	Nov. 30 1993	photocatalytic method for Treatment of contaminated water
5275741	Miano; Fausto, Enna, Italy : Borgarello; Enrico, Turin, Italy	Jan, 4 1994	Reactor for photooxidations in an aqueous environment
5294315	Cooper; Gerald, Blunder. CO : Ratcliff; Matthew A., Lakewood, CO	Mar. 15 1994	Method of decontaminating a contaminated fluid by using photocatalytic particles
5439652	Sczechowski; Jeffrey G., Longmont, CO : Koval; Carl A., Golden, CO : Noble; Richard D., Boulder, CO	Aug. 8 1995	Use of controlled periodic illumination for an improved method of photocatalysis and an improved reactor design
5449443	Jacoby; William A., Evergreen, CO 80439 : Blake; Daniel M, Golden, CO 80403	Sep. 12 1995	Photocatalytic reactor with flexible supports

Patent	Inventor	Issued	Title
5449466	Peebles, III; Henry G., Middleburg, FL ; Gorman; Steven K. Jacksonville, FL : Harkey; Wiam C.. Orange Park, FL	Sep. 12 1995	Apparatus and method for photocatalytic treatment of a fluid
5462674	Butters; Brian E., St. Thomas, Canada :Powell; Anthony L., Ontario, Canada	Oct. 31 1995	Method and system for photocatalytic decontamination
5494643	Kennedy, III; James C., Albuquerque, NM	Feb. 27 1996	Method and apparatus for optimizing control of an im- mobilized film photoreactor
5518992	Linkous; Clovis A., Merritt Island FL	May 21 1996	Photocatalytic surfacing agents for inhibiting algae growth
5541096	Nomura; Eiji, Kusatsu, Japan : Suita; Tokyo, Kusatsu, Japan	July 30 1996	Photocatalyst and process for purifying water with same
5554300	Butters; Brian E., St. Thomas, Canada :Powell; Anthony L., London, Canada	Sep. 10, 1996	Purification system
5589078	Butters; Brian E., St. Thomas, Canada :Powell; Anthony L., London, Canada	Dec. 31, 1996	Advanced filtration Technique for fluid purification
5593737	Meinzer; Richard A., Glastonbury, CT : Birbara; Philip J., Windsor Locks, CT	Jan. 14, 1997	Photocatalytic semiconductor coating process
5604339	Tabatabaie-Raissi; Ali, Melbourne, FL : Muradov; Nazim X., Melbourne, FL : Fairey, III; Philip W., Merritt Island, FL	Feb. 18 1997	Method of photocatalytic destruction of harmful volatile compounds at emitting surfaces
5658530	Dunn; Joseph E., Vista, CA	Aug. 19 1997	Photocatalyst and pulsed light synergism in deactivation of contaminants
5683589	de Lasa; Hugo I., London, Canada : Valladeres; Julio London, Canada	Nov. 4 1997	Photocatalytic reactor

(5) 기 타

Patent	Inventor	Issued	Title
3878074	Reichenbacher; Paul H., Elk Grove Village, IL : Forsythe; Theresa M., Mount Prospect, IL	Apr. 15 1975	Vynylation of aromatic compounds
4011149	Nozik; Arthur Jack, Summit, NJ	Mar. 8 1977	Photoelectrolysis of water by solar radiation
4061555	Miyatyni; Kazuo, Tokyo, Japan : Sato; Isao, Kodaira, Japan	Dec. 6 1997	Water photolysis apparatus
4154872	Tsao; Jung-Hsien, Columbia, MD : Ketley; Arthyr D., Columbia, MD	May 15 1999	Process for preparing catalytic solution of sulfonium salts
4179400	Tsao; Jung-Hsien, Columbia, MD : Ketley; Arthyr D., Columbia, MD	Dec. 18 1979	Process for preparing catalytic solution of sulfonium salts
4196263	Shay; Joseph L., Marlboro, NJ	Apr. 1 1980	Semiconductor devices with enhanced properties
4227977	Grantham; Daniel H., Glastonbury, CT	Oct. 14 1980	Hydrogen gas generation utilizing a bromide electrolyte, a boron phosphide semiconductor and radiant energy
4394858	Giordano; Paul J., Hudson, OH : Smierciak; Richard C., Warrensville, OH	July 26 1983	Photochemical conversion and storage of light energy by endoergic isomerizations
4481091	Brus; Louis E. Madison, NJ : Nitzan; Abraham, Tel Aviv, Israel	Nov. 6 1984	Chemical processing using electromagnetic field enhancement
4673714	Kishimoto; Yasushi, Ayase, Japan : Masubuchi; Tetsuo, Kawasaki, Japan	June 16 1987	Olefin hydrogenation catalyst, process for hydrogenating polymers with the catalyst, and hydrogenated block copolymers produced by said process
4677137	Bany; Stephen W., St. Paul, MN : Wood; Leigh E., St. Paul MN	June 30 1987	Supported photoinitiator

Patent	Inventor	Issued	Title
4802963	Kahn; Mirza M. T.,Gujarat, India : Bhardwaj; Remesh C., Gujarat, India : Bhardwaj; Chhaya, Gujarat, India	Feb. 7 1989	Process for the photocatalytic decomposition of water into hydrogen and oxygen
4864041	Hill; Craig L., Atlanta, GA	Sep. 5 1989	Transition metal-substituted polyoxometalates as catalysts for homogenous liquid phase organic oxidation processes
4889604	Process for the photo-catalytic decomposition of water into hydrogen and oxygen	Dec. 26 1989	Process for the photocatalytic decomposition of water into hydrogen and oxygen
5137607	Anderson; Marc A., Madison, WI : Zeltner; Walter A., Oregon, WI	Aug. 11. 1992	Reactor vessel using metal oxide ceramic membranes
5149888	Costantini; Michel, Lyons, France : Garcin; Eric, Montrouge, France : Gubelmann; Michel, Lyons, France : Popa; Jean-michel, Drancy, France	Sep. 22 1992	Hydroxylation of phenols/phenol ethers
5163626	urwin; Donald, Middlebrough, England : Sayer; Andrew T., Stockton On Tees, England ; Howarth; Colin, R. Newcastle Upon Tyne, England : Wallis; Craig Birmingham, England	Nov. 17 1992	Destruction process
5178989	Heller; Adam, Austin, TX : Carls; Joseph C., Austin, TX : Argitis; Panagiotis, Austin, TX : Meaux; John J., Austin, TX	Jan. 12 1993	Pattern firming and transferring process

000026360000 문서 11 (전체 326 건)
 DOCID 0002636-BIST97B50725 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9709
 제목 Flavocytochrome b5 와 L-lactic acid monooxygenase 의 산화된, 음이온 semiquinone 형태의 공명 Raman 연구 : Flavin 기능에 대한 isoalloxazine ring 의 구조와 환경의 영향
 저자 Tegoni, M. /Gervais, M. /Desbois, A.
 서지사항 BIOCHEMISTRY (USA) 36(29) P8932- 8946
 1997;B237-; 청구번호 :B97092259
 분류 BC0201
 색인어 플라빈 모노뉴클레오티드, 플라보시토크롬 b5, L- 젖산염, X 선 결정학, 수소 결합 상호 작용, 세미퀴논

000030940000 문서 12 (전체 326 건)
 DOCID 0003094-BIST97B51183 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9709
 제목 소의 연골 세포에 있어서 히알루론산은 인터루킨 -1- 유도 수퍼옥사이드 음이온을 저해한다
 저자 Fukuda, K. /Takayama, M. /Ueno, M.
 서지사항 AGENTS ACTIONS (CHE) 46(3) P114- 117
 1997;G080-; 청구번호 :B97092796
 분류 BD0301
 색인어 연골, 관절염, 히알루론산, 수퍼옥사이드 음이온, 인터루킨 -1-, 염증

000032190000 문서 14 (전체 326 건)
 DOCID 0003219-BIST97B51308 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9709
 제목 실릴케텐과 탄소 음이온과의 반응 : 유기세름 시약을 사용해 알파 실릴케텐의 간단한 제조
 저자 Akai, S. /Kitagaki, S. /Matsuda, S.
 서지사항 CHEM PHARM BULL (JPN) 45(7) P1135-1139 1997;A014-
 ; 청구번호 :B97092735
 분류 BD0301
 색인어 실릴케텐, 알파 실릴케텐, 유기 세름 시약, 실릴 에놀 에테르, 탄소 음이온, 약물 제조

000033010000 문서 15 (전체 326 건)
 DOCID 0003301-BIST97B51390 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9709
 제목 인간 장상피 세포 (Caco-2) 에 있어서 음이온 화합물의 침막 투과성에 미치는 막 표면 전위의 영향
 저자 Isek, K. /Kaido, K. -I. /Kobayashi, M.
 서지사항 BIOL PHARM BULL (JPN) 20(7) P794-799
 1997;N510-; 청구번호 :B97093261
 분류 BD0601

색인어 Caco-2 세포, 음이온 화합물, 색자연막, 표면 전위, 막투과성

000054000000 문서 16 (전체 326 건)
 DOCID 0005400-BIST97B53489 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9709
 제목 음이온 교환기, 2-(diethylamino)ethyl- Spheroxid 를 가진 α 1-proteinase 저해제를 함유하는 다중 성분의 흡착 작용
 저자 Hearn, T. W. /Mao, Q. M. /Baharin, B. S.
 서지사항 BIOTECHNOL PROG (USA) 13(3) P265-275
 1997;A591-; 청구번호 :B97090088
 분류 BA0101
 색인어 음이온 교환기, 2-(디에틸아미노) 에틸 - 스페로덱스, 알파 1- 프로테이나아제, 흡착 작용, 저해제

000019040000 문서 19 (전체 326 건)
 DOCID 0001904-BIST97B45328 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9708
 제목 Choroid plexus epithelium 은 뇌에서 유기 음이온 전달 단백질 부위이다
 저자 Angeletti, R. H. /Wolkoff, A. M. / Novikoff, P. M.
 서지사항 PROC NATL ACAD SCI U S A (USA) 94(1) P283-286 1997;A221-
 ; 청구번호 :B97081292
 분류 BA0301
 색인어 Bilirubin, Oatp, 맥락막, 망상 조직 상피, 음이온 통로 단백질

000019820000 문서 20 (전체 326 건)
 DOCID 0001982-BIST97B45406 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9708
 제목 G_i 단백질의 알파 서브유닛에 의한 칼슘 투과성 음이온 채널 CD20 의 활성화
 저자 Kanzaiki, M. /Lindorfer, M. A. /Garrison, J. C.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 272(23) P14733-14739 1997;B181-
 ; 청구번호 :B97081603
 분류 BA0302
 색인어 G_i 단백질, 칼슘 채널, 인슐린 유사 성장 인자, CD20, 3T3 세포

000030000000 문서 21 (전체 326 건)
 DOCID 0003000-BIST97B46424 0001
 자료형태 J
 기사구분 B1
 사용언어 EN
 제작년월 9708
 제목 미토콘드리아내 초과산화물 음이온의 가상적 존재에 대하여 : 병리 생리학상 역할을 고려한 생각들
 저자 Forman, H. J. /Azzzi, A.
 서지사항 FASEB J (USA) 11(5) P374-375 1997;A186-; 청구번호 :B97081458

2. 음이온과 관련된 자료

분류 BA0301
색인어 산소 자유기, 과산화수소족, 호흡 사슬, 노화, DNA 손상, 시토크롬 C, 산화적 손상

000062620000 문서 23 (전체 326 건)

DOCID 0006262-BIST97B49686 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9708
제목 인간 다형핵 백혈구에서 수퍼옥시드 음이온 생산에 대한 N-아세틸시스테인의 저해 효과

저자 Villagrasa, V.; Cortijo, J.; Ortiz, J.L.
서지사항 J PHARM PHARMACOL (GBR) 49(5) P525-529
1997; B077-; 청구번호 : B97082114

분류 BA0502
색인어 인간 다형핵 백혈구, 수퍼옥시드 음이온, N-아세틸시스테인, 화학 주성 펩타이드, 지질 과산화, 세포내 칼슘 수준

000041200000 문서 26 (전체 326 건)

DOCID 0004120-BIST97B42730 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9707
제목 인간 적혈구 음이온 수송자의 동시 발현 단편들에 대한 상보성 연구 : 음이온 수송에서 어떤 exofacial loops 의 역할

저자 Wang, L.; Groves, J.D.; Mawby, W.J.
서지사항 J BIOL CHEM (USA) 272(16) P10631-10638 1997; B181-; 청구번호 : B97072230

분류 BC0202
색인어 cDNA, 글리코포린 A, N 말단, 도메인, 수송 활성, 음이온, 적혈구, 상호 작용

000056920000 문서 31 (전체 326 건)

DOCID 0005692-BIST97B44302 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9707
제목 인간 면역 결핍 바이러스와 다른 바이러스의 polyanion 저해제 : 6. 환수화를 핵을 기초로한 micell 유사성 항 HIV 다중 음이온성 화합물

저자 Leydet, A.; Jeantet-Segonds, C.; Bouchitte, C.
서지사항 J OP MED CHEM (USA) 40(3) P350- 356
1997; E012-; 청구번호 : B97073060

분류 BD0312
색인어 HIV, AIDS, 다중 음이온 저해제, 자외선 조사, 갈마 중합화, 부작용

000036340000 문서 41 (전체 326 건)

DOCID 0003634-BIST97B31537 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9706
제목 인돌 -3- 아세트산의 산화 기작에 관련되는 음이온성 담배

저자 페옥시다아제의 비정상적인 반응 속도론적 특성
Gazarian, I.G.; Ashby, G.A.; Thorneley, R.N.F.
서지사항 APPL BIOCHEM BIOTECHNOL (GBR) 61(1-2) P1-12 1996; D384-; 청구번호 : B97063503

분류 BD0100
색인어 인돌 -3- 아세트산, 산화 기작, 음이온성, 담배, 페옥시다아제, 반응 속도론

000045570000 문서 42 (전체 326 건)

DOCID 0004557-BIST97B32460 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9706
제목 Tandem mass spectrometry 에 의한 호밀과 소맥의 전체 밀가루의 5-alk(en) resorcinol 에서의 구조 분석

저자 Suzuki, Y.; Sakurai, A.; Uranoto, M.
서지사항 BIOSCI BIOTECH BIOCHEM (JPN) 61(3) P480-486 1997; A133-; 청구번호 : B97064752

분류 BF0101
색인어 Tandem mass spectrometry, 호밀, 소맥, 총물 활성 해리, 래디칼 음이온, 리튬

000047370000 문서 43 (전체 326 건)

DOCID 0004737-BIST97B32640 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9706
제목 EpiD 의 enethiolate 음이온 반응 생산물 : Enethiol 사슬의 pKa 값은 펩타이드의 티올 사슬보다 낮다

저자 Kupke, T.; Gotz, F.
서지사항 J BIOL CHEM (USA) 272(8) P4759- 4762
1997; B181-; 청구번호 : B97062364

분류 BC0200
색인어 에피데민, 산화성 디카르복실화 반응, 해독후 수식, 탈수소화, 생리학적 pH, 디설피드 결합, 산화 환원 전위, 글루타티온

000048520000 문서 44 (전체 326 건)

DOCID 0004852-BIST97B32755 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9706
제목 효모에서 발견되는 밀 전암 - 의존성 음이온 채널 (VDAC) 이성체 사이의 기능적 차이

저자 Elkeles, A.; Breinan, A.; Zizi, M.
서지사항 J BIOL CHEM (USA) 272(10) P6252- 6260
1997; B181-; 청구번호 : B97061460

분류 BA0302
색인어 전암 - 의존성 음이온 채널, PCR, 프로테아제 저해제, vDAC- 결핍 효모주, 효모 채널 - 변형 단백질, 인지질막, 프로나아제

000054000000 문서 45 (전체 326 건)

DOCID 0005400-BIST97B33303 0001

자료형태 J

기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9706
 제목 건조 상태와 수용성 상태에서 7 가지 주요 콜레스테롤 산화를
 생성시 과산화물 음이온의 영향
 저자 Lee, J.H.; Shoeman, D.W.; Kim, S.S.; Csallany, A.S.
 서지사항 NAGOYA UNIV INST PLASMA PHYSICS (JPN) 48(2) P151-159 1997:G168-
 ; 청구번호 :B97062879
 분류 BC0400
 색인어 과산화물 음이온, 콜레스테롤, 7- 알파 - 하이드록시콜레스테롤,
 7- 베타 - 하이드록시콜레스테롤, 7- 케토콜레스테롤, HPLC, GC

000068530000 문서 46 (전체 326 건)
 DOCID 0006853-BIST97B34756 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9706
 제목 음이온 인지질의 ATP- 민감성 칼륨 채널 (KATP) 활성화
 저자 Fan, Z.; Makieiski, J.C.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 272(9) P5388- 5395
 1997:B181-; 청구번호 :B97062888
 분류 BC0400
 색인어 ATP, 칼륨 채널, 인지질, 음이온 인지질, 횡장 베타 세포,
 KATP, 심장 자기 세포

000075350000 문서 47 (전체 326 건)
 DOCID 0007535-BIST97B35438 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9706
 제목 세포벽 음이온성 중합체들에 대한 Bacillus subtilis phoR 의
 영향
 저자 An, Z.; Merad, T.; Hancock, I.C.
 서지사항 J GEN MICROBIOL (GBR) 143(3) P947-956
 1997:B230-; 청구번호 :B97062020
 분류 BA0602
 색인어 Bacillus subtilis, 인산염 스트레스, 히스티딘 센서 키나아제,
 알칼리성 포스파타아제, 신호 변환

000080340000 문서 48 (전체 326 건)
 DOCID 0008034-BIST97B35937 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9706
 제목 순무 (Brassica napus L.) 의 뿌리에 존재하는 음이온성
 페록시다아제 이성 효소의 성질
 저자 Agostini, E.; Medina, M.I.; de Forchetti, S.R.M.; Tigier, H.
 서지사항 J AGRIC FOOD CHEM (USA) 45(3) P596-598
 1997:B035-; 청구번호 :B97064997
 분류 BF1201
 색인어 Brassica napus L., 페록시다아제 이성 효소, 순무

000038850000 문서 52 (전체 326 건)
 DOCID 0003885-BIST97B22055 0001

자료형태 J

기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9705
 제목 recA 조절자와 관련된 대장균 LexA 억제자의 음이온과
 수소이온에 우선한 상호 작용 연구
 저자 Relan, N.K.; Jenwine, E.S.; Gumbs, O.H.
 서지사항 BIOCHEMISTRY (USA) 36(5) P1077- 1084
 1997:B237-; 청구번호 :B97051943
 분류 BC0202
 색인어 recA 조절자, 대장균, LexA 억제자, 음이온, 수소이온, 상호
 작용, Escherichia coli

000050070000 문서 53 (전체 326 건)
 DOCID 0005007-BIST97B23177 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9705
 제목 활성화된 인간 단백질 세포에서 시토크롬의 포스포리파아제 A2 의
 선택적 저해 : Superoxide 음이온 생성과 저밀도 지질 단백질
 산화의 조절
 저자 Cathcart, M.K.; Li, Q.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 274(4) P2404- 2411
 1997:B181-; 청구번호 :B97052298
 분류 BC0804
 색인어 사람, 단백질 세포, 시토크롬, 포스포리파아제 A2, 저해 작용,
 Superoxide 음이온, 지질 단백질

000024060000 문서 56 (전체 326 건)
 DOCID 0002406-BIST97B12678 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9704
 제목 분리 살포된 쥐 신장에서 퀴나프릴과 퀴나프릴라트의 세노관
 수송 기전 : 유기 양이온과 음이온의 영향
 저자 Kugler, A.R.; Olson, S.C.; Smith, D.E.
 서지사항 J PHARMACOKIN BIOPHARM (USA) 24(4) P349-368 1996:F278-
 ; 청구번호 :B97042617
 분류 BD0309
 색인어 퀴나프릴, 퀴나프릴라트, 분리 살포, 쥐신장, 유기 음이온,
 유기 양이온, 수송, 대사

000033850000 문서 58 (전체 326 건)
 DOCID 0003385-BIST97B13657 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9704
 제목 담즙계 모델에서 유기 음이온, 미셀과 베지클간의 상호 작용
 저자 Verkade, H.J.; Bruijn, M.A.C.; Brink, M.A.
 서지사항 BIOCHEM J (GBR) 320(3) P917-924 1996:B082-; 청구번호 :B97040847
 분류 BA0302
 색인어 담즙산, 지질 분비, 유기 음이온, 이중막 구조 형성,
 미셀, 베지클

000047780000 문서 59 (전체 326 건)
 DOCID 0004778-BIST97B15050 0001

자료형태 J
 기사구분 D2
 사용언어 EN
 제작년월 9704
 제목 세균성 세포 표면 당류 : 구조, 조합
 저자 hancock, I. C.
 서지사항 BIOCHEM SOCI TRANS (GBR) 25(1) P183-187
 1997:C263-; 청구번호 :B97041683
 분류 BC0500
 색인어 펙티도글리칸, 유전자 복제, Bacillus
 licheniformis, 리보 다당, 다당류, Escherichia coli, 음이온성
 폴리머

000059070000 문서 63 (전체 326 건)
 DOCID 0005907-BIST97B16179 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9704
 제목 마우스 L1210 세포들에서와 인간 적혈구에서의 글루쿠로니드들
 그리고 머캅투르산의 새로운 다중 특이적 유기 - 음이온 수송체
 저자 Saxena, M.; Henderson, G. B.
 서지사항 BIOCHEM J (GBR) 320(1) P273-281 1996:B082-; 청구번호 :B97040664
 분류 BA0301
 색인어 마우스, L1210 세포, 적혈구, 글루쿠로니드, 머캅투르산,
 유기 음이온 수송체, ATP

000059200000 문서 64 (전체 326 건)
 DOCID 0005920-BIST97B16192 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9704
 제목 극히 낮은 pH 에서 활성인 음이온성 타바코 과산화 효소 :
 1.8 의 최적 pH 를 갖는 베라트릴 알코올 산화
 저자 Gazarian, I. G.; Lagrimini, L. M.; Gerog e, S. J.
 서지사항 BIOCHEM J (GBR) 320(2) P369-372 1996:B082-; 청구번호 :B97041808
 분류 BC0802
 색인어 음이온성 타바코 과산화 효소, 베라트릴 알코올 산화, 칼슘
 이온, 마그네슘 이온, 글루탐산

000016360000 문서 72 (전체 326 건)
 DOCID 0001636-BIST97B08369 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9703
 제목 서브유니트 조립과 리간드 결합에 관여하는 니코틴 아세틸콜린
 수용체의 알파 서브유니트의 음이온성 잔기
 저자 Sugiyama, N.; Boyd, A. E.; Taylor, P.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 271(43) P26575-26581 1996:B181-
 ; 청구번호 :B97031395
 분류 BC0100
 색인어 로포톡신, 서브유니트 조립, 리간드 결합, 니코틴
 아세틸콜린, 수용체, 글리코실화

000020880000 문서 73 (전체 326 건)
 DOCID 0002088-BIST97B08821 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9703
 제목 효모 Saccharomyces cerevisiae 에서 인간 적혈구 밴드 3(AE1) 은
 음이온 수송체 상동 단백질의 기능적 세포 표면 발현
 저자 Groves, J. D.; Falson, P.; LeMaire, M.
 서지사항 PROC NATL ACAD SCI U S A (USA) 93(22) P12245-12250 1996:A221-
 ; 청구번호 :B97031609
 분류 BC0100
 색인어 이형성 발현, 원형질막, 염소 이온 수송, 막단백질,
 Saccharomyces cerevisiae, 음이온 수송체

000038440000 문서 79 (전체 326 건)
 DOCID 0003844-BIST97B10577 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9703
 제목 토끼의 장관 부러쉬 - 경계막에서 pH 의존성 음이온 수송
 지해와 양이온 공동 수송에 의해 매개되는 니코틴산 수송
 저자 Takanaga, H.; Maeda, H.; Yabuuchi, H.
 서지사항 J PHARM PHARMACOL (GBR) 48(10) P1073-1077 1996:B077-
 ; 청구번호 :B97032860
 분류 BD0601
 색인어 장관 부러쉬 경계막, 수송체 매개 약물 수송, 니코틴산,
 능동 수송

000043810000 문서 80 (전체 326 건)
 DOCID 0004381-BIST97B11114 0001

자료형태 J
 기사구분 B1
 사용언어 EN
 제작년월 9703
 제목 감소된 약제 축적을 가진 인간 시스프라틴 내성 암세포주내
 인간 소관 다특이성 유기 음이온 운송체 과발현가 과발현된다
 저자 Taniguchi, K.; Wada, M.; Kohno, K.; Kuwa no, M.
 서지사항 CANCER RES (USA) 56(18) P4124- 4129
 1996:M574-; 청구번호 :B97033157
 분류 BM1200
 색인어 화학 요법, 다약제 내성, ATP 결합 단백질, 글루타티온
 결합을 펌프, cDNA 클로닝, 염색체상 위치

000069520000 문서 81 (전체 326 건)
 DOCID 0006952-BIST97C12461 0001

자료형태 J
 기사구분 B1
 사용언어 JA
 제작년월 9703
 제목 21 세기를 향한 고분자 화학·기술의 지향 (3): 음이온
 중합·배위 음이온 중합
 저자 Aida, T.
 서지사항 ベトロテック (JPN) 19(10) P811-813
 1996:N331-; 청구번호 :C97031907
 분류 CC0102
 색인어 고분자 화학, 음이온 중합, 배위 중합, 정밀 중합

000021470000 문서 84 (전체 326 건)

DOCID 0002147-BIST96804641 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9702
 제목 적혈구 음이온 교환체 AE1 상의 ankyrin 결합 결정체에 관한 지도 작성
 저자 Ding, Y./Kobayashi, S./Kopito, R.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 271(37) P22494-22498 1996:B181-
 ; 청구번호 :B97021299
 분류 BC0100
 색인어 원형질막, 엠브레인 단백질, 리간드, 적혈구, 음이온 교환체, Ankyrin, 단백질 상호 작용

 000027840000 문서 85 (전체 326 건)
 DOCID 0002784-BIST96805278 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9702
 제목 헤모글로빈 - 디알데히드 맥스트란 접합체 : 음이온기를 가진 산소 결합 성질의 증진
 저자 Bonneaux, F.;Vigneron, C./Dellacherie, E.
 서지사항 JOURNAL OF PROTEIN CHEMISTRY 15(5) P461-465 1996:D115-; 청구번호 :B97021591
 분류 BC0202
 색인어 디알데히드 맥스트란, 산소 운반자, 헤모글로빈, 황화 맥스트란, 벤젠핵사카르복실산, 접합체

 000038390000 문서 86 (전체 326 건)
 DOCID 0003839-BIST96806333 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9702
 제목 중성과 음이온성 지질의 nicotinic acetylcholine receptor 에 대한 구조적인 영향
 저자 Ryan, S.E.;Demers, C.N.;Chew, J.P.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 271(40) P24590-24597 1996:B181-
 ; 청구번호 :B97020340
 분류 BA0301
 색인어 중성 지질, 음이온성 지질, 니코틴 아세틸콜린 수용체, 적외선 분광계, 지질막, 카바밀콜린

 000069510000 문서 87 (전체 326 건)
 DOCID 0006951-BIST96C07242 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9702
 제목 식품 분석
 저자 Yasui, A.
 서지사항 分析 (JPN) (263) P898-905 1996:F035-; 청구번호 :C97010786
 분류 CA0306
 색인어 필수 무기 원소, 전처리, 칼슘, 철, 마그네슘, 유도 결합 플라즈마 형광 분석, 음이온 측정, FIA

000024680000 문서 89 (전체 326 건)

DOCID 0002468-BIST97B00699 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9701
 제목 캣에서 담즙성 글루타티온 배설에 대한 유기 음이온들의 효과
 저자 Takikawa, H.;Fujiyoshi, M.;Sano, N.
 서지사항 PHARMACOLOGICAL (CHE) 53(2) B114- 122 1996:C248-; 청구번호 :B97011809
 분류 BD0601
 색인어 브로모실포프탈레인, 디브로모실포프탈레인, 인도시아닌 그린, 프라바스타틴

 000038130000 문서 90 (전체 326 건)

DOCID 0003813-BIST97B02044 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9701
 제목 Superoxide 래디칼 음이온에 의해 산화적 탈질화되는 N ω -히드록시-L-아르기닌
 저자 Everett, S.A.;Dennis, M.F.;Patel, K.B.
 서지사항 BIOCHEM J (GBR) 317(1) P17-21 1996:B082-; 청구번호 :B97011224
 분류 BC0100
 색인어 일산화질소 합성효소, 시토크롬 P450, Superoxide, 래디칼, 탈질화, 히드록시 구아닌

 000026730000 문서 96 (전체 326 건)

DOCID 0002673-BIST96B25097 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9611
 제목 잠 점막 막에서 천연 AE2 음이온 교환체의 단백질 가수분해성 절단 부위
 저자 Zolotarev, A.S.;Chernova, M.N.;Yanno ukakos, D.
 서지사항 BIOCHEMISTRY (USA) 35(32) P10367-10376 1996:B237-
 ; 청구번호 :B96110932
 분류 BC0100
 색인어 트립신, 키모트립신, Papain, N- 글리코실화, 점막, AE2 음이온 교환체, 단백질 가수분해

 000016850000 문서 101 (전체 326 건)

DOCID 0001685-BIST96B22683 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9610
 제목 음이온 리간드에 특이적인 단백질 부위의 음성적 정전기 표면 퍼텐셜
 저자 Ledvina, P.S.;Yao, N.;Choudhary, A.
 서지사항 PROC NATL ACAD SCI U S A (USA) 93(13) P6786-6791 1996:A221-
 ; 청구번호 :B96100590
 분류 BC0100
 색인어 생물학적 특이성, DNA- 결합 단백질, 음이온, 리간드, 표면 정전기 퍼텐셜, 수소 결합

 000023010000 문서 104 (전체 326 건)

DOCID 0002301-BIST96B23299 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9610
 제목 디메틸아르세닉은 Superoxide 음이온기에 의해 유도된 DNA 손상을 나타낸다
 저자 Kawaguchi, K.; Oku, N.; Rin, K.
 서지사항 BIOL. PHARM. BULL. (JPN) 19(4) P551-553
 1996:N510-; 청구번호 :B96101010
 분류 BD0701
 색인어 디메틸아르세닉산, Superoxide 음이온기, DNA 나산, 배양 세포, 파라라트

000019790000 문서 108 (전체 326 건)

DOCID 0001979-BIST96B20900 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9609
 제목 광범위한 유기 음이온에 대한 내성에 관여하는 Saccharomyces cerevisiae 의 다중 약물 저항성 - 관련 단백질 (MRP) 계통 (Yrs1/Yor1)
 저자 Cui, Z.; Hirata, D.; Tsuchiya, E.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 271(25) P14712-14716 1996:B181-; 청구번호 :B96090956
 분류 BC0100
 색인어 Reveromycin A, 카드뮴, P 당단백질, 음이온 약물, ABC 수송체 단백질, Saccharomyces cerevisiae, 다중 약물 저항성

000025760000 문서 114 (전체 326 건)

DOCID 0002576-BIST96B16944 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9607
 제목 Fas 유도성 세포 사멸의 천연 저해 물질인 과산화물 음이온
 저자 Clement, M.; Stamenkovic, I.
 서지사항 EMBO J (GBR) 15(2) P216-225 1996:N922-; 청구번호 :B96070265
 분류 BA0301
 색인어 아포토시스, 과산화물, 암세포

000019650000 문서 120 (전체 326 건)

DOCID 0001965-BIST96B13738 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9606
 제목 담배 음이온성 퍼옥시다아제의 정제와 특이한 반응 속도론적 성질 분석
 저자 Gazaryan, I. G.; Lagrimini, L. M.
 서지사항 PHYTOCHEMISTRY (OXFORD) (USA) 41(4) P1029-1034 1996:B207-; 청구번호 :B96060331
 분류 BA0402
 색인어 Nicotiana sylvestris, Solanaceae, 퍼옥시다아제, 기질 특이성, 열안정성, 담배

000025870000 문서 121 (전체 326 건)

DOCID 0002587-BIST96B14360 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9606
 제목 가재 간 췌장의 음이온 트립신 : 꼬리 육질의 단백질 감성이 미치는 영향
 저자 Kim, H. R.; Meyers, S. P.; Godber, J. S.
 서지사항 J FOOD SCI. (USA) 61(1) P78-80 1996:C074-; 청구번호 :B96061950
 분류 BF1401
 색인어 가재, 간췌장, 트립신, 꼬리 고기, 단백질 감성

000050890000 문서 127 (전체 326 건)

DOCID 0005089-BIST96C04098 0001
 자료형태 J
 기사구분 A2
 사용언어 JA
 제작년월 9605
 제목 양성자 펌프가 한개의 아미노산 치환으로 음이온 펌프로 변신
 서지사항 現代化學 (JPN) (Z97) P10-11
 1995:A413-; 청구번호 :C96050064
 분류 CA0200
 색인어 양이온 펌프, 음이온 펌프, 이온 수송, 가시광선, 이성질화

000017300000 문서 128 (전체 326 건)

DOCID 0001730-BIST96B08675 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9604
 제목 수유중인 젖소의 우유 생산과 산 - 염기 성상과 무기질 대사와 신장 기능 그리고 식이성 양 - 음이온의 차이
 저자 Delaquis, A. M.; Block, E.
 서지사항 J DAIRY SCI (USA) 78(10) P2259-2284
 1995:B187-; 청구번호 :B96041905
 분류 BF1300
 색인어 양 - 음이온 차이, 무기질, 수유, 젖소, 신염기 균형

000026310000 문서 132 (전체 326 건)

DOCID 0002631-BIST96B09576 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9604
 제목 포유류 음이온 교환체 AE1 과 AE2 의 이온 선택성과 pH 의존성에 관여하는 보존적인 글루타민산염 잔기
 저자 Sekler, I.; Lo, R. S.; Kopito, R. R.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 270(48) P28751-28758 1995:B181-; 청구번호 :B96041016
 분류 BC0100
 색인어 수송체, 음이온 교환체, 이온 선택성, 적혈구, 수송

000028410000 문서 134 (전체 326 건)

DOCID 0002841-BIST96B09786 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9604

제목 양 폐 유래의 *Pasteurella haemolytica* 에 대한 살균 활성을 지니는 계면활성제성 음이온 펩타이드의 분리
 저자 Brogden, K.; Elliott, S.
 서지사항 PROC NATL ACAD SCI U S A (USA) 93(1) P412-417 1996:A221-; 청구번호 : B96041527
 분류 B00400
 색인어 펩타이드, 항생물질, *Pasteurella haemolytica*, 폐, 세균 감염, 디펜신

 000019870000 문서 140 (전체 326 건)
 DOCID 0001987-BIST96B04251 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9602
 제목 사람의 백혈구에 합성된 엘라스틴 펩타이드가 미치는 영향
 저자 Hauck, M. / Seres, I. / Kiss, I.
 서지사항 BIOCHEM INT (AUS) 37(1) P45-55 1995:N749-; 청구번호 : B96020811
 분류 BC0100
 색인어 백혈구, 엘라스틴 펩타이드, 슈퍼옥사이드, 음이온, 유리 칼슘

 000020540000 문서 142 (전체 326 건)
 DOCID 0002054-BIST96B04318 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9602
 제목 소의 폐에서 얻은 비정상적인 음이온적 N- 결합 올리고당
 저자 N-Sumnicht, K.E. / Roux, L. / Toomre, D.K.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 270(46) P27634-27645 1995:B181-; 청구번호 : B96021016
 분류 BC0500
 색인어 음이온적, N- 결합, 올리고당, PNGaseF, CPAE

 000022920000 문서 150 (전체 326 건)
 DOCID 0002292-BIST94B46880 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9511
 제목 토끼 이하선 Na⁺-K⁺-2Cl⁻ 공동 수송자에 의한 이온 수송자와 bumetanide 결합의 음이온 의존성 : 세포내 음이온 수식자 부위의 증거.
 저자 Moore, M.L.; George, J.N.; Turner, R.J.
 서지사항 BIOCHEM J (GBR) 309(2) P637-642 1995:B082-; 청구번호 : B95110533
 분류 BA0302
 색인어 이온 수송, Ion transporter, Bumetanide, Cotransporter, 음이온 수식자, 토끼, 이하선

 000025140000 문서 151 (전체 326 건)
 DOCID 0002514-BIST94B47102 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9511
 제목 *Dictyostelium* 의 소포 산성화에 영향을 주는 음이온
 저자 Giglione, C.; Gross, J. D.

서지사항 BIOCHEM INT (AUS) 36(5) P1057- 1065 1995:N749-; 청구번호 : B95111368
 분류 BC0100
 색인어 *Dictyostelium*, 소포, 산성화, 음이온, ATP

 000031090000 문서 152 (전체 326 건)
 DOCID 0003109-BIST94B47697 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9511
 제목 분리된 토끼 신장 S3 근위노세관에서 basolateral 유기 음이온 수송체에 의한 α-KG의 상호작용
 저자 Shpun, S.; Evans, K.K.; Dantzier, W.H.
 서지사항 AM J PHYSIOL (USA) 268(6) PF1109-F1116 1995:B010-; 청구번호 : B95110493
 분류 BA0302
 색인어 α-ketoglutarate, glutaric acid, probececid, inhibition, stimulatoin, 근위노세관, 저해, 자극, 신장

 000044690000 문서 153 (전체 326 건)
 DOCID 0004469-BIST94B49057 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9511
 제목 인간 전암 의존성 음이온 채널 isoform의 세포내 위치
 저자 Yu, W.H.; Wolfson, W.; Forte, M.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 270(23) P13998-14006 1995:B181-; 청구번호 : B95110512
 분류 BA0302
 색인어 인간, 전암 의존성, 음이온 채널, anion channel, isoform, 세포내 위치

 000028540000 문서 158 (전체 326 건)
 DOCID 0002854-BIST95B51103 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9512
 제목 Yamaguchi, T.; Kimoto, E.
 저자 수합하에서 인간 적혈구의 응혈현상의 음이온 전달 저해물질의 영향
 서지사항 J BIOCHEM (JPN) 118(4) P760-764 1995:C023-; 청구번호 : B95120221
 분류 BA0300
 색인어 인간 적혈구, 응혈현상, 음이온 전달 저해물질

 000035240000 문서 161 (전체 326 건)
 DOCID 0003524-BIST95B51773 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9512
 제목 별개로 존재하지만 적혈구 음이온 교환체에 대해 협동적 결합 부위를 지닌, 적혈구 ankyrin의 ANK 반복부위
 저자 Michaely, P.; Bennett, V.
 서지사항 J BIOL CHEM (USA) 270(37) P22050-22057 1995:B181-; 청구번호 : B95120844

분류 BA0502
 색인어 적혈구, 음이온, 교환체, Anklyrin, 막
 000047630000 문서 162 (전체 326 건)
 DOCID 0004763-B1ST95853012 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9512
 제목 적혈구 밴드 3 내부의 음이온 결합 상동단위 부분의 움직임에 대한 이방성 (異方性) 감소 측정
 저자 Bicknese, S.; Rossi, M.; Thevenin, B.
 서지사항 BIOCHEMISTRY (USA) 34(33) P10645-10651 1995:B237-; 청구번호 :B95121812
 분류 BC0101
 색인어 적혈구, 밴드 3, 음이온, 이방성
 000021760000 문서 169 (전체 326 건)
 DOCID 0002176-B1ST94B44853 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9510
 제목 쥐의 피부 섬유아세포에서 과산화 음이온 라디칼로 유도한 세포손상의 하마멜리탄닌에 의한 보호작용
 저자 Masaki, H.; Atsumi, T.; Sakurai, H.
 서지사항 BIOL. PHARM BULL. (JPN) 18(1) P59-63 1995: N510-;
 분류 BD0310
 색인어 Hamamelitannin, 세포독성, 하마멜리스, 피부 노화, 활성산소, 자외선 조사
 000029330000 문서 175 (전체 326 건)
 DOCID 0002933-B1ST94B42882 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9509
 제목 적혈구 음이온 교환체인 인간 band3 에서 내부 topogenic signal sequence 의 동점
 저자 Tam, L.Y.; Loo, T.W.; Clarke, P.W.
 서지사항 J BIOL. CHEM. (USA) 269(51) P32542- 32550 1994: B181-;
 분류 BA0502
 색인어 적혈구, 음이온, exchanger, 인간, band3, 신호, 서열, 동점
 000014430000 문서 178 (전체 326 건)
 DOCID 0001443-B1ST94B39094 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9508
 제목 인간 적혈구세포 음이온 교환기 (밴드 3, AE1) 의 상호발현된 보족적 단편이 스틸벤 디술포네이트 - 감소성 음이온 전달을 발생시킴
 저자 Groves, J.D.; Tanner, M.J.A.
 서지사항 J BIOL. CHEM. (USA) 270(16) P9097- 9105 1995: B181-;
 분류 BC0202
 색인어 cDNA 클론, 인간 적혈구세포 음이온 전달기, 내부 막단백질, cRNA, 글리코포린 A(GPA), 막통과 스펀

000085820000 문서 180 (전체 326 건)
 DOCID 0008581-B1ST94B28067 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9501
 제목 젤라틴과 음이온 화합물의 상호작용 I : 결합연구
 저자 Gautam J.; Schott H.
 서지사항 J PHARM SCI (USA) 83(7) P922-930 1994: B049-;
 분류 BD0600
 색인어 젤라틴과 음이온성 약물, 염료결합, 소수성 효과
 000092080000 문서 181 (전체 326 건)
 DOCID 0009208-B1ST94B28696 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9501
 제목 캣트의 간조직 표면으로 적용시킨후 모델 약물로서의 유기 음이온의 흡수
 저자 Nishida, K.; Sato, N.; Sasaki, H.
 서지사항 A AAC (B) 46(11) P867-870 1994: B077-;
 분류 BD0601
 색인어 테놀레드, 브롬페닐톨루, 브로모실폰프탈레인, 긴장해, 약물 분포, 약물 흡수, 담즙배설
 000092670000 문서 182 (전체 326 건)
 DOCID 0009267-B1ST94B28755 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9501
 제목 사람 연골의 인터루킨 1 에 의해 유도된 분해를 억제시키는 과산화변위효소
 저자 Fukuda, K.; Dan, H.; Saitoh, M.
 서지사항 A AC (C) 42(1-2) P71-73 1994: G080-;
 분류 BD0301
 색인어 과산화 음이온, 관절염, Superoxide Dismutase, 프로테오글리칸, 류마치스성 관절염, 반응성 산소기
 000092830000 문서 183 (전체 326 건)
 DOCID 0009283-B1ST94B28771 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9501
 제목 젤라틴의 결에 미치는 암모늄염의 환경
 저자 MORITAK, H.; NISH, K.
 서지사항 日食品工學誌 () 41(10) P662-669 1994: C165-;
 분류 BF0101
 색인어 젤라틴, 암모늄염, 정전기적 분자간 반발력, 양이온, 할로겐 음이온, 결
 000017950000 문서 185 (전체 326 건)
 DOCID 0001795-B1ST95B31133 0001
 자료형태 J
 기사구분 A1

사용언어 EN
 제작년월 9503
 제목 랫트에서 유기 음이온류의 담습 배설에 대한 다중 시스템 :
 시범 화합물로서 리퀴리티게닌 포함체
 저자 Shimamura, H.; Suzuki, H.; Hanano, M.
 서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 271(1) P370-378 1994; B231-;
 분류 BDO300
 색인어 Liquiritigenin, 글리시리진, 디브로모술포프탈레인, 인도시아닌
 그린, 고빌리루빈혈증 랫트, 감초 추출물, 글루쿠론산, 황산

000018940000 문서 190 (전체 326 건)
 DOCID 0001894-B1ST95B32690 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9504
 제목 기능성이 있는 식품 '본나리네'의 마우스 면역기능에 미치는
 영향
 저자 杉浦春雄, 前野浩子, 植屋悦男
 서지사항 日衛生雜誌 (JPN) 49(5) P914-923 1994; F152-;
 분류 BD0300
 색인어 Bon-Narine, 면역 기능, 과산화 음이온, 글루코스, 식작용,
 탄소 침소율, 세망내피계, 비세포 증식, 영양기능, 생체
 방어기능, 병원 미생물, Kupffer 세포

000012160000 문서 197 (전체 326 건)
 DOCID 0001216-B1ST94B34950 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9506
 제목 오렌지주스와 오렌지 과즙에 존재하는 미량 음이온의 모세관지역
 전기영동에 의한 분석
 저자 Swallow, K.W.; Low, N.H.
 서지사항 J AGRIC FOOD CHEM (USA) 42(12) P2808-2811 1994; B035-;
 분류 BF0102
 색인어 모세관 전기영동, 음이온, 오렌지주스, 과즙

000042870000 문서 199 (전체 326 건)
 DOCID 0004287-B1ST94C56387 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9506
 제목 인체 적혈구 세포와 쥐의 간 세포에서의 크롬산염 분석
 저자 Alexander, J.; Aaseth, J
 서지사항 THE ANALYST (GBR) 120(3) P931-934 1995; F025-;
 분류 CA0302
 색인어 크롬산염, 적혈구 세포, 헤파토사이트, 음이온 운반체

000071540000 문서 206 (전체 326 건)
 DOCID 0007154-B1ST94B11968 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9402
 제목 랫트 호중구에 있어서 수퍼옥사이드 음이온 () 방출의 조절
 저자 Hayer, A.M.S.; Spitzer, J.A.

서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 267(1) P400-409 1993; B231-;
 분류 BDO300
 색인어 마노알리드, 아라키돈산, 스타우로스포린, 간, 호중구,
 랫트, 수퍼옥사이드, 내독소혈증

000094660000 문서 208 (전체 326 건)
 DOCID 0008466-B1ST94C17385 0001

자료형태 J
 기사구분 A2
 사용언어 JA
 제작년월 9402
 제목 음이온 연구의 과거와 전망
 저자 Sugiura, T.
 서지사항 質量分析 (JPN) 41(4) P181-184 1993; E114-;
 분류 CA0302
 색인어 음이온, 열전자, 전자 친화도, 전자 전달, 들뜸 상태

000266210000 문서 211 (전체 326 건)
 DOCID 0026621-B1ST94B16083 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9405
 제목 과산화 음이온 생성에 대한 coumarin 유도체의 효과
 저자 Paya, M.; Ferrandiz, M.L.; Miralles, F.
 서지사항 ARZNEIM-FORSCH (DEU) 43(6) P655-658 1994; N002-;
 분류 BD0305
 색인어 쿠마린, Fraxetin, 혈관 방어제, 수퍼옥사이드 생성, 다형핵
 백혈구

000366370000 문서 217 (전체 326 건)
 DOCID 0036637-B1ST94E12411 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9406
 제목 진공중 대전류 아크의 음이온 생성을 동반하는 양극 현상의
 연구
 저자 Koyama, K.; Toya, H.
 서지사항 電氣學論誌 A (JPN) 114A(2) P129-134 1994; C400-;
 분류 EC0202/ EC0204
 색인어 진공, 아크 방전, 양극점, 이온, 자계

000534930000 문서 227 (전체 326 건)
 DOCID 0053493-B1ST94B20693 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9409
 제목 랫트 복막 비만세포로부터의 과산화물 음이온 유도 히스타민
 방출
 저자 Akagi, M.; Katakuse, Y.; Fukuishi, N.
 서지사항 BIOL. PHARM BULL. (JPN) 17(5) P732-734 1994; N510-;
 분류 BD0304
 색인어 과산화물 음이온, 히스타민 방출, 랫트 비만세포

000545930000 문서 228 (전체 326 건)
 DOCID 0054593-B1ST94B21993 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9409
 제목 젖소의 체액반응과 몸무게와 먹이섭취에 대한 칼슘과 양. 음이온 균형 효과
 저자 Jackson, J. A.; Hemken, R. W.
 서지사항 J DAIRY SCI (USA) 77(5) P1430-1436 1994; B187-;
 분류 BF1300
 색인어 칼슘, 양, 음이온 균형, 젖소

000545940000 문서 229 (전체 326 건)
 DOCID 0054594-BIST94B21994 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9409
 제목 영양적으로 관계있는 생산질병, 생산성 그리고 젖소의 대사반응에 대한 양. 음이온 차이의 조절
 저자 Block, E.
 서지사항 J DAIRY SCI (USA) 77(5) P1437-1450 1994; B187-;
 분류 BF1300
 색인어 양, 음이온 차이, 혈액 산 - 염기 균형, 칼슘

000680770000 문서 238 (전체 326 건)
 DOCID 0068077-BIST94B23740 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9411
 제목 중추 신경계에서 발프로산의 효율적 유출에 대한 뇌 모세혈관 내피 및 맥락층에서 프로베네시드 민감성 음이온 수송과정
 저자 Adkison, K. D. K.; Artru, A. A.; Powers, K. M.
 서지사항 J PHARMACOL. EXP. THER. (USA) 286(2) P797-805 1994; B231-;
 분류 BD0311
 색인어 발프로산 (VPA), 중추신경계 (CNS), 프로베네시드 (PBD), 맥락막 삼피, 뇌 모세혈관 내피, 수송과정

000686170000 문서 240 (전체 326 건)
 DOCID 0068617-BIST94B24280 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9411
 제목 젤라틴과 음이온 화합물의 상호 작용 II : 젤라틴의 몇가지 물리화학적 성질에 대한 효과
 저자 Gautam, J.; Schott, H.
 서지사항 J PHARM SCI (USA) 83(3) P316-321 1994; B049-;
 분류 BD0200
 색인어 젤라틴, 모노실폰화, 아조 염료, 음이온성 약물, 물리화학적 성질, 카르복실화

000752780000 문서 242 (전체 326 건)
 DOCID 0075278-BIST94B24728 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9412

제목 젤라틴과 음이온성 화합물의 상호작용 : I. 결합연구
 저자 Gautam, J.; Schott, H.
 서지사항 J PHARM SCI (USA) 83(7) P811,830 1994; B049-;
 분류 BD0600
 색인어 젤라틴, 음이온성 약물, 카르복실화 염료, 결합연구, 수송성 원충액, 탄화수소 부분, 크기

000769320000 문서 245 (전체 326 건)
 DOCID 0076932-BIST94B26383 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9412
 제목 세포내 음이온의 역할 : Acetabularia acetabulum 에서 α - 수송 ATPase 및 황산이온 수송계의 해석
 저자 Ikeda, M.; Moritani, C.
 서지사항 藥學雜誌 (JPN) 114(8) P539-549 1994; A152-;
 분류 BD0313
 색인어 음이온 수송계, α - 수송 ATPase, F 형 ATPase, Sulfate permease, 분자클로닝, Acetabularia acetabulum

000087820000 문서 250 (전체 326 건)
 DOCID 0008782-BIST93B20358 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9302
 제목 사람의 다혈핵 백혈구에서 디피리다몰에 의한 활성산소 생성저해
 저자 Suzuki, S.; Swgai, K.; Sakatume, M.
 서지사항 EUR J PHARMACOL. (NLD) 277(4) P395- 401 1992; C255;
 분류 BD0305
 색인어 디피리다몰, scavenging effect, 전자스핀 공명, 수산화디칼, 슈퍼옥사이드 음이온

000306160000 문서 259 (전체 326 건)
 DOCID 0030616-BIST93B25364 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 JA
 제작년월 9305
 제목 Hemoglobin 의 기능을 조절하는 음이온
 저자 Ueno, H.
 서지사항 化學と生物 (JPN) 31(2) P91-98 1993; L109;
 분류 BC0100
 색인어 헤모글로빈, Anion, 유전자조작, 대사, 기능조절, 혈액

000458210000 문서 262 (전체 326 건)
 DOCID 0045820-BIST93B02561 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9307
 제목 소의 혈청알부민에 의한 티록신 결합에 대한 무기 음이온의 영향
 저자 Okabe, N.; Hokaze, M.
 서지사항 CHEM PHARM BULL (JPN) 41(3) P430- 432 1993; A014-;
 분류 BD0601

색인어 티클신, 혈청알부민, 무기 음이온, 티로이드 호르몬, 호르몬 결합

00052680000 문서 266 (전체 326 건)
DOCID 0052679-BIST93B03756 0001

자료형태 J
기사구분 B1
사용언어 EN
제작년월 9308
제목 tert- 부틸퀴논과 tert- 부틸히드로퀴논에서 세미퀴논 음이온라디칼의 생성

저자 Bergmann, B.; Dohrmann, J.K.; Kahl, R.
서지사항 TOXICOLOGY (NLD) 74(2,3) P127-133 1992; J285-;

분류 BDO701
색인어 부틸화 히드록시아니솔, tert- 부틸히드로퀴논, tert- 부틸퀴논, 전자스핀공명, 레독스 사이클링, 슈퍼옥사이드 음이온라디칼, 간세포 손상

000527170000 문서 267 (전체 326 건)
DOCID 0052716-BIST93B03793 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9308
제목 피셔 -344 래트에서 슈퍼옥사이드 음이온 제거제와 쿠파세포 저해제에 의한 1,2- 디클로로벤젠 간독성의 조절

저자 Gunawardhana, L.; Mobley, S.A.; Sipes, I.G.
서지사항 TOXICOL APPL PHARMACOL (GBR) 119(2) P205-213 1993; F126-;

분류 BDO701
색인어 디클로로벤젠, 간독성, 슈퍼옥사이드 음이온, 쿠파세포, PBG-80D, 활성산소

000528960000 문서 268 (전체 326 건)
DOCID 0052895-BIST93B03972 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9308
제목 구강 인두 세균총에 대한 테트라클로로데카옥시전 - 음이온 복합체의 항생균 효과

저자 Stoll, D.; Huber, H.; Pelz, K.
서지사항 CHEMOTHERAPY (CHE) 39(1) P40-47 1993; F124-;

분류 BDO312
색인어 구강 인두, 항균 효과, 세균총, 테트라클로로데카옥시전 음이온 복합체, 감수성

000529650000 문서 269 (전체 326 건)
DOCID 0052964-BIST93B04041 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 JA
제작년월 9308
제목 Benzylpenicillin 의 사람 신장 glutathione S-transferase 과의 결합에 미치는 유기 음이온의 영향

서지사항 CHEMOTHERAPY (JPN) 41(5) P547-554 1993; A373-;

분류 BDO601
색인어 벤질페니실린, 글루타티온 환 전이효소, 유기 음이온, 담체 단백질, 베타 락탐계 항생제, 프로베네시드

00059950000 문서 270 (전체 326 건)
DOCID 0059949-BIST93B05106 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 KO
제작년월 9309
제목 유기 음이온계 약물의 간수송 과정에 있어서 대항 수송 현상에 관한 속도론적 연구

저자 정연복, 한건, 노정렬
서지사항 약제학회지 (KOR) 22(4) P289-300 1993; K412-;

분류 BDO601
주목 1-anilino-8-naphthalene sulfonate 들 모델 약물로 하여 간내 이행에 있어서의 대항수송 현상에 관해 속도론적으로 해석하기 위해 담체 매개 수송을 가정한 속도론 모델에 의한 이론적 해석, 생체내 혈장중 농도 주위의 초기 소실 곡선의 해석 및 유리 간세포를 사용한 세포내 이행에 관한 실험에 의해 유기 음이온계 약물의 간내 이행 과정에 있어 담체에 의한 대항수송현상이 일어나는 기전을 연구하였다.

색인어 유기 음이온계, 간수송, 대항수송 현상, 1-anilino-8-naphthalene sulfate, 담체 매개 수송

000807050000 문서 281 (전체 326 건)
DOCID 0080704-BIST93B08873 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9312
제목 소듐 니트로프루시드는 래트 대장에서 음이온 분비를 촉진하고 염화나트륨 흡수를 저해한다.

저자 Wilson, K.T.; Xie, Y.; Musch, M.W.
서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 266(1) P244-230 1993; B231-;

분류 BDO307
색인어 소듐 니트로프루시드, 염화나트륨, 음이온 분비, 흡수, 대장

000815710000 문서 282 (전체 326 건)
DOCID 0081570-BIST93B09744 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9312
제목 에자이 고빌리루빈혈증 변이 래트에서 유기 음이온의 간담즙 수송 분석

저자 Sathirakul, K.; Suzuki, H.; Yasuda, K.
서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 265(3) P1301-1312 1993; B231-;

분류 BDO601
색인어 비대사성 유기 음이온, 세포질, 디브로모살포프탈레인, 인도시아닌 그린, 빌리루빈과잉혈증 래트, 담즙 배설, 약물 동태

000815960000 문서 283 (전체 326 건)
DOCID 0081595-BIST93B09769 0001

자료형태 J
기사구분 A1
사용언어 EN
제작년월 9312
제목 인체 유암 세포에서 P - 푸린 작동성 수용체: 음이온 분비에

세포내 칼슘 시그날의 커플링
 저자 Flezar, M.; Heisler, S.
 서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 265(3) P1499-1510 1993; B231-;
 분류 BD0300
 색인어 퓨린 뉴클레오티드, ATP, P 수용체, MCF-7 유압 세포, 이오노마이신

000175310000 문서 292 (전체 326 건)
 DOCID 0017527-B1ST92B03190 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9203
 제목 여러가지 음이온의 소동염 포타슘염을 먹인 쥐에 있어서 칼슘 마그네슘 인산의 이용
 저자 Greger, J.L.; Kaup, S.M.
 서지사항 J NUTR (USA) 121(9) P1382-1388 1991; B205;
 분류 BF1604
 색인어 칼슘, 글로라이드, 실페이트, 소동, 랫트

000175470000 문서 293 (전체 326 건)
 DOCID 0017543-B1ST92B03206 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9203
 제목 음이온교환 전분의 제조와 특성
 저자 Khalil, M.I.; Naly, A.
 서지사항 STARKE (DEU) 43(9) P349-355 1991; N657;
 분류 BF0603
 색인어 전분, 음이온전분, 제조, 특성, 아미네이션

000251160000 문서 295 (전체 326 건)
 DOCID 0025103-B1ST92B04823 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 KO
 제작년월 9204
 제목 버섯의 adenosinetriphosphatase(ATPase) 에 관한 연구 (II); 표고버섯 중 정체 P -ATPase 의 금속이온 및 음이온 효과
 저자 민태진, 박혜련
 서지사항 한국균학회지 (KOR) 19(3) P220-225 1991; K565;
 분류 BA0402
 제목 광감응성 mitochondrial ATPase 와 순수히 분리 정체된 ATPase 의 요소적 특성을 비교 검토하기 위해 표고버섯의 ATPase 를 분리 정체하고 금속이온과 음이온들의 효과를 실험하였다
 색인어 Lentinus edodes, ATPase, 음이온

000429000000 문서 304 (전체 326 건)
 DOCID 0042883-B1ST92B09353 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9206
 제목 슈퍼옥사이드 음이온 발생과 관련된 쥐의 카테콜라민 매개 양성 수축 촉진 효과
 저자 Floreani, M.; Carpenedo, F.

서지사항 J PHARMACOL EXP THER (USA) 260(2) P468-473 1992; B231;
 분류 BD0302
 색인어 슈퍼옥사이드 음이온 발생, 지질 과산화반응, 기니피리프, 래트, 프로테인, 쥐는, 카테콜라민 방출, 심근 막, 양성 수축 촉진 효과

000657870000 문서 315 (전체 326 건)
 DOCID 0065748-B1ST92B13832 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9209
 제목 사람 대장 상피의 염소 채널과 음이온 흐름
 저자 Henderson, R.M.; Ashford, M.L.J.; Vanish, L.J.M.
 서지사항 BR J PHARMACOL (GBR) 106(1) P109-114 1992; C194;
 분류 BD0307
 색인어 이온 채널, 염소, 피레타니드, cAMP, lysislbradykinin, 포스포릴린

000660640000 문서 316 (전체 326 건)
 DOCID 0066025-B1ST92B14109 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 EN
 제작년월 9209
 제목 경사 이온크로마토그래피를 이용한 맥주 제조공정에서 무기 유기산 음이온의 분석법
 저자 Boyles, S.
 서지사항 J AM SOC BREW CHEM (USA) 50(2) P61-63 1992; N871;
 분류 BF1501
 색인어 맥주, 경사 이온크로마토그래피, 무기 음이온, 유기산

000913990000 문서 322 (전체 326 건)
 DOCID 0091335-B1ST92B17987 0001

자료형태 J
 기사구분 A1
 사용언어 KO
 제작년월 9212
 제목 유기 음이온계 약물의 간내 이행과정에 있어서 cytoskeleton 의 역할에 관한 속도론적 연구
 저자 정연복, 한건, 육종연
 서지사항 약재학회지 (KOR) 22(1) P11-21 1992; K412;
 분류 BD0601
 제목 본 연구에서는 cytoskeleton 저해제를 사용하여 약물의 세포내 수송 및 담즙배설에 관한 cytoskeleton 의 역할을 검토하였다. 특히 담즙배설 양상이 서로 다르다고 알려진 수종의 유기음이온계 약물을 모델약물로 사용하여 cytoskeleton 저해제로 전처리한 래트어 정맥투여한 후 얻어진 혈중농도 추이와 담즙배설 추이를 속도론적으로 해석함으로써 저해가 일어나는 과정을 규명하였다.
 색인어 유기 음이온, 담즙 배설, indocyanine green, clochicine, sulfobromophthalein, bromophenol blue, 간세포, 속도론

END OF REQUEST

제 7 장 참고문헌

1. 농산물의 전처리 시스템개발. 한식연 E1182-0317 (1992)
2. 예냉시스템 및 관련기술의 개발. 한식연 E1291-0530 (1994)
3. 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕のための基本設計. 日本冷凍協會 P 6-20 (1987)
4. 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕の自動制御. 日本冷凍協會 p 21-30 (1987)
5. 냉동공조기술. 한국냉동공조기술협회. 『전기·기기설비의 제어기기』 p 159-184 (1991)
6. 냉장창고. 한국냉동공조기술협회. 『냉장고의 기획과 설계』 p 22-104 (1994)
7. 冷凍空調便覽. 日本冷凍協會. 『業務用冷蔵庫』 新版 第4版 (應用編) p 496-505 (1981)
8. 冷凍空調便覽. 日本冷凍協會. 『冷凍應用裝置, 冷凍機の自動制御』 新版 第4版 (基礎編) p. 463-512 (1981)
9. 牛田善和 冷凍機械工學 핸드ブック Heat-Pump p459-469 (1965)
10. 宋岡博生 冷凍機械 핸드ブック 冷却塔の設計. p436-455 (1965)
11. Bolin. HR and huxsoll. C.C : Effect of preparation procedures and storage parameters on quality rerrntion of salt-cut lettuce, J. Fd. Sci. 56(1), 60 (1991)
12. Shankargouda p. Chikkasubbanna and Narayana J.V. : Effect of preharvest sprays of triacontanol on the stroage life of lettucee, J.Fd. Sci. Tech. 26(3), 156 (1989)
13. Hirosi H, Masakichi K.and Shinichi S. : Biochemical studis on postharvest quality changes in vegetables, Rept. Natl. Food res. Inst. 36 (1980)
14. Katsu I. and Shinbori F. : Effects of Outer-leaf trimming methods and delay in precooling on changes in quality of turnips, J. Japan. Soc. Hort.Sci.57(3), 544 (1988)

- the quality of bell peppers, Proc. Fla. State Hort. Soc. 93. 314 (1980)
16. ER. B. Pantastico : Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables, 145 (1975)
 17. Sommer, N. F. : Reduction of postharvest loss strawberry fruits from gray mold. J. Am. soc. Hortic. Sci. 285. 98 (1973)
 18. Mahamed, E. S. : Effect of cold storage on the quality of tigoa strawberry Alex. J. Agric. Res. 171, 3, 31 (1986)
 19. S. D. Holdsworth : The preservation of fruit and vegetable food products, 15(1983)
 20. TSUCHIYA, M., AOKI, E. AND KUWABARA, H. : Int. J. Mass Spectrometry and Ion Processes, 90, 55 (1989)
 21. LENARD, P., Ann. Phys., 47, 453 (1915)
 22. DUAN, H.-J., GAO, F., OGUCHI, K. and NAGATA, T. : *Arzneim.-Forsch./Drug Res.*, 44(II) (1994)
 23. Hawkins LH and Barker T. Air ions and human performance : *Ergonomic* 21 : 273-278 (1978)
 24. Yates A, Grey FB, Misiaszek JI : Air ions : past problems and future directions. *Environment international* 12 : 99-108 (1986)
 25. Goldstein NI, Godstein RN and Merzlyak N : Negative air ions as a source of superoxide. *Int J. Biometeology* 36 : 118-122 (1992)
 26. Scheuch G, Gebhart J and Roth C : Uptake of electrical charges in the human respiratory tract during exposure to air loaded with negative ions. *J. Aerosol Science* 21 : 439-332 (1990)
 27. H. J. Duan, F Gao, K Oguchi and t. Nagata : Light and electron microscopic radioauto graphic study on the incorporation of ³H-thymidine into the lung by means of a new nebulizer. *Arzneimittel-Forschung* 44 : 880-883 (1994)
 28. Leppaluoto J : Human thermo regulation in sauna. *Annals of clinical*

research 20 : 240-243 (1988)

29. Vouri I : Sauna bather's circulation. Annals of clinical research 20
249-256 (1988)

30. M. Tsuchiya and H. Kuwabara : Anal. Chem., 56, 14 (1984)

31. M. Tsuchiya and H. Kuwabara and K. Musha : Anal. Chem., 58, 695
(1986)

32. M. Tsuchiya : "Advances in Mass Spectrometry", Vol. 13, ed, by I.
Cornides, Gy. Horvath and K. Vekey, John Wiley, 333 (1995)

33. D. I. Carrol, I. Dzidic, R. N. Stillwell, K. D. Haegele and E. C. Horning :
Anal. Chem., 47, 2369 (1975)

34. M. Tsuchiya, Y. Li, J. Shirasaka, T. Kaneko : Chem. Letters, 232 (1996)

35. A. A. Kruithof and F. M. Penning : Physica, 4, 430 (1937)

36. D. A. Armstrong : Radiat. Phys. Chem., 20, 75 (1982)

37. (주)코리아크린에어시스템, 수막집진장치를 이용한 유해물질 제거 공조 장
치, 특허출원번호 10-2000-0032146(2000)

38. (주)코리아크린에어시스템, 강유전성 반도체 코팅막의 제조방법 및 그 방법
에 의해 제조된 강유전성 반도체를 이용한 공기정화장, 특허출원번호
10-2000-0032139(2000)

39.(주)코리아크린에어시스템, 수막집진시스템과 강유전성 반도체 표면화학반응
을 이용한 오염공기 유해물질 제거장치, 특허출원번호 2000-55025호(2000)