



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

용암해수로 재배한 콩나물의 특성

濟州大學校 大學院

農學科

金起永

2014年 8月

용암해수로 재배한 콩나물의 특성

指導教授 宋 昌 吉

金 起 永

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2014年 6月

金起永의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

濟州大學校 大學院

2014年 6月

The Quality Characteristics of Soybean Sprouts
Cultured in Magma Seawater

Ki-Young Kim

(Supervised by Professor Chang-Khil Song)

THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE OF SCIENCE IN AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

2014. 8

목 차

Abstract	i
List of tables	iii
List of figures	iv
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 실험재료	3
2. 콩나물콩의 특성 조사	3
3. 재배수의 제조	3
4. 콩의 수분 흡수율 및 발아율 조사	3
5. 콩나물의 재배방법	4
6. 콩나물의 생육특성 조사	4
7. 재배수의 pH, EC 측정	5
8. 재배수와 콩나물의 무기물 분석	5
9. 통계처리	6
III. 결과 및 고찰	7
1. 콩나물콩의 특성	7
2. 재배수의 특성	8
3. 콩나물 콩의 수분 흡수율 및 발아특성	10
4. 콩나물 재배 특성	13
가. 콩나물 길이의 변화	13
나. 콩나물 무게의 변화	16

다. 콩나물 배축의 길이와 두께, 잔뿌리 특성	19
라. 콩나물의 수율 및 구성비율	22
마. 콩나물의 무기물 변화	25
IV. 적요	27
V. 참고문헌	29

Abstract

This study aimed to examine the cultivation characteristics of soybean sprouts enhanced with inorganic contents using magma seawater in order to improve the quality and functionality of soybean sprouts as one of the Korean traditional food.

This investigation used soybean (*Glycine max* L.) with a 100-seed weight of 8.93, a long axis of 6.19mm, a short axis of 4.46mm, and a thickness of 5.33mm as the material for growing soybean sprouts. The pH of magma seawater and electrodialed magma seawater used for cultivation ranged between 7.51–7.57 comparable to a drinking water pH of 7.13. Meanwhile, EC was 67.5–253 times higher. The most abundant inorganic substance of magma seawater was Cl at 18,950mg/100g, followed by Na at 9,616mg/100g, SO₄ at 2,475.5, K at 393.5 and Ca at 384.3. In contrast, the contents of Na and Cl were lower in electrodialed magma seawater.

Water absorption rate increased rapidly for 8 hours after soaking in soybean sprouts cultivated with magma seawater. Water absorption rate was highest at 156.2% in 25% electrodialed seawater, and decreased as the concentration of cultivation water increased. Germination rate was greater than 99% in drinking water, 12.5%, 25% and 50% electrodialed magma seawater, and 12.5% magma seawater. However, germination rate was poor in magma seawater at a concentration greater than 50%. The outcome is thought to be attributable to magma seawater level caused by osmotic pressure and others.

The length of soybean sprouts cultivated for 5 days was longest at 16.7cm in drinking water, followed by 14.6cm in 25% electrodialed magma seawater. The weight of soybean sprouts was heaviest at 0.52g in drinking water, followed by 0.50g in 25% electrodialed magma seawater. The length of embryonic axis of soybean sprouts was longest at 77.8mm in drinking water, followed by 69.5mm 25% electrodialed magma seawater. Fine roots were most abundant in sprouts

cultivated in drinking water and electrodialed magma seawater. Likewise, the growth of soybean sprouts was poor with short length and heavy weight as the concentration of cultivation water increased.

The yield rate of soybean sprouts cultivated in 25% electrodialed magma seawater was 562.0% which was lower than that of sprouts cultivated in drinking water at 599.7%. Yield rate was lower as the concentration of cultivation water was higher. Moreover, the rate of cotyledon formation was high, indicating low quality.

In regards to the inorganic substances of soybean sprouts cultivated in magma seawater, there was no difference in the contents of P and K according to cultivation water levels. On the other hand, the contents of Mg, Na and B were higher as the concentration of cultivation water increased. The content of Ca was low in soybean sprouts as cultivation water level increased. The inorganic contents of cotyledon showed a decreasing tendency compared to those of embryonic axis as cultivation water level increased. The overall inorganic contents of soybean sprouts increased as the concentration of magma seawater increased.

List of tables

Table 1. Conditions of the analysis of minerals in the magma seawater and soybean by using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer(ICP-OES).	6
Table 2. The characteristics of soybean sprouts.	7
Table 3. Inorganic element contents, pH and EC of used water.	9
Table 4. Germination of soybean sprouts grown in magma seawater.	11
Table 5. Equations to predict soybean sprouts whole length grown by magma seawater.	15
Table 6. Equations to predict soybean sprouts weight grown by magma seawater.	18
Table 7. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with different cultivation water.	20
Table 8. Comparison of inorganic contents on soybean sprouts cultivated by magma seawater.	26

List of figures

Fig. 1. A diagram of growth chamber for soybean sprout.	4
Fig. 2. Schematic diagram of soybean sprout.	5
Fig. 3. Effect of soaking time on the water absorption of soybean seeds.	10
Fig. 4. Soybean sprouts germinated after 32 hours.	12
Fig. 5. Effect of magma seawater treatment on the elongation of whole length of soybean sprouts by each days.	14
Fig. 6. Effect of magma seawater treatment on the weight of soybean sprouts by each cultivation period.	17
Fig. 7. Shapes of soybean sprouts cultivated by magma seawater treatment(5days).	21
Fig. 8. Yield of soybean sprouts cultivated by magma seawater treatment.	23
Fig. 9. The weight ration of soybean sprout grown in magma seawater.	24

I. 서 론

최근 건강식품 및 기능성 식품에 대한 관심이 높아지며, 우리나라의 대표적 고유 작물인 콩에 대한 관심이 높아지고 있다.

콩(*Glycine max* L. Merrill)은 콩과식물에 속하며 만주지역과 한반도가 원산지로 알려져 있는 작물로 농경의 시작과 함께 수천 년 동안 재배되어 온 것으로 추정하고 있으며, 기원전 4~5세기경부터 재배되어 온 우리의 대표 작물이며(Kwon, 1972) 예로부터 우리나라를 비롯한 동양권에서는 일상생활에 중요한 영양공급원으로서 직접 또는 가공식품으로 이용되어 왔다. 최근에는 미국을 비롯하여 세계적으로 단백질, 유지 및 사료의 원료로 다양하게 이용되고 있다(Jeong et al., 2008a).

우리나라의 콩 재배는 80,842ha에서 122,519톤이 생산되며, 그 중 제주도에서는 6,045ha에서 7,057톤을 생산하는데(통계청, 2013), 우리나라 콩나물 콩 생산량 중 제주도에서 생산되는 비율이 87%로 콩나물 콩의 주산지라 할 수 있다.

콩을 발아시켜 만든 것을 두아(豆芽), 대두알(大豆漿), 황권(黃券), 황두아(黃豆芽), 콩기름 등으로 부르며 오랫동안 우리 고유의 전통식품으로 이용되어 왔으며, 고려 고종 때 의학서적인 「향약구급방」에서는 건조콩나물(大豆黃券)이 약용으로 쓰였다고 기술되어 있다(Jang, 1993).

콩나물은 오래전부터 이용되어 오던 우리나라 고유의 전통식품으로(장, 1992), 콩나물이 자라는 과정 중 체내대사가 이루어짐으로써 지방이 현저하게 감소하는 반면 비타민 함량이 크게 증가하는데, 그 중에서도 원료콩에서는 없던 비타민 C가 콩 100g중 16mg 정도 합성되므로(Lee and Hwang, 1996) 주식인 쌀에서 부족하기 쉬운 주요 영양분의 공급원이 되며 가격이 저렴하고 연 중 이용할 수 있어 주년채소로서도 중요한 위치에 있는 우리 국민의 중요한 식품이라 할 수 있다(Suh et al., 1994; Suh et al., 1996).

특히, 최근에는 콩나물의 기능성 강화를 위하여 게르마늄 콩나물(Kim et al., 2002a, Kim et al., 2002b), 키토산 콩나물(Lee et al., 1999), 황토콩나물(Kang et al., 2000; Kim et al., 2005a), 녹차콩나물(Kim et al., 2005b), 인삼콩나물(Choi et al., 2002a) 등 여러 가지 새로운 기능성콩나물이 개발 및 그에 대한 연구가 진행되고 있으나 아직 그에 따른 자료와 기능성에 대한 연구가 부족한 실정이다.

용암해수(Magma seawater)는 제주지역에서만 생성되는 독특한 수자원으로 일반해수 및 해양심층수보다 나트륨, 마그네슘, 칼슘 및 칼륨 등의 필수 미네랄 뿐만 아니라 일반적으로 알려진 유용한 미네랄(철, 망간, 아연, 몰리브덴 등)도 다량 함유되어 있다(Bae et al., 2002). 이러한 이유로 다양한 산업적 활용도가 요구되어지고 있는데, 용암해수 내 미량 포함되어 있는 바나듐은 인슐린 분비를 안정시키는 작용을 한다고 알려져 있고, 혈액순환 촉진, 면역력 증강, 항암작용 등에 효과가 있다고 보고된 게르마늄 또한 미량으로 포함되어져 있다(Kim et al., 2010a). 특히 주목할 것은 지방의 산화작용 억제, 심장과 간을 유지하는 상승효과, 항산화활성, 항암, 불임, 노화억제 및 콜레스테롤 수치 개선효과가 있는 셀레늄의 함유는 다른 수자원(샘물, 수돗물, 지하수, 해양심층수, 해수 등)에 비해 활용가치가 높다는 것을 의미한다(Kim et al., 2010b; Kim et al., 2011).

이에 본 연구는 우리나라 전통식품으로서 콩나물의 고급화와 기능성 강화를 위하여 용암해수를 이용한 무기물강화 콩나물을 제조하여 이의 특성을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

콩나물 재배에 사용된 콩나물 콩(*Glycine max* L. MERRILL)은 제주도에서 2013년도에 재배하여 생산된 풍산나물 품종으로 제주도 소재 콩나물 재배공장에서 구입하여 4℃의 냉장실에 보관하면서 상처나 외관상 이상이 있는 것을 선별하여 제외하고 실험에 사용하였으며, 용암해수는 제주테크노파크 용암해수사업단에서 분양받아 이용하였다.

2. 콩나물콩의 특성 조사

콩의 100립중과 크기는 종피가 파괴된 종자, 분할된 종자, 이물질 등을 제거한 건전립을 100립 취하여 무게와 크기(횡경, 종경, 두께)를 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

3. 재배수의 제조

재배수는 용암해수(Magma seawater)와 용암해수를 전기투석하여 탈염된 ED(Electrodialysis) 탈염수를 원액으로 100%, 50%, 25%, 12.5%로 희석하여 사용하였고, 대조구는 수돗물을 재배수로 사용하였다.

4. 콩의 수분 흡수율 및 발아율 조사

콩나물 콩 50개를 여과지를 깔 페트리디쉬에 각각의 재배수를 15mL씩 공급한 후 콩나물 콩을 치상하여 20℃에 방치하였으며, 매일 각각의 용액을 공급하여 마르지 않게 유지하면서 32시간 동안 관찰하였다. 수분 흡수율은 콩나물 콩의 무게와 침지한 다음 1, 2, 4, 8, 16, 32시간 후 콩나물 콩의 무게를 측정하여 수분 흡수율을 계산하였다. 발아는 유근이 2mm이상 신장된 개체를 발아한 것으로 간주하여 계수하여 발아율을 계산하였다. 발아율은 총 치상립 수에 대한 누적 발아립의 비율로 나타내었다.

5. 콩나물의 재배방법

선별한 콩 40g을 수돗물에 세척한 다음 각각의 재배수에 4시간 수침 후 온도가 20℃ 조절되는 암상태의 배양실에서 Fig. 1과 같은 콩나물 재배장치[850mm (W)×850mm (D)×2200mm (H)]내에서 3시간당 10분씩 상면 살수하여 5일 동안 재배하면서 재배수는 매일 교환하였다.

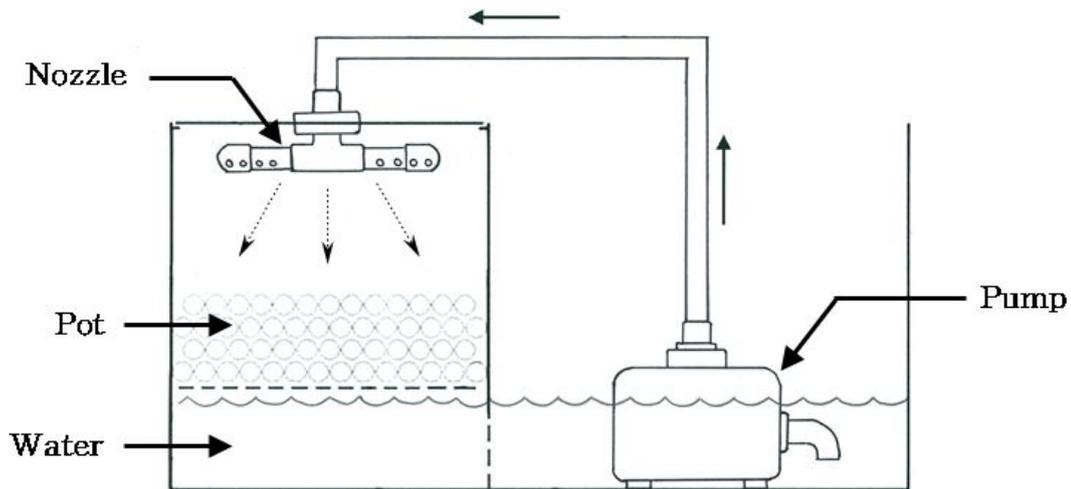


Fig. 1. A diagram of growth chamber for soybean sprout.

6. 콩나물의 생육특성 조사

콩나물의 생육특성 조사는 재배수 처리별로 각각 20개의 콩나물을 무작위로 채취하여 콩나물의 무게와 Fig. 2와 같이 배축의 직경과 길이, 뿌리의 길이, 전체길이를 측정하였는데 배축의 직경은 microcaliper(Mitutoyo Co. Japan)를 이용하여 측정한 후 평균값을 사용하였다. 콩나물의 재배 수율은 콩나물을 수확한 후 생중량과 콩나물콩의 중량을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{재배수율(\%)} = \text{콩나물의 생중량(g)} / \text{콩나물콩의 중량 (g)} \times 100$$

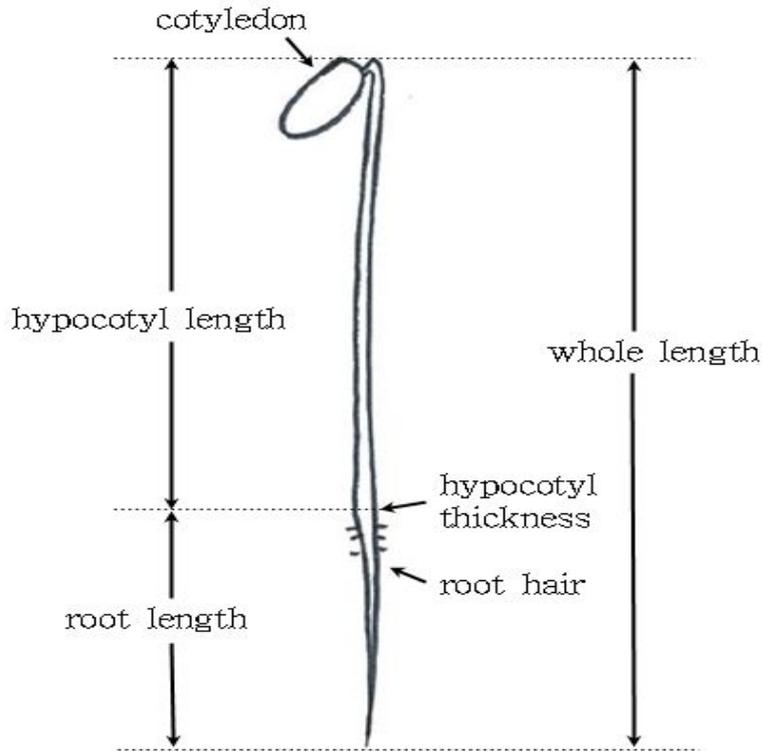


Fig. 2. Schematic diagram of soybean sprout.

7. 재배수의 pH, EC 측정

재배수의 pH는 수소이온농도측정기(Seven multi S47, Mettler toledo, Switzerland)로 측정하였고, EC는 전도도계(Seven multi S47, Mettler toledo, Switzerland)로 측정하였다.

8. 재배수와 콩나물의 무기물 분석

재배용수의 무기물 분석을 위해 재배수를 일정량 채취한 후 Mg, Ca, Na, K, Mo, Fe, B는 ICP-OES(Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer, Optima 7300DV, PerkinElmer, Germany)를 이용하여 분석하였으며, 이 때 ICP의 분석조건은 Table 1과 같다. Cl과 SO_4^{2-} 는 IC(Ion chromatography, 850 professional Metrohm, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 콩나물의 무기물 함량은 수확한 콩나물을 흐르는 물에 3회 수세하여 30초간 물기를 제거한 후 동결 건조하여 시료로 사용하였다. 식품공

전의 방법에 따라 동결 건조한 시료 1g을 취하여 회화시킨 후, 1N HCl을 이용하여 건식회화법으로 분해시킨 다음 여과하고 증류수로 100mL 정용하여 시험용액으로 하였다. 각 무기성분의 정량은 ICP-OES를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Conditions of the analysis of minerals in the magma seawater and soybean by using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer(ICP-OES).

Parameters	Conditions
Instrument	Optima 7300 DV (PerkinElmer, Germany)
Plasma gas flow	15.0L·min ⁻¹
Cattier gas flow	0.2L·min ⁻¹
Nebulizer gas flow	0.65L·min ⁻¹

9. 통계처리

실험 및 조사결과의 통계분석은 SPSS(statistical package for social science, Ver 18.0) 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA(one-way analysis of variance)로 $p < 0.05$ 에 서 유의성을 검증하였다. 각 처리간의 유의적 차이는 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test, DMRT)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 콩나물콩의 특성

시료로 사용된 풍산나물콩은 종피가 황색인 장려품종으로서 국내에서 가장 많이 재배하고 있는 우량품종으로(농촌진흥청, 2013), 풍산나물 콩의 특성은 Table 2와 같이 콩의 100립중은 8.93g으로 농촌진흥청(2013)이 발표한 10.7g보다 1.77g이 가벼웠으나 콩나물의 원료로 이용되는 콩은 소립콩으로 100립중이 6.4~15.6g으로 평균 12.2g이 되는 것으로 보고(Kim et al., 2002a)되어 있어 콩나물 재배에 적합한 것으로 판단하였다. 다른 품종과 비교해보면 준저리 9.47g, 익산콩 11.10g, 은하콩 12.54g (Lee et al., 1999)보다 가벼웠는데 이는 콩 재배상의 기상 및 생육조건에 따라 차이가 나타난 것이라 판단되며, 콩의 크기는 장경이 6.19mm, 단경이 4.46mm, 두께가 5.33mm로 구형에 가까운 특성을 보였다.

Table 2. The characteristics of soybean sprouts.

Weight per 100 Seeds (g)	Diameter (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)
8.93±0.18	6.19±0.33	4.46±0.30	5.33±0.21

2. 재배수의 특성

콩나물 재배에 사용한 재배수의 pH 및 무기이온 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. pH의 경우 용암해수의 pH가 7.51로서 전기분해한 용암해수 pH 7.57과 비슷하였으며, 수돗물 pH 7.13과 보다 0.38~0.44정도 높았지만 Kang et al. (2000)은 중성 부근에서 재배수의 pH는 콩나물의 생장에 전혀 차이가 나타내지 않았다는 보고와 같이 pH가 재배에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되었다.

EC는 용암해수가 $40.5\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 로 가장 높아 전기분해한 용암해수 $10.81\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 보다 3.7배 높았고, 수돗물 0.16보다 253배 높았으며, 무기물 함량은 용암해수에서는 Cl^- 가 $18,949\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 가장 많았으며 다음으로 Na, SO_4^{2-} , Mg, K 순이었다. 전기분해한 용암해수에서는 Cl^- 가 $3,929\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 가장 많았으며 다음으로 Mg, SO_4^{2-} , Na, Ca 순이었는데, 수돗물에 비해 매우 높은 무기물 함량을 나타냈다. Bae et al. (2012)이 보고한 용암해수의 무기물 함량에서도 Cl^- 이 $23,803\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 가장 많았으며, Na, SO_4^{2-} , Mg, K 순의 보고와 유사하였다.

Table 3. Inorganic element contents, pH and EC of used water.

Chemical characteristics		Cultivation water		
		MSW ^{z)}	ED	TW
pH		7.51	7.57	7.13
EC		40.5	10.81	0.16
Inorganic element (mg · L ⁻¹)	Mg	1,117	1,043	6.46
	Ca	384.3	210.7	7.57
	Na	9,616	873.4	21.4
	K	393.5	16.35	3.12
	Mo	0.08	0.02	0.02
	Fe	0.02	0.014	0.01
	B	4.69	4.82	0.06
	Cl ⁻	18,949.7	3,929.0	3.39
SO ₄ ²⁻	2,475.5	866.3	6.2	

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electrodialysis, TW; top water.

3. 콩나물 콩의 수분 흡수율 및 발아특성

용암해수는 콩나물 콩이 발아하는데 크게 영향을 줄 수 있고, 미네랄 흡수는 수분 흡수율과 밀접한 상관관계가 있을 것으로 판단되어 재배수의 농도별 수분 흡수율을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 3과 같다. 각각의 재배수에 침지 후 8시간까지 흡수율이 급격히 증가하는 경향이 있었으나 16시간 이후에는 완만하게 증가하였다. 그러나 용암해수와 전기투석한 용암해수 처리구에서 초기 흡수율은 농도가 높을수록 낮게 나타났다. 그중 전기투석한 용암해수 12.5%에서 156.2%의 흡수율로 가장 높았으며, 다음으로 수돗물 150.1%였으며, 전기투석한 용암해수 25%, ED 50%, 용암해수 12.5%순으로 조사되었다. 특히 용암해수보다 전기투석한 용암해수처리구에서 수분 흡수율이 높게 나타나는 것을 볼 수 있는데 그 이유는 삼투압 현상에 의한 것으로 판단되며, Kim et al. (1994)의 연구보고서에도 수분 흡수율과 흡수량은 삼투압과 확산에 의한 물리작용에 영향을 받는다고 보고하였다.

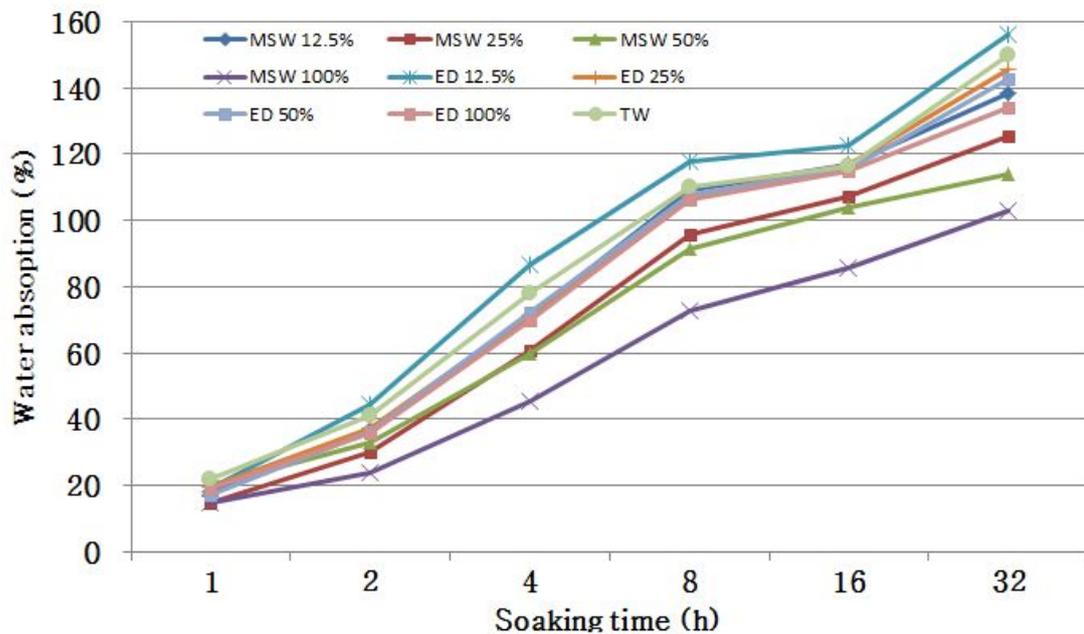


Fig. 3. Effect of soaking time on the water absorption of soybean seeds.

²⁾ MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

처리수에 따른 콩나물콩의 발아율을 조사한 결과와 처리 32시간 후 발아모습은 각각 Table 4, Fig. 4와 같다. 수돗물 및 전기투석한 용암해수 12.5%, 25%, 50%와 용암해수 12.5%에서 재배한 콩나물 콩의 발아율은 99.3%이상 이었으며, 농촌진흥청(2013)이 보고한 풍산나물 콩의 발아율 98.6%와 유사한 경향을 보였고 그 외 은하콩 94.5%, 다원콩 92%, 원흑콩 97%보다 발아율이 다소 높았다. 하지만 전기투석한 용암해수 100%는 9.33%였고, 용암해수 50%와 100%에서는 6.7%이하로 발아가 저조하였다.

또한 재배 시간별 발아율은 수돗물과 전기투석한 용암해수 12.5%, 25%에서 침지 후 12시간 후부터 높은 발아율을 보였으나 그 외 높은 농도의 재배수에서는 발아가 저조하여 염에 의해 발아가 저해 받았을 것으로 판단된다.

Table 4. Germination of soybean sprouts grown in magma seawater.

(%)

Soaking condition	Germination time			
	12h	24h	36h	
MSW ^{z)}	12.5%	3.3 b ^{y)}	96.7 a	99.3 a
	25%	0.0 c	73.3 d	84.7 c
	50%	0.0 c	0.0 e	6.7 d
	100%	0.0 c	0.0 e	0.0 e
ED	12.5%	16.7 a	98.7 a	100.0 a
	25%	16.0 a	97.3 a	100.0 a
	50%	2.0 bc	92.7 b	100.0 a
	100%	0.0 c	88.7 c	93.3 b
TW	16.7 a	98.7 a	100.0 a	

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

^{y)}The different letters are significantly different at the p<0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

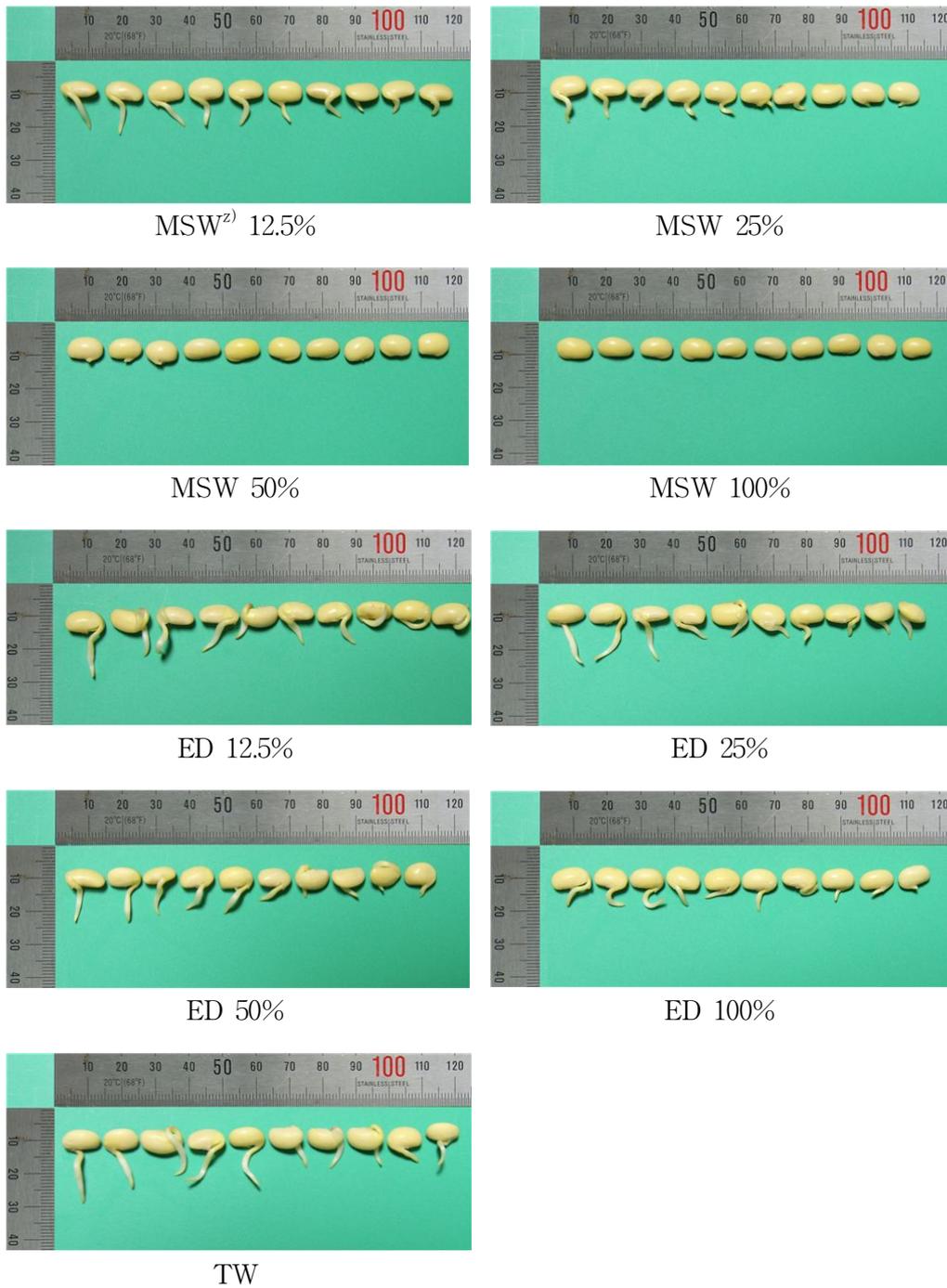


Fig. 4. Soybean sprouts germinated after 32 hours.

^{Z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electrodialysis, TW; top water.

4. 콩나물 재배 특성

가. 콩나물 길이의 변화

용암해수 처리에 따른 재배 기간중 콩나물 길이의 변화를 조사한 결과와 상관관계는 각각 Table 5, Fig. 5와 같다. 콩나물의 길이는 재배일수가 증가함에 따라 급격하게 증가되었으며 재배한지 5일후 콩나물 길이는 수돗물에서 생육시킨 콩나물이 16.7cm로 가장 길었고, 전기투석한 용암해수 처리구에서는 전기투석한 용암해수 25%에서 14.6cm, 50%에서 8.6cm, 100%에서 8.3cm로 농도가 짙을수록 짧아졌으며, 용암해수 처리구에서도 용암해수 12.5%에서 9.1cm 였으나, 25%에서 7.5cm로 짧았다. 이처럼 농도가 높을수록 잘 자라지 못하는 이유는 무기성분 등에 의해 흡수율이 낮아 발육이 부진한 것으로 생각된다.

콩나물의 성장속도는 재배온도가 높을수록 빠른 경향을 보이고 재배 시에 공급하는 물이나 기타환경에 따라 달라질 수 있다고 보고(Kim, 1990) 하였는데, 키토산으로 재배 하면 25.4%의 더 높은 성장률을 보였다(Lee et al., 1999)고 하였으며, pH가 낮은 전해수일수록 저해를 받았으며(Yoon et al., 2004), 게르마늄수와 녹차를 물로 추출한 물(0.03%, 0.05%)로 재배한 콩나물은 유의적인 차이가 없었다는(Kim et al., 2005b)보고와 같이 용암해수와 전기투석한 용암해수는 콩나물의 길이 신장에는 도움을 주지 못했다.

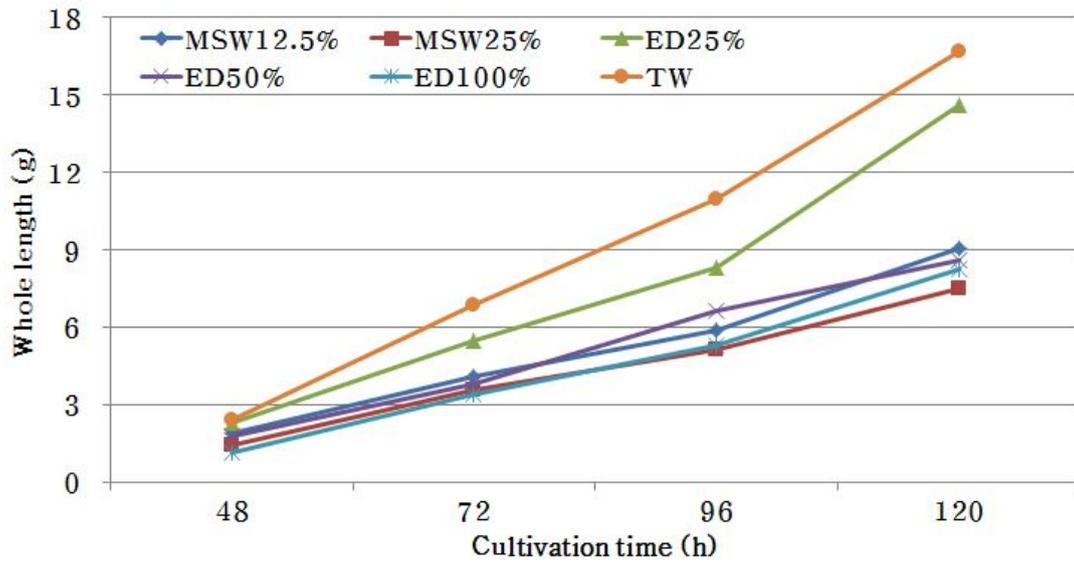


Fig. 5. Effect of magma seawater treatment on the elongation of whole length of soybean sprouts by each days.

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

Table 5. Equations to predict soybean sprouts whole length grown by magma seawater.

Cultivation water		Regression equations	R ²
MSW ^{z)}	12.5%	$Y=0.25X^2+1.073X+0.68$	0.9943
	25%	$Y=0.0625X^2+1.6745X-0.245$	0.9940
ED	25%	$Y=0.7822X^2+0.0681X+1.6453$	0.9911
	50%	$Y=-0.02X^2+2.434X-0.735$	0.9952
	100%	$Y=0.1563X^2+1.5472X-0.5062$	0.9967
TW		$Y=0.335X^2+3.019X-0.815$	0.9982

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

나. 콩나물 무게의 변화

용암해수 처리에 따른 재배 기간 중 콩나물 무게의 변화를 조사한 결과와 상관관계는 각각 Fig. 6, Table 6과 같다. 콩나물의 무게는 재배일수가 증가함에 따라 길이가 신장한 것처럼 급격하게 증가되었고 재배한지 5일후 콩나물 길이는 수돗물에서 생육시킨 콩나물이 0.52g으로 가장 무거웠으며, 전기투석한 용암해수 25%에서 0.50g, 50%에서 0.36g, 100%에서 0.35g으로 농도가 짙을수록 가벼웠고 용암해수 처리구에서도 12.5%에서 0.34g보다 25%에서 0.32g으로 가벼웠다.

성숙한 콩나물의 무게는 대체로 0.47~0.85g으로 보고하고(Kim, 1963; Kim 1981) 있으나 품종과 재배기간 및 방법에 따라 서로 달라 비교가 어려웠다. 하지만, 키토산을 처리한 준저리 콩에서 110.5%가 증가하였으나(Lee et al., 1999), 녹차 추출물로 재배한 콩나물의 무게는 증류수로 재배한 콩나물과 유의성이 없었다(Kim et al., 2005b)고 보고하였는데 콩나물의 무게는 재배용수에 따른 수분 흡수율과 콩나물의 길이에 상관이크 것으로 판단된다.

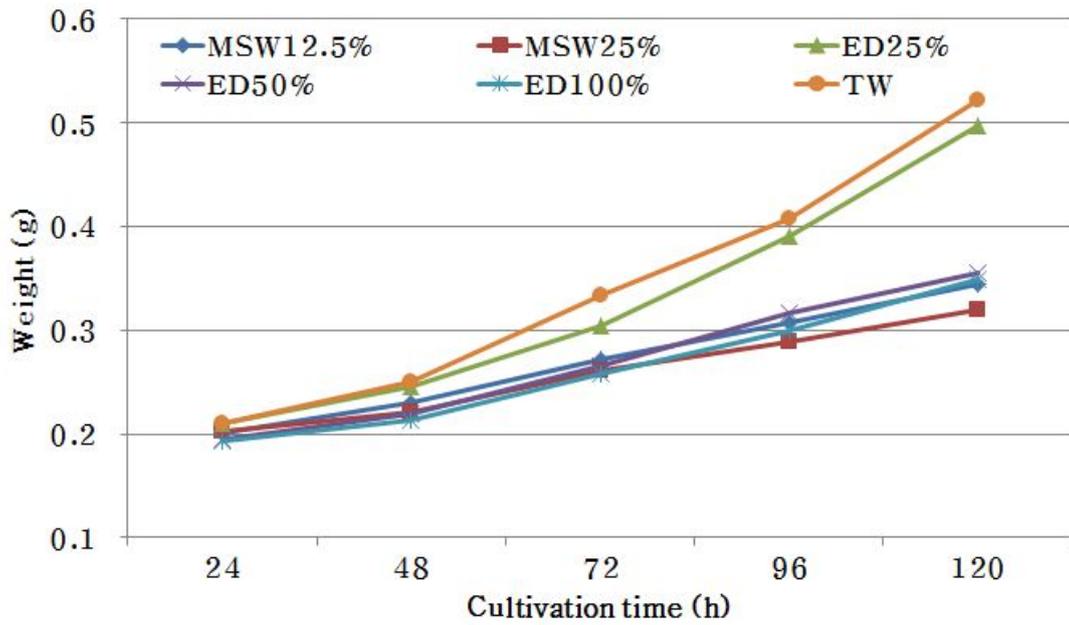


Fig. 6. Effect of magma seawater treatment on the weight of soybean sprouts by each cultivation period.

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

Table 6. Equations to predict soybean sprouts weight grown by magma seawater.

Independent variable ^{z)}		Regression equations	R ²
MSW	12.5%	$Y=0.0007X^2+0.0322X+0.1662$	0.9985
	25%	$Y=0.0008X^2+0.0252X+0.1742$	0.9916
ED	25%	$Y=0.0121X^2-0.0008X+0.1986$	1.0000
	50%	$Y=0.0021X^2+0.0291X+0.1592$	0.9931
	100%	$Y=0.004X^2+0.0161X+0.1708$	0.9972
TW		$Y=0.0098X^2+0.0192X+0.1787$	0.9976

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

다. 콩나물 배축의 길이와 두께, 잔뿌리 특성

용암해수로 재배한 콩나물 배축의 길이와 두께 및 잔뿌리의 특성을 조사한 결과는 Table 7과 같으며, 재배 5일후 콩나물의 모습은 Fig. 7과 같다. 콩나물 배축의 길이는 콩나물 전체의 길이에서와 같이 수돗물로 재배한 콩나물이 77.8mm로 가장 길었으며, 다음으로 전기투석한 용암해수 25%에서 69.5mm로 길었다. 하지만 용암해수로 재배한 콩나물이 가장 작았다. 배축의 두께 또한 수돗물로 재배한 콩나물이 가장 두꺼웠다. 잔뿌리는 수돗물과 전기투석한 용암해수 25%에서 재배한 콩나물에서 4.3개와 4.1개로 가장 많았으나 전기분해한 용암해수 100%에서 재배한 콩나물은 0.5개로 가장 적었다.

녹차 추출물로 재배한 콩나물 배축의 두께는 농도가 높을수록 두꺼워 졌다고(Kim et al., 2005b)하였으며, 키토산을 처리한 물로 재배한 은하콩에서 대조구 보다 20%더 두꺼웠다는 보고(Lee et al., 1999)와 달리 수돗물에서 재배한 콩나물 보다 용암해수로 재배한 콩나물이 가늘었으며 농도가 높을수록 길이도 더 짧아짐을 알 수 있었다.

콩나물은 6일 이상이 경과하면 잔뿌리가 발생한다고 보고하였으나(Kim et al., 2005b), 본 실험에서는 5일 재배 시 잔뿌리가 발생되었으며 이는 Saio(1976)가 콩나물의 성장특성은 수침에 따라 물의 침지온도, 종피상처, 종피의 저장 기간 등의 영향을 준다는 보고와 같이 재배환경 등에 의한 결과라 판단된다.

또한 콩나물의 잔뿌리 발생은 녹차 추출물로 재배한 콩나물은 잔뿌리 생성이 억제되었으며(Kim et al., 2005b), 두충잎과 녹차잎 추출물 처리에서도 세균수가 감소하였고(Kang et al., 2005a), 하면살수에 비해 상면 살수가 잔뿌리가 적게 발생하였다고 보고(Kang et al., 2006)한 바 있다.

Table 7. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with different cultivation water.

Cultivation water ^{z)}		Hypocotyl length (mm)	Hypocotyl thickness (mm)	Root hair (ea)
MSW	12.5%	26.4 d	2.2 abc	2.1 b
	25%	22.6 d	2.2 bc	1.2 bc
ED	25%	69.5 b	2.2 ab	4.1 a
	50%	32.1 c	2.3 ab	1.2 bc
	100%	35.7 c	2.1 c	0.5 c
TW		77.8 a	2.3 a	4.3 a

※ 5days cultivation.

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electrodialysis, TW; top water.

^{y)}The different letters are significantly different at the $p < 0.05$ level of significance as determined by Duncan's multiple range test

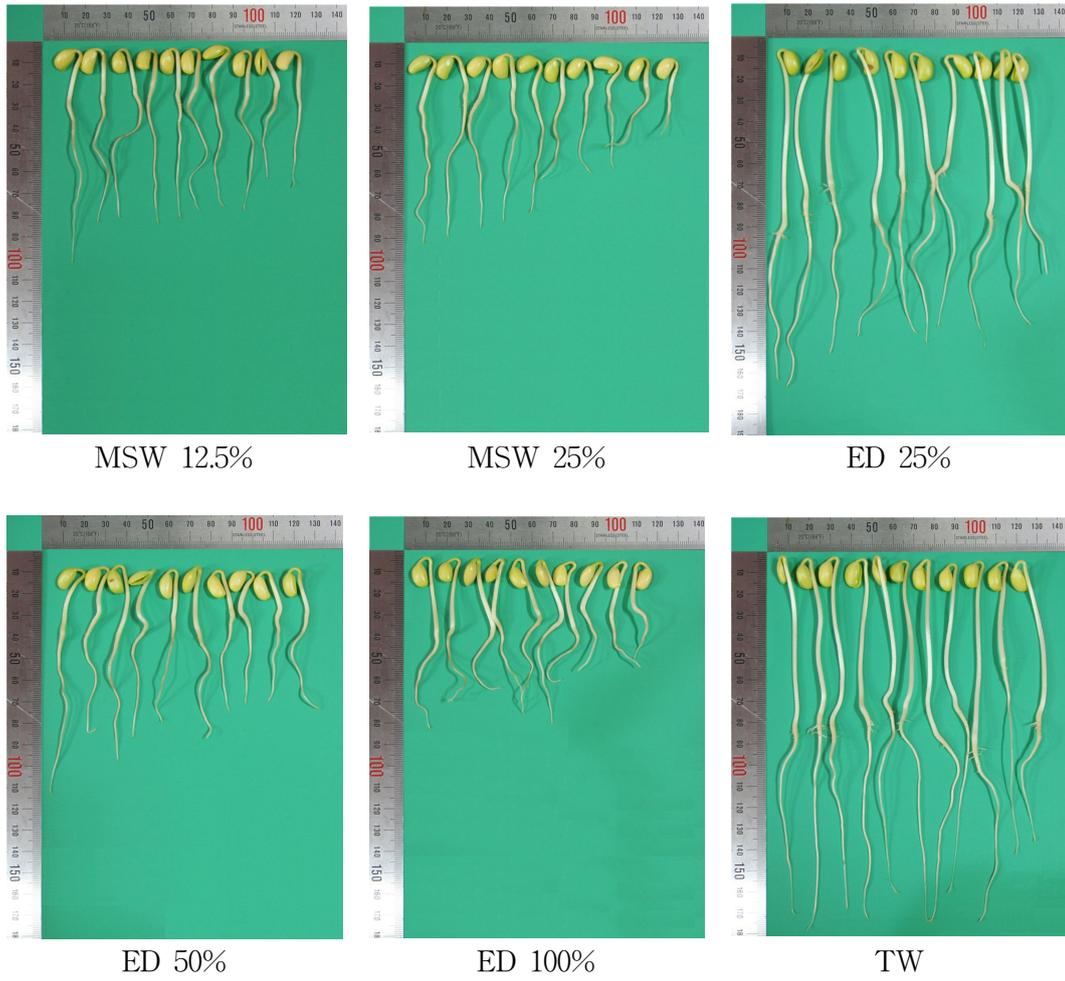


Fig. 7. Shapes of soybean sprouts cultivated by magma seawater treatment (5days).

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

라. 콩나물의 수율 및 구성비율

용암해수로 5일간 재배한 콩나물의 수율을 조사한 결과는 Fig. 8과 같다. 수돗물로 재배한 콩나물의 수율은 599.7%로 가장 높았으며, 다음으로 전기투석한 용암해수의 25%에서 재배한 콩나물이 562.0%, 50%에서 446.9%, 100%에서 404.8%로 농도가 높을 수록 수율이 낮아지는 경향을 보였고, 용암해수 또한 1.25%에서 재배한 콩나물이 443.8%, 25%에서 411.8%로 전기투석한 용암해수로 재배한 콩나물과 같이 농도가 높을 수록 수율이 낮아지는 경향을 나타냈다.

풍산나물콩의 콩나물 수율은 597~730%, 은하콩 647%, 풍원콩 704%, 신화콩 611%, 원광콩 655%, 다원콩 559~566%, 신강콩 635%(농촌진흥청, 2013), 준저리 570%(Choi et al., 2000a)로 본 실험에서의 콩나물 수율은 보고된 풍산나물콩의 수율의 범위내였으나 용암해수로 재배 할 경우 일반재배에 비해 수율이 낮았다.

콩나물 재배 시 0.3ppm의 오존수가 일반 수돗물보다 10~17%의 높은 수율을 나타냈었으며 이는 오존수가 물에 가스상의 오존을 발생시켜 콩나물 재배과정 중에 오염되어 있는 미생물의 생육을 제어하므로 콩나물의 성장을 촉진시킨다는 보고(Kim et al., 2000)가 있으며, Park et al. (1995)은 좋은 품질의 콩나물은 뿌리가 너무 짧거나 길지 않으며(배축의 50~70%), 잔뿌리가 없거나 있더라도 1mm이하로 짧아야 한다고 보고한 바 있다. 따라서 용암해수로 재배한 콩나물의 무게 구성 비율을 조사한 결과 Fig. 9와 같이 수돗물로 재배한 콩나물의 비율은 자엽 42.6%, 배축 42.6%, 뿌리 14.8%였으나 전기투석한 용암해수 25%에서 재배한 콩나물의 비율은 자엽 43.2%, 배축 42.0%, 뿌리 14.8%로 유사하였고 그 외의 처리구에서는 콩나물 자엽이 50%이상으로 콩나물의 품질이 낮았다.

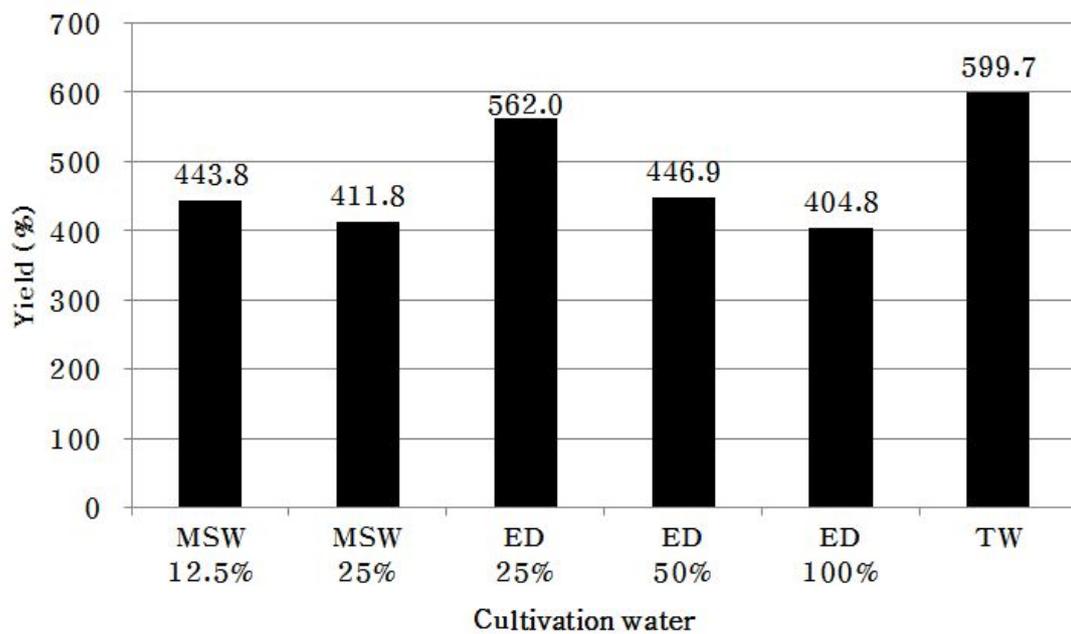


Fig. 8. Yield of soybean sprouts cultivated by magma seawater treatment.

²⁾MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

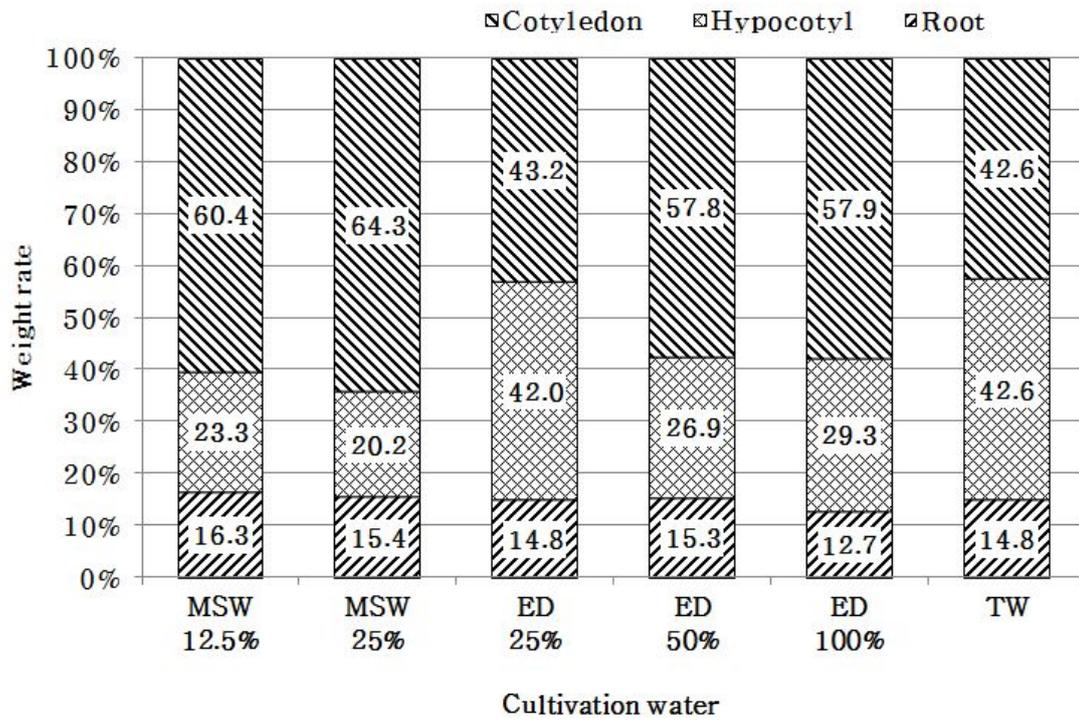


Fig. 9. The weight ration of soybean sprout grown in magma seawater.

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

마. 콩나물의 무기물 변화

용암해수로 5일간 재배한 콩나물의 무기물을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 자엽에서의 콩나물 배축은 K를 가장 많이 함유하였고 P, Ca, Mg 순으로 많았다.

Kang et al. (2000)이 보고한 무기물의 함량과 유사하였으나, Eun et al. (2009)의 K가 가장 많았으며 P, Mg, Ca순이었다는 보고와는 달리 Mg과 Ca의 함량에 다소 차이가 있었다. P는 재배수에 함량이 극 미량이었어서 자엽 및 하배축에 큰 차이는 없었으나, 재배수별 함량차이가 큰 K도 농도별 콩나물의 함량에는 영향이 없었다.

Mg은 수돗물에 비해 용암해수 180.8배, 전기투석한 용암해수 161.5배 많이 함유하여 농도가 높은 재배수 일수록 자엽 및 하배축에도 많이 함유하고 있었으며, Na과 B도 같은 경향을 보였다. Bea et al. (2012)이 자란(*Bletilla striata*)을 용암해수를 첨가한 배지에 배양하면 Mg이 전기투석한 용암해수 50%에서 대조구에 비해 7배, 100%에서는 8배의 높은 함량을 보였다는 보고와 유사하였다.

Ca은 재배수에 농도가 높더라도 수돗물에 비해 자엽과 하배축 모두 함량이 적었으며 이는 다른 무기물의 저해로 인해 흡수량이 적은 것으로 판단되는데 김(1996)의 해안지하수 농도가 높을수록 나트륨과 칼슘의 함량은 높게 나타났으며, 칼륨과 아연의 경우는 차이가 없었고 마그네슘과 철은 농도가 높을수록 증가하였다는 보고와는 달리 Ca과 Fe은 상반된 결과를 보였다.

자엽과 하배축의 무기물의 비율은 수돗물인 경우 41:59의 비율 이였으나 용암해수로 재배한 콩나물은 농도가 높을수록 자엽의 비율이 낮아지는 경향을 보였으며, 용암해수로 재배한 콩나물의 총 무기물 함량은 수돗물로 재배한 콩나물에 비해 108~122% 무기물 함량이 높아 Kim et al. (2006)이 녹차추출물로 재배한 콩나물의 무기물함량이 0.02~0.08% 높았다는 보고와 유사하였으나, Kang et al. (2000)이 황토 콩나물과 수돗물 콩나물의 무기물 함량 차이가 나지 않는 원인으로 콩나물의 재배가 수분을 제외한 외부 영양분 공급 없이 주로 원료 콩 자체의 영양분으로 성장하기 때문이라 보고한 결과와 상반되었다.

Table 8. Comparison of inorganic contents on soybean sprouts cultivated by magma seawater.

Cultivation water			Inorganic element (mg·100g ⁻¹ , dry basis)							
			P	Mg	Ca	Na	K	Mo	Fe	B
MSW ^{z)}	12.5%	Cotyledon	867.7	399.0	271.9	354.0	2,137.0	0.043	5.60	3.67
		Hypocotyl	935.3	528.0	159.9	1,238.0	3,492.7	0.167	7.40	6.87
	25%	Cotyledon	864.3	435.3	248.4	366.0	2,169.7	0.037	5.57	4.03
		Hypocotyl	945.3	746.0	154.4	1,598.7	3,647.3	0.160	7.27	8.40
ED	25%	Cotyledon	876.0	514.7	307.1	110.4	1,907.3	0.040	6.07	3.97
		Hypocotyl	973.3	768.0	147.9	270.5	3,374.7	0.187	6.73	7.00
	50%	Cotyledon	875.7	500.0	281.3	302.0	2,117.0	0.047	6.13	5.03
		Hypocotyl	888.0	881.3	154.0	908.0	3,395.3	0.160	10.27	9.40
	100%	Cotyledon	858.7	576.7	288.0	203.2	2,006.3	0.050	7.63	6.50
		Hypocotyl	864.0	1,256.7	159.9	595.5	3,574.0	0.093	6.53	14.6
TW	Cotyledon	842.3	373.7	322.9	24.4	1,949.3	0.027	6.20	2.47	
	Hypocotyl	932.7	245.3	175.0	42.1	3,628.7	0.193	7.27	3.40	

※ The soybean sprout was cultivated for five days.

^{z)}MSW; magma seawater, ED; magma seawater by electro dialysis, TW; top water.

IV. 적요

본 연구는 우리나라 전통식품으로서 콩나물의 고급화와 기능성 강화를 위하여 용암해수를 이용한 무기물 강화 콩나물의 재배특성을 살펴보고자 하였다

콩나물 재료로 사용한 풍산나물 콩은 100립중이 8.93g, 장경 6.19mm, 단경 4.46mm, 두께가 5.33mm로 콩나물콩으로 적합하였다.

재배용수로 사용한 용암해수와 전기투석한 용암해수는 pH 7.51~7.57로 수돗물 pH 7.13과 비슷하였으나, EC는 67.5~253배 높았다. 무기물은 용암해수는 Cl가 18,950mg/100g으로 가장 많았으며 다음으로 Na 9,616mg/100g, SO₄ 2,475.5, K 393.5, Ca 384.3 순이었으며, 전기투석한 용암해수는 Na 및 Cl함량이 낮았다.

용암해수로 재배한 콩나물은 침지 후 8시간까지 수분 흡수율이 급격히 증가하였는데 전기투석한 용암해수 12.5%에서 156.2%로 가장 높았으며 재배수의 농도가 짙을수록 수분 흡수율은 낮았고, 발아율은 수돗물, 전기투석한 용암해수 12.5%, 25%, 50%, 용암해수 12.5%에서 발아율이 99% 이상이었으나 용암해수 50%이상에서는 발아율이 매우 저조하여 용암해수 농도가 삼투압 현상 등에 의하여 발아가 불량한 것으로 판단된다.

5일 재배한 콩나물의 길이는 수돗물이 16.7cm로 가장 길었고 전기투석한 용암해수 25%에서 14.6cm이며, 무게에서도 수돗물이 0.52g으로 가장 무거웠고, 전기투석한 용암해수 25%는 0.50g이었다. 콩나물 배축의 길이는 수돗물이 77.8mm로 가장 길었으며 ED 25%에서는 69.5mm였으며, 잔뿌리는 수돗물과 전기투석한 용암해수에서 가장 많았다. 이처럼 재배수의 농도가 짙을수록 길이는 짧고, 무게는 가벼워지는 등 콩나물 발육이 부진하였다.

용암해수로 재배한 콩나물의 수율은 전기투석한 용암해수 25%에서 562.0%로 수돗물 599.7%보다 낮았으며 재배수의 농도가 짙을수록 수율이 낮았다. 그리고 자엽의 비율 또한 높아 품질이 낮았다.

용암해수로 재배한 콩나물의 무기물중 P과 K은 재배수의 농도에 따라 함량의 차이가 없었으나, Mg, Na, B는 재배수의 농도가 짙을수록 콩나물에서의 함량도 많았다. 하지만, Ca은 재배수의 농도가 짙을수록 콩나물에서의 함량은 적었으며, 재배수의 농도가 짙을수록 콩나물에서 자엽에 함유된 무기물의 비율이 배축의 함량보다 낮아지는 경향을 보였다. 콩나물의 전체 무기물의 함량은 용암해수의 농도가 짙을수록 많았다.

V. 참고문헌

- Bae, K.G., S.W. Nam, K.N. Kim, S.J. Shin and Y.H. Hwang. 2002. Water uptake and germination of soybean seed as affected by soaking condition. *Kor. J. Crop Sci.* 47(3):244-249.
- Bae, K.H., K.J. Kim, N.Y. Kim and J.M. Song. 2012. In vitro culture of rare plant *Bletilla striata* using Jeju magma seawater. *J. Plant Biotechnol.* 39:281 - 287.
- Chi, H.Y., J.S. Roh, J.T. Kim, S.J. Lee, M.J. Kim, S.J. Hahn and I.M. Chung. 2005. Light quality on nutritional composition and isoflavones content in soybean sprouts. *Kor. J. Crop Sci.* 50(6):415-418.
- Choi, H.D., S.S. Kim, K.T. Kim, J.Y. Lee and W.M. Park. 2000a. Effect of presoaking treatments on growth and rot of soybean sprouts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32(3):584-589.
- Choi, H.D., S.S. Kim, S.R. Kim and B.Y. Lee. 2000. Effect of irrigating solutions on growth and rot of soybean sprouts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32(5):1122-1127.
- Choi, S.D., Y.H. Kim, S.H. Nam and M.Y. Shon. 2002. Growth Characteristics of soybean sprouts cultivated with extract of korean herb medicines. *Kor. J. Food preserv.* 9(2):167-173.
- Choi, S.D., Y.H. Kim, S.H. Nam and M.Y. Shon. 2002a. Quality characteristics of soybean sprout cultivated with extract of korean *Glycyrrhiza glabra*. *Kor. J. Food Preserv.* 9(2):174-178.
- Choi, S.D., Y.H. Kim, S.H. Nam, M.Y. Shon and J.H. Choi. 2003. Changes in major taste components of soybean sprout germinated with extract of Korean *Panax ginseng*. 2003. *Kor. J. Life Sci.* 13(3):273-279.
- Eom, J.H., J.H. Eun, H.J. Choi and D.J. Kim. 2009. Change and estimated availability of NDF binding trace minerals in soybean sprouts depending on cultivation periods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 38(3):333-337.
- Eun, J.H., J.H. Eun and D.J. Kim. 2009. An estimated value and change in TDF

- binding major minerals of soybean sprouts depending on cultivation days and parts. *J. Life Sci.* 19(8):1088-1092.
- Hwang, T.Y. 2012. Quality characteristics of soybean sprouts cultivated with carbonated water. *Kor. J. Food Preserv.* 19(3):428-432.
- Hwang, Y.H., J.D. Lee, H.Y. Cho, T.H. Kwon and Y.S. Jeong. 2002. Sprout characteristics of improved and indigenous soybeans in Korea *Agric. Rex. Bull. Kyungpook Natl. Univ.* 20:99-105.
- Jang, G.H. 1993. The history on food preparation and processing of Korean soybean used foods. Soohagsa, Seoul. pp. 198-232.
- Jeon, S.H., C.W. Lee, H.Y. Kim, B.S. Jeon and J.H. Kang. 2007. Growth and Shape of soybean sprouts as affected by culture method and their pressing. *Kor. J. Plant Res.* 20(2):145-149.
- Jeon, S.H., C.W. Lee, H.Y. Kim, H.K. Kim and J.H. Kang. 2008. Growth of soybean sprouts affected by period and method of seed storage. *Kor. J. Crop Sci.* 53(1):21-27.
- Jeong, Y.S., H.J. Park, K.H. Dhakal, J.D. Lee, I.J. Lee and Y.H. Hwang. 2008a. Change of asparagine content in soybean sprouts by variety, root growth, and cultivation period. *Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ.* 26:63-69.
- Jeong, Y.S., K.H. Dhakal and Y.H. Hwang. 2009. Effects of soy-sprout asparagine on hangover. *Agric. Rex. Bull. Kyungpook Natl. Univ.* 27:53-58.
- Jeong, Y.S., K.H. Dhakal and Y.H. Hwang. 2009. Change of asparagine content during soy-sprout growing. *Agric. Rex. Bull. Kyungpook Natl. Univ.* 27:43-52.
- Jeong, Y.S., T.H. Shon, K.H. Dhakal, J.D. Lee and Y.H. Hwang. 2008. Study on the factors affecting asparagine content in soy-sprout. *Agric. Rex. Bull. Kyungpook Natl. Univ.* 26:71-79.
- Kang, J.H., B.S. Jeon, D.O. Hong, H.Y. Kim and C.W. Lee. 2006a. Effect of watering methods on growth of soybean sprouts and culture temperature. *Kor. J. Plant Res.* 19(2):344-347.
- Kang, J.H., B.S. Jeon, Y.J. Cho, C.J. Park, S.Y. Yoon and S.H. Jeon. 2004a. Effects

- of aeration temperature and period after BA treatment on growth and lateral root formation of soybean sprouts. *Kor. J. Crop Sci*, 49(3):216-221.
- Kang, J.H., C.J. Park, S.Y. Yoon, S.H. Jeon and C.Y. Her. 2005a. Growth and morphological characteristics of soybean sprouts treated with leaf extracts of *Thea sinensis* L. and *Eucommia ulmoides* Oliver. *Kor. Medicinal Crop Sci*. 13(1):11-16.
- Kang, J.H., C.J. Park, S.Y. Yoon, S.H. Jeon and D.O. Hong. 2005. Lateral root formation and growth of soybean sprouts treated with various solutions. *Kor. Medicinal Crop Sci*. 13(1):6-10.
- Kang, J.H., D.O. Hong, S.H. Jeon, B.S. Jeon, C.W. Lee and H.Y. Kim. 2006. Effects of food additive acetic acids and propionic acids on growth and morphological characters of soybean sprouts. *Kor. J. Plant Res*. 19(5): 606-611.
- Kang, J.H., Y.J. Cho, B.S. Jeon, S.Y. Yoon, S.H. Jeon and H.K. Kim. 2004b. Effect of benzyladenopurine concentration on growth and morphology of soybean sprouts and comparison with selling products. *Kor. J. Plant Res*. 17:94-101.
- Kang, J.S., J.W. Lee and I.S. Choi. 2007. Influence of plant growth regulators on the formation of lateral roots and hypocotyl enlargement in soybean sprouts. *J. Bio-Environment Control*. 16(1):47-53.
- Kang, J.Y., S.C. Kang and S. Park. 2000. Effect of filtrate of loess suspension on growth and quality of soybean sprouts. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol*. 43(4):266-270.
- Kim, A.D., K.A. Kang, R. Zhang, C.M. Lim, Y.E. Jee, N.H. Lee, H.J. You, K.S. Ko and J.W. Hyun. 2010a. Reactive oxygen species scavenging effects of Jeju waters containing vanadium components. *Cancer Prev. Res(Seoul)* 15:111-117.
- Kim, A.D., K.A. Kang, R. Zhang, M.J. Piao, S.M. Kim, Y.E. Jee, N.H. Lee, H.J. You, K.S. Ko and J.W. Hyun. 2010b. Effects of Jeju water containing vanadium on antioxidant enzymes in vitro. *Cancer Prev. Res(Seoul)* 15:262-267.
- Kim, A.D., K.A. Kang, R. Zhang, M.J. Piao, S.M. Kim, Y.E. Jee, N.H. Lee, H.J. You, K.S. Ko and J.W. Hyun. 2011. Antioxidant enzyme-enhancing effects of Jeju

- water containing vanadium *in vivo*. *Cancer Prev. Res(Seoul)* 16:58-64.
- Kim, D.Y. 1963. The effect of gibberellin, urea and sucrose on growth and some nutrients in soybean sprout. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 4:29-32.
- Kim, E.J., K.I. Lee and K.Y. Park. 2002a. Effects of germanium treatment during cultivation of soybean sprouts. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 31(4):615-620.
- Kim, E.J., K.I. Lee and K.Y. Park. 2002b. Quantity analysis of nutrients in soybean sprouts cultured with germanium. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 31(6):1150-1154.
- Kim, H.S., H.S. Kim, K.H. Kim, Y.J. Oh, S.K. Suh and H.K. Park. 2005. Water absorption and germination ration of sprout-soybean varieties affected by different planting date. *Kor. J. Crop Sci.* 50(5):132-135.
- Kim, I.S., S.Y. Choi, M.J. Chung, T.H. Kim and N.J. Sung. 2005a. Effect of ion chip and yellow soil on growth and physicochemical characteristics of soybean sprouts. *Kor. J. Food & Nutr.* 18(4):316-324.
- Kim, J.H., D.H. Kim, and W.J. Kim. 1994. Comparison of soybean varieties for soybean sprouts and Tofu processing. *J. Kor. Soc. Agric Chem. Biotechnol.* 37(1):19-24.
- Kim, K.H. 1981. Studies on the growing characteristics of soybean sprout. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13:247-252.
- Kim, K.S., S.Y. Jung, J.G. Chung and M.K. Shin. 2005b. A study on characteristics of soybean sprouts cultured with green tea extracted. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 15(6):752-758.
- Kim, K.S., S.Y. Jung, J.G. Chung and M.K. Shin. 2006. Antioxidative and amylase activity of soybean sprouts by treatment of green tea water extract. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 16(4):447-452.
- Kim, M.K. 1990. Experimental result on the cultivation of soybean sprout. *soybean sprouts News Magazine.* 8:26-29.
- Kim, S.D., I.D. Kim, M.Z. Park, Y.G. Lee. 2000. Effect of ozone water on pesticide-residual contents of soybean sprouts during cultivation. *Korean J. Food Sci. Technol* 32:277-283.

- Kim, S.D., S.H. Kim, E.H. Hong. 1993. Composition of soybean sprout and its nutritional value. *J. Kor. Soybean Res* 10:1-9.
- Kim, S.Y., K.A. Lee, H.T. Yun, J.T. Kim, U.H. Kim and Y.H. Kim. 2011. Analyses of fatty acids and dietary fiber in soy sprouts. *Kor. J. Crop Sci.* 56(1):29-34.
- Kim, Y.H., K.A. Lee and H.S. Kim. 2009. Volatile flavor components in soybean sprouts. *Kor. J. Crop Sci.* 54(3):314-319.
- Kwon, S.H. 1972. Origin and importance of protein and oil of Korean soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 4(2):158-161.
- Lee, J.C. and Y.H. Hwang. 1996. Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprout soybeans. *Kor. J. Crop Sci.* 41(5):592-599.
- Lee, S., Y.B. Lee and H.S. Kim. 2013. Analysis of the general and functional components of various soybeans. *J. Kor. Soc Food Sci Nutr.* 42(8):1255-1262.
- Lee, Y.S., R.D. Park and C.O. Rhee. 1999. Effect of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 31(1):153-157.
- Park, J.S. 1996. Varietal differences among soybean sprouts during germination and maturation. *Kor. Soybean Digest.* 13(1):55-61.
- Park, M.H., D.C. Kim, B.S. Kim and B. Nahmgoong. 1995. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Kor. Soybean Digest.* 12:51-67.
- Park, W.K. 1991. *Encyclopedia of foods and food science.* Shinkwang Publishing Corporation, Seoul. pp. 403-404.
- Saio, K. 1976. Soybeans resistant to water absorption. *Cereal foods world* 21(4):168-173.
- Shin, D.H. and Y. Choi. 1996. Comparison of growth characteristics of soybean sprouts cultivated by three methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 28(2):240-245.
- Song, B.S., M.J. Kim and G.S. Kim. 2010. Amino acid composition changes in soybean sprouts during cultivation. *Kor. J. Food Preserv.* 17(5):681-687.
- Suh, S.K., H.S. Kim, S.K. Jo, Y.J. Oh, S.D. Kim and Y.S. Jang. 1994. Effects of different cultural condition on growing characteristics of soybean sprouts. *Kor.*

- Soybean Digest. 12(1):75-84.
- Suh, S.K., K.H. Kim, H.S. Kim, Y.J. Oh, J.Y. Kim, H.K. Park and Y.S. Jang. 1996. Effects of storage period on germinability and characteristics of soybean-sprout in soybean. II. Characteristics of soybean-sprout on storage period in soybean. Kor. Soybean Digest. 13:62-69.
- Yoon, D.J., J.D. Lee, D.J. Kang, S.K. Park and Y.H. Hwang. 2004. Effect of electrolyzed acidic water on the growth of soybean sprout. J. Life Sci. 14(5):809-814.
- Youn, J.E., H.S. Kim, K.A. Lee and Y.H. Kim. 2011. Contents of minerals and vitamins in soybean sprouts. Kor. J. Crop Sci. 56(3):226-232.
- 농촌진흥청. 2013. 2013년도 주요발작물품종해설. pp. 180-201
- 장지현. 1992. 우리나라 콩나물 문화. 콩나물에 대한 대토론회 발표 논문 초록집. pp. 51-54.
- 통계청. 2013. 2012년 농작물생산통계. p. 64.

감사의 글

대학 졸업 후 20여년이 흘러 어느 순간 대학원을 다니게 되면서 그동안 치열하게 사업에만 빠진 나를 삶의 가치와 행복을 다시 재조명하게 되었다. 배움이 이렇게 여유롭고 마음의 풍요를 가질 수 있다는 것을 새삼 느꼈다.

대학원을 다닐 수 있게 계기를 마련해주시고 지도를 아끼지 않은 송창길 지도 교수님께 존경과 감사의 마음을 드립니다. 논문심사를 맡기 위해 바쁘신 와중에도 참석하시어 애정 어린 지적과 조언을 해주신 강영길 명예교수님, 현해남 교수님께 감사드립니다. 또한 지속적인 관심을 주신 김동순 교수님, 전용철 교수님, 김주성 교수님 그리고 하영삼, 김경남 조교 선생님께도 감사드립니다.

논문이 나오기 까지 자기일 같이 처음부터 끝까지 챙겨준 송상철 선생님, 보완 수정에 힘 써주신 송진영 선생님과 바쁜 와중에도 논문작성에 신경써줬던 자원식물학실험실의 김태근, 현도경, 차진우, 이희선, 권난희 연구원에게 고맙다는 말을 전합니다.

친환경 농업의 정신적 지주였던 제주 친환경 농업학교 대표 김형신 선생님, 지금도 친환경 농업의 발전을 위해 온몸으로 애쓰는 모습이 경이롭습니다. 또한 친환경 농업을 같이 해온 지자스 영농조합법인 전·현직 임직원 및 조합원님들께도 감사드립니다.

가장이 사업적으로 늘 어려움에 불구하고 억척스럽게 제주곡물영농조합을 이끌면서 네 자녀를 키우는 우리 집사람 이인숙, 제 논문을 컴퓨터에 같이 앉아 교정해준 큰딸 수민, 묵묵하게 성실히 고등학교에 다니는 아들 민규, 활동적이고 공부도 잘하는 중학생 둘째딸 민경, 항상 귀엽고 열심히 하는 초등학생 막내딸 지민, 우리 가족을 보면 항상 가슴이 시리고 미안해 하지만 그래도 할 수 있는 것은 사랑한다는 말 뿐이다. 우리 가족이 모두 행복하기 위해 최선을 다해 노력하는 것 밖에 없다.

지난겨울에 교통사고를 당해 큰 수술을 견디시고 80대 후반의 고령임에도 불구하고 젊은이 못지않게 강인한 정신력으로 재활치료를 하시는 사랑하는 어머니, 당신에게 이 책을 드립니다.

모든 것을 사랑하는 마음으로 살아가겠습니다.