

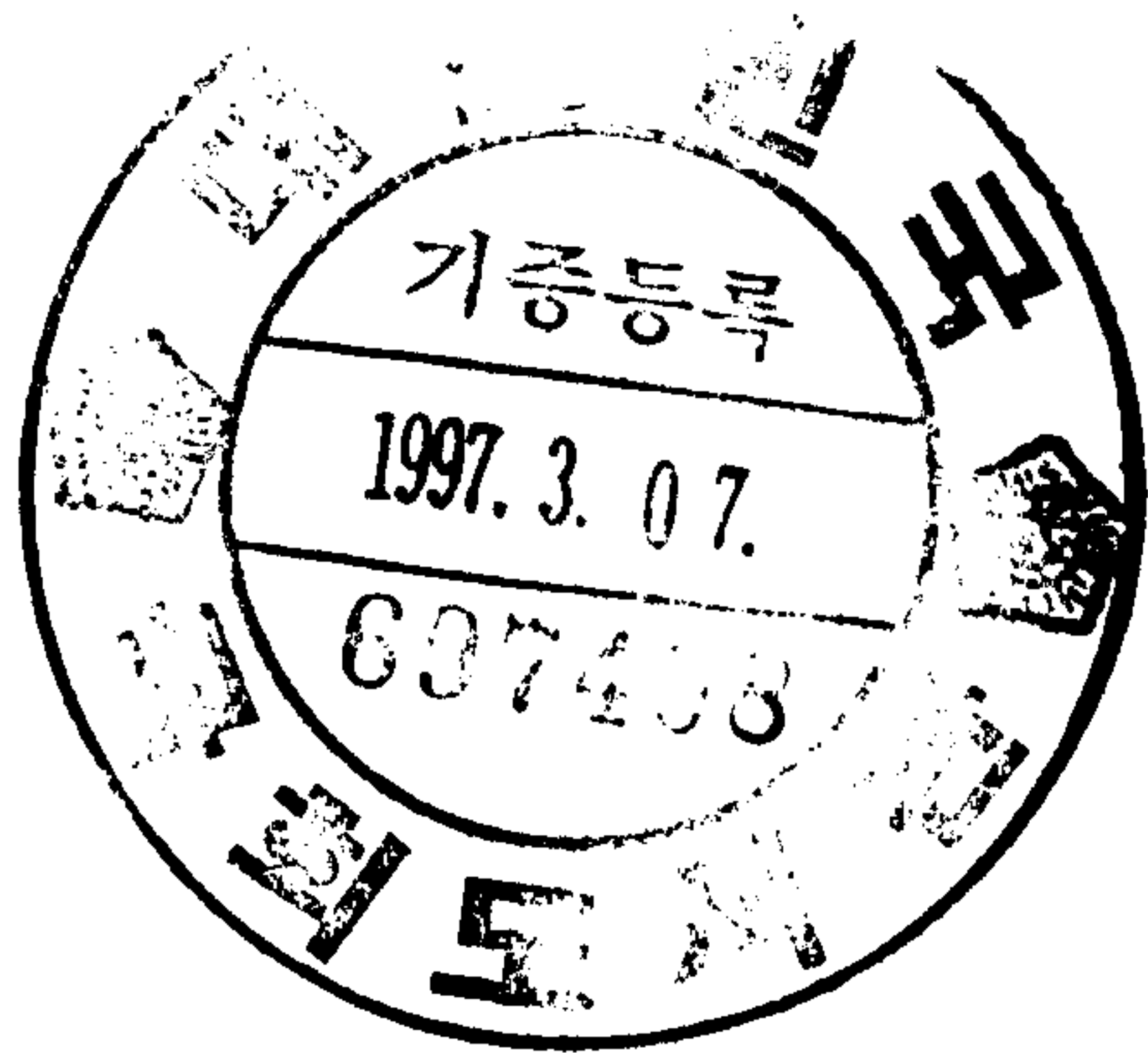
GOVP1199702284

양념채소(잎파)의 공장적 대량생산

**Studies on the Mass Production of Spice
Vegetables(Welsh onion)**

고려대학교 자원자연대학

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “양념채소(잎파)의 공장적 대량생산에 관한 연구”과제의 제2년차 최종 보고서로 제출합니다.

1997. 1. 20

주관연구기관명 : 고려대학교

총괄연구책임자 : 박 권 우

연 구 원 : 강 호 민

 " : 이 정 훈

 " : 정 충 섭

 " : 박 용 건

 " : 양 은 미

요 약 문

I. 제 목

양념채소(잎파)의 공장적 대량생산

II. 연구개발의 목적 및 중요성

양념채소(고추, 마늘, 파류)는 매년 재배면적 변동이 극심한 작목이며, 잎파의 연간 재배면적 진폭은 최고 30% 이상에 달해 안정생산이 요구된다(1990년 18,548ha → 1992년 24,461ha ; 90년 대비 32% 증가). 특히 1994년 봄의 잎파 파동은 1992년의 풍년으로 1993년 재배면적이 줄어든 결과이다. 매년 수요량이 증가되는 잎파는 수송성이 약해 수입이 용이한 다른 양념채소인 고추, 마늘과 전혀 다른 수급계획이 시급히 요구된다.

또한 대파 노지생산은 6-7개월 걸리나 식물공장에서는 4-5개월이면 수확이 가능해서 생육기간을 2-3개월 단축되며 수량도 3배 이상 많은 장점이 있다(토양재배 10a당 2,500kg → 수경재배 10a당 9,600kg으로 3.8배의 증산 가능).

따라서 겨울철 국내 잎파 생산량의 부족이 예상될 때 잎파 또는 실파 생산공장에서 단기간내 생산을 기함으로 잎파의 안정적 수급을 기하고 잎파의 파동을 막을 수 있다고 사료되며, 식물공장생산 잎파수경은 양액의 알맞은 조절로 맛과 향기가 토양재배보다 월등하게 우수하고 철분, 칼슘 등 기타 성분을 배가시켜 보건의 기능채소로서 이용가치가 높아 소비자 확대 가능성이 크다고 생각된다.

또한 잎파(실파) 생산공장은 부추, 쪽파, 잎마늘, 그리고 엽채류 뿐 아니라 국내 자생 산부추 등의 생산도 가능해서 농가의 새로운 소득획득원이 될 수 있을 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 잎파 생산공장시스템 개발 및 경영분석

- 잎파 생산시스템 개발

농가에서 쉽게 사용할 수 있는 간단한 형태의 생산시스템을 개발을 목적으로 이동식 과 고정식 시스템을 개발한다. 각각의 시스템은 약간의 변형으로 잎파외에 다른 엽채류의 재배도 가능한 형태로 설계 제작한다.

- 잎파의 도복방지 시스템 개발

잎파 재배시 도복은 품질에 큰 영향을 미칠 뿐 아니라 재배시 많은 인력손실을 가져오며 공장적 시스템 개발에 큰 장애 요소가 된다. 이에 이동식과 고정식을 각각 다른 개념에서 접근하여 도복 문제를 해결한다.

이동식의 경우 도복방지를 위한 net나 그밖에 장치는 이동에 문제를 야기시키기 때문에 도복에 문제가 없는 잎파품종 선발과 품종별 생산가능 기간 그리고 재배방법별 생산기간을 구명하고자 한다.

- 잎파의 공장적 생산 및 토양재배 비교 경영분석

이상에서 설계 제작한 시스템을 기본으로 잎파의 공장적 대량생산 시스템의 시설투자비를 추산하여 기존의 파 토양재배와 생산기간 및 시설투자를 비교 감안하여 경영분석을 실시하여 비교 검토코자 한다.

2. 공장생산 잎파의 품질향상 및 저장비교실험

- 잎파내 질산태질소(질산염) 감소실험

1차년도 실험에서 나타난 높은 질산태 질소의 함량이 보완사항으로 지적된 바 질산태질소 함량 감소실험을 4가지로 실시하고자 한다.

1. 공급되는 질소형태변화를 통한 질산염 감소 실험

양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^- \text{-N}$ 비율에 따른 잎파 생체내 질산염 함량을 측정하여 적정 $\text{NO}_3^- \text{-N} : \text{NH}_4^- \text{-N}$ 비율을 구명하고자 한다.

2. 原水재배기간 실험

수확 전 수일간 原水에서 재배하여 잎파의 질산염 함량을 감소시키고자 한다.

3. 특정 원소(Se)의 첨가로 질산염 함량 감소

기존의 연구에서 질산염 함량 감소 효과가 인정된 Se를 양액에 첨가하여 잎파의 질산염 함량을 줄이고자 한다.

4. 양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도 변화를 통한 잎파의 질산염 함량 감소

1 년차 실험에서 잎파용 양액으로 선정된 M식 양액의 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도가 결추상추용 양액에 2.7배에 달하는 것에 착안하여 잎파 양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도를 변화시켜 잎파의 질산염 함량을 감소시키고자 한다.

- MA 저장비교실험

2년차 계획에 잎파가 꺾이지 않는 포장 시스템의 개발을 계획에 포함시켰으나, 현재 잎파의 판매 단가를 고려할 때 경제성이 없어 양액내 조성변화 등을 통한 잎파의 경도 증대가 더 유리하리라 본다.

현재 잎파의 경우 경제성 때문에 CA저장은 어렵기 때문에 장기 저장을 위해서는 필름포장을 통한 MA저장이 적절한 것으로 보여 필름종류별, 저장온도별 최장저장기간을 구명하는 실험을 실시한다.

또한 수경재배 산물의 저장성이 토양재배 산물에 비해 떨어진다는 통념이 있어 수경재배한 잎파와 토양재배한 잎파간에 저장서를 비교하고자 한다.

3. 잎파생산 농가대상 잎파수경재배교육

- 잎파생산 농가대상 잎파수경재배 교육

잎파수경재배 시스템 경영분석 등의 연구가 이루어지면 연구기간의 4/4분기에 대농민 수경재배 교육을 실시코자 한다. 경기도 광명시를 대상으로 약 100 농가를 대상으로 다음과 같은 내용의 교육을 실시하고자 한다.

- 잎파전용 양액 만들기
- 수경용 잎파의 파종 및 육묘기술
- 잎파의 공장적 대량생산 실제
- 잎파의 수확 및 포장, 저장 기술

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 공장적 대량생산을 위한 시스템 개발은 현재 생산 line만이 개발된 상태이므로 그밖의 생산관련 시스템의 연구가 이루어져야 한다고 사료된다.
2. 질산염 감소를 위한 실험에 우선하여 국내 생산 채소류의 질산염 함량 기준이 먼저 정해져야 하며, 국민의 건강 증진을 위해서는 잎파외의 다른 작물에 대한 실험도 요구된다.
3. 잎파의 장기저장을 위한 보다 우수한 MA저장용 필름개발이 이루어져야 한다.
4. 수경재배을 원하는 농가를 대상으로한 보다 체계적인 대농민 교육이 필요하리가 본다.

SUMMARY

Experiment 1

Development of welsh onion mass production system and management analysis.

1-1. Development of welsh onion mass production system.

1. Fixed deep flow culture system for welsh onion production was manufactured by styrofoam box(size : 51 × 35 ×10 cm³). using this system we can grow welsh onion 100 plant/m², and 50 cm height without lodging.

2. Considering both load for bed and method of oxygen providing to root zone, substrate culture was proper to moving system.

3. In moving system consisted of rolling box and rail on sloped bed, it was easy to install bed but need to make a special culture box.

4. Because all equipment for moving culture box in its bed, moving system of this style is expensive for construct but don't need special culture box and can reuse existing stiroform box.

1-2 Development of loading prevention method of welsh onion

1. In hydroponics, 'Huggumjang' was the best cultivar in growth and anti-loading.
2. In culture methods, perlite substrate was the best considering of growth, anti-loading and convenience of system.
3. In point of growing period , welsh onion could be cultured in substrate culture for 40 days without lodging until plant height was 60 cm.
4. In the fixed mass production system, if settled net or vinyl tape etc, welsh onion could be cultured over 70 cm without loading.

1-3. Management analysis of welsh onion mass production system compared with conventional culture method.

1. In mass production system of welsh onion, the advantage is profits lager than conventional culture method but there is problem of requirement of higher investment cost.

Experiment 1

Investigation of quality improvement and storability of mass produced welsh onion

2-1. Reducing nitrate contents of welsh onion by Nutrient solution control

These experiment were carried out to investigate the effects of $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ ratio, period of tap water culture before harvest, concentration of Se, and $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration in nutrient solution on the nitrate content's decrease of welsh onion.

1. The nitrate content of welsh onion cultured in 3 : 1 ratio($\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$) was 67% of that cultured in 9 : 1 ratio.
2. The 6 days tap water culture treatment reduced the nitrate content of 'Huggumjang' and 'Sochun' welsh onion.
3. The nitrate content of welsh onion in 1 ppm Se treatment was 85% of control.
4. The welsh onion grown in 8 me/ml $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration showed better growth and lower nitrate contents than others.

2-2. Improvement of welsh onion's storagibility by MA storage

This research was carried out to investigate proper storage temperature, film for MA storage, and compare the storagibility of nutrient solution cultured welsh onion with that of soil cultured one.

1. The best of condition for MA storage of welsh onion was 0 °C sealing with over 0.04 mm² thickness film.
2. The trimming treatment before MA storage improved the storagibility of welsh onion.
3. It was requested to develop film of lower CO₂ transmission rate for long term storage of welsh onion.
4. The cultural methods did not affect the storagibility of welsh onion and the product of nutrient solution culture was more sensitive in low temperature (below 0°C).

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

1. Research objective and contents	14
------------------------------------	----

Chapter 2. Development of welsh onion mass produciton system and management analysis.

2-1. Development of welsh onion mass produciton system.

1. Introduction	17
2. Materials and methods	18
3. Results and discussions	22
4. Summary	28

2-2. Development of loadging prevention method of welah onion

1. Introduction	29
2. Materials and methods	30
3. Results and discussions	34
4. Summary	41

2-3 Management analysis of welsh onion mass production system compared with conventional culture method.

1. Introduction	42
2. Results and discussions	43
3. Summary	46

Chapter 3. Investigation of quality improvement and storability of mass produced welsh onion

3-1. Reducing nitrate contents of welsh onion by Nutrient solution control

1. Introduction	47
2. Materials and methods	49
3. Results and discussions	54
4. Summary	78
5. Reference	79

3-2. Improvement of welsh onion's storagibility by MA storage

1. Introduction	82
2. Materials and methods	84
3. Results and discussions	87
4. Summary	118
5. Reference	119

Chapter 4. Education of welsh onion hydroponics technique for farmer

1. Introduction	121
2. Results and discussions	122

목 차

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위	14
--------------------	----

제 2 장 잎파 생산공장시스템 개발 및 경영분석

2-1. 잎파 생산시스템 개발

제 1 절 서 설	17
제 2 절 연구방법	18
제 3 절 연구결과	22
제 4 절 적 요	28

2-2. 잎파의 도복방지 시스템 개발

제 1 절 서 설	29
제 2 절 연구방법	30
제 3 절 연구결과	34
제 4 절 적 요	41

2-3 잎파의 공장적 생산 및 토양재배 비교 경영분석

제 1 절 서 설	42
제 2 절 결 과	43
제 3 절 적 요	46

제 3 장 공장생산 잎파의 품질향상 및 저장비교실험

3-1. 잎파내 질산태질소(질산염) 감소실험

제 1 절 서 설	47
제 2 절 재료 및 방법	49
제 3 절 결과 및 고찰	54
제 4 절 적 요	78
제 5 장 참고문헌	79

3-2. 잎파의 MA 저장비교실험

제 1 절 서 설	82
제 2 절 재료 및 방법	84
제 3 절 결과 및 고찰	87
제 4 절 적 요	118
제 5 장 참고문헌	119

제 4 장 잎파생산 농가대상 잎파수경재배교육

제 1 절 서 설	121
제 2 절 결 과	122

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위

1. 잎파 생산공장시스템 개발 및 경영분석

- 잎파 생산시스템 개발

농가에서 쉽게 사용할 수 있는 간단한 형태의 생산시스템을 개발을 목적으로 이동식 과 고정식 시스템을 개발한다. 각각의 시스템은 약간의 변형으로 잎파외에 다른 엽채류의 재배도 가능한 형태로 설계 제작한다.

- 잎파의 도복방지 시스템 개발

잎파 재배시 도복은 품질에 큰 영향을 미칠 뿐 아니라 재배시 많은 인력손실을 가져오며 공장적 시스템 개발에 큰 장애 요소가 된다. 이에 이동식과 고정식을 각각 다른 개념에서 접근하여 도복 문제를 해결한다.

이동식의 경우 도복방지를 위한 net나 그밖에 장치는 이동에 문제를 야기시키기 때문에 도복에 문제가 없는 잎파품종 선발과 품종별 생산가능 기간 그리고 재배방법별 생산기간을 구명하고자 한다.

- 잎파의 공장적 생산 및 토양재배 비교 경영분석

이상에서 설계 제작한 시스템을 기본으로 잎파의 공장적 대량생산 시스템의 시설투자비를 추산하여 기존의 파 토양재배와 생산기간 및 시설투자를 비교 감안하여 경영분석을 실시하여 비교 검토코자 한다.

2. 공장생산 잎파의 품질향상 및 저장비교실험(박권우, 강호민)

- 잎파내 질산태질소(질산염) 감소실험

1차년도 실험에서 나타난 높은 질산태 질소의 함량이 보완사항으로 지적된 바 질산태질소 함량 감소실험을 4가지로 실시하고자 한다.

1. 공급되는 질소형태변화를 통한 질산염 감소 실험

양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N}$: $\text{NH}_4^- \text{-N}$ 비율에 따른 잎파 생체내 질산염 함량을 측정하여 적정 $\text{NO}_3^- \text{-N}$: $\text{NH}_4^- \text{-N}$ 비율을 구명하고자 한다.

2. 原水재배기간 실험

수확 전 수일간 原水에서 재배하여 잎파의 질산염 함량을 감소시키고자 한다.

3. 특정 원소(Se)의 첨가로 질산염 함량 감소

기존의 연구에서 질산염 함량 감소 효과가 인정된 Se를 양액에 첨가하여 잎파의 질산염 함량을 줄이고자 한다.

4. 양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도 변화를 통한 잎파의 질산염 함량 감소

1년차 실험에서 잎파용 양액으로 선정된 M식 양액의 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도가 결추상추용 양액에 2.7배에 달하는 것에 착안하여 잎파 양액내 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 농도를 변화시켜 잎파의 질산염 함량을 감소시키고자 한다.

- MA 저장비교실험

2년차 계획에 잎파가 꺾이지 않는 포장 시스템의 개발을 계획에 포함시켰으나, 현재 잎파의 판매 단가를 고려할 때 경제성이 없어 양액내 조성변화 등을 통한 잎파의 경도 증대가 더 유리하리라 본다.

현재 잎파의 경우 경제성 때문에 CA저장은 어렵기 때문에 장기저장을 위해서는 필름포장을 통한 MA저장이 적절한 것으로 보여 필름종류별, 저장온도별 최장저장기간을 구명하는 실험을 실시한다.

또한 수경재배 산물의 저장성이 토양재배 산물에 비해 떨어진다는 통념이 있어 수경재배한 잎파와 토양재배한 잎파간에 저장서를 비교하고자 한다.

3. 잎파생산 농가대상 잎파수경재배교육(박권우, 박상태)

- 잎파생산 농가대상 잎파수경재배 교육

잎파수경재배 시스템 경영분석 등의 연구가 이루어지면 연구기간의 4/4분기에 대농민 수경재배 교육을 실시코자 한다. 경기도 광명시를 대상으로 약 100 농가를 대상으로 다음과 같은 내용의 교육을 실시하고자 한다.

- 잎파전용 양액 만들기
- 수경용 잎파의 파종 및 육묘기술
- 잎파의 공장적 대량생산 실제
- 잎파의 수확 및 포장, 저장 기술

제 2 장 잎파 생산공장 시스템 개발

2-1 잎파생산시스템 개발

제 1 절 서설

최근 국내에도 식물공장에 대한 연구가 진행되고 있으나 아직까지 농가보급형의 실용적인 식물공장을 제시한 바는 없다. 본 연구는 연구비의 규모상 진보된 식물공장의 제시는 곤란하나 생산시스템의 생산 line을 제시하여 차제에 다른 엽채류 식물공장의 기본 모델이 되는데 그 의의가 있다고 생각된다.

식물공장 가운데 가장 중요한 것은 생산 line인데, 잎파의 생산 line이 고정식인가, 아니면 이동식인가 하는 것이다. 여기서 중요한 것은 콘베이어에 의한 이동인가 아니면 벨트를 이용한 이동인가, 그외 재배상의 이동인가 등에 따라 다양한 식물공장의 생산 line 이동형태가 있을 수 있다는 것이다.

본 연구에서는 고정식 베드를 이용한 잎파재배시스템과 이동식 생산시스템에 대하여 연구하였다. 이동식 생산시스템으로는 베드에 구배를 주어 별도의 구동에너지가 없이 인력으로 재배상이 움직일 수 있도록 하는 방법과 베드에 이동장치를 설치하여 재배상을 이동시키는 방법에 대하여 연구하였다. 전자는 농가에 설치된 기존의 NFT 베드를 그대로 두고서 그 위에 이동식 레일만을 장착하여 간단히 이동할 수 있게 하기 위한 방법이고, 후자는 좀더 복잡하지만 보다 식물공장에 가까운 개념의 생산시스템을 만들기 위한 방법이다.

제 2 절 연구방법

잎파의 공장적 생산을 위해서 다음 두 가지 방법에 대하여 설계를 실시하여 모델시험을 수행하였다. 우선 농가의 투자비 절감을 위하여 유럽 일부 육묘 시스템에서 도입한 무동력 이동형과 일본 등지에서 이용하는 고정식 생산시스템을 비교하였다.

제 1 항 고정식 시스템

고정식 시스템은 순수수경방법을 채택하였다. 일반 농가에서 상추 재배용으로 사용되고 있는 스트로폼 베드에 스폰지에서 발아시킨 잎파 묘를 정식하여 담액순환식으로 재배하는 시스템이다.

그림 1.에서와 같은 고정식 생산시스템에서 잎파를 재배하였는데, 재식 간격은 약 10cm × 10cm였으며, M식 양액(표 1.)을 야간에는 시간당 1회, 주간에는 4회씩 cycling을 시키면서 생육을 검토하였다.

Table 1. Chemical composition of M's nutrient solution for welsh onion in this experiment²⁾.

Chemical compositions	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	PO ₄ ³⁻ -P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻ -S
Concentration (me/ℓ)	16	1.5	4	8	8	4	6

²⁾ Micro element was used by Yamazaki's nutrient solution for head lettuce.

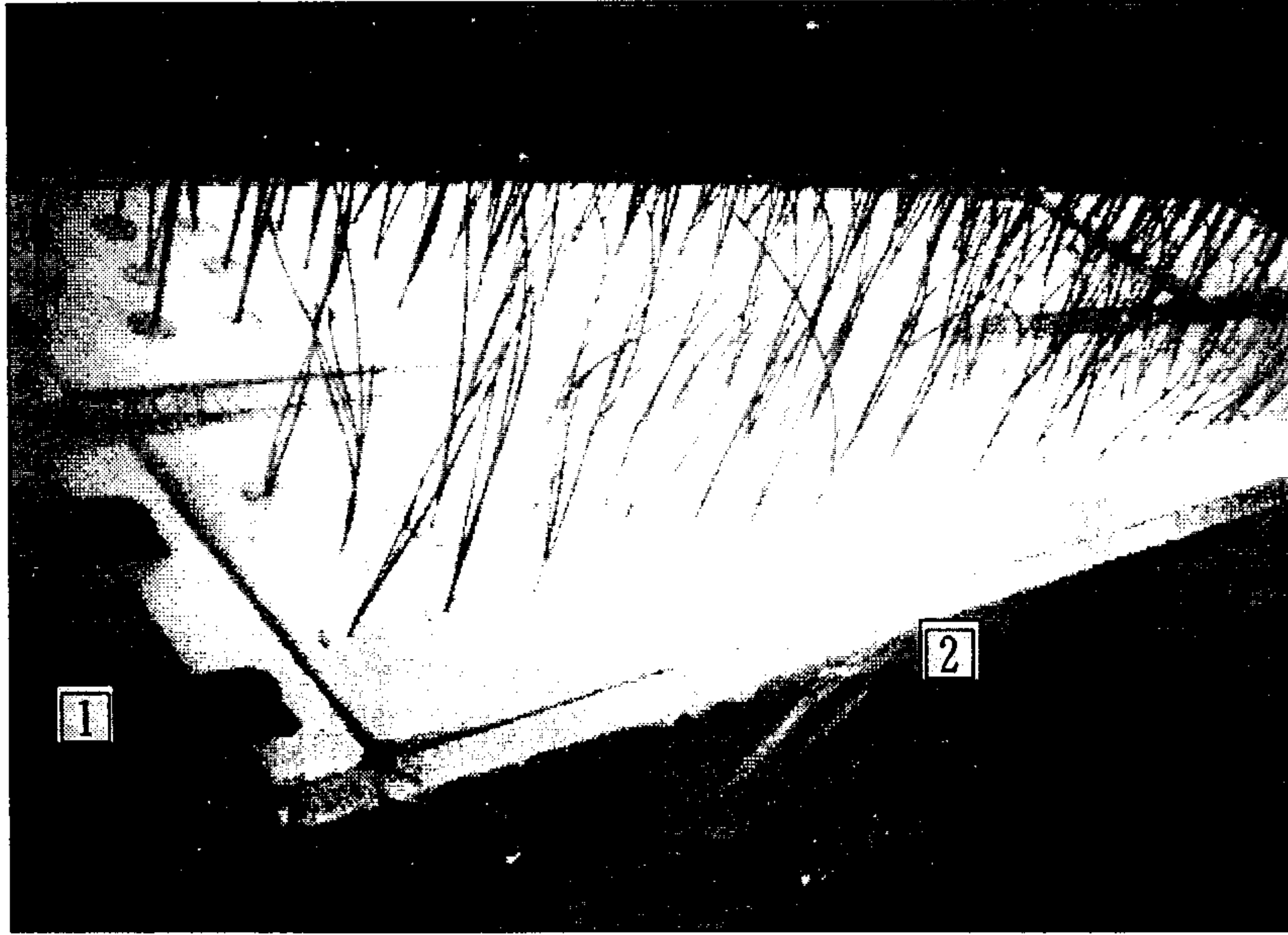


그림 1. 잎파생산 시스템 중 고정 담액순환식 시스템

① 양액공급부

② 스티로폼 베드

제 2 항. 이동식 시스템

완전자동 생산시스템은 본 연구비로서 구축하기가 매우 어렵기 때문에 1년차에는 알루미늄으로 이동식 레일을 설치하고, 그 위에 바퀴 4개가 달린 스티로폼 상자를 올려놓고, 상자에 양액을 넣고 잎파를 재배하려 하였으나 상자가 스티로폼이어서 10kg 정도의 양액을 담은 상태로는 이동할 때 상자가 손상되는 경우가 발생하였다(그림 2.). 따라서 이방식을 이용하려면 별도의 재배상자를 제작해야하는 문제점이 제기되었다. 또, 지하부 산소공급장치의 설치가 원만치 않아 2차년도 후반기에는 순수수경에서 배지경으로 선회하였으며, 다음과 같은 이동식 시스템에 관하여 연구하였다.

시스템의 구성은 잎파재배상자, 베드, 그리고 구동 및 견인장치, 관수장치 등으로 나누어진다. 장치는 최초 설계한 중간보고서의 내용과는 제작시 문제점에 따라 약간의 개선이 있었다.

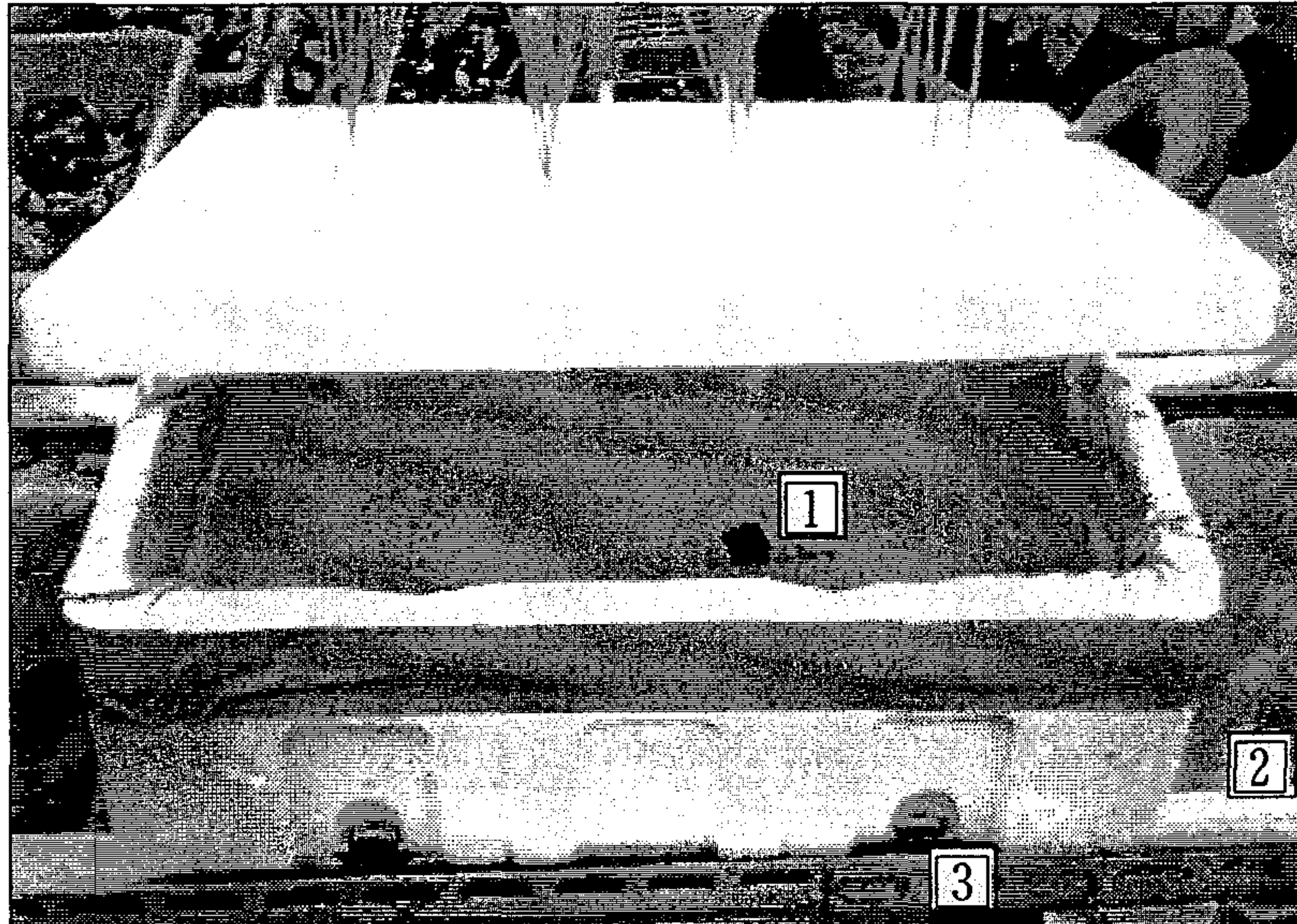


그림 2. 이동식 잎파생산 시스템 중 재배상자에 바퀴를 부착한 시스템

- ① 지하부 산소공급장치
- ② 이동레일
- ③ 바퀴

제 3 절 연구 결과

제 1 항. 개발한 고정식 및 이동식 생산시스템의 제원

실험에 사용된 고정 담액순환식 시스템과 이동식 생산시스템의 제원을 보면 다음과 같다.

표 2. 개발된 잎파 생산 시스템 비교

개발형	생육시스템 크기	재배 방식	양액 공급	재식 주수/m ² *	생산라인 구매	제조방법
이동식 생산 시스템	26×26×23 cm ³	배지경	점적 관수	약120 주/m ²	0	산업 폐기물 이용(수산물용 box)
고정식 생산 시스템	51×35×10 cm ³	순수 수경	담액 순환식	약100 주/m ²	0	기존의 상추용 베드이용 (재배용 베드 구입비용소요)

* 재식주수는 실험상 한 주가 독립되도록 재배할 경우의 주수로서 실제 잎파로 재배할 경우 이동형은 3배 이상, 고정식의 경우 5배 이상이 가능하리라고 본다.

제 2 항. 이동식 잎파생산시스템의 구성

가. 베드(그림 3.) : 처음 모델과 달리 재배용 상자에 바퀴를 없애고 이동식 베드에 바퀴를 부착하였는데 간격을 18cm로하여 1상자 당 2줄의 바퀴가 지지하면서 이동하도록 하였다. 따라서 재배 상자에 별도의 장치가 필요없게되어 폐자원으로 버려지는 수산물 포장용 스티로폼 상자를 그대로 이용할 수 있게 되었다. 각 line 양쪽에는 가드레일을 달아 상자가 옆으로 움직이지 않도록 하였다.

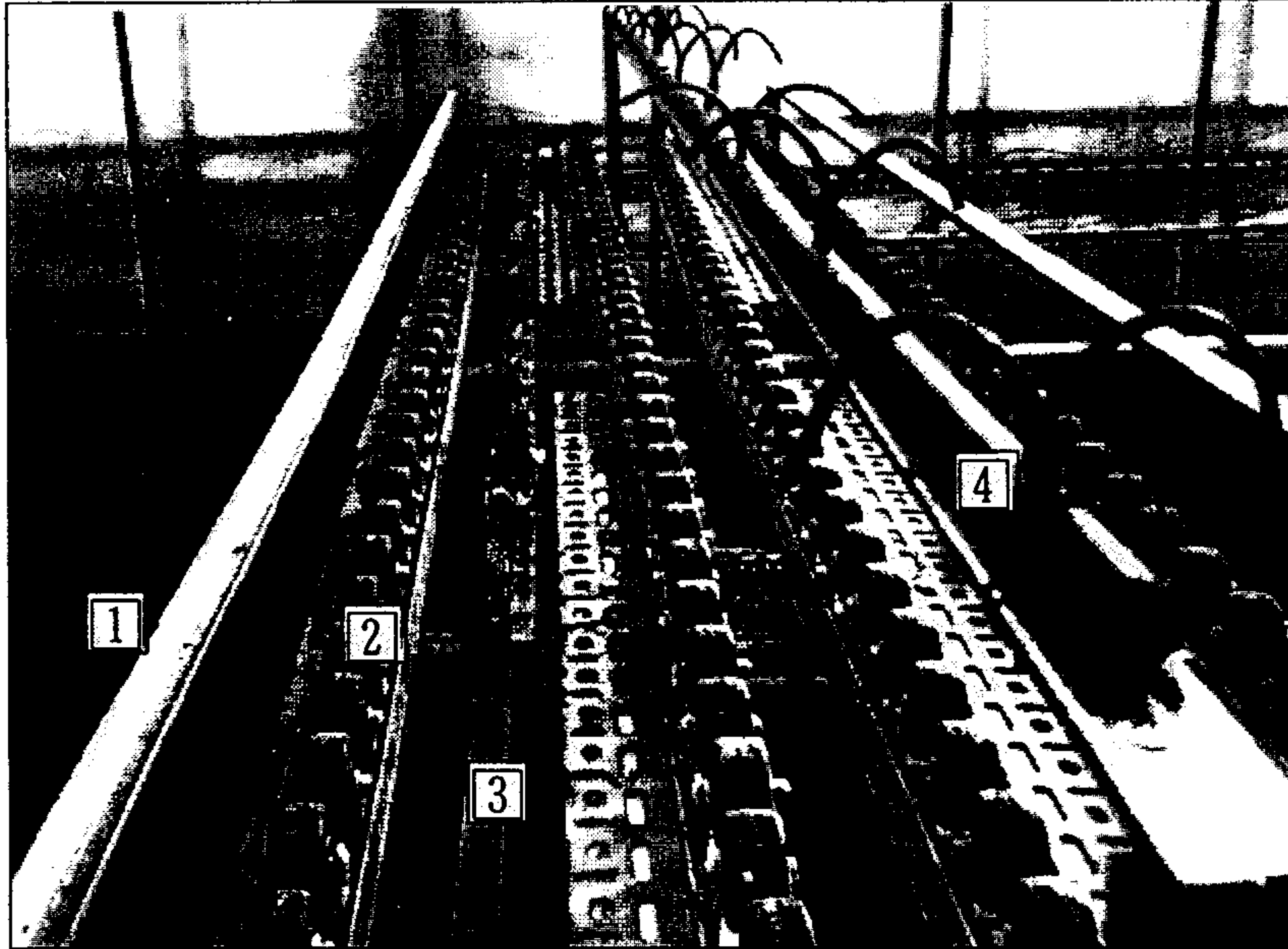


그림 3. 잎파생산 시스템 중 이동식 생산 시스템

- ① 가드레일
- ② 재배상자 지지용 바퀴
- ③ 견인 벨트
- ④ 관수부

나. 앞파재배상자(그림 4) : 기존의 수산물 포장용 페스트로폼 상자(26×26×23cm)에 퍼얼라이트를 10cm 깊이(4 ℓ)로 깔고 앞파를 직파하였다. 이로써 이동대상이 되는 상자의 하중을 2kg 이하로 줄일 수 있었고 순수수경이 발생하였던 지하부 산소 공급장치설치의 문제도 해결되었다.

다. 구동 및 견인장치(그림 5, 6) : 구동장치는 저속모터와 상자지지대 체인 기아박스 등으로 구성된다. 이동장치는 중간보고서에서의 방식과 약간의 차이가 있다. 사다리 모양이었던 재배상자 견인장치는 제작이나 구동부와의 연결방식에서 어려움이 많은 방법이라고 판단되어 제작시 다른 방식으로 선회하였다. 사진에서 보는 바와같이 우선 한 line 당 하나의 벨트가 설치되도록함으로써 제작이 보다 간편해졌다(벨트에 고리를 장치하여 상자가 걸리도록 설계하였다). 그리고 재배박스 아래에서 견인벨트가 움직이므로서 작업편의성이 좋아졌다고 생각된다. 구동장치와는 벨트 풀리에 의해 연결이 되도록 되어있다. 실험결과 재배상자의 무게가 가벼워졌고, 재배상자를 베드자체가 지지하도록 되어있어 재배상자를 이동시키는데는 아무런 문제점이 없었다.

라. 관수장치(그림 3) : 본 연구에서는 박스간격에 맞게 점적관수장치를 설치하여 관수하였다. 그러나 노즐을 바꾸어서 살수관수를 할 수도 있다.

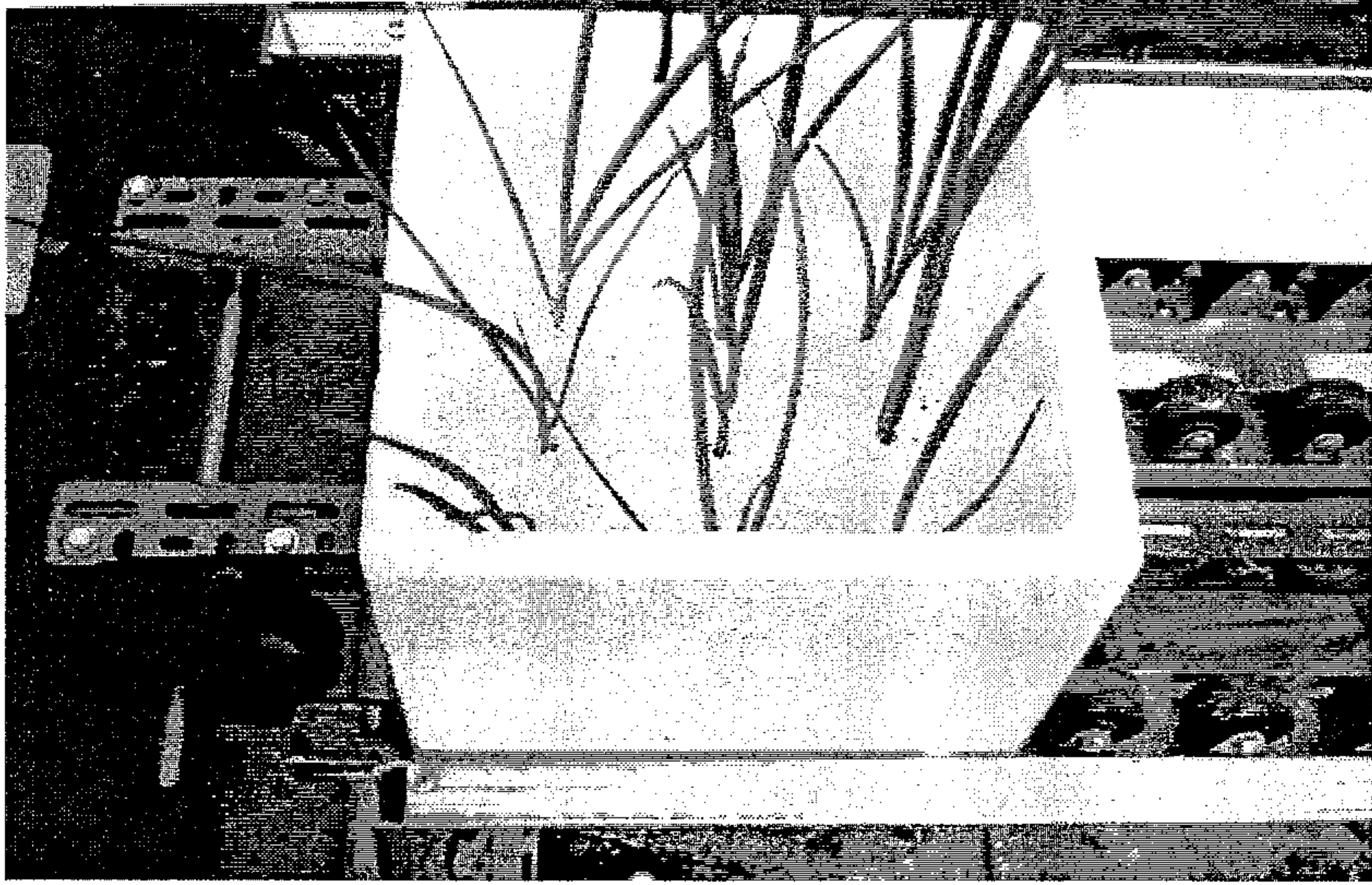


그림 4. 잎파생산 시스템 중 이동식생산 시스템 재배상자

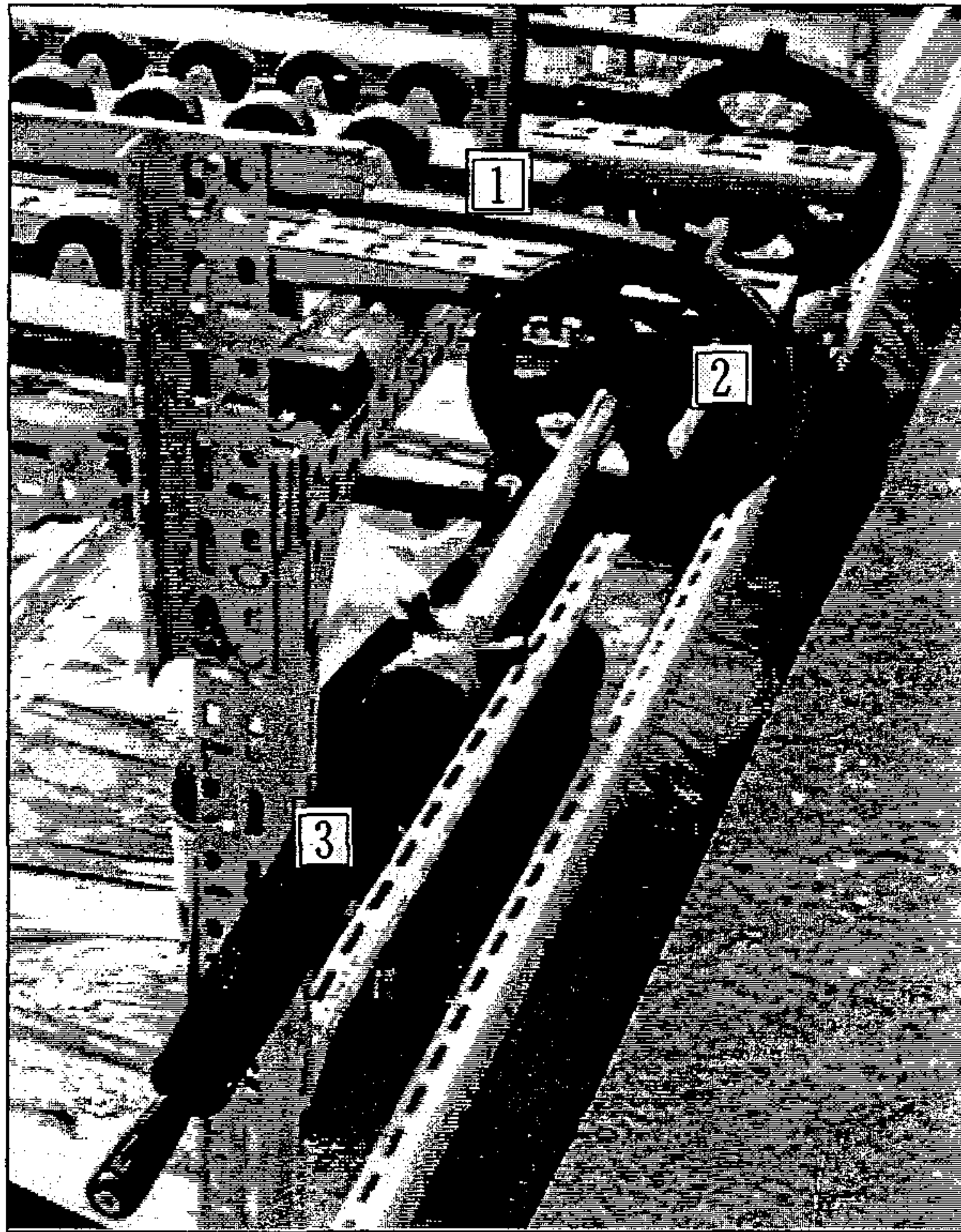


그림 5. 잎파생산 시스템 중 이동식 생산 시스템 구동장치

- ① 견인 벨트
- ② 벨트 풀리
- ③ 핸들

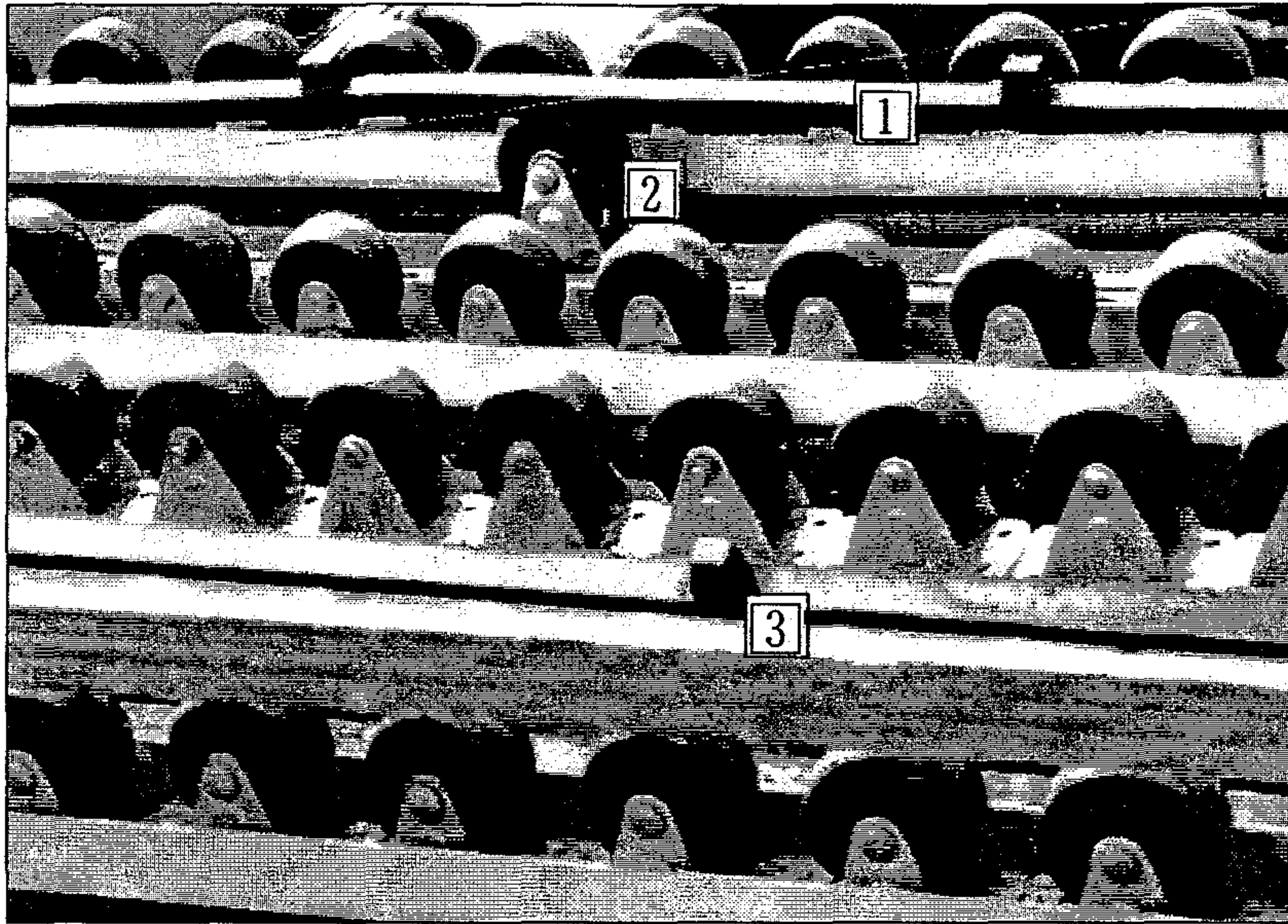


그림 6. 알파생산 시스템 중 이동식 생산 시스템 견인장치

- ① 견인 벨트
- ② 벨트 지지용 바퀴
- ③ 고리

제 4 절 적 요

1. 고정식 잎파생산 시스템은 스티로폼 상자($51 \times 35 \times 10 \text{ cm}^3$)를 이용한 담액순환식 시스템을 만들었으며, 재식주수는 $100\text{주}/\text{m}^2$ 였고, 잎파를 50cm 이상 아무문제 없이 재배할 수 있었다.
2. 이동식 잎파생산 시스템은 베드에 미치는 하중이나, 지하부 산소공급 등을 고려할 때, 순수수경보다는 배지경 쪽이 유리하다고 판단된다.
3. 구배가 있는 베드에 레일을 설치하고 재배상자에 바퀴를 장치하는 무동력 이동식 시스템은 베드 설치에 간단하나 별도의 시스템용 재배상자의 재작이 필요하다.
4. 재배상의 이동에 필요한 장치를 베드에 설치하는 이동식 시스템의 경우 베드 설치에 비용이 들지만 전용 재배상자를 만들 필요가 없이 기존에 생산되고 있는 $26 \times 26 \times 23 \text{ cm}^3$ 의 스티로폼 상자를 사용하거나 재활용할 수 있다.

2-2 잎파의 도복방지시스템 개발

제 1 절 서설

대파를 재배할 경우에는 연백을 위하여 복을 주기 때문에 도복이 문제가 되지 않으나 잎파로 재배할 경우에는 이러한 방법을 쓰지 않기 때문에 파가 어느정도 이상 자라게 되면 쓰러지게 되고, 일단 쓰러지게 되면 외관이나 저장성을 떨어뜨려 판매시에 품질을 크게 떨어뜨리게 된다.

공장적 대량생산시 스폰지만으로 잎파를 지지하게 되므로 도복이 문제가 된다. 따라서 고정식 시스템과 이동식 시스템에서의 도복방지에 관하여 연구하였다.

이동식 생산시스템에서의 물리적 도복방지 방법은 사실상 어렵다고 판단되어 이동하는 시스템에서 재배할 수 있는 도복에 강한 품종선택과 도복을 예방할 수 있는 재배방법, 도복의 문제없이 재배가 가능한 기간의 구명 쪽으로 연구하였다.

고정식 생산시스템에서는 카네이션 재배에서 사용하는 것과 같은 net와 완두재배시에 이용하는 방법과 같이 비닐 테잎을 설치하여 도복방지 효과에 대하여 알아보았다.

제 2 절 연구 방법

제 1 항. 이동식 시스템에서의 도복방지 시스템

실험 1. 도복방지 품종선발

‘흑금장파’, ‘석창대파’, ‘쌍대파’, ‘구조파’(이상 대농종묘)의 4가지 품종을 사용하여 실험하였다. 1994년 6월 20일 파종하고, 7월 4일에 정식하였다.

배양액으로는 M식 양액을 사용하였는데, 1/4배 액에서 10일간 순화시키고 7월 14일부터 1배액으로 처리하여 8월 23일에 수확하였다. 재배방식은 담액순환식 시스템을 사용하였으며, 배양액 순환은 timer를 이용하여 On/Off를 각각 15분/45분으로 하였다.

pH와 EC는 보정하지 않았고 배양액은 10일 간격으로 교체하였다. 처리 후 10일간격으로 엽수, 초장, 엽초부경, 생체중, 건물중 등을 조사하였다.

실험 2. 도복이 적은 재배방법 선택 및 도복 없이 재배 가능한 기간구명

재배 방법에 따른 파의 도복정도를 알아보기 위하여 공시품종인 ‘흑금장파’를 순수수경, 배지경, 토양재배의 세가지 방법으로 재배하였다. 퍼얼라이트 배지에 육묘하여, 순수수경은 M식 양액을 이용하여 담액식으로 재배하였고, 배지경은 퍼얼라이트를 배지로하여 M식 양액을 살수 공급하여 재배하였으며, 토양재배는 일반토양에 질소-인산-칼리를 25-25-30 kg/10a 수준으로 기비한 후, 폭 75cm의 이랑을 만들고 15cm × 15cm 간격으로 정식하여 재배하였다.

도복시(직전)의 초장, 엽수, 엽초부경, 생체중을 조사하여 이동식 시스템에 적합한 재배방법과 도복없이 재배 가능한 기간을 구명하였다.

제 2 항. 고정식 시스템에서의 도복방지 시스템

‘소춘’을 공시품종으로 M식 양액을 이용하여 담액순환식으로 재배하였다.

도복방지효과를 알아보기위하여 카네이션용 net(그림 1.)와 비닐 테잎(완두재배시와 같은 형식으로 설치 ; 그림 2.)을 설치하여 재배한 후 초장, 엽수, 엽초부경, 생체중, 도복율 등을 조사하였다. 비닐 테잎은 완두재배에서 쓰이는 방법과 같이 잎의 좌우 약 25cm 높이에 2줄의 비닐 끈을 묶고 그 사이에 1m간격으로 집게로 고정시키는 방식으로 실험였고, 카네이션용 net는 한 칸의 크기가 10cm × 10cm인 것을 낮게 설치하였다가 파가 자람에따라 올려주는 방식으로 실험하였다.



그림 1. 고정식 시스템에서의 도복방지 시스템 중 카네이션용 net.



그림 2. 고정식 시스템에서의 도복방지 시스템 중 vinyl tape.

제 3 절 연구 결과

제 1 항. 이동식 시스템에서의 도복방지 시스템

실험 1. 도복방지 품종선발

지상부의 길이는 ‘흑금장파’, ‘쌍대파’, ‘구조파’, ‘석창대파’의 순으로 크게 나타났고, 엽초부경은 ‘흑금장파’, ‘쌍대파’, ‘석창대파’, ‘구조파’의 순이었다. 생체중에서 지상부는 ‘흑금장파’, ‘구조파’, ‘석창대파’, ‘쌍대파’, 지하부는 ‘흑금장파’, ‘쌍대파’, ‘구조파’, ‘석창대파’이 순으로 좋았다. 네가지 품종중에서 ‘흑금장파’가 가장 우수하였다(표 1).

Table 1. The growth of welsh onion(*Allium fistulosum* L.) cultivars in M. S.^{z)} 60 days after sowing.

Cultivars	Top length (cm)	Leaf sheath width (cm)	Leaf width (cm)	Top fresh weight
Gujo	54.17bc ^{y)}	0.64b	0.41b	8.15a
Ssangdae	56.83ab	0.63b	0.43ab	7.53a
Sukchangdae	52.03c	0.63b	0.42ab	8.03a
Heukgunjang	60.23a	0.73a	0.46a	8.51a

^{z)} M. S. : M Nutrient solution for *Allium fistulosum* L.

^{y)} Mean separations between columns by Duncan's multiple range test, at 5% level.

품종별 지상부의 길이를 보면 처음부터 40일째까지 ‘흑금장파’는 꾸준히 좋은 생육을 보였고, ‘구조파’와 ‘쌍대파’가 그 다음으로 좋은 생육을 보인 반면 ‘석창대파’는 계속 낮은 생육을 보였다(그림 3)

품종별 생체중에 있어서도 지상부의 길이와 마찬가지로 ‘흑금장파’가 계속적인 좋은 생육을 보였고, 그 다음이 ‘구조파’와 ‘쌍대파’, 그리고 ‘석창대파’는 생육이 좋지 못하였다(그림 4).

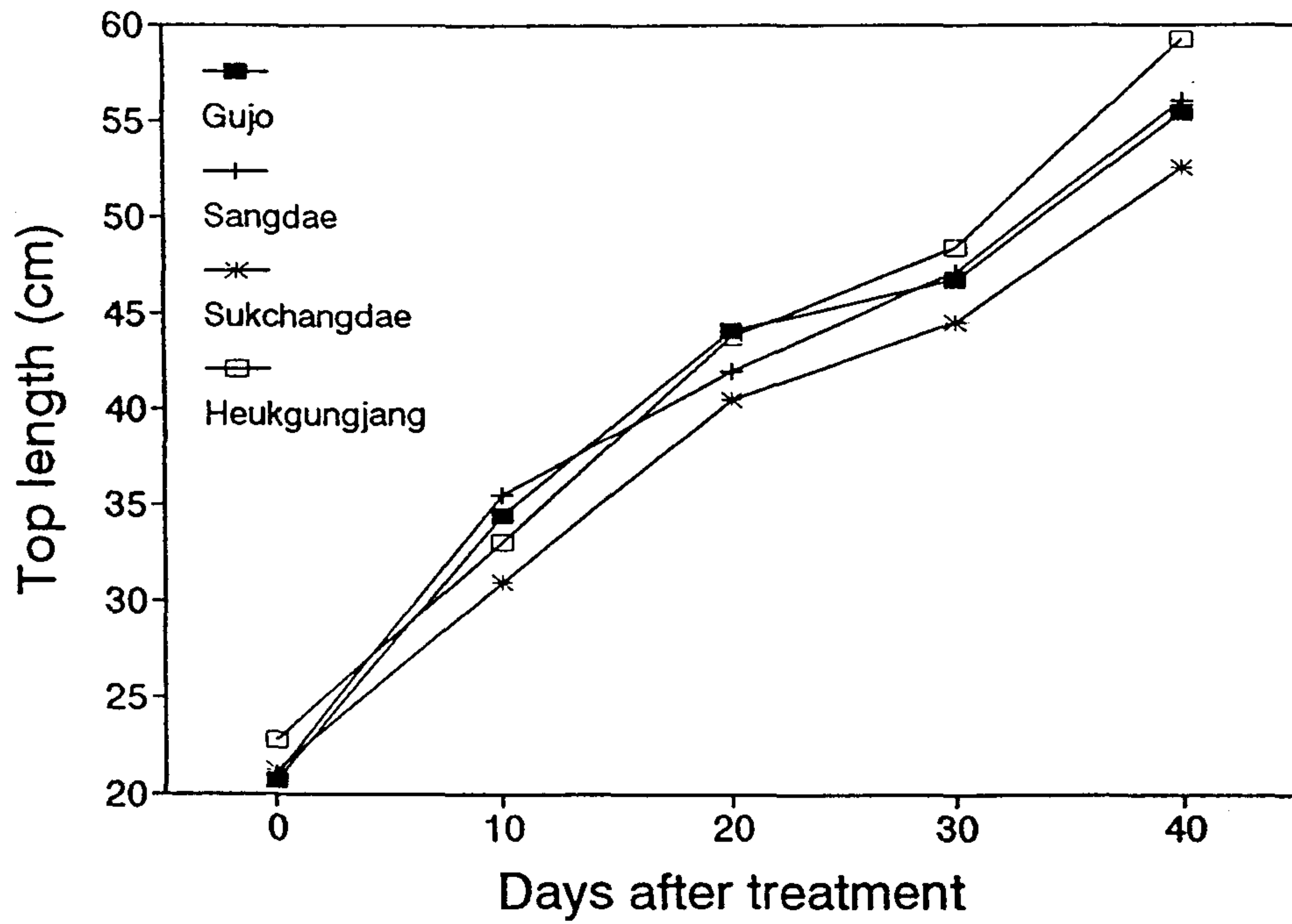


Fig. 3. The effect of cultivar on the top length of *Allium fistulosum* L. in M's nutrient solution.

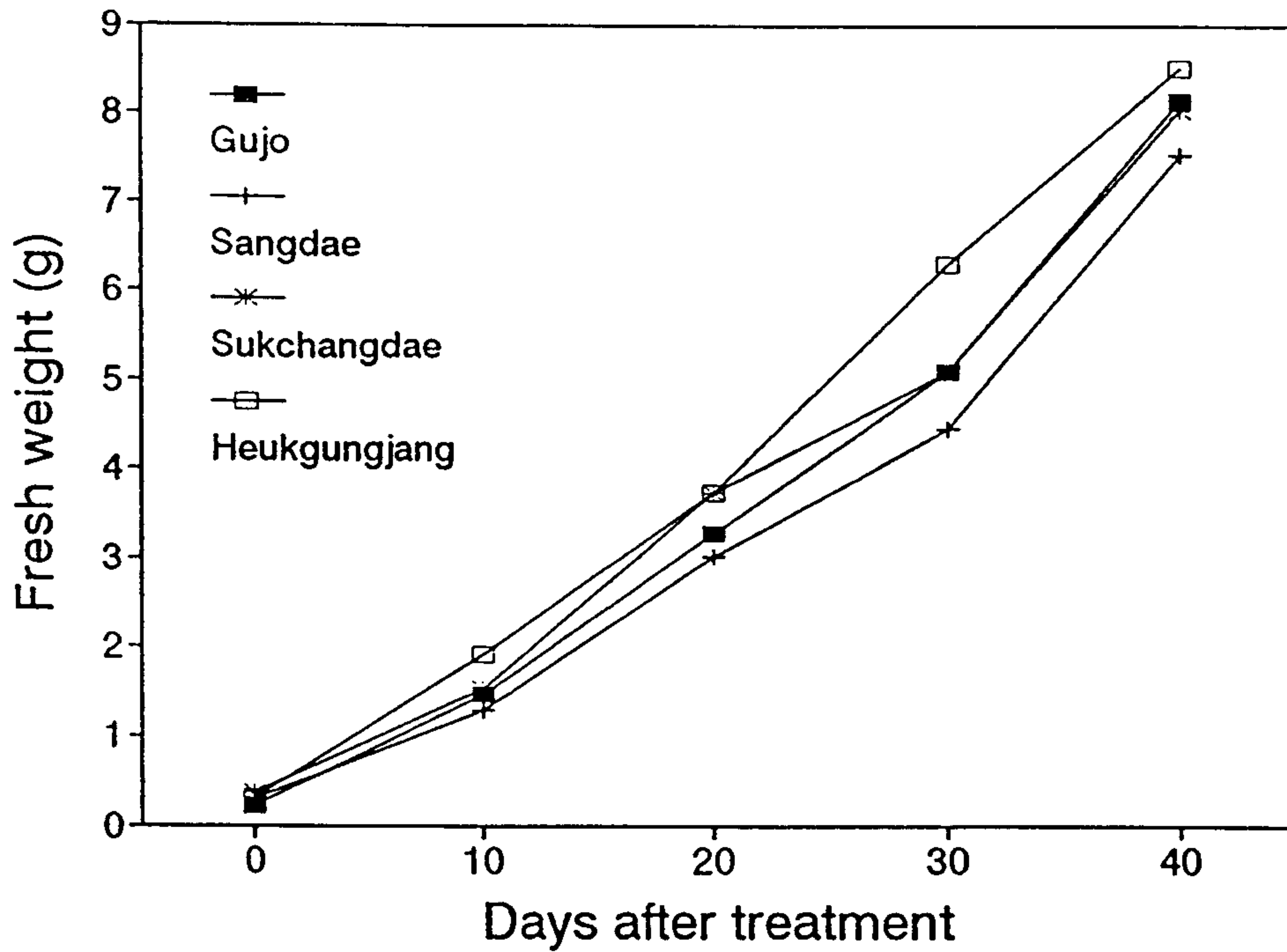


Fig. 4. The effect of cultivar on the fresh weight of *Allium fistulosum* L. in M's nutrient solution.

잎파 수확시기를 초장 50~60cm 정도일 때로 정하여 수확하였는데 계속적으로 재배할 경우 1m 이상 재배가 가능하였다.

초장 60cm에서 수확하였을 때의 도복율을 보면 '구조파'와 '석창대파'가 35% 이상, '쌍대파'가 40% 이상을 보인 반면 '흑금장파'는 20% 미만의 도복율을 보였다(그림 5).

결과를 볼 때, '흑금장파'가 초장생육이 빠르고, 도복율이 낮기 때문에 이동식 시스템을 이용해 40~50cm의 잎파를 대량생산하는데 있어서 가장 적합한 품종으로 나타났다.

실험 2. 도복이 적은 재배방법 선택 및 도복 없이 재배 가능한 기간구명

Table 2. The growth and period on cultural methods in welsh onion.

Cultural method	Leaf number	Top length (cm)	Sheath diameter (mm)	Top F.W. (g)	Period without lodging (Days)
Hydroponics	5.7	58.5	8.07	12.5	38
Perlite	5.7	61.5	8.30	16.8	44
Soil	6.0	61.8	8.63	16.5	70

재배방법별 도복시까지의 생육을 보면 순수수경재배는 38일만에 초장 58.5cm, 생체중 12.5g으로 자라고, 도복이 일어났다. 토양재배의 경우 70일에 초장 61.8cm, 생체중 16.5g으로 자라고, 도복일 일어났다. 그러므로 순수수경재배는 생육이 좋고, 빠른 반면 도복일 가장 일찍 일어났으며, 토양재배가 도복은 가장 늦게 일어나지만 생육이 가장 더딘 것으로 나타났다. 퍼얼라이트를 배지로한 배지경의 경우 생장은 순수

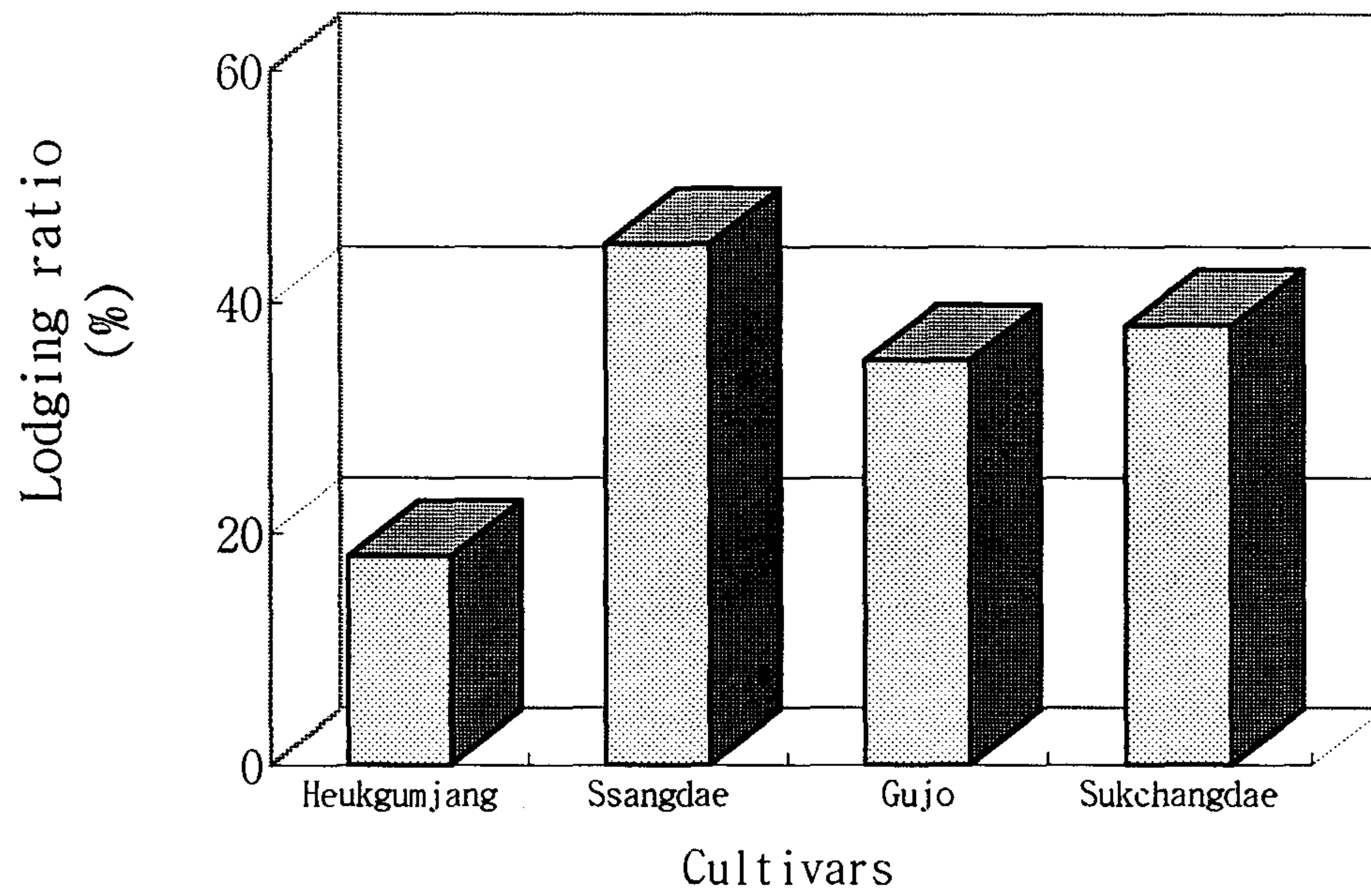


Fig.5. The lodging ratios of welsh onion(*Allium fistulosum* L.) cultivars when 60cm height.

수경재배와 비슷하면서 도복이 늦게 일어나기 때문에 잎파를 이동식 시스템을 이용하여 대량재배할 경우 배지경이 경제성 면에서 가장 적합한 것으로 사료되었다.

실험결과로 볼 때 배지경을 이용하여 재배하면 잎파를 40일 정도의 재배기간에 초장 60cm 정도까지 도복의 문제없이 재배할 수 있을 것으로 나타났다.

제 2 항. 고정식 시스템에서의 도복방지 시스템

표 3.와 그림 6.에서 볼 수 있는 바와 같이 완두재배시 이용되는 비닐 테잎이 도복방지에는 효과적인 것으로 나타났다.

카네이션 net의 경우 가로 세로가 10×10cm로서 잎파 재식간격과 맞지 않았기 때문에 도복을 효과적으로 예방하지 못했으며, 간격을 적절히 맞추어준 비닐끈이 더 효과적인 것으로 나타났던 것으로 보인다.

그러나 비닐 테잎으로 잎파의 잎분을 모아줌에 따라 잎에 태양과 공급의 부족현상이 나타나 외적품질 측면에서 좋지 않다고 판단되었으며, 따라서 잎파재배 시스템의 재식간격에 맞는 새로운 net를 만든다면 도복방지에 효과적이고, 설치에 드는 노력을 줄일 수 있으리라고 본다.

Table 3. Comparison of lodging between vinyl tape and carnation's net on welsh onion

Treatment	Top length (cm)	Leaf number	Sheath diameter (mm)	Top Fresh Weight (g)
Vinyl tape	73.9	5.5	9.28	25.7
Carnation's Net	70.8	5	8.83	17.5

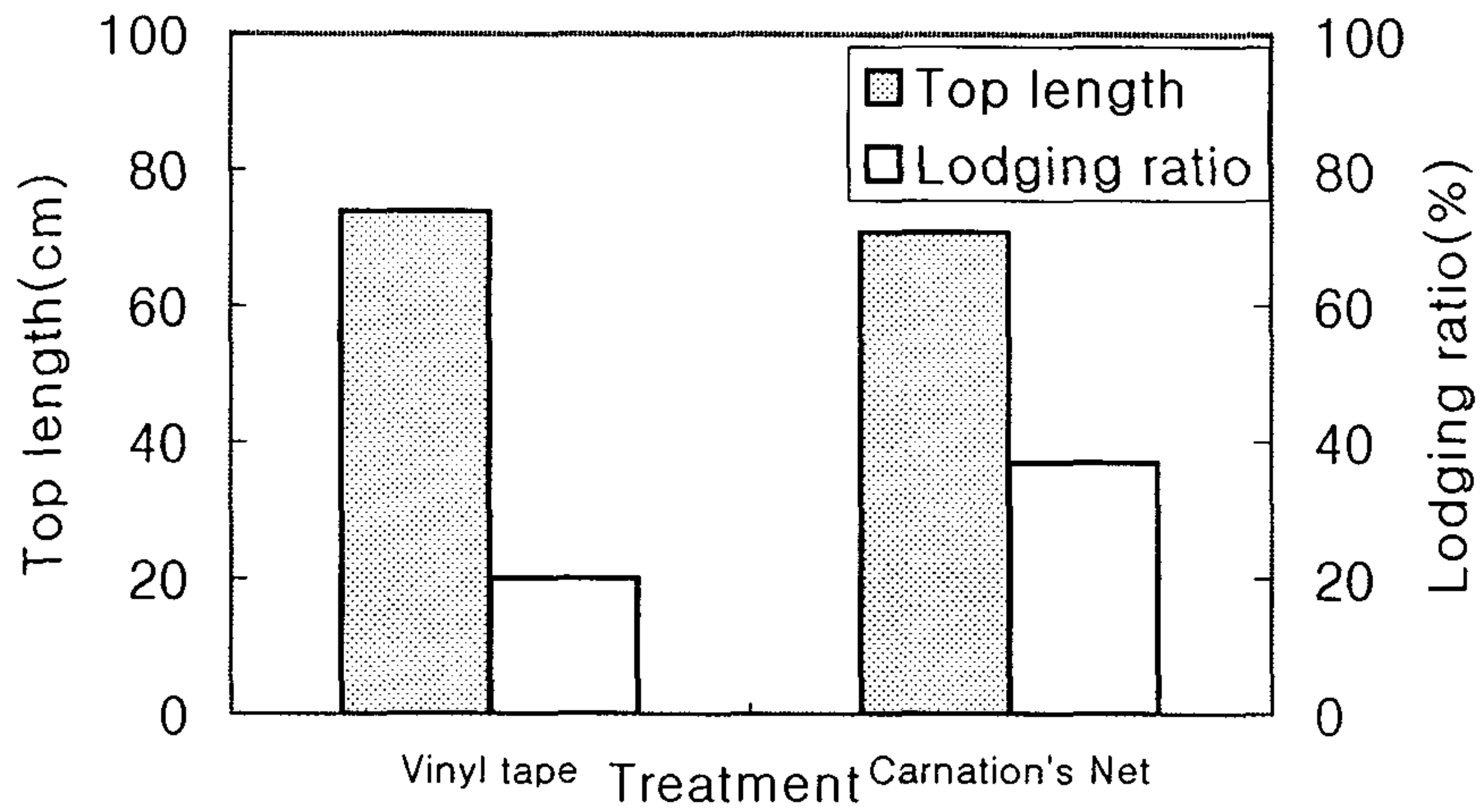


Fig. 6. Comparison of vinyl tape and carnation's net on top length and lodging ratio of welsh onion.

제 4 절 적 요

1. 도복에 강한 품종선발에서는 흑금장파가 생육이나 내도복성에서 가장 좋은 것으로 나타났다.
2. 재배방법중에서는 성장속도, 내도복성 및 시스템 적용 편의성 등을 고려할 때, 퍼얼라이트 배지경이 좋은 것으로 나타났다.
3. 재배가능 기간은 배지경의 경우 40일 동안 초장 60cm까지는 전혀 도복의 문제없이 재배할 수 있는 것으로 나타났다.
4. 고정식 시스템에서 잎파를 대량생산할 경우 net나 vinyl tape 등을 설치하여 70cm 이상까지도 도복없이 재배가 가능하다.

2-3 잎파의 공장적 생산 및 토양재배 비교 경영 분석

- 생산기간과 시설투자를 비교하여 경영분석 -

제 1 절 시설

식물공장에서의 대량생산은 NASA 등에서 연간 수십억을 투자해서 우주 여행시 식물을 생산하려는 연구를 하는데 이와 같은 우주연구는 먼 미래를 보는 연구이므로 경영의 합리화 연구는 이루어지고 있지 않으나, 네델란드, 독일 등에서는 원예 경영연구 분야를 시설원예의 중요한 분야로서 책정하여 개발되는 모든 재배법이나 신농법의 경영수지를 연구후에 보급하고 있다.

그러나 현재까지 잎파의 공장적 대량생산 체계에 대한 경영분석은 외국의 경우에서도 이루어진 바 없었으며, 국내의 경우는 다른 채소류의 경우도 그 예를 찾아보기가 어려운 실정이다.

그러나 수경재배를 통한 공장적 대량생산을 하기 위해서는 경영분석이 필요하며, 특히 농업경제기반이 약한 우리나라의 경우 기존의 토양재배와의 비교 분석이 이루어져 경제성이 인정되어야 실질적인 실용화 단계로 넘어갈 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구실에서 pilot로 설계 제작한 이동식 잎파 재배 시스템은 연구비의 규모상 생산 line만을 제작한 것으로 공장적 대량생산에 필요한 난방, 관수, 기상관리, 수확체계, 등은 현재 이용되는 수경재배 농가의 것을 채택하였다. 또한 시스템 구성하는 여러 부품을 소매하였기 때문에 대량생산 할 경우 그 단가는 현재보다 상당히 격감될 수 있을 것이다.

제 2 절 결과

제 1 항 소득분석

파 토양재배 소득분석

(기준 : 년1기작/10a)

비목별		수량	단가(원)	금액(원)	비 고	
조 수 입	주산물 가액	3,610kg	508	2,093,800	상품화율 : 92%	
	부산물가액					
	계			2,093,800		
경 영 비	중 간 재 비	종묘비	7.5dl	4,000	30,000	N:26 P:10 K:9kg
		무기질 비료비			19,994	농용석회 : 100kg
		유기질 비료비			90,000	살충제유제 : 1,200cc
		농약비			10,676	입제 : 3kg
		광열·동력비			8,723	살충제유제 : 750cc
		수리(水利)비			8,250	제초제유제 : 200 cc
		제재료비			23,500	전기 : 17kw
		소농구비			1,400	유류 : 27l
		대농구 상각비			72,727	비닐 : 45m
		영농시설상각비			87,750	활죽 : 20개
		수리(修理)비			21,150	비닐끈 : 1타
		임차료			234,835	짚 : 100kg
		기타요금			1,950	
		계			610,955	
		고용노력비	77시간	남5,700 여2,800	253,300	남 : 13시간 여 : 64시간
계			864,255			
자 기 노 력 비	173시간	남5,700 여2,800	768,600	남 : 98시간 여 : 75시간		
소 득			1,229,545			
부 가 가 치			1,482,845			
소 득 율 (%)			58.7			

* 파이프 플라스틱 하우스 대파 재배 소득 분석

- 재배작형 : 대파 + 시금치

- 농촌진흥청 농축산물 표준 소득 분석 조사 기준에 준하여 조사

파 식물 공장 소득 분석

(년 6작/10a)

비 목 별		수 량	단가(원)	금 액(원)	비 고
조수입	주산물가	14,400kg	4,000	57,600,000	수경용 100g 400원 계산 상품화율 99%
	부산물가				
계				57,600,000	
종묘비		150dl	4,000	600,000	
비료비		100kg	10,000	1,000,000	
광열, 동력비				5,000,000	난방비
제재료비				1,200,000	전선 등
배지				4,500,000	평당 15,000
공장비용				12,000,000	감가 상각비 양액탱크(공장, 난방비)
토지임차료				240,000	현 시가
기타요금(1%)				1,200,000	기계관리 등
계				25,740,000	
고용노력비		1460시간	남:5,700	8,312,000	남자 매일 4시간 근무
계				34,062,000	
자기노력비		600시간	남:5,700	3,420,000	공장조립 30일×8시간=240시간
소득				23,538,000	
부가가치					
소득율(%)				40.90(%)	

- 자체내에서 개발한 방법에 의해 계산함
- 플라스틱 온실을 기준으로 함

제 2 항 경영분석

농진청에서 제시한 대파의 경영분석을 보면 주산물 가격은 2,093,800원이며 경영비가 864,255원이며 소득은 1,229,545원 나타나 있다. 여기서 가장 많이 차지하는 것은 고용 노력비로 경영비의 29.3%(253,300원)이며 다음이 토지 임차료 27%(234,835원) 그리고 비료대금 12.7%(109,994원)이다.

대체로 대파를 1년 1기작 할 경우 10a당 123만원의 소득을 갖는데 소득을 58.7%를 차지한다. 간이 식물 공장은 연간 6기작을 해서 실파(약 10g내외)를 수확할 경우에 14,400kg을 수확할 수 있으며, 여기서 나오는 실파를 수경 재배 산물로 할 경우 kg당 4000원을 받을 수 있어 연간 5760만원의 조수입을 올릴 수 있다. 전체 경영비 34,062,000원 중 가장 많이 차지하는 것이 공장 비용의 감가 상각비로 35%(1200만원)을 차지하고, 다음이 고용 노력비 24.4%(832만원), 광열비 14.7%(500만원), 그리고 배지 13.2%(100만원) 순서이다. 사람을 1인 채용해서 월 평균 70만원 정도를 주면서 관리 하게 되어 고용 노력비는 가장 많이 들지만 결국 소득은 약 2,354만원으로 일반 재배 보다 19배 정도 수익을 올릴 수 있다. 소득율은 40.9%였다. 그러나 이것은 pilot 실험을 배가 시킨 결과이며, 특히 양액 재배에 대한 기술이 전혀 없으면 실제 재배에 대한 위험 부담이 크다고 본다. 식물 공장은 초기에 투자 비용이 많이 필요한 점에서 문제가 있다고 생각된다.

연구를 수행하는데 연구비가 제한적이기 때문에 pilot 시스템으로 운영해서 경영 분석에 다소 문제가 있었으나 본 연구를 통해 잎파의 연속적 생산이 가능한 시스템이 개발된 점에서 굉장히 큰 의의가 있다고 본다.

제 3 절 적 요

공장적 대량생산을 통한 잎파재배시 토양재배보다 상당히 높은 소득을 올릴 수 있으나 초기 투자 비용이 많이 필요한 문제점이 있다.

제 3 장. 공장생산 잎파의 품질향상 및 저장비교실험

3-1 공장생산 잎파의 품질향상

- 양액조절을 통한 잎파의 질산염 함량 조절 -

제 1 절 서 설

잎파(*Allium fistulosum* L.)는 그 독특한 향기와 풍미로 국내에서 가장 많이 소비되는 양념채소 중 하나인 잎파는 계절별 재배면적의 변동 때문에 가격파동이 극심한 작물로서 안정적인 생산체계가 요구되고 있다.¹⁷⁾ 그러므로 온 실내에서의 양액재배를 통한 잎파의 생산은 계절적 요인에 의한 재배환경 변화의 대처에 용이하다는 측면에서 안정적 생산을 기하는데 유리하다. 일본에서는 잎파의 수경재배에 대한 연구가 일부 이루어져 있으나¹¹⁾ 국내에서는 지금까지 양액재배를 통한 잎파의 연구는 전혀 수행된 바 없다. 따라서 시설 내에서의 수경재배를 통한 잎파의 생산은 계절적 요인에 의한 재배환경 변화의 대처가 용이하다는 측면에서 안정적 생산을 기하는데 유리하므로^{3, 17)} 수경재배를 통한 주년생산이 요구된다.

또한 소득수준의 향상으로 먹거리에 대한 질적 관심이 높아져, 신선하고 청결하며 보건적 가치가 높은 채소의 소비가 증가하고 있으므로 이러한 소비자의 욕구를 만족시키면서 농가의 소득 증대도 도모할 수 있는 수경재배를 이용한 청정 채소류의 주년생산이 필요하리라 본다.

최근 녹색채소류의 질산염 함량이 사회적으로 주목을 받고 있으므로 양액재배를 통해 양액의 조절로 잎파의 질산염 함량을 감소시키는 실험을 수행하였다.

양액재배에 있어서 질소원의 공급은 생육, 수량, 품질 등에 큰 영향을 미칠 뿐 아니라 형태별(NO_3^- , NH_4^+)로 비율을 달리한 질소공급원에

대한 생육반응 또한 작물의 종류에 따라 차이가 있다고 알려져 있다.¹⁵⁾

일반적으로 작물은 NO_3^- -N 을 선호하나 작물의 종류와 배지, 배양액의 pH 등에 따라 우선적으로 흡수하는 형태가 다르다. NO_3^- -N 은 고농도로 시용해도 작물뿌리에 해가 나타나지 않으나 NH_4^+ -N 은 낮은 농도라도 단독으로 사용하면 생육에 장애가 나타나기 쉽다.¹⁹⁾

이에 첫 번째로 잎파의 질산염(NO_3^-)의 함량을 최소로 줄이면서 잎파의 생육은 정상적으로 이루어지는 적절한 NO_3^- : NH_4^+ 비율을 밝히 고자 하였다.

또한 질산염의 함량을 줄이는 방법으로 수확 수일 전부터 양분이 없는 물에서 재배하는 방법이 연구되어 왔다. 상추와 삼엽채의 경우 수확전 2일전에 1/2배 양액에서 재배하면 생육에는 영향을 주지 않으면서 질산염의 함량을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.¹⁹⁾

이런 기존의 연구를 바탕으로 두 번째 연구는 수확시 생육에는 큰 차이를 보이지 않으면서 질산염 함량을 최소화 할 수 있는 원수 재배 기간을 알아보려고 하였다.

아직 국내에서는 축산분야에서만 연구²¹⁾되고 있는 Se는 하루에 50 - 100 μg 을 섭취하면 심장, 간의 기능강화와 암 예방효과가 있는 등 보건적 기능을 가지면서^{8, 9)} 동시에 식물에서는 질산염의 함량을 감소시키기도 한다고 했다. 또한 Se처리에 의한 식물체내 질산염 함량이 감소에 관한 보고는 국내에서도 이미 있었는데 박 등²⁰⁾ Se을 십자화과 작물인 청경채에 처리할 경우 2 ppm까지는 생육 억제가 나타나지 않으면서 NO_3^- -N함량은 20-30%감소하는 효과가 있다고 하였다. 이에 세 번째로 잎파 양액재배시 양액에 첨가할 수 있는 Se의 적정 농도를 알아보았다.

1년차 연구에서 잎파용 양액으로 선발되었던 M식 양액의 경우 양액 내 NO_3^- -N의 농도가 16 me/l이다. 이는 상추용 Yamazaki양액의 2.7배에 해당한다. 이에 M식 양액에서 NO_3^- 농도만을 변화시켜 잎파의 질산염 함량을 줄이는 실험을 네 번째로 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

제 1 항 NO_3^- 와 NH_4^+ 의 비에 따른 잎파의 질산태질소 함량 변화

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 온실에서 수행하였으며, 공시작물은 파(*Allium fistulosum* L.)로서 '흑금장파' '석창대파', '쌍대파', '구조파'(대농종묘)의 4가지 품종을 사용하였다. 재배방식은 담액순환식 시스템을 사용하였으며, 베드는 3 cm styroform을 이용하여 가로 90 cm, 세로 180 cm, 높이 20 cm의 틀을 제작하였으며, 각 베드는 4개의 lane으로 구성되어 있다. 배양액 순환은 timer를 이용하여 On/Off를 각각 5분으로 하였으며, 급액량은 분당 40 l로 하였다. 질소의 총당량은 17.5 (me/l)로 하였으며, NO_3^- -N : NH_4^+ -N 처리 비율은 9 : 1, 3 : 1, 1 : 1, 1 : 3 (me/l) 이었으며, 양액조성은 M식 양액을 변경하여 제조하였다(표 1).

pH는 6.0으로 보정하였으며 배양액은 10일 간격으로 교환하였다. 1996년 4월 20일 파종하고, 5월 5일에 재식간격 10cm × 10cm로 정식하였다. 각 처리별로 1/4배액에서 5일간 순화시키고, 5월 10일부터 1배액으로 처리하여 6월 20일에 수확하였다. 양액의 온도는 18 - 22°C로 유지하였다.

외형적 생육조사는 엽수, 초장, 엽장, 엽초부경, 생체중, 건물중을 조사하였으며, 식물체의 NO_3^- -N 을 측정하기 위해 Brucin 법을 사용하였으며, NH_4^+ -N 는 indophenol blue 법을 사용하여 측정하였다.¹⁸⁾

Pyruvic acid의 함량 측정은 생체 5 g씩을 채취하여 증류수와 1 : 9의 비율로 혼합하여 분쇄하여 20분간 상온에서 방치한 후, 그 상등액 5 ml 과 예냉한 TCA(2, 3, 5 - trichloroacetic acid, 10%) 용액을 5 ml 첨가하여 4°C에서 1시간 반응시킨 후 10,000 rpm에서 20분간 원심 분리하였다. 상등액 1 ml 에 DNP(2, 4 - dinitrophenylhydrazine) 용액 과 증류수 1 ml 을 첨가하여 37°C 항온기에서 10분간 반응시킨 후 0.6N NaOH 5 ml 첨가하여 spectrophotometer (Beckman) 420 nm에서 측정하였다.^{25, 26)}

통계처리는 각 처리의 평균치 비교를 위해 분산 분석에 의한 LSD (5%)와 Duncan의 다중검정법을 이용하여 유의성을 검정하였다.

Table 1. Chemical composition of M's nutrient solution for welsh onion in this experiment²⁾.

Chemical compositions	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	PO ₄ ³⁺ -P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻ -S
Concentration (me/ℓ)	16	1.5	4	8	8	4	6

²⁾ Micro element was used by Yamazaki's nutrient solution for head lettuce.

Table 2. Amounts of various fertilizers used to obtain 4 combinations of NO_3^- -N : NH_4^+ -N at constant N, Mg, S concentration. (mg/ℓ)

Fertilizers	NO_3^- -N : NH_4^+ -N			
	9 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3
NH_4NO_3	60.0	48.8	140	250.4
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	767.5	236.1	-	146.4
KNO_3	859.4	606.6	606.6	-
$(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4$	-	182.3	330.4	330.4
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	115.0	115.0	230.1	464.1
NH_4Cl	-	-	-	53.5
K_2SO_4	-	174.3	-	-
KH_2PO_4	-	-	272.2	136.1
CaCl_2	-	294.1	367.5	147.0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	369.7	369.7	369.7	369.7
Na_2SO_4	355.1	17.1	-	-
NaNO_3	-	384.1	85.0	-

제 2 항 수확전 질소절비법에 의한 잎파의 질산태질소 함량 변화

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 온실에서 수행하였으며, 공시작물은 파(*Allium fistulosum* L.)로서 '흑금장파'(대농종묘)와 小春(다끼이)의 2가지 품종을 사용하였다. 재배방식은 담액식 시스템을 사용하였으며, 베드는 기존의 딸기 상자로 사용되고 있는 스티로폼 상자를 이용하였다(가로 40 cm, 세로 60 cm, 높이 20 cm). 지하부의 산소 공급은 air pump에 timer를 연결하여 On/Off를 각각 15/45분으로 하였

다. 1996년 4월 10일 파종하고, 4월 25일에 재식간격 10 cm × 10 cm로 정식하였다. 각 처리별로 1/4배액에서 5일간 순화시키고, 5월 1일부터 1배액으로 처리하여 5월 31일까지 초장이 55 cm까지는 1배의 M식 양액에서 재배한 후 수확 8, 6, 4, 2, 0일 전부터 수돗물에서 재배하여 수확하였다.

pH는 6.0으로 보정하였으며 양액온도는 15-20°C로 유지하였으며 배양액은 10일 간격으로 교환하였다.

외형적 생육조사는 엽수, 초장, 엽장, 엽초부경, 생체중, 건물중을 조사하였으며, 식물체의 NO_3^- -N 을 측정하기 위해 건물 0.1 g를 10 ml의 증류수로 2시간 동안 진탕하여 상등액을 취해 5% 살리실산-황산액을 첨가하여 실온에서 20분간 방치하였다.

여기에 2N NaOH를 5 ml (10 ml) 첨가하고, 교반한 후 410 nm에서 흡광도로 조사하였다.

제 3 항 Se 처리에 의한 잎파의 질산태질소 함량 변화

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 온실에서 수행하였으며, 공시작물은 파(*Allium fistulosum* L.)로서 '흑금장파'(대농종묘) 품종을 사용하였다. 재배방식은 담액식 시스템을 사용하였으며, 베드는 기존의 딸기 상자로 사용되고 있는 스티로폼 상자를 이용하였다(가로 40 cm, 세로 60 cm, 높이 20 cm). 지하부의 산소 공급은 air pump에 timer를 연결하여 On/Off를 각각 15/45분으로 하였다. 1996년 5월 10일 파종하고, 5월 25일에 재식간격 10 cm × 10 cm로 정식하였다. 각 처리별로 1/4배액에서 5일간 순화시키고, 5월 30일부터 1배의 M식 양액에 Se농도를 0, 0.5, 1, 2, 5 ppm으로 처리하여 NO_3^- 의 흡수가 억제되는지 여부를 시험하였다.

pH는 6.0으로 보정하였으며 양액온도는 18-22℃로 유지하였으며 배양액은 10일 간격으로 교환하였다.

외형적 생육조사는 엽수, 초장, 엽장, 엽초부경, 생체중, 건물중을 조사하였으며, 질산염 함량은 실험 2와 같은 방법으로 측정하였다.

제 4 항 이온 농도에 따른 잎파의 질산태질소 함량 변화

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 온실에서 수행하였으며, 공시작물은 파(*Allium fistulosum* L.)로서 '흑금장파'(대농종묘)를 사용하였다. 재배방식은 담액식 시스템을 사용하였으며, 베드는 기존의 딸기 상자로 사용되고 있는 스티로폼 상자를 이용하였다(가로 40 cm, 세로 60 cm, 높이 20 cm). 지하부의 산소 공급은 air pump에 timer를 연결하여 On/Off를 각각 15/45분으로 하였다. 1996년 9월 15일 파종하고, 9월 30일에 재식간격 10 cm × 10 cm로 정식하였다. 각 처리별로 1/4배액에서 5일간 순화시키고, 10월 5일부터 1배의 M식 양액에 재배하여 초장이 30 cm정도까지 성장한 10월 20일부터 1배의 M식 양액내 NO₃ 함량을 1/4, 1/2, 1, 3/2배로 조절하여 잎파의 질산태질소 함량 변화를 조사하였다.

pH는 6.0으로 보정하였으며 양액온도는 18-22℃로 유지하였으며 배양액은 10일 간격으로 교환하였다.

외형적 생육조사는 엽수, 초장, 엽장, 엽초부경, 생체중, 건물중을 조사하였으며, 질산염 함량은 실험 2와 같은 방법으로 측정하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1) 잎파내 질산태 질소 감소실험

제 1 항 NO₃⁻과 NH₄⁺의 비에 따른 잎파의 질산태질소 함량 변화

양액내 NO₃⁻-N과 NH₄⁺-N의 비율에 따른 pH의 변화는 대체로 NO₃⁻-N의 비율이 높은 처리구는 pH가 증가하고, 반대로 NH₄⁺-N의 농도가 높은 처리구는 pH가 감소하는 경향이였다. NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 처리비율이 1 : 3 인 처리구에서는 pH가 4.0 까지 하강하였는데 이는 Kirkby와 mengel¹⁶⁾에 의하면 NH₄⁺-N의 비율이 높을수록 pH의 저하속도가 빠른 것은 NH₄⁺ --> NH₃ + H⁺ 와 같이 배양액내의 H⁺ 이온이 축적하기 때문이라고 하는 보고와 일치하였다.

외관상 생육을 살펴보면 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 의 비율이 9 : 1 처리구에서 초장이 가장 길었으며, NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 의 비율이 3 : 1과 1 : 1 처리구에서는 통계적 유의차가 없었으나, 1 : 3 처리구의 초장이 가장 짧았다. 생체중도 초장과 같은 경향을 나타내어 일반적으로 잎파의 생육은 NO₃⁻-N : NH₄⁺-N 의 비율이 9 : 1 처리구에서 가장 양호하였고, 3 : 1, 1 : 1 처리구에서는 생육에 큰 차이가 없었으며, 1 : 3 처리구에서 가장 저조하였다(표 3).

Table 3. The effects of NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ratio on the growth of 'Huggumjang' welsh onion(*Allium fistulosum* L.) 60 days after sowing.

NO ₃ ⁻ : NH ₄ ⁺ ratio (me/ℓ)	Top length (cm)	Leaf sheath width (cm)	Leaf width (cm)	Top fresh weight (g)
9 : 1	55.73 a	0.53 a	0.36 a	6.51 a
3 : 1	47.17 b	0.42 b	0.35 a	6.36 b
1 : 1	46.67 b	0.43 b	0.33 a	5.47 c
1 : 3	42.83 c	0.43 b	0.32 ab	4.40 d

이는 Ikeda 등¹¹⁾이 잎과 수경재배시 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율이 3 : 1 일 때 가장 생육이 양호하였다는 보고와 다소 차이가 있었으나, 이는 품종이나 양액의 온도에 따른 차이에 기인한 것으로 사료된다. 특히 1 : 3 처리구에서는 잎끝의 황화가 심하여 상품성이 급격히 저하되는 것을 볼 수 있었으며, 이는 NH_4^+ -N 의 비율이 높아짐에 따라 잎이 황화되며 고사한다는 보고와 일치하였다.²⁾ 또한 1 : 3 처리구에서는 뿌리의 발달이 저조하였는데, 이는 Ruth와 Kafkafi²⁴⁾에 의하면 토마토의 경우도 NH_4 를 많이 사용하면 뿌리가 짧고 측근의 발생이 불량하며 NO_3 의 비율이 높아질수록 새 뿌리의 발생이 많다는 보고와 일치한다.

H^+ 이온이 대사과정 중 NH_4 로부터 방출된 것으로써 뿌리표면에 H^+ 이온이 축적되어 장애가 발생된다고 하였는데^{6, 24)}, 이는 결국 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 의 비율이 1 : 3인 처리구에서 pH 하강에 의한 잎과 생육이 억제되었음을 설명해 준다.

Puritch 와 Barker²³⁾에 의하면 NH_4^+ -N 공급이 많을수록 생육이 저조한 것은 NH_4^+ 가 과다할 경우 엽록소의 생합성을 저해하고, 엽록소 조직의 파괴 및 NADP 환원이 억제되어, 식물체내의 대사작용시 광합성이 방해되어 결국 고사하기 때문이라고 하였다.

양액내의 NO_3^- -N 과 NH_4^+ -N의 변화를 보면 양액내의 NO_3^- -N 의 함량은 9 : 1, 3 : 1 처리구에서 급격한 감소를 보였으나, NH_4^+ -N 함량은 전처리구에서 재배 기간 동안 초기량과 큰 차이가 없었다(그림 1, 2). 또한 양액 내 NO_3^- -N의 함량이 증가될 수록 생체내 질산염 함량도 함께 증가하였는데, NO_3^- -N : NH_4^- -N의 비율이 3 : 1일 때 2976 ppm으로 9 : 1보다 34%의 질산염 함량 감소를 보였다(그림 3).

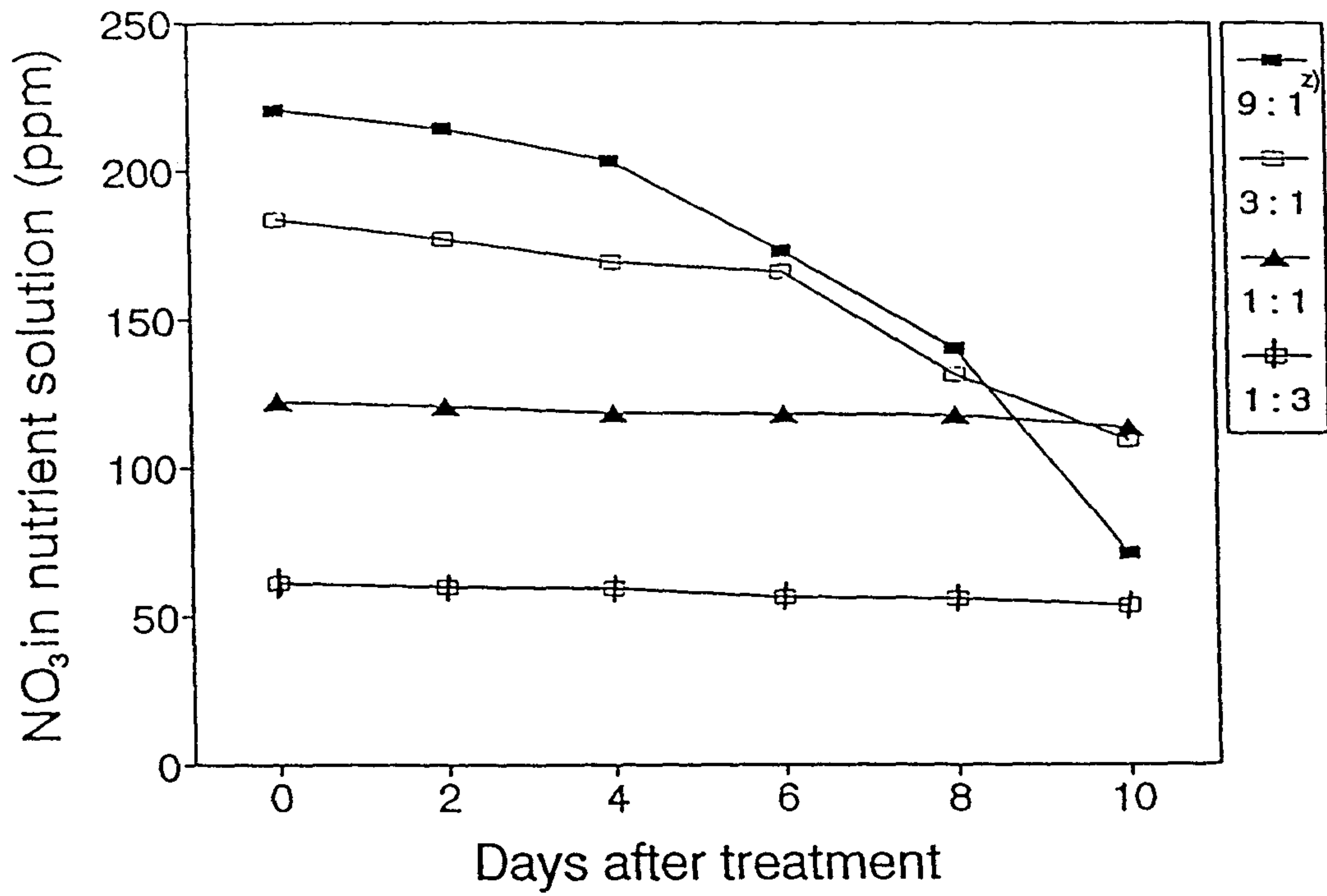


Fig. 1 The change of NO₃⁻-N content in nutrient solution according to NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ratio.
^{z)} NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ratio

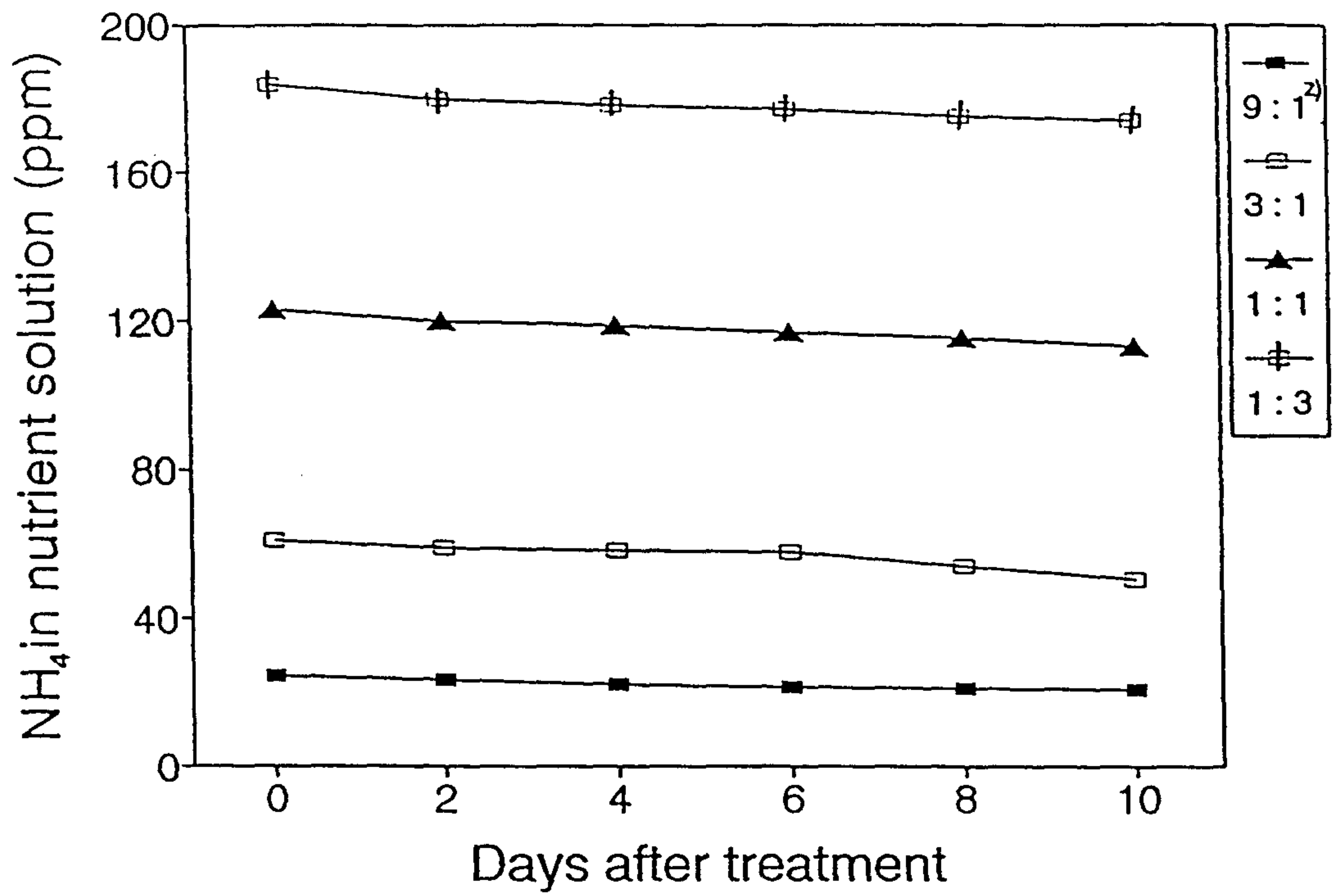


Fig. 2 The change of $\text{NH}_4\text{-N}$ content in nutrient solution according to $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ ratio.
²⁾ $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ ratio

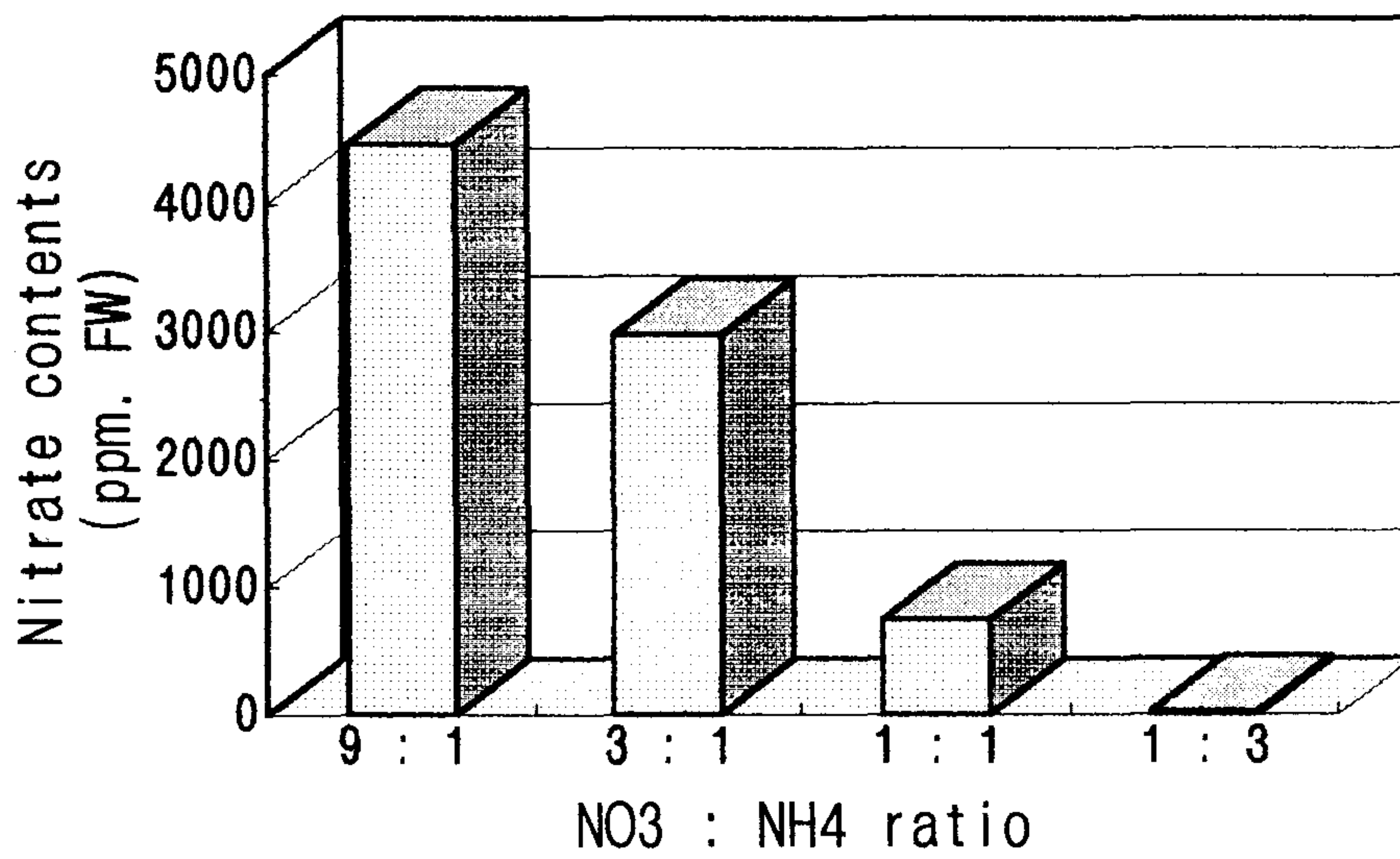


Fig. 3. The Nitrate contents of 'Huggumjang' welsh onion on NO₃ : NH₄ ratio at 60 days after sowing.

Ikeda 와 Osawa¹⁰⁾는 20여종의 채소에 대해서 NO_3^- -N과 NH_4^+ -N 이 같은 농도로 존재할 경우 어느 것을 우선적으로 흡수하는가를 조사했는데, 시금치, 순무는 NO_3^- -N을 흡수하는 반면, 상추, 미나리 등은 NH_4^+ -N을 우선적으로 흡수하였다고 한다. 또한 NO_3^- -N 을 우선적으로 흡수하는 채소는 NH_4^+ -N을 혼용한 경우에도 엽중의 NO_3^- -N 의 함량이 낮아지지 않았지만, 상추와 같은 NH_4^+ -N을 우선적으로 흡수하는 식물은 NH_4^+ -N 혼용에 의해 엽중 NO_3^- -N의 함량이 저하한다고 하였다.¹⁵⁾

이러한 결과로 보아 잎파는 질소원 흡수에 있어 NH_4^+ -N 보다 NO_3^- -N을 선호한다고 사료되지만 NO_3^- -N의 비율을 높일 경우 엽중 질산염의 축적을 야기하므로 적절한 비율의 NO_3^- -N : NH_4^+ -N의 혼용이 필요하다고 생각되며, NO_3^- -N : NH_4^+ -N의 비율이 3 : 1인 처리구에서 안정적인 pH 유지와 잎파의 엽중 질산염 함량을 낮출 수 있어 고품질 재고 측면에서 잎파의 수경재배시 가장 적절한 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율이라고 사료된다. 또한 NO_3^- -N : NH_4^+ -N을 적당한 비율로 혼용할 경우 엽중 질산염 함량을 낮출 수 있을 뿐만 아니라 엽색도 짙게 되고, NO_3^- -N 단독처리에서는 꺾어지기 쉬운 잎의 형태로 되는데 비해 NH_4^+ -N을 혼용할 경우 단단하게 직립한 잎을 만들 수 있다고 한다.¹⁵⁾ 앞으로 적절한 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율에 대한 좀 더 세분화된 실험이 필요하다고 생각된다.

매운맛 성분을 측정하는 pyruvic acid 의 함량을 살펴보면 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 의 처리비율이 9 : 1, 3 : 1 처리구에서 15 $\mu\text{mole/g}$ 이상의 높은 함량을 나타내었지만, 생육이 저조한 1 : 3 처리구에서는 낮은 함량을 나타냈다(그림 4). Freeman 과 Mossadeghi^{4, 5)}에 의하면 황은 파의 생육 및 향기 성분 합성시 꼭 필요한 물질이며, 먼저 파의 생육

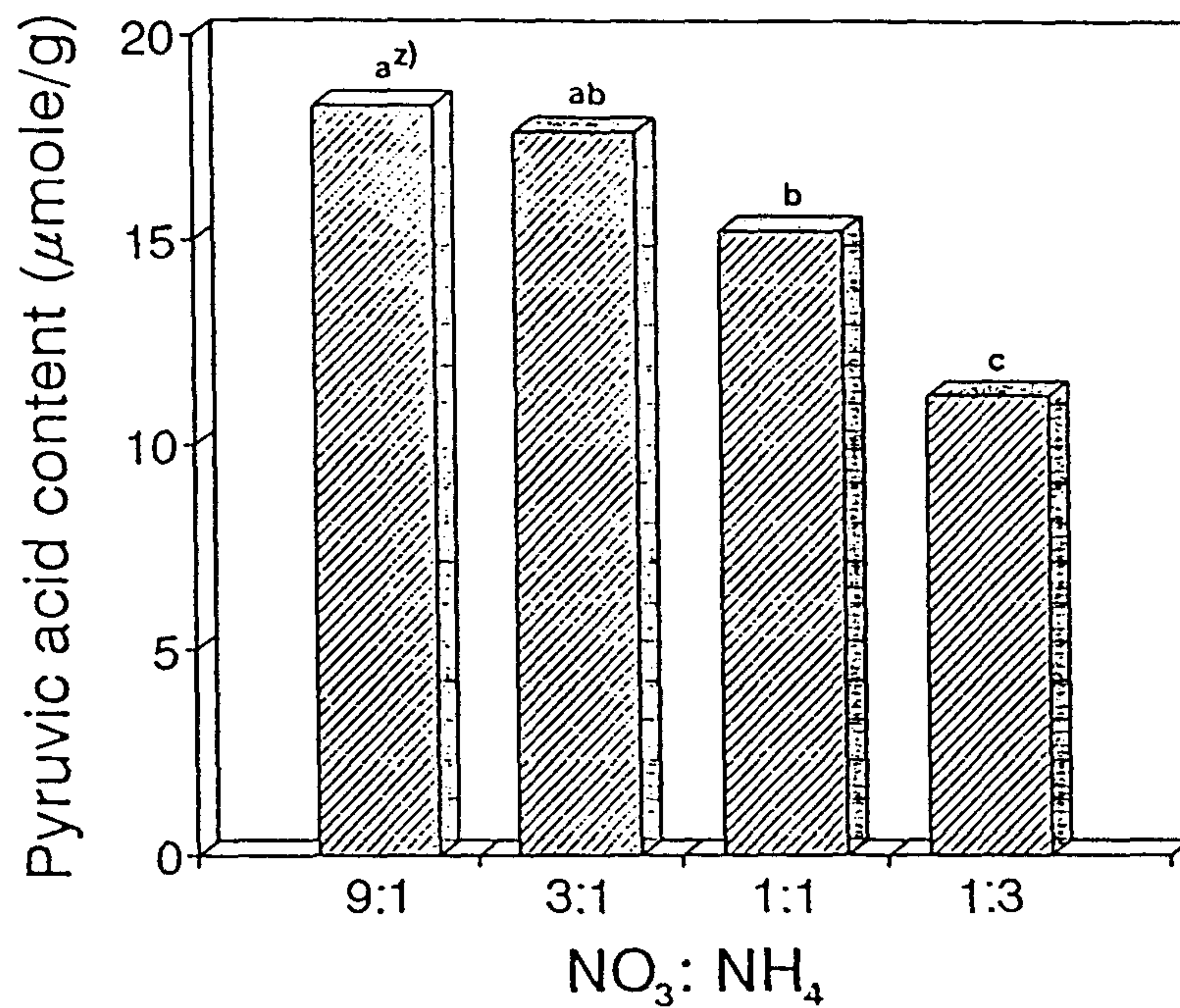


Fig. 4 The effects of NO₃⁻-N : NH₄⁺-N ratio on the pyruvic acid content of welsh onion (*Allium fistulosum* L. cv. Heukgungjang) 60 days after sowing.

²⁾ Means separation within treatments by Duncan's multiple range test, at the 5% level.

에 일차적으로 사용되며, 양호한 생육조건을 충족시킨 다음, 향기성분의 생합성 과정을 거친다고 하였다. 또한 황의 시비량에 따라 파의 생육 및 향기성분 합성에 큰 영향을 미친다고 하였다.

본 실험에서는 각 처리구별 배양액내의 황(SO_4^{2-})의 농도를 8 me/l로 일정하게 처리하였기 때문에 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율이 9 : 1, 3 : 1 인 처리구에서 pyruvic acid의 함량이 높았던 것은 생육이 양호하여 황의 흡수가 촉진되고 황의 대사작용이 활발히 진행되었기 때문이라고 사료된다.

따라서 앞으로 기능채소로서 맛이나 향기를 향상시키는 데 있어서 양액재배를 응용하여 쉽게 변화시킬 수 있다는 점으로 미루어 볼 때 양액조성의 각 성분조절을 통한 고품질 채소생산이 매우 중요하다고 생각된다.

본 실험의 결과, 잎파는 NH_4^+ -N 보다 NO_3^- -N 을 선호한다고 생각되지만 과도한 NO_3^- -N 은 체내의 질산염 축적을 야기하므로 이를 고려한 적정 수준의 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율은 3 : 1(기존의 M식 양액의 3.5배의 NH_4^+ -N 농도)로서 이 비율은 통계적으로 생육의 저하가 없으면서 질산염의 함량을 9 : 1처리에 비해 33%나 감소시키므로 고품질(저농도 질산염 함유)의 잎파를 생산할 수 있는 양액내 질소 형태 비율이라 사료된다.

제 2 항 수확전 질소절비법에 의한 파의 질산태질소 함량 변화

전년도 실험에서 잎파용 양액으로 선정된 M식 양액을 담액식으로 재배하였다. 실험은 초장 55cm 이상이 된 잎파를 대상으로 수확 8일전 부터 2일 간격으로 수돗물을 原水로하여 原水에서 재배하는 처리를 하였는데 처리기간 중의 전반적인 생육과 질산염의 함량을 조사하여 생육의 저하 없이 잎파의 질산염의 함량을 낮출 수 있는 原水에서의 재배기간을 구명하기 위해 본 실험을 수행하였다.

‘小春’의 경우 原水에서 재배한 기간이 길수록 생육의 저하가 동반되었다. 엽수, 엽초부경에서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았지만 초장은 처리기간이 길수록 짧아지므로 8일간 처리할 경우 10%의 생육 감소를 보였고 생체중도 처리기간에 비례하여 감소하여 8일 처리에서는 15%의 생육 감소를 나타냈다(표 4).

Table 4. The growth and NO₃ contents of 'Sochun' welsh onion on periods of tap water treatment before harvest.

Days of tap water transport	Leaf number	Top length (cm)	Sheath diameter (mm)	Top weight (g)	D.W. ratio (%)
0	5	67.51	9.43	16.55	0.72
2	5	64.59	8.68	14.32	0.68
4	5.5	66.02	9.55	13.98	0.78
6	5.5	64.88	9.15	13.66	0.72
8	5	61.25	9.45	13.68	0.79

‘小春’에 있어 처리기간별 질산염 함량은 생육과 같이 처리기간이 길어질수록 낮아졌는데, 처리 8일째는 무처리구보다 44%의 낮은 함량을 보였다. ‘小春’의 경우 무처리시 7056 ppm을 넘는 높은 질산염 함량을 보였는데, 이는 유럽의 경우 생체내 질산염 함량을 3000 ppm이하로 규제하고 있는 것(상추의 경우)에 비추어 볼 때 매우 높은 수치이다. 비록 잎파의 경우 양념채소이므로 음식에 소량 이용되지만 질산염은 다량 섭취할 경우 청색병을 유발하는 등의 문제가 발생되므로 고품질의 잎파 생산을 위해서는 질산염의 함량 감소는 불가피하다. 무양액 재배를 2일 동안 처리할 경우 질산염의 함량이 6382 ppm, 4일간 처리할 경우는 4321 ppm, 6일간 처리할 경우는 3806 ppm, 8일간 처리할 경우는 2797 ppm으로 감소하였다. 무양액 재배 기간이 길어질수록 질산염의 함량은 감소하지만 생육의 저하가 동시에 일어나므로 생육과의 비교 검토가 필요할 것이다.

일반적으로 생체내 질산염 함량이 증가하면 비타민 C함량은 감소하는데²⁸⁾, 엽채류 양액 재배시 수확전에 N의 공급을 줄임으로써 비타민 C함량을 증가시킬 수 있다는 보고가 있었다²⁸⁾. 본 실험에서도 원수 재배기간이 길어질수록 질산염 함량이 감소되면서 비타민 C함량은 증가되는 경향을 보였는데, 처리 6일째 41mg/100gF.W로 무처리보다 1.37배의 함량 증가를 보였다. 그러나 처리 2일째에 비타민 C의 함량이 다소 감소하였는데 이는 양액(EC 2.1mS/cm)에서 원수(EC 0.05mS/cm)으로 이동되면서 나타난 이온 충격으로 비타민 C의 자체 소비가 일어났던 것이 원인으로 생각된다(그림 5).

‘小春’에 있어 질산염 함량과 생육을 비교할 때 적절한 原水 재배기간은 생육 감소가 초장 4%, 생체중 6%로 비교적 감소가 적었던 것은 6일 처리였는데, 6일 처리시 NO₃함량도 3806 ppm으로 무처리구에 비해 46%나 감소하였다.

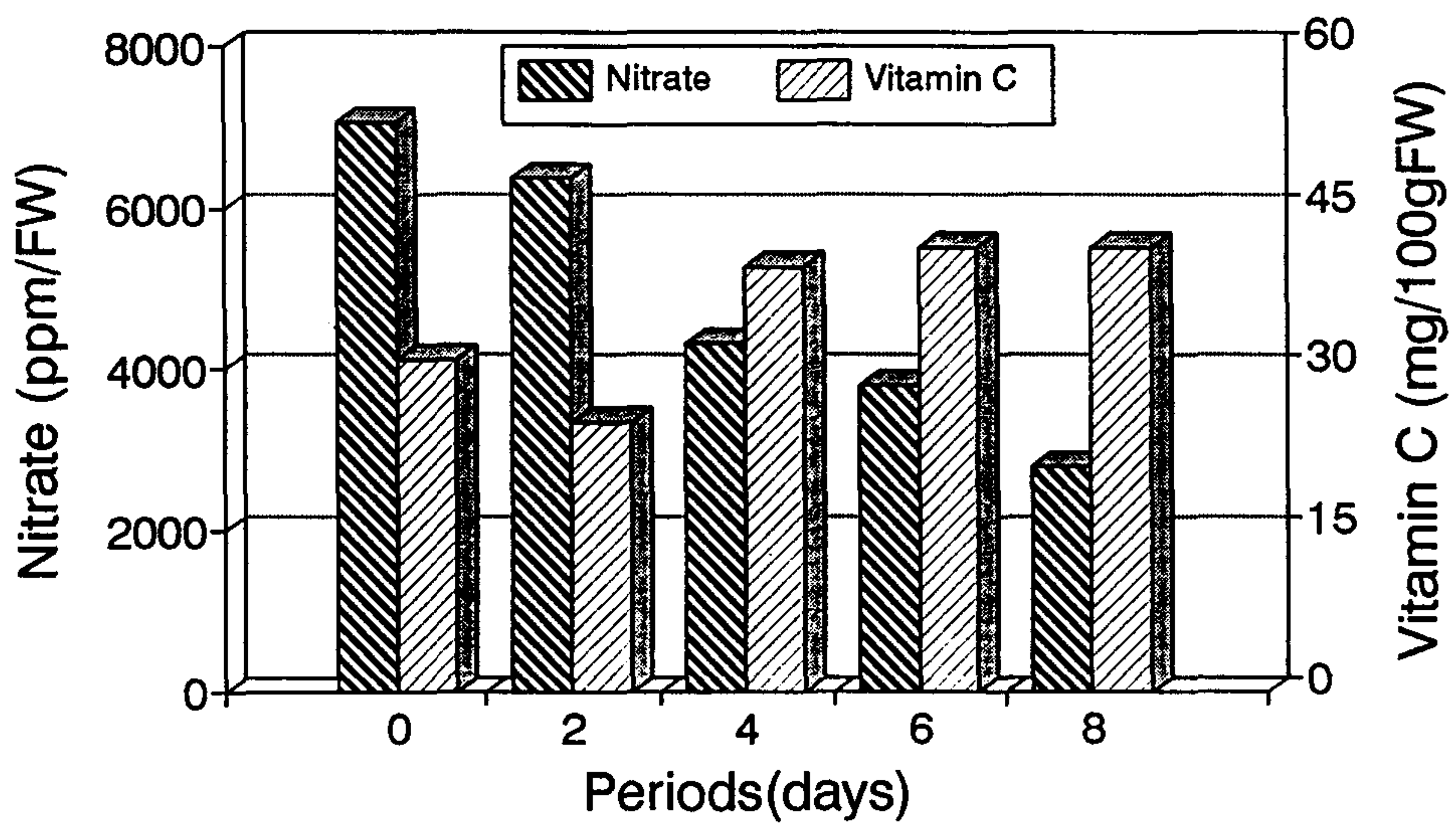


Fig. 5. The nitrate and vitamin C contents of 'Sochun' welsh onion on periods of the tap water treatment before harvest.

국내에서 양액 재배에 사용되는 原水를 검사한 보고에 따르면, pH는 평균 6.75. EC는 0.35 mS/cm로 일본의 原水 기준(0.3 mS/cm)을 다소 상회하였으나 대부분 Na, Cl의 함유가 많아 原水로써 문제가 되지 않는다고 한다.

原水재배 8일 처리는 질산염 함량에는 2797 ppm으로 가장 많이 감소하였으나 생육 감소가 많아(초장 10%, 생체중 15%) 고품질 잎과 생산에는 부적합하였다.

‘흑금장파’의 경우도 原水재배 처리기간이 길어질수록 생육의 저하가 나타났는데, ‘小春’과 같이 엽수와 엽초부경에서는 일정한 경향이 없었지만 초장과 생체중에서는 처리간 차이가 뚜렷했다. 처리 8일째 초장은 무처리구의 90.9%였고 생체중은 83.1%로 큰 차이를 보였다(표 5).

‘흑금장파’에 있어 처리기간별 질산염 함량은 생육과 같이 처리기간이 길어질수록 낮았는데 처리 6일째는 무처리구의 74%의 함량(8일째는 73%)을 보였다.

Table 5. The growth and NO₃ contents of ‘Huggumjang’ welsh onion on periods of tap water treatment before harvest

Days of tap water transport	Leaf number	Top length (cm)	Sheath diameter (mm)	Top weight (g)	D.W. ratio (%)
0	6	65.25	8.03	17.35	0.64
2	5	64.75	8.38	16.88	0.62
4	5	63.00	8.28	16.38	0.60
6	5	62.25	8.08	16.20	0.67
8	5	59.30	8.03	14.83	0.65

생육과 질산염 함량을 고려할 때 ‘흑금장파’의 질산염 함량 감소를 위한 原水 재배기간은 6일로 보여진다. 생육을 보면 초장이 처리 6일째 무처리구의 95.4%, 생체중은 94.4%였고, 질산염의 함량은 무처리구의 74%로 큰 감소를 나타냈다. 특히 잎과는 선별 구분이 초장이므로 5% 미만의 감소를 보인 6일 처리가 ‘흑금장파’에 있어 질산염의 함량 감소를 위한 原水 재배기간으로 적당할 것으로 사료된다(그림 6).

‘흑금장파’의 질산염의 함량은 ‘小春’에 비해 적은 편으로, 무처리가 6125 ppm으로 7056 ppm이었던 ‘小春’에 비해 14%나 낮은 함량을 보였다. 그러나 ‘小春’의 경우는 原水 재배처리로 처리 6일만에 3806 ppm으로 감소하였으나(무처리의 47% 감소) ‘흑금장파’는 原水 재배 6일 처리시 4522 ppm의 함량을 보여 무처리에 비해 26% 감소에 그쳤다.

제 3 항 Se 처리에 의한 파의 질산태질소 함량 변화

황과 비슷한 화학적 구조를 가지고 있는 Se(selenium)는 일반적으로 십자화과(*Cruciferae*)와 콩과(*Legume*) 작물에 의해 많이 흡수된다고 알려져 있다. 특히 십자화과 채소는 다른 작물에 비해 2-5배나 많은 Se를 함유한다고 한다. 하지만 대부분의 작물에서는 매우 낮은 농도의 Se에 의해서도 생육이 억제되며, 식물체내 Se의 함량도 매우 소량 검출되고 있다.⁷⁾ 기존의 실험에도 외적 생육 양상이 Se의 농도가 높을수록 생육이 저조하였는데, 이는 Se이 황과 경쟁적으로 흡수되어 정상적인 cystein 대신 selenocystein이 합성되어 단백질의 disulfide 결합이 방해되고, 단백질 구조의 변화로 인해 Se 함유 단백질이 정상적인 기능을 못하기 때문이라고 설명할 수 있다.¹²⁾

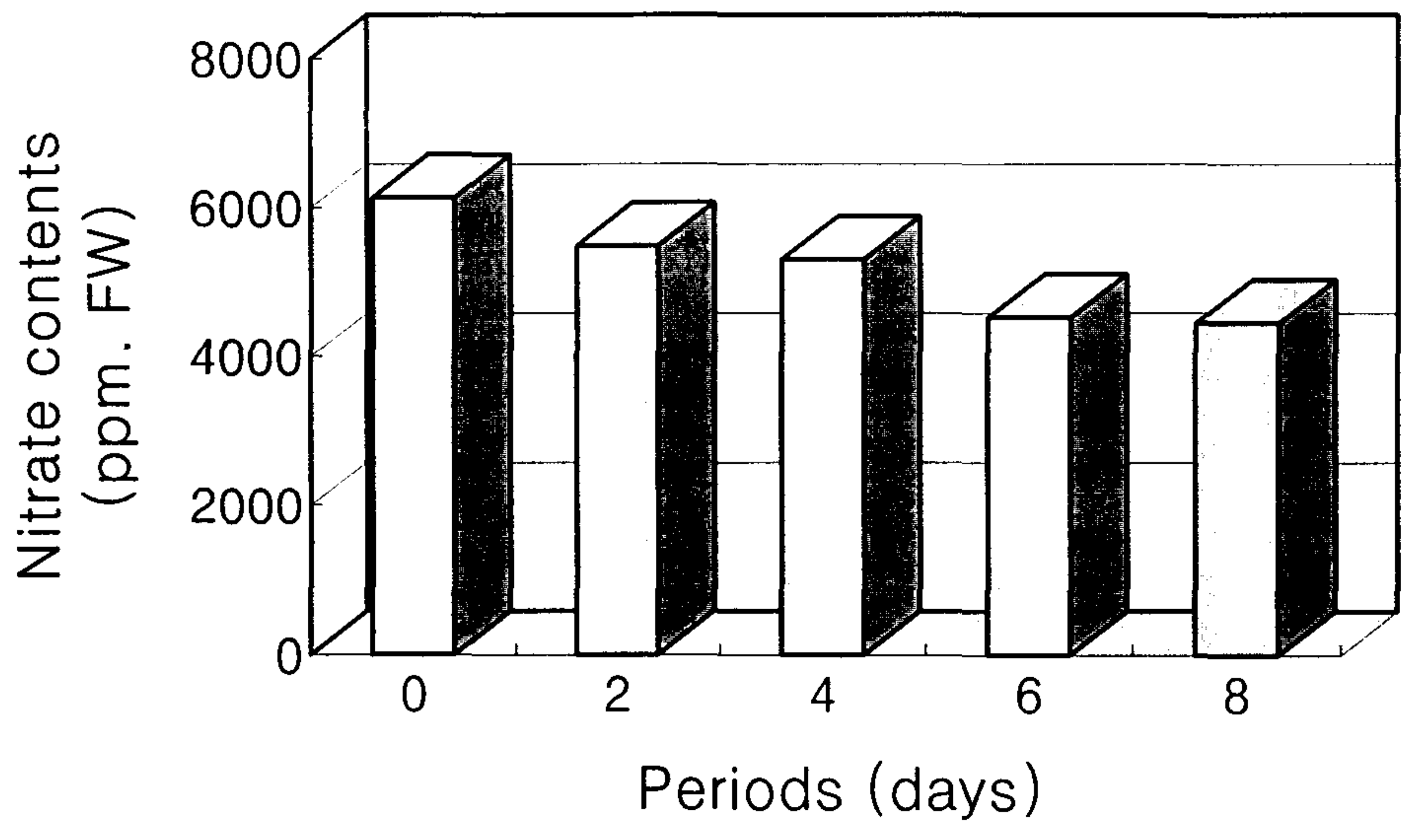


Fig. 6. The Nitrate contents of 'Huggumjang' welsh onion on periods of tap water treatment before harvest.

본 실험에서도 잎과 양액 재배시 양액 내에 Se를 3-5 ppm농도로 처리하였을 때 생육 저해가 나타나 처리 20일째부터 생육이 정지되었다.

초장을 보면 0, 0.5, 1.0 ppm처리가 처리 30일까지 55 cm내외로 처리 간 차이를 보이지 않았다. 처리 40일에는 0, 0.5 ppm 처리간(초장 61cm)에는 차이가 없었으나 1.0 ppm은 57 cm로 다소 생육이 억제되었다(그림 7).

처리 기간중 생체중 변화를 보면 초장과 같은 경향을 보였는데 5 ppm처리구를 처리 30일째 90%가 고사하였고 3 ppm처리구도 거의 생육이 정지되다가 처리 40일째에 와서 다소 증가하였으나 그 증가폭은 0. 0.5 1 ppm의 30%에 불과하였다(표 6). 생육이 정상적으로 이루어졌던 0, 0.5, 1 ppm 간의 생체중 변화를 비교해보면 처리 20일에서 30일까지 0.5 ppm처리가 다소 생체중이 높게 유지되다가 처리 40일(과중 60일)에는 3처리간에 차이는 없었다(그림 8).

Table 6. The growth and NO₃ contents on Se concentrations in 'Huggumjang' welsh onion 40 days after treatment.

Se conc. (ppm)	Leaf number	Top length (cm)	Shelf diameter (mm)	Top fresh weight (g)	Top dry weight ratio (%)
0	5	53.5	8.4	11.2	5.6
0.5	5	48.4	8.5	10.0	5.9
1	5	48.5	8.0	8.5	6.2
3	4.3	42.1	8.1	5.3	8.0
5	4	33.8	7.6	4.0	13.1

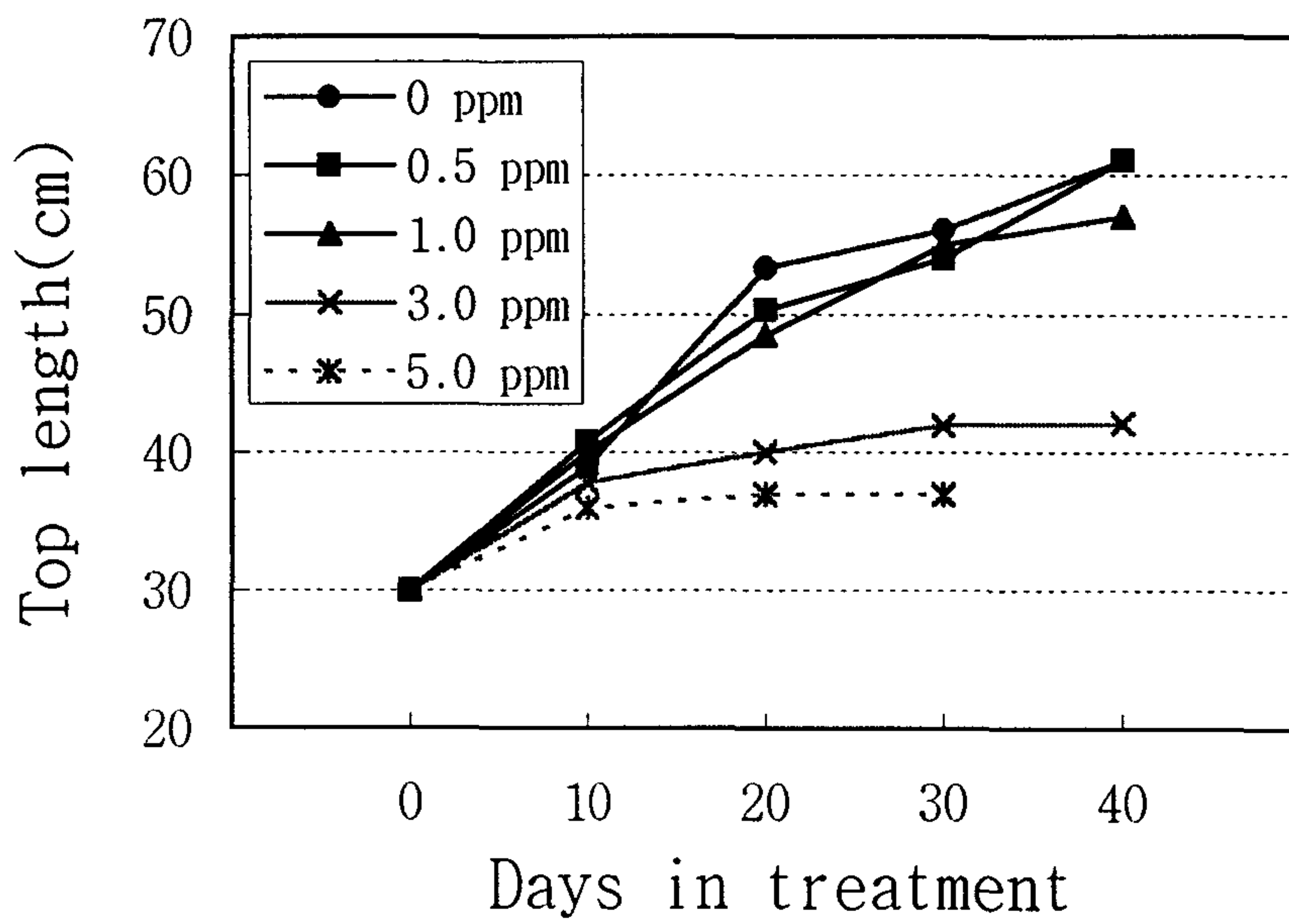


Fig.7. The top length of welsh onion according to Se concentrations in hydroponics

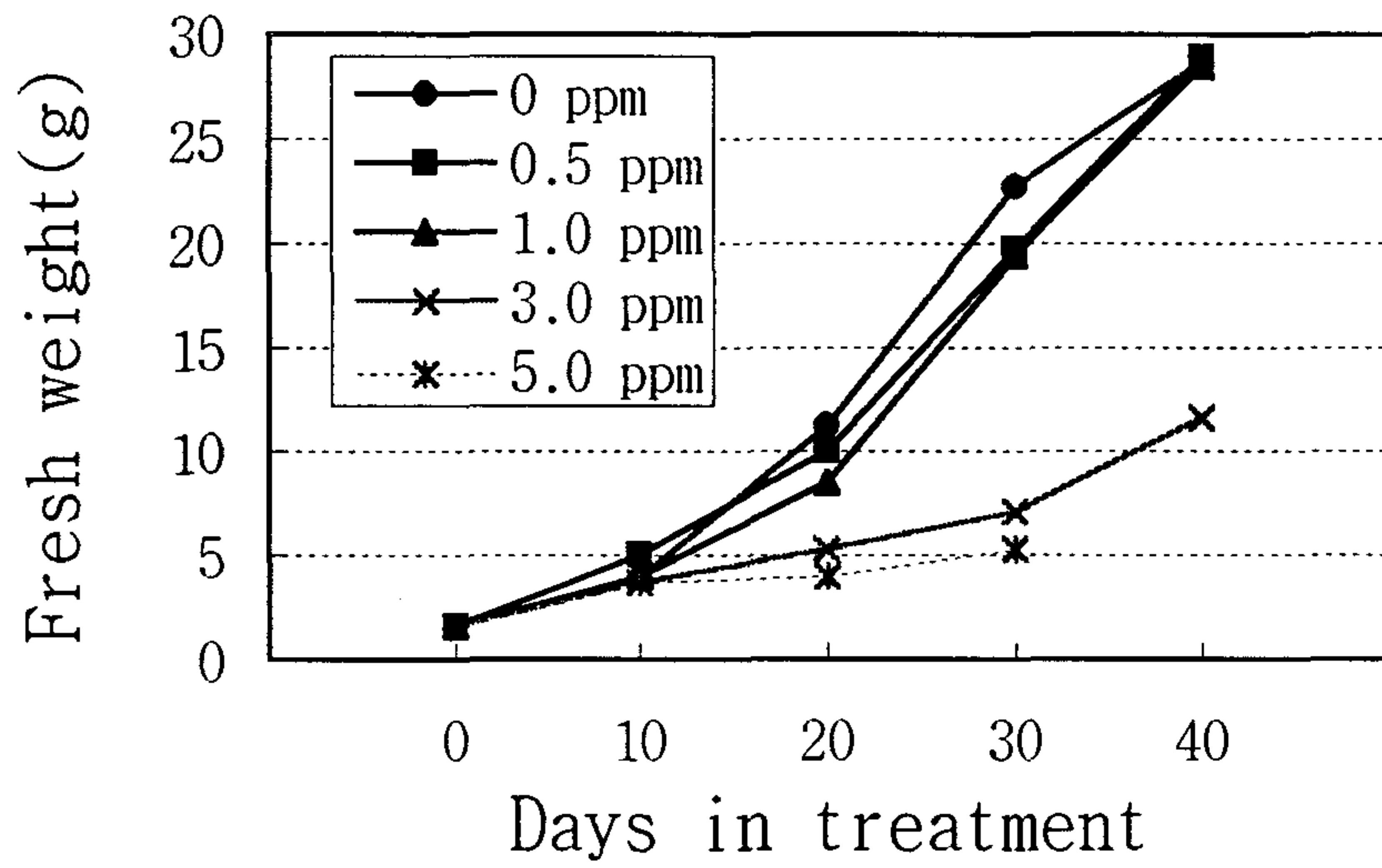


Fig. 8. The fresh weight of welsh onion according to Se concentrations in hydroponics.

Se처리에 의한 질산염 함량 변화를 보면, 처리후 30일째 Se무처리구는 5732 ppm이었고, 0.5 ppm 처리구는 5444 ppm으로 차이를 보이지 않았으나 1 ppm처리구는 4903 ppm으로 무처리구보다 질소 함량이 15% 감소하였다. 3 ppm처리구에서는 3363 ppm으로 46% 이상의 감소를 나타냈다(그림 9). Se처리에 의한 질산염 함량 감소는 1 ppm 이상 처리가 필요하리라 본다. 그러나 3 ppm처리시 생육이 거의 정지하였으므로 1-3 ppm사이에서 보다 세밀한 농도 실험이 필요하리라 본다.

Se 처리에 의한 식물체내 질산염 함량의 감소 효과는 보리 유묘를 이용한 Aslam의 연구 결과와 일치하였는데¹⁾, 그는 Se가 nitrate의 흡수와 nitrate reductase의 활성을 억제한다고 하였다. 하지만 아직 Se와 질산염과의 관계는 명확하게 설명되고 있지 않아, 식물 생리학적 관점에서 보다 정확한 실험이 필요하다고 본다. 다만 저농도 Se 처리로 생육은 억제시키지 않으면서 엽채류의 질산염 축적을 방지할 수 있다는 가능성을 보여 주었다.

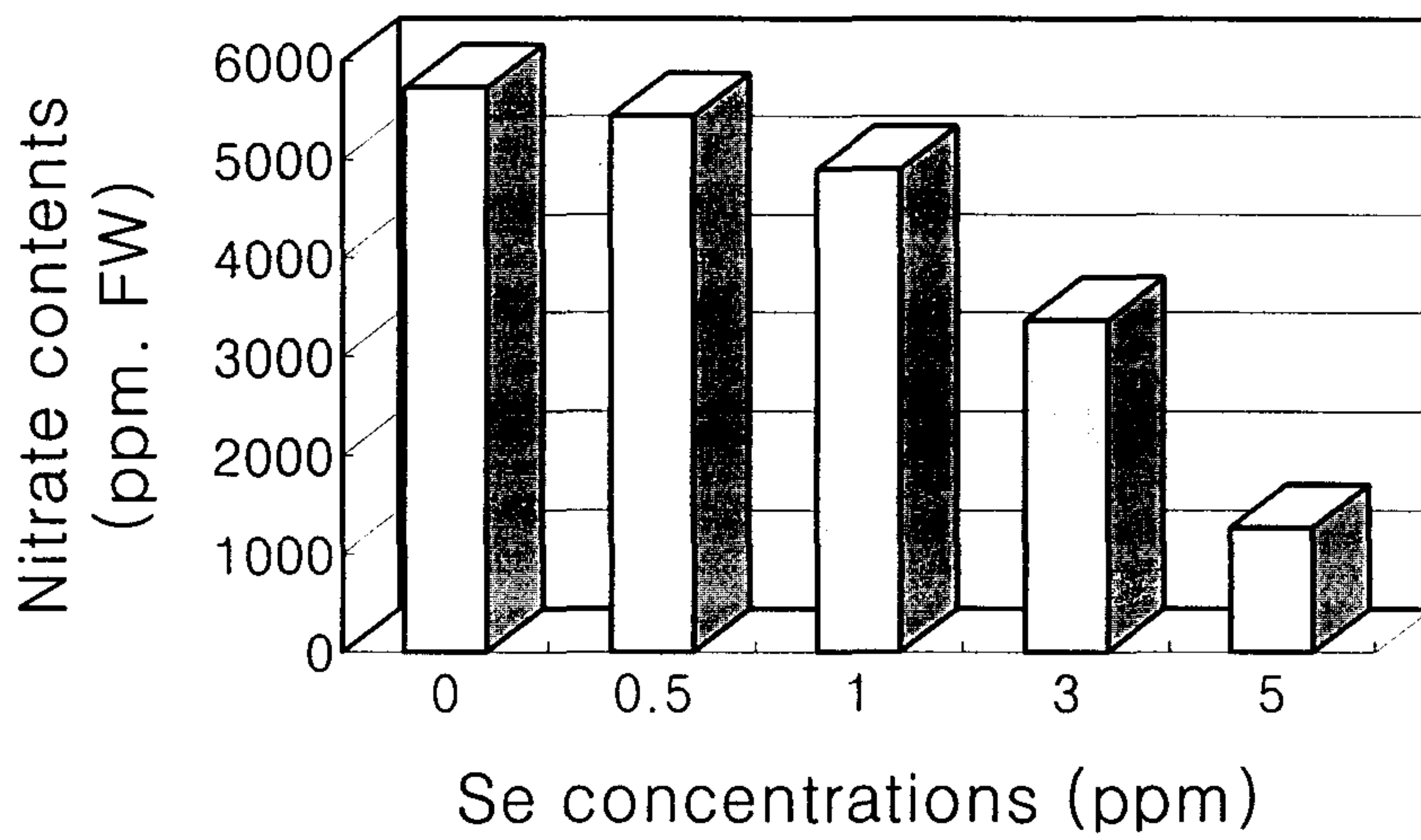


Fig. 9 .The Nitrate contents of 'Huggumjang' welsh onion on Se concentrations treatment.

제 4 항 양액내 NO₃-N 농도에 따른 잎파의 질산태질소 함량 변화

1년차 실험에서 잎파 재배용 양액으로 선정된 M식 양액은 NO₃-N의 농도가 16 me/ℓ로 일반적으로 엽채류 재배에 이용되는 Yamazaki 결구 상추 양액(6 me/ℓ)보다 2.7배나 높았다.

양액내 NO₃농도별 잎파의 초장 변화를 보면 처리 후 21일째에 4 me/ℓ 처리는 다른 처리구에 비해 다소 낮은 생장을 보였다. 8, 16, 34 me/ℓ는 처리 14일까지 그 차이를 발견할 수 없었으나 처리 21일째부터는 8 me/ℓ 처리구의 초장이 다소 높게 나타나 잎파 양액으로 설정된 M식 양액의 NO₃농도로는 높았던 것으로 사료된다(그림 10).

양액내 질산염 농도별 실험에서 처리후 27일째에 잎파의 질산태 질소의 함량을 보면 1배 농도인 16 me/ℓ에서 2842 ppm 함량을 보였으며 3/2배 농도 34 me/ℓ에서는 3189 ppm으로 질산염 함량이 다소 증가하였다. NO₃-N 농도를 기준 농도보다 낮출 경우 1/2 농도인 8 me/ℓ에서는 2666 ppm, 1/4농도인 4 me/ℓ에서 2584 ppm을 나타나, 양액내 NO₃-N 농도가 생체내 질산염 함량과 밀접한 관계를 보였다(그림 11).

양액내 NO₃ 농도별 잎파의 내적 품질을 비교해 보면, 대체로 1/4 농도인 4 me/ℓ 처리가 엽록소, 건물율, 비타민 C 모든 실험에서 가장 우수한 품질을 나타냈고, 1배 농도인 16 me/ℓ 처리가 다음으로 우수하였다. 생육이 가장 좋았던 8 me/ℓ 처리가 모든 조사 항목에서 가장 낮은 수치를 보였다. 항목별로 보면 건물율의 경우 처리간 차이는 큰 차이가 없었는데 4 me/ℓ 처리가 생육이 가장 좋지 않았던 관계로 건물율은 가장 높았다.

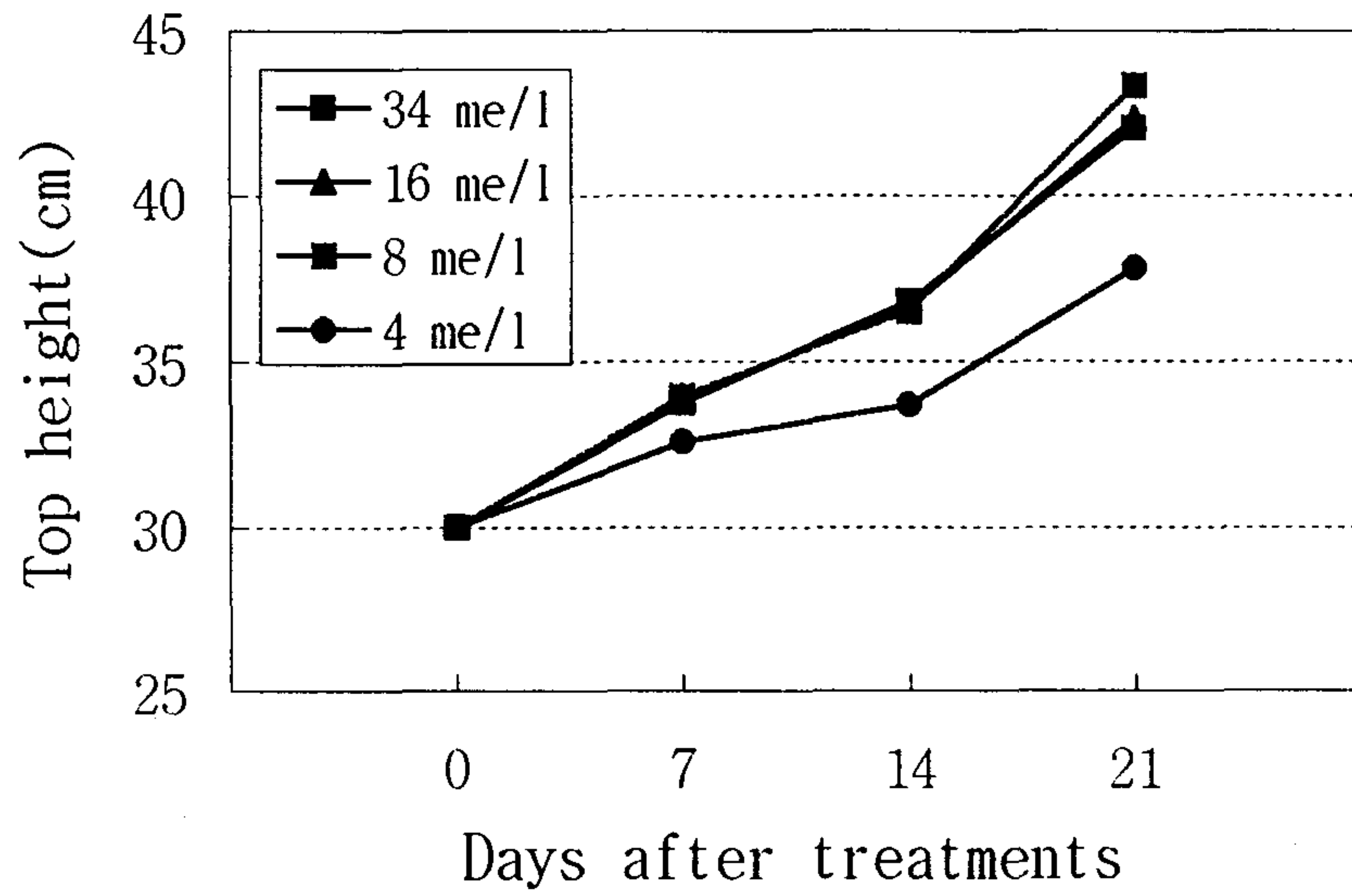


Fig. 10. The top height of welsh onion on nitrate concentration in hydroponics.

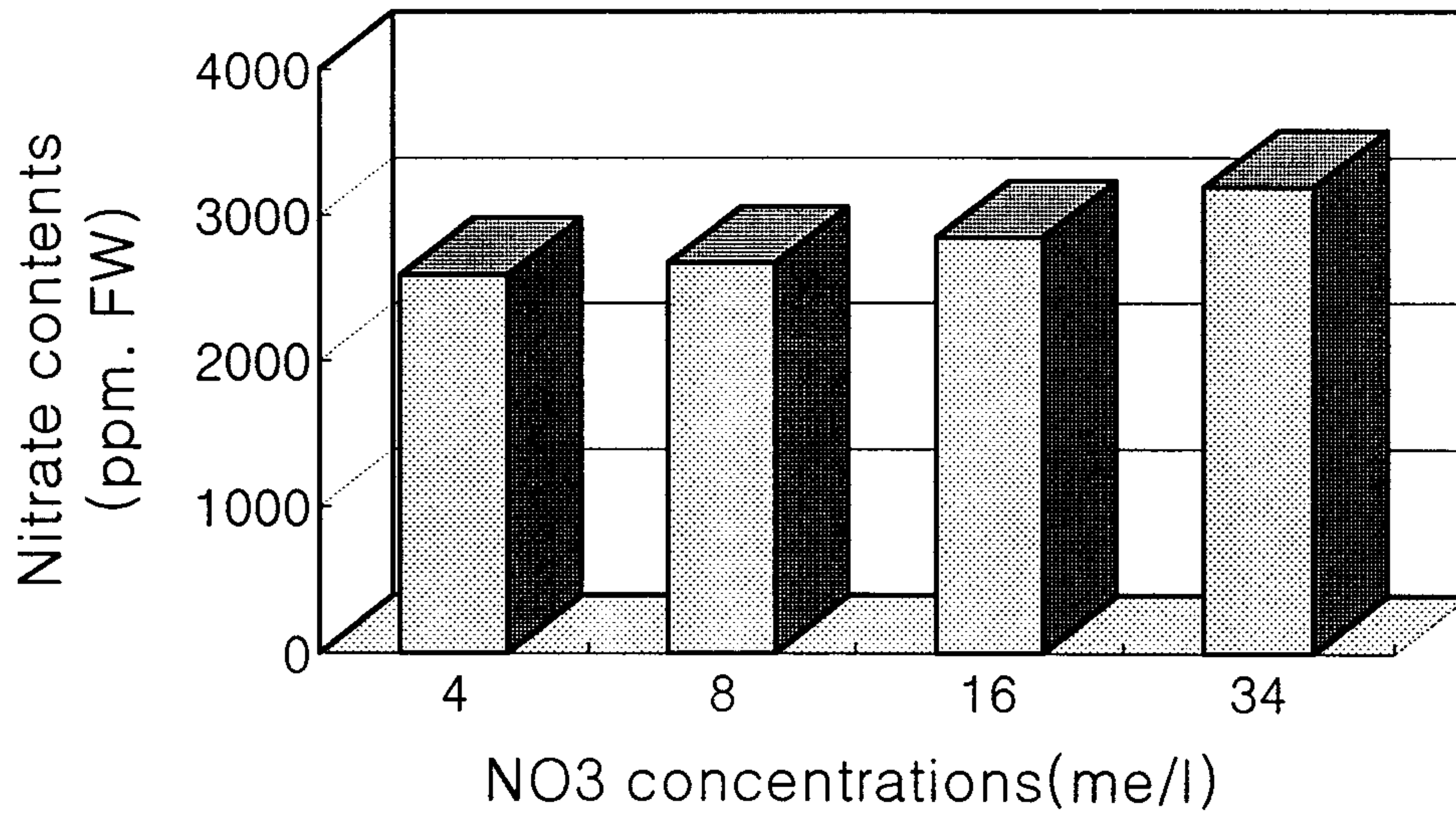


Fig. 11. The Nitrate contents of 'Huggumjang' welsh onion on NO3 concentrations treatment.

엽록소함량도 가장 생육이 좋지 않았던 4 me/ℓ 처리가 높게 나타나
 희석효과에 의한 것으로 사료된다. 비타민 C 함량의 경우 30 mg/100g
 F.W 수준으로 기존의 토양재배시 비타민 C 함량²²⁾과 비슷한 수치를
 보여 수경재배시에 내적 품질에서 중요한 부분을 차지하는 비타민 C
 의 함량에는 토양재배와 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 질산염 함량
 과 비타민 C 와의 관계에 대한 기존의 실험에서 Vohtminn. H등²³⁾은
 iceberg 상추의 경우 생체내 질산염 함량이 증가할수록 비타민 C 함량
 이 감소한다고 하였다. 본 실험에서도 양액 내 질산염 농도가 증가할
 수록 생체내 질산염 함량의 증가가 이루어지면서 비타민 C 함량은 감
 소하는 경향을 보였다. 처리간에는 다른 품질요소와 마찬가지로 희석
 효과에 의해 생육이 가장 좋았던 8 me/ℓ 처리구가 가장 낮았고, 가장
 좋지 않았던 4 me/ℓ 처리구가 가장 높게 나타났다(표 7).

Table 7. The qualities of welsh onion on NO₃ concentration
 in hydroponics at 60 days after sowing.

NO ₃ conc. (me/ℓ)	Chlorophyll			D.W. ratio (%)	Vitamin C. (mg/100g F.W)
	a	b	Total		
4	23.24	5.11	28.35	8.3	30.22
8	20.60	4.19	24.79	8.1	26.56
16	22.02	4.39	26.41	8.2	28.06
32	21.50	4.50	26.00	7.9	26.10

또한 상추를 재료로 NO₃농도별 실험에서는 13.0 me/ℓ (Yamazaki 결구상추의 2배)까지 생육이 증가하였으나, 9.75 me/ℓ 와는 유의성을 찾지 못한 결과를 얻었다. 질산염 함량은 13.0 me/ℓ 처리의 경우 4,296 ppm이었고, 9.75 me/ℓ 처리는 3,721 me/ℓ 의 함량을 보여 고품질의 상추 재배를 위한 양액내 적정 NO₃-N농도는 9.75 me/ℓ 인 것으로 나타났다.¹³⁾

본 실험에서는 8 me/ℓ 가 생육도 다소 우수하였고, 질산염 함량도 1배 농도인 16 me/ℓ 보다 낮아 양액내의 적정 NO₃-N농도인 것으로 나타났다.

제 4 절 적요

본 연구는 양액조절을 통한 잎파(*Allium fistulosum* L.)의 질산염 감소를 위한 적정 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율, 절비재배(원수재배)기간, Se 처리농도, 그리고 양액내 적정 NO_3^- -N를 알아보려고 하였다.

1. NO_3^- -N : NH_4^+ -N 비율은 3 : 1인 처리시 생육의 저하를 최소화하면서 동시에 질산염 함량을 기준양액(NO_3^- -N : NH_4^+ -N = 9 : 1)의 64%로 감소시킬 수 있었다.
2. 절비(원수)재배기간은 '흑금장파', '小春' 모두 6일처리에서 비교적 생육의 저하없이 효과적으로 질산염 함량을 줄일 수 있었다.
3. Se는 1 ppm처리시 대조구에 비해 15%의 질산염 감소 효과가 있었다.
4. 양액내 NO_3^- -N 농도는 기준 농도의 절반인 8 me/l에서 다소 높은 생육과 기준 농도에 비해 7%의 질산염 함량 감소를 보였다.

제 5 절 참고문헌

1. Aslam, M., K B. Harbit, and R. C. Huffaker. 1990. Comparative effects of selenite and selenate on nitrate assimilation in barley seedlings. *Plant Cell and Environment* 13 : 773-782.
2. Breteler, H. 1973. A comparison between ammonium and nitrate as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. *J. Agron.* 62 : 530-532.
3. Cooper, A. J. 1975. Crop production in recirculation nutrient solution. *Scientia Horticulturae*. 3 : 251-258.2. Freeman, G. G. and N. J. Mossadeghi. 1970. Effect of sulfate nutrition on flavour components of onion (*Allium cepa*). *J. Sci. Food Agri.* 21: 610-614.
4. Freeman, G. G. and N. J. Mossadeghi. 1970. Effect of sulfate nutrition on flavour components of onion (*Allium cepa*). *J. Sci. Food Agri.* 21 : 610-614.
5. Freeman, G. G. and N. J. Mossadeghi. 1971. Influence of sulfate nutrition on the flavour components of garlic (*Allium sativum* L.) and wild onion (*Allium vineall*). *J. Sci. Food Agri.* 22 : 330-334.
6. Ganmore, R. N. and U. Kafkafi. 1983. The effect of root temperature and NO_3^- -N : NH_4^+ -N ratio of strawberry plants. I. Growth, flowering and root development. *Agron. J.* 75 : 941-947.
7. Gunnar, G, N., C. G. Umesh, L. Michel, and W. Tuomas. 1985. Selenium in soil and plant and its importance in livestock and human nutrition. *Advanced in Agronomy* 37 : 397-460.
8. Geyer, B. and F. Hay-Baikri. 1995. Selen in Gemuse. *BDGL-Schriften* 13:66
9. Gunnar , G. N. , C. G. U mesh, L. Michel, and W. Tuomas.

1985. Selenium in soil and plant and its importance in Agronomy
37 : 397-460.
10. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate and ammonium - N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 225-230.
 11. Ikeda, H., Y. Yoshida and T. Osawa. 1985. Effects of ratios of NO_3/NH_4 and temperature of the nutrient solution on growth of Japanese honewort, garland chrysanthemum and welsh onion. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 54 : 58-65.
 12. Lauchli, A. 1993. Selenium in plants : Uptake, function and environmental toxicity. Bot. Acta 106 : 455-468.
 13. 이 응호, 1996, 상추 양액재배 기술, 한국 양액 재배 연구회('96 양액재배 기술 교육), pp74-85.
 14. Kader, A. A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. university of califonia. p.19, 88.
 15. 김광용. 1989. 원예작물의 질소흡수특성에 따른 배양액 관리기술. 시설원예연구 2 : 42-55.
 16. Kirkby, E. A. and K. mengel. 1967. Ionic balance in different tissues of the tomato plants in relation to nitrate, urea, or ammonium nutrition. Plant Physiol. 42 : 6-14.
 17. 고관달, 박상근, 이응호. 1993. 하절기 양액재배 쪽파의 생육에 미치는 차광, 배지의 종류 및 양액농도의 영향. 농업과학논문집 (원예편). 35 : 381-385.
 18. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. pp. 26-108, 219-284.
 19. 박권우, 신영주. 1993. 양액내 NO_3^- -N 과 NH_4^+ -N 의 비율이 탐채 (*Brassica chinensis* L. var. *rosularis*) 의 생육에 미치는 영향. 韓園誌. 34 : 320-329.

20. 박권우, 이정훈, Geyer. 1995. 양액내 NO_3^- -N 과 NH_4^+ -N 의 비율이 탐채 (*Brassica chinensis* L. var. *rosularis*) 의 생육에 미치는 영향. 韓園誌. 34 : 320-329.
21. 신상태, 조충호. 1987. Selenium-Vitamin E 투여와 마량요소의 혈중수준이 젓소의 태반정체 발생에 미치는 영향. 대한수의학회지 27:117-126.
22. Peirce, Lincoln. C. 1987. vegetables. pp. 272-277.
23. Puritch, G. S. and A. V. Barker. 1967. Structure and function of the tomato leaf chloroplasts during the ammonium toxicity. Plant Physiol. 42 : 1229-1238.
24. Ruth, G. N. and U. Kafkafi. 1980. Root temperature and percentage NO_3^- : NH_4^+ effect on tomato plant development. I. Morphology and growth. Agron. J. 72 : 758-761.
25. Schwimmer, S. and D. G. Guadagni. 1961. Relation between of olfactory threshold concentration and pyruvic acid content of onion juice. J. Sci. Food Agri. 12 : 94-97.
26. Schwimmer, S. and W. J. Weston. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. J. Agri. Food. Chem. 9 : 301-304.
27. Shinohara, Y. and Y. Suzuki. 1988. Quality improve ment of hydroponically grown leaf vegetables. Acta Horticulturæ 230 : 279-286.
28. Vogtmann, H., Kaepfel N., and Fragstein, P. V. 1987. Nitrat-und VitaminC-Gehalt bei verschiedenen Sorten von Kopfsalat und unterschiedlicher Düngung, *Ernährungs-Umschau*, p. 34, 12,

3-2 잎파의 MA 저장비교실험

제 1 절 서 설

잎파(*Allium fistulosum* L.)는 조직이 연한 엽채류이어서 그 저장기간이 매우 짧은 작물이어서 저장에 의한 주년 공급보다는 시설 재배에 의한 주년생산으로 년중 공급되고 있는 실정이다.

현재 국내에서 잎파는 초장이 60 cm 내외인 것을 뿌리가 달린채로 60-70개씩 끈으로 묶어서 유통 판매되고 있고, 대파의 경우 일부 백화점이나 슈퍼마켓에서 상부가 개봉된 LDPE (low-density polyethylene film)에 포장되어 판매되고 있다.

이런 필름을 이용한 MA저장은 2차 대전후 필름이 대량 생산되면서 연구가 이루어지기 시작하였다. Hardenburg⁵⁾는 투명필름을 이용한 저장성 연구를 처음 시작한 후, 과수 등에서 PE를 이용한 포장연구가 채소분야보다 앞서 많은 연구가 진행되었다.⁹⁾ Parson과 Wright¹⁴⁾는 상추를 다듬어 포장하는 것이 저장성 향상에 좋다고 하였다. PE film을 이용한 Danish cabbage에 대한 MA저장은 Isenberg와 Sayles⁷⁾가 발표하였고, Ben-Yehoshua³⁾는 플라스틱 필름을 이용한 과실과 채소의 seal packaging에 대해 자세히 보고한 바 있다. 이렇게 외국에서는 1950년대부터 MA저장에 관한 연구가 행해져 왔다. 국내에서 PE 등을 이용한 채소의 MA저장연구는 정 등⁸⁾이 잎상추 저장중 재배조건 및 저장요인이 저장 수명과 품질에 미치는 영향에 관한 연구를 수행한 것을 시작으로 산채류 등에서 많은 연구가 이루어졌다.^{4), 16)} 특히 박¹⁵⁾은 에틸렌을 흡착 능력과 통기성이 높은 새로운 ceramic film을 개발하여 채소 및 과수류의 저장에 응용하므로 신소재를 이용한 MA저장 연구가 국내에서도 이루어지게 되었다. 박 등¹⁶⁾은 방울다다기 양배추를 PE-

ceramic film을 이용해서 MA저장할 경우 0℃에서 최고 16주까지 저장이 가능하였다.

지금까지의 잎파를 재료로 한 MA저장연구에서는 잎파의 경우 0℃에서 2주정도 저장이 가능하다는 보고¹⁰⁾가 있는가 하면, 저온저장에서도 습도만 유지되면 1달은 저장이 가능하다는 보고¹⁹⁾도 있다. 잎파의 CA 저장은 경제성 때문에 상업적으로는 이루어지지 않고 있으나 실험에 의한 적정조건은 온도 0-5℃, 산소농도 1-2%, 이산화탄소농도 10-20%이라 한다.¹⁰⁾

이와 같이 잎파의 경우 보구력이 약하고 CA저장의 경우 상업적으로 이용할 수 없으므로 현재 대파에 이용되고 있는 필름포장을 이용하여 잎파의 저장성을 향상시키고자 하였다. 잎파가 1-2개월 동안 저장이 가능하다면 예견될 수 있는 잎파의 공급부족을 다소나마 해결할 수 있을 것이다.

또한 양액으로 재배한 잎파와 토양 재배한 것의 보구력을 비교하여 재배방법에 따른 저장기간을 구명하고자 하였다.

현재 서울 근교의 양액재배 농가에서는 이미 잎파를 양액 재배하여 스펀지 제거 등의 다듬기를 한 후 필름에 포장하여 백화점이나 대형 슈퍼마켓으로 납품하고 있으므로, 본 실험에서는 토양재배와 수경재배 모두 다듬기를 하여 그 처리를 비교하여 보다 보구력이 높은 저장방법을 구명코자 하였다. 이런 재배지에서의 다듬기와 포장은 도매시장을 통한 공매에도 유리하여 앞으로 모든 농산물의 유통은 산지의 다듬기와 포장이 우선적으로 이루어져야 할 것이다.

제 2 절 재료 및 방법

제 1 항 포장종류별, 저장온도별 최장저장기간 구명

1차 실험으로 포장종류별, 저장온도별로 MA저장을 수행하였고, 2차 실험에서는 1차 실험에서 선발된 필름을 이용한 MA저장과 CA저장을 0℃에서 비교하였다.

1차 실험은 충남 보성농협에서 출하한 초장 60cm 내외의 잎파를 재료로 하여 처리는 잎파의 뿌리와 엽초부경의 외피를 다듬은 trimming 처리구와 대조구(non-trimming)의 저장 전처리를 하였고, 포장필름 종류는 표 1과 같이 4가지로 하였다. 저장온도는 상온(15-25℃), 5℃, 0℃로 처리하였다. 그리고 상온 저장 처리구에서는 포장 상부가 열린 open처리를 전체 처리에 대한 대조구로 두었다.

MA저장에 사용한 필름은 총 4가지 종류(표 1)로서 잎파를 3개 체씩 필름 팩에 넣고, 5℃, 0℃의 저온고(60-70% R.H.)에서 저온저장과 상온(15-25℃)저장을 실시하였다.

저장 후 4일 간격으로 생체중 감소를 측정하였고, 7일 간격으로 포장내 CO₂와 C₂H₄ 함량을 조사하였다. 저장 최종일에 경도, 비타민 C, 엽록소 함량, 그리고 건물율을 측정하였다. 경도는 Instron (Model 1101, Instron LTD, England)을 사용하여 측정하였고, 측정 부위는 엽초 부위로 ϕ 8mm의 환봉으로 압착하여 최고값으로 경도를 결정하였다. 비타민 C는 형광광도법을 이용하여 측정하였다.¹⁶⁾ 건물율은 80℃에서 48시간 말린 후 103℃에서 24시간 건조시켜 측정하였다. CO₂와 C₂H₄ 함량 측정은 gas chromatography를 이용하였는데, 이 때의 column의 종류와 carrier gas 그리고 injection, oven, detector의 온도 및 기기의 구성은 표 2와 같았다.¹¹⁾

모든 실험 결과는 Duncan의 다중검정법에 의해 통계 처리하였다.

Table 1. Abbreviation on the kinds of film.

Abbreviation	Kinds of films	Thickness
LP-6	Low Density polyethylene film	0.06 mm
LP-4	Low Density polyethylene film	0.04 mm
CE-4	Ceramic film + antifoggant agent	0.04 mm
CE-2	Ceramic film + antifoggant agent	0.02 mm

Table 2. The conditions of gas chromatography.

Conditions	CO ₂	C ₂ H ₄
Column	Active carbon	Aluminum oxide
Detector	TCD	FID
Carrier gas	He	N ₂
Flow rate	30 ml/min	30 ml/min
Injection temp.	200 °C	110 °C
Oven temp.	200 °C	110 °C
Detector temp.	240 °C	150 °C
Instrument	Hewlett packard 5890 II	

2차 실험에서는 고려대학교 플라스틱 온실에서 토양 재배한 대동종묘의 '흑금장파'를 공시품종으로 하여, 1996년 9월 14일에 플러그 묘판에 파종하여 같은 해 9월 30일에 비닐하우스에 정식 하였고 시비 및 관수는 관행에 준하였다. 저장처리는 LP-4, CE-4필름을 이용한 MA저장과 CO₂ 5%, O₂ 3% 조건의 CA저장을 0°C에서 비교하였고, 저장전 잎파는 모두 뿌리와 외피를 다듬었다. 대조구로 포장 상부가 열린 다듬지 않은 처리구를 두었다.

조사항목과 방법은 1차 실험과 동일하였다.

제 2 항 재배 방법별 저장성 비교 실험

대동종묘의 '흑금장파'를 공시품종으로 하여 1996년 9월 14일에 플러그 묘판에 파종하여 같은 해 9월 30일에 비닐하우스에 정식 하였고 시비 및 관수는 관행에 준하였다. 11월 15일에 초장 50cm이상일 때 수확하였다. 수경재배는 1996년 9월 30일에 파종하여 10월 15일에 담액식 시스템에 정식 하였는데, 사용한 베드는 기존의 스티로폼으로 만든 딸기 상자(가로 40cm, 세로 60cm, 높이 20cm)를 이용하였다. 지하부의 산소공급은 air pump에 timer를 연결하여 On/Off를 각각 15/45분으로 하였다. 수확은 11월 15일에 토양재배와 같이 실시하였다.

처리는 재배 조건에서 토양재배와 수경재배 두 처리와 토양재배의 경우 뿌리 부분을 다듬은 것과 다듬지 않은 대조구를 두었고 대조구는 LDPE(Low density polyethylene film) 0.04mm에 포장한 것과 포장후 상부를 개봉한 것으로 처리하였다.

수경 재배한 처리구는 스펀지를 제거한 대조구와 스펀지를 붙여 둔 처리구로 하여 모든 처리구 LDPE(Low density polyethylene film) 0.04mm에 포장하였다. 저장 온도는 실험 1에서 가장 좋았던 0℃에서 저온저장을 실시하였다.

저장 후 4일 간격으로 생체중 감소를 측정하였고, 포장내 CO₂와 C₂H₄ 함량은 저장 후 7일 간격으로 조사하였다. 저장 최종일에 경도, 비타민 C, 엽록소 함량, 그리고 건물율, CO₂, C₂H₄ 함량을 측정하였다. 측정 방법은 실험 1과 같았다.

모든 실험결과는 Duncan의 다중검정법에 의해 통계 처리하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

제 1 항 포장종류별, 저장온도별 최장저장기간 구명

본 실험은 2차에 걸쳐 저장 온도와 필름 종류를 구명하는 실험을 실시하였다.

Robinson¹⁹⁾에 정하고 있는 엽채류의 weight loss 허용 범위는 3-7%인데, 잎파와 같은 종으로 유사한 leak의 경우 7%, 상추는 3.7%의 범위를 두고 있다.

본 실험에서 사용한 모든 필름 처리는 5% 이하의 생체중 감소를 보여, 생체중 감소는 상품성 저하에 영향을 미치지 못하였다.

상온 저장시 생체중 감소를 살펴보면, trimming처리구와 non-trimming처리구가 다소 다른 양상을 나타내었다. trimming처리구의 경우 CE-4 필름의 생체중 감소(0.5%)가 가장 적었다. open처리구(1.3%)와 필름 포장 처리구간의 차이가 심하지 않았으나, non-trimming처리구의 경우 필름처리구(0.5-1.3%)와 open처리구(2.9%)간의 생체중 감소의 차이가 심하였다. 상온의 경우 6일간 저장이 가능하였는데 전체적으로 trimming처리구가 non-trimming처리구에 비해 생체중 감소도 적었고, 외관상으로도 다소 나은 품질을 보였다(그림 1, 2).

5°C 저장시 생체중 감소 양상은 trimming처리구와 non-trimming처리구가 비슷하였는데 LP-4필름이 두 처리 모두에서 생체중 감소가 가장 적었고, 그 다음으로 CE-4필름이었으며, CE-2 필름의 생체중 감소가 가장 많았다. 저장 전처리인 trimming처리구에서는 non-trimming처리구가 다소 생체중 감소가 적었으나, 두 처리 모두 저장 9일 동안 2%미만의 적은 감소를 보였다(그림 3, 4).

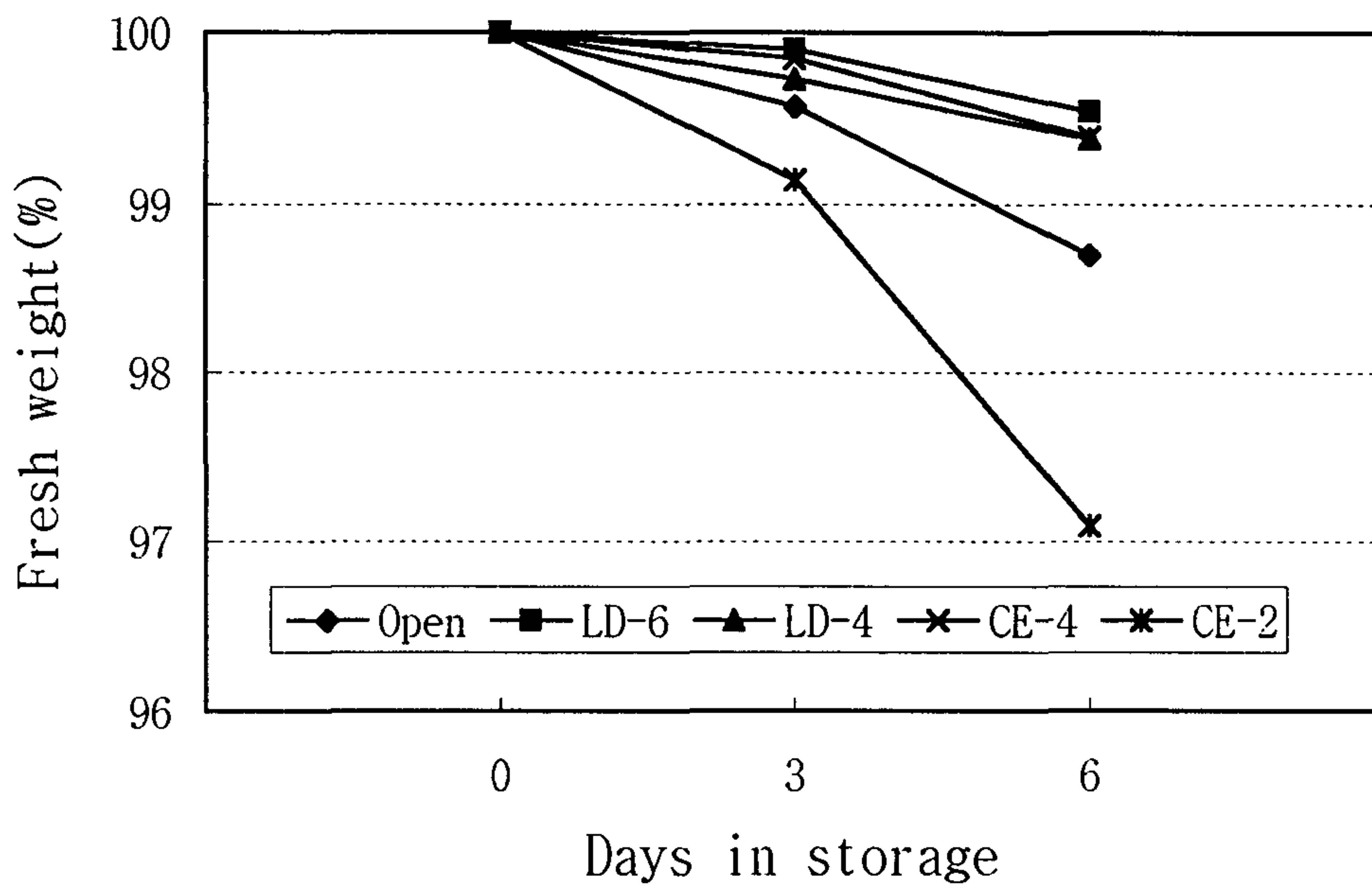


Fig. 1. Change in fresh weight according to the kinds of films during the room temp. MA storage in non-trimming welsh onion.

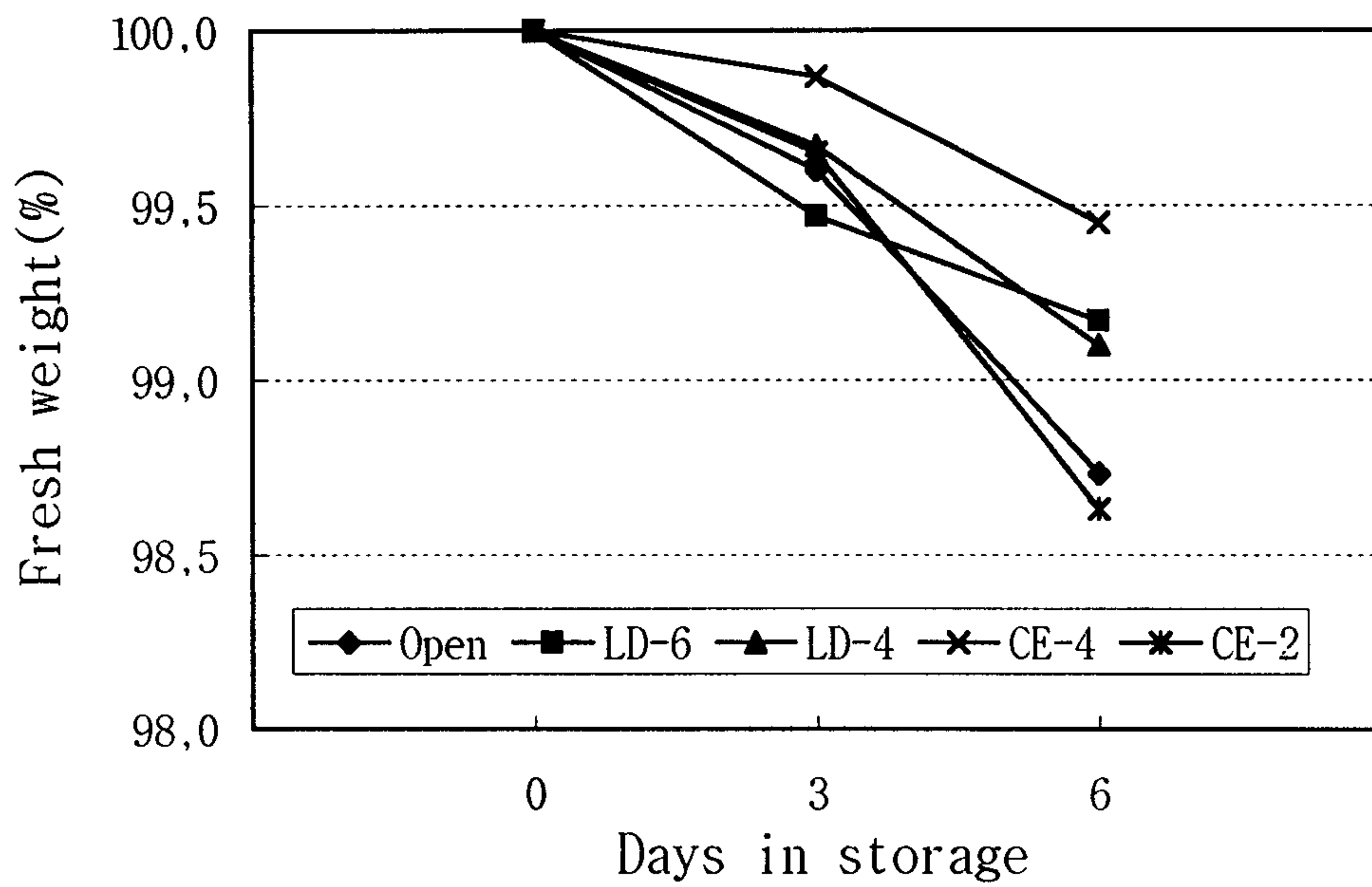


Fig. 2. Change in fresh weight according to the kinds of films during the room temp. MA storage in trimming welsh onion.

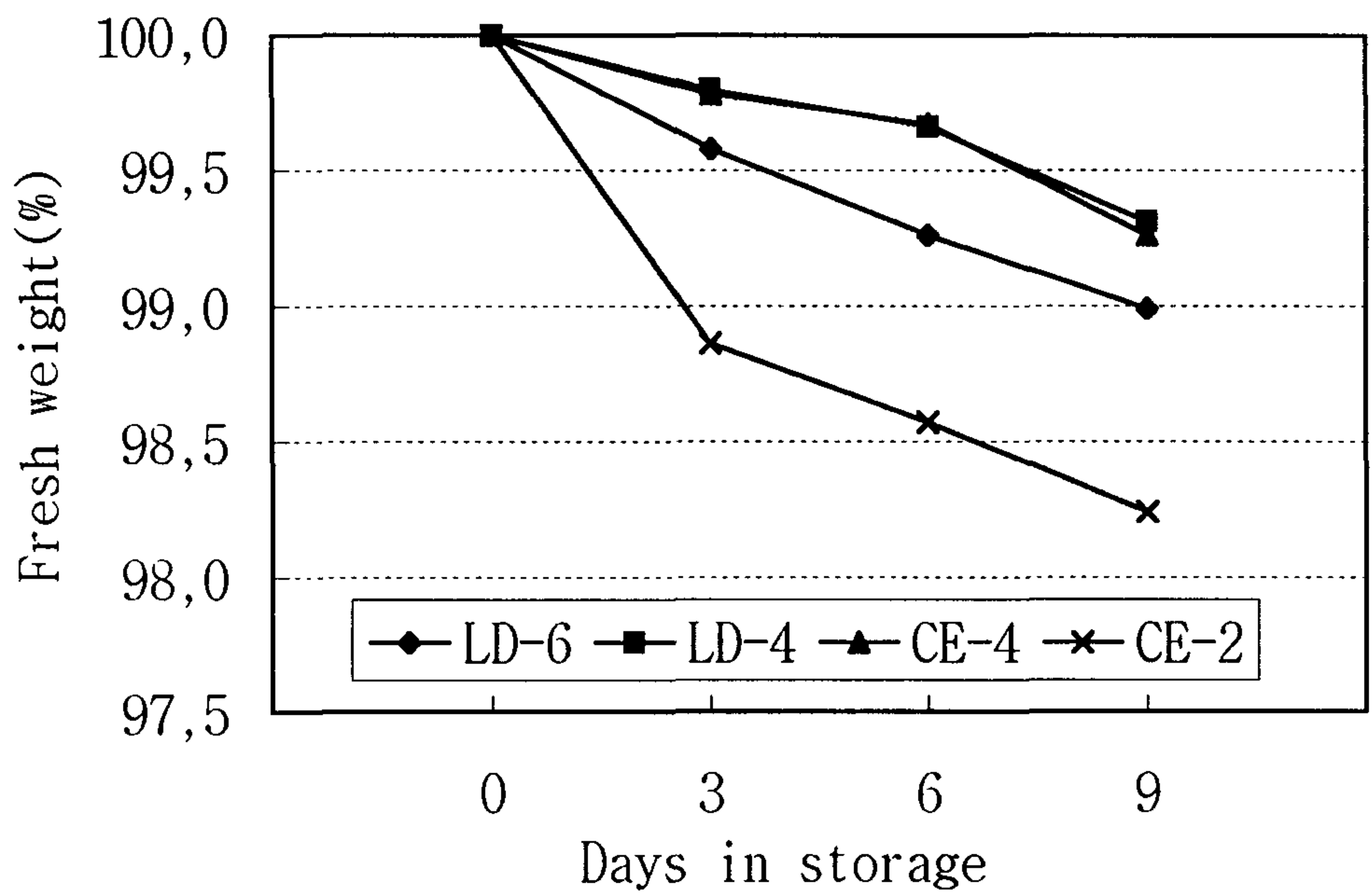


Fig. 3. Change in fresh weight according to the kinds of films during the 5C MA storage in non-trimming welsh onion.

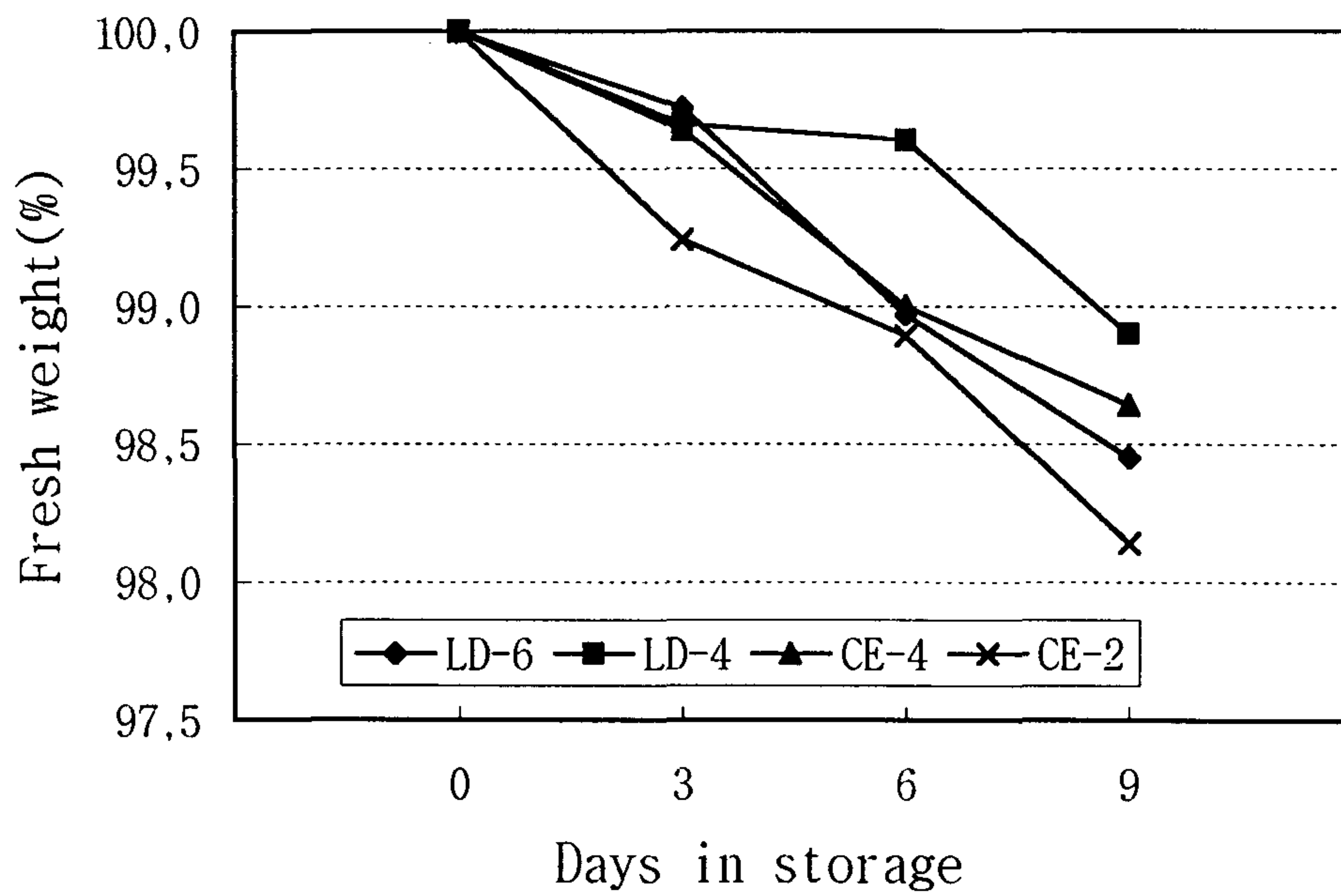


Fig. 4. Change in fresh weight according to the kinds of films during the 5C MA storage in trimming Welsh onion.

0°C 저장에서는 LP-6필름이 가장 생체중 감소가 적었으나, LP-4, CE-4필름과의 차이는 거의 없었다. 그러나 CE-2필름은 저장 15일 동안 trimming처리구는 4%, non-trimming처리구에서는 5%의 생체중 감소를 보여 0°C에서의 장기저장에는 부적합한 것으로 나타났다(그림 5, 6).

종합적으로 생체중 감소로 본 앞파의 MA저장을 보면 저장온도로는 15일을 저장한 0°C가 가장 우수하였으며, 필름종류별로는 5°C 저장에서 가장 우수하였던 LP-4와 상온저장에서는 생체중 감소가 가장 적었던 trimming처리한 CE-4필름이 앞파의 MA저장에는 적합한 것으로 보인다.

표 3은 저장 종료시(상온 저장 6일, 5°C저장은 9일, 0°C저장은 15일)의 엽초부경의 정도를 측정한 결과이다.

앞파의 MA저장시 정도 변화를 보면 전반적으로 상온과 5°C에서는 non-trimming처리구의 정도가 다소 높았으나, 장기 저장이 가능한 0°C의 저장에서는 오히려 trimming처리구의 정도가 높았다.

필름 종류별로는 상온과 5°C에서는 CE-2필름이 우수하였으나, 0°C저장에서는 필름 종류간 차이는 없었다.

저장중 정도의 변화에 대한 연구는 사과, 토마토 등과 같은 과실을 중심으로 이루어져 정도 감소의 원인으로 대개는 성숙과 노화를 촉진시키는 에틸렌과 polygalacturonase나 cellulase 등의 세포벽 분해 효소의 활성 증가를 들고 있다.²⁾ 그러나 앞파와 같은 엽채류를 재료로 한 정도 연구는 거의 이루어지지 않았다.

본 실험 결과 앞파의 에틸렌 생성량이 극히 미약하였고 수분 감소가 컸던 처리구에서 정도 감소가 크게 나타났으므로 앞파의 경우 수분 손실에 의한 세포의 팽압 감소¹³⁾에서 초래된 질감의 변화에서 정도가 감소된 것으로 사료된다.

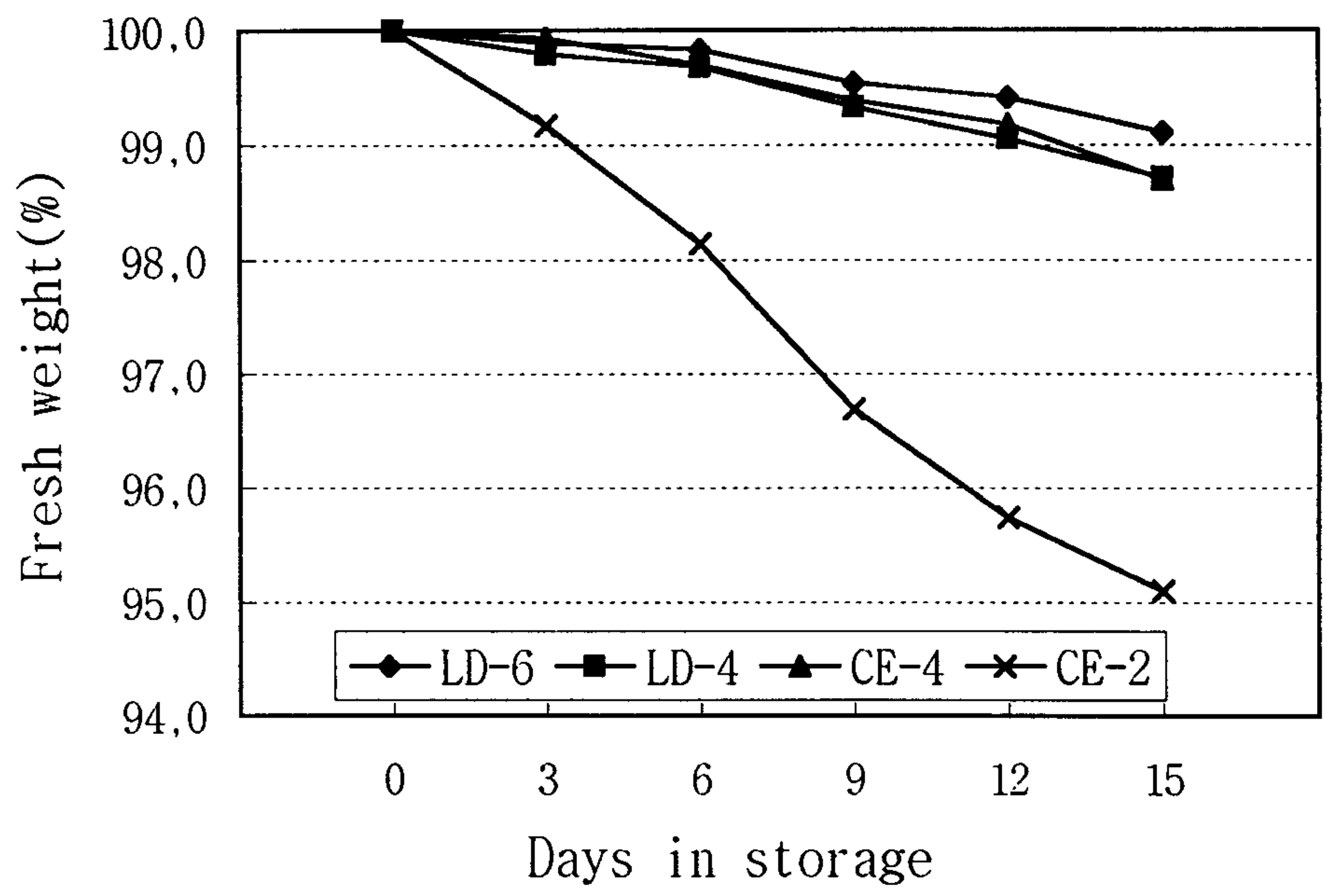


Fig. 5. Change in fresh weight according to the kinds of films during the OC MA storage in non-trimming welsh onion.

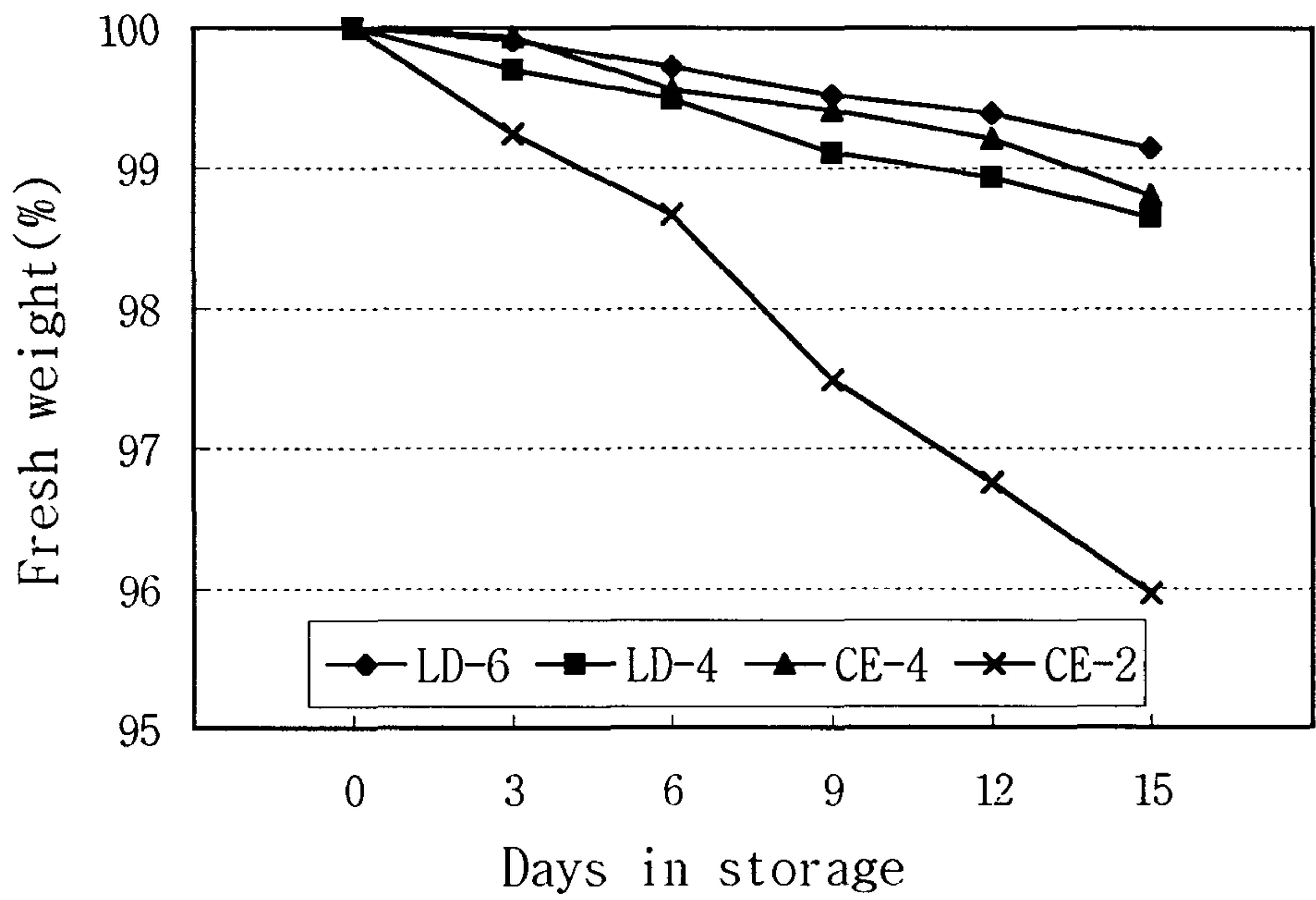


Fig. 6. Change in fresh weight according to the kinds of films during the OC MA storage in trimming welsh onion.

Table 3. The firmness of Welsh onion at final day in MA storage(unit : g/mm²)

Storage temp.	Treatment	LP-6	LP-4	CE-4	CE-2	Open
Room Temp.	²⁾ Non-trimming	2545	2531	2602	2567	2390
	Trimming	2272	2184	2246	2390	2086
5 °C	Non-trimming	2367	2381	2229	2441	
	Trimming	2231	2238	2245	2355	
0 °C	Non-trimming	2091	2010	2095	2043	
	Trimming	2176	2160	2207	2174	

²⁾ Room temp : 6 days in storage
 5°C : 9 days in storage
 0°C : 16 days in storage

앞파의 MA저장시 건물율을 살펴보면 기존의 연구 결과¹⁷⁾와 비슷한 10% 내외로 나타났는데, 온도별, 저장전 처리별(trimming)로는 차이를 보이지 않았다. 필름 종류별로 생체중 감소가 많았던 CE-2 필름이 모든 저장 온도에서 건물율이 높았고, 상온의 경우 open 처리구의 건물율이 가장 높았다(표 4).

Table 4. Dry weight ratio in films of welsh onion MA storage at 9 days (unit : %)

Storage temp.	Treatment	LP-6	LP-4	CE-4	CE-2	Open
Room Temp.	Non-trimming	10.18	10.00	10.73	10.73	11.12
	Trimming	9.68	10.64	9.76	10.28	11.23
5 °C	Non-trimming	10.86	11.65	10.81	10.93	-
	Trimming	9.55	11.32	10.83	11.46	-
0 °C	Non-trimming	9.57	10.95	11.60	11.98	-
	Trimming	10.05	11.01	11.70	10.94	-

식물체의 호흡량과 온도와의 관계는 Q_{10} 으로 설명하는데, 5°C부터 25°C까지는 온도 10°C상승시 2-2.5배의 호흡량 증가가 일어난다.¹²⁾

이 때문에 잎파의 저장중 필름내 CO₂함량을 보면 상온 저장의 경우 저장 기간이 6일로 온도 처리중 그 기간이 가장 짧았음에도 불구하고 CO₂함량이 가장 높았다(표 5).

필름 포장시 CE-2를 제외하고는 3-6% 정도의 수치를 보였는데, 잎파는 15%까지의 고농도 CO₂에도 해가 없는 작물로써¹⁰⁾ 기존의 실험으로 볼 때 CA 저장 조건이 O₂ 1-2%, CO₂ 10-20%가 알맞은 것으로 보고되었으므로 고농도 CO₂ 해를 나타내지 않았을 것으로 생각된다.

5°C와 0°C의 경우 1-3%의 CO₂가 검출되었는데 저장전처리(trimming)에 따른 차이는 없었다.

특히 0℃의 경우 호흡관련 효소의 활성 저해로 5℃보다 6일 더 저장하였음에도 불구하고 CO₂함량이 다소 낮았다.

CE-2필름의 경우 CO₂ gas 투과도가 (48cc/m²24h atm)¹⁵⁾ LP-4보다 2배 이상 높아 포장 필름내 CO₂ 농도가 온도에 관계없이 1% 미만이었고, 특히 0℃에서는 0.4% 미만이었다.

Table 5. CO₂ contents in films of welsh onion MA storage at 9 days (unit : %)

Storage temperature	Treatment	LP-6	LP-4	CE-4	CE-2
Room Temp.	Non-trimming	4.90	2.86	6.26	0.73
	Trimming	3.19	2.92	4.63	1.04
5 °C	Non-trimming	2.18	1.98	2.31	0.57
	Trimming	1.84	1.50	2.18	0.74
0 °C	Non-trimming	2.79	1.19	1.59	0.37
	Trimming	1.72	1.46	1.55	0.35

표 6은 저장 최종일의 포장내 에틸렌 함량을 나타낸 것인데 5℃, 0℃의 저온 저장에서는 저장 전처리와 필름 종류별 처리구 모두에서 에틸렌이 검출되지 않았다. 상온 저장의 경우 에틸렌 함량이 0.1 ppm내외로 매우 적게 검출되었는데, CE-2필름의 경우 저장 전처리(trimming)와는 관계없이 검출되지 않았다.

일반적으로 climacteric 과실은 0.1 - 1 ppm에서 에틸렌에 의한 생리적 작용의 변화가 나타나기 시작하는데,¹⁾ 잎파의 경우 상온 저장시 0.1 ppm의 낮은 농도가 검출되었으므로 에틸렌에 의한 상품성 저하는 나타나지 않았다고 사료된다.

Table 6. C₂H₄ contents in films of welsh onion MA storage at 9 days. (unit : ppm)

Storage temperature	Treatment	LP-6	LP-4	CE-4	CE-2
Room Temp.	Non-trimming	-	0.099	0.129	-
	Trimming	0.111	-	0.113	-
5 °C	Non-trimming	-	-	-	-
	Trimming	-	-	-	-
0 °C	Non-trimming	-	-	-	-
	Trimming	-	-	-	-

엽록소 함량은 엽채류의 저장, 품질 유지의 지표가 되는데, 이는 식물체의 경우 노화되면서 체내 엽록소가 파괴되기 때문이며, 엽채류의 경우 외관상 품질 기준인 색깔의 신선도가 엽록소에 의해 좌우되기 때문이다.

일반적으로 MA나 CA저장중 엽록소 함량 감소는 저농도의 O₂와 에틸렌 작용에 의한 노화가 촉진되며, 적정 농도의 CO₂에 의해서는 엽록소 파괴가 억제된다고 하였으나¹²⁾, 본 실험에서는 에틸렌의 검출이 특히 미약하였으므로 에틸렌에 의한 분해 작용은 없었던

것으로 사료된다. 그리고 CO₂ 함량이 가장 적었던 CE-2에서의 엽록소 함량이 높았던 것으로 보아 CO₂에 의한 엽록소 파괴 억제 효과도 없었던 것으로 본다.

엽록소 함량도 모든 온도에서 trimming처리구가 높게 유지되었다. 상온 저장시 엽록소 함량의 경향은 경도와 유사하여 open처리구에서 가장 낮고, CE-2 처리구에서 가장 높게 나타났다(그림 7).

5°C저장시 엽록소 함량에서도 역시 trimming처리구에서 높게 유지되었는데, 경도와 마찬가지로 CE-2에서 가장 높았으나 필름간 차이는 크지 않았다(그림 8).

0°C저장에서는 trimming처리구와 non-trimming처리간의 엽록소 함량 차이가 더욱 컸다. 또한 16일간 저장했음에도 불구하고 9일간 저장했던 5°C처리보다도 높게 유지되었으므로 잎파의 저장 온도는 0°C가 적합함을 알 수 있었다. 그러나 필름 처리간에는 큰 차이가 없으며 LP-4가 다소 높게 나타났다(그림 9).

본 실험에서 0°C의 장기 저장시 엽록소 함량이 높았고, trimming처리가 모든 저장 온도 처리에서 높았던 것으로 미루어 보아 본 실험에서의 잎파의 엽록소 함량 감소는 저장시 *Botrytis*종의 bacteria에 의한 Grey mould rot에 의한 엽록소 파괴가 원인¹⁹⁾이 되었던 것으로 사료된다.

저장 최종일에 실시한 잎파 폐기율을 살펴보면, 상온의 경우 저장 전처리(trimming)에는 차이가 없었고, 필름 종류별로는 CE-2가 15%이하로 가장 낮은 폐기율을 보였다(그림 10).

5°C 저장에서는 trimming처리시 폐기율이 낮았고, 필름 종류간에서 trimming처리, non-trimming처리 모두 LP-4의 폐기율이 가장 낮았다(그림 11).

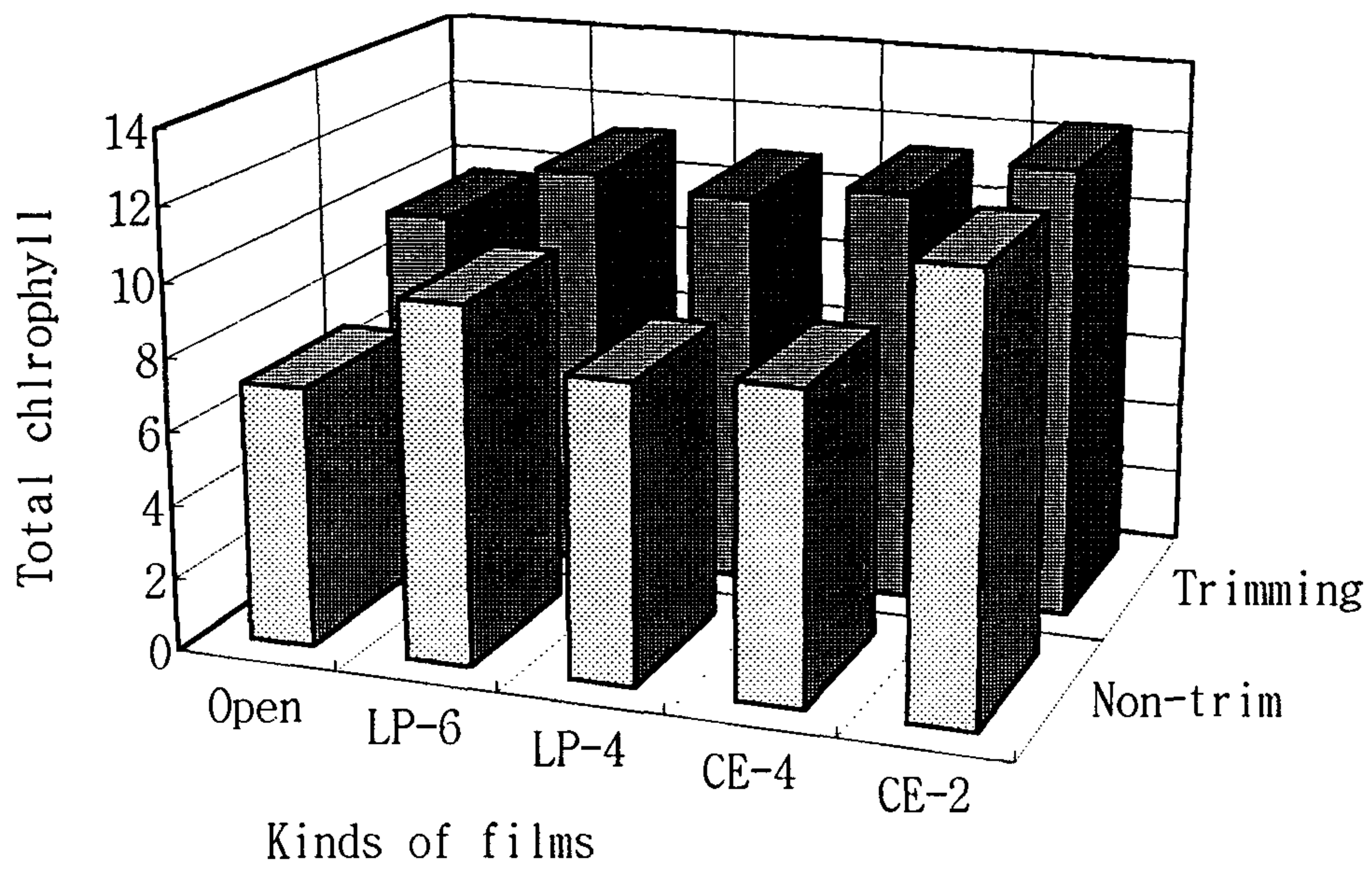


Fig. 7. Change in total chlorophyll of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 6 days in room temp. storage.

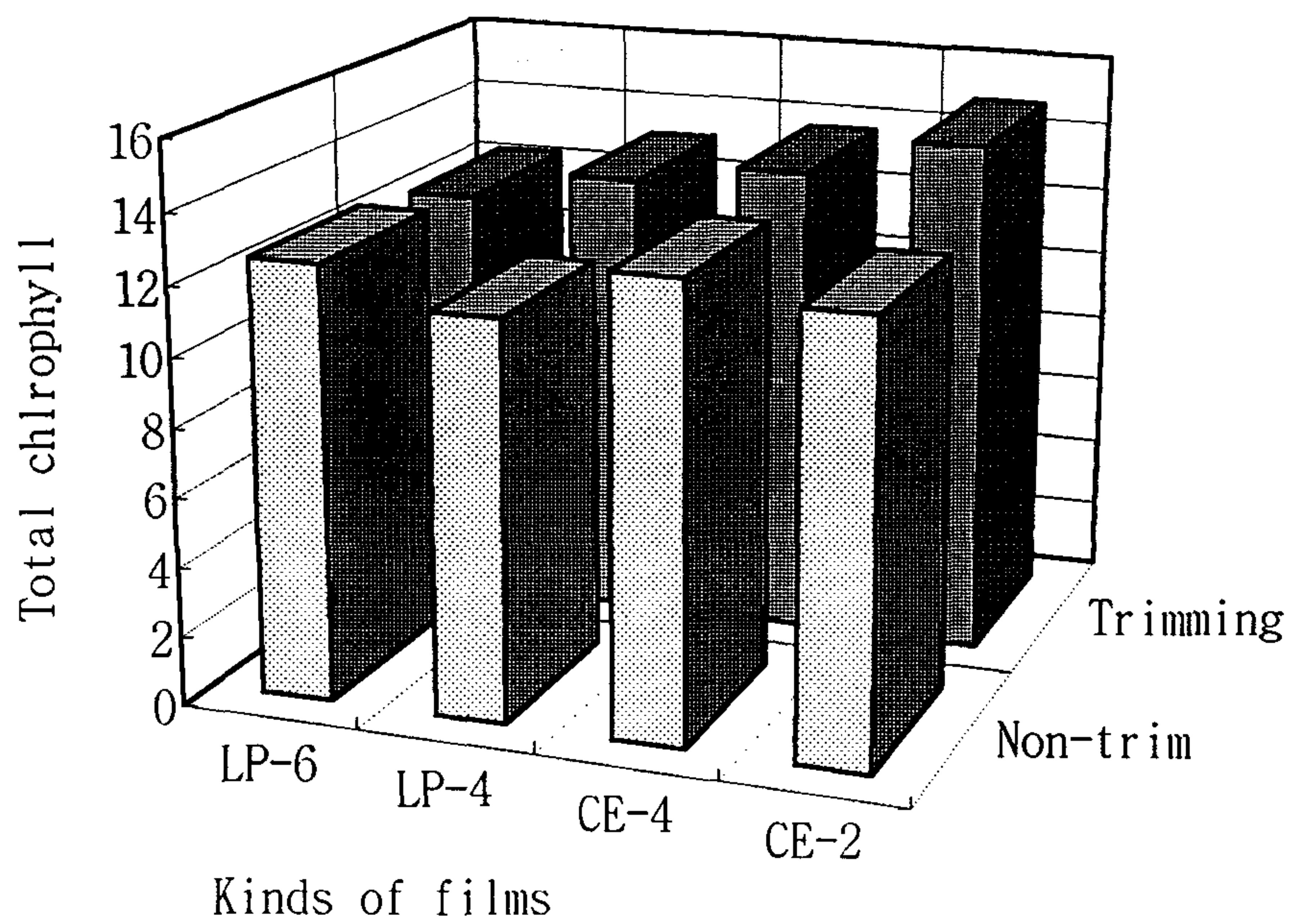


Fig. 8. Change in total chlorophyll of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 9 days in 5C storage.

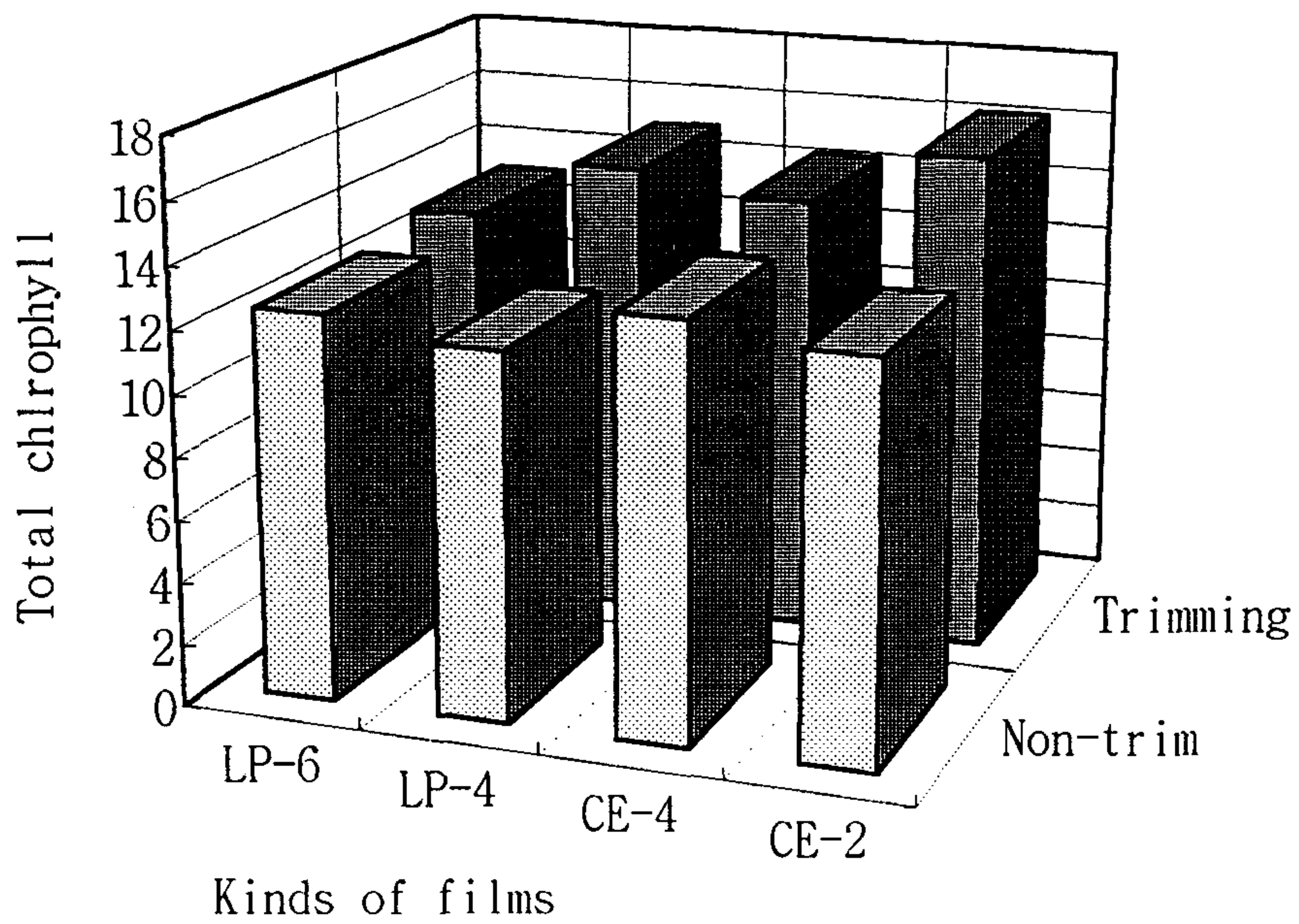


Fig. 9. Change in total chlorophyll of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 15 days in OC storage

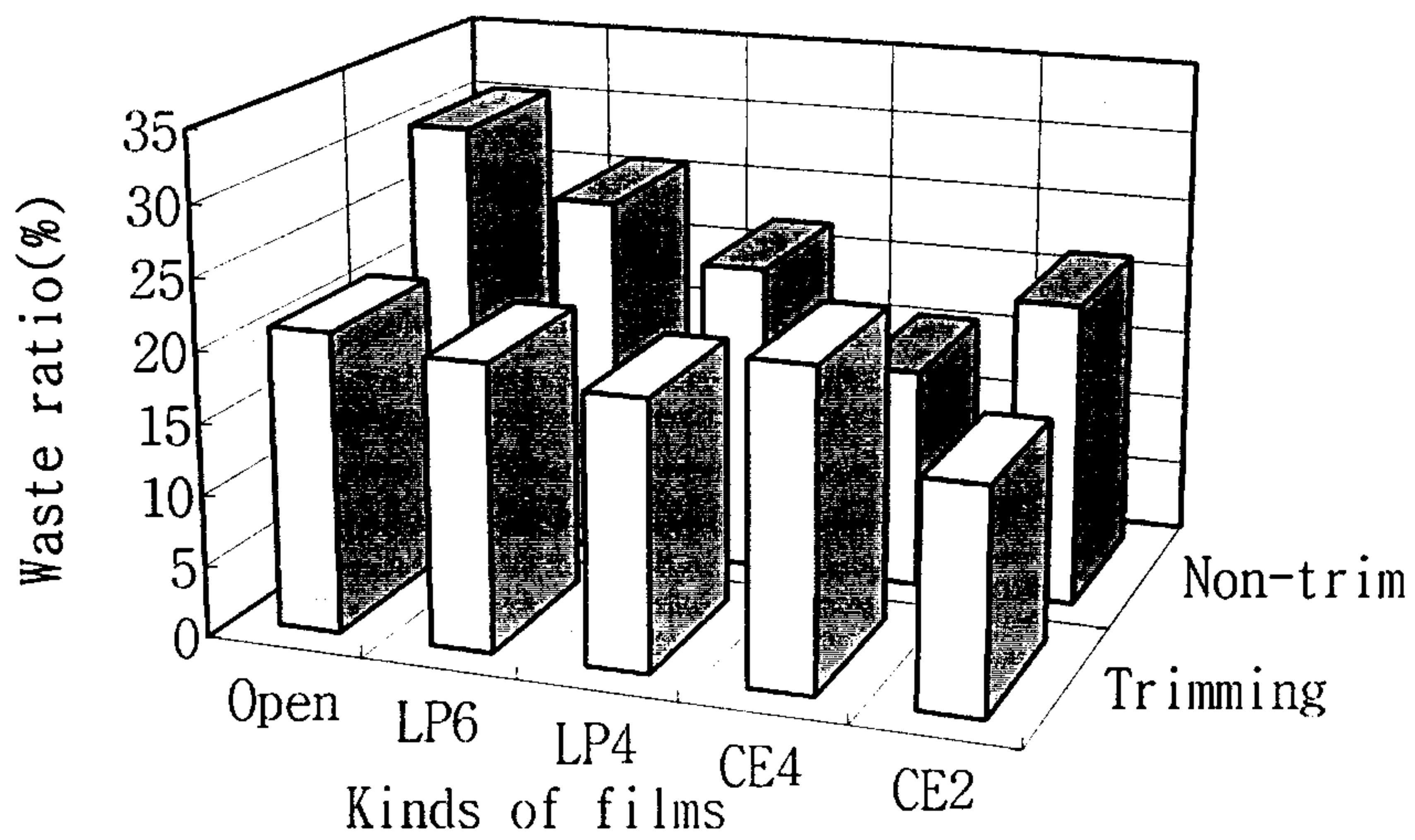


Fig. 10. Waste ratio of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 6 days in room temp.storge.

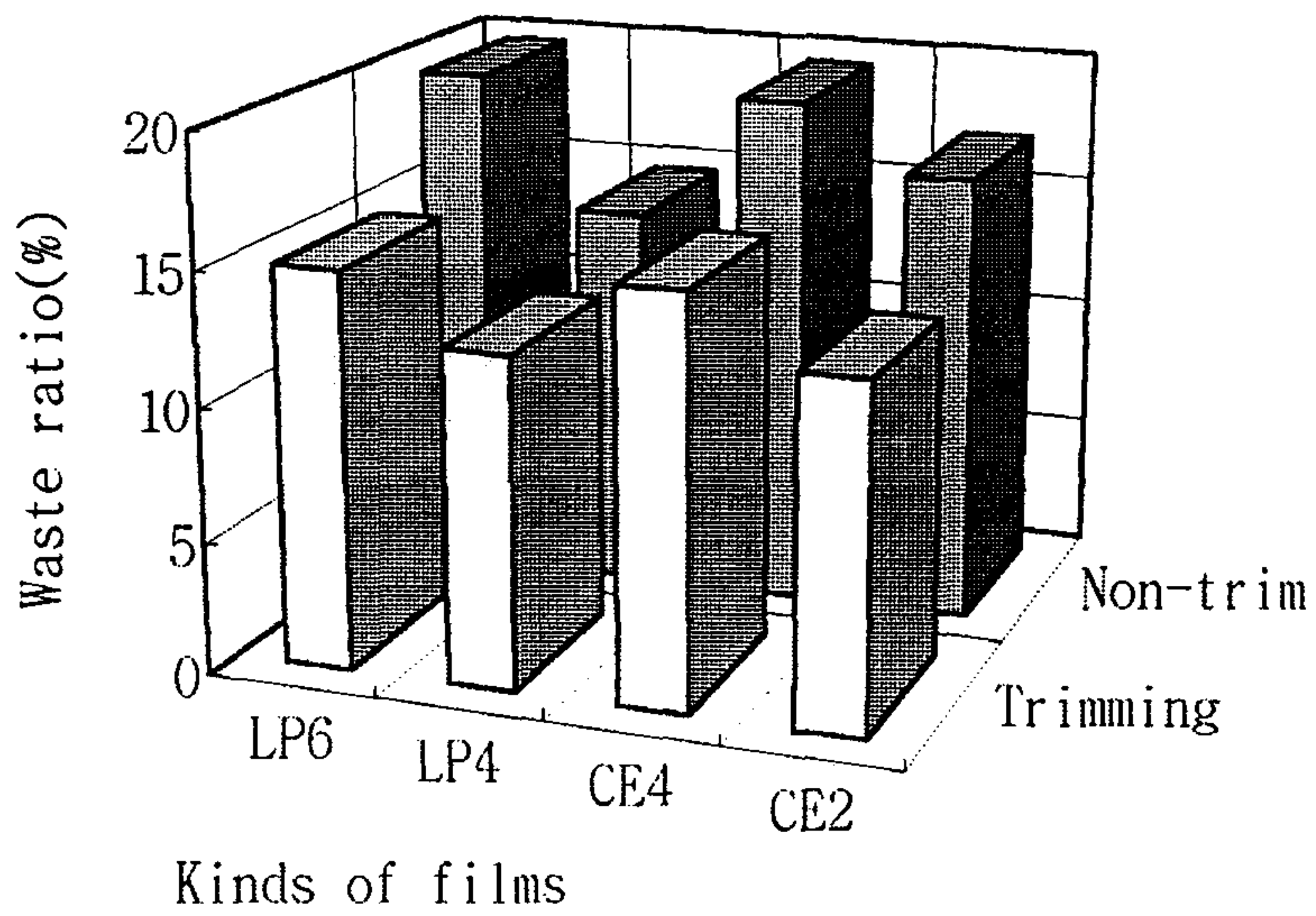


Fig. 11. Waste ratio of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 9 days in 5C storage.

그림 12는 0℃ 저장 온도에서의 폐기율을 나타낸 것인데 저장 전 처리에서는 trimming처리구가 낮은 폐기율을 보였으며, 필름 종류별로는 non-trimming처리구에서는 CE-2, trimming처리구에서는 LP-4가 가장 낮은 폐기율을 나타내었다. 특히 0℃ 저장에서 trimming처리구의 폐기율이 낮게 나타나 잎파의 장기 MA저장에서는 저장전 trimming작업이 필요한 것으로 나타났다. 이는 잎파의 뿌리나 엽초부경의 외피에 붙어 있을 수 있는 병원균의 제거로 저장 중 잎파의 부패를 막을 수 있다.

잎파 저장시 품질저하에 큰 영향을 미치는 요인 중 하나가 Grey mould rot(leaf blast)인데, 이 병은 *Botrytis*종에 의한 것으로 저온일수록 생장이 억제되나 0℃에서도 최소한의 생장이 가능한 병균이다.¹⁹⁾

1차 실험에서 사용한 잎파는 수확후 여러 단계를 거친 후 실험 재료로 사용되어, 저장 실험시 신선한 상태가 아니었다. 그런 이유로 기존의 실험⁶⁾에 비해 저장기간이 짧았다. 그래서 본 연구실에 직접 재배한 '흑금장파'를 96년 11월 20일 수확 후 바로 저장 실험에 이용하였다. 저장 온도는 1차 실험에서 잎파의 보수력이 가장 좋았던 0℃로 하였고, 필름 종류는 LDPE 0.04mm와 Ceramic 0.04mm로 하였는데, 1차 실험에서 LDPE 0.06mm는 저장 효과가 크지 않았고, Ceramic 0.02mm는 2주 이상 저장시 생체중 감소가 5%이상이어서 제외시켰다. CA 조건은 3% O₂, 5% CO₂, 0℃로 하여 open system(내부 R.H. 80%)으로 하였다. 실험 결과를 보면 대체로 MA, CA 저장은 저장 기간이 1달 이상으로 우수하였고 필름 포장 후 상부가 열린 상태에서도 0℃의 저온(R.H 60-70%)에서 저장한 처리구에서는 20일 저장이 가능하였다.

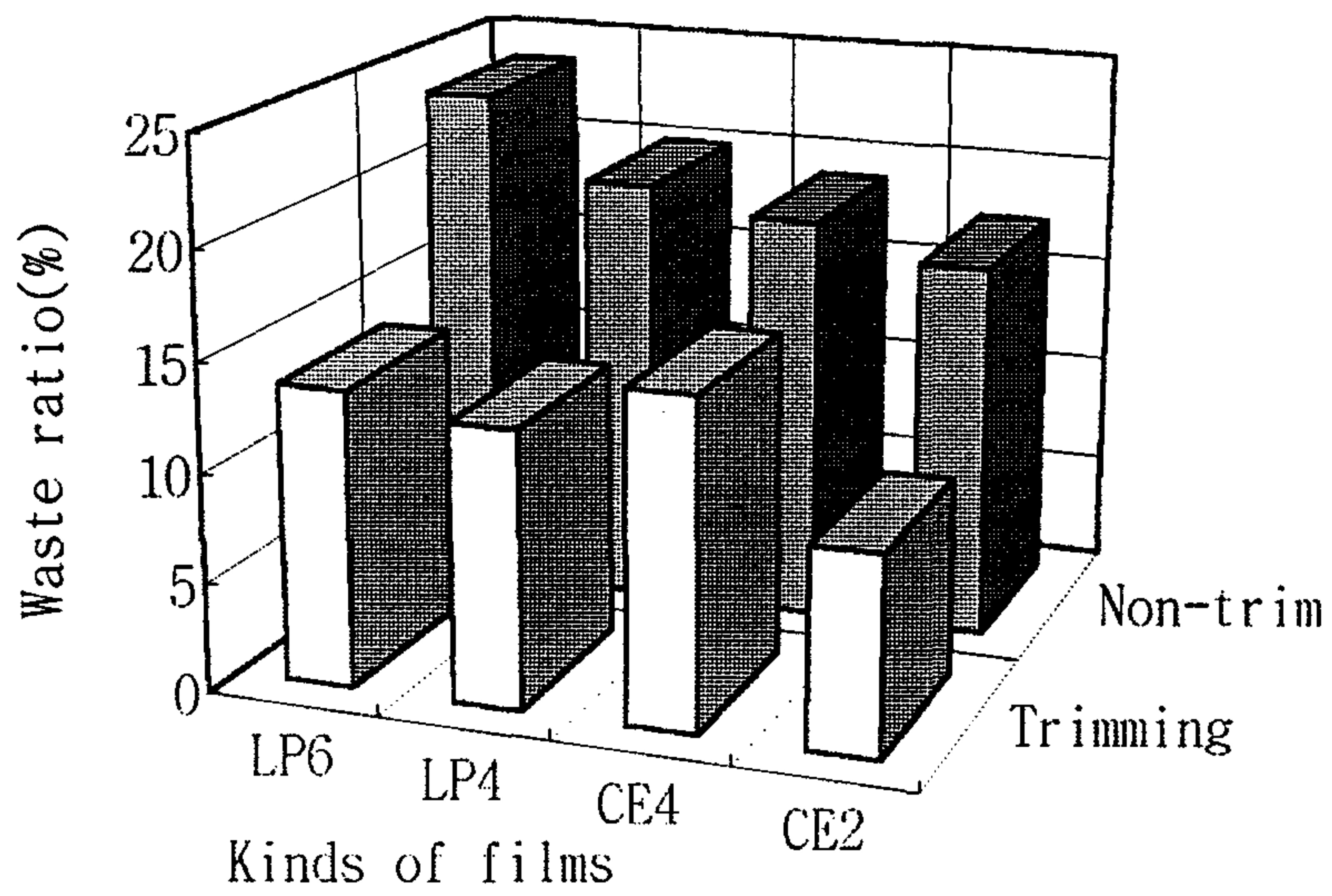


Fig. 12. Waste ratio of welsh onion according to the kinds of films and trimming treatment at 15 days in OC storage.

생체중 변화를 살펴보면 Open처리구의 경우 21일까지 대체로 완만한 감소를 보이다가 28일째에는 trimming처리와 non-trimming처리구 모두 8%이상의 생체중 감소를 보여 생체중 감소로만 보면 open의 경우 28일 이상의 저장은 불가능하였다. CA저장의 경우 open system으로 저장고 내 습도가 80% 이하 정도였기 때문에 저장 35일째는 5%를 약간 넘는 생체중 감소를 보였다. MA저장의 경우 LP-4, CE-4간에 큰 차이 없이 저장 35일째까지 2%미만의 감소를 보여 생체중 보지 능력이 가장 우수하였다(그림 13).

경도의 변화를 보면 open, MA저장, CA저장 순으로 높게 유지되었는데 open의 경우 trimming처리구에 비해 non-trimming처리구가 다소 높았고, MA저장시 CE, LP는 거의 같은 수준이었다. CA의 경우는 1890kg/mm²로, open에 비해 거의 2배나 높은 정도로 나타내었다. 생체중 감소가 MA 저장 보다 컸던 CA저장에서 경도가 가장 높게 유지되었던 것은 CO₂ 농도의 차이가 한가지 큰 원인이었던 것으로 사료된다. 적절한 CO₂함량은 경도 감소를 지연시키는데, 앞과의 경우 CO₂ 내성이 5-15%로 높은 편이므로 5%의 CO₂ 농도를 보인 CA저장이 경도 유지에 더 유리하였으리라 생각된다. 엽록소 함량을 보면 경도와 비슷한 경향을 보였는데, 각 저장 처리간 차이는 심하지 않았다. MA저장에서는 CE-4가 다소 높았는데 특히 엽록소b의 함량이 많았다. 비타민 C의 함량은 대체로 30mg/100g F.W 였는데, open, MA, CA저장 처리 사이의 차이는 심하지 않았다. 엽록소 함량과 비슷한 경향을 보였으나 위의 실험 결과에서 경도, 엽록소, 비타민 C함량이 CA저장 처리구에서 좋았던 것은 역시 적정 CO₂농도 때문이라고 사료된다.

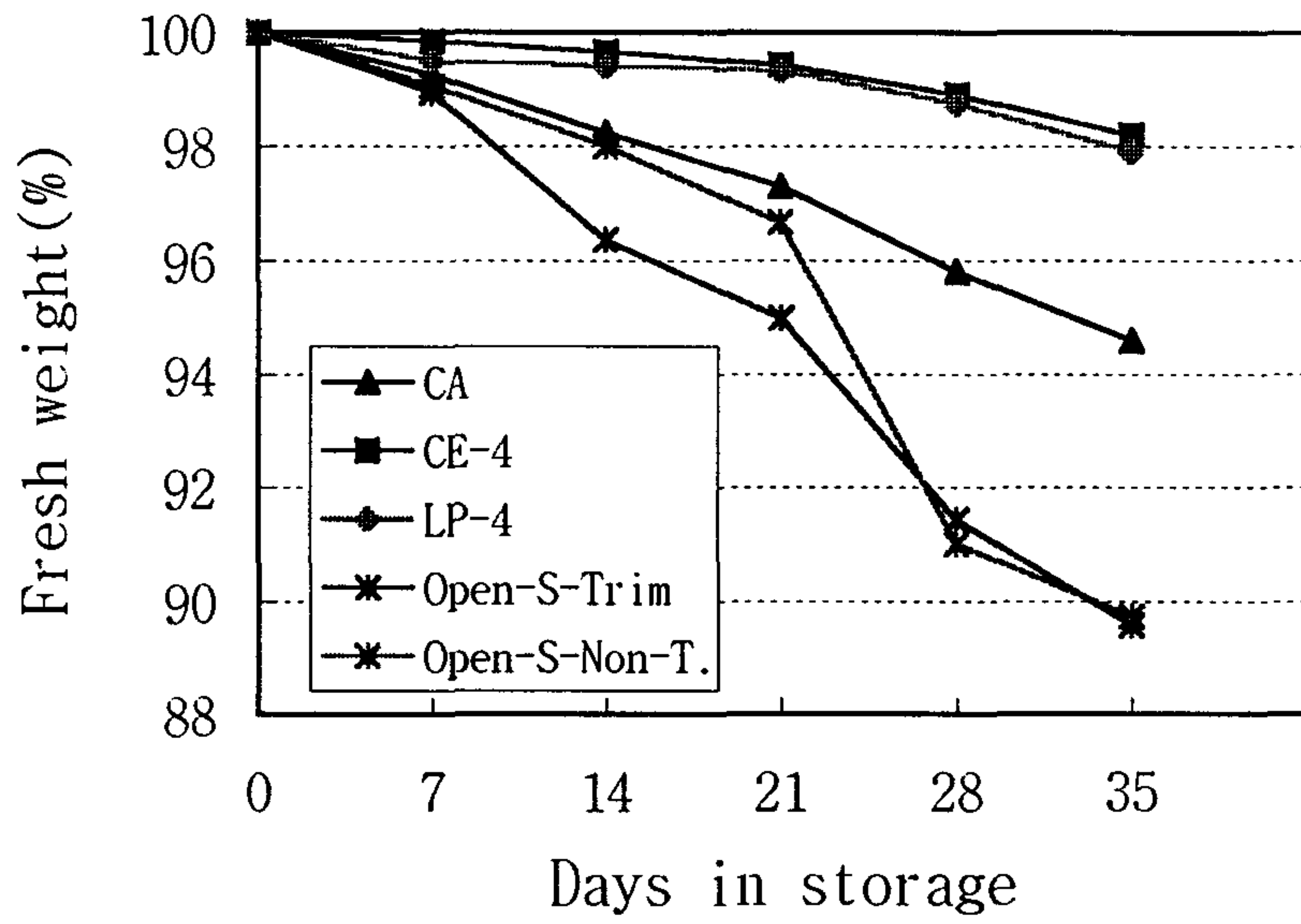


Fig. 13. The fresh weight loss of welsh onion on MA and CA storage at 0 C.

그러나 폐기율은 전반적으로 open, CA, MA저장 순으로 낮게 나타났다. open의 경우 trimming처리구가 non-trimming처리구의 76%에 해당하는 비교적 낮은 폐기율을 보였다. CA 저장은 5.82%의 폐기율을 보였는데 이는 CA저장고 system이 open system이어서 잎끝이 MA저장에 비해 많이 마른 데서 그 원인을 찾을 수 있었다. MA저장에서는 CE필름에서 LP필름보다 다소 낮은 3.43%의 폐기율을 보여 잎파의 장기 저장에서는 MA저장이 우수한 것으로 나타났다(표 7).

Table 7. The qualities of welsh onion at 35 days in MA and CA storage at 0°C

	Firmness (kg/mm ²)	Chlorophyll			Vitamin C (mg/100gF.W)	Waste ratio(%)
		a	b	Total		
Open-Root- LDPE 0.04mm	1.01	16.86	3.28	20.14	30.66	8.99
Open- LDPE-0.04mm	1.13	17.90	3.70	21.58	31.06	6.86
LDPE-0.04mm	1.40	20.03	3.66	23.67	32.38	3.85
Ceramic- 0.04mm	1.39	20.08	4.07	24.15	33.80	3.43
CA	1.89	21.06	3.66	24.72	34.18	5.82

저장 방법별 CO₂, C₂H₄ 함량을 살펴보면 LP-4와 CE-4가 CO₂ 1%, C₂H₄ 0.14 ppm으로 거의 같은 수치를 나타냈고 CA저장의 경우 저장 중 CO₂ 대기 조건 자체가 5%였고, open system이었으므로 내부 에틸렌 함량은 0.05 ppm으로 매우 낮았다(그림 14).

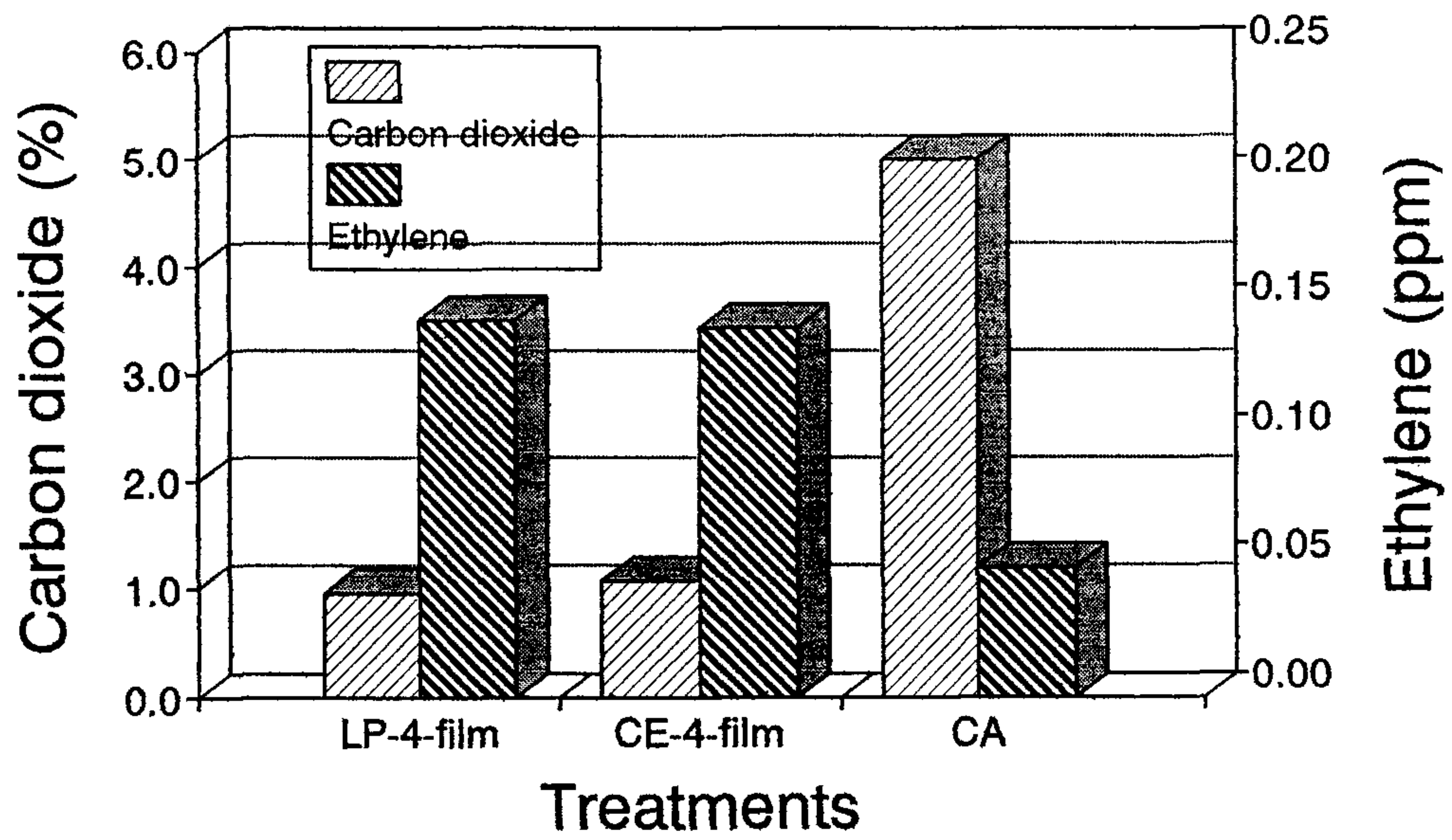


Fig. 14. The carbon dioxide and ethylene contents of welsh onion at 35 days in MA and CA storage(0 C).

앞파에 있어 적정 CA 저장조건의 CO₂ 농도는 10-20%였으므로 CA저장을 제외한 MA 저장에 있어서의 CO₂농도는 기준 미달이었다. 앞파의 MA 저장시 수분 손실은 상당히 억제할 수 있었으나 호흡에 대한 적정 CO₂농도는 달성하기 어려웠는데, 이는 앞파 CO₂ 발생량은 low class인데 반해 MA, CA저장시에 앞파의 적정 CO₂ 농도는 5%이상이기 때문이다.¹⁰⁾ 본 실험에서 1pack에 3개의 파를 넣었으나 pack에 많은 수의 파를 포장하여 호흡으로 생성된 MA 포장내 CO₂농도를 높인다면 좀더 효과적인 MA저장을 할 수 있을 것이다. 또한 CO₂ gas 투과율이 낮은 필름의 개발도 요구된다.

1차 실험에서 같은 결과를 얻었는데, 앞파 저장시 필름 종류는 0.04mm 두께 정도로 gas 투과도가 CO₂의 경우 10cc/m² 24h atm, O₂는 8cc/m² 24h atm, 수분 투과도는 10cc/m² 24h atm미만이 되어서 1달 저장시 5% 미만의 생체중 감소가 일어나는 종류가 좋으며, 저장 온도는 0°C가 좋았던, 그리고 저장중 *Botrytis* 병원균에 의한 Grey mould rot이 상품성 저하에 큰 영향을 미치므로¹⁹⁾ 저장전 trimming처리를 통한 외피와 뿌리 제거가 필요하리라 본다.

제 2 항 재배 방법별 저장성 비교 실험

양액 재배된 생산물의 경우 토양재배 산물 보다 수분함유량이 높아 저장성이 떨어진다는 통념이 있어, '흑금장파'를 공시품종으로 하여 양액 재배한 것과 토양 재배한 것을 수확하여 바로 저장 실험을 수행하였다. 이들 중 양액 재배한 잎파는 스펀지 등을 제거한 trimming처리와 스펀지를 그대로 둔 non-trimming처리구를 두었고, 토양재배의 경우도 뿌리와 엽초부경의 외피를 제거한 trimming처리구와 그렇지 않은 non-trimming처리구를 두어 저장 전처리를 하였다. 저장은 LP-4 필름을 이용한 MA저장으로 0℃에서 수행하였다. 저장중 생체중 감소를 보면 대조구(non-trimming한 토양재배 잎파를 상부가 열린 필름 LP-4에 저장)는 저장 28일째 8%이상의 감소를 보이면서 생체중 감소로 인해 상품성을 잃었다. 토양재배의 경우는 trimming처리구의 생체중 감소가 적었으나 수경재배에서는 non-trimming처리구의 생체중 감소가 더 적었다. 0℃저장에서는 trimming과 non-trimming간의 생체중 감소에 있어 차이가 없었으나 토양재배시 trimming이 보구력 유지에 더 효과적이었다. 그러나 저장 6일째 저장고 내부 온도가 기계고장으로 인해 -4℃까지 내려가서 수분 함량이 많았던 수경 재배한 잎파는 동해를 입어 정확한 결과를 얻을 수 없었다(그림 15).

필름 포장내 CO₂함량을 보면 모든 처리구에서 1% 내외의 낮은 수치를 나타냈다. 잎파의 CO₂ 발생량이 5℃에서 5mg CO₂/kg. hr °C로 호흡률에 따른 원예작물의 분류군에서 두 번째로 호흡량이 적은 low class에 포함된다.¹⁰⁾ 이렇게 잎파는 호흡량이 낮은 작물인데다 0℃의 저온에서 저장하였으므로 더욱 낮았던 것으로 여겨진다.

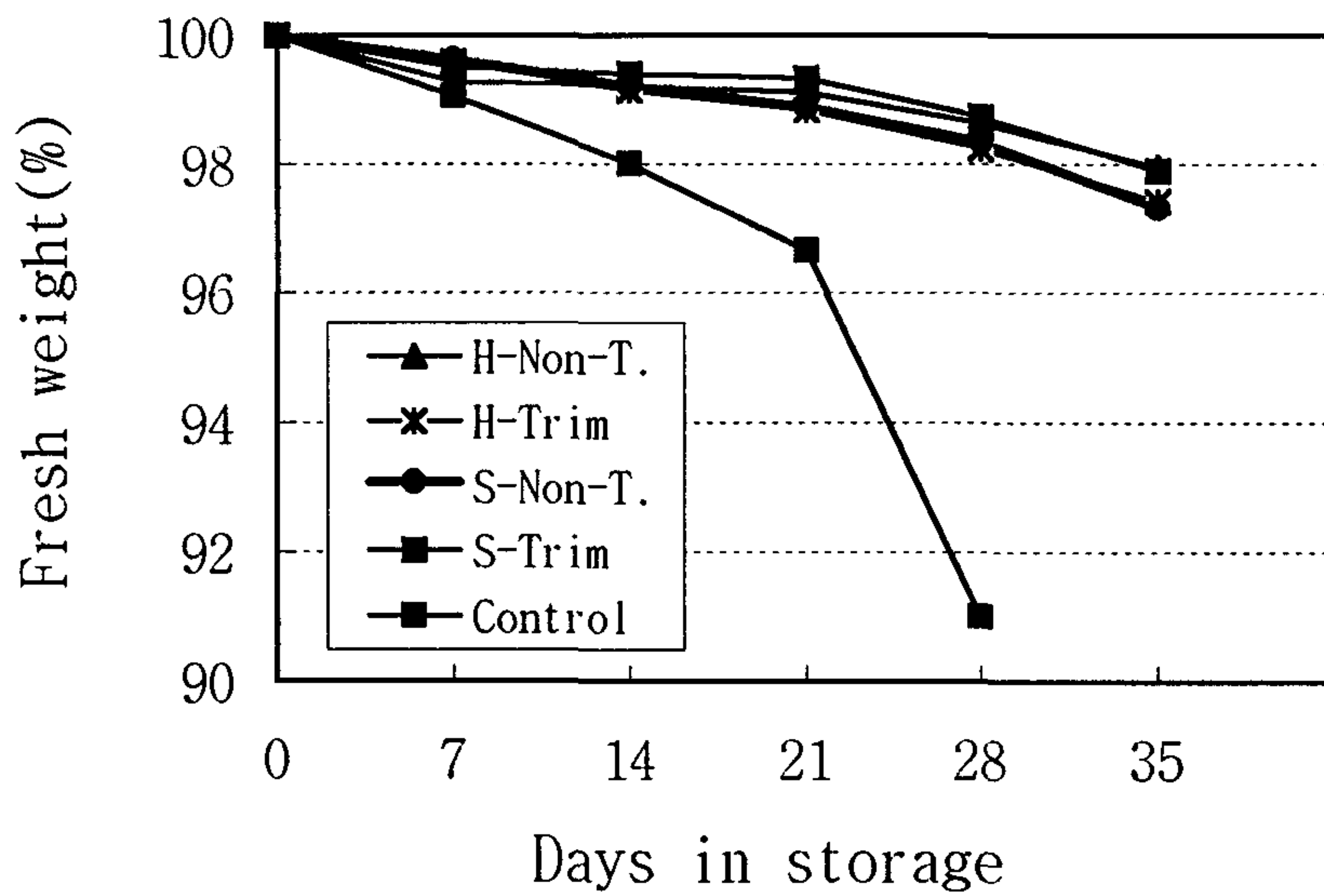


Fig. 15. The fresh weight loss of welsh onion on cultural methods and trimming treatment during 0 C storage.

식물의 호흡량은 Q_{10} value에 의해 5-25℃에서는 10℃ 감소할 때마다 호흡률이 2-3배 감소한다.¹²⁾ 각 재배 방법별로 볼 때 trimming 처리의 CO₂ 함량이 낮게 나타났다. 에틸렌 함량은 0.1 ppm의 낮은 수치로 나타났는데 일반적으로 에틸렌에 대한 식물체의 반응은 1 ppm수준에서 발생하므로 에틸렌에 의한 품질 저하는 일어나지 않았을 것으로 사료된다(그림 16).¹⁾

재배 방법별 저장한 잎파의 경도 변화를 보면 저장 35일째 토양 재배의 경우 trimming처리구가 non-trimming처리구에 비해 높은 경도 나타났다. 수경재배의 경우는 불행히도 저장 도중 동해를 입어 경도가 크게 떨어졌다. 본 실험에서 저장 온도를 0℃로 하였는데 저장 6일째, 12시간 정도 -4℃로 저온고 온도가 떨어졌는데, 이때 체내 수분 함량이 많았던 수경 재배 처리구에서 동해를 입었다. 특히 non-trimming처리구는 스펀지에 있는 수분까지 얼면서 그 피해가 더욱 컸다. 엽록소 함량의 경우 동해를 입었던 수경 재배 처리구가 토양 재배 처리구보다 높게 유지되었고, 토양 재배에서는 trimming처리구의 엽록소 함량이 더 많았다. 비타민 C의 경우 동해를 입었던 수경 재배 처리는 토양 재배보다 낮았는데, 특히 동해가 심했던 non-trimming처리구의 함량은 토양 재배의 30% 정도밖에 되지 않았다. 토양 재배의 경우 경도와 엽록소 함량과 마찬가지로 trimming처리구의 비타민 C함량이 높았다. 폐기율의 경우도 역시 trimming처리구의 폐기율이 낮았다(표 9).

본 실험에서는 수경 재배한 잎파의 동해로 두 재배 방법간에 저장성 비교는 제대로 이루어지지 않았으나, 생체중 감소로만 볼 때 두 처리간 차이는 없었다.

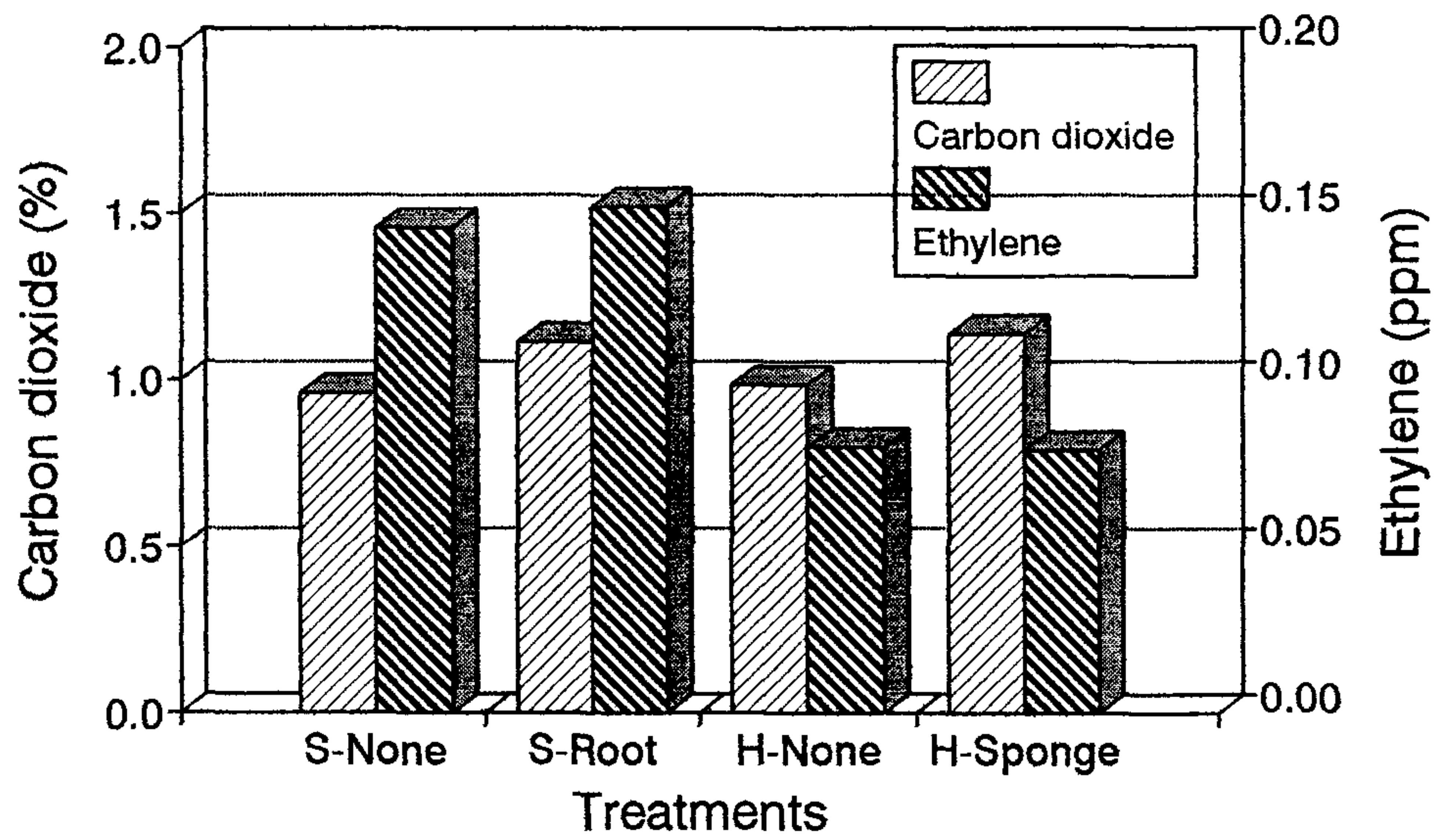


Fig. 16. The carbon dioxide and ethylene contents on cultural and trimming method on 0 C storage of welsh onion.

Table 9. The qualities of welsh onion at 35 days in MA and CA storage at 0°C

Cultural method	Treatment	Firmness (g/mm ²)	Chlorophyll		Total	Vitamin C (mg/100gF.W)	Waste ratio(%)
			a	b			
Soil	None (root)	1.37	18.74	3.05	22.23	31.88	5.81
	Trimming	1.40	20.03	3.66	23.67	32.38	3.85
Hydroponics	None (sponge)	-	19.25	5.12	24.37	10.14	-
	Trimming	1.0	19.21	4.71	23.92	17.33	4.07
Control		1.13	16.86	3.28	20.14	30.66	8.99

또한 본 실험에서 얻었던 중요한 결과는 건물율이 높아, 상대적으로 수분 함량이 많은 수경재배 산물인 경우 체내 수분 함량이 많아 토양 재배에 비해 비교적 높은 온도에서도 동해를 입을 수 있다는 것이다. 잎파의 경우 얼지 않는 온도까지 낮추는 것이 장기 저장에 유리하다고 알려져 있으나 수경 재배 잎파인 경우는 0°C 이하의 온도는 단 몇 시간 동안이라도 큰 피해를 줄 수 있을 것이라고 사료된다.

제 4 절 적 요

잎파(*Allium fistulosum* L.)의 최적 MA저장조건을 위해 본 실험을 실시하였다.

1. 잎파의 최적 저장 온도는 0℃이며, 필름 종류별 실험을 통해서는 1달 이상의 장기 저장시 0.04mm 이상의 필름 두께가 좋았다.
2. 저장전 trimming은 저장성을 향상시켰다.
3. 장기 저장을 위해서는 CO₂ gas 투과도가 낮은 필름의 개발이 필요하다.
4. 재배 방법별로는 저장성에 큰 차이는 없었고, 수경재배의 경우 저온에 더 민감하였다.

제 5 절 참고 문헌

1. Abeles, F. B., P. W. Morgan, M. E. Saltveit, Jr. 1992. Ethylene in plant biology. Academic press, Inc. p125-138.
2. Ahrens, M. J. and D. J. Huber. 1990. Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. *Physiol. Plant.* 78:8-14.
3. Ben-Yehoshua. 1985. Individual seal-packaging of fruits and vegetables in plastic film, a new post-harvest technique. *Hort. Sci.* 20:32-37.
4. 최철희. 1992. 저온 저장시 high-density polyethylene film이 몇 가지 산채류의 저장성에 미치는 영향. 고려대학교 자연자원 대학 농학석사 학위논문.
5. Hardenberg, R. E. 1949. Moisture losses of vegetables packaged in transparent film and their effect on shelf-life. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53:426-430.
6. Hruschka, H, W. 1974. Storage and shelf life of packaged green onions. *Marketing Research Report of the United States Department of Agriculture* No. 1015, 21 p illus.
7. Isenberg, F. M. and R. M. Sayles. 1969. Modified atmosphere storage of danish cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:447-449.
8. Jeong J. C., K. W. Park., and Y. J. Yang. 1990. The influence of packaging with high-density polyethylene (HDPE) film on the quality of leaf lettuce stored at low temperature. *J. Kor. Hort. Soc.* 31(3):219-225.
9. Kader, A. A., D. Zagory, and E. D. Kerbel. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28:1-30.

10. Kader, A. A., 1992. Postharvest technology of horticultural crops. University of California. p 15, 19, 86, 88
11. 강호민. 1992. 토마토 과실의 성숙중 에틸렌 생성량, EFE 활성 및 유리지방산 조성의 변화, 고려대학교 대학원 원예과학과 석사학위 논문.
12. Kays, S. J., 1991. An AVI Book. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. p 104, 184, 360-363, 451
13. 이 승구. 1996. 원예 작물의 수확 후 생리. 성균사. p 49, 51.
14. Parsons, C. S. and R. C. Wright. 1956. Effects of temperature : trimming and packaging method on lettuce deterioration. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68:283-287.
15. 박형우. 1993. 과실, 채소류의 MA포장재 개발에 관한 연구. 고려대 대학원 식품공학과 박사학위 논문.
16. 박권우, 이미현, 이공표. 1993. 방울다다기 양배추의 보수력에 미치는 다듬기, 저장온도와 필름포장의 효과. 한국원예학회지 34(6):421-429.
17. Peirce, Lincoln. C. 1987. vegetables. p 272-277.
18. Robinson, J. E., K. M. Browne, and W. G. Burton. 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. Ann. Appl. Biol. 81: 399-408.
19. Snowdon, A, L., 1991. Atlas of Post-Harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables. Wolfe Scientific Ltd. p 224, 234-235

제 4 장 잎파생산 농가대상 잎파수경재배 교육

- 잎파생산 농가대상 잎파수경재배 교육 -

제 1 절 서 설

우리나라의 채소류는 수급의 불균형으로 자주 파동을 맞는데, 94년 봄 27억원 상당의 잎파를 수입한 경우가 있다. 이런 상황에서 잎파의 수경 재배를 통한 대량 생산은 양념 채소의 수입을 근본적으로 실시할 필요가 없어 국가적으로 연간 수십억원의 이익을 가져올 수 있을 것이다. 또한 잎파의 새로운 수경법이나 양액이 개발되면 양액 조절을 통한 기능 채소 생산이 가능해져 소비가 확대되고 이에 따른 농가 소득이 증가될 것이다.

국민 소득의 증가와 함께 년중 신선한 양념채소의 소비가 증가하므로 수경재배를 통한 주년 생산이 요구되며, 또한 현재 일본에서도 잎파의 소비가 많기 때문에 고품질 잎파의 공장적 대량 생산이 현실화 되면 일본으로 수출이 가능하다.

일본의 경우 수경용 잎파 품종이 육성되어 보급되고 있으며 이에 따른 잎파 전용 양액이 개발되어 있다. 또한 담액 수경을 통한 잎파의 양액 재배가 이루어지고 있다. 그러므로 우리실정에 맞는 잎파의 수경재배법이나 시스템이 개발된다면 잎파 등 양념 채소 뿐만 아니라 다른 엽채류의 생산도 가능한 시스템을 개발함으로써 농가의 실제적인 소득을 증가시킬 수 있을 것이다.

그러나 대부분 수경재배 농가 양액재배기술이 낙후되어 있으며, 수경 재배 독농가에 대한 기술 교육 또한 미비한 실정이어서 체계적이고 실질적인 대농민 교육이 필요하리라 본다.

이에 본 연구실에서는 '94 현장애로 사업이었던 잎파의 대량생산 기

술 개발 과제를 수행하면서 얻게된 잎파의 수경재배에 관한 모든 것을 농민들에게 교육하고자 하였다. 교육대상지으로는 95년 작목별 전국 현황을 볼 때 상추등 엽채류의 생산이 가장 많았던 광명시 일대로 선정하였다.

제 2 절 결 과

당초 10-12월에 있을 예정이었던 농가대상 잎파수경재배 교육은 광명시 농촌지도소와 광명시 농가의 요청이 있어, 금년 2월 8일에 광명시 약 100여 농가를 대상으로 다음의 내용으로 대농민 수경재배 교육을 실시하였음

- 잎파전용 양액 만들기
- 수경용 잎파의 파종 및 육묘기술
- 잎파의 공장적 대량생산 실제
- 잎파의 수확 및 포장, 저장 기술

양념채소 양액재배 교육자료

1996. 2. 6.

광명시농촌지도상담소
고려대학교 원예학과

1. 양액재배 정의 및 역사

가. 양액재배의 정의

- 순수수경재배 : 영양분이 녹아있는 물 속에 식물을 담가 재배하는 방법
- 무토양 재배 : 토양을 사용하지 않고 자갈, 모래, 펄트, 버미큘라이트, 톱밥 등에 양액을 공급하여 재배하는 방법
- 최근의 수경재배 정의 : 토양이외의 배지에서 양액을 이용하여 식물을 기르는 재배방법

나. 양액재배의 역사

- 1650년대 벨기에인 van Helmont가 버드나무를 빗물로만 재배
- 1700년대 Woodward가 흙탕물 재배로 생육촉진 사실 발견
- 1758년 Du hamel이 물과 낮은 농도의 비료성분 몇 가지로 재배하여 물에 녹아있는 성분의 흡수사실 규명
- 이후 많은 학자들이 순수수경재배 연구함.
- Sacks와 Knop이 식물에 필요한 양액을 만들어냄.
- 1921년 미국인 Pember와 Adams가 온실 카네이션을 사경 재배함.
- 1929년 캘리포니아 농업연구소에서 순수수경재배인 물탱크 재배를 발전시켰으며 수경재배를 원예에 도입한 효시임.
- 1940년 제2차세계대전중에 미군들이 남태평양 바위섬에서 채소 생산 미군들에 공급
- 1950년 이후 상업적 양액재배가 실용화 되기 시작함.

다. 한국의 양액재배 현황

- 1954년 중앙농업기술원에 10a의 온실을 만들어 수경재배시작
- 그 후 고려대학교 등 일부에서 연구가 이루어 졌으나 미미함.
- 1977년 원예시험장에서 순수수경에 대하여 연구를 시작한 후 1990년대에 들어서면서 정부의 원예산업진흥책에 힘입어 상업적 시설이 도입되어 재배면적이 급격히 늘어나고 있음.

2. 양념채소의 양액재배

가. 양액재배의 필요성

- 양념채소의 재배기간이 길고 생산량 및 가격의 변동이 심함.
- 양념채소의 재배농가가 한정되어 있어 연작에 의한 피해 및 토양오염에 의한 안정성의 문제점이 대두되고 있음.
- 보건적 효과가 많은 채소로서 양액조절을 통하여 철분, 칼슘 등의 흡수를 촉진시킬 경우에 기능채소로서의 역할이 가능함.
- 양념채소를 양액재배할 경우 생산성을 5-7배 정도 높일 수 있으며 연중생산이 가능하고 가격에 따라 향시 출하가 가능함.

나. 양액재배 요령(박권우 저 『양액재배의 이론과 실제』 참고)

- 양액재배의 종류
- 양액의 종류 및 설치
- 양액재배시설의 설치
- 양액재배 관리
- 병해충방제
- 수확 및 저장

다. 잎파의 공장적 대량생산기술(슬라이드 참고)

- 잎파 생산 현황 및 수급현황
- 잎파의 양액재배 가능성
- 잎파 생산 시설의 종류
- 잎파 양액 제조요령
- 잎파 재배관리
- 잎파의 병해충 방제

3. 참고 자료

- 『양액재배의 이론과 실제』 박권우. 고려대학교 출판부