



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

석사학위논문

잎마늘 생산을 위한 적정 주아 크기,
소독 방법, 배양액, 저장 방법 탐색
및 소비자 반응 분석

제주대학교 대학원

원예학과

전 윤 아

2017년 2월



잎마늘 생산을 위한 적정 주아 크기, 소독
방법, 배양액, 저장 방법 탐색 및 소비자
반응 분석

지도교수 조 영 열

전 윤 아

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함

2016년 12월

전윤아의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 강 훈 (印)

위 원 조 영 열 (印)

위 원 박 수 국 (印)

제주대학교 대학원

2016년 12월

Investigation of Optimum Bulbil Size,
Disinfection Method, Nutrient Solution,
Storage Method and Analysis of Consumer
Response for the Production of Leaf Garlic

Yoon-A Jeon

(Supervised by Professor Young-Yeol Cho)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master of Science in Agriculture

2017. 2

Department of Horticultural Science

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
Abstract	iv
List of Tables	vii
List of Figures	ix
서 언	1
인용문헌	4
Chapter I. 마늘 주아의 무게 및 형태가 발아와 생장에 미치는 영향	
Abstract	7
서언	9
재료 및 방법	11
주아의 무게에 따른 발아 및 생육	11
주아의 형태적 특성과 무게에 따른 발아율	12
통계처리	13
결과 및 고찰	14
주아의 무게에 따른 발아 및 생육	14
주아의 형태적 특성과 무게에 따른 발아율	20
초록	26

인용문헌	28
------------	----

Chapter II. 소독 방법과 온도가 마늘 주아의 오염 발생에 미치는 영향

Abstract	32
서언	34
재료 및 방법	36
주아의 친환경적 소독	36
주아의 발아온도	37
통계처리	37
결과 및 고찰	38
초록	47
인용문헌	48

Chapter III. 잎마늘의 생산과 유통을 위한 적정 양액 농도, 저장 방법 및 선회도 조사

Abstract	52
서언	54
재료 및 방법	57
배양액 농도에 따른 잎마늘의 생육	57
배양액 농도에 따른 잎마늘의 엽록소 함량	58
온도 및 저장방법에 따른 잎마늘의 저장성	59

잎마늘에 대한 선호도 조사	59
통계처리	60
결과 및 고찰	62
배양액 농도에 따른 잎마늘의 생육	62
온도 및 저장방법에 따른 잎마늘의 저장성	71
잎마늘에 대한 선호도 조사	76
초록	80
인용문헌	82
초 록	87

Abstract

Objective of this study was development of a new type of leaf vegetable by garlic bulbils. The objective of first study was found out an optimal bulbil size and planting densities of garlic bulbils to germination for production of leaf garlic. At first, the germination rate, plant height and total yield were observed at different planting densities and sizes. Secondly, the lengths, widths, fresh weights and dry weights of bulbils were measured. After, each factor was divided into five ranges, and germination was measured for each range. The second study, in order to use the garlic shoot as a new leafy vegetables, investigated the optimal disinfection methods and the optimal temperature to less infected, germinate of garlic bulbil. The disinfection methods used the solution of NaOCl and UV lamp. The concentration of NaOCl was 0–4%, and soaking time was 0–60min. Irradiation time of UV lamp for disinfection of garlic bulbil was 1–4 hours. Later, garlic bulbils were germinated at 20°C, 25°C, and 30°C after 45 minutes of soaking time in 2% NaOCl. The objective of the last study was found out to optimum concentration of the nutrient solution for the production of leaf garlic which is a new application form of garlic. Moreover, the optimal storage method for distribution was investigated and then a preference survey was conducted to determine market values. At first experiment, the growth factors of leaves, which were grown under JHS EC 1.0 dS · m⁻¹ and JNU EC 1.0, 2.0, and 4.0 dS · m⁻¹ in the plant factory, were

measured. After harvesting, an initial weight of the harvested leaf garlic was measured, and the amount of weight loss was measured. During this experiment, leaves were packed by 4 methods (completely opening and sealing, 10,000 and 80,000 $\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ of non-perforated breathable film), and the temperature treatment was held together at 5°C and 20°C. Lastly, the questionnaire consisted of four questions was made and 108 people responded to the survey.

Result of the first study showed that the density of 18,240 bulbils/ m^2 was the most suitable for cultivation because of the highest germination and yield. As a result of analysis to morphological characteristics of bulbils, the weight showed a positive correlation with the width. And, in a result of analysis to morphological characteristics with germination, the germination rate showed a positive correlation with the fresh weight and width. In conclusion, the optimal planting density and size were 18,240 bulbils/ m^2 and 0.2g, respectively. However, thicker and heavier bulbils could lead to higher and faster germination. As a result of the second study, NaOCl was more effective than UV for disinfection. Considering infection rate, germination rate and T50, the proper concentration of NaOCl and soaking time periods were 2–3% NaOCl and 30–45 minutes. Low infection rate and high germination rate were showed at 20°C. As a result of the last study, all of the growth factors measured on day 16 showed the highest figure at 1.0 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$. In addition, when leaf garlic was stored, the rate of water loss at 5°C showed lower figure and decomposition was delayed too. Packaging

materials showed higher water loss in the order of complete open treatment, 80,000 $\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ treatment, 10,000 $\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ treatment, and complete sealing treatment. Therefore, it would be most appropriate to packing of leaf garlic for 10,000 $\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ film at 5°C. As a result of preference survey, the negative response rate was higher than positive for its pre-images that were asked before the tasting. However, after the tasting, positive response rate was higher than negative.

Therefore, the suitable size of bulbil was 0.2g or more, especially larger and thicker bulbils. The suitable method of disinfection was concentration of NaOCl and soaking time periods were 30–45 minutes in 2–3% NaOCl. For leaf cultivation after germination, JNU 1.0 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ was suitable for cultivation. After harvesting, the most appropriate way as packing leaf garlic was 10,000 $\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ film at 5°C. Lastly, as a result of the preference survey, the leaf garlic will be considered to its own market value.

Additional key words: Namdo garlic, NaOCl, non-perforated breathable film, nutrient solution, plant factory, preference survey, shape of bulbil, UV

List of Tables

Table 1-1. Effects of bulbil size and planting density on germination of garlic.	15
Table 1-2. Effects of bulbil size and planting density on fresh weight and dry weight of garlic leaves.	18
Table 1-3. Coefficient correlation between morphological characteristics of garlic bulbil.	20
Table 1-4. Effects of morphological characteristic and fresh weight on days to first germination, T50, and germination rate of garlic bulbil.	23
Table 1-5. Coefficient correlation between morphological characteristics with date of first germination, T50, and germination rate of garlic bulbil.	24
Table 2-1. Effects of concentration and soaking time of NaOCl on infection rate and germination rate of garlic bulbil.	39
Table 2-2. Effects of concentration and soaking time of NaOCl on days to first infection, infection rate, days to first germination, germination rate, and T50 of garlic bulbil.	41
Table 3-1. Survey items for the preferences of garlic leaves.	60
Table 3-2. Distribution of respondents.	61

Table 3-3. Growth characteristics of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments.	63
Table 3-4. Chlorophyll content of garlic leaves grown under different nutrient solutions and concentration treatments.	70
Table. 3-5. Fresh weight loss on garlic leaves at different packing materials and temperature.	75

List of Figures

Fig. 1-1. Weights of 1000 bulbils and sizes of garlic bulbil.	11
Fig. 1-2. Difference in the change of garlic leaf heights on bulbil sizes and planting densities.	16
Fig. 1-3. Regression analysis of morphological characteristic of garlic bulbil.	21
Fig. 2-1. Effect of treatment time of UV (Ultraviolet) lamp on infection rate and germination rate of garlic bulbil.	43
Fig. 2-2. Effect of temperature on germination rate and infection rate of garlic bulbil.	45
Fig. 3-1. Changes of fresh weight and dry weight of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments.	66
Fig. 3-2. Relative growth of fresh weight and dry weight of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments.	68
Fig. 3-3. Changes of plant heights grown under different nutrient solutions and concentration treatments.	69
Fig. 3-4. Changes of fresh weight loss of garlic leaves at different packing materials and temperature.	72
Fig. 3-5. Changes during 14 days after storage of garlic leaves. ...	73

Fig. 3-6. Responses of a questionnaire about garlic leaf when before
tasting.77

Fig. 3-7. Responses of a questionnaire about garlic leaf when after
tasting.78

서 언

마늘(*Allium sativum* L.)은 1년생 초본으로, 백합과 파속에 속하는 식물이다. 마늘은 고유의 맛과 향을 가지고 있을뿐더러 여러 생리 활성 물질이 풍부하게 함유되어 있기 때문에 우리나라 식생활에서는 예로부터 필수적인 조미채소로서 이용되어왔고, 최근에는 여러 형태의 강장식품으로 이용되고 있다(Chun and Paik, 1997). 마늘의 원산지는 중앙 아시아와 지중해 연안 지역으로 알려져 있으며, 분류는 주로 생태형에 따라 한지형과 난지형으로 구분된다(Shin et al., 2004). 이 중 난지형 마늘은 중국에서 도입된 ‘가정백’이라는 품종을 주로 이용하고 있으며, 도입 후 1977년부터 남도마늘로 명명 되었다(Woo et al., 1982).

마늘은 모체의 일부인 인편을 통해 영양 번식하는 작물로서, 재배를 거듭할수록 토양 및 모체 감염으로 인한 바이러스의 감염이 증가하고 있다. 때문에 수량과 품질을 감소시키고 있으며, 이는 재배 농가에 경제적으로 심각한 문제를 일으킬 수 있다(Hwang et al., 1986; Fujisawa, 1989; Walkey and Antil, 1989). 실제로도 국내에 재배되는 마늘은 대부분 바이러스에 감염되어 있고, 때문에 생산 수량이 급격히 줄어들고 있는 경향이 보고된 바 있다(Chung and Chang, 1979; Hwang et al., 2004). 이러한 이유로 감염이 보다 적은 마늘 종구를 생산하여 종구 비용의 절감 및 품질과 수량의 향상을 위한 방안으로 조직배양을 이용하여 생산한 씨 마늘과 주아가 이용되고 있다(Hwang et al., 2004; Ahn et al., 2010). 이 중 주아란 마늘의 총포 내에 화기와 함께 착생하는 것으로 이는 종구로 이용되고 있는 지하부의 인편과 유전적으로 동일하며 지상부에 착생하는 특성상 토양 전염성 바이러스와 병해충의 감염이 적다.

때문에 이를 종구로 이용했을 때 인편에 비해서 수량이 20~30% 정도 증가되었다는 연구도 보고된 바 있다(Choi et al., 2009). 따라서 지금까지는 주아를 이용하여 종구를 생산하기 위해서 적절한 파종 간격과 파종 시기, 파종 방법 등의 파종 조건 및 온도 및 계절 등의 재배 환경조건에 대한 반응에 중점을 둔 연구가 주로 이루어져왔다(Kang, 1980; Park et al., 1988; Choi et al., 1992; Hwang, 1998).

대한민국은 1 인당 소비하는 마늘 양이 최대인 국가로 조사되지만 2-3 년 단위로 생산과 소비 사이의 불균형이 나타나고 있다. 또한 최근들어 중국에서 수입되는 저가의 마늘에 비해 가격경쟁력이 떨어지는 등의 원인으로 인해 농가에 경제적인 손실이 발생하고 있다. 때문에 이에 대한 방책으로 기존에 이용하던 인편을 생식으로 이용하는 방법 외에 다른 형태로 잉여산물을 활용하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다(Choi et al., 2005; Lee et al., 2007). 이러한 연구들은 주로 열처리 등의 가공을 통해 마늘 가식부위를 건강기능성 식품, 혹은 첨가물로서의 활용 방법 및 가치에 대해 수행되어 왔지만, 새로운 관점으로써 인편을 재배하여 생산되는 마늘 잎을 엽채소로 이용하고자 하는 연구들도 진행 되어왔다. 대표적인 것이 풋마늘이나 황화마늘잎인데, 풋마늘이란 본래에는 5 월경 구근의 원활한 성장을 위해 제거되는 잎줄기를 폐기하지 않고 재배하여 이용하는 것이고(Kim et al., 1997), 황화마늘잎은 마늘 인편을 어두운 곳에서 재배하여 황화된 잎이 출현한 것을 엽채소류로서 이용하는 것이다(Choi et al., 2005). 두 형태의 모두 인편부위보다 식이섬유소 함량이 높은 것으로 나타났고, 따라서 채소, 특히 기능성 잎채소로의 이용 가능성을 보이고 있다(Kim et al., 1997; Choi et al., 2005; Lee et al., 2005).

때문에 본 연구는 마늘의 주아를 이용하여 새로운 잎채소를 개발하기에 적합한 방법을 알아보고자 수행되었다.

인용문헌

Ahn YK, Choi GL, Choi HS (2010) Productivity of seed garlic using garlic bulbils as affected by planting dates and storage temperatures. Korean J Horti Sci 28:959–963

Choi GJ, Han GP, Lee US (1992) Physiological on bulb formation in aerial bulbil plants of garlic. 1. Effect of seed aerial bulbil size on growth and bulb formation. Korean J Horti Sci 10:118–119

Choi HS, Yang EY, Chae WB, Kwack YB, Kim HL (2009) Effect of soil temperature, seedtime, and fertilization rate on the secondary growth in the cultivation of the big bulbils of Namdo garlic (*Allium sativum* L.). J Bio-Env Con 18:454–459

Choi ST, Bae RN, Chung DG, Lim CI, Cheong SR, Chang KS (2005) Quality characteristics and maintenance of etiolated garlic leaf. Korean J Horti Sci 23:6–11

Chung HD, Chang MU (1979) Studies on infection of virus in garlic in Korea. Korean J Horti Sci 20:123–129

Chun HJ, Paik JE (1997) Effect of heat treatment of garlic added diet on the blood of spontaneously hypertension rat. J Korean Soc Food Sci Nutr 26:103–108

- Fujisawa I** (1989) Loss of garlic yield by double infection of garlic viruses.
Agric Horticult 64:737-741
- Hwang SG** (1998) Studies on utilization of bulbil for seed bulb in garlic. MS,
Diss. Chungbuk Nat'l Univ pp8-23
- Hwang JM, Chung JH, Park SK** (1986) Yield performance test of virus-free
garlic seed bulb (*Allium sativum* L.). Res Rep RDA 28:24-31
- Hwang JM, Kim JI, Oh SM, Uhm JS, Ha HT** (2004) Field test of virus-free
seed garlic derived from tissue culture. Korean J Horticult Sci 22:411-415
- Kang JS** (1980) Studies on the garlic cultivated with bulbil. Res Rept
Chungnam pp380-382
- Kim MY, Chung SK** (1997) Analysis of nutritional and volatile flavor
compounds of garlic shoot. Korean J Food Preserv 4:61-68
- Lee JM, Cha TY, Kim SH, Kwon TK, Kwon JH, Lee SH** (2007) Monitoring on
extraction conditions for physicochemical qualities of ethanol extract
from garlic. J Korean Soc Food Sci Nutr 36:1198-1204
- Park SK, Kim KY, Lee JW, Shu HD** (1988) Studies on utilization of aerial
bulbils in garlic. 1. Production of leafy garlic from aerial bulbils in winter
season. Res Rept RDA 30:16-21

- Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ (2004)
Physicochemical and physiological activities of garlic from different area.
J Korean Soc Food Sci Nutr 17:237-245
- Walkey DGA Antil DN (1989) Agronomic evaluation of virus-free and virus
infected garlic (*Allium sativum* L.). J Hortic Sci 64:53-60
- Woo JK, Suh HD, Cho YC, Eun MY (1982) Physio-ecological studies for
stabilizing garlic production. Res Rept RDA pp7-10

Chapter I. 마늘 주아의 무게 및 형태가 발아와 생장에 미치는 영향

Chapter I. Effects of Morphological Characteristic and Fresh Weight on Germination and Growth of Garlic Bulbil

Abstract: The objective of this study was found out optimal bulbil size and planting densities of garlic bulbils to germination for production of leaf garlic. First, for this experiment, they were classified by the size of bulbil to Big (>0.2) and Small (≤ 0.2). Also, the bulbils were planted as 13,680 bulbils/m² and 18,240 bulbils/m² (Big), and 18,240 bulbils/m² and 22,800 bulbils/m² (Small), respectively. The germination rate, plant height and total yield were observed. In Second, 200 peeled garlic bulbils were measured with length, width, fresh weight and dry weight. The correlation of days to first germination, T50 and germination rate with fresh weight, length and width were observed. The categories were divided into five ranges of each factor (length under 6.5 to over 12.5 mm, width under 4.5 to over 10.5 mm, and fresh weight under 0.2 to over 0.65g). In the first experiment, the germination rate was shown the highest at big bulbils. So, as a result, the density of 18,240 bulbils/m² was the most suitable for cultivation because of the highest germination rate. In case of the yield, it was found that both of the fresh weight and the dry weight of Big bulbil was 2.8 times heavier than Small one. Therefore, big bulbil with the density of 18,240 bulbils/m²

was the most suitable for cultivation because of the highest yield. The correlation between each factor of morphological characteristics were found as positive correlation between fresh weight, dry weight and width. Besides, the germination rate had positive correlation with fresh weight and width. And, days to first germination and T50 had negative correlation with fresh weight and width. In conclusion, an optimal planting density is 18,240 bulbils/m² and optimal size of bulbil was 0.2g or more. But, thicker and heavier bulbils could lead to higher and faster germination.

Additional key words: germination rate, length of garlic bulbil, Namdo garlic, width of garlic bulbil

서 언

백합과 파속에 속하는 1년생 초본인 마늘(*Allium sativum* L.)은 특유한 맛과 향뿐만 아니라 각종 생리 활성 물질이 함유되어 있어 예로부터 우리나라 식생활에서 필수적인 조미료 및 강장식품으로 애용되어 왔다(Chun and Paik, 1997). 마늘은 중앙 아시아와 지중해 연안 지역이 원산지로 알려져 있으며, 분류는 한지형과 난지형으로 구분된다(Shin et al., 2004). 난지형 마늘은 대부분 중국에서 도입된 ‘가정백’이라는 품종으로 도입 이후 1977년부터 남도마늘로 명명되어 재배되고 있다(Woo et al., 1982).

마늘은 모체의 일부인 인편을 통해 번식하는 작물이기 때문에 재배를 거듭할수록 바이러스의 감염이 증가하여 수량과 품질을 감소시키며 경제적으로 심각한 문제를 야기한다(Hwang et al., 1986; Fujisawa, 1989; Walkey and Antil, 1989). 국내에 재배되는 마늘도 대부분 바이러스에 감염되어 있어서 수량이 급격히 줄어드는 것으로 보고되고 있다(Chung and Chang, 1979; Hwang et al., 2004). 이러한 이유로 마늘 종구 비용의 절감과 품질 및 수량 향상을 위한 방안으로 조직배양 씨 마늘 및 주아를 이용하고 있다(Hwang et al., 2004; Ahn et al., 2010). 마늘은 총포 내에 화기와 주아가 착생하는데 이 주아는 유전적으로 지하부의 인편과 동일하며 지상부에 착생되므로 바이러스와 토양 병해충 감염이 적어 종구로 이용했을 때 인편에 비해서 수량이 20~30% 정도 증가되는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2009). 때문에 지금까지 주아를 이용한 종구 생산을 위한 파종간격, 파종시기, 파종방법 및 환경조건에 대한 반응 등에 대한 연구가 많이 수행되어 왔으며(Kang, 1980; Park et al., 1988; Choi et al., 1992; Hwang, 1998), 현재는 소주아와 대주아를 이용한 기술이 병행하여 이용되고 있다

(Ahn et al., 2008). 이 중 소주아는 0.5g 미만, 대주아는 0.5g 이상으로 분류되고 있고(Choi et al. 2009), 경우에 따라 0.2g 이하 소립, 0.3-0.4g 중립, 0.5g 이상을 대립으로 분류하기도 한다(Nam et al., 2005). 이중 소주아 재배는 지역적인 제한이 없이 난지형 마늘이나 한지형 마늘 모두에서 이용할 수 있으나 수확 및 갈무리에 시간 및 노동력이 지나치게 요구된다는 단점이 있고, 대주아는 구마늘로 당년 판매가 가능하며 중구 이용율이 높은 대신 인편 재배에 비해 재배 시 이차생장의 발생율이 높다(Choi et al., 2009). 이러한 장단점으로 인해 대다수의 주아 생산 농가에서는 주로 대주아를 이용하고 있는 추세이다.

대한민국은 1인당 마늘 소비최대 국가지만 2-3년 단위로 생산과 소비의 불균형이 나타나고 있다. 또한 근래 중국에서 수입되는 저가의 마늘 대비 가격경쟁력이 떨어져 농가에 경제적인 손실이 발생하고 있어서, 이에 대한 대책으로 기존에 이용하던 생식 이외의 방법으로 활용하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다(Choi et al., 2005; Lee et al., 2007). 이러한 연구들은 주로 마늘 가식부위의 가공 및 첨가물로의 활용가치에 관해 수행되어 왔지만, 새로운 관점으로써 마늘 잎을 재배하여 엽채소로 이용하기 위한 연구 또한 이루어지고 있다. 꽃마늘이나 황화마늘잎 등이 그것인데, 이 중 꽃마늘은 5월경 구근의 원활한 성장을 위해 제거되는 잎줄기이고(Kim et al., 1997), 황화마늘잎은 어두운 곳에서 마늘 인편을 재배하여 황화된 잎이 출현한 것을 엽채소류로서 이용하는 것이다(Choi et al., 2005). 두 형태의 마늘 잎 모두 식이섬유소가 일반적으로 이용되는 가식부위인 인편보다 높은 것으로 나타났고, 따라서 기능성 채소로의 이용 가능성을 보이고 있다(Kim et al., 1997; Choi et al., 2005; Lee et al., 2005). 때문에 본 연구는 주아를 이용한 엽채소 개발을 위한 연구로서 재배에 가장 적합한 주아의 크기를 구명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

주아의 무게에 따른 발아 및 생육

공시재료는 제주 신도 영농조합에서 2014년 6월 수확된 남도 품종의 주아로, 수확 후 건조하여 2개월 이상 5℃ 이하의 저장고에서 저장 후 이용 하였다. 농가에서 크기에 따라 분류된 주아를 개별 무게에 따라 0.2g을 기준으로 초과되는 무게의 주아를 대주아, 이하를 소주아로 분류 후, 각 주아의 폭과 친립중을 측정 하였다. 사용된 주아는 다음과 같다(Fig. 1-1).

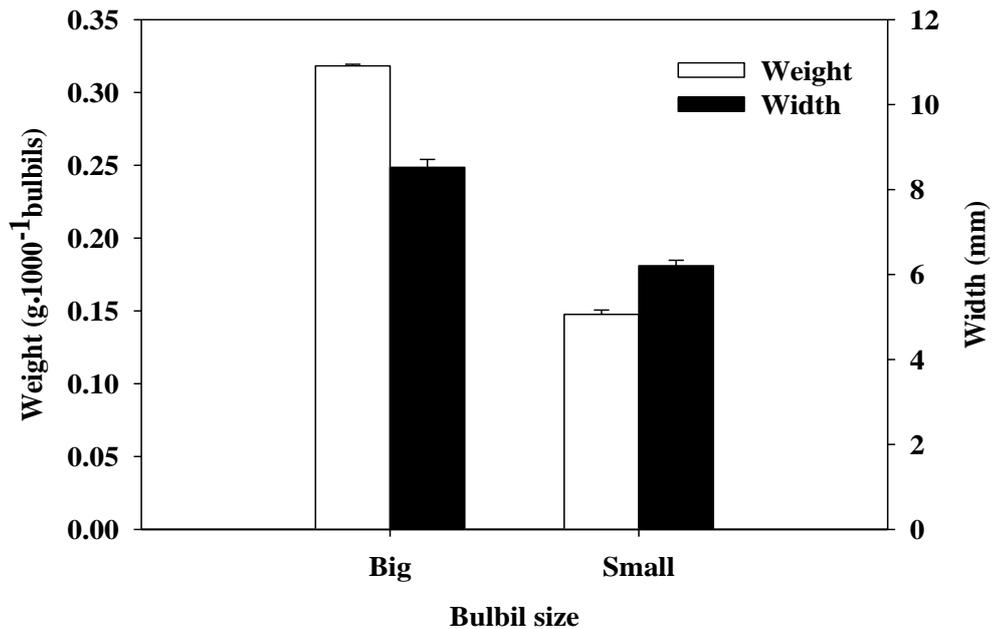


Fig. 1-1. Weights of 1000 bulbils and size of garlic bulbil. Vertical bars represent the standard error (n=5 and 25, respectively).

첫 번째 실험은 2015년 10월 26일부터 제주대학교에 설치된 식물생장조절 온실(Phytotron, 894m²)에서 수행 하였다. 재배 방법으로는 플라스틱 채반 (35x25cm)에 Wiper(L25 Wipers, Yuhan-Kimberly Co., Korea)를 깔고 주아를 치상, 심지를 통해 저면 관수하여 재배하였다. 모든 주아는 실온에서 24시간 수돗물에 침지 처리 후 이용하였으며, 크기와 재식밀도에 따른 발아와 생장의 차이를 알아보기 위해 대주아는 채반당 1200립(13,680bulbils/m²)과 1600립(18,240bulbils/m²)으로, 소주아는 채반당 1600립(18,240bulbils/m²)과 2000립(22,800bulbils/m²)의 재식밀도로 치상 하였다. 이후 수돗물을 관수하며 24시간 간격으로 발아수를 조사하였고, 발아율의 조사가 끝난 8일째부터 일본 원예시험장 배양액을 급여하여 농도 $1.0 \pm 0.05 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$, pH 6.0 ± 0.5 로 관리하였다. 재배기간 동안 처리구 당 12주의 기준 식물을 지정, 48시간 간격으로 2주간 초장을 측정하였고, 양액 급여 후 26일째 날인 2014년 12월 3일 전량 수확 하였다. 수확 된 식물체 중 길이 15cm 이상의 식물체를 선별하여 생체중을 측정하고 70℃의 건조기(VS-1202 D3N, Vision Co., Korea)에서 48시간 건조 후 건물중을 측정하였다.

주아의 형태적 특성과 무게에 따른 발아율

공시재료는 2015년 6월에 수확하여 농가에서 크기에 따라 중립으로 분류 된 것으로, 이 중 최소 0.2g 이상의 주아를 이용하였다. 이전 실험을 바탕으로 주아의 크기 및 무게에 대한 보다 세밀한 실험을 위해 200립의 주아를 박피 후 길이, 폭, 생체중, 그리고 72시간 건조 후의 건물중을 측정하여 각 항목간의 상관 관계를 조사하였다.

측정된 길이, 폭과 생체중을 기준으로 하여 범례를 나누어 그룹 별 발아율을

측정하였다. 각각의 범례는 폭의 경우 4.5미만, 4.5-6.5, 6.5-8.5, 8.5-10.5, 그리고 10.5mm 이상의 5가지, 길이는 6.5미만, 6.5-8.5, 8.5-10.5, 10.5-12.5, 그리고 12.5mm 이상의 5가지, 생체중은 0.2미만, 0.2-0.35, 0.35-0.5, 0.5-0.65, 그리고 0.65g 이상의 5가지로 분류되었다. 이후 주아를 박피 후 길이, 폭과 생체중을 측정하여 분류한 후 소독을 위해 2% 차아염소산나트륨 (NaOCl) 용액에 45분 침지하였다. 소독 후 세척한 주아를 filter paper(No.2 90mm, Adventec, Japan)를 놓은 petri dish(90x15mm)에 25립씩 넣고 온도 20℃, 습도 60%로 설정한 생육상(Multi-Room Chamber HB-302S-4H, HANBEAK Co., Korea)에 넣고 24시간 간격으로 발아율을 측정하였다.

통계처리

모든 실험은 완전임의배치법으로 4반복으로 수행되었다. 자료의 통계처리는 SAS 9.4(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test($p \leq 0.05$)를 통해 처리당 유의성을 검증하였고, 각 요인에 따른 상관 분석을 하였다. 그리고 SigmaPlot 10.0(Systat Software Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 회귀관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

주아의 무게에 따른 발아 및 생육

주아의 크기와 재식밀도 별 발아율은 다음과 같았다(Table 1-1). 주아의 크기와 재식밀도 모두 발아율에 유의적인 영향을 미쳤으나, 둘의 상호 작용은 없는 것으로 나타났다. 대주아는 평균 50%, 소주아는 27%로 대주아의 발아율이 유의하게 높았다. 또한 18,240bulbils/m²의 같은 파종 밀도 처리구에서 대주아의 발아율은 47.2%, 소주아의 발아율은 26.6%로, 주아의 크기가 클수록 발아율이 큰 것을 알 수 있었다. 재식밀도에 따라서는 대주아 13,680bulbils/m²에서 52.8%로 가장 높게 나타났다. 그러나 같은 크기의 주아에서는 재식밀도간 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 마늘 주아의 발아에는 대주아를 이용하여 18,240bulbils/m²의 재식밀도로 정식하는 것이 적합할 것으로 판단된다. 소주아보다 대주아가 발아율이 높은 것은 발아에 필요한 성분 함량이 대주아에서 소주아보다 높았기 때문으로 생각된다. Gang(1991)의 연구에 따르면 당근 종자의 경우 12-18mesh 이상의 소립 종자가 발아 시작일이 빠르며 발아율 또한 높았다고 했는데, 본 결과에서는 이와 상이하게 나타났다. 그러나 Jung et al.(2012)에 따르면 수수의 경우 종자 크기가 클수록 중량 및 비중 또한 높고 탄수화물과 단백질의 함량이 높은 것으로 나타났다. 이에 따라 출아율 또한 3.55mm 이상의 종자에서 가장 높게 나타났는데, 이는 종자의 크기가 클수록 발아 및 초기 생육에 필요한 물질 함량이 높고, 때문에 발아율이 높은 것임을 알 수 있었다(Jung et al., 2012).

Table 1-1. Effects of bulbil size and planting density on germination of garlic.

Bulbil size ^z	Planting density	
	(bulbils/m ²)	
		Germination rate (%)
Small	18,240	26.6 b ^y
	22,800	27.0 b
Big	13,680	52.8 a
	18,240	47.2 a
Significance ^x		
Bulbil size (A)		***
Planting density (B)		**
A x B		NS

^zSmall is ≤ 0.2 g, mean 0.14g, Big is > 0.2 g, mean 0.32g.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xNS, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.01$ and 0.001, respectively.

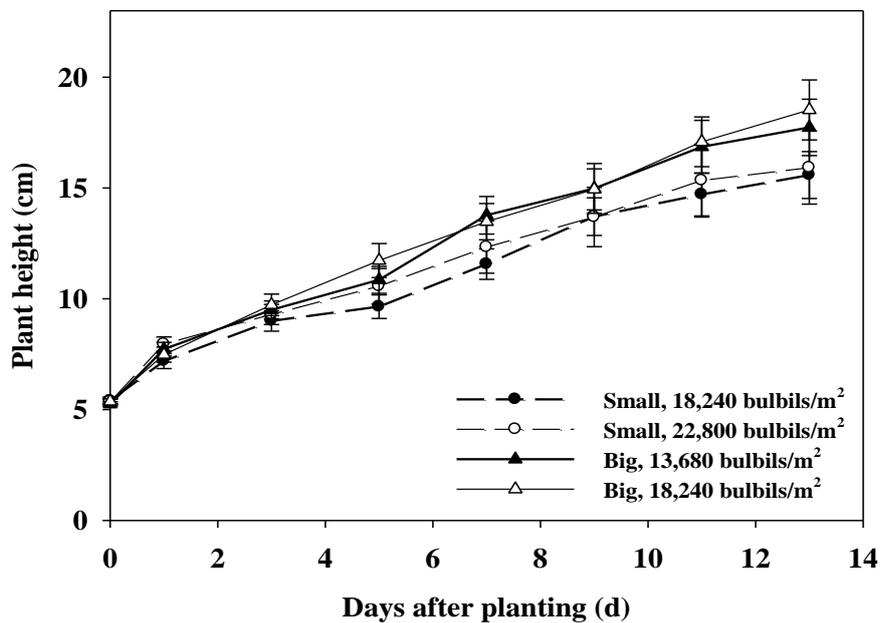


Fig. 1-2. Difference in the change of garlic leaf height on bulbil size and planting densities. Vertical bars represent the standard error (n=48). Data mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

종자 크기와 재식밀도 별 시간에 따른 초장 변화는 다음과 같이 나타났다(Fig. 1-2). 주아의 크기와 재식밀도 별 각 처리구에서 초장 변화는 발아율의 경우와는 달리 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 5일차에는 18,240bulbils/m²의 같은 재식밀도 처리구에서 대주아 11.73, 소주아 9.65cm로 대주아가 소주아보다 다소 빠른 성장을 나타냈다. 따라서 잎마늘의 생육에는 18,240bulbils/m²의 재식밀도에서 대주아를 이용하는 것이 적합한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 남도마늘의 주아의 크기가 클수록 출현 및 생장이 원활한 것으로 나타난다는 이전의 연구의 결과(Kim et al., 2009)와 같은 경향을 보였다. 콩의 경우 종자의

크기가 클수록 질소와 당 함량이 높으며, 종자활성도 좋다는 Park et al.(1993)의 연구 결과를 고려할 때 주아와 재식밀도에 따른 발아율과 초장 변화의 결과는 주아에 포함된 영양 성분 함량 차이로 생각된다.

마늘은 인편을 통해 번식하는 작물이기 때문에 상대적으로 바이러스와 토양 병해충 감염이 적은 주아를 이용하고 있는데(Ebi et al., 2000), 본 연구에서는 인편이 아닌 주아를 사용함에도 불구하고 곰팡이로 인해 정상적인 생육을 볼 수 없었다. 이는 일반적으로 수확 후 상온 및 저온에 저장되고 있으며, 저장 중 발아 및 부패가 발생하여 질적, 양적 손실이 발생하고 있는 농가에서의 마늘의 저장 특성에 의한 것으로 판단된다(Kim and Kim, 1990). 일반적으로 종구 마늘의 발아 및 생육은 파종 이전 저장 환경 중 온도의 영향을 받는다고 알려져 있어, 농가단위에서는 저장고의 온도만을 중점적으로 관리하고 있는데, 온도뿐 아니라 저장 공간에서 감염되는 푸른곰팡이균과 같은 병해충에 의한 부패로 최대 50% 이상이 폐기되기도 한다(Kim et al., 2003; Kim et al., 2010). 본 실험에 사용된 주아 또한 생산 농가의 소독되지 않은 저장고에서 저장된 것으로, 때문에 실험 기간 중 곰팡이의 발생이 심하게 나타났다. 이러한 결과로 비추어볼 때, 원활한 잎 마늘의 재배를 위해서는 감염에 의한 피해를 최소화 할 수 있는 소독 및 방제 대책이 요구된다.

Table 1-2. Effects of bulbil size and planting density on fresh weight and dry weight of garlic leaves.

Bulbil size ^z	Planting density	Fresh weight	Dry weight
	(bulbils/m ²)	(g · m ⁻²)	(g · m ⁻²)
Small	18,240	8.6 b ^y	1.0 b
	22,800	10.9 b	1.3 b
Big	13,680	31.5 a	3.4 a
	18,240	23.6 ab	2.7 ab
Significance ^x			
Bulbil size (A)		*	**
Planting density (B)		NS	NS
A x B		NS	NS

^zSmall is ≤0.2g, Big is 0.2g>

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xNS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively.

처리 후 26일째에 전량 수확하여 15cm 이상의 잎만을 선별하여 측정된 처리별 수확량은 다음과 같았다(Table 1-2). 생체중의 경우 재식 밀도보다 주아 크기의 영향을 보다 크게 받는 것으로 나타났고, 건물중의 경우도 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 생체중의 경우 소주아는 평균 $9.8 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 대주아는 평균 $27.6 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로, 대주아가 2.8배 가량 높은 것을 알 수 있었다. 건물중의 경우도 이와 유사한 형태로, 대주아의 경우 $3.0 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 소주아는 $1.1 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로, 2.7배 가량 대주아가 크게 나타났다. 재식거리에 따라서는 22,800bulbils/m²처리구에서 생체중과 건물중 모두 가장 낮게 나타났다. 따라서 수확량이 가장 높게 나

타난 대주아의 13,680, 혹은 18,240bulbils/m²가 재배에 가장 적합한 것으로 판단된다. 이는 남도마늘의 주아는 크기가 클수록 출현이 빠르고 엽수, 엽폭, 초장의 신장이 좋았다는 이전 연구의 결과와 유사하게 나타났다(Kim et al., 2009). 또한 당근의 경우 발아와는 달리 생육에서는 종자의 크기가 클수록 생체중이 높았다고 하였는데, 이는 본 결과와 유사하게 나타났다(Gang, 1991). 따라서 위의 결과를 종합해 볼 때, 잎 마늘로의 이용을 위한 주아 재배 시 0.2g 이상의 대주아를 이용하여 18,240bulbils/m²의 재식 밀도로 하여 재배하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

주아의 형태적 특성과 무게에 따른 발아율

주아 200립의 길이, 폭, 생체중과 건물중을 측정하여 각 요인간의 상관관계를 분석한 결과는 다음과 같았다(Table 1-3). 모든 요인 간 0.05 유의 수준에서 유의한 상관관계가 나타났으며, 주아의 생체중과 폭의 경우 상관계수 $r=0.80$, 주아의 건물중과 폭은 0.75로 높은 정의 상관을 나타내, 생체중과 건물중 증가에 따라 주아의 폭이 증가됨을 알 수 있었다. 반면 주아의 길이의 경우 생체중과 $r=0.37$, 건물중과는 0.33으로 비교적 낮은 상관성이 나타났다. 길이에 대한 폭도 마찬가지로 $r=0.23$ 의 낮은 값을 나타냈다. 주아의 생체중과 건물중의 경우 $r=0.95$ 로 매우 높은 수준의 상관성이 나타났다.

각 요인의 단순 선형회귀분석 결과는 다음과 같이 나타났다(Fig. 1-3). 상관분석의 결과와 마찬가지로 폭과 생체중, 폭과 건물중의 경우 R^2 값이 0.65, 0.56으로 높은 신뢰도가 나타났다(Fig. 1-3D, 1-3E). 마늘 주아의 무게에 상관성을 갖는 요인은 폭이며, 길이는 여타 요소와의 상관성이 없는 것으로 판단된다.

Table 1-3. Coefficient correlation between morphological characteristics of garlic bulbils.

	Length (mm)	Width (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Length (mm)		0.23** ^z	0.37***	0.33***
Width (mm)			0.80***	0.75***
Fresh weight (g)				0.95***

^z**,*** significant at $P \leq 0.01$ and 0.001, respectively.

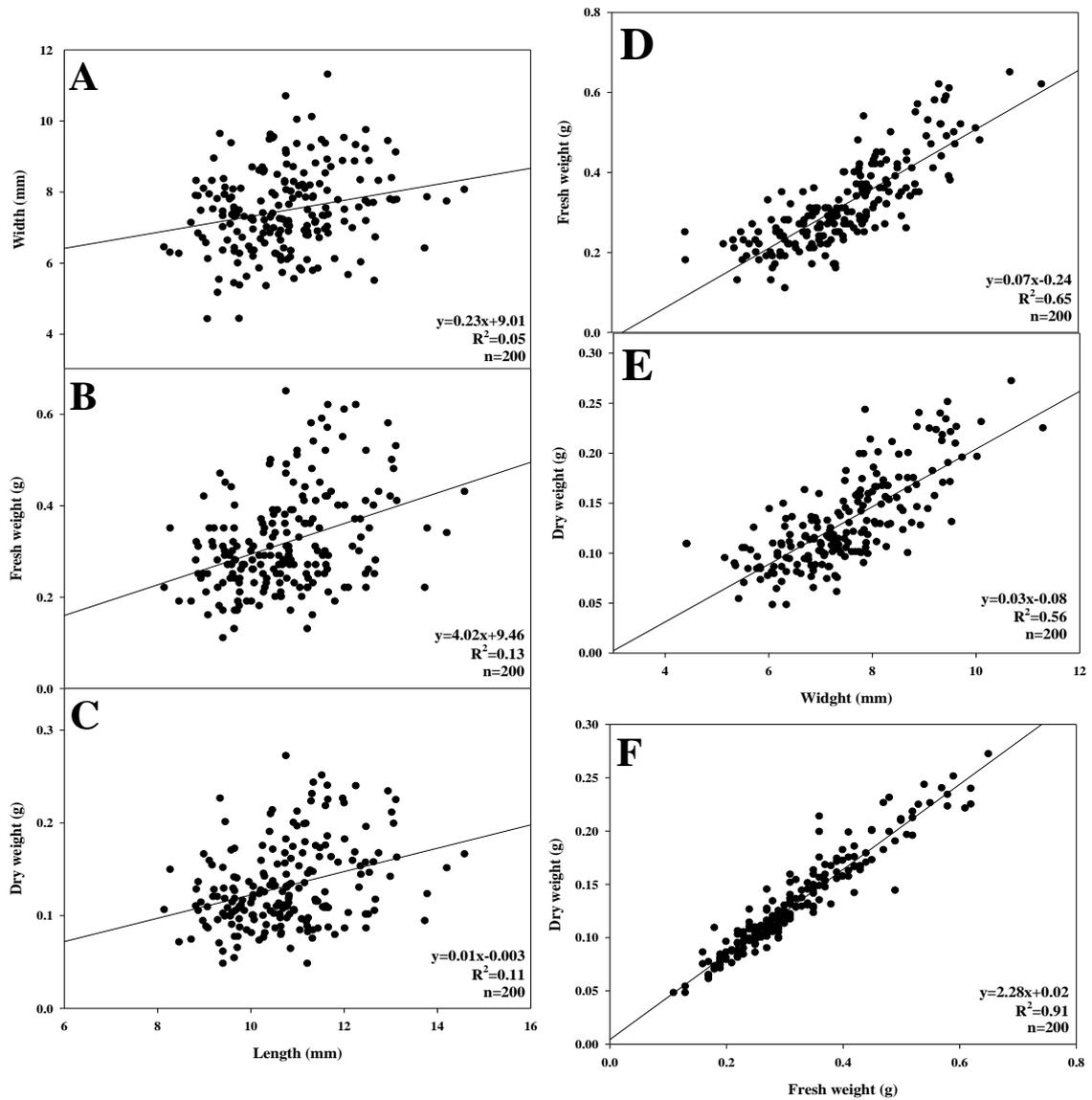


Fig. 1–3. Regression analysis of morphological characteristics and weight of garlic bulbil. (A); length and width, (B); length and fresh weight, (C); length and dry weight, (D); width and fresh weight, (E); width and dry weight, and (F); fresh weight and dry weight.

이전의 많은 연구들은 주로 0.5-0.7g의 주아를 이용, 과중 시기 및 멀칭처리, 시비 방법, 그리고 재식거리에 따른 생육의 차이에 중점을 두고 수행되었는데 (Nam et al., 2005; Choi et al., 2009), 본 연구에서는 주아 자체의 특성이 발아에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 때문에 박피 상태에서 측정된 값을 기준으로 하여 생체중과 길이, 폭을 각 5가지 범례로 나누어 요인의 크기에 따른 발아율과 첫 발아 시작일, 발아기(발아율 50%의 일자, T_{50})를 측정하였고, 결과는 다음과 같았다(Table 1-4).

주아의 생체중에 따른 발아시, 발아기, 발아율 모두 매우 높은 수준으로 유의한 차이가 나타났다. 발아시는 0.2g 미만의 무게에서 3.8일로 가장 늦는 것으로 나타났고, 0.35g 이상의 무게에서 1일로, 가장 빠른 것을 알 수 있었다. 발아기의 경우도 이와 유사하게 0.2g 미만의 무게에서 8.5일로 가장 늦었고, 0.65g 이상의 무게에서 가장 빠르게 나타났다. 이는 Kim et al.(2009)의 주아의 크기(무게)가 클수록 출현율이 빨랐다는 연구 결과와 유사하게 나타났다. 최종 발아율의 경우 0.35g 이하의 주아에서 낮고, 0.5g 이상의 주아에서 높게 나타났다.

주아 길이에 따른 발아의 경우 발아시와 발아율 모두 0.05 수준에서 유의적인 차이가 없었다. 반면 발아기의 경우 12.5mm 이상의 길이에서 6.5로 가장 늦고, 6.5미만-8.5mm, 10.5-12.5mm 의 주아에서 5.3-5.5일로 가장 긴 그룹보다 빠른 것으로 나타났다. 그러나 최종 발아율의 경우 10.5-12.5mm 에서 높고 6.5mm 미만에서 낮은 것으로 나타났으며, 결과적으로 길이의 경우 생체중과는 달리 길이의 증감과 발아율의 증감에 있어 규칙성을 띄지 않는 것으로 나타나 발아율 예측을 위한 요인으로는 부적합 한 것으로 판단된다.

Table 1-4. Effects of morphological characteristics and fresh weight on days to first germination, T50 and germination rate of garlic bulbil.

Characteristic		Days to first germination	T50 ^z	Germination rate (%)
Fresh weight (g)	0.2 >	3.8 a ^y	8.5 a	75 c
	0.2-0.35	1.8 b	7.0 b	72 c
	0.35-0.5	1.3 bc	6.0 c	86 b
	0.5-0.65	1.0 c	6.0 c	91 ab
	0.65 ≤	1.0 c	5.0 d	97 a
Length (mm)	6.5 >	1.5 a	5.5 b	72 b
	6.5-8.5	1.5 a	5.3 b	80 ab
	8.5-10.5	1.3 a	5.7 ab	75 ab
	10.5-12.5	1.3 a	5.5 b	83 a
	12.5 ≤	2.0 a	6.5 a	76 ab
Width (mm)	4.5 >	3.7 a	7.8 a	69 bc
	4.5-6.5	1.8 b	6.5 ab	67 c
	6.5-8.5	1.2 bc	5.5 bc	83 ab
	8.5-10.5	1.0 c	5.2 bc	91 ab
	10.5 ≤	1.0 c	4 c	97 a

^zNumber of days for 50% germination.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

주아 폭의 경우 생체중과 마찬가지로 발아시, 발아기, 발아율에 모두 매우 높은 수준으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 발아시는 4.5mm 미만의 폭에서 3.7일로 가장 늦는 것으로 나타났고, 6.5mm 이상의 폭에서 가장 빨랐다. 발아기의 경우도 이와 유사하게 4.5mm 미만의 폭에서 7.8일로 가장 늦었고, 6.5mm 이상의 폭에서 가장 빠른 것으로 나타났다. 최종 발아율의 경우는 10.5mm 이상의 폭에서 97%로 가장 높은 발아율을 나타냈다. 따라서, 발아 일자의 단축과 높은 발아율을 위해서는 6.5mm 이상의 보다 폭이 큰, 그리고 0.5g 이상의 무거운 주아를 이용하는 것이 효율적이다.

Table 1-5. Coefficient correlation between morphological characteristics with date of first germination, T50 and germination rate of garlic bulbil.

	Days to First germination	T50 ^z	Germination rate
Fresh weight (g)	-0.78 *** ^y	-0.85 ***	0.90 ***
Length (mm)	0.13 NS	0.48 NS	0.27 NS
Width (mm)	-0.78 ***	-0.75 ***	0.78 ***

^zNumber of days for 50% germination.

^yNS, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.001$.

각 형태 요인에 따른 발아시, 발아기, 발아율의 상관분석 결과는 다음과 같이 나타났다(Table 1-5). 먼저 주아 길이의 경우 발아시와 발아기, 그리고 발아율 모두에서 유의한 상관성은 나타나지 않았다. 그러나 주아의 생체중의 경우 최종 발아율과 상관계수 $r=0.90$ 으로 매우 높은 정의 상관을 나타내, 주아의 생체중이 증가함에 따라 발아율이 증가됨을 알 수 있었다. 발아시와 발아기에서도 매우 유

의한 수준에서 상관계수 -0.78 과 -0.85 , 즉 부의 상관을 나타내어 주아의 생체중이 높을수록 빠른 것으로 나타났다. 생체중과 비교적 높은 상관을 나타내던 주아 폭의 경우 발아율의 경우 $r=0.78$ 로 정의 상관을 나타냈고, 발아시와 발아기는 각각 $r=-0.78$ 과 -0.75 로 부의 상관을 나타내었으나, 앞선 회귀식에 대입해 볼 때 (Fig. 1-3) 폭 보다는 생체중을 대입하여 유추하는 것이 보다 높은 정확도를 나타내었다. 본 결과를 종합해보면, 발아율의 증가는 생체중과 주아 폭의 증가와 정의 상관을 가지며, 발아시와 발아기는 또한 이와 유사한 패턴의 부의 상관을 나타냈다. 따라서 빠른 발아 속도, 그리고 높은 발아율을 위해서는 보다 두껍고 무거운 주아를 이용하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

초 록

본 연구는 국내 마늘의 생산과 소비 불균형 및 중국의 저가 마늘의 수입으로 인한 농가의 경제적 손실에 대한 대책을 마련하고자 0.9g 미만의 주아를 이용, 잎채소로 재배하고 할 때 가장 효과적인 주아의 크기와 재식밀도에 대해 알아보 고자 수행되었다. 먼저 0.2g 이상의 주아를 대주아로, 이하를 소주아로 나눈 후 대주아는 13,680bulbils/m²와 18,240bulbils/m², 소주아는 18,240bulbils/m²와 22,800bulbils/m²의 재식밀도로 치상, 발아율과 초장의 증가, 총 수확량을 관측 하였다. 이후 200립의 박피된 주아의 길이, 폭, 생체중과 건물중을 측정, 이를 바탕으로 범례를 나누어 발아율을 측정하였다. 범례는 길이의 경우 4.5미만 10.5mm 이상의 5가지, 폭 6.5미만-12.5mm 이상의 5가지, 생체중은 0.2미만 -0.65g 이상의 5가지로 분류되었다. 발아율의 경우 대주아가 소주아보다 높았 으며, 같은 크기의 주아에서 다른 재식밀도로 하였을 때는 유의한 차이가 나타나 지 않았다. 초장의 경우, 다른 일자에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 양 액 급여 5일차에는 같은 18,240bulbils/m²의 대주아에서 가장 높게, 소주아에서 가장 낮게 나타났다. 수확량의 경우 생체중과 건물중 모두 대주아가 소주아에 비 해 2.8배가량 높은 것을 알 수 있었다. 따라서 위의 결과를 종합해 볼 때, 잎 마 늘로의 이용을 위한 주아 재배 시 대주아를 이용하여 18,240bulbils/m²의 재식 밀도로 하여 재배하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다. 주아의 형태적 특성의 각 요인의 상관성과 발아에의 영향을 알아보고자 수행한 결과, 생체중과 건물중, 그리고 생체중, 건물중과 폭은 정의 상관관계를 나타냈다. 길이의 경우 여타 요인과 유의한 수준의 상관성은 없는 것으로 나타났으며 결과적으로 마늘 주아의 무게 에 상관성을 갖는 요인은 폭임을 알 수 있었다. 각 요인의 값을 범례를 나누어

발아율을 조사한 결과, 발아율의 증가는 생체중과 폭의 증가와 정의 상관을 가지며, 발아시와 발아기는 부의 상관을 나타냈다. 따라서 높은 발아율을 위해서는 보다 두껍고 무거운 주아를 이용하는 것이 효율적일 것으로 판단된다. 본 결과를 종합하면 0.2g 이상의 주아를 이용, 18,240bulbils/m²의 재식 밀도에서 재배하는 것이 효과적이되, 보다 높은 발아율을 위해서는 폭과 생체중이 높은 주아를 이용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

추가 주요어: 남도 마늘, 마늘 주아의 길이, 마늘 주아의 폭, 발아율

인용문헌

Ahn YK, Choi HS, Choi GL Suh HD (2008) Establishment of bulbil cultivation using bulbil sower in garlic (*Allium sativum* L.). Korean J Hortic Sci 26:219–222

Ahn YK, Choi GL, Choi HS (2010) Productivity of seed garlic using garlic bulbils as affected by planting dates and storage temperatures. Korean J Hortic Sci 28:959–963

Choi GJ, Han GP, Lee US (1992) Physiological on bulb formation in aerial bulbil plants of garlic. 1. Effect of seed aerial bulbil size on growth and bulb formation. Korean J Hortic Sci 10:118–119

Choi HS, Yang EY, Chae WB, Kwack YB, Kim HL (2009) Effect of soil temperature, seedtime, and fertilization rate on the secondary growth in the cultivation of the big bulbils of Namdo garlic (*Allium sativum* L.). J Bio-Env Con 18:454–459

Choi ST, Bae RN, Chung DG, Lim CI, Cheong SR, Chang KS (2005) Quality characteristics and maintenance of etiolated garlic leaf. Korean J Hortic Sci 23:6–11

Chung HD, Chang MU (1979) Studies on infection of virus in garlic in Korea. Korean J Hortic Sci 20:123–129

- Chun HJ, Paik JE** (1997) Effect of heat treatment of garlic added diet on the blood of spontaneously hypertension rat. J Korean Soc Food Sci Nutr 26:103-108
- Ebi M, Kasai N, Musuda K** (2000) Small inflorescence bulbils are best for micropropagation and virus elimination in garlic. HortScience 35:735-737
- Fujisawa I** (1989) Loss of garlic yield by double infection of garlic viruses. Agric Hortic 64:737-741
- Gang TS** (1991) effect of seed size on the seed germination and seedling growth of carrot (*Daucus carota* L.). ILSR 12:42-47
- Hwang SG** (1998) Studies on utilization of bulbil for seed bulb in garlic. MS, Diss. Chungbuk Nat'l Univ pp8-23
- Hwang JM, Chung JH, Park SK** (1986) Yield performance test of virus-free garlic seed bulb (*Allium sativum* L.). Res Rep RDA 28:24-31
- Hwang JM, Kim JI, Oh SM, Uhm JS, Ha HT** (2004) Field test of virus-free seed garlic derived from tissue culture. Korean J Hortic Sci 22:411-415
- Jung KY, Yun ES, Park CY, Choi YD, Hwang JB, Jeon SH** (2012) Effects of seed size variation on germination and seedling vigor of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Korean J Crop Sci 57:219-225

- Kang JS** (1980) Studies on the garlic cultivated with bulbil. Res Rept Chungnam pp380-382
- Kim CH, Seong KC, Lee JS, Kang KH, Um YC, Suh HD** (2009) Production of seed garlic by sawing bulbils of southern type garlic in Jeju island. J Bio-Env Con 18:74-80
- Kim DM, Kim KM** (1990) On the development of flesh greening of the stored garlic. Korean J Food Sci Technol 22:50-55
- Kim MY, Chung SK** (1997) Analysis of nutritional and volatile flavor compounds of garlic shoot. Korean J Food Preserv 4:61-68
- Kim YK, Hong SJ, Jee HJ, Park JH, Han EJ, Park KS, Lee SY, Lee SD** (2010) Biological control of garlic blue mold using *Pantoea agglomerans* S59-4. Korean J Pestic Sci 14:148-156
- Kim YK, Lee SB, Lee SS, Shim HS, Choi IH** (2003) Cultural and chemical approaches for controlling postharvest diseases of garlicks. Korean J Pestic Sci 7:139-148
- Lee JM, Cha TY, Kim SH, Kwon TK, Kwon JH, Lee SH** (2007) Monitoring on extraction conditions for physicochemical qualities of ethanol extract from garlic. J Korean Soc Food Sci Nutr 36:1198-1204
- Lee MK, Park JS, Na HS** (2005) Proximate compositions of green garlic

powder and microbiological properties of bread with green garlic. Korean J Food Preserv 12:95–100

Nam SS, Choi IH, Bea SK, Bang JK (2005) Effect of planting dates and planting density using large bulbils for seed clove production of garlic ‘Namdo’ in southern regions. Korean J Hortic Sci 23:265–268

Park KY, Choi WY, Chung DH, Kim SD (1993) Relationship between seed size and seed vigor in soybean. Korean J Crop Sci 57:219–225

Park SK, Kim KY, Lee JW, Shu HD (1988) Studies on utilization of aerial bulbils in garlic. 1. Production of leafy garlic from aerial bulbils in winter season. Res Rept RDA 30:16–21

Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ (2004) Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. J Korean Soc Food Sci Nutr 17:237–245

Woo JK, Suh HD, Cho YC, Eun MY (1982) Physio-ecological studies for stabilizing garlic production. Res Rept RDA pp7–10

Walkey DGA Antil DN (1989) Agronomic evaluation of virus-free and virus infected garlic (*Allium sativum* L.). J Hortic Sci 64:53–60

Chapter II. 소독 방법과 온도가 마늘 주아의 오염 발생에 미치는 영향

Chapter II. Infection of Garlic Bulbil as Affected by Disinfection

Methods and Temperature

Abstract: In order to use the garlic shoot as a new leafy vegetable, the optimal disinfection methods and the optimal temperature to less infected germinate of ‘Namdo’ garlic bulbil were investigated. The solution of NaOCl and UV lamp were used for the disinfection methods of garlic bulbil. The concentrations of NaOCl were 0 (control), 1.0, 2.0, and 4.0% (experiment 1) and 0 (control), 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, and 4.0% (experiment 2). Soaking time periods of NaOCl were 0 (control), 15, 30, and 60 minutes (experiment 1) and 0 (control), 15, 30, 45, and 60 minutes (experiment 2). Irradiation time of UV lamp for disinfection of garlic bulbil was 1, 2, and 4 hours. Garlic bulbils were germinated in a growth chamber at 20°C, 25°C, and 30°C after 45 minutes of soaking time in 2% NaOCl. In experiment 1, infection rate was the highest and germination rate was the lowest at the control treatment. The soaking time did not affect the germination rate, but the infection rate was reduced in accordance with soaking time. At 4.0% of NaOCl treatment, the germination rate was reduced. In experiment 2, infection rate was the highest and germination rate was the lowest at the

control treatment same as experiment 1. Considering infection rate, germination rate, and T50, the proper concentration of NaOCl and soaking time periods were 2–3% NaOCl and 30–45 minutes. Germination rate at 4 hours irradiation of UV lamp was the highest, however, infection rate was higher than the other treatments of NaOCl. As increasing the temperature to germinate of garlic bulbil, infection rate increased, however, germination rate decreased. Low infection rate and high germination rate were showed at 20°C. Overall, NaOCl disinfection method was effective and garlic bulbil should be put to soak in solution of 2.0% NaOCl for 45 minutes or 3.0% NaOCl for 30 minutes, and also should germinate at 20°C to use it as a leafy vegetable.

Additional key words: germination rate, infection rate, Nambo garlic, sodium hypochlorite, UV lamp

서 언

백합과 파속에 속하는 마늘(*Allium sativum* L.)은 특유의 향미성분으로 인해 조미 및 약용채소로 널리 이용되고 있다. 대한민국은 1인 마늘 소비량 최대의 국가로, 2015년 생산량은 266,272톤 이며 20,638ha의 면적에서 재배되고 있다(KOSIS, 2015). 그러나 국내에서 생산되고 있는 마늘은 최근 중국에서 저가로 수입되는 마늘에 비해 가격경쟁력이 떨어지며, 2-3년 주기로 발생하는 생산 및 소비의 불균형으로 인해 농가에 경제적 손실이 발생하고 있어 기존의 생식용 이외의 용도로의 활용에 대한 연구들이 진행되어 왔다(Kim et al., 1990; Choi et al., 2005; Lee et al., 2007). 마늘과 관련한 많은 연구들이 가공 및 첨가물로의 활용가치에 대해 이루어졌으나, 최근 들어 풋마늘이나 황화마늘잎 등의 엽채류로의 이용 방법에 대해 연구되고 있다. 풋마늘이란 5월 초순 구근의 성장을 위해 제거하는 잎줄기이며(Kim et al., 1997), 황화마늘잎은 마늘의 인편을 어두운 곳에서 재배하면 잎이 출현하게 되는데, 이 잎을 엽채소류 이용하는 것이다. 풋마늘과 황화마늘잎 모두 마늘에 비해 식이섬유소가 높은 것으로 나타나 기능성 채소로의 가치를 갖고 있다(Kim et al., 1997; Choi et al., 2005; Lee et al., 2005).

마늘은 주로 무성번식에 의해 재배되어 왔으며 생산 농가에서는 인편을 종구로 이용하여 재배하고 있는데, 바이러스 감염으로 인해 수량이 감소되고 있다(Hwang et al., 2004). 이러한 문제점의 해결을 위해 조직배양 및 주아 재배 기술을 통한 종구 생산체계에 대한 연구가 진행되어 왔다(Hwang et al., 2004; Ahn et al., 2010). 주아를 이용한 방식으로는 0.5g 이하의 소립 주아를 파종하여 통마늘을 생산, 이를 종구로 사용하는 방법과 0.5g 이상의 대립 주아를 파종

하여 이후 년도에 인편이 분화된 종구용 마늘을 생산하여 이용하는 방법이 이용되고 있다(Nam et al., 2005). 그러나 소립 주아 재배시의 생산 및 선별에 요구되는 노동력과 작업의 번거로움 등으로 인해 대립 주아가 주로 이용되고 있다(Choi et al., 2009). 이러한 이유 때문에 소립 주아는 다시 그 해 재파종 되거나 버려지고 있는 실정이다. 따라서 재파종 되거나 버려지는 소립 주아를 잎마늘로 생산할 수 있다면, 경제적으로 효율적이라 생각된다.

마늘은 수확 후 보편적으로 상온 혹은 저온에 저장되고 있고, 저장 중 발아되거나 부패하는 등의 변질로 인해 질적, 양적으로 손실이 발생하고 있다(Kim and Kim, 1990). 종자로 이용되는 마늘은 저장 중 저장 온도, 재배환경, 수확시기 등의 영향을 받는데, 생리적 요인 외에도 병해충, 특히 푸른곰팡이균에 의한 부패로 인해 심각한 경우 50% 이상의 마늘이 폐기되기도 한다(Kim et al., 2003; Kim et al., 2010). 우리나라의 경우 수확 후 농산물에 대한 농약의 사용이 제한되어 있어 부패를 막기 위한 경종적 방법에 중점을 둔 연구가 이루어져 왔다(Harvey, 1978; Kim et al., 2010). 종구로 이용되는 마늘의 경우 우수한 방제 효과가 있는 베노밀, 티람 용액 같은 농약을 사용하여 소독 하는 것이 관행적으로 이루어지고 있다(Kim et al., 2003). 그러나 농약을 사용해 종구를 소독하여 잎채소로 이용할 경우 농약 잔류 문제가 발생할 수 있을 것이다. 따라서 친환경적인 소독방법이 요구된다.

본 연구는 마늘의 주아를 이용한 잎채소의 생산을 위한 기초 자료로서, 주아의 부패 및 오염을 방지하기 위한 친환경적인 소독 방법을 찾고 주아의 오염 발생을 최소화 할 수 있는 적정 발아 온도를 구명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

소립 주아의 친환경적 소독

본 실험에는 제주 신도 영농 협동 조합에서 2014년 6월에 수확되어 건조 후 2달 이상 5℃ 이하의 저장고에서 저온 처리된 ‘남도’ 품종의 소립 주아(0.3±0.1g) 를 이용 하였다. 모든 주아는 수돗물에 24시간 침지 후 사용 하였다.

적합한 친환경적 소독방법을 알아보기 위해 차아염소산나트륨 (NaOCl) 과 UV램프 처리를 하였다. 먼저 NaOCl의 소독 효과를 알아보기 위해 1차 실험은 1.0, 2.0와 4.0%의 용액에 15, 30과 60분 침지하였고, 2차 실험은 1.0, 1.5, 2.0, 3.0과 4.0%의 용액에 각 15, 30, 45과 60분 침지 처리 하였다. 모든 처리 후 흐르는 물에 세척 하였고 처리 된 주아를 filter paper (No.2 90mm, Adventec, Japan)를 놓은 petri dish (90x15mm)에 4반복으로 25립씩 치상하여, 10mL의 증류수를 관수하였다. 1차 실험은 2014년 11월 21일에서 12월 3일까지, 2차 실험은 2015년 2월 24일에서 3월7일 까지 수행 되었다.

UV lamp의 소독 효과를 알아보기 위해 50cm의 거리에서 1, 2과 4시간 UV lamp (SanKyo G40T10, SANKYO DENKI, Japan)를 조사 처리 한 후 증류수로 세척, 위와 동일하게 치상 하였다. 본 실험은 2014년 12월 4일에서 17일까지 수행하였다. 모든 실험에서 수돗물 침지 후 아무런 처리도 거치지 않고 흐르는 물에 세척하여 동일하게 치상한 처리구를 대조구로 하였다.

소독 처리한 주아는 온도 20℃, 습도 60%로 설정한 생육상 (Multi-Room Chamber HB-302S-4H, HANBAEK Co., Korea)에 넣어 시간 경과에 따른 오염 및 발아 된 주아의 수를 24시간 간격으로 조사하였다. 이후 조사된 오염 발생 및 발아 된 주아의 수를 백분율 (%)로 나타내어 통계처리 하였다.

소립 주아의 발아온도

주아의 오염 발생을 최소화 할 수 있는 발아 온도를 구명하기 위해 이전 실험에서 가장 적합한 소독 방법으로 판단된 NaOCl 2.0%액에 45분 침지한 후, 위와 동일한 방법으로 치상하여 실험하였다. 발아조사는 위와 동일한 생육상에서 수행 되었으며, 설정 온도는 20, 25와 30℃로, 설정 상대습도는 60%로 각각 설정 하였다. 조사는 24시간 간격으로 발아 및 오염이 발생된 주아의 수를 조사하였고, 2015년 11간 수행되었다.

통계처리

모든 처리구는 완전임의배치 하였으며, 반복수는 4반복 처리하였다. 통계처리는 SAS 9.4(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 이용, 95% 수준에서 Duncan다중검정으로 유의성을 검증하고 SigmaPlot 10.0(Systat Software Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 그래프를 작성하였다.

결과 및 고찰

소독 효과를 알아보기 위해 수행한 1차 실험의 결과는 다음과 같았다(Table 2-1). NaOCl의 농도를 달리하여 처리한 경우 모든 처리에서 무처리구보다 오염이 감소하여 결과적으로 발아율이 증가되는 것으로 나타났다. 또한 오염 감소율과 발아율은 침지 시간과 농도 모두의 영향을 유의하게 받지만 둘의 상호작용으로 인한 영향은 나타나지 않았다. 4%의 농도로 처리한 결과 오염 발생률이 여타 처리 농도에 비해 낮은 6.2%로 나타났다. 그러나 최종 발아율은 68.3%로 1.0% NaOCl 처리구의 77%보다 유의하게 낮게 나타나, 높은 농도의 NaOCl 처리에서는 발아율이 감소되는 것으로 나타났다. 침지 시간의 경우 오염 발생은 15분 침지처리에서보다 60분 침지처리 시 절반이상 감소되는 것으로 나타났고, 발아율의 감소는 나타나지 않았다. 처리에 따라서는 오염 발생은 4%의 모든 침지처리구와 2%에 60분 침지한 처리구에서 낮게 나타났다. 그러나 4%에 15분, 60분 처리한 경우 발아율의 감소가 나타났다. 따라서 결과를 종합해 보면 발아율의 감소 없이 오염발생을 최소화 하기 위해서는 2%의 NaOCl에 60분, 혹은 4%에 30분 침지하는 것이 효과적인 것으로 판단되었다. 그러나 4% NaOCl의 여타 침지 시간 처리구에서는 발아율의 감소가 나타난 점으로 보아 안전성을 위해 보다 세밀한 추가적인 실험이 요구되었다.

Table 2-1. Effects of concentration and soaking time of NaOCl on infection rate and germination rate of garlic bulbil.

Concentration (%)	Soaking time (min)	Infection rate (%)	Germination rate (%)
Control		50.5 a	48.0 c ^z
1.0	15	27.0 b	73.5 ab
	30	19.5 bc	81.5 a
	60	16.0 bc	76.0 ab
2.0	15	23.5 b	69.5 ab
	30	18.0 bc	71.0 ab
	60	8.0 cd	78.0 ab
4.0	15	9.0 cd	67.5 b
	30	8.5 cd	70.0 ab
	60	1.0 d	67.5 b

^ySignificance

Concentration (A)	***	***
Soaking time (B)	***	***
A x B	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^yNS, ***; Nonsignificant or significant at $P \leq 0.001$.

2차 실험의 결과는 Table 2-2와 같이 나타났다. 발아시(첫 발아 시작 일)의 경우 처리 농도나 침지 시간 처리간 유의적 차이는 없는 것으로 나타났으나 첫 감염일과 최종 감염율 및 발아율과 T50의 경우 처리 농도와 침지 시간에 따라 유의적인 차이를 보였다. 첫 오염 발생일자의 경우 대조구에서 가장 빨랐으며, 침지 농도에 비례하여 점차 느려지는 것으로 나타났다. 최종 오염 발생률은 NaOCl 처리 농도가 높을수록, 그리고 침지시간이 길어질수록 낮아지는 경향을 보였으며, 대조구에서 가장 높았다. 발아율의 경우 무처리구가 13%로 가장 낮게 나타났고, NaOCl 처리구는 53-86%로 대조구보다 높게 나타나, 무처리보다는 NaOCl을 처리하는 것이 최종적으로 발아율을 증가시키는 것으로 나타났다. 발아율은 2.0% NaOCl에 30분 침지처리에서 86%로 가장 높게 나타났다. 침지 시간에 따른 발아율의 차이는 30분 침지처리가 72%로 가장 높게 나타났다. 발아기(발아율 50%의 일자, T₅₀)의 경우 최종적으로 발아율이 50% 를 넘지 못했던 무처리구가 가장 늦는 것으로 나타났다. 통계적으로 1.0%와 1.5% NaOCl에서 또한 침지 시간이 길어짐에 따라 무처리구보다 오염률이 감소했으나 2.0% 이상의 NaOCl 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 반면 4.0% NaOCl 처리의 경우 오염 발생은 가장 낮았으나 발아율이 감소되는 경향을 나타내 2.0-3.0% NaOCl 처리가 적합할 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 2.0% NaOCl에 45분 침지 혹은 3.0% NaOCl에 30분 침지 처리가 가장 적합한 것으로 판단된다.

Table 2-2. Effects of concentration and soaking time of NaOCl on days to first infection, infection rate days to first germination, germination rate and T50 of garlic bulbil.

NaOCl concentration (%)	Soaking time (min)	Days to first infection	Infection rate (%)	Days to first germination	Germination rate (%)	T50 ^z
Control		1.75 i	83 a	1.3 ab	13 g	13 a
1	15	3.8 hi	41 b	1 b	53 f	8.5 bc
	30	3.8 hi	33 bc	1.8 ab	57 ef	8.5 bc
	45	4.5 g-i	38 b	1 b	58 ef	7.3 b-f
	60	4.5 g-i	21 c-f	1.3 ab	78 a-c	4.3 ef
1.5	15	5.0 f-h	24 c-e	1.5 ab	72 a-e	4 f
	30	5.8 e-h	33 bc	1 b	69 a-f	4.8 d-f
	45	5.3 e-h	21 c-f	1 b	75 a-d	4.8 d-f
	60	5.8 e-h	18 d-g	1.8 ab	62 c-f	8 bcd
2	15	6.0 e-h	30 bcd	1 b	59 d-f	7 b-f
	30	6.3 e-h	15 e-h	1.5 ab	86 a	4.8 d-f
	45	11.0 a-c	7 g-j	1 b	80 ab	6.3 b-f
	60	8.0 d-f	12 e-j	1 b	69 a-f	6.3 b-f
3	15	7.3 d-g	14 e-i	1 b	79 ab	4.5 ef
	30	8.3 c-e	13 e-j	1 b	82 ab	4 f
	45	11.8 ab	4 h-j	1.3 ab	80 ab	5.3 c-f
	60	12.8 ab	2 h-j	2 a	75 a-d	6 b-f
4	15	9.8 b-d	8 f-j	1.5 ab	61 d-f	7.5 b-e
	30	11.2 ab	6 g-j	1 b	67 b-f	8.3 bc
	45	13.0 a	1 ij	1.3 ab	55 f	8.7 b
	60	13.0 a	0 j	1.3 ab	69 a-f	5.3 c-f
Significance ^y						
Concentration (A)		***	***	NS	***	***
Soaking time (B)		***	***	NS	***	***
A x B		NS	NS	NS	NS	NS

^zNumber of days for 50% germination.

^yNS, ***; Nonsignificant or significant at $P \leq 0.001$.

새싹채소 혹은 신선편이 식품의 소독에 NaOCl을 사용한 연구들의 경우 100ppm 내외의 농도로 수행되어 왔으나(Lee et al., 2009; Lee et al., 2009), 본 연구에서는 식품이 아닌 종구의 용도로 소독했기 때문에 유한클로락스 사에서 제시한 곰팡이 살균에 효과적인 처리 농도인 1-15배 희석 배수를 고려하여 농도를 설정 하였다. 통고추의 소독을 위해 본 연구와 유사한 농도의 용액인 3%의 NaOCl 용액에 침지한 연구 결과에 따르면 4분 이상 침지 시 미생물이 검출되지 않았다는 결과가 있었는데(Yang et al., 2007), 본 연구에서는 NaOCl 농도에 따른 발아율의 감소를 최소화 해야 했기 때문에 보다 낮은 농도의 용액에 보다 긴 시간 침지하는 것이 바람직할 것으로 판단하였다.

일반적으로 NaOCl은 소독을 목적으로 처리하지만, 발아율에의 긍정적 영향에 대해서도 연구가 진행되어 왔으며, Macit(1981)의 연구에 따르면 고추종자에 NaOCl을 처리하면 발아율이 증진된다고 하였는데, 이는 종피의 코팅을 제거하여 투수성 증대로 인한 것으로 판단되었다. 또한 Kim et al.(2005)의 연구에 따르면 부들 종자에 4%의 NaOCl을 2-4시간 처리하면 발아율이 증진된다고 하였다. 이는 호광성 종자의 특징으로, 종피의 탈색 및 부식을 통한 투광 및 투수성의 증대로 인한 것으로 판단되었다. 그러나 마늘의 주아는 여타 종자와는 달리 투수 및 투광을 위한 처리가 요구되지 않음에도 발아율이 증진이 나타난 것은 무처리 시 감염율이 높아 정상적인 발아가 이루어지지 않는 상황이었기 때문으로 판단된다. 몇 가지 작물의 종자 소독을 위해 차아염소산나트륨을 처리한 Ku et al.(1993)의 결과에 따르면 본 연구의 결과와 유사하게 NaOCl의 농도와 침지 시간이 증가함에 따라 소독 효과가 증가되지만, 동시에 참깨의 경우 발아와 뿌리 생장이 억제되는 결과가 나타났다. 또한 동일한 논문에서 본 결과와 유사하게 무와 배추 종자를 NaOCl을 이용해 소독 시 10% 가량까지 발아율이 증진되

있다고 보고한 바 있는데, 이는 감염율이 높은 종자에서 *Alternaria*의 검출을 효과적으로 감소시킨 결과로 나타나 있다.

자외선 처리가 주아의 오염 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 1, 2과 4시간 처리한 결과는 Fig. 2-1과 같았다.

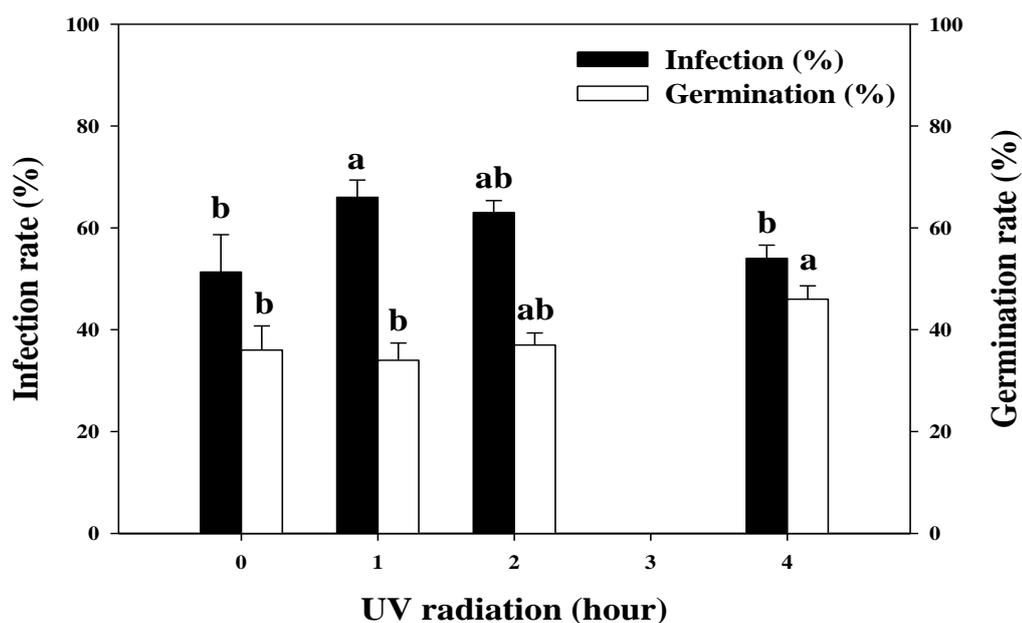


Fig. 2-1. Effect of treatment time of UV (Ultraviolet) lamp on infection rate and germination rate of garlic bulbil. Vertical bars represent the standard error (n=4). Data mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

4시간 처리한 경우 오염 발생률이 54%로 다른 처리구에 비해 유의하게 낮게 나타나 결과적으로 발아율이 46%로 다른 처리구보다 유의하게 높게 나타났다. 그러나 오염 발생률은 대조구와 비교하여 유의적인 감소는 나타나지 않았으며, 발아율 또한 50%를 넘지 못하여 주아의 발아 및 소독에는 UV처리가 적합하지 않은 것으로 판단된다. 이는 포도 잎의 경우 UV 조사 시 결과적으로 잿빛곰팡이

의 생장이 억제되며(Choi, 2012), 딸기에서 UV-C 조사 시 주요 병원균의 생장이 억제되었다(Kim et al., 2012)는 연구의 결과와는 상이하게 나타났다. 또한 본 연구에서는 4시간 조사 시 오염 발생률이 무처리구와 차이가 없었던 것으로 볼 때 조사 시간이 길어질수록 효과적이라는 이전 연구 결과와도 상이하게 나타났다. 이러한 결과는 조사한 UV 램프의 강도(세기)가 약했기 때문으로 판단되었다. 또한 때문에 보다 높은 광량 하에서 장시간에서의 소독 효율, 그리고 주아의 표면 전체에 고르게 조사할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

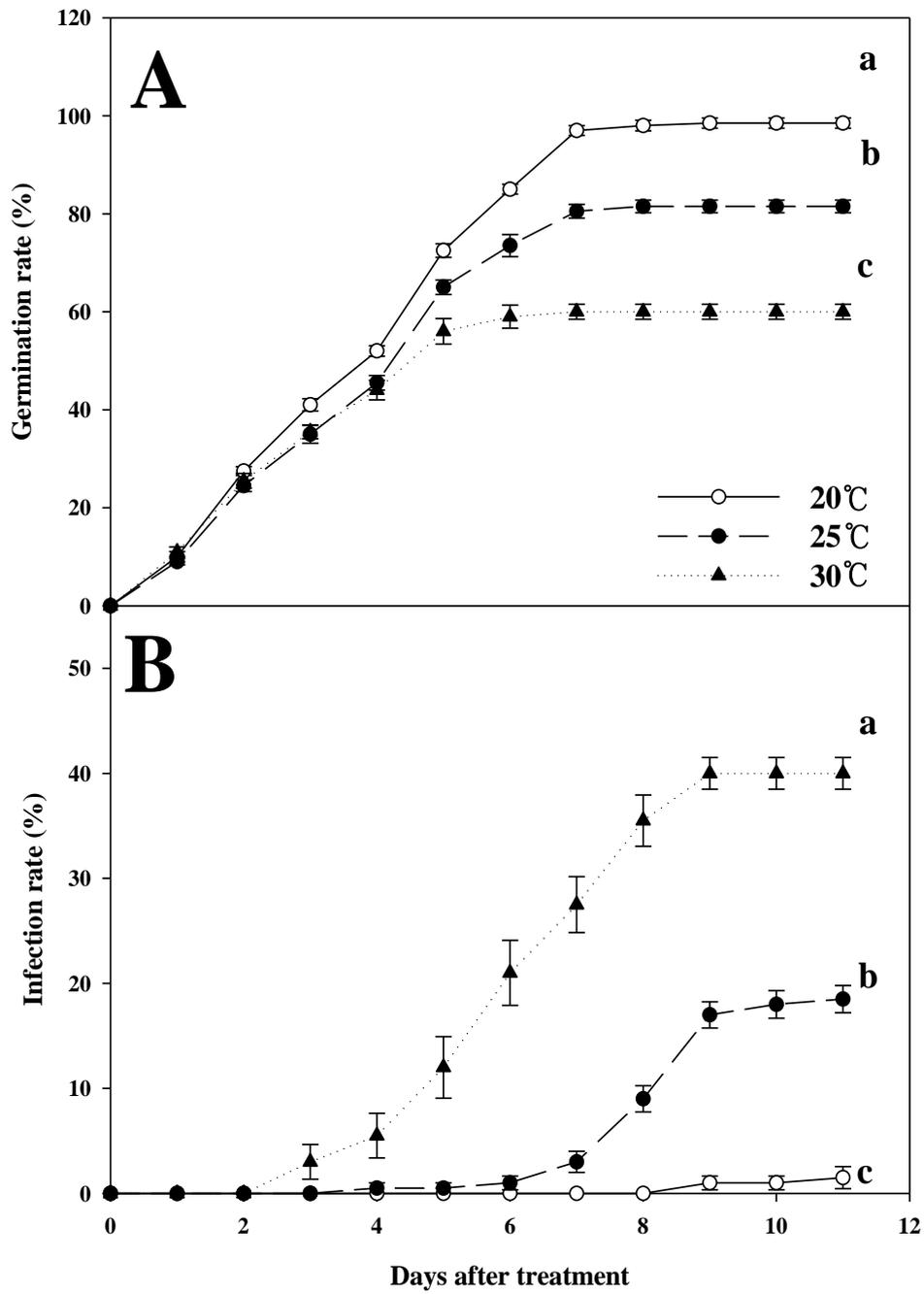


Fig. 2-2. Effect of temperature on germination rate(A) and infection rate(B) of garlic bulbil. Vertical bars represent the standard error (n=4).

소독된 남도마늘 주아의 온도에 따른 오염 발생 및 발아를 알아보기 위한 실험의 결과는 Fig. 2-2와 같다. 20, 25와 30℃에서 오염 발생률과 발아율 모두 유의한 차이가 나타났다. 또한 오염 발생 시작일은 온도에 따라 유의한 차이가 나타났지만 발아율의 경우 온도에 따른 발아시와 발아기에는 차이가 없었다. 오염 발생 시작 일자는 20℃의 경우 약 10일, 25℃의 경우는 7일경, 30℃의 경우는 4일경이었다. 결과적으로 20℃ 에서 가장 높은 발아율과 낮은 오염 발생률을 나타내어 발아에 가장 적합한 온도인 것으로 판단되었다. 이는 난지형 마늘의 인편 발아에 15-20℃의 온도가 가장 적합하다는 이전의 연구 결과와 유사하게 나타났다(Hwang and Lee, 1990), 10℃를 기준으로 하여 온도가 높아짐에 따라 출현률이 감소한다는 결과 또한 있어(Moon et al., 2014), 온도 10℃, 혹은 15℃에서의 추가적인 실험이 요구된다.

결과적으로 UV 처리보다는 NaOCl처리가 소독 방법으로 효과적이었으며, 마늘 주아의 소독에는 2.0%의 NaOCl 45분 침지 처리 혹은 3.0% NaOCl 30분 침지 처리하는 것이 가장 효과적이며, 20℃ 온도에서 발아시키는 것이 발아율의 감소를 최소화 하며 오염률을 낮출 수 있다.

초 록

본 연구는 마늘의 주아의 부패 및 오염을 방지하기 위한 소독 방법과 주아의 오염을 최소화 할 수 있는 발아 온도를 구명하고자 수행되었다. 소독방법으로 적합한 NaOCl의 농도를 알아보기 위해 0(대조구), 1.0, 2.0와 4.0% NaOCl에 15, 30과 60분 침지 처리하였고(실험 1), 0(대조구), 1.0, 1.5, 2.0, 3.0과 4.0% NaOCl의 용액에 각 15, 30, 45과 60분 침지 처리 하였다(실험 2). 또한 UV 램프의 소독 효과를 알아보기 위해 1, 2와 4시간 UV 조사 후 치상하여 오염률과 발아율을 측정하였다. 또한 주아의 오염 발생이 가장 적은 발아 온도를 구명하기 위해 2.0% NaOCl 45분 침지 처리하여, 20, 25와 30℃의 온도에서 실험하였다. 1차 실험 결과, 대조구에서 오염율이 가장 높아 결과적으로 발아율이 가장 낮았다. 또한 농도가 높아지고 침지시간이 길어질수록 오염률이 감소하였지만 4% NaOCl 처리구에서 발아율은 감소되었다. 2차 실험의 결과, 1차 실험처럼 대조구에서 오염율이 가장 높아 발아율이 가장 낮게 나타났다. 본 결과에서 오염률, 50% 발아율과 발아율을 고려해 볼 때, 2.0-3.0% NaOCl에 30-45 분 침지 처리가 적당하였다. UV 조사 결과 4시간 처리한 경우 소독 효과가 미비하게 있었으나 최종적으로 NaOCl 처리보다 높은 오염 발생율을 나타냈다. 온도의 경우 발아 온도가 증가할수록 오염률이 증가하여 발아율이 감소하였다. 결과적으로 20℃에서 가장 높은 발아율과 낮은 오염 발생률을 나타냈다. 때문에, 주아를 일체소로 활용하기 위해서는 소독 방법으로는 NaOCl 처리가 효과적이었으며, 2.0% NaOCl 45분 침지 처리 또는 3.0% NaOCl 30분 침지 처리하여 20℃ 온도에서 발아시키는 것이 좋았다.

추가 주요어 : 남도마늘, 발아율, 오염률, UV 램프, 차아염소산나트륨

인용문헌

Ahn YK, Choi GL, Choi HS (2010) Productivity of seed garlic using garlic bulbils as affected by planting dates and storage temperatures. Korean J Hortic Sci 28: 959–963

Choi HS, Yang EY, Chae WB, Kwack YB, Kim HL (2009) Effect of soil temperature, seedtime, and fertilization rate on the secondary growth in the cultivation of the big bulbils of Namdo garlic(*Allium sativum* L.). J Bio-Env Con 18:454–459

Choi SJ (2012) The influence of UV irradiation on stilbene contents and gray mold incidence in grapevine leaves. Korean J Hortic Sci 30:493–500

Choi ST, Bae RN, Chung DG, Lim CI, Cheong SR, Chang KS (2005) Quality characteristics and maintenance of etiolated garlic leaf. Korean J Hortic Sci 23:6–11

Harvey JM (1978) Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. Ann Rev Phytopathol 16:321–341

Hwang JM, Kim JI, Oh SM, Uhm JS, Ha HT (2004) Field test of virus-free garlic derived from tissue culture. Korean J Hortic Sci Technol 22:411–415

- Hwang JM, Lee BY** (1990) Effect of temperature and humidity conditions on rooting and sprouting of garlic. *J Korean Soc Hortic Sci* 31:15–21
- Kim BS, Park NH, Park MH, Han BH, Bae TJ** (1990) Manufacture of garlic juice and prediction of its boiling point rise. *Korean J Food Sci Technol* 22: 486–491
- Kim DM, Kim KM** (1990) On the development of flesh greening of the stored garlic. *Korean J Food Sci Technol* 22:50–55
- Kim MY, Chung SK** (1997) Analysis of nutritional and volatile flavor compounds of garlic shoot. *Korean J Food Preserv* 4: 61–68
- Kim SA, Ahn SY, Oh W, Yun HK** (2012) *In vitro* test of mycelial growth inhibition of 5 fungi pathogenic to strawberries by ultraviolet-C (UV-C) irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 44: 634–637
- Kim YK, Hong SJ, Jee HJ, Park JH, Han EJ, Park KS, Lee SY, Lee SD** (2010) Biological control of garlic blue mold using *Pantoea agglomerans* S59-4. *Korean J Pestic Sci* 14:148–156
- Kim YK, Lee SB, Lee SS, Shim HS, Choi IH** (2003) Cultural and chemical approaches for controlling postharvest diseases of garlicks. *Korean J Pestic Sci* 7:139–148
- KOSIS** (2015) Open field vegetable cultivation area. 1975–2016

- Ku JH, Yu SH, Lee HB** (1993) Effect of sodium hypochlorite treatment on incidence of seed-borne fungi in several crop seeds. *J Agri Sci* 20:18-24
- Lee HH, Hong SI, Kim DM** (2009) Microbiological characterization and chlorine treatment of buckwheat sprouts. *Korean J Food Sci Technol* 41:452-457
- Lee JM, Cha TY, Kim SH, Kwon TK, Kwon JH, Lee SH** (2007) Monitoring on extraction conditions for physicochemical qualities of ethanol extract from garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1198-1204
- Lee KA, Lee YA, Park IS** (2009) Sanitation effect of sprouts by chlorine water. *J Life Sci* 19: 751-755
- Lee MK, Park JS, Na HS** (2005) Proximate compositions of green garlic powder and microbiological properties of bread with green garlic. *Korean J Food Preserv* 12: 95-100
- Nam SS, Choi IH, Bae SK, Bang JK** (2005) Effect of planting dates and planting density using large bulbils for seed clove production of garlic 'Namdo' in southern regions. *J Korean Soc Hortic Sci* 23:265-268
- Macit F** (1981) Stimulation of pepper seed germination by some chemicals and growth regulators. *Acta Horti* 111-139

Yang JH, Lee YC, Lee KH (2007) Comparison of sanitization process for long-term storage of fresh red pepper. Korean J Food Sci Technol 39: 419-424

Chapter III. 잎마늘의 생산과 유통을 위한 적정 양액 농도, 저장 방법 및 선호도 조사

Chapter III. Development of Optimal Nutrient Concentration and Storage Method, and Consumer Preference Survey for Production and Distribution of Leaf Garlic

Abstract: Objective of this study was found out to optimum concentration of the nutrient solution for the production of leaf garlic which is a new application form of garlic. Moreover, the optimal storage method for distribution was investigated and then a preference survey was conducted to determine market value. First, it was compared and analyzed after cultivation as 16 days to look into the differences of growth rate following its concentration of culture fluid as using JHS EC $1.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ and JNU EC 1.0, 2.0, and $4.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$. After that, the growth factors were measured in order to investigate its differences in the concentration of these solutions. An initial weight of the harvested leaf garlic was measured, and the amount of weight loss relative to the initial weight was measured for 2 weeks. During this experiment, leaves were packed by 4 methods (completely opening and completely sealing, $10,000$ and $80,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ of non-perforated breathable film), and the temperature treatment was held

together as 5°C and 20°C. Lastly, this leaf garlic was used for the preliminary investigation of the marketability of leaf garlic. The questionnaire consisted of four questions was made and 108 people responded to the survey. All of the growth factors measured on day 16 showed the highest figure at 1.0 dS · m⁻¹. The relative growth rate (RGR) of dry weight showed a similar figure in all treatments and RGR of fresh weight showed the highest at 1.0 dS · m⁻¹ treatment. Any significant differences from the contents of Chlorophyll in a condition of different concentration or composition of nutrient solution treatment were not found. Therefore, based on this results, JNU 1.0 dS · m⁻¹ nutrient solution was the most suitable choice for cultivation. In addition, when leaf garlic was stored, the rate of water loss at 5°C showed low figure and decomposition was delayed too. Packaging materials showed high water loss in the order of complete open treatment, 80,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ treatment, 10,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ treatment, and complete sealing treatment. Therefore, it would be most appropriate to packing of leaf garlic for 10,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ film at 5°C. As a result of preference survey, the negative response rate was higher than positive for its pre-images that were asked before the tasting. However, after the tasting, the positive response rate was higher than negative.

Additional key words: nutrient solution, non-perforated breathable film, plant factory, preference survey

서 언

식물공장(Plant Factory)이란 시설 내의 온도·광·습도와 이산화탄소 등의 식물 생육환경을 인공적으로 제어하여 계절에 관계없이 연중, 그리고 계획적으로 생산할 수 있는 재배 시스템이며, 근래에는 농업에 자동화 기술을 접목한 융복합 산업으로 정의된다(Lee and Cha, 2015). 기후 변화와 이상기후에 대한 위기감이 고조됨에 따라 농업 분야에서의 안정적인 식량 생산 및 공급을 위한 대안으로써의 식물공장에 대한 관심 또한 높아지고 있으며 인공광 이용형 식물공장의 실용화를 위한 연구가 진행되고 있다(Heo et al., 2010; Lee and Cha, 2015; Lee et al., 2016).

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과 파속에 속하는 초본류로서 특유한 맛과 향을 가지며, 다양한 생리활성 물질이 함유되어 있어 식생활에서 중요한 조미료뿐만 아니라 건강보조 식품으로 애용되고 있다(Chun and Paik, 1997). 마늘의 원산지는 중앙 아시아와 지중해 연안 지역으로 알려져 있고, 분류는 주로 생태형에 따라 한지형과 난지형으로 구분된다(Shin et al., 2004). 난지형 마늘은 대부분 중국에서 도입된 ‘가정백’이라는 품종을 1977년부터 남도마늘로 명명한 품종이 재배되고 있다(Woo et al., 1982). 대한민국의 마늘 생산량은 2015년 기준 266,272톤으로, 20,638ha의 면적에서 재배되고 있다(KOSIS, 2015).

마늘의 모체의 일부인 인편을 통해 번식하는 특성상 생산 농가에서는 인편을 종구로 이용하여 재배하고 있는데, 재배를 거듭함에 따라 토양 및 모체의 바이러스 감염으로 인한 수량 감소가 발생되고 있다(Hwang et al., 1986; Hwang et al., 2004). 인편의 감염으로 인한 경제적 손실 및 문제의 완화를 위해 조직배양 및 주아 재배 기술을 통한 마늘 종구 비용의 절감과 품질 및 수량 향상을 위한

망안이 연구되어 왔다(Hwang et al., 2004; Ahn et al., 2010). 마늘은 지상부에 화기와 주아가 착생하는데 일반적으로는 지하부의 생장을 위해 제거하지만 주아는 지하부의 인편과 유전적으로 동일하다. 또한 바이러스와 토양 병해충 감염이 적기 때문에 수량의 증가를 위해 종구로 이용하는 농가가 증가하고 있다(Choi et al., 2009). 주아를 이용하는 방식으로는 소립 주아로 통마늘을 생산 후 종구로 사용하는 방법과 대립 주아를 파종하여 이후 년도에 생산되는 종구용 마늘을 생산하여 이용하는 방법이 주로 이용되고 있다(Nam et al., 2005). 그러나 선별 및 재배에 소모되는 노동력과 시간 등의 문제로, 대다수의 농가에선 대립 주아를 이용하고 있다(Choi et al., 2009).

대한민국은 마늘 1인 소비량 최대의 국가지만 생산과 소비의 불균형이 2-3년 단위로 발생하고 있으며, 저가의 수입산 마늘에 비해 가격경쟁력이 떨어져 생산 농가에 크고 작은 경제적인 손실이 발생하고 있다. 이에 따라 수급조절을 위해 기존에 이용하던 생식 외의 방법을 통해 많은 연구들이 진행되어 왔다(Choi et al., 2005; Lee et al., 2007). 일반적으로 많은 연구들은 마늘 가식부위의 다양한 가공 방법 및 첨가물 등으로의 이용에 대해 수행되어 왔지만, 마늘을 재배하여 있을 새로운 엽채소로 이용하기 위한 연구도 이루어져 왔다. 대표적인 것이 풋마늘과 황화마늘잎으로, 이는 5월경 구근의 원활한 성장을 위해 제거되는 잎 줄기인 풋마늘을 엽채소로 이용하는 것과(Kim et al., 1997), 인편을 어두운 곳에서 재배하여 출현된 황화된 상태의 잎을 이용하는 것이다. 두 형태의 마늘 잎 모두 마늘의 인편부위에 비해 식이섬유소가 높고, 특히 황화마늘잎은 비타민 C 함량이 높은 것으로 나타나 기능성 채소로서의 가치를 갖고 있다(Kim et al., 1997; Choi et al., 2005; Lee et al., 2005).

농산물은 특성상 수확 및 유통과정에서 조직 파괴 등의 원인으로 인해 세균,

효모, 곰팡이 등에 오염되기 쉽게 변한다(Huxsoll and Bolin, 1989; Lee et al., 2009). 또한 절단 및 가공을 거치는 과정에서 에틸렌과 호흡률이 증가하여 효소 활성의 변화가 일어나고, 이는 조직의 연화와 표면의 갈변을 유발한다(Baldwin et al., 1995). 이러한 품질 저하를 막기 위해 이산화탄소와 산소의 조절이 농산물의 갈변에 미치는 영향 등에 대한 연구가 이루어져 왔다(Jung et al., 2008). 이와 관련하여 포장 필름의 종류가 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 보고되어 왔는데, 농산물의 포장 방법은 공기의 투과성에 따라 이산화탄소와 산소의 양을 변화시켜 호흡률을 조절하기 때문에 조직의 노화 및 파괴를 억제하여 유통기한 연장에 효과적이다(Lee et al 2008). 현재 농산물은 일반적으로 종이 박스, 혹은 유공 필름, 혹은 진공 필름을 이용하여 소포장하는 방법으로 유통된다. 그러나 유공필름의 경우 수분손실에 의한 건조와 유공을 통해 유입되는 미생물에 노출되어 전반적인 품질의 저하 현상을 초래 할 수 있다(Hong et al., 2014). 일반적으로 MA 포장은 필름의 두께 및 종류에 따라 구분하는 경우가 많은데, 이러한 방법에는 여러 한계점이 존재하고 있다(Kang et al., 2008). 때문에 최근 연구진에 의해 비유공 상태로 공기의 투과를 조절하기 위해 femtosecond laser 기술을 적용한 필름이 개발되었고, 이로 인해 농산물의 수확 후 생리의 특성에 적합한 보다 세밀한 기준으로의 포장재 선별이 가능하게 되었다(Choi et al., 2013).

본 연구는 마늘의 주아를 이용한 잎채소의 생산에 가장 적합한 배양액의 조성 및 농도를 구명하고 포장 필름의 종류와 저장 온도가 잎마늘의 수확 후 저장에 미치는 영향에 대해 알아보고자 수행되었다.

재료 및 방법

배양액 농도에 따른 잎마늘의 생육

사용된 주아는 제주 신도 영농조합에서 2016년 6월 수확된 남도 품종의 주아로, 건조 후 2개월 이상 5℃ 이하의 저장고에서 저장 후 이용 하였으며, 실험은 2016년 10월 10일부터 2016년 10월 31일까지 수행되었다. 주아의 크기는 박피 후 0.2 - 0.7g 중량의 주아를 이용하였으며, 모든 주아는 24시간 침지 후 온도 20℃, 습도 50%의 생육상(Multi-Room Chamber HB-302S-4H, HANBEAK, Co., Korea)에서 3일간 3mm이상 최아시켜 이용하였다. 최아된 주아를 박피하여 차아염소산나트륨(NaOCl) 2% 용액에 45분간 침지 하여 소독하고 흐르는 물에 세척하였다. 소독된 주아는 406공 트레이에 정식하여 완전제어형 식물공장(500×700×300cm)에서 재배하였다.

정식 트레이를 약 10L 용량의 플라스틱 박스 에 하단부가 잠기도록 수돗물 7L를 넣어 2일간 적응 후 2016년 10월 15일부터 5L의 배양액을 관수 하였다. 배양액은 엽채류 수경재배에 일반적으로 사용되고 있는 일본 원예시험장 배양액 EC 1.0dS · m⁻¹의 농도와 개발한 마늘 전용 배양액(NO₃-N 14.03, NH₄-N 0.47, P 0.47, K 14.34, Ca 0.23, Mg 0.39, SO₄-S 0.55mM · L⁻¹) EC 1.0, 2.0, 그리고 4.0dS · m⁻¹의 농도로 하였다. 배양액은 48시간 간격으로 측정하여 pH는 5.5-6.5, EC는 1.0±0.1dS · m⁻¹로 조절하였고 급여 후 9일째 날인 2016년 10월 24일 전체 교체 후 2016년 10월 31일까지 재배하였다. 각 처리는 완전임의 배치하여 3반복으로 수행하였다.

처음 양액 급여를 시작한 10월 15일에 45주의 최아 된 주아를 대상으로 초장, 경경, 생체중과 건물중을 측정하였으며, 처리 후 2일, 7일, 그리고 12일차에 각

처리당 6주의 식물체를 수거, 동일 항목으로 생육조사 하였다. 처리 후 16일째 날인 2016년 10월 31일 식물체 전체를 수거하여 각 반복 처리당 8주의 식물체를 대상으로 초장, 엽초(葉鞘)장, 경경, 엽수, 엽장과 엽폭, 그리고 생체중과 건물중을 측정하였다. 또한 각 반복 처리당 14주의 식물체를 지정, 처리 후 2, 4, 7, 9, 그리고 11일 차에 초장을 측정하였다.

식물공장 내부의 환경은 온도 및 상대습도 센서(HMP45AC, Campbell Scientific, Logan UT, USA)를 이용, 측정된 결과 값을 온도는 히터(HV-7800, Hanvit System Co., Ltd., Korea)와 에어컨(HP-N239L, Samsung Electronics Co., Ltd., Korea), 상대습도는 가습기(NH-5, Hwajeun Eng., Korea)와 제습기(SG-M220S-4, Shinan Green-Tech Co., Ltd., Korea)를 이용하여 조절 하였다. 재배기간 동안의 실내온도는 14.2-23.6(평균 21.0)℃로, 상대습도는 39.7-69.7(평균 56.8)%로 조절 되었다. 광원은 평균 광량 $249 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 고휘도 LED 재배상을 이용, 12시간 일장으로 하였다.

배양액 농도에 따른 잎마늘의 엽록소 함량

먼저 엽록소의 함량을 측정하기 위해 0.1g의 잎을 40ml의 80%아세톤 용액에 넣어 24시간 이상 5℃에 저온저장 후 Homogenizer(PRO-200 Homogenizer, PRO Scientific Inc., Oxford, CT USA)를 이용 분쇄 후 원심분리기(Mega 21R Small high speed refrigerated centrifuge, Hanil Science Industrial, Korea)로 10000 rpm에서 25분간 원심분리 한 후 상등액을 채취, Syringe Filter (Chromafil Xtra PET-45/25 Syringe Filter, MACHEREY-NAGEL, Germany)를 이용하여 필터링 하였다. 본 시료를 Spectrophotometer(UV-2600 Spectrophotometer, Shimadzu, Japan)를 이용하여 663nm와 645nm의 파장에

서 흡광도를 측정, 아래의 식으로 엽록소 a와 b 그리고 총 엽록소 함량을 구하였다(Arnon, 1949).

$$\text{Chlorophyll a} = 12.7 A_{663} - 2.69 A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 22.9 A_{645} - 4.68 A_{663}$$

$$\text{Total Chlorophyll (a + b)} = 20.20 A_{645} + 8.02 A_{663}$$

온도 및 저장방법에 따른 잎마늘의 저장성

잎마늘의 수확 후 저장에 적합한 온도 및 포장 방법을 알아보기 위하여 10월 31일 수확된 식물체를 초기 무게를 측정, 2주간 24시간 간격으로 초기 무게 대비 무게 감소량을 측정하였다. 실험은 생육상(Multi-Room Chamber HB-302S-4H, HANBAEK Co., Korea)에서 수행하였고 온도 처리는 5℃의 저온 처리와 20℃의 상온 처리로 하였다. 피복 방법은 접시 위에 둔 완전 개방, 지퍼백을 이용한 완전 밀폐 처리와 10,000, 80,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹의 산소 투과도를 갖는 두 종류의 비천공 필름을 이용하였다. 각 처리는 4반복으로 수행되었다.

잎마늘에 대한 선호도 조사

잎마늘의 시장성에 대한 사전조사를 위해 수확된 잎 마늘을 이용, 제주특별시 노형동에 위치한 식당에서 대상자에게 썬 채소의 형식으로 조리되지 않은 잎 마늘을 제공 하였다. 식당에 방문한 소비자들을 대상으로 2014년 12월 29일부터 31일까지 수행하였으며, 이후 추가적인 데이터 수집을 위해 2016년 11월 1일부터 엽채소로서 제공하며 추가 설문을 진행하였다. 문항은 성별 및 연령, 그리고 마늘 잎에 대한 선호도 및 경험에 대한 4개의 질문으로 구성 하였으며 조사 문항은 다음과 같았다(Table 3-1). 최종적으로 설문에 응답한 대상자는 108명

이였으며 성별과 연령의 분포는 다음과 같았다(Table 3-2).

통계처리

자료의 통계처리는 SAS 9.4(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 통해 처리당 유의성을 검증하고 Sigma Plot 10.0(Systat Software Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다.

Table 3-1. Survey items for the preferences of garlic leaves.

Age	Gender	Responses	Question
≤19	Male	Extremely positive	1. Have eaten other parts of garlic.
20-29	Female	Positive	2. What about the image of leaf garlic?
30-39		Normal	3. Would you like to buy leaf garlic if it is sold?
40-49		Negative	4. After eating, what is the impression of leaf garlic?
50-59		Extremely negative	5. Please provide comments other than this questionnaire.
60≤			

Table 3-2. Distribution of respondents.

Personal variable		Number	Percentage (%)
Gender	Age		
Male	≤19	3	2.8
	20-29	3	2.8
	30-39	15	13.9
	40-49	26	24.1
	50-59	9	8.3
	60≤	1	0.9
Female	≤19	1	0.9
	20-29	17	15.7
	30-39	11	10.2
	40-49	17	15.7
	50-59	4	3.7
	60≤	1	0.9
Total		108	100

결과 및 고찰

배양액 농도에 따른 잎마늘의 생육

배양액의 농도에 따른 생육 차이를 확인하고자 수행한 실험의 마지막 날인 처리 후 16일차의 결과는 다음과 같았다(Table 3-3). 먼저 초장의 경우 배양액의 농도와 조성 모두의 영향을 받으며, 특히 농도의 영향을 보다 크게 받는 것으로 나타났다. 농도에 따른 분석 결과 2.0과 1.0dS · m⁻¹ 처리에서 평균 25.8, 25.3cm로 4.0dS · m⁻¹ 처리구의 22cm보다 유의하게 높게 나타났다. 양액의 조성에 따라서는 일본 원예시험장 배양액의 경우 평균 23.6cm로, 개발한 마늘 배양액의 평균 24.9cm보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 전체 처리구 중에서는 개발한 마늘 배양액의 1.0과 2.0dS · m⁻¹ 처리에서 가장 높게 나타났으며, 이후 일본원예시험장 배양액 1.0dS · m⁻¹ 처리에서 23.6cm, 개발 배양액 4.0dS · m⁻¹ 처리에서 22cm 순으로 나타났다. 마디의 생장을 의미하는 엽초장의 경우 모든 처리에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 최고 엽장의 경우 양액 조성에 따른 영향은 적었으며, 배양액의 농도에 따라서 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 초장의 경우와 마찬가지로 배양액 농도 1.0과 2.0dS · m⁻¹에서 높고 4.0dS · m⁻¹에서 14.6cm로 유의하게 낮게 나타났다. 양액 조성에 따라서는 일본 원예시험장의 경우 16cm로, 개발 배양액의 17.1cm에 비해 유의하게 낮게 나타났다. 처리에 따라서는 초장의 경우와 마찬가지로 개발한 마늘 배양액의 1.0과 2.0dS · m⁻¹ 처리에서 가장 높게 나타났으며, 이후 일본원예시험장 배양액 1.0dS · m⁻¹가 16cm, 개발 배양액 4.0dS · m⁻¹ 처리에서 14.6cm 순으로 나타났다.

Table 3-3. Growth characteristics of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments.

Nutrient solution	Concentration (dS · m ⁻¹)	Plant height (cm)	Length of leaf sheath		Leaf width (mm)	Number of leaves	Diameter (mm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
			Leaf length (cm)	Leaf width (mm)					
JHS ^z	1.0	23.6 b ^y	7.6	16.0 b	2.8 b	2.1	1.4 b	410 c	40 b
JNU	1.0	27.0 a	8.0	19.1 a	3.7 a	2.1	1.7 a	531 a	49 a
	2.0	25.8 a	7.8	17.8 a	3.0 b	2.3	1.4 c	458 b	42 b
	4.0	22.0 c	7.3	14.6 c	2.7 b	2.2	1.3 c	347 d	38 b
Significance ^x									
Nutrient solution (A)		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Concentration (B)		***	NS	***	*	NS	***	***	**
A x B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zJHS: Japanese Horticultural Station and JNU: Jeju National University

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^xNS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01, and 0.001, respectively.

엽폭의 경우 배양액의 조성보다는 농도의 영향을 크게 받으며, 양액 농도에 따라서는 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 농도에서 2.7mm로 가장 낮게 나타났다. 배양액 조성에 따라서는 초장과 엽장과 유사하게 일본원예시험장 배양액에서보다 개발배양액에서 높은 것으로 나타났다. 처리에 따라서는 개발배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 3.7mm로 가장 높았고, 여타 처리구에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 엽수의 경우 모든 처리구에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 경경의 경우 배양액의 조성에 따는 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 양액 농도에는 매우 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 1.6mm로 가장 크게 나타났고, $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 1.3mm로 가장 낮은 것을 알 수 있었다. 처리에 따라서는 개발배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 1.7mm로 가장 높았고, 2.0과 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 가장 낮게 나타났다.

생체중의 경우 양액 조성보다는 농도의 영향을 크게 받는 것으로 나타났으며, 초장과 유사한 패턴으로 농도의 경우 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 농도에서 낮고 양액 조성의 경우 개발 배양액에서 유의하게 높은 것으로 나타났다. 처리구에 따른 차이는 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 531mg으로 가장 높고, $2.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 458mg, 일본 원예시험장 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 410mg, 그리고 개발배양액 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 347mg으로 유의적인 차이가 나타났다. 마지막으로 건물중의 경우 배양액의 조성에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 양액의 농도에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 농도에서 44mg으로 가장 높게, $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 38mg으로 가장 낮게 나타났다. 처리에 따라서는 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 49mg으로 가장 높았으며, 여타 처리에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 따라서 모든 생육요소에서 가장 높게 나타난 개발된 마늘 전용 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리가 잎마늘 재배에 가장 적합한 것으로 판단된다.

본 결과는 고추냉이의 수경재배에서 품질과 생육을 고려할 때 적정 배양액의 농도는 $3.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이하가 적합하다는 이전의 연구와 유사하게 나타났다(Choi et al., 2011). 마찬가지로 양이온 분포도를 이용하여 개발한 백합과 전용 배양액을 이용하여 부추의 생육을 조사한 이전의 연구결과에 따르면 본 결과와 유사하게 식물체의 성분 함량을 기반으로 한 개발 배양액에서 생체중이 1.37배 높은 것으로 나타났다(Huang et al., 2007). 토양성분에 따른 마늘의 기능성 성분의 함량에 대한 Lee et al.(2008)의 연구에 따르면 pH, 유기물, 유효 인산 및 무기 성분이 높은 토양에서 Alliin과 total fructan 함량이 모두 높게 관측된 바 있어, 배양액의 농도 및 조성에 따른 잎마늘의 품질 특성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

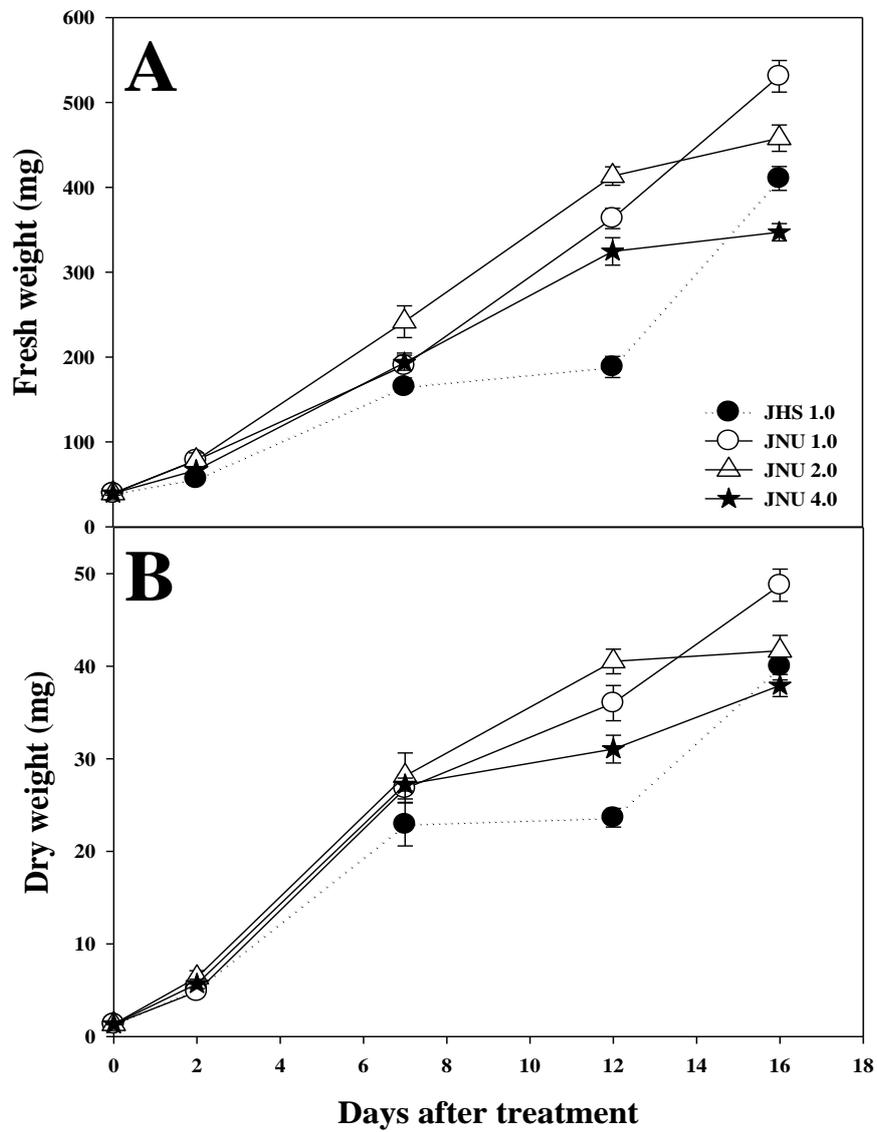


Fig. 3-1. Changes of fresh weight(A) and dry weight(B) of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments. Vertical bars represent the standard error(n=5). JHS; Japanese Horticultural Station and JNU: Jeju National University.

실험기간 동안의 생체중과 건물중의 변화는 Fig. 3-1과 같이 2일차부터 일본 원예시험장 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 낮았고, 개발한 전용 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 높았다(Fig. 3-1A). 그러나 6일째 날부터는 개발 배양액 $2.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 유의하게 높았으며 12일까지 유지 되다가 16일차에는 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 가 $2.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 보다 높아지는 경향을 보였다. 건물중의 경우 처리 후 12일차부터 유의한 차이가 나타나기 시작했으며, 일본원예시험장 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 가장 낮았다.

상대성장률(RGR)을 계산한 결과는 다음과 같았다(Fig. 3-2). 건물중의 경우 상대성장률은 모든 처리구에서 평균 $0.12\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ 로 유사하게 나타났고, 생체중은 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리구에서 $0.16\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ 으로 가장 높았다. 이는 여타 처리구보다 약 2.2배가량 높은 것으로, 생체중의 증가를 위해서는 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리가 가장 적합한 것으로 판단된다. 부추를 대상으로 백합과 전용 양액을 급여하여 생육의 차이를 측정한 이전 논문에 따르면 정식 후 31일째의 상대성장률이 전용 배양액에서 1.11배 높은 것으로 나타났다고 하였는데, 본 연구에서도 이와 유사하게 나타났다(Huang et al., 2007).

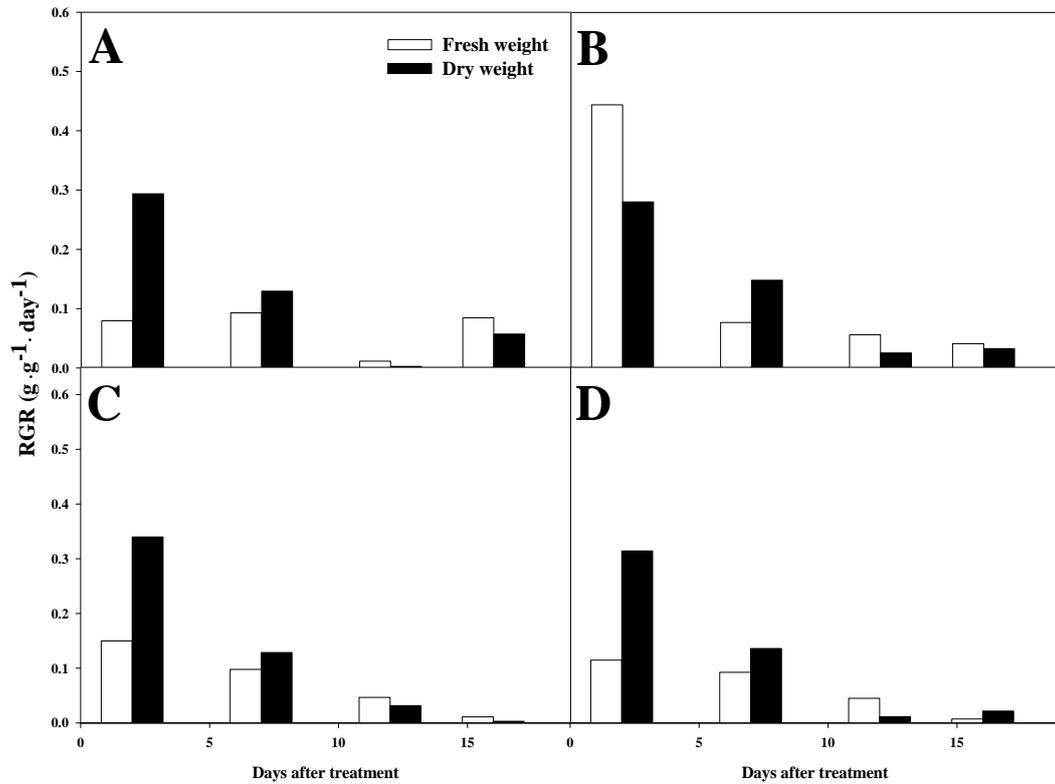


Fig. 3-2. Relative growth of fresh weight and dry weight of garlic leaf grown under different nutrient solutions and concentration treatments. (A); Japanese Horticultural Station 1.0 dS · m⁻¹, (B); Jeju National University 1.0 dS · m⁻¹ (C); Jeju National University 2.0 dS · m⁻¹, (D); Jeju National University 4.0 dS · m⁻¹.

반복구 당 14주의 식물체를 대상으로 초장을 측정 한 결과는 다음과 같다(Fig. 3-3.). 처리 4일 후 까지는 처리당 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 7일째 날 부터 개발 배양액 1.0dS · m⁻¹와 일본 원예시험장 배양액 1.0dS · m⁻¹처리구에서 높고 개발 배양액 2.0dS · m⁻¹처리구에서 낮게 나타났다. 이는 9일차까지 유지되 다가 11일차에는 개발배양액 1.0dS · m⁻¹처리가 가장 높고, 2.0dS · m⁻¹처리에서 가장 낮게 나타났다. 따라서 초장의 증가가 가장 빠른 개발 배양액 1.0dS · m⁻¹

처리가 재배에 가장 적합할 것으로 판단된다. 본 결과는 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리에서 가장 낮았던 식물체를 수거하여 관측한 결과와는(Table 3-3) 다소 상이하게 나타났는데, 이는 지정한 식물체 중 초장의 증가가 없거나 매우 적은 비상품성의 식물체가 포함되었기 때문으로 판단되었다.

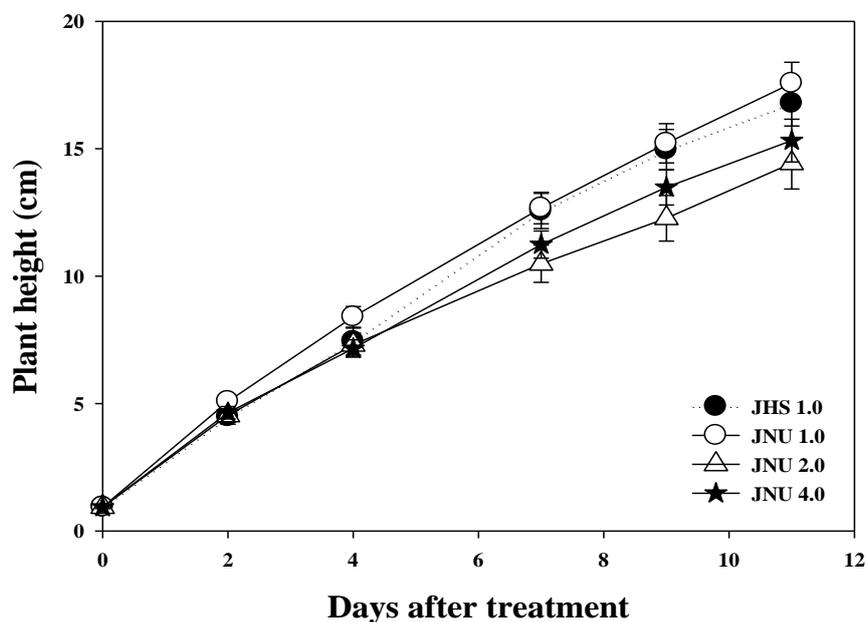


Fig. 3-3. Changes of plant heights grown under different nutrient solutions and concentration treatments. Vertical bars represent the standard error ($n=6$). JHS: Japanese Horticultural Station and JNU: Jeju National University.

각 처리당 엽록소 함량을 측정된 결과는 다음과 같았다(Table 3-4). Huang et al.(2007)의 실험에 의하면 부추에 백합과 전용 양액을 급여한 경우 원예연구소 배양액에 비해 엽록소 함량(SPAD value)이 보다 높게 나타났다. 또한 이

전의 연구에 의하면 식물공장에서 재배한 적축면 상추의 경우 배양액 농도가 높아짐에 따라 SPAD 수치도 점진적으로 증가하며, 엽록소 함량은 배양액 농도와 밀접하게 관련되어 있다고 하였다(Cha et al., 2012). 이처럼 많은 연구에서 엽록소 함량은 배양액 농도와 밀접한 관련이 있다고 하였으나, 본 연구에서는 배양액 조성 및 농도 처리에 따른 엽록소 함량의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 3-4. Chlorophyll content of garlic leaves grown under different nutrient solutions and concentration treatments.

Nutrient solution	Concentration (dS · m ⁻¹)	Chlorophyll	Chlorophyll	Total
		a (mg·g ⁻¹ FW)	b (mg·g ⁻¹ FW)	chlorophyll (mg·g ⁻¹ FW)
JHS ^z	1.0	1.81	0.67	2.54
JNU	1.0	2.12	0.74	2.87
	2.0	2.19	0.80	2.99
	4.0	2.15	0.79	2.94
Significance ^y				
Nutrient solution (A)		NS	NS	NS
Concentration (B)		NS	NS	NS
A x B		NS	NS	NS

^zJHS: Japanese Horticultural Station and JNU: Jeju National University

^yNS: Nonsignificant

따라서 본 실험의 결과에 따르면 생육이 가장 양호한 개발한 마늘 전용 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 가 재배에 가장 적합한 것으로 나타났다.

온도 및 저장방법에 따른 잎마늘의 저장성

수확 후 온도 및 포장 방법을 달리하여 저장 후 수분 손실율을 측정한 결과는 다음과 같았다(Fig. 3-4). 모든 온도 처리에서 저장 1일차부터 완전히 개방된 상태의 잎에서 수분 손실율이 가장 높았으며, $80,000\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$, $10,000\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$, 완전 밀폐 처리 순으로 나타났다.

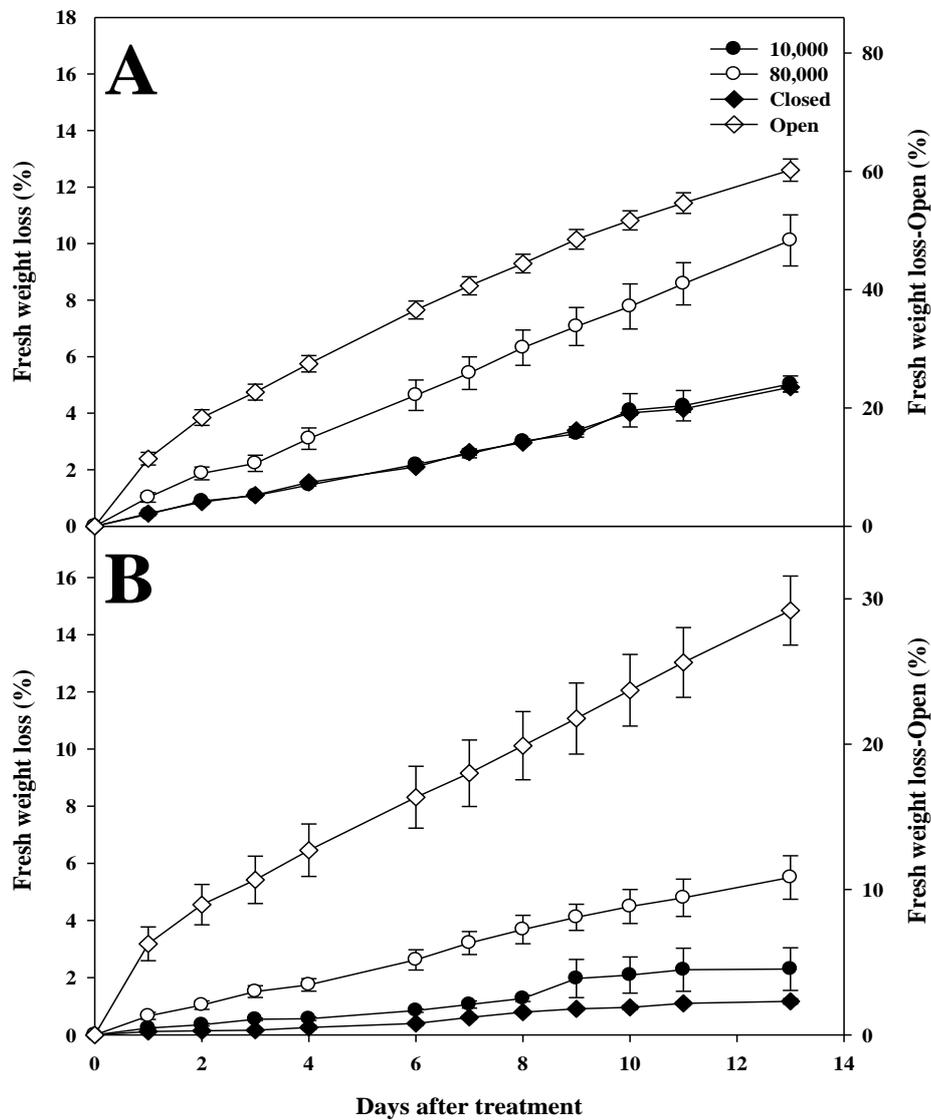


Fig. 3-4. Changes of fresh weight loss of garlic leaves at different packing materials and temperature. Vertical bars represent the standard error (n=4). (A); 20°C, (B); 5°C. 10,000; 10,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹, 80,000; 80,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹, closed: airtight bag, open: on the plate.

특히 20℃에서 개방 처리한 경우 저장 2일째부터 엽채류 생체중 감소 허용범 위 3-5%를 넘는 11.4%의 손실율을 나타냈다(Kays and Paull, 2004). 다른 20℃의 모든 포장 처리 또한 5℃처리 보다 수분 손실이 큰 것으로 나타났다. 저장 7일차인 2016년 11월 7일부터 20℃에 완전 개방하여 저장한 처리에서 잎 선단부가 갈변하며 마르는 증상이 나타났다. 또한 저장 8일차에는 20℃의 $80,000\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ 처리에서 선단부 마름 증상이 시작 되었고, $10,000\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ 과 밀폐 처리구에서 이취가 발생하고 곰팡이가 발생하기 시작하였다(자료 미제시).

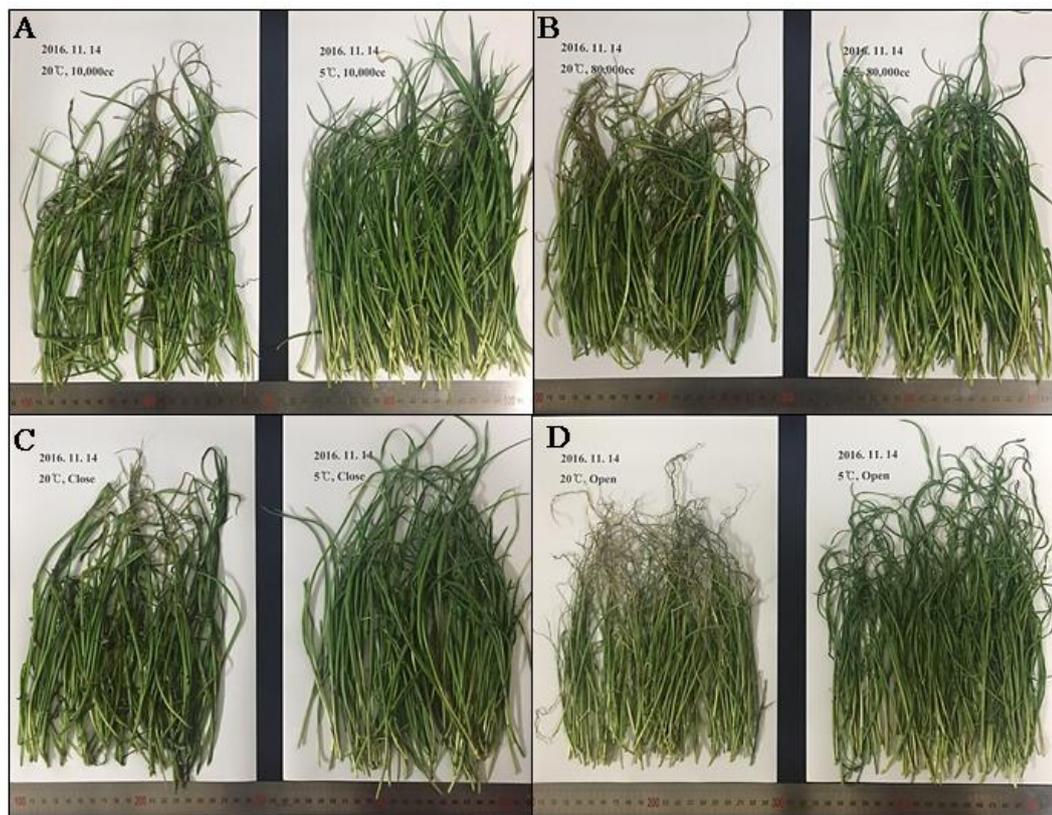


Fig. 3-5. Changes during 14 days after storage of garlic leaves. (A); $10,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$, (B); $80,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$, (C); airtight bag, (D); on the plate. Left: 20℃, right: 5℃.

14일간 저장 후 관측된 마늘잎은 다음과 같았다(Fig. 3-5). 모든 포장 처리에서 마르는 증상은 20℃에서 보다 심한 것으로 나타났고, 부패 진행 정도 또한 20℃에서 심한 것을 볼 수 있었다. 특히 밀폐처리와 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹처리구의 식물체가 가장 이취가 심하고 부패한 상태였다. 저장 14일차에 측정된 수분 손실율은 다음과 같았다(Table 3-5). 잎마늘의 수분 손실에는 온도와 포장처리, 그리고 상호 관계에서 모두 고도로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 20℃에서 수분 손실율이 평균 2.1%로 5℃처리구의 1.0%보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 포장 처리에 따라서는 완전 개방 처리가 평균 4.7%로 가장 높은 수분 손실을 나타냈고, 밀폐 처리구와 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹처리구는 각 0.3과 0.4%로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 전체 처리구 중에서는 개방상태의 20℃에서 평균 손실율 60.2%로 가장 높았고, 5℃에서의 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹와 밀폐처리구가 각 2.3, 1.2%로 가장 낮게 나타났다. 그러나 5℃의 밀폐처리에서는 부패가 시작한 반면, 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹처리구의 식물에서는 부패와 선단 마름이 발생하지 않은 점으로 보아 가장 적합한 처리로 판단되었다. 여러 엽채류를 대상으로 한 Jeong et al.(2014)의 실험 결과에 따르면 12℃와 상온(25℃)에서 모두 0.8-1.6% 미만으로 7일과 5일의 저장 기간 동안의 품질저하는 나타나지 않았다고 하였는데, 본 연구 결과는 같은 필름 처리에서도 저장 초기부터 온도간 수분 손실의 차이가 확연하게 나타났다. 반면 황화마늘잎을 대상으로 실험한 결과는 0℃ 및 5℃에서 저장할 경우 10℃에서보다 유의하게 감모율을 줄일 수 있다고 하였다. 또한 엽채류의 저장온도에 따른 차이에 대해 관능평가를 실시한 결과는 상추의 경우 실온 저장 시 저온 저장시 보다 빠르게 부패가 시작하며 이취가 발생하는 일자 또한 빠른 것으로 본 연구 결과와 유사하게 나타났다(Jeong et al., 2010).

Table 3-5. Fresh weight loss on garlic leaves at different packing materials and temperature.

Package ^z	Temperature (°C)	Fresh weight loss (%)
Open	20	60.2 a ^y
	5	29.2 b
Closed	20	4.9 d
	5	1.2 e
10,000	20	5.0 d
	5	2.3 de
80,000	20	10.1 c
	5	5.5 d
Significance ^x		
Package (A)		***
Temperature (B)		***
A x B		***

^z10,000: 10,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹, 80,000: 80,000 cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹, closed: airtight bag, open: plate

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

^x*** Significant at $P \leq 0.001$.

비천공 필름의 종류에 따라 실험한 결과 5, 7일 동안의 생체중 감소로 인한 품질 저하는 없는 것으로 나타났으며 작물과 온도에 따라 차이는 있으나 10,000과 20,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 필름이 적합하다는 Jeong et al.(2014)의 연구 결과는 14일간 저장한 본 연구에서 또한 마찬가지였다. 따라서 결론적으로 잎마늘의 저장에는 5℃에서 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 필름으로 포장하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

잎마늘에 대한 선호도 조사

잎마늘은 매운맛과 향이 강하기 때문에 선호도에 대한 조사가 필요할 것으로 판단되었고, 수행한 설문조사 결과는 다음과 같았다(Fig. 3-6).

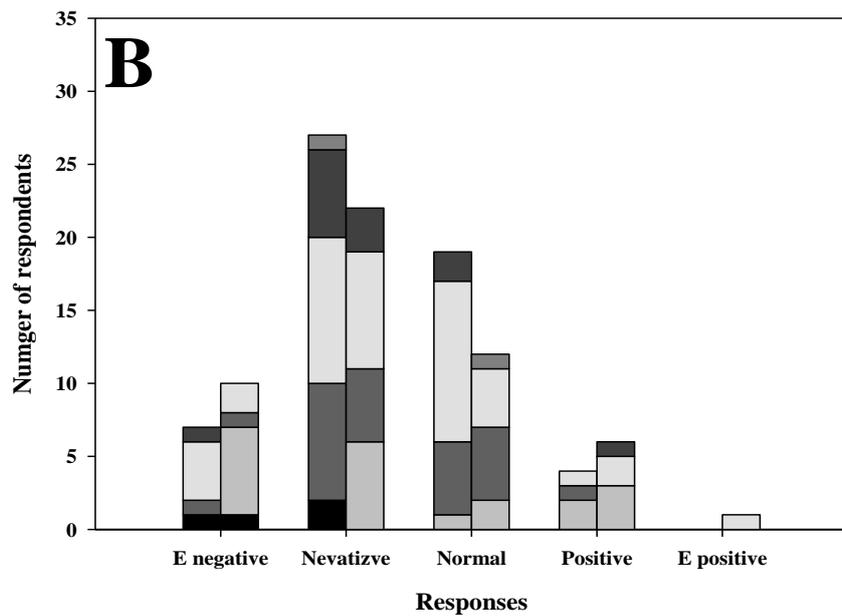
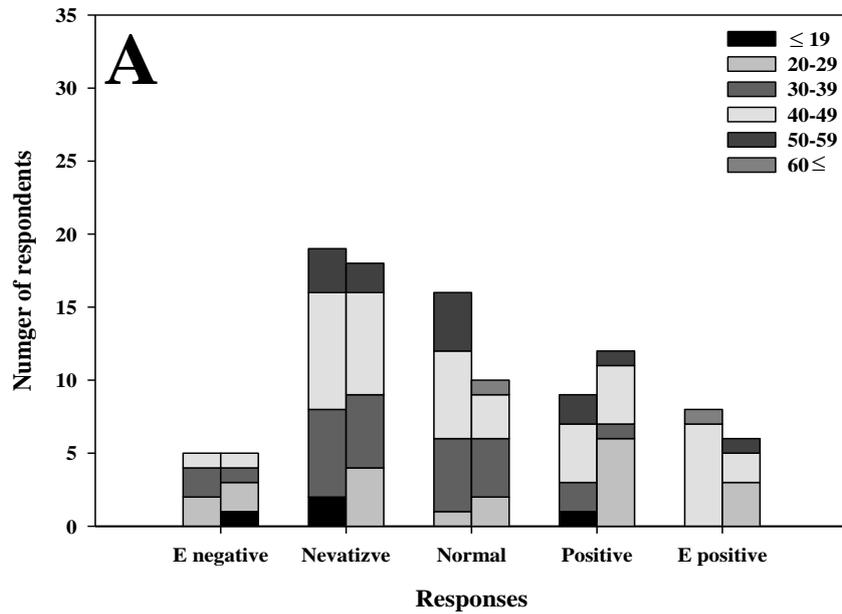


Fig. 3-6. Responses of a questionnaire about garlic leaf when before tasting. (A); responses of question 1, (B); responses of question 2. Left bar: male, Right bar: female. E negative; extremely negative, E positive; extremely positive.

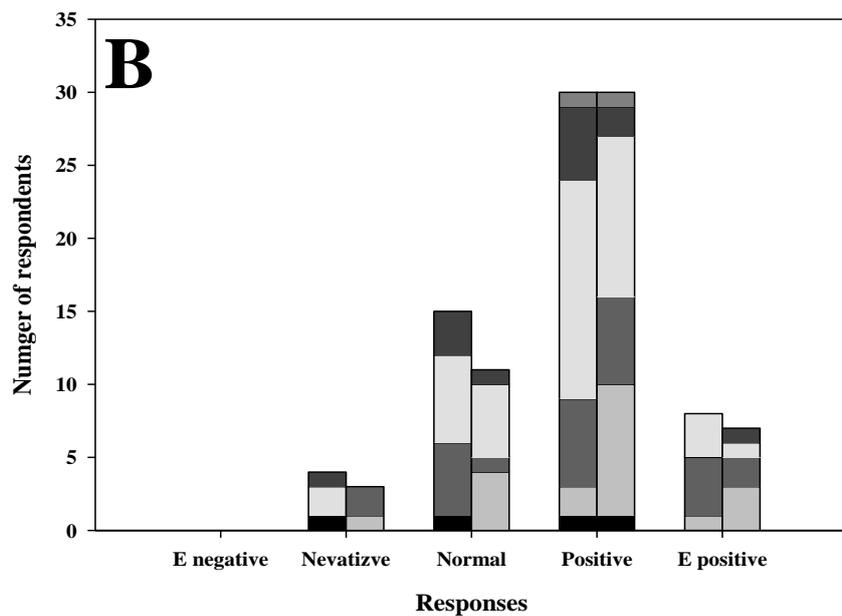
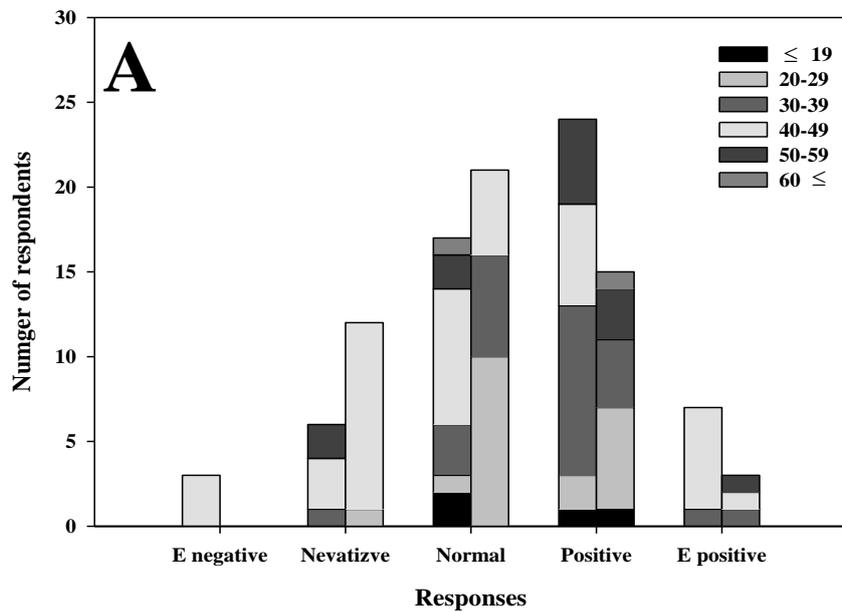


Fig. 3-7. Responses of a questionnaire about garlic leaf when after tasting. (A); responses of question 3, (B); responses of question 4. Left bar: male, Right bar: female. E negative; extremely negative, E positive; extremely positive.

마늘의 인편 외 다른 부위를 접해본 경험에 대한 질문인 1번 문항의 경우 부정적인 답변이 43.6%로 가장 높게 나타났다(Fig. 3-6A). 그러나 40대 남성의 경우 긍정적인 응답자의 비율이 높았으며, 마늘종, 풋마늘 등을 이용한 경험이 있다고 답했다. 마늘 싹의 이미지에 대한 질문인 2번 문항의 경우 부정적인 응답이 61.1%로 긍정적 응답의 10.2%에 비해 월등히 높게 나타났다(Fig. 3-6B). 그러나 잎마늘을 제공한 이후 질문한 구매의사에 대한 질문에 대해서는 긍정적인 응답의 비율이 45.4%로, 부정적 응답의 19.5%보다 높은 것으로 나타났다(Fig. 3-7A). 특히 40대 남성의 경우 절반이상이 긍정적인 응답을 하였으나, 같은 연령대인 40대 여성의 경우 부정적인 응답의 비율이 보다 높았다. 시식한 잎마늘에 대한 선호도를 묻는 마지막 문항의 경우 긍정적인 응답이 69.5%로, 부정적 응답의 6.5%보다 월등히 높았다(Fig. 3-7B). 여타 의견은 부추와 유사한 외형이면서 맛과 향이 보다 강하기 때문에 쌈채소 뿐만 아니라 부추의 대용 식품으로서의 가능성에 대한 긍정적인 의견이 있었다. 또한 매운맛 특성은 달래와도 유사하기 때문에 무침 등으로 활용 가능할 것이라는 의견도 있었다. 반면 부추와 차이가 없는 용도와 형태로 인해 가격 경쟁력이나 고급화 전략에 대한 우려의 의견도 있었다. 이러한 결과에 따르면 잎마늘을 접해본 경험은 적은 편이며, 때문에 사전 이미지는 좋지 않았으나 시식 후에는 선호도 및 구매의사에서 긍정적 답변이 높은 결과가 나타나 시장가치가 높을 것으로 사료된다.

초 록

본 연구는 마늘의 새로운 이용 형태인 잎마늘 생산에 가장 적합한 배양액의 농도와 유통에 적합한 저장방법을 구명하고, 선호도 조사를 통해 시장가치 유무를 판단하고자 수행되었다. 먼저 배양액 농도에 따른 생육의 차이를 알아보고자 완전제어형 식물공장에서 일본 원예시험장 배양액 EC $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 농도와 개발한 마늘 전용 배양액 EC 1.0, 2.0, 그리고 $4.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 농도로 하여 16일간 재배 후 생육 항목을 측정, 비교분석 하였다. 이후 수확된 잎마늘을 대상으로 초기 무게를 측정, 2주간 초기 무게 대비 무게 감소량을 측정하였다. 온도 처리는 5°C 의 저온 처리와 20°C 의 상온 처리로 하였고, 피복 방법은 접시 위에 둔 완전 개방, 지퍼백을 이용한 완전 밀폐 처리와 $10,000, 80,000\text{cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ 의 산소 투과도를 갖는 두 종류의 비천공 필름을 이용하였다. 마지막으로 잎마늘의 시장성에 대한 사전조사를 위해 수확된 잎 마늘을 이용, 쌈 채소의 형식으로 조리되지 않은 잎 마늘을 제공하였다. 이후 4개의 질문으로 구성된 설문지를 통해 최종적으로 설문에 응답한 대상자 108명의 선호도를 조사하였다. 16일차에 측정한 모든 생육 항목은 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 가장 높았으며, 상대성장률(RGR)은 건물중의 경우 모든 처리구에서 평균 $0.12\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ 로 유사하게 나타났고, 생체중의 상대 성장율은 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리구에서 $0.16\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ 으로 가장 높았다. 이는 여타 처리구보다 약 2.2배가량 높은 것으로, 생체중의 증가를 위해서는 개발 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 처리가 가장 적합한 것으로 판단된다. 그러나 배양액 조성 및 농도 처리에 따른 엽록소 함량에서는 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험의 결과에 따르면 생육이 가장 양호한 개발한 마늘 전용 배양액 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 가 재배에 가장 적합한

것으로 나타났다. 잎마늘의 저장 방법의 경우 5℃에서 20℃보다 수분 손실율이 적었으며, 부패 또한 늦는 것으로 나타났다. 포장재에 따라서는 개방처리, 80,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹처리, 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 처리, 그리고 완전 밀폐처리 순으로 수분손실이 컸으나 완전 밀폐처리에서는 부패가 발생되었다. 따라서 결론적으로 잎마늘의 저장에는 5℃에서 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 필름으로 포장하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다. 선호도 조사 결과 시식 이전에 질문한 이미지에 대해서는 부정적인 응답 비율이 높았으나, 이후의 선호도와 구매의사를 묻는 질문에서는 긍정적 답변의 비율이 높았다. 기타 의견은 부추의 대용 식품으로서의 가능성에 대한 긍정적인 의견이 있었으나, 부추와 차이가 없는 용도와 형태로 인해 가격 경쟁력이나 고급화 전략에 대한 우려의 의견도 있었다. 이러한 결과에 따르면 잎마늘을 접해본 경험은 적은 편이며, 때문에 사전 이미지는 좋지 않았으나 시식 후에는 선호도 및 구매의사에서 긍정적 답변이 높은 결과가 나타나 시장가치가 높을 것으로 사료된다.

추가 주요어: 배양액, 비천공 필름, 선호도 조사, 식물공장

인용문헌

- Arnon DI** (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24:1-15
- Ahn YK, Choi GL, Choi HS** (2010) Productivity of seed garlic using garlic bulbils as affected by planting dates and storage temperatures. Korean J Horti Sci 28:959-963
- Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, Baker RA** (1995) Edible coating for lightly processed fruits and vegetables. HortScience 30: 35-37.
- Cha MK, Kim JS, Cho YY** (2012) Growth response of lettuce to various levels of EC and light intensity in plant factory. J Bio-Env Con 21: 305-311
- Choi HK, Sohn IB, Noh YC, Choi YJ, Chang IG** (2013) Fabrication of breathable film using laser pulses. J Korean Soc Precis Eng 30:409-413
- Choi HS, Yang EY, Chae WB, Kwack YB, Kim HL** (2009) Effect of soil temperature, seedtime, and fertilization rate on the secondary growth in the cultivation of the big bulbils of Namdo garlic (*Allium sativum* L.). J Bio-Env Con 18:454-459
- Choi KY, Lee YB, Cho YY** (2011) Allyl-isothiocyanate content and

physiological responses of *Wasabia japonica* Matusum as affected by different EC levels in hydroponics. Korean J Hortic Sci 29:311–316

Choi ST, Bae RN, Chung DG, Lim CI, Cheong SR, Chang KS (2005) Quality characteristics and maintenance of etiolated garlic leaf. Korean J Hortic Sci 23:6–11

Chun HJ, Paik JE (1997) Effect of heat treatment of garlic added diet on the blood of spontaneously hypertension rat. J Korean Soc Food Sci Nutr 26:103–108

Heo JW, Lee YB, Chang YS, Lee JT, Lee DB (2010) Effects of light quality and lighting type using an LED chamber system on chrysanthemum growth and development cultured in vitro. Korean J Environ Agr 29:374–380

Hong SM, Choi IL, Yoon HS, Jeong MJ, Baek JP, Kim IS, Kang HM (2014) Effect of laser ablation OTR films on the storability of chicory in MA storage. J Bio-Env Con 23:255–256

Huang HZ, Zhang CH, Yang EY, Lee SG, Choi KY, Yun AK (2007) Effect of nutrient solution for hydroponics of *Liliaceae* leaf vegetables on the amount of ascorbic acid in Chinese chive. J Bio-Env Con 16:222–227

Huxsoll CC, Bolin HR (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. Food Technol 43: 124–128.

- Hwang JM, Chung JH, Park SK** (1986) Yield performance test of virus-free garlic seed bulb (*Allium sativum* L.). Res Rep RDA 28:24-31
- Hwang JM, Kim JI, Oh SM, Uhm JS, Ha HT** (2004) Field test of virus-free seed garlic derived from tissue culture. Korean J Hortic Sci 22:411- 415
- Jeong CS, Choi IL, Hong SM, Yoon HS, Beak JP, Kang HM** (2014) Effects of laser ablation OTR films on the storability of several leaf vegetables in modified atmosphere condition in different storage temperatures. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences 26:70-76
- Jeong CS, Um GJ, Park JN** (2010) Changes of storage temperatures on the physiological characteristics in leafy vegetables. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences 22:33-41
- Jung JY, Shin SH, Choi JH, Jeong MC** (2008) Browning and quality changes of fresh-cut iceberg lettuce by gas flushing packaging. Korean J Hortic Sci 26: 406-412.
- Kang HM, Choi IL, Kim IS** (2008) Comparison packing materials for proper MAP of mixed sprout vegetables. J Bio-Env Con 17:226-230
- Kim MY, Chung SK** (1997) Analysis of nutritional and volatile flavor compounds of garlic shoot. Korean J Food Preserv 4:61-68
- KOSIS** (2015) Open field vegetable cultivation area. 1975-2016

Lee GJ, Heo JW, Kim HH, Jung CR, Kim DE, Nam SY (2016) Effects of artificial light sources on growth and yield of *Peucedanum japonicum* hydroponically grown in plant factory. Protected Hortic Plant Fac 25:16–23

Lee HO, Kim JY, Yoon DH, Cha HS, Kim GH, Kim BS (2009) Microbial contamination in a fresh-cut onion processing facility. Korean J Food Preserv 16: 567–572.

Lee JE, Cha WC (2015) An analysis of the professional's cognition regarding the plant factory feasibility. J Digital Convergence 89–97

Lee JM, Cha TY, Kim SH, Kwon TK, Kwon JH, Lee SH (2007) Monitoring on extraction conditions for physicochemical qualities of ethanol extract from garlic. J Korean Soc Food Sci Nutr 36:1198–1204

Lee JS, Lee HE, Lee YS, Chun CH (2008) Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. Korean J Food Preserv 15: 630–634.

Lee MK, Park JS, Na HS (2005) Proximate compositions of green garlic powder and microbiological properties of bread with green garlic. Korean J Food Preserv 12:95–100

Lee YK, Sin HM, Woo KS, Hwang IG, Kang TS, Jeong HS (2008) Relationship between functional quality of garlic and soil composition. Korean J Food Sci Technol 40:31–35

- Nam SS, Choi IH, Bea SK, Bang JK (2005) Effect of planting dates and planting density using large bulbils for seed clove production of garlic 'Namdo' in southern regions. Korean J Hortic Sci 23:265-268
- Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ (2004) Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. J Korean Soc Food Sci Nutr 17:237-245
- Woo JK, Suh HD, Cho YC, Eun MY (1982) Physio-ecological studies for stabilizing garlic production. Res Rept RDA pp7-10

초 록

본 연구는 마늘의 주아를 재배하여 새로운 형태의 잎 채소를 개발하고자 수행되었다. 첫 번째 연구에서는 잎마늘 생산에 적절한 주아 크기 및 형태를 구명하고자 하였다. 먼저 0.2g을 기준으로 대주아와 소주아로 나누어 재식밀도를 달리 하여 치상 후 발아와 생장을 관측 하였다. 이후 주아 크기와 무게를 측정, 이를 5가지의 범례로 나누어 발아율을 측정하였다. 두 번째 연구는 발아율의 감소 없이 오염 발생을 최소화하기 위한 주아의 적정 소독 방법 및 발아온도를 알아보하고자 하였다. 먼저 주아 소독을 위해 1.0-4.0%의 NaOCl에 15-60분 동안 침지 처리 및 1, 2와 4시간 동안 UV를 조사 후 발아와 오염을 관측하였다. 마지막으로 2.0%의 NaOCl에 45분간 침지하여 소독 후 20, 25와 30℃의 온도에서 발아와 오염을 관측하였다. 마지막 연구는 마늘잎 재배에 가장 적합한 배양액의 농도와 유통에 적합한 저장방법을 구명하고, 선호도 조사를 통해 시장가치 유무를 판단하고자 수행되었다. 먼저 완전제어형 식물공장에서 배양액 JHS EC 1.0dS · m⁻¹와 JNU EC 1.0, 2.0, 그리고 4.0dS · m⁻¹의 농도에서 재배 후 생육을 측정하였다. 이후 수확된 잎을 완전 개방, 완전 밀폐 처리, 그리고 두 종류의 비천공 필름을 이용하여 피복 후 5℃와 20℃에 저장하여 생체중 감소를 측정하였다. 마지막으로 마늘 잎을 제공하여 설문지를 통해 시식 전 후의 선호도를 조사하였다. 첫 번째 연구 결과, 발아율과 수확량 모두 대주아가 높았다. 주아의 형태의 경우 폭은 생체중, 건물중과 정의 상관을 나타내었고, 발아율의 증가는 생체중과 폭에 정의 상관을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 본 결과를 종합하면 0.2g 이상의 주아를 18,240bulbils/m²의 재식밀도로 재배하는 것이 좋은데, 보다 크고 두꺼운 주아를 이용하면 보다 높은 발아율을 얻을 수 있다. 두 번째 연구의 결과, 발

아울의 감소 없이 오염을 방지하기 위해서는 UV보다는 NaOCl이 효과적이며, 발아율과 오염률을 고려하면 2.0-3.0% NaOCl와 30-45분 침지 처리가 적합한 것으로 나타났다. 온도의 경우 증가할수록 발아율이 감소하고 오염이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 주아의 발아 중 오염발생을 최소화하기 위해서는 2.0% NaOCl에 45분 또는 3.0% NaOCl에 30분 침지 하여 소독 후 20℃의 온도에서 발아시키는 것이 적합하다. 마지막 연구 결과, 생육 항목은 JNU 배양액 1.0 dS · m⁻¹에서 가장 높았다. 저장 방법의 경우 온도는 5℃에서 20℃보다 수분 손실율이 적었으며, 포장재에 따라서는 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 처리와 완전 밀폐처리가 수분감소가 낮았다. 그러나 완전 밀폐처리에서는 부패가 발생되어 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 필름으로 포장하여 5℃에 저장하는 것이 적합하다. 선호도 조사 결과 시식 이전의 이미지는 부정적이었으나, 시식 후 선호도와 구매의사는 긍정적인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 결과, 마늘 주아를 이용하여 잎 채소를 생산할 때에는 0.2g 이상이되, 보다 무겁고 두꺼운 주아를 이용하는 것이 적합하며, 발아 중 오염을 최소화하기 위해서는 NaOCl 용액을 이용, 2%에 45분 혹은 3%에 30분 침지하여 소독 후 20℃에서 발아시키는 것이 적합하다. 발아 이후엔 JNU 배양액 1.0dS · m⁻¹으로하여 재배하는 것이 적합하며, 수확 후에는 10,000cc · m⁻² · day⁻¹ · atm⁻¹ 필름으로 포장하여 5℃에 저장하는 것이 유리하다. 마지막으로 선호도 조사결과 시식 후 긍정적인 답변의 비율이 높게 나타났으므로 시장가치가 있을 것으로 판단된다.

추가 주요어: 남도마늘, 배양액, 비천공 필름, 선호도 조사, 식물공장, NaOCl, UV, 주아 형태