

김치용 배추의 수경재배에 관한 연구

한덕철 · 문성원 · 김혜자 · 조재선¹
(주)한화유통 김치연구소, ¹경희대학교 생명과학부

A study on the hydroponic cultivation of Chinese cabbage for *kimchi*

Duck-Chul Han[†], Sung-Won Moon, Hye-Ja Kim and Jae-Sun Jo
Kimchi Research Institute, Hanwha Stores Company Ltd.
College of Life Science and Biotechnology, Kyunghee University

Abstract

Hydroponic cultivation is a technology of raising crops without use of soil. Generally farmers use the method of DFT(deep flow technology)to grow leafy or fruity vegetables; however, systematic and scientific researches are insufficient on this matter. This study investigated the possibility of cultivating Chinese cabbage steadily year long by using the method of DFT.

Chinese cabbage was cultivated hydroponically with and without Ge addition, used to prepare *kimchi*, and the chemical and microbiological characteristics of *kimchi* were compared. The basic hydroponic cultivation condition was as follows: 30 days after seeding, the raised seeds were moved to a hydroponic bed and given underground water for 3 days so the roots grow normally. Standard nutrient solution was provided and the early electric conductivity concentration was maintained between 1.5~2.5 thickness. The temperature of the solution was maintained between 10~25°C to allow the growth of Chinese cabbage. When soil-cultivated, organically cultivated and hydroponically cultivated Chinese cabbages were compared, hydroponically cultivated cabbages were smaller in size and showed less ability to build up and fold leaves into a head, but showed better quality than organically cultivated cabbages. The contents of protein and fat showed no significant differences. The contents of water, Ca, P, Fe, Vitamin A and Niacin were higher in control and Ge-added cabbages compared with soil-grown cabbage. There was no difference between soil-cultivated Chinese cabbage *kimchi* and hydroponically cultivated Chinese cabbage *kimchi*.

Key word : Hydroponic cultivation, Chinese cabbage, DFT(deep flow technology), Ge

1. 서 론

배추의 연중 생산량은 봄배추 출하기인 6월과 김장배추 출하기인 11월에 집중되어 있고, 상대적으로 월동배추의 출하기 이후인 3~4월과 여름배추 출하 종료기인 8~9월에는 생산량이 적다. 따라서 연중 배추가격의 등락폭이 커져 김치제조공장에서는 연중 원활한 배추수급체계가 확립되지 않아 김치생산에 많은 어려움을 안고 있는 실정이다.

채소의 재배는 자연환경에 대한 의존도가 매우 큰데 이러한 자연의존도를 줄이고 신선한 원예작물을 연중 안정적으로 공급하고자 하는 노력의 하나로 식물의 주변환경을 인위적으로 제어하는 시설원예에 대한 관심이 점차 증가하여 왔다. 그러한 노력의 하나로써 根圈의 주변환경이 이질적(heterogeneous)이고 복잡한 토양이 아니고, 동질적(homogeneous)이면서 단순한 배지로써 根圈環境을 인위적으로 제어할 수 있는 무토재배(soilless culture)¹⁾가 개발되었다.

최근에는 보다 동질적이며 물리, 화학적 성질의 조절이 용이한 물을 배지로 채택한 水耕(hydroponics)이 각광 받게 되었다.

수경재배는 토양없이 식물을 재배하는 기술로서 이 기술은 식물의 영양생리연구를 목적으로 실험실

Corresponding author: Duck-Chul Han, Kimchi Research Institute, Hanwha Stores Company Ltd., Seoul 138-791, Korea
Tel: 02-410-7820
Fax: 02-410-7749
E-mail : hshandch@hanwha.co.kr

수준에서 이루어지던 것을 실제재배에 이용하려는 시도로써 미국의 Gericke가 1929년 10m이상의 栽培床을 제작하고 2acres 정도의 대단위 시설에서 수경재배의 가능성을 시험하였고, 계속해서 모래, 톱밥, 벚짖, 토양 등을 종자의 발아와 묘의 지지를 위한 배지로 사용하여, 각각의 장단점을 비교하였다²⁾. 이 과정에서 그는 수경재배를 hydroponics라고 하였다. 이말은 그리스어로 hydro는 물, ponos는 움직인다는 말인데 이 두 단어를 합하여 만든 말로서 움직이는 물이라는 말이다.

수경재배법은 공급된 양액이 사용 후 배수되는 open system과 배수액을 다시 모아 사용하는 closed system으로 大別되는데³⁾, Stoughton은⁴⁾ 이 기본적인 system을 변형시킨 cascade system, flume system, automated syphon system 등을 만들었다. NFT (Nutrient Film Technique)는 1966년 Cooper에 의해 고안된 이래⁵⁾, 1970년대 덴마크에서 발달하기 시작한 rockwool耕과 함께 전세계적으로 널리 사용되어왔다. 비교적 최근에 개발된 噴霧耕(aeroponics)도 Vincenzoni⁶⁾, Nir⁷⁾ 등의 여러 학자들에 의해 실용화의 연구가 활발히 진행되고 있다.

수경재배방법은 지속적인 기술보급의 결과로 1980년 이후 수경재배면적이 꾸준히 증가하였는데, 일반 농가에서는 주로 DFT(Deep Flow Technology)를 이용하여 엽채류 및 과채류 등을 재배하고 있으나, 체계적이고 학문적인 연구는 아직 미흡한 실정이다.

또한 Ge(게르마늄)는 회백색의 광택을 가진 반금속원소로 이미 항암치료제 및 각종 통증치료제로 각광을 받아 왔으며, 인체내에서 산소를 공급하여 혈액순환을 촉진하고, 체내에 정화작용을 하여 체내에 쌓여있는 유해물질을 체외로 배출시키는 작용을 한다.

본 실험에서는 연중 안정적 생산이 되지 않는 배추를 수경재배의 방법중에서 담액경 (DFT)을 사용하여 수경배추 생산 가능성을 실험하고 Ge(게르마늄)도 적용해 보고자 한다. 배추가 고온기에 평지에서 생산된다면 농가소득 증대와 연중생산체계 확립이 가능하게 되기 때문에 고랭지에서만 적용되는 작형을 내서성이 강한 품종을 이용하여 평지에서 단경기 생산성을 시험하고 아울러 연중 생산체계 확립의 가능성을 타진하고자 한다. 또한 재배된 수경배추를 원재료로 하는 수경배추김치의 절임조건, 양념배합비 등을 정하여 수경배추김치의 이화학적, 미생물학적 특성을 규명하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재배상의 구조

재배상은 모두 styren plate로 구성되었고, 이 규격은 1×10×0.30m(W×L×D)이다. 재배상의 양액통은 용량 100L의 FRP제품을 사용하였다.

양액의 순환을 위해 순환 펌프(125w 한일)를 달고 중간에 위치한 밸브로 부피흐름율(volume flow rate)을 약 55L/h로 조절하여 순환하도록 하였다. 양액순환에 필요한 배관은 직경 16mm PVC를 사용하였다. 재배상의 양액수위는 재배상에서 5cm 높이로 유지하였다. (본 실험은 (주)한화유통의 수농연구소(용인 소재)에서 폭 10m, 길이 70m, 크기의 유리를 이용한 알루미늄 하우스와 (주)한화유통의 김치연구소(서울 소재)에서 수행하였다.)

2. 수경배추의 재배

파종 후 30일 키운 육묘를 재배판에 정식한 후 70일간 재배하여 수경배추를 생산하였다. 실험에 사용한 양액의 성분은 Table 1과 같다.

본 실험에 앞서 배추의 생육에 가장 알맞은 pH 범위를 측정하고자 예비실험을 실시한 결과 pH 6에서 가장 좋은 성장을 보였다. 따라서 이후의 모든 실험에서는 pH를 6.0±0.1로 조절하여 사용하였다. 또한 전기전도도(Electric conductivity, EC)는 생육초기에는 1.5~2.0으로 증기 이후에는 2.5로 조절하였다. 생육기간중 온도는 최저 10°C에서 최고 25°C까지로 유지하였다.

3. 생육조사

배추를 정식 후 5일 간격으로 15회에 걸쳐 엽장, 엽폭, 엽수 등을 조사하였다.

Table 1. Composition of nutrient solution

Component	Amount(mg/l)
KNO ₃	250
MgSO ₄ · 7H ₂ O	260
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	450
NH ₄ H ₂ PO ₄	55
Fe-EDTA	20
H ₃ BO ₃	3
MnSO ₄ · H ₂ O	0.22
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.22
CuSO ₄	0.25

4. 영양성분 및 무기이온 분석

재배한 배추에 함유되어 있는 무기이온을 정량하기 위해 수확 후에 잎을 채취하여 건조시키고, 건물 1g을 hot plate 위에서 진한염산과 24시간, ternary solution(conc. HNO₃ 750ml + 60% HClO₄ 300ml)과 24시간 동안 반응시켰다. 그 후 Vandafate법⁸⁾으로 470nm에서 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 인산을 정량하였고, K, Ca, Mg등은 원자흡광광도계를 사용하여 측정하였다.

5. 수경배추김치의 제조 및 실험방법

1) 수경배추김치의 제조

김치 양념성분과 그 분량비는 Table 2와 같게 하였고, 김치제조는 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 배추의 식용할 수 없는 외엽과 근부를 제거하여 8%(w/v) 소금물에 9시간 염지시킨 후 흐르는 물에 세척하여 탈수시켰다. 배추의 최종 염농도는 3%로 조절하였으며⁹⁾, 이 때의 염농도는 Mohr법¹⁰⁾으로 측정하였다. 일반적인 김치공장의 배추 절임조건은 염농도 10%에서 15시간 절임을 기본으로 하는데 수경배추의 절임조건은 노지배추에 비해 배추조직이 연하고 수분함량이 많아 염농도 8%에서 9시간 절임 다음 수경배추를 절정하였다. 양념배합비는 예비 실험을 통하여 정하였고, 설정된 배합비 및 제조방법에 의해 제조한 김치는 5°C에서 저온 숙성하였다.

2) pH 측정

발효 중인 각 시료 김치를 blender로 간 후 가아 세로 걸러 여액의 pH를 digital pH/ion meter(동우기기 model DP-215M)를 사용하여 측정하였다.

3) 총산함량 측정

pH 측정시 사용된 여액을 다시 여과지(Whatman No.1)로 4°C에서 걸러 맑게 한 즙액 3ml를 취해 증류수로 20배 희석하고 glass electrode method⁸⁾에 따라서 0.05N-NaOH 용액으로 pH 8.20±0.05까지 적정하여 소비된 알칼리의 ml수를 젖산의 양(%)으로 환산하였다.

4) 미생물학적 특성

(1) 총균수 측정

blending하기 전의 시료즙액 1ml를 취해 적절히 희석한 후 총균을 Plate Count Agar에 평판주거법에 의해 접종하고 총균의 경우 30°C에서 48시간 배양한 후 나타난 집락수로 표시하였다.

Table 2. Recipe of Chinese cabbage kimchi

Ingredients	Amount (%)	Ingredients	Amount (%)
Salted Chinese cabbage	77.03	Welsh onion(large type)	1.27
Radish	13.04	Welsh onion(medium type)	1.27
Red pepper	2.58	Fermented shrimp sauce	1.70
Garlic	1.54	Fermented anchovy sauce	0.70
Ginger	0.42	Sugar	0.45

(2) *Leuconostoc*속 젖산균수 측정

시료즙액 1ml를 적절히 희석한 후 *Leuconostoc*속 젖산균은 sodium azide-sucrose배지¹¹⁾에 평판주거법에 의해 접종하여 30°C에서 72시간 배양시킨 후¹²⁾ 거대 colony(dextran formative colony)로 나타나는 집락수로 표시하였다.

(3) *Lactobacillus*속 젖산균수 측정

시료즙액 1ml를 적절히 희석한 후 *Lactobacilli* 숫자를 ethanol이 7% 첨가된 Modified Rogosa SL Broth¹³⁾를 이용해 30°C에서 72시간 배양한 후 Most Probable Number(MPN)법으로 측정했다.

III. 결과 및 고찰

1. 수경배추의 생육비교 및 성분분석

파종하여 30일 키운 육묘를 수경베드에 정식한 후 기본양액과 E.C를 조절하면서 70일간 재배하여 수경배추를 생산하였다. EC 농도는 생육기간에 따라 1.5~2.5까지로 조절하였고 온도는 생육기간 중 최저 10°C 에서 최고 25°C까지로 유지하였다. 대조구 수경배추와 Ge 수경배추의 생육기간별 성장상태를 노랑봄, 고랭지 두품종을 가지고 조사한 결과 (Fig. 1, 2) 노랑봄 품종의 경우, 엽장은 초기 정식 0일에 대조구에서 6cm, Ge 첨가구에서 6cm이던 것

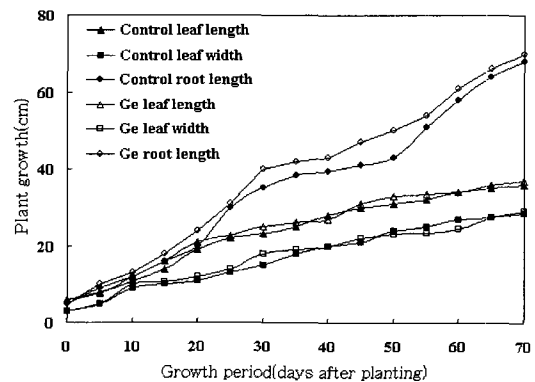


Fig. 1. Effect of germanium on the growth of Chinese cabbage, Norangbom

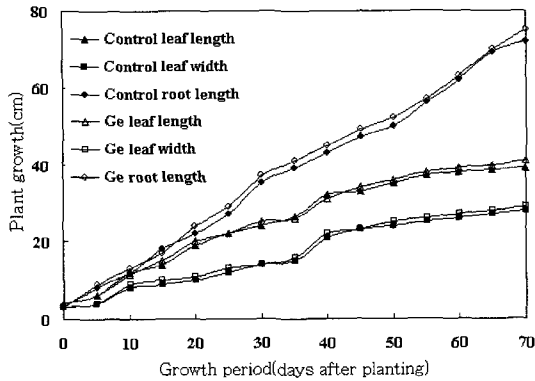


Fig. 2. Effect of germanium on the growth of Chinese cabbage, *Konaengi*

이 20일에 각각 19cm, 21cm, 40일에 각각 28cm, 27cm, 70일째에 36cm, 37cm로 성장하였고, 엽폭은 초기 정식 0일에 대조구에서 3cm, Ge 첨가구에서 3cm이던 것이 20일에 각각 11cm, 12cm, 40일에 각각 20cm, 20cm, 70일에 28.5cm, 29cm로 성장했으며, 근장은 초기 정식 0일에 대조구에서 4.8cm, Ge 첨가구에서 4.8cm이던 것이 20일에 각각 20cm, 24cm, 40일에 각각 39.5cm, 43cm, 70일에 각각 68cm, 70cm로 나타나 측정항목에서 전반적으로 대조구 보다 Ge 첨가구에서 배추의 성장이 우수하였다. 하지만 실험구간의 차이는 없었다. 고랭지 품종의 경우, 엽장은 초기 정식 0일에 대조구에서 4cm, Ge 첨가구에서 4cm이던 것이 20일에 각각 19cm, 20cm, 40일에 각각 32cm, 31cm, 70일에 39cm, 41cm로 성장하였고, 엽폭은 초기 정식 0일에 대조구에서 3cm, Ge 첨가구에서 3cm이던 것이 20일에 각각 10cm, 11cm, 40일에 각각 21cm, 22cm, 70일에 28cm, 28cm로 성장했으며, 근장은 초기 정식 0일에 대조구에서 3cm, Ge 첨가구에서 3cm이던 것이 20일에 각각 22cm, 24cm, 40일에 각각 43cm, 45cm, 70일에 각각 72cm, 75cm로 나타났다. 고랭지 품종에서도 역시 전반적으로 대조구보다 Ge 첨가구에서 배추의 성장이 우수하였으나, 실험구간의 차이는 없었다. 노랑봄과 고랭지 두 품종 간의 생육상태

를 비교하면 고랭지보다 노랑봄의 생육이 좋았으나, 이들 간의 차이는 크지 않았다.

노지배추와 대조구 수경배추, Ge 첨가 수경배추를 재배하여 영양성분을 분석한 결과(Table 3), 수분은 노지배추에서 94.7%, 대조구 수경배추에서 95.5%, Ge첨가 수경배추에서 95.3%로 나타났고, 단백질은 시료 100g당 각각 1.3g(노지배추), 1.4g(대조구 수경배추), 1.3g(Ge 첨가 수경배추)으로, 지질은 시료 100g당 각각 0.2g, 0.1g, 0.1g으로, 칼슘은 시료 100g당 각각 70mg, 145mg, 156.6mg으로, 철분은 시료 100g당 각각 0.3mg, 7.6mg, 7.7mg으로, Vit. A는 시료 100g당 각각 255IU, 465.4IU, 372IU로, Vit. B1은 시료 100g당 각각 0.06mg, 0.06mg, 0.09mg으로, Vit. C는 시료 100g당 각각 28mg, 15.5mg, 13.5mg으로, Niacin은 시료 100g당 각각 0.4mg, 1.8mg, 1.6mg으로 나타났으며, Ge은 첨가구에서 0.07ppm이 검출되었다. 이상과 같이 단백질, 지질 등의 함량에는 차이가 없었으나, 수분, Ca, P, Fe, Vit. A 및 Niacin 함량은 노지배추 보다 대조구 수경배추와 Ge 수경배추에서 높게 나타났다.

2. 수경배추김치의 이화학적 특성

1) pH와 총산함량

숙성기간중의 pH와 총산함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 김치 담금직후의 pH의 경우 노지배추김치는 pH 5.93, 대조구 수경배추김치는 pH 5.69. Ge 수경배추김치는 pH 5.68로 나타났다. 이후 발효 15일에는 각각 pH 5.60, 5.67, 5.35로 점차 낮아져 발효 30일에는 각각 pH 4.59, 4.62, 4.70로 되었고, 발효 60일에는 각각 pH 4.06, 3.99, 3.86이 되었다. 총산함량은 김치담금 직후 각각 0.12%, 0.13%, 0.15%이던 것이 발효 15일에 각각 0.17%, 0.18%, 0.27%로 점차 높아져 발효 30일에는 0.47%, 0.46%, 0.45%로 되었고, 발효 60일에는 각각 0.90%, 0.97%, 1.10%이 되었다. 김치가 숙성됨에 따라 모든 처리구에서 pH가 서서히 낮아졌고, 총산함량은 증가하였는데, 노지배추김치와 대조구 수경배추김치의 경우 발효 25일에 pH가 크게 낮아졌고, Ge 수경배추김치는 발

Table 3. Analysis of nutrient component for field and hydroponic cultured Chinese cabbage

	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Fiber	Ash	Ca	P	Fe	Vit. A	Vit. B ₁	Vit. B ₂	Vit. C	Nicin	Ge
	%	g	g	g	g	g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	I.U./100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/kg
Control	94.70	1.30	0.20	2.60	0.70	0.50	70.00	63.00	0.30	255.00	0.06	0.09	28.00	0.40	0.00
Hydroponic-Control	95.50	1.40	0.10	1.80	0.50	0.70	145.00	370.10	7.60	465.40	0.06	0.10	15.50	1.80	0.00
Hydroponic-Ge	95.30	1.30	0.10	2.10	0.50	0.70	156.60	357.30	7.70	372.00	0.09	0.06	13.50	1.60	0.07

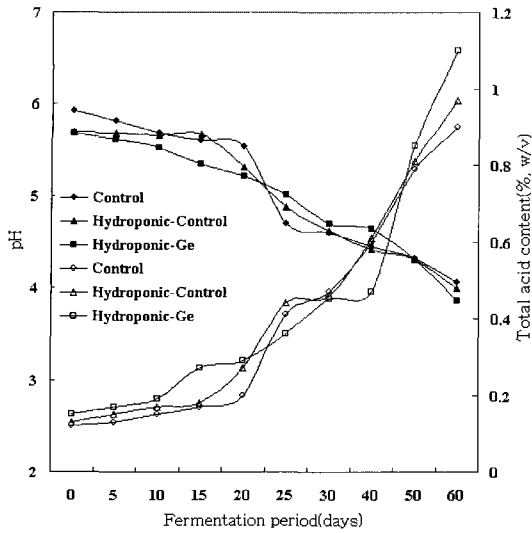


Fig. 3. Changes in pH and total acid contents of treated kimchi groups during fermentation at 5°C

호 30일에 pH가 크게 낮아졌다. 구 등¹⁴⁾은 김치 가식의 적당한 신맛의 범위를 pH 4.2~4.4라고 보고하였는데, 본 연구결과와 비교해 보면, 노지배추김치와 대조구 수경배추김치의 경우는 발효 40일과 50일로 나타났고, Ge 수경배추김치는 발효 50일로 보였다. 또한 김치 가식기간의 최적산도인 0.6~0.8%와 관련¹⁵⁾하여 볼 때, pH 결과와 일치하는 결과로 노지배추김치와 대조구 수경배추김치는 발효 40일에서 50일 사이로 나타났고, Ge 수경배추김치는 발효 50일로 나타나 약간 발효가 느리게 진행되었음을 알 수 있었다. 이처럼 김치발효중에 총산도가 증가하는 현상은 모든 유기산이 생성되어 증가하기 때문이며, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 된다¹⁶⁾. 또한 구 등¹⁴⁾도 김치에 있어서 pH와 총산도는 김치의 주요 품질지표로서 발효과정 중 무나 배추에 함유된 각종 효소들과 미생물의 번식으로 인하여 주요성분이 분해되고 또한 재합성이 이루어져 각종 유기산들이 만들어지고 김치 특유의 신선한 맛을 주게 되는데, 이러한 유기산의 생성이 발효중에 김치의 pH를 낮게하고, 총산도를 점차로 높게 하는 원인이 된다고 하였다.

3. 수경배추김치의 미생물학적 특성

1) 총균수

숙성기간중의 총균수 변화는 Fig. 4와 같다. 노지배추김치는 초기균수가 5.23×10^6 CFU/ml에서 발효 10일에 4.4×10^6 CFU/ml로 번식한 후 숙성 40일에

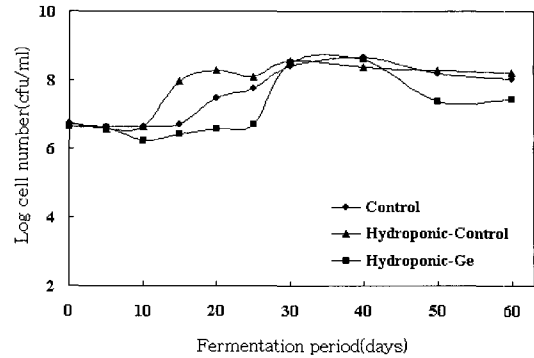


Fig. 4. Changes in total cell count of treated kimchi groups during fermentation at 5°C

최대 총균수인 4.55×10^8 CFU/ml로 번식한 후 60일에는 1.1×10^8 CFU/ml이 되었다. 대조구 수경배추김치는 초기균수가 5.38×10^6 CFU/ml에서 발효 10일에 4.35×10^6 CFU/ml로 번식하여 발효 30일에 최대 총균수인 3.74×10^8 CFU/ml로 증가한 후 발효 40일에 2.37×10^8 CFU/ml로 번식하여 60일에는 1.70×10^8 CFU/ml이 되었다. Ge 수경배추김치는 초기균수가 4.22×10^6 CFU/ml에서 발효 15일에 2.55×10^6 CFU/ml로 번식한 후 발효 40일에 최대 총균수인 3.96×10^8 CFU/ml로 번식한 후 60일에는 2.64×10^7 CFU/ml이 되었다. 노지배추김치와 수경배추김치에 관계없이 모든 처리구에서 최대 총균수 이후에 서서히 감소하는 결과를 보였는데, 이 결과는 이 등¹⁷⁾의 연구보고에서 pH가 4.0이하로 저하됨에 따라 총균수가 감소했다는 것과 일치하며, 균수의 감소는 김치숙성 과정에서 생성된 산에 의한 생육 억제 때문이라 생각된다.

2) Leuconostoc속

숙성기간중의 Leuconostoc속 젖산균수의 변화는 Fig. 5와 같다. Leuconostoc속은 노지배추김치에서 초기균수가 2.47×10^6 CFU/ml에서 발효 10일에 1.37×10^6 CFU/ml로 번식한 후 발효 30일에 2.40×10^8 CFU/ml로 최대 젖산균수를 나타냈고, 발효 40일에 2.05×10^8 CFU/ml로 번식한 후 60일에는 8.60×10^7 CFU/ml이 되었다. 대조구 수경배추김치는 초기균수가 2.29×10^6 CFU/ml에서 발효 15일에 5.95×10^7 CFU/ml로 번식하여 발효 30일에 2.78×10^8 CFU/ml로 최대 젖산균수를 나타냈고, 발효 40일에 2.06×10^8 CFU/ml로 번식한 후 60일에는 9.70×10^7 CFU/ml이 되었다. Ge 수경배추김치는 초기균수가 2.15×10^6 CFU/ml에서 발효 15일에 1.38×10^6 CFU/ml로 번식한 후 발효 40일에 3.25×10^8 CFU/ml로 최대

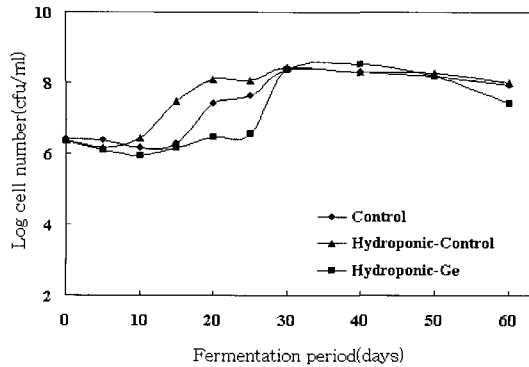


Fig. 5. Changes in *Leuconostoc* sp. cell number of treated kimchi groups during fermentation at 5°C

젖산균수를 나타냈고, 60일에는 2.56×10^7 CFU/ml 이 되었다. 노지배추김치와 대조구 수경배추김치는 발효 30일에 최대 젖산균수를 나타냈고, Ge 수경배추김치는 40일에 최대 젖산균수를 나타내 약간의 차이를 보였다. 이는 pH와 총산함량 결과에서도 약간의 차이를 나타내 사용한 원·부재료로부터 미생물이 이용한 발효정도의 차이라고 생각된다. 또한 모든 처리구에서 최대균수에 도달한 후 서서히 감소하였는데, 이는 문과 장¹⁸⁾의 연구결과와 일치하는 경향이였다.

3) *Lactobacillus* 속

숙성기간중의 *Lactobacillus*속 젖산균수의 변화 Fig. 6과 같다. *Lactobacillus*속은 노지배추김치에서 초기균수가 5.10×10^3 CFU/ml에서 발효 15일에 1.40×10^6 CFU/ml로 번식한 후 발효 40일에 5.80×10^7 CFU/ml로 최대 젖산균수로 증가한 후 60일에는 1.00×10^7 CFU/ml이 되었다. 대조구 수경배추김치는 초기균수가 4.50×10^3 CFU/ml에서 발효 20일에 9.45×10^7 CFU/ml로 최대 젖산균수로 증가하여 발효 40일에 2.06×10^7 CFU/ml로 번식한 후 60일에는 1.00×10^6 CFU/ml이 되었다. Ge 수경배추김치는 초기균수가 4.85×10^3 CFU/ml에서 발효 20일에 1.30×10^5 CFU/ml로 번식하여 발효 30일에 7.70×10^7 CFU/ml로 최대 젖산균수로 증가하여 발효 40일에 3.40×10^7 CFU/ml로 60일에는 1.50×10^6 CFU/ml이 되었다. 최대 *Lactobacillus*속 젖산균수를 보인 시기는 총균수와 *Leuconostoc*속 젖산균수가 차이를 보였고, 처리구별로도 차이가 났다. 노지배추김치는 발효 40일에, 대조구 수경배추김치는 발효 20일에, Ge 수경배추김치는 발효 30일에 최대 젖산균수를 나타냈다. 이는 최대 균수를 보인 시기에는 차이가 있었으나,

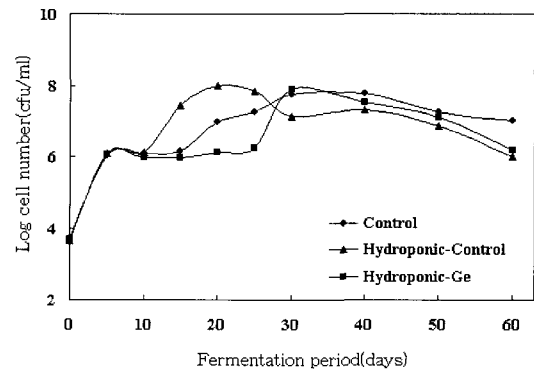


Fig. 6. Changes in *Lactobacillus* sp. cell number of treated kimchi groups during fermentation at 5°C

최대균수이후에 서서히 감소하는 것은 문 등¹⁹⁾의 연구결과와 비슷한 경향이였다.

이상에서 보면 총균수, *Leuconostoc*속 및 *Lactobacillus*속의 번식이 노지배추김치에서는 숙성 전기간에 걸쳐 완만하게 증식하였는데, 반하여 대조구 수경배추김치에서는 10일 이후 Ge 수경배추김치에서는 25일 이후 급속히 성장하였다. 또한 *Lactobacillus*속의 번식은 발효 30일 이후를 보면 대조구 수경배추김치와 Ge 수경배추김치 보다 노지배추김치에서의 생육이 우세함을 보였다. 반면에 같은 기간동안의 pH와 총산함량은 노지배추김치 보다 대조구 수경배추김치와 Ge 수경배추김치가 pH는 낮고 총산함량은 많았다. 이것은 정상 젖산발효 균주인 *Lactobacillus*속의 번식이 우세한 실험구에서 pH가 낮고 총산도는 상대적으로 증가한다는 일반적인 연구보고¹¹⁾와 일치하지 않는 결과이다.

IV. 결론 및 제언

기본 재배조건은 파종 후 30일 경과한 배추 육묘를 수경배드에 정식한 후 3일간 지하수를 공급하여 뿌리가 정상적으로 자라도록 조건을 갖춘 다음 표준양액을 공급하여, 초기 E.C. 농도를 1.5에서부터 2.5까지로 유지하고, 액온은 최저 10°C에서 최고 25°C까지로 유지하면 정상적으로 수경배추를 재배할 수 있다. 노지, 유기농, 수경 재배한 배추를 비교하면 수경배추가 노지배추보다는 크기와 결구형성 능력이 떨어지지만, 유기농배추보다는 우수한 것을 알 수 있었다. 단백질, 지질등의 함량에는 차이가 없었으나, 수분, Ca, P, Fe, Vit. A 및 Niacin 함량은 노지배추보다 대조구 수경배추와 Ge 수경배추에서 높

게 나타났다. 수경배추김치를 생산한 결과 일반 노지배추 김치와 큰 차이가 없는 것으로 나타났고, Ge 수경배추김치에서도 발효시기에 약간의 차이를 보였을 뿐 경향을 같이 하였다. 앞으로는 이러한 수경재배 방법을 체계화하여 하절기에도 생산할 수 있는 방법을 확립하는 것과 수경재배를 이용한 무생산을 시험하여 수경재배를 이용한 김치 원, 부재료의 재배방법확립이 필요하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부에서 시행한 특정연구개발사업의 연구비지원에 의해 수행된 과제에 일부로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Aron, D. I. and D. R. Hoagland : Crop production in artificial culture solutions and in soils with special reference to factors influencing yield and absorption of inorganic nutrients. *Soil Sci.* 50 : 463, 1940
2. Gericke, W. F. : Principles of hydroponics. Chemical Products and Chemical News. 1946
3. Cooper, A. J. : The ABC of NFT. Grower books Ltd., England. pp. 2 - 181, 1979
4. Stoughton, R. H. : Soilless cultivation ; a review of recent progress. *Agriculture* 49 : 25, 1942
5. Graves, C. J. : The nutrient film technique ; Horticultural review vol 5 pp. 1 - 44, 1983
6. Vincenzoni, A. : Research problems concerning flower and vegetable cultivation in a cold greenhouse using the "Colona Di Coltura" technique. *Acta Hort.* 98 : 263, 1980
7. Nir, I. : Growing plants in aeroponics growth systems. *Acta Hort.* 99 : 147, 1980
8. A.O.A.C. : Official methods of analysis 16th ed, Association of official analytical chemists, Washington D.C., 1996
9. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정건섭, 구영조 : 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과. *한국식품과학회지*, 22(6) : 707, 1990
10. 주현규, 박충균, 조규성, 마상조 : 식품분석법. 유럽문화사, 303, 1990
11. 심선택 : 침채류 발효 중 산도증가 둔화현상과 미생물의 교대. 세종대학교 석사학위논문, 1989
12. Mayiux, J. V. and Colmer, A. R. : Selective medium for *Leuconostoc* detection, *J. Bacteriol.*, 81 : 1009, 1961
13. Mundt, J. O. and Hammer, J. L. : Suppression of *Leuconostoc mesenteroides* during isolation of *lactobacilli*. *Appl. Microbiol.*, 14(6) : 1044, 1966
14. 구경형, 강근옥, 김우정 : 김치 발효과정중 품질변화. *한국식품과학회지*, 20(4) : 476, 1988
15. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. *한국식품과학회지*, 16 : 443, 1984
16. 김현옥, 이해수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 7(2) : 74, 1975
17. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. *한국산업미생물학회지*, 20 : 102, 1992
18. 문성원, 장명숙 : 오미자가 나박김치의 발효 중 관능적 및 미생물학적 특성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 29(5) : 822, 2000
19. 문성원, 조동욱, 박완수, 장명숙 : 동치미의 발효에 미치는 소금농도의 영향. *한국식품과학회지*, 27(1) : 11, 1995

(2001년 8월 30일 접수)