



### 저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**동일조건변경허락.** 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2008年 8月  
碩士學位論文

고농도 산소수에 의한 새싹식물의  
항산화 물질 증가 효과

朝鮮大學校 大學院

環境工學科

柳 昌 勳

# 고농도 산소수에 의한 새싹식물의 항산화 물질 증가 효과

Enhanced effect of high concentrated oxygen water on the  
production of antioxidants on sprout

2008年 8月 25日

朝鮮大學校 大學院

環境工學科

柳 昌 勳

고농도 산소수에 의한 새싹식물의  
항산화 물질 증가 효과

指導教授 李仁化

이 論文을 工學碩士學位申請 論文으로 提出함.

2008年 4月

朝鮮大學校 大學院

環境工學科

柳 昌 勳

# 柳昌勳의 碩士學位論文을 認准함

委員長 朝鮮大學校 教授 金時郁 ㉠

委員 朝鮮大學校 兼任教授 車珍明 ㉠

委員 朝鮮大學校 教授 李仁化 ㉠

2008年 5月

朝鮮大學校 大學院

# TABLE OF CONTENTS

<i>Table of Contents</i> .....	i
<i>List of Tables</i> .....	iv
<i>List of Figures</i> .....	vi
<i>Abstract</i> .....	vii
제1장 서론 .....	1
제2장 이론적 고찰 .....	3
제1절 페놀성 화합물 .....	3
1. 합성경로 .....	3
2. 단순 페놀성 화합물 .....	3
제2절 플라보노이드 .....	4
제3절 무기영양 .....	5
제4절 아미노산 .....	7
제3장 재료 및 실험 방법 .....	10
제1절 실험 재료 .....	10
1. 재료 .....	10
2. 시료의 제조 .....	10
3. 물 순환 공급 장치 .....	11

제2절 실험 방법 .....	13
1. 고농도 산소수를 이용한 새싹 종자 재배 .....	13
2. 자외선 살균을 이용한 새싹 재배 .....	14
3. 항균 물질의 처리에 따른 새싹 종자의 미생물 제어 효과에 따른 새싹 재배 .....	15
4. 분석 방법 .....	16
가. 흡광도법에 의한 성분 분석 .....	16
가) 총 폴리 페놀 함량 측정 .....	16
나) 총 플라보노이드 함량 측정 .....	16
다) Free radical 제거능 .....	17
라) 클로로필 측정 .....	17
나. ICP-MS를 이용한 무기질 함량 분석 .....	18
다. GC-MS에 의한 탄화 수소 성분 분석 .....	19
라. HPLC에 의한 성분 분석 .....	20
가) 유리당 및 유기산 .....	20
나) 구성아미노산 .....	21
다) 폴리페놀분석 .....	22
제4장 결과 및 고찰 .....	23
제1절 순환식 재배 장치를 이용한 조건별 새싹의 발아율 및 생장률 .....	23
제2절 정체식 항균 물질의 처리에 따른 새싹 종자의 미생물 제어 효과에 따른 적무 싹의 발아율 및 생장률 .....	32

제3절 분석 결과 .....	36
1. 흡광도법에 의한 분석 결과 .....	36
가. 총 폴리 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 .....	36
나. Free radical 제거능 .....	39
다. Chlorophyll 함량 .....	42
2. ICP-MS에 의한 무기질 분석 결과 .....	44
3. GC-MS에 의한 탄화 수소 성분 분석 결과 .....	46
4. HPLC에 의한 성분 분석결과 .....	55
가. 유리당 및 유기산 .....	55
나. 구성아미노산 .....	55
다. 폴리페놀 함량 .....	58
 제5장 결론 .....	 59
 Reference .....	 60



## *List of Tables*

Table 1. Role of inorganic compound in sprout for human body. ....	6
Table 2. Role of amino acid in sprout for human body. ....	9
Table 3. Operating parameters of ICP-MS. ....	18
Table 4. GC/MS conditions for identification of volatile components. ....	19
Table 5. HPLC operating condition for free sugar and organic acid. ....	20
Table 6. HPLC operating condition for free amino acid. ....	21
Table 7. HPLC operating condition for poly phenol. ....	22
Table 8. Dissolved oxygen concentration depending on temperature by pure oxygen bubbling for 10 min. ....	24
Table 9. Comparison of total contents of poly phenol and flavonoid for conditions of culture with sprout. ....	38
Table 10. Radical scavenging activity for conditions of culture with red radish, broccoli, kale, red kale sprouts by Blois method. ....	40
Table 11. Chlorophyll contents of broccoli leaves by Arnon method. ....	43
Table 12. Amount of minerals for conditions of culture in red radish sprout. ..	44
Table 13. Amount of minerals for conditions of culture in broccoli sprout. ....	45
Table 14. Amount of minerals for conditions of culture in kale sprout. ....	45
Table 15. Amount of minerals for conditions of culture in red kale. ....	45
Table 16. Hydrocarbon components identified in red radish sprout by GC-MS. ....	47
Table 17. Total amounts of organic functional groups for hydrocarbon components in red radish sprout. ....	48
Table 18. Hydrocarbon components identified in broccoli sprout by GC-MS. ....	49
Table 19. Total amounts of organic functional groups for hydrocarbon components in broccoli sprout. ....	50
Table 20. Hydrocarbon components identified in kale sprout by GC-MS. ....	51
Table 21. Total amounts of organic functional groups for hydrocarbon components in kale sprout. ....	52
Table 22. Hydrocarbon components identified in red kale sprout by GC-MS. ....	53
Table 23. Total amounts of organic functional groups for hydrocarbon components in red kale sprout. ....	54

Table 24. Free sugar and organic acid contents of red radish, broccoli, kale, red kale by HPLC. ....	55
Table 25. Amino acid contents of red radish, broccoli, kale, red kale sprout by HPLC. ....	57
Table 26. Poly phenolic contents of red radish, broccoli, kale, red kale by HPLC. ....	58

## *List of figure*

Fig. 1. Photo of extraction equipment. ....	10
Fig. 2. Schematic of plane figure of cultivation. ....	12
Fig. 3. Photo of cultivation device and constant temperature circulator. ....	12
Fig. 4. Photograph of circulating oxygen water device. ....	13
Fig. 5. Schematic and photograph of UV-lamp. ....	14
Fig. 6. Dissolved oxygen concentration depending on temperature by pure oxygen bubbling for 10 min. ....	25
Fig. 7. Effect of sterilization on water by UV treatment for 12 hours. ....	26
Fig. 8. Germination and growth of red radish sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days. ....	28
Fig. 9. Germination and growth of broccoli sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days. ....	29
Fig. 10. Germination and growth of kale sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days. ....	30
Fig. 11. Germination and growth of red kale sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7day. ....	31
Fig. 12. Antimicrobial effect of 0.2% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 0.2% Ampicillin, 2% Thyme concentration by colony counting test. ....	33
Fig. 13. Germination and growth of red radish sprout with treatment of antimicrobial materials for 7days. ....	34
Fig. 14. Number of cells for treatment of 0.2% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 0.2% Ampicillin, 2% Thyme ....	35
Fig. 15. Radical scavenging activity for conditions of culture with red radish, broccoli, kale, red kale sprouts by Blois method. ....	41
Fig. 16. Mass spectrum of hydrocarbon compounds in red radish sprout by GC-MS. ....	48
Fig. 17. Mass spectrum of hydrocarbon compounds in broccoli sprout by GC-MS. ....	50
Fig. 18. Mass spectrum of hydrocarbon compounds in kale sprout by GC-MS. ....	52
Fig. 19. Mass spectrum of hydrocarbon compounds in red kale sprout by GC-MS. ....	54

# *ABSTRACT*

Enhanced effect of high concentrated oxygen water on the  
production of antioxidants on sprout

Yoo, Chang Hoon

Advisor : Prof. In Hwa Lee, Ph.D.

Department of Environmental Engineering,

Graduate School of Chosun University

This study was carried out to investigate the effects of the antioxidant activities on the dissolved oxygen concentration and UV treatment for red radish, broccoli, kale, red kale sprouts. The dissolved oxygen concentration was controlled by pure oxygen and bubble column for various concentration such as 8 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, 30 mg/L O<sub>2</sub>. Extracts of sprouts were prepared from 10g of grinded sprouts putting in 60% ethanol in the water at 60°C for 4hours. Total poly phenol contents were measured by the Folin-Denis method and total flavonoid contents by transformed Davis method. Based on Blois method, radical scavenging activities of sprout extracts were examined by using DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). As dissolved oxygen concentration increase, the initial germination and growth of sprouts was increased. The total poly phenol contents of broccoli was modified to 17092.2 mg/100g at the conditions for 30 mg/L O<sub>2</sub> of dissolved oxygen as the highest concentration. Radical scavenging ability of sprouts was ordered broccoli sprout > red radish sprout > kale sprout

> red kale sprout and experiment of conditions of radical scavenging with broccoli sprout was the highest as 30 mg/L. In order to examining the effect of antimicrobial materials on the germination and growth for sprouts, 0.2% ampicillin, 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 2% thyme(hub extract oil) added culture solution to reduce the microorganism numbers. In case of 0.2% ampicillin and 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, gemination and growth of red radish sprout were not influenced by antimicrobial materials and red radish sprout was not germinated for 2% thyme.

## 제1장 서론

발아 채소(sprouts)는 어린 잎의 채소를 총칭하며, 우리나라에서는 예로부터 콩, 녹두, 메밀 씨앗을 발아시켜 채소로 이용해 왔다. 발아 채소는 생장이 빠르고, 생산량이 많으며, 신선하고 부드러워서 소비자에게 좋은 식미감을 제공하며, 무오염, 무공해 재배 등의 장점을 가지고 있다. 대표적으로 소비자들에게 주목을 받고 있는 것은 브로콜리 순, 메밀 순, 무순 등이며, 발아 채소의 품종이 다양해지고 발아 채소가 소비자들의 관심을 가지게 되는 이유는 웰빙 식품 산업의 활성화와 더불어 현대인이 건강에 대한 관심의 고조되기 때문이다<sup>1)</sup>.

산소는 지구상에서 가장 많은 원소로서(53.8%) 건조 대기중의 21% 를 차지하고 있으며 호기성 생물은 이렇게 풍부한 산소를 전자 수용체로 하는 호흡을 통해 에너지를 획득한다. 그러나 이와 같이 생명유지에 절대적으로 필요한 산소이지만 안정한 분자상태인 기저삼중항산소(ground state triplet oxygen)가 체내 효소계, 환원대사, 화학약품, 광화학 반응 등의 각종 물리적, 화학적 요인 등에 의하여 수퍼옥사이드 라디칼(superoxide radical,  $O_2^-$ ), 하이드록실 라디칼(hydroxyl radical,  $HO\cdot$ ), nitric oxide radical( $NO\cdot$ ), peroxy radical( $HO_2\cdot$ ), 과산화수소( $H_2O_2$ ), hypochlorous acid( $HOCl$ ), singlet oxygen( $^1O_2$ )와 같은 반응성이 큰 활성산소(active oxygen)로 전환되면 생체에 치명적인 산소독성을 일으키는 양면성을 지니고 있다<sup>2~6)</sup>.

식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리 활성이 증대되고, 성분의 변화가 일어난다. 즉, 식물은 다음 생명을 탄생시키기 위해 에너지를 종자 내에 저장하고 있어, 발아하여 새로운 싹을 생성할 때 각종 영양소가 최대한 갖추어지게 한다. 결국은 새싹의 단계가 종자 및 성숙 채소보다도 훨씬 많은 비타민, 무기질, 아미노산 등을 함유하게 된다. 식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리적 활성이 증대되고 성분의 변화가 일어나기 때문에 생리 활성 측면에서 발아에 의하여 높은 생리 활성이 나타나기 시작한다. 특히 발아 콩나물은 우리나라의 대표적인 새싹 채소로 오래전부터 콩나물을 부식으로 이용해 왔으며, 감기와 숙취 해소에 특효가 있다고 민간에서 널리 사용되었으며, 이는 대두에 없는 vitamin C가 발아시킨 콩, 즉 콩나물에는 다량 함유되어 있기 때문이다<sup>7)</sup>. 또한 산화와 관련된 매우 다양한 유해산소 소거활성분자들이 내재하고 있으며, 특히 고등식물에서 발견되는 천연 항산화 물질 중 가장

많은 부분을 차지하는 것이 페놀성 화합물이다. 페놀은 독성이 강한 물질이나 페놀 분자의 환상구조에 치환기로서 수산기(OH<sup>-</sup>)가 더해짐에 따라 일반적으로 독성이 저하하고 항산화활성/라디칼제거 활성이 증가하게 되는데, 이와 같은 폴리페놀화합물의 대표적인 것이 플라보노이드이다. 이밖에도 식물체에는 안토시아닌, 카로티노이드, 식이성 글루타티온, 비타민과 2차 대사산물 등 항산화 활성을 가지는 물질이 풍부하다. 새싹 식물 중 브로콜리는 뛰어난 항산화작용을 가진 B-carotene, rutin, ascorbic acid, selenium, quercetin, glutathione 등이 다량 함유되어 있으며, 항암 및 해독효소의 유도효과가 크다고 알려져 많은 연구가 진행되고 있다<sup>8~10)</sup>.

채소씨앗 발아에 필요한 산소의 농도는 종류에 따라 상이하며 대개 10% 이상의 산소농도를 필요로 하며 발아 가능한 한계 산소농도는 5% 이상이다. 본 실험에서는 용존 산소 농도에 따른 새싹의 발아율 및 성장률의 변화와 새싹의 항산화 물질에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았고, 또한 새싹 재배 시 새싹에 존재하는 미생물을 제어하여 이러한 미생물이 새싹의 발아율 및 성장률에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 항균물질을 처리하여 미생물 제어에 따른 새싹의 발아율과 성장률을 알아보았다.

## 제2장 이론적 고찰

### 제1절 페놀성 화합물

페놀성 화합물(phenolic compounds)은 치환될 수 있는 수산기를 가진 방향족 고리 구조를 갖는 이차 대사산물의 총칭이다. 식물의 페놀성 화합물은 화학적으로 이질적인 물질들이 섞여 있는데, 유기용매에만 녹는 지용성과, 수용성인 카르복실산이나 배당체(glycoside), 그리고 크기가 큰 중합체(polymer)도 이에 포함된다. 페놀성 화합물은 초식동물이나 병원균의 공격에 대한 방어 작용, 기계적 지지 작용, 수분 매개의 유도 및 종자의 분산 작용, 인접한 경쟁 식물체의 생장 저해 작용 등 그 기능이 다양하다<sup>11~13)</sup>.

#### 1. 합성경로

대부분의 페놀성 화합물은 시킴산경로(shikimic acid pathway)에 의해 합성된 페닐알라닌과 티로신을 출발물질로 하여 합성되며, 일부는 말론산경로에 의해 합성된다. 시킴산경로는 식물, 균류 및 세균류에 있으나 동물에는 없기 때문에 이 경로에서 합성되는 페닐알라닌, 티로신 그리고 트립토판은 필수아미노산으로 동물에게 공급되어야 한다. 대부분의 페놀성 화합물의 합성에서 가장 중요한 단계는 페닐알라닌이 트랜스 신남산(trans-cinnamic acid)으로 전환되는 반응으로 페닐알라닌 암모니아 리아제(phenylalanine ammonialyase, PAL)에 의해서 촉매 된다. PAL은 매우 중요한 조절 효소로서 호르몬, 영양소 농도, 빛, 균의 감염, 그리고 상처 등과 같은 여러 가지 내부 및 외부 요인에 의해 활성이 조절된다<sup>14)</sup>.

#### 2. 단순 페놀성 화합물

단순 페놀성 화합물(simple phenolics)은 유관속식물에 널리 분포하며, 단순 페닐프로판(phenylpropane)<sup>15)</sup>, 쿠마린(coumarin)<sup>16)</sup>, 그리고 벤조산 유도체(benzoic acid derivatives)<sup>17)</sup>의 3종류로 나눌 수 있다. 초식성 곤충과 균류의 공격에 대한 방어 작용



및 알렐로패시(allelopathy, 타감작용) 등이 주요 기능이다. 이중 쿠마린의 한 종류인 푸라노쿠마린은 광독성을 나타내는데, 이물질은 UV-A(320~400 nm)를 흡수하면 활성화되어 DNA의 피리미딘 염기와 결합하여 DNA의 전사와 회복을 방해하고, 결국은 세포를 죽게 만든다. 두통 등 진통 치료제로 사용되는 아스피린은 살리실산(salicylic acid)의 초산에스테르다. 살리실산은 신호 전달에서 중요한 역할을 하고 있어 이것에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 카페산(caffeic acid)과 페룰산(ferulic acid)은 식물체로부터 토양으로 분비되어 인접한 식물의 발아와 생장을 저해한다. 이들 물질을 분비하는 식물에게 빛, 수분, 영양물질 등의 공급이 유리하도록 작용하는 것을 알렐로패시라고 한다. 알렐로패시에는 페놀성 화합물뿐만 아니라 테르펜 계통의 화합물도 관여한다.

## 제2절 플라보노이드

플라보노이드(flavonoids)는 종류가 매우 많은 페놀성 화합물로, 그 기본 구조는 2개의 방향족 고리가 3개의 탄소로 된 연결고리에 의해 결합되어 모두 15개의 탄소를 포함하는 구조다.<sup>18)</sup> B고리는 시킴산경로에서 합성된 페닐알라닌으로부터 합성된 페닐프로판 단위이며, A고리는 말론산 경로에 의해 합성된 3개의 아세트산 단위에서 유래한다. 플라보노이드는 치환기의 구조와 위치에 따라 안토시아닌(anthocyanin)<sup>19)</sup>, 플라본(flavone)<sup>20)</sup>, 플라보놀(flavonol)<sup>21)</sup>, 이소플라본(isoflavone)<sup>22)</sup>의 4종류로 나누어진다.

안토시아닌은 꽃과 과일의 붉은색, 분홍색, 자주색, 청색 등을 나타내는 색소로 동물을 유인, 식물이 화분과 종자를 퍼뜨리는 데 도움을 준다. 붉은 단풍은 잎의 엽록소가 파괴되고 안토시아닌이 합성되는 것에서 기인한다. 구조적으로 안토시아닌은 3번 탄소에 당이 결합한 배당체다. 당이 없는 것은 안토시아니딘(anthocyanidin)이라 하며, B고리에 있는 치환기 종류에 따라 여러 가지가 있는데 처음 분리된 식물 이름에 따라 이름을 붙였다. 안토시아닌의 색깔은 B고리의 수산기와 메톡시기(-OCH<sub>3</sub>)의 수에 의해서 우선 좌우되며, 철 알루미늄, 마그네슘 같은 금속 이온의 존재, 플라본과 플라보놀과 같은 코피그먼트(copigment)의 존재, 저장 장소인 액포의 pH등에 의해 결정된다. 이와 같이 다양한 색깔로 나타나는 안토시아닌은 카로티노이드계 색소와 함께 새나 곤충 같은 수분 매개체와 선택적으로 작용할 수 있도록 진화한 결과로 보

여 진다<sup>19)</sup>. 한편, 식물은 색깔뿐만이 아니라 휘발성 화합물의 향기를 이용해서도 수분 매개체를 유인한다.

플라본과 플라보놀은 꽃에 들어 있으며 일반적으로 안토시아닌보다 짧은 파장의 빛을 흡수한다. 따라서 이들 색소는 사람은 볼 수 없으나 자외선 영역의 빛을 볼 수 있는 벌 같은 곤충의 눈에는 보인다. 꽃의 꿀샘 주위에 이와 같은 색소가 무늬를 만들어 곤충이 꿀과 화분의 위치를 파악할 수 있도록 한다. 플라본과 플라보놀은 꽃뿐만이 아니라 녹색식물의 잎에도 들어 있는데 자외선을 흡수하고 가시광선은 통과시켜 과다한 자외선으로부터 식물을 보호하는 역할을 한다<sup>20~21)</sup>.

이소플라보노이드는 B고리의 위치가 이동된 구조의 플라보노이드다. 이소플라보노이드는 흔히 콩과식물에 들어 있으며 기능이 여러 가지다. 로테노이드(rotenoid)<sup>23)</sup>는 강력한 살충 작용이 있으며, 에스트로젠(estrogen)과 구조가 비슷한 이소플라보노이드는 항에스트로젠 작용이 있어서 가축의 불임을 유도하기도 한다<sup>22)</sup>.

### 제3절 무기영양

식물이 생활하는데 필요한 원소의 종류는 자연계에 있는 원소 중 일부로 한정된다. 생활에 반드시 필요한 원소를 필수원소(essential element)라 하며, 이것이 부족하면 결핍 증상과 함께 생을 완결시키지 못하고 죽게 된다. 이 필수원소와 태양 에너지를 이용, 식물은 생활에 필요한 모든 화합물을 합성한다. C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg의 9종류의 원소는 필수 원소 중에서도 비교적 식물 생육에 많은 양이 필요하여 대량 영양소(macronurient) 혹은 다량원소라 하는데, C, H, O를 제외한 6종류의 원소는 식물체 건조량의 2 ~ 10%를 차지한다. 조직 내에 건량 1 kg 당 1,000 mg 이상의 농도로 필요한 원소들이다. 이에 대해 Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, B, Cl, Ni의 8종류의 원소는 미량 영양소(micronutrient)라 하며 조직의 건량 1 kg 당 100 mg 이하의 농도로 필요한 것들이다. 미량이라고 하는 것은 식물체 구성 성분 중 이들 원소가 차지하는 비율이 극히 작기 때문이다. 필수원소의 공급이 충분하지 못하면 원소에 따라 특징적인 결핍 증상이 나타나는 영양 장애가 생긴다. 수경 재배에서는 어떤 필수원소 하나를 제거하여 그 증상을 쉽게 관찰 할 수 있으나, 토양에서 자란 식물은 몇 가지 원소가 동시에 결핍 될 수 있을 뿐만 아니라, 질병에 의해서도 영양 결핍과 유사한 증상이 나타날 수 있으므로 그 증상의 원인을 구명하기 어렵다. 각각의 필수원소가 특이적인 대사반

응계에 참여하지만 식물대사에서 각자가 수행하는 기능에는 몇 가지 공통점이 있다. 일반적으로 필수원소는 첫째, 화합물의 성분, 둘째, 효소의 활성화, 셋째, 식물의 삼투퍼텐셜 형성에 기여하는 등의 기능을 수행한다. 칼슘이나 마그네슘 같은 2가 양이온이 세포막의 투과성을 변화시키는 등의 역할도 있으나 이 원소들이 대사를 수행하는 특이적 역할에 관하여는 완전히 파악되지 않고 있다<sup>14)</sup>.

Table 1. Role of inorganic compound in sprout for human body.

	Role
N	constituent of Amino acids, amide, proteins, nucleic acids, nucleotides, coenzyme
P	constituent of sugar phosphate, nucleic acid, nucleotide, coenzyme, phospholipid and phytic acid, important role in ATP reaction
K	need with cofactor of enzyme, control of the stomatal movement, preservation of electroneutrality in vegetable cell
S	constituent of cystein, cystine, methionine, protein, lipoic acid, coenzyme A, thiamine pyrophosphate, glutathione and biotin.
Mg	constituent of the chlorophyll molecule, effect of phosphate group transfer for the numerous enzyme
Ca	constituent of the cell wall middle lamella, action as the second messenger in the metabolic regulation.
Fe	constituent of the ferritin with cytochrome, photosynthesis, azofication and respiration
Cl	essential constituent of optical activity in the oxygen generation
Mn	necessity for activity of dehydrogenase, decarboxylase, kinase, oxydase and peroxidase, demand for active enzyme by other cation
Zn	dehydrogenase of alcohol, dehydrogenase of glutamic acid, dehydrogenase of carbon dioxide, enzyme of carbon dioxide, other essential ingredients of the enzyme
Cu	essential constituent of ascorbic acid oxidase, tyrosinase, monoamine oxidase, uricase and cytochrome
Mo	element of the nitrate reducing enzyme, essential element of fixed nitrogen
Ni	essential ingredient of urease

## 제4절 아미노산

아미노산은 글리신을 제외하고 일반적으로 광학이성질체를 가지는데, 단백질 속에 있는 모든 아미노산은  $\alpha$ -탄소에 관하여 카르복시기와 아미노기의 배치 관계가 같고 L형이다<sup>24)</sup>. 그러나 D-아미노산도 또한 천연으로 존재하며, 미생물의 세포벽에 많이 함유되어 있다. D-아미노산을 함유하는 펩티드는 강한 항균작용(抗菌作用) 또는 독성을 보이는 것이 많은데, 그라미시딘이나 바시트라신 같은 폴리펩티드성 항생물질은 그 한 예이다.

단백질을 구성하는 주요 아미노산은 글리신, 알라닌, 발린, 류신이소류신, 트레오닌, 세린, 시스테인, 시스틴, 메티오닌, 아스파르트산, 아스파라긴, 글루탐산, 디요드티로신, 리신, 아르기닌, 히스티딘, 페닐알라닌, 티로신, 트립토판, 프롤린, 옥시프롤린의 22종이다. 이밖에 자연계에 존재하는 비교적 중요한 아미노산으로는  $\beta$ -알라닌, -아미노부티르산, 오르니틴, 시트룰린, 호모세린, 트리오드티로신, 티록신, 디옥시페닐알라닌이 있다. 22종의 주요 아미노산 중 체내에서 합성이 안 되고 음식을 통해서 섭취해야 하는 필수아미노산은 어른의 경우 발린, 류신, 이소류신, 메티오닌, 트레오닌, 리신, 페닐알라닌, 트립토판이고, 유아는 여기에다 히스티딘이 필수이며, 기타는 비필수 아미노산이다. 비필수 아미노산은 아미노기전이효소(transaminase)에 의해서 체내에서 필수아미노산으로부터 합성할 수 있으나, 글루타민 ·아스파라긴 ·알라닌 ·프롤린 등의 비필수 아미노산은 훨씬 용이하게 아미노기전이반응이 일어나서 다른 비필수 아미노산을 합성할 수 있다.

일반적으로 아미노산은 백색 결정으로 비교적 안정된 물질이며, 녹는점이 높으나 분해가 수반되어 명확한 녹는점을 알기는 어렵다. 시스테인 ·티로신은 물에 잘 녹지 않으나, 프롤린 ·히드록시프롤린은 물에 아주 잘 녹지만 알코올에는 잘 녹지 않는다. 그 이외의 것은 일반적으로 물에 잘 녹는다. 녹는점이 명확하지 않은 점과 극성용매(極性溶媒)에 대해서 보이는 아미노산의 난용성은 아미노산이 양쪽성 이온이라는 증거이다. 아미노산은 알칼리를 첨가하면 수소이온을 잃고, 산을 첨가하면 수소이온을 포착한다. 그 때문에 아미노산의 수용액은 pH의 변화에 저항하는 완충작용을 가진다. 아미노산은 카르복시기와 아미노기에 특유한 모든 반응 외에, 각 분자 내에 있는 반응기에 특유한 반응을 보인다. 닐히드린반응은 전자의 가장 중요한 발색반응이다. 후자의 특정한 아미노산의 발색반응으로는 분석수단으로서 일반적으로 쓰이고 있는 것

에 밀론반응(티로신) · 사카구치반응(아르기닌) · 니트로프루시드시험(시스테인) · 에를리히반응(트립토판) · 파울리반응(히스티딘 · 티로신)이 있다.

아미노산의 일반적 반응으로는 아질산 · 닐히드린 · 과산화수소 · 글리세린과 작용하여 각각 옥시산 · 알데히드 · 케토산 · 아민을 생성한다. 또, 아미노산은 환원제의 작용을 잘 받지 않으나, 그 에스테르는 나트륨아말감이나 수소로 쉽사리 환원되어 상응하는 알데히드나 알코올이 된다. 아미노산은 최근에는 비타민과 함께 영양제 · 조미료로서 널리 사용되고 있다<sup>14)</sup>.

Table 2. Role of amino acid in sprout for human body.

	Role
Phenylalanine	treatment for depression, active thoughts and sensitivity, improvement and maintenance of vitality, improvement of memory
Histidine	precarcinogen of histamine secreted from generated immunocyte in allergic reaction
Isoleucine	need to generate hemoglobin, maintain and control blood sugar and energy
Lysine	growth inhibition of virus like the herpes simplex, recovery of fatigue, appropriate calcium absorption and antibody
Leucine	blood-sugar numerical value rhythm, muscle protein collapse phenomenon prevention after the mental stress and stress.
Methionine	malignant cell occurrence control, activity control of free radical, powerful antioxidant
Arginine	maintenance of cardiac muscle , inflammation, recovery of body spirit
Threonine	storage of the glycogen in liver and muscle tissue, control of adipogenesis in liver
Valine	growth and dressing of new organization
Aspartic acid	vitality and reinforcing vigor, suppressing fatigue, brain and nerves protection
Serine	formation secondary of immunoglobulin and antibody, the external structure of brain protein and nerve, formation of membrane
Glutamine	important role of metabolism of brain, swiftness of ulcer treatment, recovery of fatigue
Glycine	antacid counteractive, formation of hormone
Alanine	formative protein, vitality of brain, nervous system and muscle tissue.
Proline	main element of the collagen, muscle strengthening maintenance, antiaging prevention
Tyrosine	cholesterol depression, useful appendage of parkinsonism cure

## 제3장 재료 및 실험 방법

### 제1절 실험 재료

#### 1. 재료

본 연구에서 사용된 새싹종자는 최근 기능성 식품소재로 활용이 되고 있는 4종 (브로콜리, 적무, 케일, 적케일)을 (주)아시아 종묘에서 구입하여 암실의 실온에서 보관하면서 사용하였다.

#### 2. 시료의 제조

7일 동안 배양한 새싹을 증류수를 이용하여 2회 세척한 후 3일 동안 음건 한 후 분쇄기를 이용하여 마쇄 한 후 분말로 만들었다. 4종의 새싹(브로콜리, 적무, 케일, 적케일)에 10배수에 해당하는 60 (v/v)%에탄올을 넣은 후 rotary vacuum evaporator( R-14, Buchi co.)를 이용하여 4시간동안 80℃에서 추출하여 Membrane Filter로 여과 한 후 이를 4℃ 냉장보관 하면서 분석용 시료로 사용하였다. Fig. 1. 은 본 실험에 사용된 추출장치 및 농축장치의 사진이다.



(a) rotary vacuum evaporator



(b) solvent extractor

Fig. 1. Photo of extraction equipment.

### 3. 물 순환 공급 장치

본 실험에서 사용된 순환식 새싹재배 장치는 Fig. 2. 에서와 같이 밀폐된 공간이 내부에 2개 존재하는 아크릴로 제작되었고, 각 공간에는 6구획으로 나누어진 내부 재배틀이 각 2개씩 들어갈 수 있도록 하였으며, 좌·우측 상단에는 물이 유입되고, 하단으로 유출 될 수 있도록 제작되었다.

용존산소 및 자외선 살균수의 영향을 알아보기 위한 새싹의 성장실험을 수행하기 위하여 2중관 원통형 저장탱크 및 새싹재배장치는 Fig. 3. 과 같다. 외관에는 항온장치(constant temperature circulator)를 이용하여 물의 온도를 일정하게 유지하였으며, 내관에는 저장된 물을 cartridge pump(7519-10, COLE-PARMER)를 이용하여 저장탱크에 있는 산소수를 재배기의 상단으로 물을 유입하여, 하단으로 물이 유출 되는 방식으로 실험을 수행하였다.



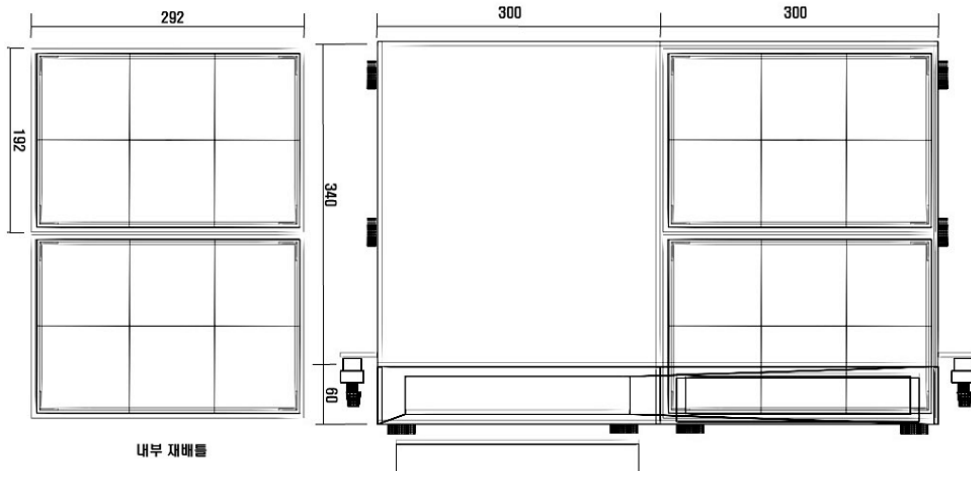


Fig. 2. schematic of plane figure of cultivation



Fig. 3. Photographs of cultivation device and constant temperature circulator.

## 제2절 실험 방법

### 1. 고농도 산소수를 이용한 새싹 종자 재배

고농도 산소수를 이용한 새싹 종자 재배 실험은 산소수의 농도에 따른 새싹종자의 변화를 알아보기 위해 산소수 순환 공급 장치를 이용하였다. Fig. 4.에서 나타난 바와 같이 내관에 저장된 20 ~ 25℃ 일반수에 유속측정기를 이용하여 2 l/min 산소를 폭기 시켜, 용존산소의 농도를 8 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, 30 mg/L O<sub>2</sub>으로 조절하여 일정하게 유지되도록 하는 순환 공급 장치를 이용하였고, 재배기에 4시간 동안 실온에서 침지한 4종(브로콜리, 적무, 케일, 적케일)의 새싹을 내부 틀에 동일량을 파종 한 후 용존산소량을 8, 20, 30 mg/L O<sub>2</sub> 으로 공급하여 7일 동안 발아상을 관찰 하였다.

모든 실험은 4종의 새싹 4 g 씩을 파종하고, 발아상은 치상 후 24시간 간격으로 종자의 유근이 1 mm 정도 신장한 것을 발아한 것으로 간주하여 조사하였고, 생장률은 새싹 5개를 채취하여 평균값을 취하였다.



Fig. 4. Photographs of circulating oxygen water device.

## 2. 자외선 살균을 이용한 새싹 재배

본 실험에서 사용된 자외선 원으로는 254 nm에서 최대 8 W의 방출량을 내는 2중관 수 살균 램프(UV-C, 한성자외선)를 사용하였다(Fig. 5). 자외선 램프를 이용한 살균 수 새싹 종자 재배 실험은 2중관 원통형 저장탱크로 외관에서 수온을 조절하고 내관에서 램프로 조사하여 재배기 안으로 살균수를 공급할 수 있게 하였다. 일반조건에서 재배한 새싹과 살균수로 재배한 새싹의 변화를 알아보기 위해 재배기에 4시간 동안 실온에서 침지한 4종(브로콜리, 적무, 케일, 적케일)의 새싹을 내부틀에 파종 한 후 1번 공간에는 살균수를, 2번 공간에는 일반수를 공급하여 7일 동안 발아 상을 관찰 하였다.

모든 실험은 4종의 새싹 4 g 썩을 파종하고, 발아상은 치상(治喪) 후 24시간 간격으로 종자의 유근이 1 mm정도 신장한 것을 발아한 것으로 간주하여 조사하였고, 생장률은 새싹 5개를 채취하여 평균을 취하였다.

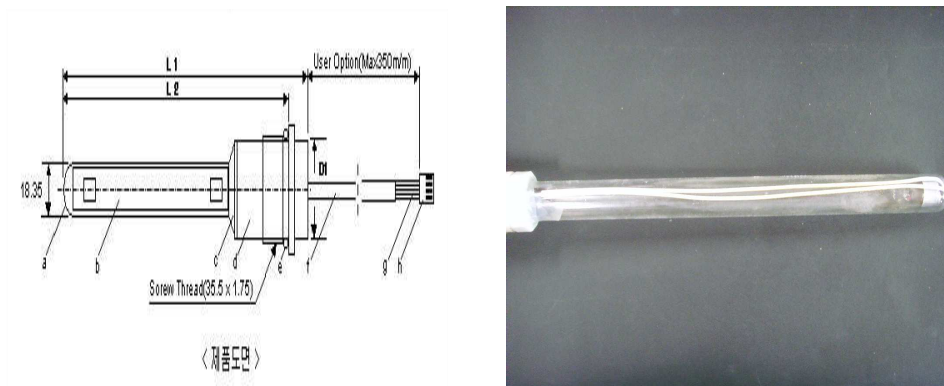


Fig. 5. Schematic and photograph of UV-lamp.

### 3. 향균 물질의 처리에 따른 새싹 종자의 미생물 제어 효과에 따른 새싹 재배

향균 물질의 처리를 위한 침지 조건을 확립하기 위해 hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ), ampicillin, thyme(허브추출물)을 이용하여 농도에 따른 미생물의 제어 효과를 알아보기 위해 hydrogen peroxide와 ampicillin은 0.1 ~ 0.5%의 농도로 조절 한 후 적무 종자를 25℃, 4시간 동안 침지하였고, thyme은 1 ~ 5% 에서 적무 종자를 25℃, 4시간 동안 침지 하여 표준 한천 배지를 이용하여 colony counting법으로 총균수를 측정하였다.

각 물질의 최소 제어 농도인 0.2%  $H_2O_2$ 와 ampicillin, 2% thyme을 이용하여 25℃, 4시간 동안 침지 한 후 재배기에 파종하여, 7일 동안 발아상 및 성장률을 관찰하였다. 발아상은 치상 후 24시간 간격으로 종자의 유근이 1 mm 정도 신장한 것을 발아한 것으로 간주하여 조사하였다.

## 4. 분석 방법

### 가. 흡광도법에 의한 성분 분석

#### 가) 총 폴리 페놀 함량 측정

각 시료 추출물의 총 페놀 함량을 측정하기 위해 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-denis법<sup>25)</sup>을 이용하여 측정하였다. 시료용액 20 ul 증류수로 60배 희석하고, Folin & Ciocalteau's phenol reagent 100 ul 를 첨가하여 잘 섞은 후, 5분간 상온에서 반응시켰다. 혼합한 용액을 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 300 ul 를 천천히 가하여 다시 혼합한 후 증류수로 총 혼합액을 2 ml로 조정하였다. 이 혼합 용액을 23℃에서 2시간 동안 방치시킨 후, UV/Visible spectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu)를 사용하여 760 nm 에서 흡광도를 측정하였다. gallic acid를 이용한 표준곡선은 gallic acid의 농도가 0 ~ 400 mg/L 가 되도록 하여 위와 같은 방법으로 760 nm에서 검량선을 작성하여 총 페놀함량을 계산하였다.

#### 나) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정 방법인 Davis법은 flavonoid를 함유하는 시료에 알칼리를 작용시키면 hesperidin과 baringin 등의 flavanone 또는 수용성 flavanol 배당체가 황색을 나타낸다. 그 황색의 흡수극대에 가까운 420 nm 에서의 흡광도를 측정하여, 표준시료를 사용하였을 때의 같은 파장에서의 표준곡선으로부터 시료 중의 함량을 산출하는 것이다. Davis법에 의한 발색반응은 flavan에 특이적인 것이 아니라 flavanol배당체의 발색이 특히 강하며, 또한 flavone, flavanol 등도 강하게 발색한다. 기타 대부분의 phenol 물질, 산화형 ascorbic acid 와 reductone, melanin 색소도 발색하기 때문에 측정치는 높게 나타나는 것이 보통이다. 실제로 분석할 때는 Davis변법을 채택하는 것이 바람직하다<sup>26)</sup>.

본 실험의 총 플라보노이드 함량은 Davis 방법을 변형(Nakabayashi)<sup>26)</sup>하여 측정하였다. 시료용액 1 ml를 diethylene glycol 10 ml와 1N-NaOH용액 1 ml를 혼합하

여 30℃에서 60분간 유지한 후 UV/Visible spectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu) 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 naringin(0 ~ 400 mg/L)을 이용하여 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

#### 다) Free radical 제거능

Free radical 제거능 측정은 Blois의 방법<sup>27)</sup>에 준하여 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 일정농도의 sample 2 ml에  $2 \times 10^{-4}$ M DPPH용액(dissolved in 99% ethanol)을 1 ml 첨가한 후, vortex mixing 하여 37℃에서 30분간 반응하고, 이 반응액을 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. free radical 제거능은 아래 식에 따라 백분율(%)로 나타내었다.

$$free\ radical\ 제거능(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의흡광도}}{\text{무처리구의흡광도}}\right) \times 100$$

#### 라) 클로로필 측정

클로로필의 측정은 arnon<sup>28)</sup>등의 80% acetone 추출법을 이용하여 측정하였다. 시료 1 g 을 채취하여 막자사발을 이용하여 분쇄한 뒤, 80% acetone으로 4℃에서 2 시간 동안 침적 후 엽록소를 추출하였다. 이어 상등액을 UV/Visible spectrophotometer 를 이용하여 663 nm와 645 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고, 수식에 대입하여 엽록소 a와 b 그리고 총 엽록소 함량을 구하였다.

$$\text{클로로필 a(mg/L)} = 12.72 \times \text{O.D.}_{.663} - 2.58 \times \text{O.D.}_{.645}$$

$$\text{클로로필 b(mg/L)} = 22.88 \times \text{O.D.}_{.645} - 5.50 \times \text{O.D.}_{.663}$$

$$\text{총클로로필(mg/L)} = 7.22 \times \text{O.D.}_{.663} + 20.3 \times \text{O.D.}_{.645}$$

## 나. ICP-MS를 이용한 무기질 함량 분석

새싹의 무기질 함량 식품의 기준과 규격을 정하여 고시한 ‘식품공전’<sup>29)</sup>의 미량영양성분시험법과 유해성 금속 시험법으로 분석하였다. 4종의 새싹을 잘게 잘라 도가니에 정량을 취하여 105℃에서 건조한 후, 300℃에서 탄화 하여 분쇄하고 550℃에서 회백색의 회분이 나올 때 까지 회화 시켰다. 이 회분을 방냉 후 HCl(1+2) 5 mL를 가하여 수욕 상에서 건조한 후 HCl(1+4) 10 mL를 가하여 가온하면서 용해시킨다. 시료를 Whatman GF/C 47mm $\phi$  여과지로 여과하고 여과된 액은 100 mL 메스플라스크에 채워 물을 가하여 100 mL로 하여 중금속(Ca, Mg, Mn, Fe, Ge, P, Na, K, Se) 분석용 시료로 사용하였다. 분석은 PerkinElmer사의 ELAN-DRC II ICP-MS(Inductively Coupled plasma-Mass Spectrometer)로 분석하였다..

Table 3. Operating parameters of ICP-MS.

Description	Current Value
Nebulizer Gas Flow[NEB]	1.01 L/min
Auxiliary Gas Flow	1 L/min
Plasma Gas Flow	15 L/min
Lens Voltage	7 MHz
ICP RF Power	1350 W

## 다. GC-MS에 의한 탄화 수소 성분 분석

제조된 추출물을 농축장치(Rotavapor R-205, buchi, switzerland)를 이용하여 20배 농축하고 GC-MS(Shimadzu GC/MC QP2010 plus)로 정성 및 정량 분석하였다. 칼럼은 DB-Wax(J&W, 60 m×0.25 mm i.d. 0.25 um film thickness)로 칼럼 온도는 40℃에서 3분간 유지시킨 후 150℃까지 분당 2℃씩 승온하였으며, 이후 220℃까지 분당 2℃씩 승온 후 220℃에서 20분간 유지하였다. 헬륨의 유속은 1 mL/min으로 하였고, 가속전압은 70 eV 으로 하였으며, 대부분의 화합물의 추정 및 동정에는 mass library data를 이용하였고, 정량을 위하여 각 부위 대나무 100 g 에 1 mL씩 첨가된 n-butylbenzene의 피크면적(peak area, %)을 이용하여 시료 1 kg 에 함유된 탄화 수소 성분을 정량하였다.

Relative component content(mg/kg of sample)

$$\frac{B\% \times 1000 \text{ g}}{A\% \times 100 \text{ g}} \times SG$$

SG : n-butylbenzene의 비중(0.860(20/4℃))

A% : 각 sample에서 n-butylbenzene의 peak area%

B% : 각 sample에서 각 성분의 peak area%

Table 4. GC/MS conditions for identification of volatile components.

GC/MS	Shimadzu GC/MS QP-2010plus
Column	DB-WAX (J&W, 60m×0.25mm i.d., 0.25um film thickness)
Carrier gas	Helium(1.0 ml/min)
Program Temp.	40℃(3min) -2℃/min-150℃ -2℃/min-220℃(10min)
Injector	ion source and interface 230℃
Ionization	electron impact ionization (EI)
Ionization voltage	70 eV
Mass range (m/z)	40~450
Injection volume	1ul



## 라. HPLC에 의한 성분 분석

### 가) 유리당 및 유기산

유리당은 식품공전의 방법<sup>30)</sup>으로 정량하였다. 즉, 시료 약 10 g을 증류수 10 mL에 녹여 0.45 µm filter로 여과한 다음 HPLC (Jasco, Japan)를 이용하여 분석하였다. 유리당 분석에 사용한 column은 carbohydrate column (Waters Co.)을 사용하였으며, 전개용매로는 acetonitrile/distilled water (75:25)를 이용하였다. 유속은 1.0 mL/min, 검출기는 RI detector (Agilent Co., USA)로 분석하였다. 표준물질은 glucose, fructose, sucrose, xylose, galactose를 사용하였다.

유기산 분석은 추출물 10 mL를 취하여 증류수로 일정량 희석한 다음, phenolphthalein 을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후, 그 소비량을 Acetic acid로 환산하여 총산 함량을 구하였다.

$$\text{산도(젓산\%)} = \frac{a \times f \times 0.006}{10 \times \text{검체의 비중}} \times 100$$

a: 0.1N NaOH소비량 (mL); f: 0.1N NaOH factoe; 0.1 N NaOH 1mL=0.006g 구연산

Table 5. HPLC operating condition for free sugar and organic acid.

Detector	RI
Flow rate	1.0 ml/min
Mobil phase	acetonitrile/distilled water(75:25)
Column temperature	80°C
Column	carbohydrate column

## 나) 구성아미노산

구성아미노산 분석은 Waters AccQ-tag 방법<sup>31)</sup>으로 유도체화시켜 새싹의 구성아미노산을 분석하였다. 즉, 여과된 아미노산 시료 10 uL를 취하여 시험관 밑바닥에 조심스럽게 담고 여기에 AccQ-Fluor reagent kit의 1용액 70 uL를 넣어 혼합하였다. 여기에 미리 55°C에서 반응시킨 2A 용액 20uL를 넣어 재혼합하였고, 이를 실온에서 1분간 방치한 후 55°C에서 10분간 유도체화 시킨 다음 HPLC로 아미노산을 측정하였다. HPLC(Water Co., USA)의 분석조건은 Table 6. 과 같으며 17종의 아미노산 표준품 및 buffer용액은 waters AccQ-tag chemistry 패키지를 사용하여 분석하였다. 아미노산 분석은 1 ml/min 의 유속으로 Waters AccQ-tag Eluent A와 6% acetonitrile를 용매로 40분간에 걸쳐 gradient를 걸어 주었으며, AccQ-tag column으로 통과시켜 Fluence detector(Ex 250 nm, Em 395 nm, Filter 0.5, Gain 100)로 검출하였다.

Table 6. HPLC operating condition for free amino acid.

Column	AccQ-tag column
Detector	Fluence detector (Ex 250 nm, Em 395 nm, Filter 0.5, Gain 100)
Buffer	Eluent A- Waters AccQ-tag Eluent A
	Eluent B- 6% acetonitrile

#### 다) 폴리페놀분석

시료중의 폴리페놀 분석에 사용된 column은 Zorbax C18(4.6 cm× 150 mm, 5 μ m), detector는 PDA(Water Co., 254 nm), 이동상은 A : 5% formic acid/water, B : methanol을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min 로 하였다. 폴리페놀 표준물질은 galic acid, dihydroxybenzoic acid, methyl gallate, methylgallate, caffeic acid, syringic acid, coumaric acid, cinamic acid, nargin, salicylic acid, flavone을 사용하여 분석하였다.

Table 7. HPLC operating condition for poly phenol.

Mode	poly phenol
Detector	PDA
Flow rate(ml/min)	1.0
Mobil phase	A : 5% formic acid/water, B: methanol
Column	Zorbax C18(4.6 cm× 150mm, 5 μm)

## 제4장 결과 및 고찰

### 제1절 순환식 재배 장치를 이용한 조건별 새싹의 발아율 및 생장률

순환식 재배 장치를 이용하여 용존산소 농도 변화와 자외선 살균 수에 따른 새싹종자의 발아율 및 성장률을 알아보기 위하여 선행연구로 일반수(0~30℃)에 산소를 2ℓ/min로 폭기 시킨 후 용존산소 농도변화를 Table 8. 과 Fig. 6. 에서 나타내었다. 새싹 채소의 적정 재배 온도는 20 ~ 25℃로 알려져 있어 본 연구에서는 이 중에서 20, 25℃일 때의 조건을 선택하여 실험을 수행하였다. Fig. 7. 은 선행연구로 일반수에 UV를 12시간 동안 조사하여 살균 변화를 나타내었다.

Table 8. Dissolved oxygen concentration depending on temperature by pure oxygen bubbling for 10 min.

(unit : mg/L)

min \ °C	5	10	15	20	25	30
0	12.37	10.92	9.76	8.84	8.11	7.53
1	34.36	37.21	28.71	29.87	17.25	15.64
2	40.08	40.10	34.33	36.72	21.22	19.82
3	43.89	36.85	34.43	27.45	22.45	18.92
4	39.98	39.03	32.07	30.93	21.72	20.12
5	45.41	41.26	31.03	28.59	21.89	19.24
6	40.22	37.32	35.91	28.28	20.94	18.87
7	40.13	36.40	31.90	32.34	22.51	19.42
8	41.45	37.52	35.60	25.12	23.04	18.61
9	40.60	38.14	29.97	27.01	22.17	18.78
10	43.13	37.43	32.26	28.70	22.99	18.87
Average	40.92	38.13	32.62	29.50	21.62	18.83

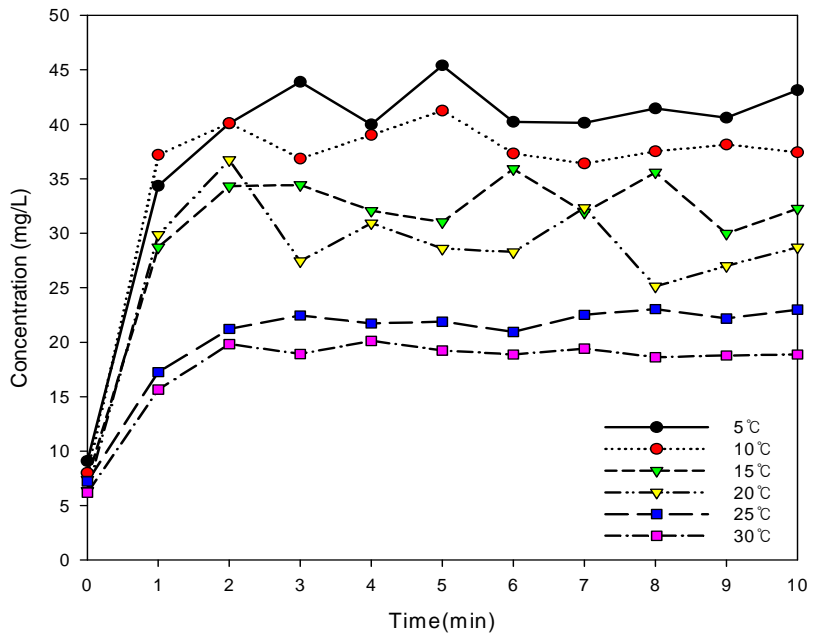


Fig. 6. Dissolved oxygen concentration depending on temperature by pure oxygen bubbling for 10 min.

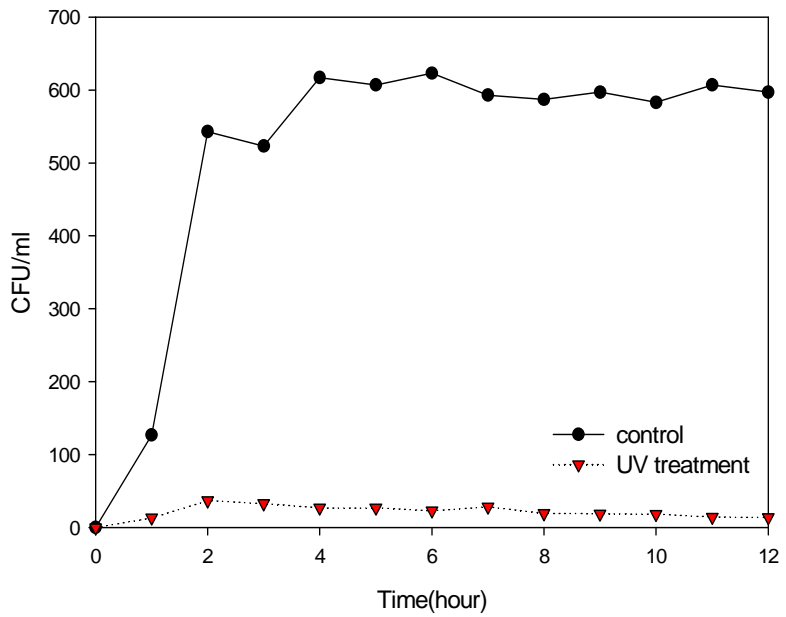


Fig. 7. Effect of sterilization on water by UV treatment for 12 hours.

순환식 재배장치를 이용하여 새싹의 조건별(8, 20, 30 mg/L O<sub>2</sub>, 자외선 살균) 발아율 및 생장율을 확인하기 위한 실험을 수행하였다. 7일 동안 적무 싹의 조건별 발아율의 경우 모든 조건에서 1일째부터 50%이상의 발아율을 보였고, 치상 후 2일째부터 95% 이상의 매우 빠른 성장을 보였다. 20 mg/L O<sub>2</sub> 조건에서 초기 발아율이 높았으며 전체적으로 가장 빠른 발아율 및 생장률을 보였다.

브로콜리 싹의 조건별 발아율의 경우 20 mg/L O<sub>2</sub> 에서 치상 후 1일째부터 66.7%의 높은 발아율을 보였고, 2일째부터는 모든 조건에서 급격한 발아율을 보이기 시작하였다. 20 mg/L O<sub>2</sub> 조건에서 7일 동안 발아율이 가장 높았으며, 생장률 역시 큰 차이는 보이지 않았지만 조건별로 비교 하였을 때 가장 높은 생장률을 보였다.

케일 싹의 조건별 발아율 및 생장률은 1일째 20 mg/L O<sub>2</sub>의 조건에서 36.7%로 가장 높은 발아율을 보였고, 다른 조건에선 발아가 거의 시작되지 않았음을 알 수 있었다. 치상 후 4일째부터는 20 mg/L O<sub>2</sub>의 조건은 가장 낮은 발아율(70.2%)을 보였고, 30 mg/L O<sub>2</sub>의 조건에서 가장 높은 발아율을 보이기 시작하였다. 생장률은 조건별 영향을 거의 받지 않고 모든 조건에서 유의한 차이점을 보이지 않았음을 확인 할 수 있었다.

적케일 싹의 조건별 발아율 및 생장률은 치상 후 1일째 20 mg/L O<sub>2</sub>의 조건에서 45.6%로 가장 높은 발아율을 보였고, 자외선 살균 조건에서 23.1%의 발아율을 보였다. 다른 조건에서는 발아가 시작되지 않았음을 알 수 있었고, 치상 후 2일째부터는 20 mg/L O<sub>2</sub>의 조건에서 90.9%로 급격한 발아율을 보이기 시작하였음을 알 수 있었다. 전체적으로 가장 낮은 발아율을 보이는 조건은 8 mg/L O<sub>2</sub>로 치상 후 7일째 88.0%로 다른 조건들에 비해 낮음을 알 수 있었다. 생장률은 조건별 영향을 거의 받지 않고 모든 조건에서 유의한 차이점을 보이지 않았음을 확인 할 수 있었다.

새싹은 초기 발아 시 많은 양의 산소를 필요로 하게 되는데, 본 실험의 결과 대기 중의 일정한 농도의 산소를 제외하고, 인위적으로 산소 농도를 조절 하였을 때 모든 새싹에 순환수의 용존산소가 일정 농도 이상인 경우 초기 발아율 및 생장률이 증가함을 알 수 있었다. 그렇지만 UV를 이용한 순환수의 미생물을 제어 하였을 경우, 새싹의 발아율 및 생장률은 일반적인 재배 방법과 비교하였을 때 크게 차이가 없음을 알 수 있었다. 본 연구 결과 새싹의 발아율 및 생장률에 고기능성 새싹을 위해서는 일정 농도의 산소가 필요로 함이 사료된다.



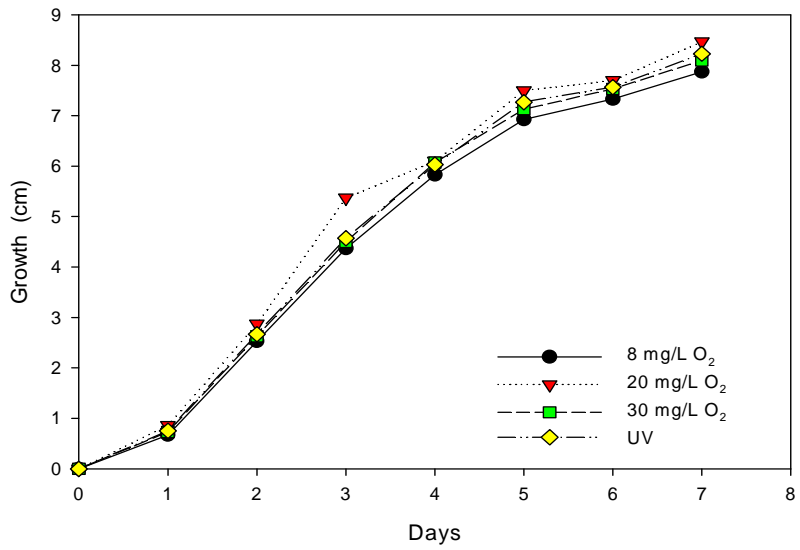
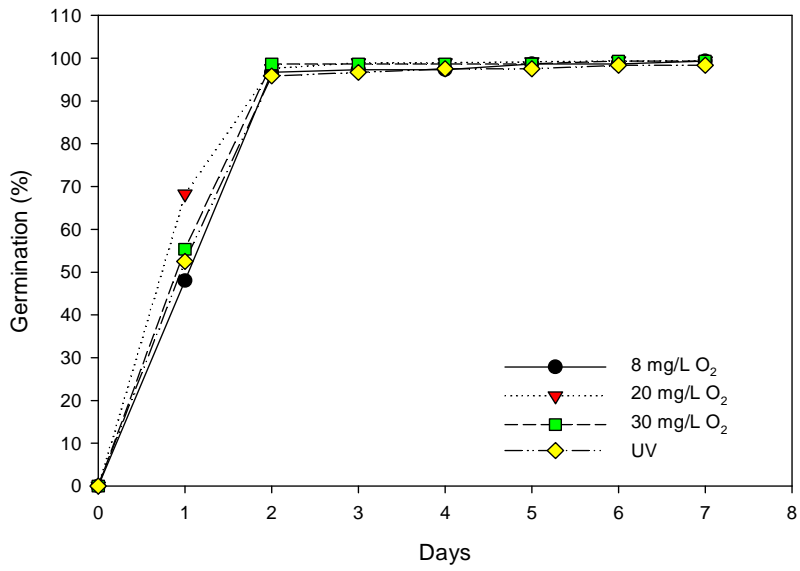


Fig. 8. Germination and growth of red radish sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days.

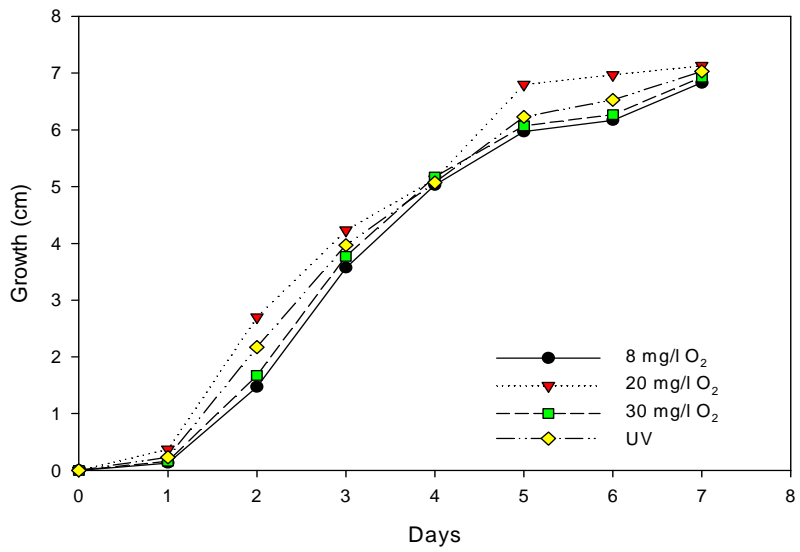
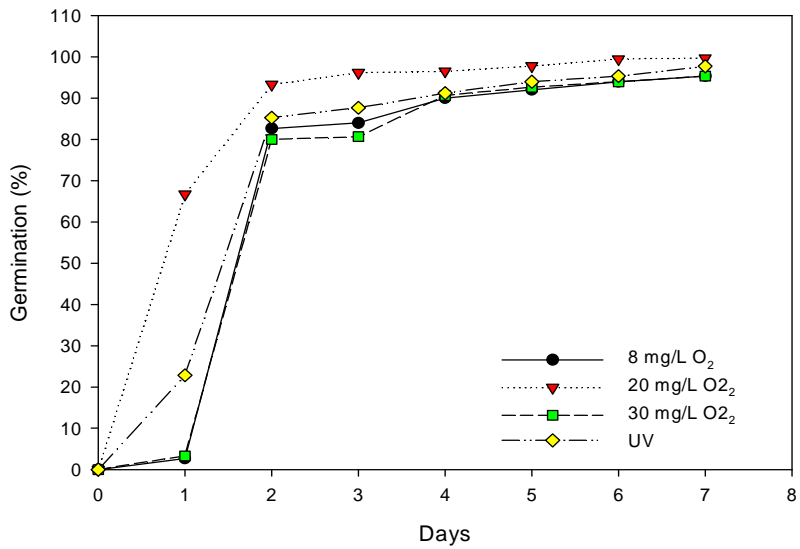


Fig. 9. Germination and growth of broccoli sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days.

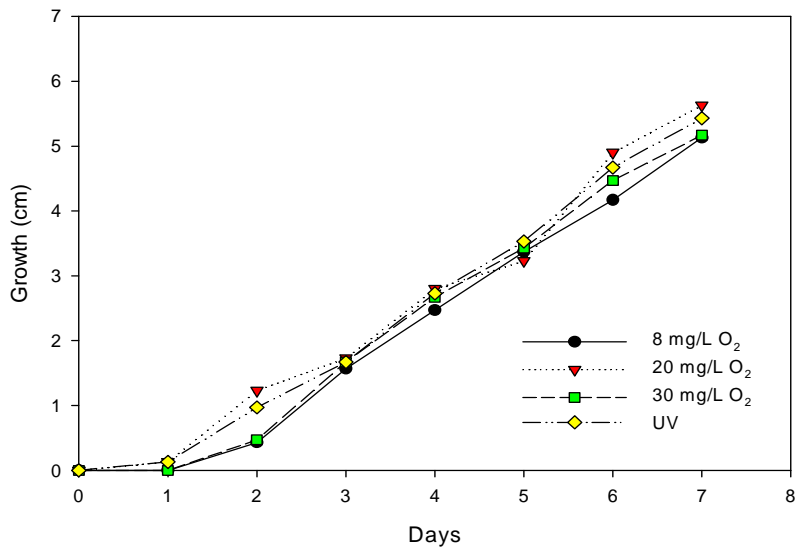
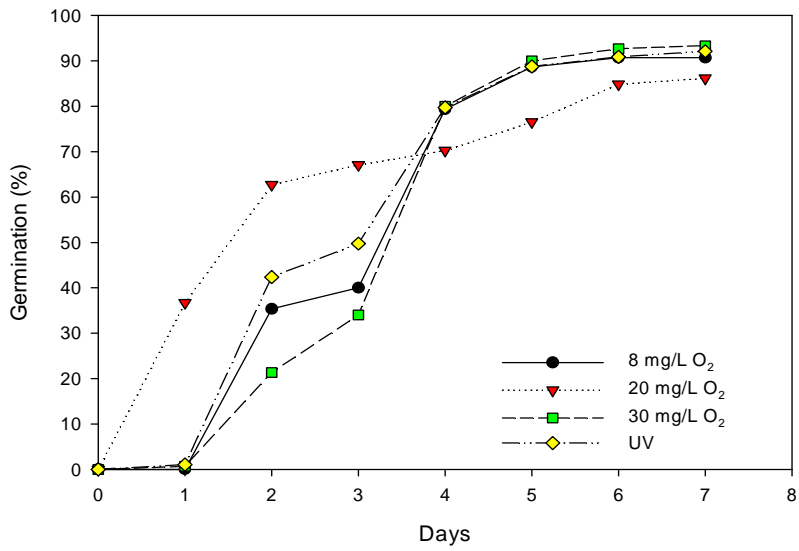


Fig. 10. Germination and growth of kale sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7days.

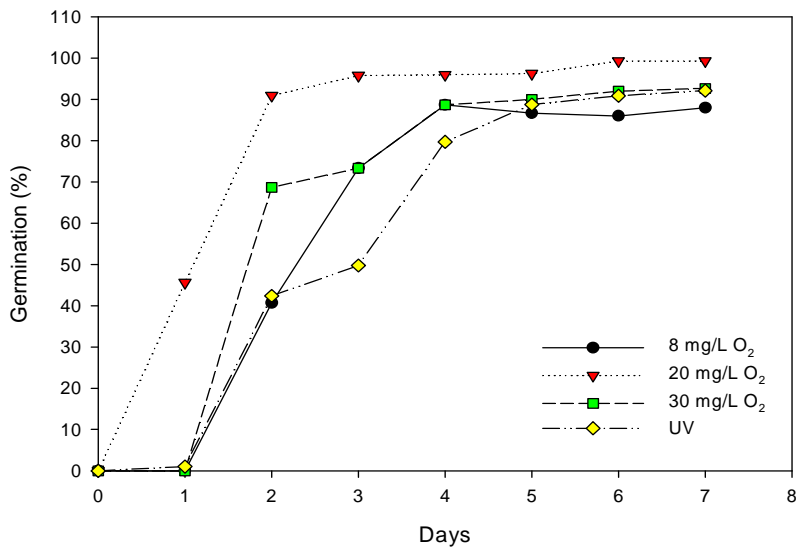
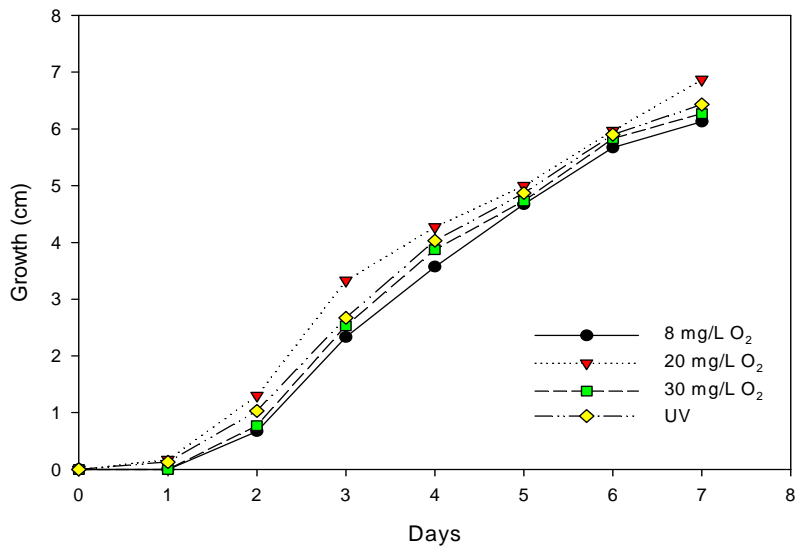


Fig. 11. Germination and growth of red kale sprout according to dissolved oxygen concentration and UV treatment for 7day.

## 제2절 정체식 항균 물질의 처리를 이용한 새싹 종자의 미생물 제어에 따른 적무 싹의 발아율 및 성장률

새싹 재배에 있어 미생물이 새싹의 발아와 생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 침지 시 적무 씨앗에 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0.2% ampicillin, 2% thyme을 처리 한 후 변화를 조사하였다. Fig. 12. 는 침지 시 씨앗에 대한 항균물질의 미생물 최소 제어 농도를 나타내었고, 항균 물질들의 최소 제어 농도를 이용하여 적무 싹을 재배한 결과 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0.2% ampicillin의 경우 아무런 변화가 없었고, 2% thyme을 처리한 경우는 새싹이 발아가 되지 않았다.

미생물 수의 변화는 0.2% ampicillin이 일반 재배에 비해  $500 \times 10^3$  CFU/g 정도 제어가 되었고, 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 경우  $200 \times 10^3$  CFU/g ~  $300 \times 10^3$  CFU/g 제어가 되었음을 알 수 있었다. 2% thyme의 경우 발아가 되지 않아 측정을 할 수 없었다. 본 실험 결과 항균 물질을 이용한 미생물의 제어에 따른 적무 싹의 발아율 및 성장률에 대한 영향은 거의 없는 것으로 판단되며, 2% thyme의 경우 새싹의 생장에 있어 저해시키는 물질이 있는 것으로 사료된다.

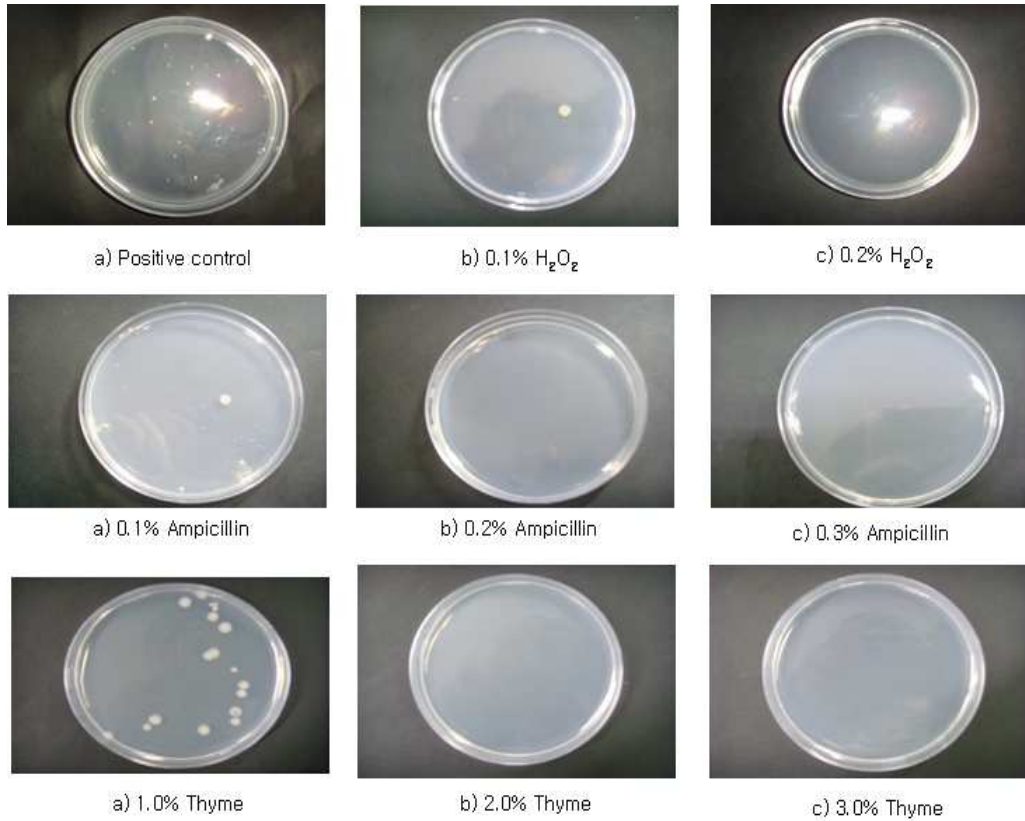


Fig. 12. Antimicrobial effect of 0.2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0.2% Ampicillin, 2% Thyme concentration by colony counting test.

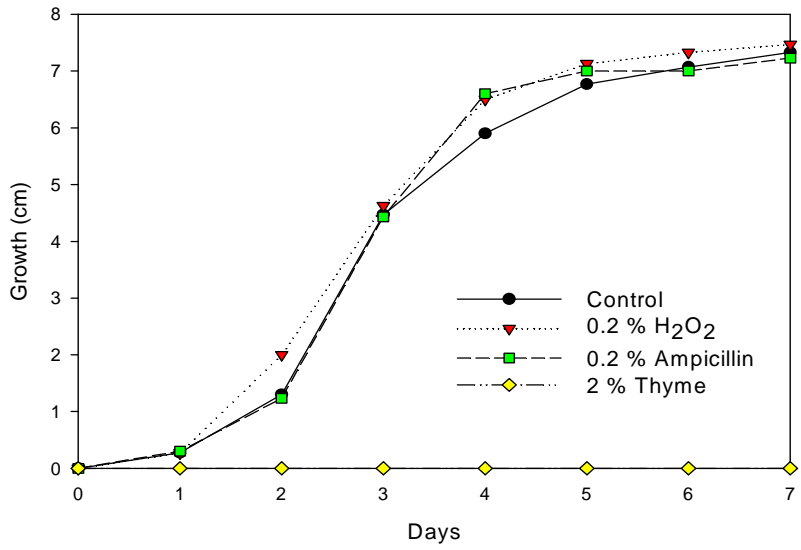
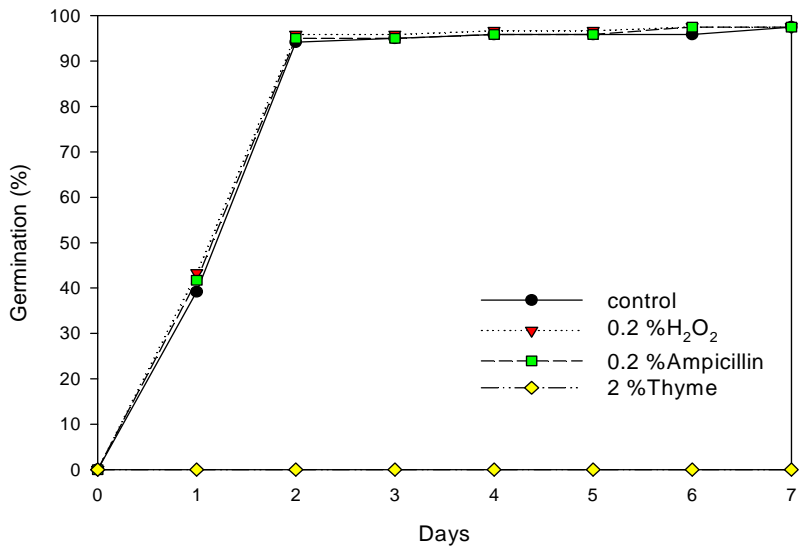


Fig. 13. Germination and growth of red radish sprout with treatment of antimicrobial materials for 7days.

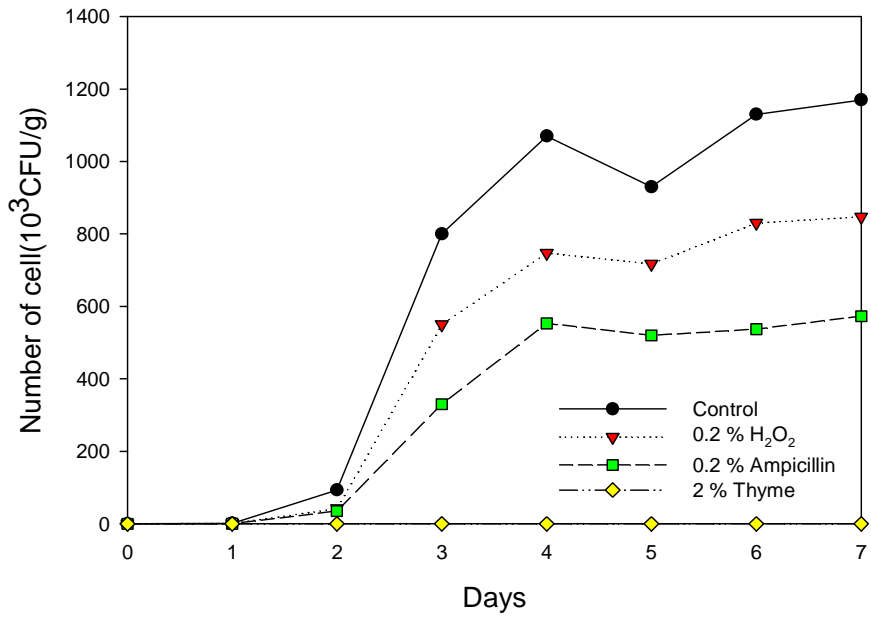


Fig. 14. Number of cells for treatment of 0.2%  $H_2O_2$ , 0.2% Ampicillin, 2% Thyme.



## 제3절 분석 결과

### 1. 흡광도법에 의한 분석 결과

#### 가. 총 폴리 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량

이들은 phenolic hydroxyl(OH)기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하며, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다. 본 실험에서는 총 플라보노이드 함량은 narigin를 기준물질로, 총 페놀 함량은 gallic acid를 기준 물질로 하여 측정하였다.

새싹의 조건별 총 폴리 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 Table 9. 에 나타난 것과 같다. 새싹의 조건별 총 폴리 페놀 함량이 가장 많이 함유된 것은 30 mg/L O<sub>2</sub>의 산소수 조건에서 브로콜리 싹 추출물이 가장 높은 함량(17092.2 mg/100g)을 보였으며, 총 플라보노이드 함량은 20 mg/L O<sub>2</sub> 조건에서 적무 싹 추출물이 가장 높은 함량(187.9 mg/100g)을 보였다.

새싹별 총 페놀 함량은 브로콜리 싹 > 적케일 싹 > 케일 싹 > 적무 싹 순으로 나타났음을 알 수 있었고, 조건별 함량을 보면 적무 싹의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 8 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 20 mg/L O<sub>2</sub> 으로 7377.6, 7350.3, 7281.5, 7117.9 mg/100g 으로 각 조건별 함량의 경우 거의 차이가 없음을 알 수 있었다. 브로콜리 싹의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, 8 mg/L O<sub>2</sub>, UV 순으로 17092.2, 10509.7, 9690.4, 9479 mg/100g 으로 용존산소의 농도에 따라 유의적인 차이를 나타내었다. 케일 싹은 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 각각의 함량은 7732.4, 7604.9, 7508.5, 7445.8 mg/100g 으로 용존산소의 농도가 높을 수록 총 폴리 페놀 함량도 높음을 알 수 있었다. 적케일 싹 의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 으로 각각의 함량은 10714.8, 9957.5, 9114.2, 9076.4 mg/100g 순으로 적케일 싹 역시 용존산소의 농도가 높을수록 총 폴리 페놀 함량이 증가함을 알 수 있었다.

총 플라보노이드 함량은 새싹별로 적무 싹 > 브로콜리 싹 > 적케일 싹 > 케일 싹 순으로 나타났으며, 조건별 적무 싹의 총 플라보노이드 함량을 보면 20 mg/L O<sub>2</sub>, 30 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 각 조건별 함량은 187.9, 184.3, 183.5,

180.8 mg/100g 나타내었다. 브로콜리 싹의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순이고, 함량은 181.4, 179.0, 178.9, 175.5 mg/100g 용존산소 농도별 총 플라보노이드 함량이 증가함을 알 수 있었다. 케일 싹과 적케일 싹의 경우 역시 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 용존산소의 농도에 따라 유사한 영향이 있음을 알 수 있었다.

본 실험 결과 새싹의 용존산소의 농도에 따른 총 폴리 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 용존산소의 농도가 높을수록 함량이 증가하는 경향을 보였다. 용존산소의 농도에 따른 총 폴리 페놀과 총 플라보노이드 함량은 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

Table 9. Comparison of total contents of poly phenol and flavonoid for conditions of culture in sprout.

(Unit : mg/100g)

sample		Total poly phenol	flavonoid
8 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	7350.3±87.2	180.8±15.1
	broccoli	9690.4±81.3	175.5±12.4
	kale	7445.8±44.7	120.3±8.4
	red kale	9076.4±66.7	156.4±3.5
20 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	7117.9±97.6	187.9±18.2
	broccoli	10509.7±84.3	179.0±8.3
	kale	7604.9±61.7	122.1±7.7
	red kale	9957.5±57.7	159.8±3.7
30 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	7377.6±43.4	184.3±17.6
	broccoli	17092.2±102.7	181.4±13.3
	kale	7732.4±55.3	123.5±9.2
	red kale	10714.8±71.7	160.1±3.
UV	red radish	7281.5±54.4	183.5±16.5
	broccoli	9479±79.2	178.8±10.7
	kale	7508.5±38.5	120.8±7.2
	red kale	9114.2±59.5	157.0±3.1

## 나. Free radical 제거능

식품 유래 물질의 항산화 기전 중 가장 일반적이고 대부분의 항산화 물질이 속한 분야는 수소공여 기전이다. 수소공여 항산화물질의 특징은 hydroxyl기를 하나 이상 함유하고 있는 환구조(ring)와 메틸기나 비극성 탄화수소 사슬 구조와 같은 비극성기를 가지고 있는 것이다. 식품에 함유 되어 있는 폴리페놀계 물질이 이와 같은 분자 구조적 특징을 가지고 있는 대표적 항산화 물질이다. 수소공여능을 측정하는 대표적인 방법으로 DPPH법을 들 수 있다. DPPH(a,a-diphenyl-b-picrylhydrazyl)는 자유 래디칼(free radical)로 특유의 색을 나타내지만, 전자나 수소원자에 의해 전자가 쌍이 되어 비래디칼이 되면 특유의 색이 사라지게 된다<sup>32)</sup>. 이 원리를 이용하여 수소공여를 하는 물질의 수소 혹은 전자공여능을 측정하여 항산화능을 측정하는 방법이다.

DPPH법에 의한 각 조건별 새싹 추출물들의 래디칼 소거활성을 측정한 결과를 Table에 나타내었다. 새싹 별 free radical 제거능의 경우 브로콜리 > 적무 > 적케일 > 케일 순으로 나타났으며, 새싹의 조건별 free radical 제거능은 적무 싹의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 8 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 20 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 나타났으며, 브로콜리 싹의 경우 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 나타났으며 free radical 제거능은 81.36 ~ 84.45% 로 나타났음을 알 수 있었다. 케일 및 적케일의 경우도 30 mg/L O<sub>2</sub>, 20 mg/L O<sub>2</sub>, UV, 8 mg/L O<sub>2</sub> 순으로 조사되었다.

이 등<sup>33)</sup>의 연구에 의하면 브로콜리의 부위별 추출물의 free radical 제거능의 경우 에탄올로 추출하였을 경우 줄기(86%) > 꽃(78%) > 잎(76%) 순으로 활성이 높다고 보고하였다. 본 실험에서는 부위별로 추출하기 보다는 브로콜리의 모든 부위를 사용하여 실험을 하였기 때문에, 본 실험과 free radical 제거능이 유사하게 결과가 나온 것을 볼 수 있다.

Table 10. Radical scavenging activity for conditions of culture with red radish, broccoli, kale, red kale sprouts by Blois method.

sample		radical scavenging activity (%)
8 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	75.67±7.21
	broccoli	83.44±2.52
	kale	78.40±2.27
	red kake	77.05±2.34
20 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	80.77±1.97
	broccoli	81.36±1.34
	kale	76.36±1.15
	red kake	79.66±1.17
30 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	80.52±1.79
	broccoli	84.45±1.37
	kale	78.28±1.19
	red kake	78.74±1.21
UV	red radish	77.25±5.43
	broccoli	82.78±2.97
	kale	77.47±1.85
	red kake	77.97±2.87

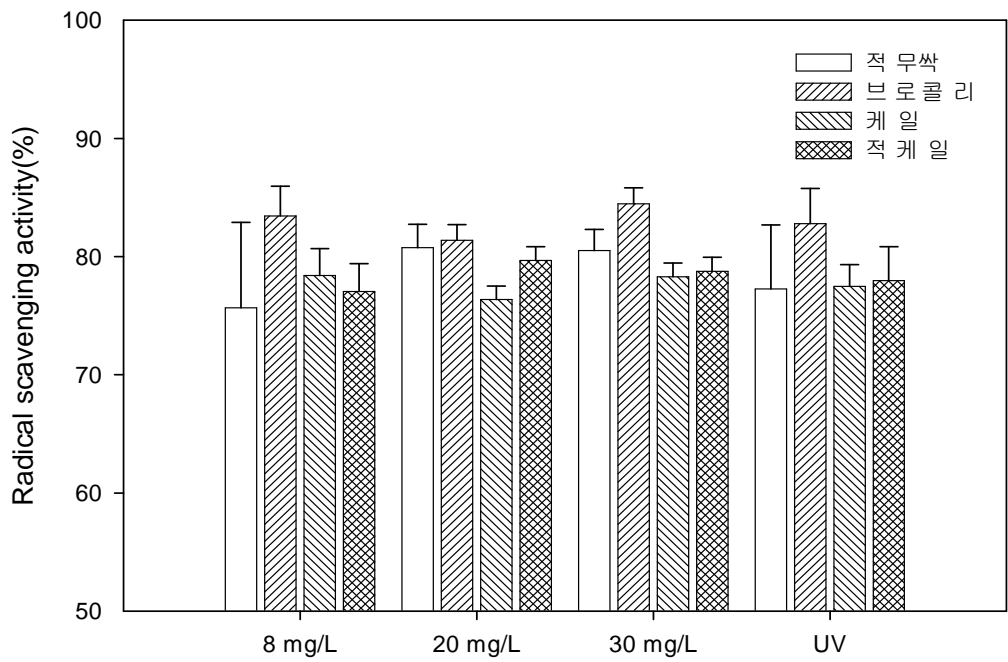


Fig. 15. Radical scavenging activity for conditions of culture with red radish, broccoli, kale, red kale sprouts by Blois method.

## 다. Chlorophyll 함량

각 조건별 새싹의 총 chlorophyll 함량은 새싹을 치상 7일 후 1 g의 잎을 가지고 실험하여 측정한 결과를 Table 11.에 나타내었다.

총 클로로필 함량은 모든 새싹의 조건 별 실험에서 크게 차이를 보이지 않았고, 적케일 싹의 경우 총 클로로필 함량 (271.9~275.7 mg/100g)이 가장 낮게 함유되어 있음을 알 수 있었다. 클로로필의 구성 물질 중 클로로필 a는 청록색, 클로로필 b는 황록색을 나타내고 클로로필 a와 b의 함량비율은 일반적으로 3:1의 비율을 나타낸다. 본 실험의 경우 모든 조건의 새싹에서 3.2-4.2:1의 비율을 나타내고 있어 조건 별 영향은 거의 차이가 없었다.

권영득<sup>34)</sup>의 보고에 따르면 브로콜리의 품종 및 부위에 따른 chlorophyll 함량을 보면 녹제 품종 중 잎의 경우 252.27 mg/100g, 그레이스 품종 중 잎의 경우 238.99 mg/100g 으로 본 실험의 브로콜리 잎의 chlorophyll 함량과 비교하여 비슷함을 알 수 있었다.

Table 11. Chlorophyll contents of broccoli leaves by Arnon method.

(mg/100g)

Sample		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total Chlorophyll
8 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	239.6±23.8	66.4±11.7	306.0±35.5
	broccoli	236.8±7.4	61.7±3.1	298.5±10.5
	kale	216.8±10.7	55.1±3.7	271.9±14.4
	red kale	216.8±10.7	55.1±3.7	271.9±14.4
20 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	256.3±24.7	59.1±10.6	315.4±35.3
	broccoli	246.6±8.3	64.9±2.8	311.5±11.1
	kale	245.5±8.3	68.2±5.1	313.7±13.4
	red kale	218.5±8.9	57.0±2.8	275.5±11.7
30 mg/L O <sub>2</sub>	red radish	255.9±19.8	57.6±19.2	313.5±29.0
	broccoli	239.9±8.1	68.6±3.7	308.5±11.8
	kale	235.7±8.4	69.6±3.4	305.3±11.8
	red kale	227.0±9.7	48.7±2.9	275.7±12.6
UV	red radish	248.7±20.4	60.6±11.3	319.3±31.7
	broccoli	237.8±6.9	62.8±3.4	300.6±10.3
	kale	236.8±7.1	69.1±3.7	305.9±10.8
	red kale	217.6±8.1	54.2±2.6	271.8±10.7



## 2. ICP-MS에 의한 무기질 분석 결과

인체에 함유된 원소 중 96% 정도가 C, O, H, N의 4원소이며 무기질은 전체의 4%밖에 되지 않는다. 그 중 비교적 양이 많은 것은 Ca·P·K·S·Na·Mg이고, 기타 미량성분으로서 Fe·Cu·Mn·I·Co·Zn·Mo·Se·Cr·F·B·As·Sn등이 있다. Ca·P·Fe·Na·K 등은 영양소로서 대사·작용·결핍증·과잉증 등이 규명되어 있다. 그러나 다른 많은 원소에 대해서는 불분명한 점이 아직 많다. 무기질의 기능은 각각 상호적으로 관계하고 단백질 등 다른 영양소에도 영향을 미치므로 매우 복잡하다.

본 연구에서는 각 조건별 4종(적무, 브로콜리, 케일, 적케일)의 새싹들의 무기성분을 분석한 결과는 아래 Table 12~15에 나타내었다. 각 조건별 새싹들의 무기질의 변화는 거의 없었고, K은 적무 싹을 20 mg/L O<sub>2</sub>의 산소수에서 키울 때 가장 높은 함량(46.1 mg/100g)을 나타내었고, 칼슘(Ca)은 케일 싹과 적케일 싹에서 높은 함유량을 보였다. 마그네슘(Mg)은 브로콜리를 20 mg/L O<sub>2</sub>의 산소수에서 키울 때 가장 높은 함량(71.1 mg/100g)을 보였으며, (P)과 나트륨(Na)은 케일 싹에서 함량이 가장 높았다.

Table 12. Amount of minerals for conditions of culture in red radish sprout.  
(unit : mg/100g)

sample	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Na	Cu	Ge
8 mg/L O <sub>2</sub>	45.38	27.25	59.18	59.67	1.00	0.15	0.28	5.37	0.02	0.04
20 mg/L O <sub>2</sub>	46.14	27.98	59.94	60.74	1.05	0.19	0.25	5.41	0.03	0.05
30 mg/L O <sub>2</sub>	44.87	28.13	59.88	58.76	0.97	0.14	0.29	5.29	0.01	0.05
UV	44.97	26.99	58.87	59.64	1.01	0.17	0.26	5.32	0.01	0.04

Table 13. Amount of minerals for conditions of culture in broccoli sprout.

(unit : mg/100g)

sample	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Na	Cu	Ge
8 mg/L O <sub>2</sub>	40.78	29.85	70.42	64.82	0.80	0.35	0.26	8.54	0.03	0.05
20 mg/L O <sub>2</sub>	40.97	28.97	71.12	64.62	0.83	0.29	0.24	8.32	0.02	0.06
30 mg/L O <sub>2</sub>	41.05	30.24	70.24	64.13	0.79	0.32	0.27	8.47	0.02	0.04
UV	40.67	28.67	70.87	64.78	0.77	0.36	0.26	8.44	0.02	0.05

Table 14. Amount of minerals for conditions of culture in kale sprout.

(unit : mg/100g)

sample	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Na	Cu	Ge
8 mg/L O <sub>2</sub>	43.76	37.59	61.15	87.77	1.34	0.43	0.35	9.22	0.00	0.05
20 mg/L O <sub>2</sub>	43.14	36.97	60.85	85.67	1.32	0.39	0.31	9.13	0.01	0.04
30 mg/L O <sub>2</sub>	42.93	36.85	60.67	86.51	1.37	0.49	0.37	9.37	0.01	0.03
UV	43.47	36.74	60.77	86.11	1.33	0.41	0.36	9.24	0.01	0.04

Table 15. Amount of minerals for conditions of culture in red kale.

(unit : mg/100g)

sample	K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Na	Cu	Ge
8 mg/L O <sub>2</sub>	30.68	36.04	47.64	49.99	1.12	0.22	0.24	7.07	ND	0.04
20 mg/L O <sub>2</sub>	31.27	37.14	46.87	49.21	1.17	0.28	0.25	6.8	ND	0.03
30 mg/L O <sub>2</sub>	31.25	36.37	48.13	50.14	1.08	0.27	0.22	7.13	ND	0.02
UV	30.79	36.71	47.73	49.14	1.07	0.26	0.23	7.04	ND	0.03

### 3. GC-MS에 의한 탄화 수소 성분 분석 결과

각 새싹의 총 이온 크로마토그램(total ion chromatogram)을 얻은 후 분리된 각 성분을 기존에 보고된 mass spectrum library (Willy 139, NIST 62와 NIST 12)와 mass spectral data book의 spectrum과의 일치 및 표준물질의 분석 data를 비교하여 확인한 결과를 table 16 ~ 22에 나타내었고, 내부 표준물질로는 butyl benzene을 사용하였다. 적무 싹은 6종의 alcohols, 5종의 ketones, Aldehydes 4종의 hydrocarbons, 3종의 esters, acids, sulfurs, 2종의 nitrogens, amides, 1종의 phenol로 구성되어 있었다. 브로콜리 싹은 6종의 aldehydes, 5종의 alcohols, 4종의 acids, esters, 3종의 sulfurs, 2종의 aides, hydrocrbons 1종의 ethers, nitrogens, phenols로 구성되어 있고, 케일 싹의 경우 7종의 alcohols, 4종의 sulfurs, 3종의 acids, aldehydes, esters, nitrogens, 2종의 ketones, 1종의 hydrocarbons, phenols로 구성되어 있었다. 적케일 싹은 7종의 alcohols, 4종의 acids, aldehydes, 3종의 sulfurs, 2종의 esters, amines, nitrogens로 구성되어 있었다. 다량 화합물은 적무 싹의 경우 3.39 mg/kg 의 alcohols과 2.00 mg/kg 의 ketones이 확인되었고, 브로콜리 싹은 2.75 mg/kg 의 alcohols과 0.74 mg/kg의 acids이 확인되었다. 케일 싹은 2.12 mg/kg 의 alcohols의 0.90 mg/kg 의 ketones이 확인되었고, 적케일 싹의 경우 3.31 mg/kg 의 acids와 2.95 mg/kg의 alcohols의 다량의 화합물이 확인되었다.

Table 16. Identified hydrocarbon components in red radish sprout by GC-MS.

Number	Name	R.T.	MF	Area (%)	Conc. (mg/kg)
1	Methane, thiobis- (CAS) 2-Thiapropane	5.319	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> S	0.49	0.04
2	ISO BUTYRALDEHYDE	5.898	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	0.16	0.01
3	Butanal (CAS) n-Butanal	5.992	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	0.76	0.06
4	Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate	7.151	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.26	0.02
5	Oxirane, 2,3-diethyl- (CAS) 3,4-EPOXYHEXANE	7.744	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	0.21	0.02
6	Butanal, 2-methyl- (CAS) 2-Methylbutanal	7.836	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	0.53	0.04
7	Butanal, 3-methyl- (CAS) 3-Methylbutanal	7.946	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.14	0.01
8	Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	8.822	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	36.48	2.01
9	Disulfide, dimethyl (CAS) 2,3-Dithiabutane	13.654	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	0.95	0.07
I.S	Benzene, butyl- (CAS) n-Butylbenzene	27.475	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	3.19	1.00
10	2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) Acetol	28.865	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.53	0.04
11	Trisulfide, dimethyl (CAS) 2,3,4-Trithiapentane	32.335	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	5.58	0.42
12	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	38.825	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	4.6	0.35
13	2,3-Butanediol (CAS) Butane-2,3-diol	44.989	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2.47	0.19
14	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS) Butyrolactone	50.096	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.15	0.01
15	2-Furanmethanol (CAS) Furfuryl alcohol	51.897	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.12	0.01
16	6-OXA-BICYCLO[3.1.0]HEXAN-3-ONE	58.672	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.32	0.10
17	Acetamide (CAS) Ethanamide	59.465	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO	0.32	0.02
18	1-Butene, 4-isothiocyanato-1-(methylthio)- (CAS) 4-METHYLTHIO-3-BUTENYLISOTHIOCYANATE	69.624	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> NS <sub>2</sub>	0.94	0.07
19	Benzenesulfonic acid, 4-hydroxy- (CAS) Benzenesulfonic acid, p-hydroxy-	75.442	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	0.53	0.04
20	2-Thiopheneacetoneitrile, tetrahydro-	76.654	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> NS	4.63	0.35
21	2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone	78.296	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	0.24	0.02
22	3-Methoxyacetophenone	87.65	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2.29	0.17
23	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS) 2,6-Dimethoxyphenol	91.923	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	0.3	0.02
24	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (CAS) 3,5-DIHYDROXY-2-METHYL-5,6-DIHYDROPYRAN-4-ONE	92.494	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	3.34	1.05
25	1,2,3-Propanetriol (CAS) Glycerol	95.621	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.68	0.13
26	Propanoic acid, 3-(methylthio)-, methyl ester (CAS) Methyl 3-methylthiopropionate	97.356	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> S	1.09	0.08
27	Benzofuran, 2,3-dihydro- (CAS) 2,3-Dihydrobenzofuran	98.315	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	0.26	0.02
28	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-methyl- (CAS) Toluene, 3,4,5-trimethoxy-	99.095	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	0.23	0.02
29	Cyclohexane, 1-(cyclohexylmethyl)-2-ethyl-, trans- (CAS) 2-ETHYLDICYCLOHEXYLMETHANE (HIGH BOILING)	101.373	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub>	0.21	0.02
30	2-Hexene(CAS) Hex-2-ENE \$\$2-HEXENE	102.156	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	0.32	0.02
31	Pentanenitrile, 5-(methylthio)- (CAS)	103.231	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NS	2.7	0.20
32	Ethanone, 1-(3,4-dimethoxyphenyl)- (CAS) Acetoveratrone	107.261	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	23.12	1.75
33	2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R*,R*(E)]]- (CAS) Phytol	108.189	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	0.18	0.01
34	L-Proline, 5-oxo-, methyl ester (CAS) Methyl pyroglutamate	110.466	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>	0.68	0.05
Total				100	8.44

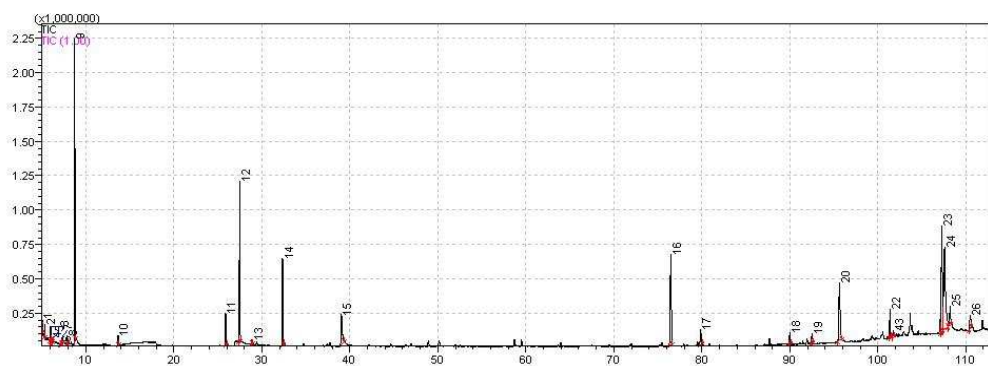


Fig. 16. peaks of gas chromatography of hydrocarbon compounds in red radish sprout by GC-MS.

Table 17. Total amount of organic functional groups for hydrocarbon components in red radish sprout.

Functionl Group	Number of components	Area(%)	mg/kg
Acids	3	5.45	0.49
Alcohols	6	34.27	3.39
Aldehydes	5	1.85	0.14
Amides	2	0.55	0.04
Esters	3	2.03	0.15
Hydrocarbons	4	1.23	0.09
Ketones	5	26.33	2.00
Nitrogens	2	7.33	0.56
Phenols	1	0.3	0.02
Sulfurs	3	7.47	0.57
Total	34	86.81	7.45

Table 18. Identified hydrocarbon components in broccoli sprout by GC-MS.

Number	Name	R.T.	MF	Area (%)	Conc. (mg/kg)
1	Acetaldehyde (CAS) Ethanal	5.069	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0.18	0.01
2	Propanal, 2-methyl- (CAS) Isobutanal	5.95	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	0.17	0.01
3	Butanal (CAS) n-Butanal	6.043	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	0.41	0.02
4	1-Propene, 3-ethoxy- (CAS) ETHYL 2-PROPENYL ETHER	7.889	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	0.29	0.01
5	Butanal, 3-methyl- (CAS) 3-Methylbutanal	7.993	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	0.11	0.01
6	Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	8.766	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	48.77	2.49
7	4-Cyano-1-butene	25.909	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> N	0.32	0.02
I.S	Benzene, butyl- (CAS) n-Butylbenzene	27.523	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	19.58	-
8	Trisulfide, dimethyl (CAS) 2,3,4-Trithiapentane	32.376	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	1.34	0.07
9	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	39.063	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2.71	0.14
10	Methane, sulfinylbis- (CAS) Dimethyl sulfoxide	48.977	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> OS	0.58	0.03
11	6-OXA-BICYCLO[3.1.0]HEXAN-3-ONE	58.754	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.16	0.01
12	Acetamide (CAS) Ethanamide	59.564	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO	0.48	0.02
13	Pentanenitrile, 5-(methylthio)- (CAS)	69.6	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NS	0.42	0.02
14	2-Pyrrolidinone (CAS) Pyrrolidone	79.932	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> NO	1.02	0.05
15	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS) 2,6-Dimethoxyphenol	92.006	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	0.21	0.01
16	1,2,3-Propanetriol (CAS) Glycerol	95.667	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.94	0.10
17	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (CAS) Ethyl phthalate	97.059	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	0.39	0.02
18	5,6-Decanediol (CAS)	99.387	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	0.37	0.02
19	4-Amino pyrimidine	100.483	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub>	0.33	0.02
20	1H-Indole (CAS) Indole	100.603	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N	0.51	0.03
21	ETHYL 9-HEXADECENOATE	101.438	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	0.18	0.01
23	CYCLOOCTENE, 3-METHYL-	103.719	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>	0.14	0.01
24	Methyl-11,14,17-Eicosatrienoate	107.11	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	0.13	0.04
25	4-METHYL-2,5-DIMETHOXYBENZALDEHYDE	107.307	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	3.95	0.70
26	Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid	107.7	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	11.16	0.14
27	2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R*,R*-(E)]]- (CAS) Phytol	108.261	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	2.47	0.29
28	L-Proline, 5-oxo-, methyl ester (CAS) Methyl pyroglutamate	110.55	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>	1.70	0.01
Total				100.0	4.31

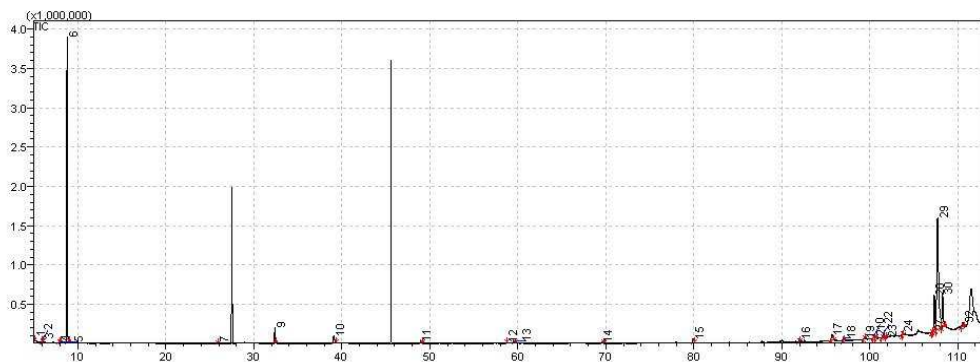


Fig. 17. peaks of gas chromatography of hydrocarbon compounds in broccoli sprout by GC-MS.

Table 19. Total amount of organic functional groups for hydrocarbon components in broccoli sprout.

Functionl Group	Number of components	Area(%)	mg/kg
Acids	4	14.37	0.74
Alcohols	5	53.92	2.75
Aldehydes	6	5.83	0.30
Amides	2	0.80	0.04
Esters	4	2.73	0.14
Ethers	1	0.29	0.01
Hydrocarbons	2	0.51	0.03
Nitrogens	1	0.42	0.02
Phenols	1	0.21	0.01
Sulfurs	3	1.34	0.07
Total	29	80.42	4.11

Table 20. Identified hydrocarbon components in kale sprout by GC-MS.

Number	Name	R.T.	MF	Area (%)	Conc. (mg/kg)
1	DIMETHYL SULFIDE	5.258	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S	0.57	0.03
2	Butanal (CAS) n-Butanal	5.97	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1.23	0.12
3	1,2-Ethanediamine	6.768	C <sub>4</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub>	0.11	0.02
4	Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate	7.186	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.4	0.06
6	Butanal, 2-methyl- (CAS) 2-Methylbutanal	7.804	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	0.81	0.06
7	Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	8.726	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	15.46	1.66
8	Disulfide, dimethyl (CAS) 2,3-Dithiabutane	13.651	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	1.08	0.06
9	DIMETHYLDISULFIDE	13.858	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	0.41	0.03
10	3-Butenenitrile (CAS) Allyl nitrile	19.781	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> N	2.10	0.21
11	3-Methyl-3-butenenitrile	25.868	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> N	1.06	0.12
I.S.	Benzene, butyl- (CAS) n-Butylbenzene	27.534	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	15.24	-
12	2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) Acetol	28.837	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1.10	0.20
13	Trisulfide, dimethyl (CAS) 2,3,4-Trithiapentane	32.364	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	10.28	0.42
14	ACETIC ACID, ANHYDRIDE WITH FORMIC ACID	39.076	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	3.48	0.34
15	Methane, sulfinylbis- (CAS) Dimethyl sulfoxide	48.929	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> OS	1.09	0.09
16	2-Hydroxy-2-cyclopenten-1-one	58.743	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.28	0.02
17	Pentanenitrile, 5-(methylthio)- (CAS)	69.547	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NS	0.55	0.05
18	Propane, 2,2-dimethyl- (CAS) Neopentane	76.458	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	3.81	0.37
19	2-Pyrrolidinone (CAS) Pyrrolidone	79.901	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> NO	0.66	0.06
20	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS) 2,6-Dimethoxyphenol	91.974	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	0.49	0.02
21	4H-Pyran-4-one,2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(CAS)3,5-DIHYDROXY-2-METHYL-5,6-DIHYDROPYRAN-4-ONE	92.507	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	2.03	0.12
22	1,2,3-Propanetriol (CAS) Glycerol	95.624	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1.72	0.16
23	ETHYL 9-HEXADECENOATE	101.396	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	1.91	0.04
24	Ethanol, 2-(9,12-octadecadienyloxy)-, (Z,Z)- (CAS) 2-CIS,CIS-9,12-OCTADECADIENYLOXY ETHANOL	103.687	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	1.86	0.04
25	Ethanone, 1-(3,4-dimethoxyphenyl)- (CAS) Acetoveratrone	107.265	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	25.29	0.70
26	2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R*,R*-(E)]]- (CAS) Phytol	108.227	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	3.99	0.14
27	5-OXO-PYRROLIDINE-2-CARBOXYLIC ACID METHYL ESTER	110.483	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub>	2.52	0.29
28	isooctanol (CAS) Isooctyl alcohol	111.884	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	0.47	0.01
Total				100	5.44



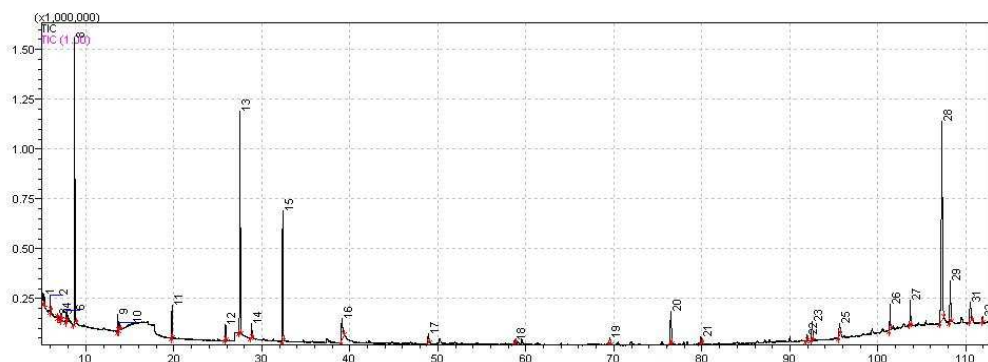


Fig. 18. peaks of gas chromatography of hydrocarbon compounds in kale sprout by GC-MS.

Table 21. Total amount of organic functional groups for hydrocarbon components in kale sprout.

Functionl Group	Number of components	Area(%)	mg/kg
Acids	3	5.50	0.40
Alcohols	7	24.87	2.12
Aldehydes	3	2.70	0.24
Esters	3	4.95	0.47
Hydrocarbons	1	3.81	0.37
Nitrogens	3	3.71	0.38
Phenols	1	0.49	0.02
Sulfurs	4	12.34	0.54
Ketones	2	26.39	0.90
Total	27	84.76	5.44

Table 22. Identified hydrocarbon components in red kale sprout by GC-MS.

Number	Name	R.T.	MF	Area (%)	Conc. (mg/kg)
1	Acetaldehyde (CAS) Ethanal	5.05	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	1.17	0.11
2	DIMETHYL SULFIDE	5.35	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S	0.92	0.08
3	Butanal (CAS) n-Butanal	6.02	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1.12	0.10
4	Methanamine, N,N-dimethyl- (CAS) Trimethylamine	6.13	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N	0.72	0.06
5	Ethanamine, N,N-diethyl- (CAS) Triethylamine	6.27	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> N	0.56	0.05
6	Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate	7.16	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0.89	0.08
7	Butanal, 2-methyl- (CAS) 2-Methylbutanal	7.86	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	0.84	0.08
8	Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	8.73	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	15.70	1.42
9	DIMETHYLDISULFIDE	13.68	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	1.08	0.10
10	3-Methyl-3-butenenitrile	25.88	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> N	2.58	0.23
I.S.	Benzene, butyl- (CAS) n-Butylbenzene	27.49	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	11.05	-
11.	2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) Acetol	28.89	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.73	0.07
12	Trisulfide, dimethyl (CAS) 2,3,4-Trithiapentane	32.35	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	7.01	0.63
13	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	39.02	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	5.21	0.47
14	Butane, 1-chloro-2-methyl- (CAS) 1-Chloro-2-methylbutane	76.46	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub>	10.87	0.98
15	2-Pyrrolidinone (CAS) Pyrrolidone	79.86	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> NO	2.47	0.22
16	Hexadecanoic acid, ethyl ester (CAS) Ethyl palmitate	89.98	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	1.26	0.11
17	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (CAS) 3,5-DIHYDROXY-2-METHYL-5,6-DIHYDROPYRAN-4-ONE	92.50	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	1.38	0.12
18	1,2,3-Propanetriol (CAS) Glycerol	95.63	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	8.13	0.74
19	Ethyl octadec-9-enoate(Oleic acid)	101.39	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	2.47	0.22
20	1-Tetradecanol (CAS) Alfol 14	101.39	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	1.03	0.09
21	Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid	107.56	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	18.12	1.64
22	2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R*,R*-(E)]]- (CAS) Phytol	108.21	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	2.65	0.24
23	5-OXO-PYRROLIDINE-2-CARBOXYLIC ACID METHYL ESTER	110.48	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> N	2.13	0.19
Total				100.0	8.03

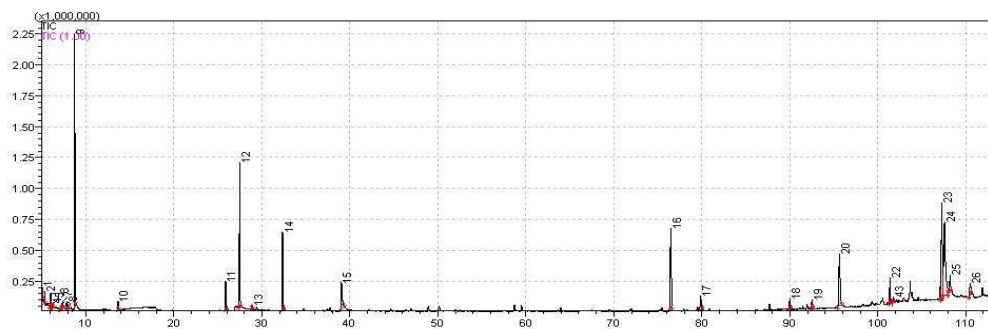


Fig. 19. peaks of gas chromatography of hydrocarbon compounds in red kale sprout by GC-MS.

Table 23. Total amount of organic functional groups for hydrocarbon components in red kale sprout.

Functionl Group	Number of components	Area(%)	mg/kg
Acids	4	36.67	3.31
Alcohols	7	30.62	2.95
Aldehydes	4	4.51	0.41
Esters	2	2.15	0.19
Amines	2	1.28	0.11
Nitrogens	2	4.71	0.42
Sulfurs	3	9.01	0.81
Total	24	88.95	8.2

## 4. HPLC에 의한 성분 분석결과

### 가. 유리당 및 유기산

유리당은 HPLC로 sucrose, lactose, glucose, galactose, fructose을 분석하였지만 모든 새싹에서 검출되지 않았다. 유기산은 신맛을 가진 성분으로 적무 > 브로콜리 > 케일 > 적케일 싹 순으로 분석되었고, 적무 싹이 0.54%로 가장 많이 함유되어 있는 것을 확인 할 수 있었다.

Table 24. Free sugar and organic acid contents of red radish, broccoli, kale, red kale by HPLC analysis.

(Unit : %)

	red radish	broccoli	kale	red kale
Free sugar	ND			
Organic acid	0.54	0.36	0.45	0.18

\* ND : Not detect

### 나. 구성아미노산

일반적으로 단백질은 섭취된 후 소화되면 22가지의 아미노산으로 분해되어 흡수되고, 8가지는 필수 아미노산이며, 나머지는 비필수 아미노산이다. 이 중 methionine은 필수 아미노산으로써 모발, 피부, 및 손톱의 이상을 예방하는 황의 주요 공급원으로, 간에서 lecithin 생산을 증가시킴으로써 콜레스테롤 수준을 낮추며, 간의 지방을 감소시키고 신장을 보호하는 역할을 한다. 또한 arginine은 세균, 바이러스 및 종양세포에 대한 면역반응을 개선시키고, 상처 치료 및 간의 재생을 촉진하며, 성장호르몬의 분비를 유도하는 등 유리 아미노산은 우리 인체에 매우 중요한 역할<sup>35)</sup>을 한다.

이 중 필수아미노산 8종, 비필수 아미노산 8종을 HPLC로 분석한 결과는 Table

25. 와 같다. 총 구성아미노산은 브로콜리 싹, 적케일 싹, 적무 싹, 케일 싹 순으로 각각 1,314.2, 346.54, 296.7, 185.93 mg/kg로 분석되었으며, 그 중 브로콜리 싹에서 aspartic acid, serine, glutamine, glycine이 각각 130.88, 146.75, 311.21, 151.77 mg/kg로 높은 함량을 보였다. 적케일 싹은 glutamine함량이 142.28 mg/L로 높았으며 적무 싹, 케일 싹도 glutamine 함량이 각각 80.64, 64.41 mg/L로 분석되었다. 모든 새싹에서 glutamine함량이 나머지 성분에 비해 매우 높은 함량을 함유하고 있음을 알 수 있었다.

새싹별 구성아미노산을 비교해보면 브로콜리 싹 > 적케일 싹 > 적무 싹 > 케일 싹 순으로 브로콜리 싹이 다른 새싹들에 비해 비교적 높은 함량을 가지고 있음을 알 수 있었다.

Table 25. Amino acid contents of red radish, broccoli, kale, red kale sprout by HPLC analysis.

(Unit : mg/kg)

	red radish	broccoli	kale	red kale
Aspartic acid	22.20	130.88	15.17	17.85
Serine	11.48	146.75	6.47	9.34
Glutamine	80.64	311.21	64.41	142.28
Glycine	6.35	151.77	7.83	6.90
Histidine	11.03	23.18	0.00	6.66
Arginine	10.66	74.78	6.06	5.98
Threonine	11.32	48.22	6.51	11.48
Alanine	22.59	61.77	22.22	19.90
Proline	24.57	44.62	10.11	33.70
Tyrosine	13.31	36.03	0.00	12.34
Valine	6.73	45.02	4.58	11.36
Methionine	47.26	35.61	21.14	40.15
Lysine	13.45	53.22	9.85	9.78
Isoleucine	7.68	50.73	4.73	11.44
Leucine	3.28	61.13	3.74	4.33
Phenylalanine	4.15	39.28	3.11	3.05
Total	296.7	1,314.2	185.93	346.54

#### 다. 폴리페놀 함량

페놀의 함량은 풍미, 맛 및 저장성과 관련이 있으며, 이들은 단백질과 기교결합을 형성해 가용성 단백질의 침전이나 효소계의 저해를 유발하고, lipoxygenase의 형성을 저해하는 등 산화저해효과가 있다고 보고되어 있다. 새싹별 poly phenolics 함량을 분석한 결과는 Table 26. 과 같다. 11종의 표준 페놀화합물질 중 적무 싹에는 caffeic acid, cinamic acid 등 2종의 poly phenolics이 확인되었고, 브로콜리 싹에는 caffeic acid, syringic acid, cinamic acid, salicylic acid 등 4종, 케일 싹은 cinamic acid, salicylic acid 2종, 적케일 싹은 caffeic acid, syringic acid, cinamic acid, nargin, salicylic acid 등 5종의 poly phenolics이 확인되었다.

Table 26. Poly phenolic contents of red radish, broccoli, kale, red kale by HPLC analysis.

(unit : mg/kg)

components	red radish	broccoli	kale	red kale
Gallic acid	ND	ND	ND	ND
Dihydrooxylbenzoic acid	ND	ND	ND	ND
Methyl galle	ND	ND	ND	ND
Methyl gallate	ND	ND	ND	ND
Caffeic acid	3.26	1.03	ND	0.67
Syringic acid	ND	2.31	ND	9.38
Courmaric acid	ND	ND	ND	ND
Cinamic acid	2.80	2.10	3.50	1.87
Nargin	ND	ND	ND	2.91
Salicylic acid	ND	5.89	4.28	8.35
Flavone	ND	ND	ND	ND

\*ND : Not detect

## 제5장 결론

초기 발아 시 산소가 발아율 및 생장률 과 항산화 물질에 영향을 미치는지의 여부와 새싹에 존재하는 미생물 제어를 위해 항균물질을 처리하여 새싹의 발아율 및 생장률의 변화를 알아보고자 본 실험을 수행하였으며, 이에 따른 결과를 요약하면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

- 1) 새싹의 조건별 발아율 및 생장률은 4가지 종의 새싹에 대해 20 mg/L O<sub>2</sub>의 조건에서 초기 발아율이 모든 새싹에 대해서 최소 20%에서 최대 64%의 증가를 보였다.
- 2) 4가지 종에 대한 새싹별 총 페놀 함량은 브로콜리 싹 > 적케일 싹 > 케일 싹 > 적무 싹 순으로 나타났음을 알 수 있었고, 이 중 총 페놀 함량이 가장 높은 브로콜리 싹은 30 mg/L O<sub>2</sub>에서 17092.3 mg/100g 으로 가장 높은 함량을 보였다.
- 3) 라디칼 소거활성의 경우 4가지 종의 새싹은 브로콜리 싹 > 적무 싹 > 적케일 싹 > 케일 싹 순으로 브로콜리 싹 가장 높은 라디칼 소거활성을 보였으며, 조건별 실험에서도 브로콜리 싹이 30 mg/L O<sub>2</sub> 조건에서 84.45%로 가장 높은 라디칼 소거활성을 보였다.
- 4) 새싹의 조건별 실험에 대한 무기성분 및 chlorophyll 함량 등은 각 새싹들이 가지고 있는 기존의 성분들에 특별한 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.



## Reference

1. Kim, M. L., Kim, J. H., Wi, J. H., Na, S. D., "Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves", *Kor, J. Food Sci. Nutr.*, 28(6), 1201~1207, 1999.
2. Kim, C. J., Lee H. K., Kim Y. H., Kim S. K., "New material search", Free Academic Publishing Co., 325~327
3. Roy, S. C., Atreja, S. K., "Effect of reactive oxygen species on capacitation and associated protein tyrosine phosphorylation in buffalo (*Bubalus bubalis*) spermatozoa", *Animal Reproduction Sci.*, 107, pp. 68~84, 1998.
4. Demiryurek, A. T., Cakici, I., Wainwright, C. L., Wadsworth, R. M., "Effects of free radical production and scavengers on occlusion-reperfusion induced arrhythmias", *Pharmacological Research*, 38(6), pp. 433~439, 1998.
5. Noriko, I., Toshimasa, Y., Kosaku, N., Katsumi, I., "Glomerular endothelial injury associated with free radical production induced by a fungal cell wall component, (1→3) β-D Glucan", *Life Sciences*, 62(3), 247~255, 1997.
6. Ihara, Y., Hayabara, T., SaSaki, K., Fujisawa, Y., Kawada, R., Yamamoto, T., Nakashima, Y., Yoshimune, S., "Free radicals and superoxide dismutase in blood of patients with Alzheimer's disease and vascular dementia", *Journal of the Neurological Sci.*, 153(1), 76~81, 1997.
7. Woo, N., Song, E. S., Kim, H. J., Seo, M. S., Kim, A. J., "The comparison of antioxidative activities of sprouts extract", *Kor, J. Food Sci. Nutr.*, 20(4), 356~362, 2007.
8. Sok, D. E., Kim, H. J., "Isolation and identification of bioactive organosulfur phytochemicals from solvent extract of broccoli", *Kor, J. Food Sci. Nutr.*, 32(3), 315~319, 2003.
9. Kim, M. R., Lee, K. J., Kim H. Y., "Effect of processing on the content of sulfuraphane of broccoli", *Kor, J. Food Sci. Nutr.*, 13(4), 1997.
10. Lee, H. S., Park, Y. W., "Screening of antioxidant-like components extracts

- from broccoli”, *J. Environmental Research*, 8(1), 33~47, 2003.
11. Kim, S.J., Zaidul, I.S.M., Suzuki, T., Mukasa, Y., Hashimoto, N., Takigawa, S., Noda, T., Matura, C., Yamauchi H., “Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts”, *Food Chemistry*, 10(4), 814~820, 2008.
  12. Kubola, J., Siriamornpun S., “Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro”, *Food Chemistry*, 110(4), 881~890, 2008.
  13. Martijn Bezemer, T., Hefin Jones J., John E., “Effects of carbon dioxide and nitrogen fertilization on phenolic content in *Poa annua* L.” *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(9), 839~846, 2000.
  14. Kwon, Y. M., Go, S. C., Kim J. C., Moon, B. C., Park, M. C., Park, H. B., Park, I. H., Lee, Y. S., Lee, I. H., Lee, J. S., “Plant physiology”, Academic Publishing Co., 276~279, 2003.
  15. Fuzzati, N., Sutarjadi, Dyatmiko, W., Rahman, A., Hostettmann, K., “Phenylpropane derivatives from roots of *Cosmos caudatus*” *Phytochemistry*, 39(2), 409~412, 1995.
  16. Sproll, C., Ruge, W., Andlauer, C., Godelmann, R., W. Lachenmeier D., “HPLC analysis and safety assessment of coumarin in foods”, *Food Chemistry*, 109(2), 462~469, 2008
  17. Harris, R., Wilken, M., Fischer, K., M. Letcher, T., Raal, D., Ramjugernath D., “High pressure vapor - liquid equilibrium measurements of carbon dioxide with naphthalene and benzoic acid”, *Fluid Phase Equilibria*, 260(1), 60~64, 2007.
  18. Vijayakumar, S., Presannakumar, G., Vijayalakshmi N.R., “Antioxidant activity of banana flavonoids” *Fitoterapia*, 79(4), 279~282, 2008.
  19. Tatsuzawa, F., Toki, K., Saito, N., Shinoda, K., Shigihara, A., Honda T., “Anthocyanin occurrence in the root peels, petioles and flowers of red radish (*Raphanus sativus* L.)”, *Dyes and Pigments*, 79(1), 83~88, 2008.
  20. Pang, X., Zhao, J., Zhang, W., Zhuang, X., Wang, J., Xu, R., Xu, Z., Qu, W., “Antihypertensive effect of total flavones extracted from seed residues of

- Hippophae rhamnoides L. in sucrose-fed rats", *Journal of Ethnopharmacology*, 117(2), 325~331, 2008.
21. Antunes, A., Pereira da Silva, B., Parente H., "Flavonol glycosides from leaves of *Costus spiralis*", *Fitoterapia*, 71(5), 507~510, 2000.
  22. P. Patel, R., J. Boersma, B., Jack H. C., Hogg, N., Kirk, M., Alyanaraman, B., Dale A. P., Stephen, B., Victor, D. U., "Antioxidant mechanisms of iso-flavones in lipid systems: paradoxical effects of peroxy radical scavenging" *Free Radical Biology and Medicine*, 31(2), 1570~1581, 2001.
  23. Lawson, M. A., Mourad K., Daovy P. A., Albert J. C., "Substituted tubaic acids, new oxidative rotenoid metabolites from *Lonchocarpus nicou*" *Tetrahedron Letters*, 47(4), 451~454, 2006.
  24. Hugo N., Alejandro Z., Héctor R., Helena R. M., Héctor M., "Correspondence analysis of amino acid usage within the family Bacillaceae", *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 325(4), 1252~1257, 2004.
  25. AOAC. Official Method of Analysis. 18th ed. *Association of official analytical chemists, Washington DC* 21-22, 2005.
  26. Chae, S. K., Kang, K. S., Ryu, I. D., Ma, S. C., Bang, K. W., Oh, M. H., "Standard food analysis", Ji gu publishing co., 581-582, 2007.
  27. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200, 1958.
  28. Arnon, D. I., "Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*", *Plant Physiology*, 24 : 1-15, 1949.
  29. 식품의약품 안전청 고시 제2007-68호 "식품공전-일반시험법 중 무기질 분석편" 식품의약품 안전청, 2007.
  30. 식품의약품 안전청 고시 제2007-68호 "식품공전-일반시험법 중 유리당 및 유기산 분석편" 식품의약품 안전청, 2007.
  31. Waters AccQ-Tag amino acid analysis system. Operator's manual. Milford, USA, 1993.
  32. Razali, N., Razab, R., Sarni M. J., Azlina, A. A., "Radical scavenging and reducing properties of extracts of cashew shoots (*Anacardium occidentale*)", *Food Chemistry*, 111(1), 38~44, 2007.

33. Lee, H. S., Park, Y. W., "Antioxidant activity and antibacterial activities from different parts of broccoli extracts under high temperature", *Kor. J. Food Sci. Nutr.*, 34(6), 2005.
34. Kwon, Y. D., "Quantitative analysis of sulforaphane and antioxidants according to cultivar, part and floral maturity of broccoli", Konkuk University, 38~41, 2005.
35. Kim, D. H., "Food chemistry", Tam Gu Dang, 1995.

# 저작물 이용 허락서

학 과	환경공학과	학 번	20067620	과 정	석사
성 명	한글 : 유 창 훈      한문 : 柳 昌 勳      영문 : Yoo Chang Hoon				
주 소	광주광역시 남구 봉선1동 라인하이츠 103동 206호				
연락처	E-mail : rch99@naver.com				
논문제목	한글 : 다양한 스트레스 모델을 이용한 항산화 유도 및 무균재배를 통한 이용한 친환경 식물 발아 배양 연구				
	영문 : Eco friendly sprout cultivation by various stress model and controlling of microorganism				
<p>본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.</p> <p style="text-align: center;">- 다                    음 -</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.</li> <li>2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.</li> <li>3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.</li> <li>4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.</li> <li>5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.</li> <li>6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.</li> <li>7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.</li> </ol> <p style="text-align: center;">동의여부 : 동의( ○ ) 반대(   )</p> <p style="text-align: center;">2008 년      월      일</p> <p style="text-align: center;">저작자 : 유    창    훈 (인)</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>조선대학교 총장 귀하</b></p>					