



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](#)

博士學位論文

제주 자생 상동나무의 특성과 생장조정제
처리가 열매 품질에 미치는 영향

濟州大學校 大學院

農 學 科

宋 尙 哲

2014年 8月

제주 자생 상동나무의 특성과 생장조정제 처리가 열매 품질에 미치는 영향

指導教授 宋 昌 吉

宋 尙 哲

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

2014年 6月

宋尙哲의 農學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

委 員 _____ ㉠

濟州大學校 大學院

2014年 6月

Thesis for the Degree of Doctor of Agriculture

Characteristics of *Sageretia thea* (Osbeck)
M.C. Johnst Native to Jeju Island and Effects
of Plant Growth Regulator Treatments on
Fruit Quality

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Sang-Churl Song

AUGUST 2014

목 차

Abstract	i
List of tables	vi
List of figures	xi
Appendix	xiii
I. 서론	1
II. 연구사	3
III. 재료 및 방법	10
1. 상동나무 자생지 분포 및 환경 특성 조사	10
가. 상동나무 분포 조사	10
나. 상동나무 자생지 환경 특성	10
1) 조사지 선정	10
2) 조사지 입지환경 조사	11
가) 기상환경	11
나) 토양환경	11
다) 조사지 주변 식생조사	12
2. 상동나무 열매의 특성 및 성분 분석	12
가. 상동나무 열매와 종자의 특성 조사	12
나. 상동나무 열매의 성분분석	13
1) 공시재료	13
2) pH, 당도 및 산함량 분석	13

3) 일반성분 분석	13
4) 무기성분 분석	13
5) 유기산 분석	14
6) 유리당 분석	15
7) 지방산 분석	16
8) 총 페놀화합물 분석	17
9) 총 안토시아닌 분석	17
 3. 상동나무 종자 발아특성 조사	18
가. 공시재료	18
나. 처리 및 조사 방법	18
 4. 생장조정제 처리가 상동나무 열매의 품질에 미치는 영향	19
가. 처리 장소	19
나. 생장조정제 처리 방법	20
다. 수확시기 및 조사 방법	21
 5. 통계분석	21
 IV. 결과 및 고찰	22
1. 상동나무 자생지 분포 및 환경 특성	22
가. 상동나무의 분포	22
나. 상동나무 자생지의 입지환경	24
1) 기상환경 특성	24
2) 토양환경 특성	25
3) 자생지 식물상	27
 2. 상동나무 열매의 특성 및 유효성분	31
가. 상동나무 열매와 종자의 특성	31

나. 상동나무 열매의 성분	40
1) pH, 당도 및 산함량	40
2) 일반성분 함량	40
3) 무기성분 함량	41
4) 유기산 함량	43
5) 유리당 함량	44
6) 지방산 함량	46
7) 총 페놀화합물 함량	49
8) 총 안토시아닌 함량	50
3. 상동나무 종자 발아 특성	52
4. 생장조정제 처리가 상동나무 열매의 품질에 미치는 영향	59
가. 생장조정제 처리별 상동나무 열매 비대 효과	59
1) Mepiquat chloride 처리효과	59
2) Forchlorfenuron 처리효과	62
3) Thidiazuron 처리효과	65
4) Gibberellic acid 처리효과	68
5) 6-Benzylaminopurine 처리효과	71
나. 생장조정제 처리별 상동나무 열매의 숙기 변화	74
V. 적요	80
VI. 참고문헌	84
Appendix	111

Abstract

Sageretia thea (Osbeck) M.C. Johnst is found to have been intensively distributed in Jeju island. In order to discover the possibilities of the tree as a new income-source crop or functional food material, this research was made by selecting the naturally growing habitat located in Seogwipo-si Anduk-myeon Seogwang-ri to identify its locational environment properties, vegetation distribution and soil properties of the habitat, and to investigate morphological and growth characteristics and physicochemical features of the fruit in a functional component analysis. In addition, the effects of seed germination characteristics and growth regulator treatments on the quality of the fruit are thoroughly investigated in this study to prepare a utilization basis for a functional resource of the fruit and to further create a new demand. The results of this study are as follows:

1. In Korea, *Sageretia thea* is mainly distributed and naturally growing in the warmer southern regions of Jeollanam-do and south coastal islets and all over the Jeju Island. In particular, the trees are intensively growing in the middle of mountain areas in the western part of Jeju island. The vertical limit of biological distribution zone is known to be less than 600m above sea level. The climatic and environmental conditions of *Sageretia thea* habitat belong to the evergreen broadleaf forest region, and the trees tend to grow well in a place which has a small amount of precipitation and a high degree of temperature in winter. Soil characteristics of the habitat are as follows: 5.8 of pH, $0.34\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ of EC, 15.27% of organic matter, $13.6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available P_2O_5 , exchangeable cations including 4.9 of Ca, 0.27 of K, 1.7 of Mg, $1.3\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ of Na and $63.09\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of NO_3^- ions, respectively. When those distributional characteristics, climatic and environmental conditions and soil

properties of the naturally growing habitat described above are taken into a cultivation perspective, the *Sageretia thea* is determined suitable for cultivation and promising for a new income agricultural crop. In addition, the flora of the habitat comprises the total of 31 classification groups including 25 families, 31 genuses, 27 species, and 4 plant varieties, and 5 types of plants are distributed according to the classification of the vegetable kingdom designated by the Ministry of Environment.

2. The fruit of *Sageretia thea* collected from the habitat in harvest season has the average weight of 0.2g, diameter of 7.2mm, length of 6.5mm, and size distribution range of 5.1~10.0mm with 75.1% of 6.1~8.0mm in the most frequently checked size, revealing a special feature of the seeds, that is, the bigger fruits, the greater the number of seeds. The number of fruits per cluster was not significant in size or weight, but it was proportional to the number of seeds. The number of seeds per fruit was 1.8, and 1000 grain weight was 7.77g with diameter of 3.7mm and thickness of 1.7mm in size, light and small. The fruit maturation was investigated to be from April 27 to June 1, approximately 35 days, when the best maturation period was about a week, May 11 to May 18. Also, the fruits grown on May 4 to May 11 were seen to have the biggest in transverse size and weight with a tendency of the earlier maturation date the greater the number of seeds.

3. The physicochemical properties and functional components of *Sageretia thea* are found in the following analysis. The extracted fruit juice had 4.17 of pH, 22.2°Brix of soluble solid, 0.83% of total acidity and 26.7 of soluble solid-acid ratio. As a result, the high sugar content of the fruit was evaluated as excellent palatability, more appealing to consumers than other fruits. The proximate composition of fruit was 75.04% of moisture content, 18.31% of available nitrogen-free extract (carbohydrates), 3.32% of crude

fiber, 2.01% of crude protein, 0.84% of crude fat, 0.48% of crude ash content, and the main components of the fruit was considered to be water soluble total sugar, mostly occupying available nitrogen-free liquid. The moisture content lower than other fruits is because of the higher level of water soluble sugar content. The freeze-drying sample of the fruit juice contained a total mineral content of $1,264.9\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, main mineral components of K, P, Na, Mg and Ca, where $822.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ of K was contained the most, and a tiny amount of other various mineral components, Fe, B and the like.

A variety of major organic acids of the fruit included malic acid, lactic acid, tartaric acid, succinic acid, citric acid in an orderly manner, revealing an organic acid composition different from other fruits, so that the fruit juice of *Sageretia thea* was considered to bring about a unique sensation of refreshment. Malic acid and lactic acid, respectively $2,631.54\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ and $1,237.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, were amounted for 73.2% of total organic acids. Free sugar content included fructose of $8.11\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ and glucose of $7.68\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ with only a small mixed amount of sucrose, and the main composition of the soluble solid and available nitrogen-free components mentioned above were confirmed as free sugar. It was confirmed that 11 fatty acids were contained in the fruit and some of major acids were palmitic acid, stearic acid, oleic acid and linoleic acid, the last of which was contained the greatest in amount. Besides, the fruit also contained γ -linolenic acid, eicosa trienoic acid, etc. rare in nature. It was also found that the saturated and unsaturated acids were 28.74% and 71.26% of the total fatty acids respectively. Total phenolic compound, known as a functional material, was contained in the amount of $874.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, very rich in fruit, and the amount of anthocyanins, a typical functional component, was $520.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, even more than blue berries, in the content analysis of anthocyanins, so that the fruit of *Sageretia thea* was considered to have a high value for a functional food material resource.

4. *Sageretia thea* seeds pretreated for 24 hours at 50°C were not germinated, while most of those pretreated for 24 hours at 4°C were successfully germinated at any degree of temperature (except at a temperature of 10°C). Particularly, the highest germination rate of 55% was made at 15°C, and shoots and radicles were best grown within the temperature range of 25°C. As temperature was higher, some tendencies were seen to get mean germination time shorter, the germination coefficient of velocity higher and the germination index lower. On the basis of germination rate and growth conditions, it was confirmed that seeds of *Sageretia thea* might be most preferably germinated at 20°C.

5. Some plant growth regulator treatments to the fruit cluster of *Sageretia thea* were conducted in a dipping method, and then the effects of those immersion treatments on the quality of the fruit were investigated. Firstly, 250mg·L⁻¹ mepiquat chloride treatment or 1mg·L⁻¹ thidiazuron treatment on the full-bloom date resulted in an increase of 21.7% in weight, and 1mg·L⁻¹ thidiazuron treatment on the full-bloom date, 200mg·L⁻¹ 6-benzylaminopurine treatment on the full-bloom date and 10mg·L⁻¹ forchlorfenuron treatment 14 days after the full-bloom date also brought about positive effects on the enlargement of the fruit, respectively, 8.1%, 7.0 % and 6.3 % in its transverse diameter.

Furthermore, the positive effects of the plant growth regulator treatments on the harvest time of *Sageretia thea* were determined as follows: an increase in the harvest ratio of 48.6~75.8%, shorter maturation period, by the treatments with 500mg·L⁻¹ mepiquat chloride 7 days after the full-bloom date, 2.5mg·L⁻¹ forchlorfenuron 14 days after the full-bloom date or 200mg·L⁻¹ 6-benzylaminopurine 7 days after the full-bloom date; and the greater effects

of plant growth regulator treatments on the fruit maturation speed in the following order, gibberellic acid> thidiazuron> mepiquat chloride> forchlorfenuron> 6-benzylaminopurine.

As described above, a thorough research has been made on naturally growing habitat of *Sageretia thea* in Jeju. special features of fruit, characteristics of seed germination and effects of plant growth regulator treatments. The results of this study are expected to be used as a comprehensive reference base to develop *Sageretia thea* as a new local specialty crop for Jeju island

List of tables

Table 1. Conditions of the analysis of soil minerals by using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES). · ·	12
Table 2. Conditions of the analysis of minerals in the fruits of <i>Sageretia thea</i> by using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES). ···········	14
Table 3. Conditions of the analysis of organic acids in the fruits of <i>Sageretia thea</i> by high performance liquid chromatography (HPLC). ···········	15
Table 4. Conditions of the analysis of free sugars in the fruits of <i>Sageretia thea</i> by high performance liquid chromatography (HPLC). ···	16
Table 5. Conditions of the analysis of fatty acids in the fruits of <i>Sageretia thea</i> by gas chromatography (GC). ···········	17
Table 6. Concentration and treatment time of plant growth regulators on <i>Sageretia thea</i> . ···········	21
Table 7. Climatic indices of surveyed districts from 1981 to 2010. ·······	24
Table 8. Characteristics of the soil on which <i>Sageretia thea</i> plants grow. ···········	26
Table 9. List of plants surrounding <i>Sageretia thea</i> . ···········	28

Table 10. Distribution of vascular plants surrounding <i>Sageretia thea</i> . ····	30
Table 11. List of the level I – IV species surrounding <i>Sageretia thea</i> . ···	30
Table 12. The number of seeds per fruit, weight, diameter and length of <i>Sageretia thea</i> fruits. ···········	31
Table 13. Weight, diameter, length and thickness of <i>Sageretia thea</i> seeds. ··········	32
Table 14. The number of seeds per fruit, weight, diameter and length of <i>Sageretia thea</i> fruits at harvest. ·········	35
Table 15. Correlation coefficients among the number of seeds per fruit, weight, diameter and length of <i>Sageretia thea</i> fruits at harvest. ··········	35
Table 16. Equations to predict fruit characteristics at harvest. ·······	36
Table 17. Distribution of the number of seeds per fruit, fruit weight and length according to fruit diameter. ·········	37
Table 18. Equations to predict fruit characteristics on the basis of fruit diameter. ·········	37
Table 19. Distribution of the number of seeds per fruit, fruit weight, dia- meter and length according to the number of fruits per cluster. ··········	38

Table 20. Equations to predict fruit characteristics on the basis of the number of fruits per cluster.	39
Table 21. Correlation coefficients among the number of seeds per fruit, fruit weight, diameter, length and the number of fruits per cluster.	39
Table 22. Quality characteristics of <i>Sageretia thea</i> fruits.	40
Table 23. Proximate composition of <i>Sageretia thea</i> fruits.	41
Table 24. Mineral content of <i>Sageretia thea</i> fruits.	42
Table 25. Organic acid content of <i>Sageretia thea</i> fruits.	43
Table 26. Free sugar content of <i>Sageretia thea</i> fruits.	45
Table 27. Fatty acid composition of <i>Sageretia thea</i> fruits.	47
Table 28. Total phenolic compounds and total anthocyanin content of <i>Sageretia thea</i> fruits.	49
Table 29. Germination percentage of <i>Sageretia thea</i> seeds according to temperature treatments.	52
Table 30. Growth characteristics of <i>Sageretia thea</i> according to temperature treatments.	54

Table 31. The number of seeds per fruit and fruit weight according to mepiquat chloride treatments.	60
Table 32. <i>Sageretia thea</i> fruit size according to mepiquat chloride treatments.	61
Table 33. The number of seeds per fruit and fruit weight according to forchlorfenuron treatments.	63
Table 34. <i>Sageretia thea</i> fruit size according to forchlorfenuron treatments.	64
Table 35. The number of seeds per fruit and fruit weight according to thidiazuron treatments.	66
Table 36. <i>Sageretia thea</i> fruit size according to thidiazuron treatments. ..	67
Table 37. The number of seeds per fruit and fruit weight according to gibberellic acid treatments.	68
Table 38. <i>Sageretia thea</i> fruit size according to gibberellic acid treatments.	70
Table 39. The number of seeds per fruit and fruit weight according to 6-benzylaminopurine treatments.	72
Table 40. <i>Sageretia thea</i> fruit size according to 6-benzylaminopurine treatments.	73

Table 41. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> according to mepiquat chloride treatments.	75
Table 42. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> according to forchlorfenuron treatments.	76
Table 43. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> according to thidiazuron treatments.	77
Table 44. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> according to gibberellic acid treatments.	78
Table 45. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> according 6-benzylaminopurine treatments.	79

List of figures

Fig. 1. Research point on the environmental habitat of <i>Sageretia thea</i> . · ·	10
Fig. 2. Research point on the plant growth regulator treatments of <i>Sageretia thea</i> . ············	20
Fig. 3. The study of the distribution of <i>Sageretia thea</i> from 1994 to 2011 points of environmental impact assessment reports. ············	23
Fig. 4. The distribution of <i>Sageretia thea</i> according to environmental im- pact assessment reports from 1994 to 2011. ············	23
Fig. 5. Harvest ratio of <i>Sageretia thea</i> fruit at harvest date. ············	33
Fig. 6. Distribution ratio of <i>Sageretia thea</i> according to the fruit size. ···	34
Fig. 7. High performance liquid chromatography (HPLC) chromatogram of organic acids in <i>Sageretia thea</i> fruits. ············	44
Fig. 8. High performance liquid chromatography (HPLC) chromatogram of free sugars in <i>Sageretia thea</i> fruits. ············	45
Fig. 9. Gas chromatography (GC) chromatogram of fatty acids in <i>Sageretia thea</i> fruits. ············	48
Fig. 10. Cutting figure of <i>Sageretia thea</i> fruit and blueberry. ············	50

Fig. 11. Germination conditions of <i>Sageretia thea</i> seeds according to temperature treatments.	54
Fig. 12. Regression analysis between mean germination time of <i>Sageretia thea</i> and temperature treatments.	56
Fig. 13. Regression analysis between coefficient of velocity of germination of <i>Sageretia thea</i> and temperature treatments.	57
Fig. 14. Regression analysis between germination index of <i>Sageretia thea</i> and temperature treatments.	58

Appendix

Appendix 1. Investigate the distribution of <i>Sageretia thea</i> for list of en- vironmental impact assessment from 1994 to 2011.	111
--	-----

I. 서 론

최근 건강한 식생활에 대한 관심이 점차 많아지면서 효능이 우수한 국내 자생 식물의 탐색 및 개발에 많은 관심을 보이고 있다. 이는 자연에서 자생하는 식물의 경우 환경으로부터 자신을 보호하기 위해 다량의 생리활성물질들을 함유하고 있으리라 여겨지기 때문에(Jang et al., 2012) 식용 및 약용으로 쓰이는 자생식물 자원을 이용한 각종 질병의 예방과 치료에 효과가 있는 유효성분의 탐색 및 고부가가치 신상품의 개발 등 시도가 많이 이루어지고 있는 추세이다(Gwon et al., 2008; Kim et al., 2004a; Kang et al., 2008; Moon et al., 2006; Moon et al., 2006; Kang et al., 2010; Kwon et al., 1997).

1992년 채택된 생물다양성협약으로 인해 각국은 자국에 존재하는 생물종을 자원화 할 수 있는 농부권(Famer's Right)과 생물종 개발에 따른 지적소유권을 이용하여 자국의 이익을 보호하려는 생물종의 자원화 움직임이 세계적으로 확대되고 있다(Kwon et al., 2011).

제주도내에 분포하는 식물은 167과 770속 1,819종 121변종 50품종으로 총 1,990분류군으로 정리된 바 있으며(김 등, 2006a, 2006b), 그 중 약용자원 관속식물은 149과 487속 734종 1아종 63변종 3품종으로 총 801분류군이 분포하고 있다고 알려져 있다(김, 2004).

이처럼 다양한 식물이 분포하는 제주도는 전북식물구계(Haloartic floristic kingdom)의 동아시아식물구계구(East asiatic floristic region)에 속한다. 제주도의 식물은 대륙으로부터 남하한 식물군, 중국·제주도·일본에 걸쳐서 분포하는 식물군, 열대·아열대 기원의 식물, 제주도와 타이완, 일본에서 분화한 식물군 등 다양한 요소를 반영하는 식물들로 구성되어 있으므로 면적에 비하여 많은 종이 분포하는 것으로 알려져 있다(김, 2006).

제주도는 따뜻한 아열대성 환경조건 및 풍부한 식물자원을 최대한 이용하여 경제성 있는 새로운 소득작물을 개발하고 정착시키기에 적합한 지역일 뿐만 아니라 광활한 중산간지대의 효율적인 이용을 위해 재배 가능한 작물을 선택 재배

할 필요가 있다(Song et al., 2000). 따라서 제주지역의 고유 자원식물을 활용한 재배 및 수확을 용이하도록 하는 연구는 더욱 활발하게 진행될 것이고 이를 이용한 각종 기능성 식품의 개발도 이루어지게 될 것이므로, 식물의 유용성분 분석에 대한 연구는 아주 중요하다고 할 수 있다(Kim et al., 2003a).

상동나무(*Sageretia thea* (Oseck) M.C. Johnst)는 예로부터 거풍약(祛風藥), 담지해평천약(祛痰止咳平喘藥), 이기약(理氣藥)으로 이용되어 왔으며(김, 2004), 중국에서는 개창(疥瘡), 칠창(漆瘡), 수종의 치료와 독제거 등에 이용되고 있다(江蘇新醫學院, 1998). 그러나 국내에서 상동나무의 이용도는 매우 낮은 편으로 대부분 관상용으로 방치되거나 일부 지역주민들이 열매를 채취하여 생과 또는 술을 담아 먹을 뿐 식품으로의 이용은 거의 없는 실정이다(송, 2003).

이처럼 상동나무는 식품으로서의 관심을 받지 못하고 있을 뿐만 아니라 그에 대한 연구도 거의 이루어지지 않고 있는 실정인데, 그 원인으로는 열매의 크기가 작다는 것을 들 수 있지만, 더 근본적인 원인은 그 효용가치를 제대로 평가할 수 있는 체계적인 연구의 기회가 없었기 때문이다(Hong et al., 2006; Kim et al., 2003a; 강 등, 1994). 또한 상동나무의 재배 및 증식과 열매에 대한 성분분석 등에 관한 국내의 연구가 아직 다른 작물에 비하여 현저하게 부족한 이유는 상동나무가 우리나라 남부 도서 해안지역 이남의 따뜻한 지역에서만 생육이 가능한 남방계 수목으로 자생지가 특정지역에 한정되어 있기 때문에 재배에 관한 연구가 이루어지기 어려웠을 것으로 생각된다.

따라서 제주지역 향토 유전자원을 이용한 새로운 기능성 식용식물자원을 발굴하기 위하여 제주지역에 자생하는 상동나무를 대상으로 자생지의 환경특성을 구명하고자 자생지 입지조건과 토양특성을 조사하고, 상동나무 열매의 이화학적 성분 분석을 통하여 식품소재로서의 이용 가능성을 모색하며, 상동나무 번식을 위한 종자발아 특성과, 생장조정제 처리에 따른 상동나무 열매의 비대와 성숙기에 미치는 효과를 조사함으로써 상동나무를 새로운 농가소득원 및 수요 창출을 위한 토대를 마련하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 연구사

최근 건강 증진에 도움을 주는 다양한 기능성 물질의 탐색과 기능성 성분이 있는 자생식물의 재배 및 이를 산업화하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 자생식물 중 상동나무는 관상수뿐만 아니라 식용으로도 그 이용가치가 높음에도 불구하고 이에 대한 연구보고가 부족한 편이다.

제주지역에 자생하는 상동나무(*Sageretia thea* (Oseck) M.C. Johnst)는 갈매나무과에 속하는 식물이다. 갈매나무과(*Rhamnaceae*)는 갈매나무목(*Rhamnales*)의 3개과(*Rhamnaceae*, *Leeaceae*, *Vitaceae*)중에서 가장 과종이 다양한 분류군으로 대부분이 교목이거나 관목이지만, 일부 덩굴성 식물도 있으며, 열대와 아열대지방을 중심으로 온대지방에 이르기까지 약 45~58속 900여종이 분포하고 있다. 우리나라에서는 7속 20종이 자라고 있는데, 그 중 대추나무, 헛개나무, 상동나무는 그 열매가 식용과 약용으로 옛날부터 잘 알려져 왔다. 그 중 상동나무속(*Sageretia*)은 아시아의 동남부와 북아메리카의 따뜻한 지역에서 분포하며 세계에 30종이 있으며, 우리나라에서는 1종 1품종이 자생한다(추, 1992).

상동나무는 낙엽 또는 반상록관목으로서 높이가 2m에 달하고 끝이 밑으로 처지며 잔가지는 8줄의 능선이 있고 갈색 잔털로 덮여 있으며 흔히 끝이 가시로 변한다. 잎은 거의 대생(對生) 비슷하게 달리며 난형 또는 넓은 난형이고 둔두이며 원저 또는 아심장저이고 길이 1~3cm, 너비 1~1.5cm로서 가장 자리에 잔톱니가 있다. 꽃은 작고 향기가 나며 가지 끝 부분이나 잎겨드랑이에서 총상꽃차례로 자잘하게 달리는데 양성으로 10~11월에 피고 5수(數)이며, 지름 3.5mm이고 황색이다. 꽃받침 잎은 난형 침두로 겹에 털이 있으며 꽃잎이 꽃받침보다 훨씬 짧고 씨방은 3실이며 암술머리가 3개로 갈라진다. 열매는 핵과로서 다음해 4~5월에 자흑색으로 익고 둥글며 지름이 3~5mm이다. 잎이 가을에는 황색으로 변하며(이 2003), 제3차 전국 자연환경조사지침의 환경부 지정 식물구계학적 특정 식물 III등급으로 지정되어 있다(Ministry of Environment, 2006).

야생의 고유 식물자원을 효율적으로 이용하고 관리하기 위해서는 먼저 본래 생육지의 환경특성에 대한 기초정보가 충분히 파악되어야 한다. 식생에 관한 자연과학적인 연구는 19세기 이후 식물의 생리, 생태학적 지식과 기후 및 토양에 관한 연구가 발달되면서 활발하게 진행되어, 중부 유럽 독일어권 지역의 식물지리학자인 Humboldt(1805), Schouw(1823), Heer(1835), Grisebach(1838) 등에 의한 경관구분과 지역 식물상에 대한 연구가 발전하기 시작하였으나 각 지역의 다양한 자연환경에 따라 제각기 다른 방향으로 발전하였다(김 등, 2006; 권, 2009). Whittaker(1962, 1965)는 2개의 군집간 종 구성상태의 유사성을 양적으로 표시하여 군집 상호간의 종 구성상태를 객관적으로 비교·연구한 결과를 보고한 바 있고, Muller-Dombois와 Ellenberg(1974)는 생육지의 인자는 서로 비슷한 특성을 가진 종들이 모여 하나의 생태군을 형성하는데 기인하므로 지표식물을 이용하여 산림 및 생태군을 체계화하는 연구를 하였다. Veno(1976)는 군집의 안정성에 관한 척도로서 종다양성을 해석하기 위한 연구를 하였고, Monk et al.(1969)은 온대지역 활엽수림의 식생층별 종다양도를 조사하여 전체 임관의 종다양도를 수관층별 평균치로 나타낼 수 있다고 하였다. 최근에는 Leps와 Starsa(1989)가 식생의 천이과정에서 종다양도는 초기에 증가하지만 후반기에는 감소하는 경향을 보인다고 하였으며, Gitay와 Agnew(1989)는 식물종수와 개체수를 이용하여 군집구조의 특성을 파악할 수 있다고 하였다.

1913년에 中井猛之進이 제주도에서 식물조사를 한 다음 제주식물에 대한 자료를 처음 집대성하여 특산식물 95분류군을 포함하여 자생식물 1,433분류군을 발표(中井, 1914)한 이래 제주도 식물상에 대한 많은 연구가 이루어져 왔는데, 김(1986, 1990, 1991, 2000)의 제주도 식생에 대한 조사 보고, Lee et al.(1999)의 제주도 흑오미자 자생 임분 14개 조사구에 입지환경과 식생구조 조사 보고, 강 등(2006)의 구상나무림을 대상으로 한 보고, Ko et al.(1997)의 소귀나무 자생지 조사 보고, Kwon et al.(2011)의 호랑가시나무 자생지 식생구조 보고, Kim et al.(2004b)의 황칠나무 집단의 구조와 생육 보고, Ahn와 Shim(2003)의 산탈나무 군락지 식생 보고, Kim et al.(2007a)의 목본식물자원 분포특성 보고, Kim et al.(2004b)의 황칠나무 집단의 구조 보고, Song et al.(2009)의 무인도서의 식물상과 생활형 보고, Lim(2012)의 제주시 일대 오름의 식물다양성 보고, Han et

al.(2007)의 동백동산 상록활엽수림의 식생구조에 대한 보고 등이 있다.

김 등(2006b)은 제주도 식물에 대한 연구에서 미기록 식물들을 포함하여 167과 770속 1,819종 121변종 50품종 1,990분류군으로 정리하여 보고하였으며, 엄(1962), 오(1968) 차(1969), 임 등(1990)은 작은 면적에 비하여 비교적 다양한 식물이 분포하는 한라산은 해발에 따른 식물 분포가 뚜렷하여 식물의 수직분포대가 나타난다고 보고하였다.

吉良(1976)과 Park(2003)은 난대 기후대 상록활엽수림의 지리적 분포지역은 연평균 기온, 연평균 최저기온, 한랭지수, 연평균 강수량 등 기온과 강수량의 요인과 밀접한 관계를 지니고 있으며, 일반적으로 연평균기온 11~15℃, 한랭지수는 -10~-15℃/month, 연평균 강수량은 900~1,500mm 정도의 범위까지 분포하는 것으로 보고하였고, 양과 김(1972)의 한국 남부지방 도서에 대한 상록활엽수의 분포와 기후 요인과의 관계에 대한 연구에서는 상록활엽수의 분포가 기후요인과 관계가 있는 것으로 밝혔다.

우리나라의 상동나무에 관한 연구는 中井(1920)에 의하면 1866년 소련의 Maximowicz가 동아시아산 서리과(Rhamnaceae) 식물을 기록할 때, Oldham이 거문도에서 채집한 상동나무를 기록한 것이 최초이며, 추(1992)는 갈매나무과의 계통학적 분류에서 상동나무에 대한 잎, 꽃, 열매 등의 외부형태관찰과 화분관찰, 동위효소분석, 해부학적 관찰조사를 실시하여 갈매나무과의 다른 종 보다 상동나무는 10월 중순에서 11월 중순까지 개화되어 가장 늦게 개화하고, 열매는 5월 중순에 결실되어 년중 가장 빨리 결실하며, 화분립은 10.64~12.56×15.42μm로 갈매나무과에서 가장 작으며, 기공의 밀도가 1,088/mm²로 다른 갈매나무종 보다 2배 이상 많다고 보고 하였다. 또한 김 등(1993), 강 등(1994), 송 등(1995)은 제주지역 자생유실수인 보리수, 산딸기, 왕머루, 산딸나무, 멸꽃 등의 특성조사 시 상동나무를 이식 후 개화기, 성숙기, 화색, 엽형 및 열매에 대한 품질(크기, 과중, 당도, 산함량, 과피색)을 조사하여 종경 6.5~7.0mm, 횡경 7.5mm, 과중 0.2~0.41g, 당도 14.9~16.8°Brix, 산함량 0.38~0.98%, 종자수 1.1개, 과형은 구형, 과피색은 자흑색으로 보고하였다.

열매는 주로 생식이나 가공용으로 많이 이용되어지는데 열매마다 성분특성이 다르기 때문에 맛과 활용이 다르다. 따라서 열매를 구성하는 성분분석이 중요시

여겨져 이에 따른 연구가 이루어지고 있다.

오디는 뽕나무의 열매로 Kim(1991b)은 5~6월경 오디의 과실색이 검은색 또는 자홍색일 때 채취하여 식용하거나 건조한 후 약제로 사용하고 있다고 하였으며, Kang et al.(2003), Kim et al.(1999)은 당, 유기산 및 안토시아닌의 함량이 높다고 보고하였으며, Kim et al.(2001)은 마멀레이드, 잼, 주스 및 술 등의 여러 가공 식품과 더불어 천연염료제로서 의류 및 화장품 산업에 이용범위가 넓다고 보고하였다.

딸기는 다년생 초본으로 Lee 등(2003)은 딸기가 대부분 생식용으로 이용되며 일부 잼, 젤리, 요구르트, 딸기주스 등의 원료로 사용된다고 하였으며, Cho et al.(2004)은 비타민 C, 유기산, 당분, 플라보노이드 성분 등에 대한 연구 보고를 하였다. Lee와 Lee(2007)의 연구에 의하면 블루베리는 생과 이외에 잼, 와인, 소스 등으로 가공될 뿐만 아니라 제과 원료로도 이용되고 있으며, Jeong et al.(2008)에 의한 영양성분 및 항산화능에 대한 연구보고가 있다. 석류는 곽(2008)이 일반성분 및 특수성분을 분석하여 석류주 개발을 위한 보고가 있고, 복분자는 주로 과실주 제조에 활용되면서 이에 대한 항산화 및 항암 활성이 Tulio et al.(2008)의 연구에서 보고되고 있으며, Kim(1981)과 Kim(1992)에 의한 무화과 과실에 대한 이화학적 분석보고가 있다.

생식용 과일의 식품적인 가치는 단맛과 신맛의 특징으로 결정된다(Byrne et al., 1991; Leonard et al., 1953). Esti et al.(1997)은 단맛과 신맛은 유리당의 조화와 산의 함량으로 결정된다고 하였으며, 특히 Vizzotto et al.(1996)은 유리당 간의 조합으로 결정되는 단맛은 과일의 특성을 결정하는 중요한 요인으로 작용한다고 보고 하였으며, Wrolstad와 Shallenberger(1981)는 유리당 간의 조합 양상은 과일 품종별로 다르게 나타난다고 하였다.

유기산의 분석은 예전부터 많은 보고가 있다. Chen et al.(1982)은 배의 유기산 함량이 매우 적어 산미가 약한 것으로 보고 하였고, Do et al.(2005)은 사과와 유기산은 malic acid이고 성숙되면서 감소하는 경향을 보인다고 보고 하였으며, Kim et al.(1998)은 포도의 유기산은 Tartaric acid가 전 생육기간 중 가장 많이 포함되어 있다고 하였고, Jung et al.(2005), Lim et al.(1996)은 자두의 주요 유기산이 Malic acid인 것으로 보고하고 있다.

폴리페놀 화합물은 Flavonoids, Anthocyanins, Tannins, Catechins, Isoflavones, Lignans, Resveratrols 등을 총칭하며, 식물계에 널리 분포되어 있으며 과실 및 엽채류에 다량 함유되어 있다고 Urquiaga와 Leighton(2000), Dai와 Mumper(2010) 등이 보고하고 있으며, Lu와 Foo(2000), Cha et al.(1999)은 폴리페놀(polyphenols)에 존재하는 다수의 히드록실기(-OH)는 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성을 가지고 있어 항산화 효과 및 항암, 항염 효과가 뛰어나다고 보고하였다.

자생식물의 유효성분 탐색 및 고부가가치 상품 개발 등의 시도가 이루어지고 있다(Gwon et al., 2008; Kim et al., 2004a; Kang et al., 2008; Moon et al., 2006; Moon et al., 2006; Kang et al., 2010; Kwon et al., 1997).

Yoo와 Kawk(1989)은 국내 자생식물의 화학성분 연구 시 상동나무의 줄기와 뿌리에서 추출한 물질에서 Saponin, Terpenoid, Anthraquinone, Flavonoid가 함유되어 있음을 확인하였으며, 박(2001)은 약용식물 101종에서 HIV-1 protease 활성억제 관련 검색 시 상동나무의 줄기와 잎의 추출물이 항 HIV-1 protease에 대해 34.1% 활성을 억제한다고 보고 하였고, 약용식물 124종에서 항 헬리코박터필로리 활성 검색에서 상동나무 잎에서 추출한 물질이 항 헬리코박터필로리 활성을 나타냈다는 보고가 있다. 양 등(2005)은 제주지역 78종의 식물자원에 대한 항산화활성도 조사에서 상동나무 지상부 추출물에 대한 보고를 하였고, Chung et al.(2004)은 상동나무 잎에서 분리한 7-*O*-메틸 메란시트린(7-*O*-methyl mearnsitrin) 등의 항산화 효과에 대한 연구보고를 하였으며, Oh와 Koh(2009)는 상동나무 잎과 줄기에는 81.7%의 α -amylase 저해활성을 나타내고 비만과 당뇨병의 예방을 위한 생리활성물질이 있는 것으로 판단되어 식품 소재 또는 생약으로의 개발 가능성이 있을 것으로 보고한 바 있다. Park et al.(2010b)은 식물체 플라보노이드성분의 가수분해방법을 연구 시 상동나무 잎의 플라보노이드 함량을 측정한 결과 Myricetin 614.8mg%, Quercetin 355.1mg%, Kaempferol 134.3mg%이 함유되어 있음을 보고 하였으며, Kim et al.(2012a)은 자생식물 181종에 대한 항산화 및 항염활성 탐색 시 상동나무 열매에서 DPPH 91.53 IC₅₀, NBT/XO superoxide 소거능이 54.53 IC₅₀ 있음을 보고하였다. 또한, 상동나무의 잎, 줄기, 뿌리 등에서 플라보노이드 등의 물질을 분리하여 항산화 및 독성, 항암

제 등에 대한 연구결과가 보고되고 있다(Shah et al., 2013; Wu et al., 1987; Xu et al., 1994; Shen et al., 2009; 徐 등, 1994).

종자의 발아적온은 정상적인 발아 및 유묘출현을 통해 성장 및 생육을 원활하게 하므로 중요한 환경관련 요소가 되고 있다. 뿐만 아니라 종자는 발아 할 때 적정 온도 이외의 온도에는 생리적 요인에 의해 영향을 받기 때문에(Dahal et al. 1990) 적절한 온도조건을 만들어 주는 것이 중요하다.

종자가 발아하기 위해서는 알맞은 환경요건이 필수적이다. 발아에 필요한 조건들은 적정수분, 온도, 공기의 조성, 그리고 빛이다. 그중 온도는 고등식물의 종 또는 개체군의 생태적 반응을 지배하며, 특히 종자발아를 제어하는 중요한 환경인자이다(Washitani와 Takenata, 1982). 대부분의 식물들은 온도에 따라 종자의 발아율과 발아속도가 결정 되어진다(Heydecker, 1977).

종자의 발아온도에 관한 연구 보고에서 이(2004)는 자생식물 범부채와 붓꽃의 발아적온은 범부채 15~25℃, 붓꽃 20℃에서 발아가 좋았다고 보고하였으며, Choi et al.(2007)은 삼나무 종자의 발아적온은 20℃ 및 25℃이었으나, 30℃에서 48시간 침지 하였을 때 높은 발아율을 보였다고 보고하였고, Borset(1954)는 사시나무는 20℃에서 발아율이 가장 높았다고 하였으며, Asakawa(1956)는 미국물푸레나무는 25℃에서 높은 발아율이 관찰되었다고 하였다. 양(2007)은 차나무 종자는 25℃에서 발아율이 가장 높게 나타났으며, 팔꽃나무(박, 1995), 자생만병초(이 등, 1982), 가침박달나무(이희두 등, 2006)는 20℃, 병꽃나무(이 등, 2003)는 25℃가 발아적온이라고 보고하였다. 또한 김 등(1993), 강 등(1994), 송 등(1995)은 상동나무의 삼목번식에 대한 연구를 실시하여 3월 30일에 숙지삽 발근이 88.9%, 4월 15일에는 숙지삽 발근률이 44.4%라고 보고 하였다.

생장조정제는 열매의 숙기를 조절하거나, 비대 또는 과형을 개선시키기 위해 사용되는 물질이다. 천 등(1990), Kim(1991a), 임 등(1993), 마(2007) 등은 감에 생장조정제 처리에 의해 인위적으로 착색을 촉진시킬 수 있었다고 보고하였으며, 배와 이(1995)는 사과와 성숙기에 생장조정제를 처리하여 Anthocyanin의 생성 및 품질에 영향을 미친다고 보고하였고, Kim(1991c)은 포도에 생장조정제를 처리하여 과실 성숙에 영향을 주었다고 하였다.

생장조정제 중에 Thidiazuron은 Phenylurea계 Cytokinin 활성물질로서 1976년

에 독일 Shering사에서 엽록소가 분해되지 않은 상태에서 낙엽을 유기하는 약제로 개발되었다(Arndt et al. 1976). 국내에서는 포도의 과립비대제로 개발되었는데, Byun et al.(1993)은 Thidiazuron이 결실이 불안정한 ‘힘로드’와 거봉의 결실을 향상과 과립비대에 효과가 있음을 보고한 바 있다.

Forchlorfenuron은 Thidiazuron과 같이 Phenylurea계 화합물로서 Purine계 Cytokinin 활성 물질보다 생리활성이 더 강한 것으로 알려져 있으며(Fellman et al., 1987; Mok et al., 1982, 1987), Nickell(1985)은 Forchlorfenuron을 포도의 ‘툼슨 씨들리스’ 품종에 침지처리한 결과 과립비대를 촉진하는 것을 확인한 바 있다. 한편 Morris et al.(1986)과 Nickell(1985)은 Cytokinin 활성물질 처리시 Gibberellic acid를 가용하여 처리하면 과립비대 효과가 증가된다고 보고하였고, Weaver와 McCune(1959)은 ‘블랙 코린스’에 $1\sim 10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 처리하면 결실률이 향상되는데 처리 적기는 만개기부터 2~3일이라고 하였다.

Gibberellic acid는 위단위결과성 무핵 포도의 과방당 착립수를 적게 하고 과립의 비대를 증진시키는데 적정 사용농도는 품종에 따라 다르다(Weaver et al. 1964). Cline과 Trought(2007)에 의하면 양앵두의 ‘Bing’과 ‘Sam’품종에서 GA_3 $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 살포하면 과실의 크기가 증가되었고, 착색은 지연된다고 보고하였으며, Untrath(1974)에 의하면 사과의 ‘Delicious’품종에서 Gibberellin₄₊₇ + 6-Benzylaminopurine 살포시 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 과고가 증대되고 과형이 개선된다고 하였고, Youn et al.(2000)은 배의 일부 품종에서 Gibberellin₄₊₇ + 6-Benzylaminopurine의 처리가 과실비대 및 당도의 증가 등에 효과가 인정된다고 하였으며, Weaver et al.(1966)은 BA를 포도에 처리하여 착립률과 과립비대가 촉진된다는 결과를 얻었으나 몇 가지 품종은 당 함량이 감소한다고 보고하였다.

III. 재료 및 방법

1. 상동나무 자생지 분포 및 환경 특성 조사

가. 상동나무 분포 조사

제주도 지역의 상동나무 분포를 조사하기 위하여 1994년부터 2011년까지 제주도내에서 발간된 환경영향평가서 108편에서 확인된 지역을 토대로 하여 작성하였으며 근거 표본 등을 명기하였다(Appendix 1).

나. 상동나무 자생지 환경 특성

1) 조사지 선정

제주도 상동나무 자생지 생태조사는 선행된 식생조사 보고서를 통하여 집단적으로 자생하고 있는 제주특별자치도 서귀포시 안덕면 서광리(동경 126°, 18', 37.8'', 북위 33°, 18', 37.6'', 해발 236m)의 상동나무 자생 군락지(Fig. 1)를 대상으로 2012년 4월부터 2013년 9월까지 토양환경, 식생, 열매의 성분, 종자특성 등을 조사하였다. 자생지의 위치는 GPS(Global Position System, GPSmap 60CSx, Garmin, U.S.A.)를 이용하여 위도와 해발고도를 측정하였다.

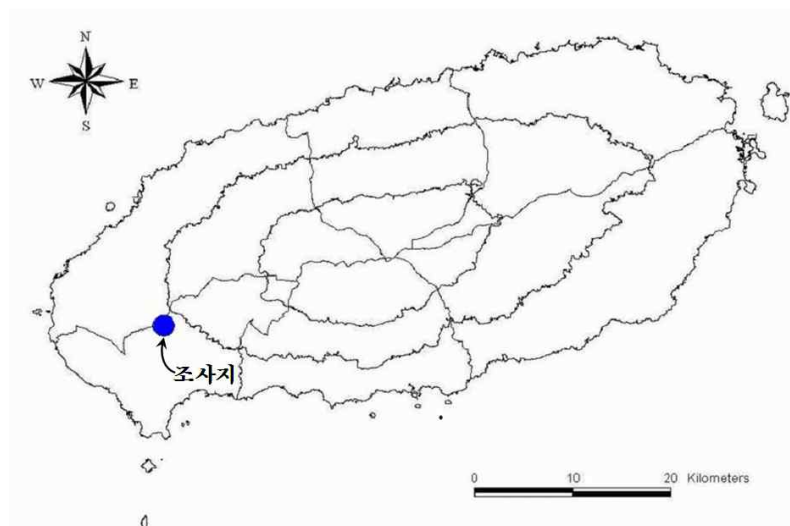


Fig. 1. Research point on the environmental habitat of *Sageretia thea*.

2) 조사지 입지환경 조사

가) 기상환경

본 조사지역의 기상환경은 지난 30년간의 기상자료(Korea Meteorological Administration, 1981-2010)를 토대로 조사하였다.

나) 토양환경

토양분석을 위한 시료채취는 유기물층을 제거하고 토심 0~20cm에서 조사구당 3반복 채취한 다음 대기상태에서 음건한 후 2mm이하로 체질한 다음 밀폐 용기에 보관하여 분석시료로 사용하였다.

토양시료의 pH, EC(electrical conductivity), 유기물함량, 유효인산, 치환성양이온과 치환성음이온을 다음과 같이 측정하였다.

토양 pH와 EC는 시료와 증류수의 비를 1:5로 하여 pH meter(seven multi S47, Mettler toledo, Switzerland)와 EC meter(seven multi S47, Mettler toledo, Switzerland)로 측정 하였다. 토양 중 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였고(Allen et al., 1986), 치환성양이온은 1N ammonium acetate(pH 7.0)로 침출하여 ICP-OES(Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer, Optima 7300DV, PerkinElmer, Germany)를 이용하여 K, Ca, Mg, Na를 측정하였으며, ICP의 기기분석 조건은 Table 1과 같다. 토양 음이온은 습윤토양을 여과한 다음 IC(Ion chromatography, 850 professional, Metrohm, Switzerland)를 이용하여 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 를 측정하였다.

Table 1. Conditions of the analysis of soil minerals 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

다) 조사지 주변 식생조사

조사지의 식생조사는 2013년 3월부터 9월까지 3회에 걸쳐 상동나무 자생지 주변에 5m×5m 크기로 3개의 방형구에 출현하는 관속식물을 조사하였다.

2. 상동나무 열매의 특성 및 성분 분석

가. 상동나무 열매와 종자의 특성 조사

상동나무 열매의 특성조사를 위하여 서귀포시 안덕면 서광리에 자생하는 군락지에서 2013년 4월부터 6월까지 1주일 간격으로 시료를 수확하였다. 열매의 외부 형질 조사로는 횡경과 종경, 무게 그리고 열매당 종자수를 조사하였다, 상동나무 종자의 형질 특성은 열매에서 과육을 분리한 후 종자의 횡경과 종경, 두께를 측정하였으며, 1,000립중은 종자의 수분이 상당한 영향을 미치기 때문에 10일간 음건한 후 조사하였다.

열매와 종자의 크기는 Vernier caliper(CD-20CP, Mitutoyo Co, Japan)를 이용하여 mm단위로 측정하였으며, 무게는 전자저울(Adventurer, Ohaus, Korea)로 측정하였다.

나. 상동나무 열매의 성분분석

1) 공시재료

본 실험에서 사용한 상동나무의 열매는 제주특별자치도 서귀포시 안덕면 서광리 자생 군락지에서 2012년 5월 하순에 채취한 다음 냉동보관 또는 동결건조기(PVTFD10R, Ilshin lab, Korea)로 건조한 것을 실험재료로 사용하였다.

2) pH, 당도 및 산함량 분석

상동나무 열매의 pH와 당도는 착즙한 과즙액을 pH meter(Metrohm-827, Metrohm, Switzerland)와 당도계(PAL-1, Atago, Japan)로 측정하였다.

산함량은 과즙액 10mL를 삼각플라스크에 취한 후 0.5% phenolphthalein 지시약을 가하고 0.05N NaOH 용액으로 적정한 다음 Malic acid로 환산하여 표기하였다.

3) 일반성분 분석

상동나무 열매의 일반성분은 A.O.A.C. 방법(A.O.A.C., 1984)에 따라 분석하였다. 수분 함량은 105℃에서 가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Micro-kjeldahl법, 회분은 550℃에서 회화시킨 후 중량법으로, 그리고 조섬유는 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 분석하였다. 그리고 가용성 무질소물의 함량은 총량에서 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 함량을 뺀 값으로 계산하여 구하였다.

4) 무기성분 분석

상동나무 열매의 무기성분으로 K, Na, Mg, Mn, Fe, Ca, P, Mo, B, Cu을 동결건조한 시료에 H₂SO₄와 H₂O₂로 습식분해 한 다음 정용하여 0.45μm membrane filter로 여과시켜 ICP-OES(Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer, Optima 7300DV, PerkinElmer, Germany)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Conditions of the analysis of minerals in the fruits of *Sageretia thea* 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	0.5L·min ⁻¹

5) 유기산 분석

상동나무 열매의 유기산 정량은 동결 건조한 시료 1g에 증류수 100mL를 가하여 균질화한 후 원심분리(8,000r/min, 10min)하여 얻은 상정액을 3차 증류수로 분석조건에 알맞도록 희석한 다음 Sep-pak C₁₈ cartridge(Millipore, U.S.A)를 통과시킨 후 0.2 μ m membrane filter로 여과한 다음 HPLC(High pressure liquid chromatography, Waters-2996, Waters, U.S.A.) 분석용 시료로 사용하였다. HPLC의 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

표준용액은 Oxalic acid, Tartaric acid, Malic acid, Lactic acid, Citric acid, Succinic acid를 각각 50~400mg·L⁻¹를 조제하여 standard curve를 작성하여 정량하였다.

Table 3. Conditions of the analysis of organic acids in the fruits of *Sageretia thea* by high performance liquid chromatography (HPLC)

Parameters	Conditions
Instrument	Alliance (Waters, U.S.A)
Column	Grace prevail organic acid(150mm×46mm, 3 μ m)
Mobile phase	0.5mM KH ₂ PO ₄
Detector	Waters 2996 photodiode array detector (PDA, Waters, U.S.A)
Flow rate	0.5mL·min ⁻¹
Injection vol	10 μ l

6) 유리당 분석

유리당의 분석은 시료를 80% 에탄올로 환류 추출한 다음 정용한 시료액을 3차 증류수로 분석조건에 알맞도록 희석한 다음 Sep-pak C₁₈ cartridge(Millipore, U.S.A)를 통과시킨 후 0.2 μ m membrane filter로 여과한 다음 HPLC(High pressure liquid chromatography, Waters-1525, Waters, U.S.A.) 분석용 시료로 사용하였다. HPLC의 기기분석 조건은 Table 4와 같다.

표준용액은 Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose를 각각 2.5~10.0mg·L⁻¹를 조제하여 standard curve를 작성하여 정량하였다.

Table 4. Conditions of the analysis of free sugars in the fruits of *Sageretia thea* by high performance liquid chromatography (HPLC)

Parameters	Conditions
Instrument	Waters 1525 Binary system (Waters, U.S.A)
Column	Shodex (Asahipak NH2P-50 4E) (250mm × 4.6mm 5 μ m)
Mobile phase	Acetonitrile : H ₂ O (75 : 25, v/v)
Detector	RI detector
Flow rate	1.0mL·min ⁻¹
Column oven temp	40℃

7) 지방산 분석

상동나무 열매의 지방산 조성은 식품공전의 지방산분석법에 준하여 GC(Gas chromatography, CP-3800, Varian, USA)로 분석하였다. 동결건조 시료에 Ethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출법으로 24시간 추출한 다음 감압농축하여 용매를 제거시킨 추출물을 지방산 분석액으로 사용하였다. 앞의 지방산 분석액을 정량적으로 취하여 0.5N NaOH/Methanol 용액으로 100℃에서 10분간 가수분해한 다음 14% BF₃/Methanol 용액을 가하여 Methylation시켰다. Methy ester 유도체화시킨 후 Hexane을 가하여 용매분획 조작을 3회 실시한 다음 상층의 Hexane 층을 취하여 Na₂SO₄로 탈수 시킨 것을 GC 분석용 검액으로 하였으며, 이때, GC의 분석조건은 Table 5에 나타내었다. 그리고 지방산 표준품은 Sigma 사의 Fatty acid methyl ester를 구입하여 사용하였다.

Table 5. Conditions of the analysis of fatty acids in the fruits of *Sageretia thea* by gas chromatography (GC)

Parameters	Conditions
Instrument	Varian CP-3800 (U.S.A)
Column	SP(30m×0.32mm×0.25μm)
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Injector temperature	270℃
Detector temperature	290℃
Oven temperature	150℃(2mim) → 2℃/min → 200℃

8) 총 페놀화합물 분석

상동나무 열매의 총 페놀화합물의 함량은 Prussian blue법(Graham, 1992)으로 3반복 측정하였다. 상동나무 열매를 60% methanol로 추출한 후 추출액 0.1mL에 증류수 3mL, 0.016M $K_3Fe(CN)_6$ 1mL, 0.01M $FeCl_3/HCl$ 1mL를 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15분간 방치 후 Stabilizer(H_2O :1%, Gumarabic:85%, Phosphoric acid = 3:1:1, v/v/v) 5mL를 첨가한 후 UV-spectrophotometer를 이용하여 700nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 총 페놀화합물의 함량은 Gallic acid를 이용하여 표준 검량곡선을 작성하고 Gallic acid에 대한 당량으로 환산하였다 (Graham, 1992; Budini et al., 1980; Gonzalez et al., 2003).

9) 총 안토시아닌 분석

상동나무 열매의 총 안토시아닌은 pH differential법(Lee et al., 2005)으로 시료 1g에 0.1N HCl-methanol을 혼합한 후 냉암소에서 24시간 추출한 다음 pH 1.0 Potassium chloride buffer와 pH 4.5 Sodium acetate buffer를 각각 처리한 후 UV-spectrophotometer를 이용하여 510nm와 700nm에서 흡광도 값을 측정한 다음 표준물질 C3G(Cyanidin-3-glucoside)로 검량선을 작성하여 계산하였다.

안토시아닌 함량 (cyanidin-3-glucoside equivalents, $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)

$$= A \times 449.2 \times DF \times 10^3 \div (26900 \times 1)$$

A : (OD 520nm-OD 700nm) of pH 1.0-(OD 520nm-OD 700nm) of pH 4.5

449.2 : cyanidin-3-glucoside의 1 mol 당 분자량(g)

DF : 희석배수(120)

10^3 : g을 mg으로 환산계수

26900 : 몰흡광계수($A \times \text{mol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$)

1 : cell length(cm)

3. 상동나무 종자 발아특성 조사

가. 공시재료

상동나무의 종자는 2013년 4월부터 6월까지 제주특별자치도 서귀포시 안덕면 서광리에 위치한 상동나무 자생 군락지에서 열매를 수확한 다음 종자를 과육으로부터 분리시킨 후 10일간 그늘에서 건조시킨 것을 실내에서 상온 저장하였다가 공시재료로 사용하였다.

나. 처리 및 조사 방법

상동나무 종자를 4℃와 50℃에서 24시간 전처리한 후 직경 9cm petri dish에 여과지 2매를 깔고 종자를 치상한 후 증류수 5mL를 공급하여 성장상에서 처리

온도별로 종자발아 실험을 수행하였다.

처리온도는 Growth chamber(Hotpack Co., U.S.A.)를 10℃, 15℃, 20℃, 25℃ 및 30℃로 각각 조절하여 20일간 배양하며, 1일 간격 조사하여 유근이 종피를 뚫고 1mm이상 신장된 개체를 발아한 것으로 간주하여 계수하였으며(Kang et al., 2004a), 발아조사 결과를 이용하여 발아율(germination percentage, GP), 평균발아일수(mean germination time, MGT), 발아지수(germination index, GI), 발아속도계수(coefficient of velocity of germination, CVG)를 계산하였다. 발아율(GP)은 총 공시종자에 대한 발아종자의 백분율을 표시하였으며, $GP=(N/S) \times 100$ 의 식을 이용하였다. 이 식에서 N은 총 발아수, S는 총 공시종자수이다. 발아지수(GI)는 $GI=\sum T_i N_i / S$ 의 식을 이용하였다. 여기서 T_i 는 치상 후 경과일수이고, N_i 는 i일에 발아 종자의 수, S는 치상된 종자의 총 수이다. 평균발아일수(MGT)는 $MGT=\sum (T_i N_i) / N$ 의 식을 이용하였으며, 식에서 T_i 는 치상 후 조사일수, N_i 는 조사당 일의 발아수, N은 총 발아수이다. 발아속도계수는 평균발아일수의 역수로 표현하였다(Scott et al., 1984; Stundstrom et al., 1987).

4. 생장조정제 처리가 열매의 품질에 미치는 영향

가. 처리장소

생장조정제 처리 실험은 2012년 10월부터 2013년 6월까지 제주특별자치도 서귀포시 대정읍 무릉리(Fig. 2)에서 자생하는 약 25년생 상동나무 성목을 공시하였다.

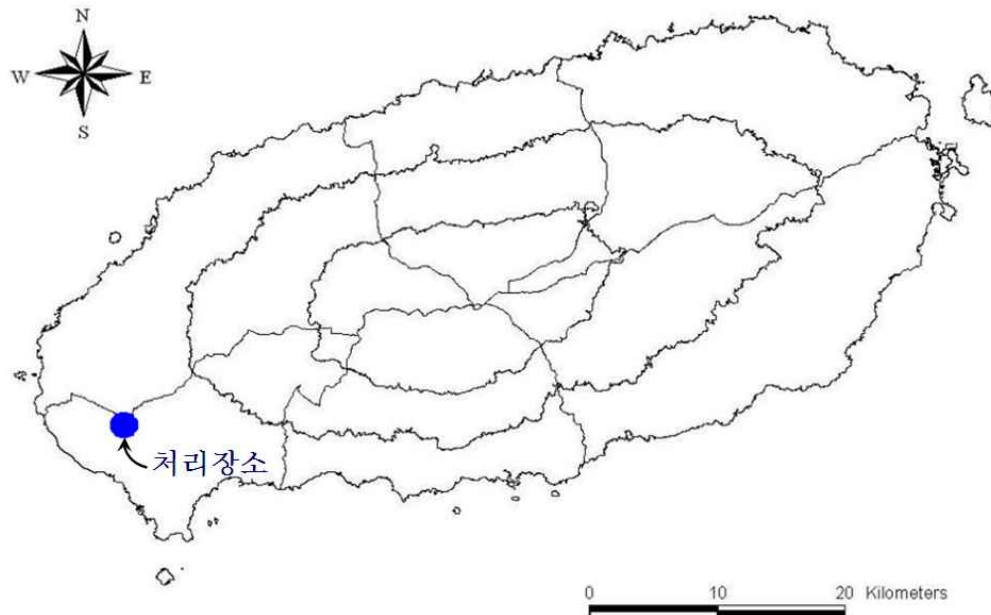


Fig. 2. Research point on the plant growth regulator treatments of *Sage-retia thea*.

나. 생장조정제 처리 방법

생장조정제 처리가 상동나무 열매의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Table 6과 같이 생장조정제는 Mepiquat chloride(44%), Forchlorfenuron(0.1%), Thidiazuron(0.1%), Gibberellic acid(3.1%), 6-Benzylaminopurine(99.0%) 등 5종이며, 처리 농도와 시기는 Mepiquat chloride은 $125\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $250\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $1,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, Forchlorfenuron은 $2.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, Thidiazuron는 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, Gibberellic acid는 $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 6-Benzylaminopurine은 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도를 2012년 10월 7일(만개 7일 전), 10월 14일(만개일), 10월 21일(만개 7일 후), 10월 28일(만개 14일 후)에 처리구당 3개의 과방을 선정한 다음 생장조정제에 각각 침지하였다. 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하였다.

Table 6. Concentration and treatment time of plant growth regulators on *Sageretia thea*

Plant growth regulators	Concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time
Mepiquat chloride	125, 250, 500, 1000	10/7, 10/14, 10/21, 10/28
Forchlorfenuron	2.5, 5, 10, 20	10/7, 10/14, 10/21, 10/28
Thidiazuron	0.5, 1, 2, 4	10/7, 10/14, 10/21, 10/28
Gibberellic acid	25, 50, 100, 200	10/7, 10/14, 10/21, 10/28
6-Benzylaminopurine	50, 100, 200, 400	10/7, 10/14, 10/21, 10/28

다. 수확시기 및 조사 방법

상동나무 열매의 수확 시기는 착색개시기인 5월 4일부터 6월 16일까지 7일 간격으로 완전히 익은 열매를 수확하여 열매의 무게와 횡경(diameter), 종경(length)을 측정하였으며, 종자수는 연한 갈색을 띠는 것을 정상 종자로 간주하여 조사하였다. 수확 기간은 첫 번째 수확기부터 마지막 수확기까지의 일수로 계산하였다.

5. 통계분석

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

IV. 결과 및 고찰

1. 상동나무 자생지 분포 및 환경 특성

가. 상동나무의 분포

제주도 지역 상동나무의 분포지를 확인하고자 1994년부터 2011년까지 발행된 제주도내 환경영향평가서에서 상동나무가 자생하는 지역을 조사한 지점은 Fig. 3과 같고, 이들 조사지점 중에서 상동나무가 분포하는 것으로 나타난 지점을 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 상동나무의 분포를 보면 제주도 전 지역에서 자생하고 있었으며, 출현 면에서 서부지역이 많음을 알 수 있었다. 제주도민속자연사박물관(1995) 조사자료에서 남제주군 안덕면 지역에서 열매가 많이 열리고, 농촌진흥청(2008) 자료에서는 제주도의 중산간 지대에 많이 열리나, 특히 안덕면 서광리 삼밭구석이라는 일대에 많이 열린다는 보고와 일치 하였다. 자생지에서 상동나무의 분포 빈도수는 해발 200~400m 지대에서 가장 많았으며, 이는 농경지, 도시화 등에 의한 훼손이 덜된 중산간 방목지 및 꽃자왈 주변에 많이 자생하는 것으로 생각되며, 이는 김(2007)과 양(1971)이 해발 400m이하 저지대 햇볕이 잘 드는 곳에서 자생한다는 보고와 유사 하였으며, 송(2007)은 해발 562m 이하의 지역에서 붉나무, 복분자딸기, 왕모시풀과 같이 출현한다고 보고하였는데 분포의 수직적 한계는 해발 600m 이하의 지대에 분포하는 것으로 판단된다.

제주도 이외 지역에서 상동나무의 생육 분포는 전라남도 고흥군 소록도(Park 과 Park, 2001), 고흥군 성두도, 달도(So와 Song, 2012), 여수시 장수리(Kim, 2010), 여수시 손죽리(Park et al., 2004), 남해군 물건리(Kim, 2010), 신안군 흑산면 가거도(Yun et al., 2012), 홍도(추, 1992), 추포도, 대야도, 신도, 황도, 하의도, 홍도(박, 2004), 완도군 완도(추, 1992; Lim et al., 2010), 닭섬, 서넙도(박, 2004), 진도군 진도(추, 1992), 가사도, 하조도(박, 2004)에서 자생하는 것이 확인되었는데 이는 상동나무가 전라남도 남해안 및 도서지역 이남에서만 자생하고 있음을 알 수 있다.

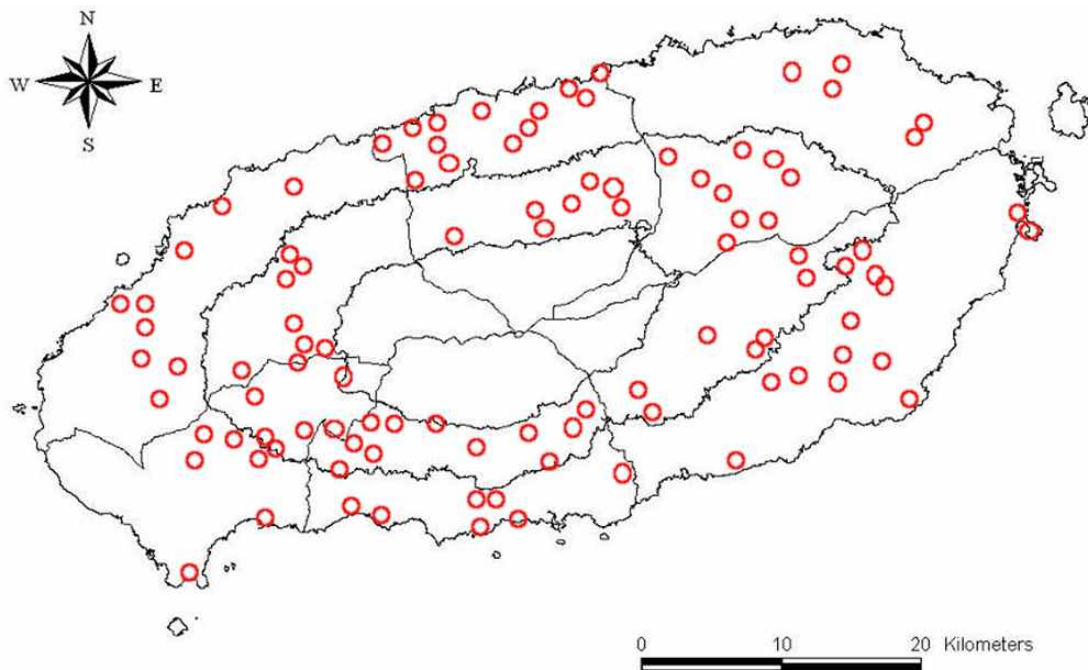


Fig. 3. Research points of environmental impact assessment reports from 1994 to 2011 for the study of the distribution of *Sageretia thea*.

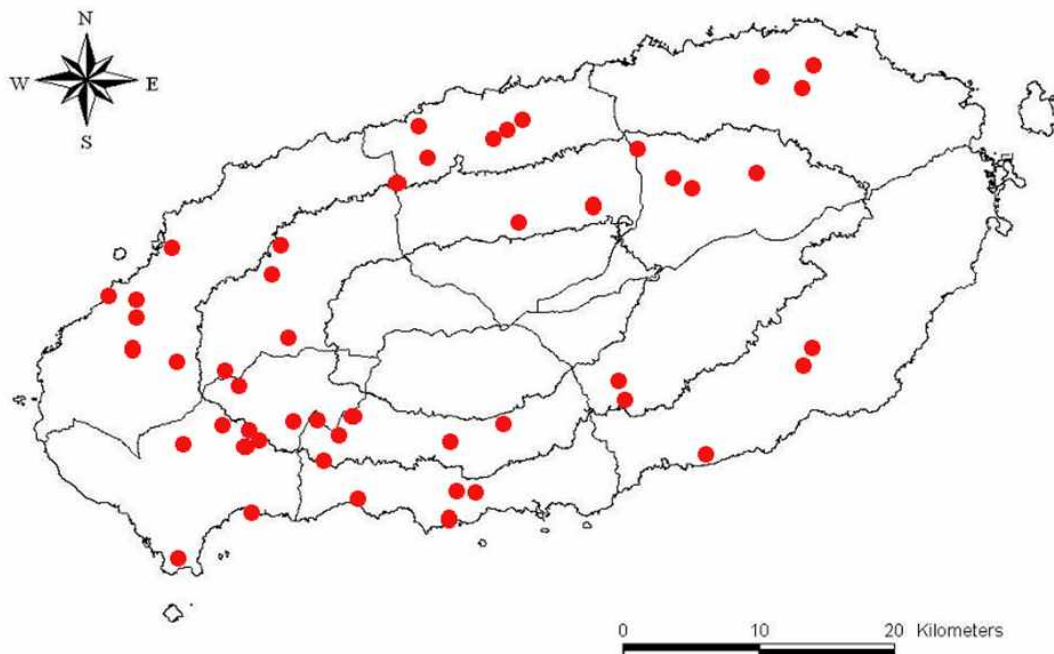


Fig. 4. The distribution points of *Sageretia thea* according to environmental impact assessment reports from 1994 to 2011.

나. 상동나무 자생지 입지환경

1) 기상환경 특성

1981년부터 2010년까지 제주지역의 기상을 분석한 결과는 Table 7에 나타내었다. 제주도의 최근 30년간의 기상자료를 통해 조사한 기후는 연평균 기온이 15.4~16.6℃, 연평균 강수량은 1,142.8~1,966.8mm범위였으며, 가장 추운 달인 1월의 평균기온이 5.4~6.8℃로서 난대기후이며 상록활엽수림지대에 속하는 지역으로 볼 수 있다. 하지만 상동나무가 많이 자생하는 제주도 서부지역인 고산과 동부지역인 성산포의 기상을 비교해보면 10월부터 2월까지의 서부지역 월평균 기온이 0.3~1℃ 높았으며, 강수량은 년 824mm가 적었고, 연평균 기온은 0.2℃ 높았으며, 연평균 최저기온은 1.2℃ 높고, 연평균 초상온도 또한 1.7℃가 높았다.

따라서 상동나무는 상록활엽수림대에 속하는 곳에 분포하는데 겨울철 평균 기온이 6.2℃보다 높으며, 강수량은 1,200mm 정도로 적은 지역에 주로 자생하는 것으로 생각되었다.

Table 7. Climatic indices of surveyed districts from 1981 to 2010

Location	Temperature (℃)											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Gosan	6.2	6.7	9.3	13.3	16.8	20.6	24.7	26.2	23.1	18.3	13.3	8.6
Jeju	5.7	6.4	9.4	13.8	17.8	21.5	25.8	26.8	23.0	18.2	12.8	8.1
Seogwipo	6.8	7.8	10.6	14.8	18.6	21.7	25.6	27.1	23.9	19.3	14.1	9.3
Seongsanpo	5.4	6.2	9.3	13.6	17.5	20.8	24.9	26.3	23.1	18.0	12.5	7.6

Table 7. Continued

Location	Avg. Temp. (℃)	Avg. Max. Temp. (℃)	Avg. Min. Temp. (℃)	Mean annual precipit ation (mm)	Relative humidity (%)	Durati on of precipi tation (hr)	Min. grass temp. (℃)	Surface temp. (℃)
Gosan	15.6	18.4	13.1	1142.8	74.5	782.6	11.3	17.8
Jeju	15.8	18.9	12.9	1497.6	69.6	965.4	9.8	17.5
Seogwipo	16.6	20.2	13.5	1923.0	68.7	952.1	10.7	18.2
Seongsan- npo	15.4	19.2	11.9	1966.8	71.7	936.5	9.6	16.7

강 등(2006)도 제주지역 최근 30년간의 계절별 강수량 조사에서 고산지역 강수량은 겨울철이 타 지역보다 60~100mm 정도 적게 내리고, 봄과 여름철은 제주시와 비슷하나 성산포와 서귀포에 비하여 약 100~340mm 정도 적게 내리며, 가을철에는 타 지역보다 100mm 이상 적게 내린다고 하였으며, 이와 같이 한라산 상록활엽수림대는 동서사면의 기후차이가 뚜렷하다고 하였다.

이러한 기후의 영향은 한라산 분포 식물의 방위별 분포가 다르게 나타나게 만드는 이유로, 송(2007)은 한라산 동서사면 상록활엽수림대 식물상 분석에서 동쪽 지역에서만 출현하는 식물은 제주고사리삼과 창일엽 등 95종이며, 서쪽지역에서만 출현하는 식물은 낮쇠고사리와 밤일엽, 빌레나무 등 55종으로 보고한 바 있다.

제주도내 상동나무의 분포가 지역별로 다르게 나타나는 이유는 지역간 기후차이에 의해 식생구조가 다르게 나타나기 때문으로 생각된다.

2) 토양환경 특성

상동나무 자생 군락지의 토양 화학성을 분석한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Characteristics of the soil on which *Sageretia thea* plants grow

pH (1:5)	Available P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Organic matter (%)	Exchangeable cations (cmol _c ·kg ⁻¹)			
			K	Ca	Mg	Na
5.8	13.6	15.27	0.27	4.9	1.7	1.3

Table 8. Continued

EC (dS·m ⁻¹)	Soil anions (mg·kg ⁻¹)		
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
0.34	18.12	63.09	1.7

상동나무 자생 군락지의 토양 pH는 5.8로 한경면 용수리 상동나무 우점지역의 토양 pH 5.41보다(Kwon et al. 2011b)보다 다소 높으나, 한경·안덕 꽃자왈의 토양 pH 5.6~7.0(송, 2011)과 유사한 결과였으며, EC는 0.34dS·m⁻¹로 송(2011)이 보고한 한경·안덕 꽃자왈 지역 토양의 EC 0.5~2.0dS·m⁻¹보다 낮았으나, 고 등(2010)이 보고한 한라산 장기생태연구지 토양의 EC 0.25~0.51dS·m⁻¹와 유사한 경향이었으며, Kim(2010)은 전라남도 도서지역 상동나무 자생지 토양의 EC는 0.41~0.50dS·m⁻¹ 범위에서 자생하고 있고, 내염성이 강하다는 보고가 있어 상동나무는 EC에 영향을 적게 받는 식물로 생각된다.

유효인산 함량은 13.6mg·kg⁻¹으로 한경면 용수리 지역의 상동나무 우점지 유효인산 함량 9.17mg·kg⁻¹(Kwon et al., 2011b)보다 높았으나 이는 조사지역이 해안지대 농경지주변 토양과 중산간지대의 토양이기 때문에 차이가 있는 것으로 생각되며, 화순 꽃자왈 지역의 토양 유효인산은 4.5~100.5mg·kg⁻¹(송, 2011)과 유사한 경향이며, 한라산 장기생태연구지 토양의 화학적 특성조사 결과 유효인산 4.58~34.33mg·kg⁻¹(고 등, 2010)과 유사한 경향 이었다.

상동나무 자생지 토양의 유기물 함량은 15.27%로서 Jeong et al.(2002)이 보고한 제주도 산림 토양의 평균 유기물 함량 10.40%보다 높으나 우리나라 전체 산림 토양의 유기물 함량인 25.6%보다 낮았으며, 송(2011)이 보고한 화순 꽃자왈 유기물 함량 13.6~31.5%와 유사한 경향을 보였고, 이러한 결과는 Yoo와 Song(1984)이 제주도 토양은 해발고도가 높아질수록 유기물 함량이 많아진다는 연구와 일치하는 것으로 판단된다.

치환성양이온의 함량은 화순 꽃자왈 지역의 토양 치환성양이온 함량과 유사하였고, 비율 또한 $Ca > Mg > Na > K$ 순으로 화순 꽃자왈 지역의 치환성양이온 비율 $Ca > Mg > K$ 과 유사하였으나, 산림토양에서 치환성양이온 함량은 $Ca > Mg > K > Na$ 순으로 감소한다는 보고와 다른 경향을 나타냈다.

3) 자생지 식물상

상동나무 자생지의 식생조사 결과 관속식물은 25과 31속 27종 4품종으로 총 31분류군인 것으로 조사되었으며(Table 9), 이를 분류 체계에 따라 나누어 보면 양치식물은 1과 1속 1변종으로 총 1분류군이고, 피자식물은 24과 30속 27종 3변종으로 총 30분류군으로 조사되었으며(Table 10), 각 과의 구성종은 벼과(3분류군), 국화과(3분류군), 미나리아재비과(2분류군), 장미과(2분류군) 순으로 나타났다.

환경부(Ministry of Environment, 2006)에서 지정하는 식물구계학적 특정식물은 모두 5종류가 분포하는 것으로 조사되었으며, 이는 조사된 식물중 13%에 해당한다. 이 중 IV등급은 1분류군(제주피막이), III등급은 1분류군(상동나무), I등급은 3분류군(개구리발톱, 장딸기, 보리밥나무)인 것을 확인할 수 있었다(Table 11).

Table 9. List of plants surrounding *Sageretia thea*

Family	Species name	Life ¹⁾ form
Aspleniaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex Hell. 고사리	G
Gramineae	<i>Zoysia japonica</i> Steud. 잔디	H
Gramineae	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> (Retz.) Pilg. 띠	H
Gramineae	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Andersson. 참억새	H
Commelinaceae	<i>Commelina communis</i> L. 닭의장풀	Th
Juncaceae	<i>Luzula capitata</i> (Miq.) Miq. 평의밥	H
Liliaceae	<i>Smilax china</i> L. 청미래덩굴	N
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea oppositifolia</i> L. 마	G
Moraceae	<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavallee. 꾸지뽕나무	M
Cannabaceae	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴	Th
Urticaceae	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich. 모시풀	Ch
Polygonaceae	<i>Fallopia multiflora</i> var. <i>multiflora</i> (Thunb. ex Murray) Haraldson. 하수오	G
Caryophyllaceae	<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miq.) Pax ex Pax & Hoffm. 개별꽃	H
Ranunculaceae	<i>Clematis apiifolia</i> DC. 사위질빵	N
Ranunculaceae	<i>Semiaquilegia adoxoides</i> (DC.) Makino. 개구리발톱	G
Lardizabalaceae	<i>Akebia quinata</i> (Thunb.) Decne. 으름덩굴	N
Rosaceae	<i>Rubus hirsutus</i> Thunb. 장딸기	N

Table 9. Continued

Family	Species name	Life ¹⁾ form
Rosaceae	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i> Thunb. 찔레꽃	N
Leguminosae	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi. 칩	M
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L. 팽이밥	G
Rutaceae	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc. 산초나무	N
Euphorbiaceae	<i>Acalypha australis</i> L. 깨풀	Th
Rhamnaceae	<i>Sageretia thea</i> (Osbeck) M. C. Johnst. 상동나무	N
Malvaceae	<i>Malva verticillata</i> L. 아욱	Th
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb. 보리밥나무	N
Umbelliferae	<i>Hydrocotyle yabei</i> Makino. 제주피막이	H
Oleaceae	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc. 쥐똥나무	N
Labiatae	<i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudo. 산박하	H
Compositae	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개망초	Th
Compositae	<i>Artemisia princeps</i> Pamp. 쑥	H
Compositae	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Maxim.) Matsum. 영경퀴	G

¹⁾ Ch, Chamaephytes; G, Geophytes; H, Hemicryptophytes; M, Microphan-
crophytes; N, Nanophanerophytes; Th, Therophytes.

Table 10. Distribution of vascular plants surrounding *Sageretia thea*

	Family	Genus	Species	Variety	Total
Pteridophyta	1	1		1	1
Gymnosperm					-
Angiosperm					
Monocotyledon	5	7	6	1	7
Dicotyledon	19	23	21	2	23
Total	25	31	27	4	31

Table 11. List of the level I - IV species surrounding *Sageretia thea*

Family	Taxon	Level
Umbelliferae	<i>Hydrocotyle yabei</i> Makino	제주피막이 IV(1 taxon)
Rhamnaceae	<i>Sageretia thea</i> (Osbeck) M. C. Johnst.	상동나무 III(1 taxon)
Ranunculaceae	<i>Semiaquilegia adoxoides</i> (DC.) Makino	개구리발톱
Rosaceae	<i>Rubus hirsutus</i> Thunb.	장딸기 I (3 taxa)
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	보리밥나무

2. 상동나무 열매의 특성 및 유효성분

가. 상동나무 열매와 종자의 특성

상동나무 열매의 무게, 크기와 종자수를 조사한 결과는 Table 12와 같다.

상동나무 열매의 평균 무게는 0.2g으로 김 등(1993)이 보고한 상동나무 열매무게 0.41g보다 가벼우나, 송 등(1995)이 보고한 상동나무 열매무게 0.2g과 같았다.

Ko et al.(2003)이 보고한 섬오갈피나무 열매의 무게 0.092g 보다는 무거우나 Kim et al.(2010)이 보고한 오디 열매의 무게 2.4~6.38g과 배(2004)가 보고한 블루베리 열매의 무게 1.7~2.6g보다 가벼웠으며, Kim et al.(2012)이 보고한 정금나무 열매의 무게 0.25g과 비슷하였다.

상동나무 열매의 횡경은 7.2mm이고 종경은 6.5mm로 김 등(1993)과 송 등(1995)이 보고한 횡경 7.5mm보다는 0.3mm가 작았으나 횡경은 그들의 연구결과 (0.65~0.70mm)와 유사한 경향이였다.

Ko et al.(2003)이 보고한 섬오갈피나무 열매의 횡경 5.6mm보다는 크고, 배(2004)가 보고한 블루베리의 횡경 16.2~19.0mm 보다 작았으며, Kim et al.(2012)이 보고한 정금나무 열매의 횡경 7.4mm와는 비슷하였다.

상동나무 열매의 종자수는 1.8개로 김 등(1993)이 보고한 1.1개보다 0.7개가 많았다.

Table 12. The number of seeds per fruit, weight, diameter and length of *Sageretia thea* fruits

Fruit weight (g)	Fruit size(mm)		The number of seeds per fruit
	Diameter	Length	
0.20	7.20	6.50	1.8

상동나무 종자의 무게, 횡경, 종경과 두께를 조사한 결과는 Table 13과 같다.

상동나무 종자의 1,000립중은 7.77g으로 Ko et al.(2003)이 보고한 섬오갈피나

무 종자의 1,000립중 5.7g보다 무거웠으나, Park et al.(1997)이 보고한 가시오가피의 종자의 1,000립중 18.5g보다 가벼웠다.

상동나무 종자의 횡경은 3.7mm로 조사되었는데 이는 Ko et al.(2003)이 보고한 섬오갈피나무 종자 4.6mm와, Park et al.(1997)이 보고한 가시오가피나무 종자 7.1mm보다 작았다.

상동나무 종자의 종경은 4.9mm로 Kang et al.(2004a)이 보고한 섬오갈피나무, 다래나무, 모과나무, 굴거리나무, 두충나무, 측백나무 등의 2mm이하인 종자보다 컸으며, 상동나무 종자의 두께는 1.7mm로 Ko et al.(2003)이 보고한 섬오갈피나무 종자의 두께 0.6mm와 Park et al.(1997)이 보고한 가시오가피나무 종자의 두께 1.47mm보다 작았으며, 종자가 부드러워 섭취시 이질감이 거의 없어 식용에 어려움은 없었다.

Table 13. Weight, diameter, length and thickness of *Sageretia thea* seeds

Weight per 1000 seeds (g)	Diameter (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)
7.77	3.7	4.9	1.7

Fig. 5는 상동나무 열매의 수확시기에 따른 수확률을 나타냈다.

상동나무 열매의 수확시기는 4월 27일부터 6월 1일까지로 36일이었으며, 최성 수확기는 5월 11일부터 5월 18일이었다. 이는 추(1992)와 김 등(1993), 강 등(1994), 송 등(1995)이 수확기가 5월이라는 보고와 일치 하였으며, 김(2009)이 보고한 블루베리의 일반적인 수확기가 6월 하순부터 7월 중순까지임을 감안 할 때 수확시기가 빠름을 알 수 있었다.

상동나무 열매의 성숙은 녹색에서 자흑색으로 착색이 빠르게 변하면서 1주일 정도의 기간에 급격히 비대하는 특성을 보였다. 이는 Japanese Blueberry Association(1997)의 블루베리 연구와 Suzuki와 Kawata(2001)의 하이부시 블루베리의 수확시기 연구에서 블루베리 열매가 적색에서 진한 청색으로 변한 후 1

주일간 급격히 비대하며 당도가 증가하고 산도가 낮아진다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 또한 상동나무 열매의 수확은 4회 정도로 나뉘어서 수확하는 것이 바람직하다고 생각되었는데, 이 또한 Suzuki와 Kawata(2001)가 블리베리는 착색시기가 달라 일시에 수확하는 것이 불가능하여 3번이나 4번에 걸쳐 수확한다는 보고와 유사한 특징을 가지고 있음을 알 수 있었다.

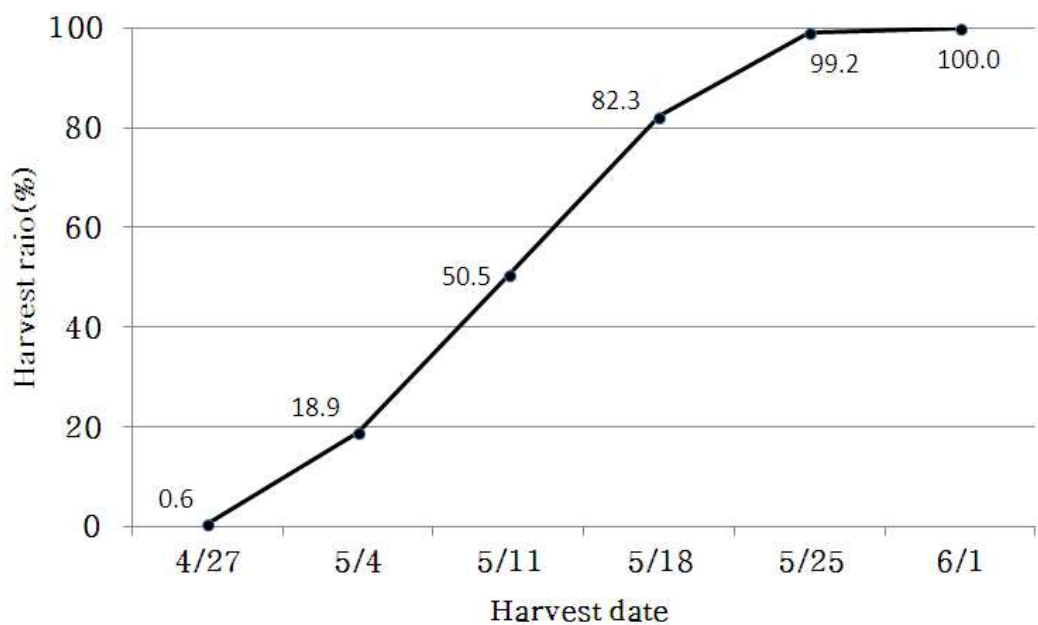


Fig. 5. Harvest ratio of *Sageretia thea* fruit at harvest date.

Fig. 6은 상동나무에서 수확한 열매의 크기 분포율을 조사한 결과이다. 열매의 크기별 분포는 6.1~7.0mm가 38.6%로 가장 많았으며, 7.1~8.0mm가 36.1%, 8.1~9.0mm 13.9% 순이었으며, 6.1~8.0mm 범위의 열매가 전체의 75.1%로 대부분을 차지하였다.

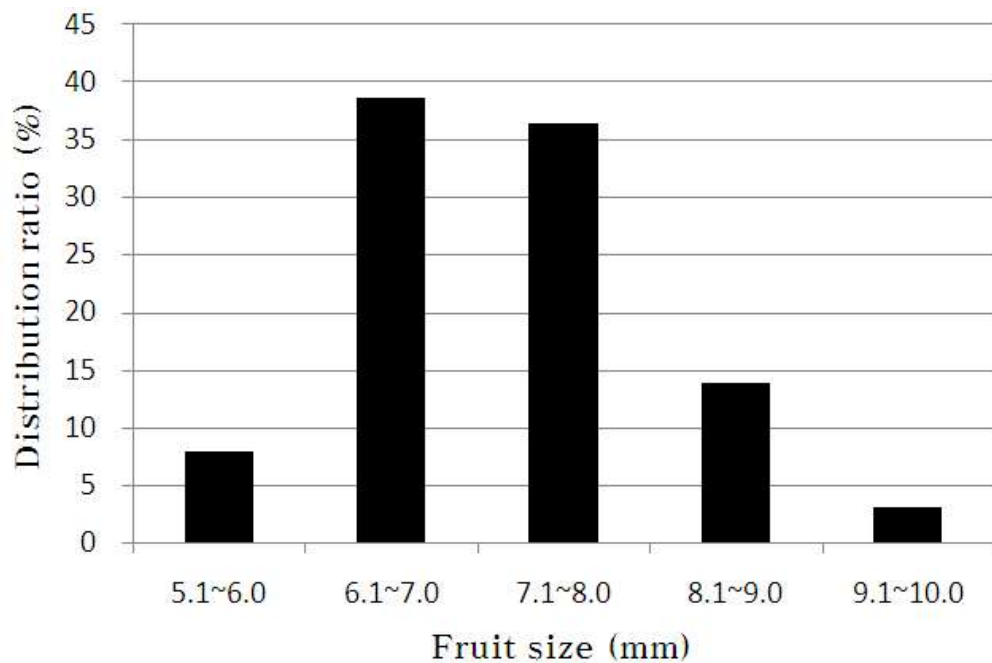


Fig. 6. Distribution ratio of *Sageretia thea* according to the fruit size.

상동나무 열매의 수확시기에 따른 열매의 무게, 크기와 종자수의 특성을 Table 14에 나타냈다. 5월 4일부터 5월 11일에 수확한 상동나무 열매의 무게와 횡경이 가장 무겁고 컸으나 종경과 유의성이 없었다. 종자수는 일찍 수확할수록 종자수가 많음을 알 수 있었으며, 수확시기와 열매와의 상관관계는 Table 15와 같이 무게는 $r=-0.156$, 횡경은 $r=-0.187$, 종경은 $r=-0.189$, 종자수는 $r=-0.613$ 으로 수확시기와 부의 상관관계를 나타내었다.

Lang과 Dank(1991), Moore et al.(1972), Ritzinger와 Lyrene(1998)들은 블루베리는 일찍 수확하거나 크기가 큰 과실일수록 종자수도 많았다고 보고하였는데 상동나무 열매에서도 회귀분석 결과 Table 16과 같이 유사한 경향을 보였다.

Table 14. The number of seeds per fruit, weight, diameter and length of *Sageretia thea* fruits at harvest

Harvest date	Fruit weight (g)	Fruit size(mm)		The number of seeds per fruit
		Diameter	Length	
Apr. 27	0.19 b ^z	7.2 ab	6.4 a	2.6 a
May 4	0.21 a	7.3 a	6.5 a	2.4 ab
May 11	0.21 a	7.4 a	6.6 a	2.2 b
May 18	0.19 b	7.0 b	6.4 a	1.6 c
May 25	0.19 b	7.0 b	6.4 a	1.1 d
Jun. 1	0.18 b	6.9 b	6.4 a	1.0 d

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 15. Correlation coefficients among the number of seeds per fruit, weight, diameter and length of *Sageretia thea* fruits at harvest

	Harvest date	Fruit		
		Weight	Diameter	Length
Fruit weight	-0.156**			
Fruit Diameter	-0.187**	0.919**		
Fruit Length	-0.189**	0.841**	0.775**	
The number of seeds per fruit	-0.613**	0.317**	0.325**	0.213**

** significant at 1% level.

Table 16. Equations to predict fruit characteristics at harvest

Independent variable (X)	Dependent variable (Y)	Regression equations	R ²
Harvest date	Fruit weight	$Y = -0.003X^2 + 0.018X + 0.181$	0.729
	Fruit diameter	$Y = -0.033X^2 + 0.146X + 7.692$	0.692
	Fruit length	$Y = -0.023X^2 + 0.138X + 6.282$	0.461
	The number of seeds per fruit	$Y = 0.003X^2 - 0.356X + 3.048$	0.946

Table 17과 18은 상동나무 열매크기에 따른 종경과 무게, 그리고 열매당 종자수를 조사한 결과와 회귀식을 나타내었다. 상동나무 열매의 횡경이 커질수록 열매의 무게는 0.12g에서 0.38g으로 무거워졌으며, 열매의 종경은 5.57mm에서 7.91mm로 커졌으며, 1개 열매당 종자수도 1.65개에서 2.44개로 증가하였다. 이러한 결과는 블루베리의 열매가 클수록 종자수도 많았다는 보고(Lang과 Danka, 1991; Moore et al., 1972; Ritzinger와 Lyrene, 1998)와 유사하였다. Table 15와 같이 열매의 횡경과의 상관관계를 보면 같이 종경은 $r=0.775$, 무게는 $r=0.919$, 종자수는 $r=0.325$ 로 정의 상관관계를 나타내었다.

Table 17. Distribution of the number of seeds per fruit, fruit weight and length according to fruit diameter

Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	Fruit weight (g)	The number of seeds per fruit
5.1~6.0	5.57 e ^z	0.12 e	1.65 c
6.1~7.0	6.03 e	0.15 d	1.66 c
7.1~8.0	6.65 c	0.22 c	1.93 b
8.1~9.0	7.38 b	0.30 b	2.22 a
9.1~10.0	7.91 a	0.38 a	2.44 a

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 18. Equations to predict fruit characteristics on the basis of fruit diameter

Independent variable (X)	Dependent variable (Y)	Regression equations	R ²
Fruit Diameter	Fruit weight	$Y=0.008X^2+0.019X+0.091$	0.994
	Fruit length	$Y=0.018X^2+0.494X+5.023$	0.996
	The number of seeds per fruit	$Y=0.014X^2+0.159X+1.328$	0.993

상동나무 과방당 열매수에 따른 열매의 무게, 크기와 종자수 조사결과는 Table 19과 같이 나타내었다.

상동나무 과방당 열매수가 많을수록 열매의 횡경은 $r=-0.529$ 의 부의 상관관계

를 보였으나 유의성은 없었으며, 종경과는 $r=-0.460$ 으로 부의 상관관계를 보였으나 일정한 경향을 보이지 않았고, 과방당 열매수가 가장 많은 51~60개인 처리구가 6.69mm로 가장 작았으며, 열매의 무게와도 $r=-0.655$ 의 부의 상관관계를 보였으나 유의성은 없었으며, 과방당 열매수가 51~60개인 처리구에서 열매의 무게가 0.22g으로 가장 가벼운 결과를 보였다. 그러나 열매당 종자수는 과방당 열매수가 많을수록 종자수도 1.65개에서 2.44개로 증가하는 경향을 보였으며(Table 19), 상관계수 $r=0.965$ 로 정의 상관관계를 나타내었다.

Table 19. Distribution of the number of seeds per fruit, fruit weight, diameter and length according to the number of fruits per cluster

The number of fruits per cluster	Fruit weight (g)	Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	The number of seeds per fruit
1~10	0.24 a ^z	7.59 a	6.87 a	1.43 c
11~20	0.24 a	7.54 a	6.80 ab	1.47 bc
21~30	0.24 a	7.52 a	6.78 ab	1.54 b
31~40	0.24 a	7.57 a	6.86 a	1.56 ab
41~50	0.24 a	7.59 a	6.87 a	1.56 ab
51~60	0.22 b	7.43 a	6.69 b	1.64 a

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 20. Equations to predict fruit characteristics on the basis of the number of fruits per cluster

Independent variable (X)	Dependent variable (Y)	Regression equations	R ²
The number of fruits per cluster	Fruit weight	$Y = -0.001X^2 + 0.006X + 0.234$	0.629
	Fruit diameter	$Y = -0.008X^2 + 0.038X + 7.525$	0.361
	Fruit length	$Y = -0.007X^2 + 0.034X + 6.806$	0.289
	The number of seeds per fruit	$Y = -0.001X^2 + 0.046X + 1.387$	0.938

Table 21. Correlation coefficients among the number of seeds per fruit, fruit weight, diameter, length and the number of fruits per cluster

	The number of fruits per cluster	Fruit		
		Weight	Diameter	Length
Fruit weight	-0.655			
Fruit Diameter	-0.529	0.888*		
Fruit Length	-0.460	0.842*	0.991**	
The number of seeds per fruit	0.965**	-0.704	-0.662	-0.595

* Significant at 5% level, ** significant at 1% level.

나. 상동나무 열매의 성분

1) pH, 당도 및 산함량

Table 22는 상동나무 열매의 pH, 당도 및 산함량을 조사한 결과이다. 상동나무 열매의 pH는 4.17, 당도는 22.2°Brix, 산함량은 0.83%로 조사되었는데, 김 등(1993)과 송 등(1995)이 상동나무 열매를 조사한 결과와 비교할 때 당도(14.9~16.8°Brix)는 높았으며, 산함량(0.38~0.93%)은 거의 비슷하였다.

강(2009)과 김(2009)은 블루베리의 당도를 9.17~13.7°Brix로 보고 하였으며, Kim et al.(2011b)은 블루베리의 산함량을 0.9%로 보고한 바 있다.

Table 22. Quality characteristics of *Sageretia thea* fruits

pH	Soluble solid (°Brix)	Total acidity (%)
4.17	22.2	0.83

2) 일반성분 함량

상동나무 열매의 일반성분을 분석한 결과는 Table 23과 같다. 열매의 수분 함량이 75.04%, 가용성 무질소물이 18.31%로 전체 성분중 93.35%에 해당되며, 나머지는 조섬유와 조단백질, 조지방 및 조회분 함량이 각각 3.32%, 2.01%, 0.84% 및 0.48%로 조사되었다.

상동나무 열매의 수분 함량은 김 등(2003a)이 보고한 뜰보리수 열매 82.34%, 강(2009)이 보고한 블루베리 88.70%, 복분자 83.73%, 오디 92.60%보다 적게 함유하고 있었으며, 조지방 함량은 김 등(2003a)이 보고한 뜰보리수 열매 0.79%, 강(2009)이 보고한 블루베리 1.68%, 복분자 0.74%, 오디 1.33%와 비교해 보면 상동나무 열매는 블루베리와 오디보다 조지방 함량이 적었으나 뜰보리수 열매와 복분자보다 많았다.

상동나무 열매의 조단백질 함량은 김 등(2003a)이 보고한 뜰보리수 열매

1.29%, 강(2009)이 보고한 블루베리 0.94%, 복분자 0.86%, 오디 1.65%보다 조단 백질 함량이 많았으며, 상동나무 열매의 조회분 함량은 김 등(2003a)이 보고한 뜰보리수 열매 0.54%, 강(2009)이 보고한 블루베리 0.05%, 복분자 0.36%, 오디 0.69%와 비교하면, 뜰보리수 열매와 오디의 조회분 함량보다 적었으나 블루베리, 복분자보다 많이 조사되었다.

Table 23. Proximate composition of *Sageretia thea* fruits

Composition	Contents (%)
Moisture	75.04
Crude protein	2.01
Crude fat	0.84
Crude fiber	3.32
Crude ash	0.48
Nitrogen free extracts	18.31

3) 무기성분 함량

산·알칼리성 식품의 기준 척도가 되는 상동나무 열매의 무기물 함량을 분석한 결과는 Table 24와 같다. 무기성분 종류는 총 10종을 분석하였는데, 주요 무기질은 K, P, Na, Mg, Ca 등으로 나타났으며, 그 중에서도 K가 $822.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 로 가장 많이 함유되어 있었고 이는 전체 무기질 함량의 65.0%에 해당한다. 대부분의 과실에서도 K의 함량이 높게 나타나는 결과와 일치 하였으며(곽, 2008; 김 등, 2011a; 김 등, 2003a; 김 등, 2003e), 특히 강(2009)이 보고한 블루베리, 복분자, 딸기와 오디에서의 K함량보다 3.1~15.6배가 많이 함유되어 있었다.

상동나무 열매의 무기물 비율은 $\text{K} > \text{P} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca}$ 순으로, 김 등(2011a)이 보고한 대추열매 $\text{K} > \text{P} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$, 김 등(2009)이 보고한 뜰

보리수 열매 $K > Mg > Na > Ca > Fe$, 김 등(2003e)이 보고한 산수유 열매 $K > Mg > Ca > Na > P$ 순이었다는 결과와 다른 경향을 나타내고 있었다. 그리고 열매에서 보기 어려운 Mo과 B가 미량 분석되었다. Mo은 체내에서 탄수화물과 지방대사를 촉진하는 조효소로 이용되고, B는 칼슘 흡수를 돕는 무기물로서 상동나무의 열매가 건강 기능성 식품원료로서의 활용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

Table 24. Mineral content of *Sageretia thea* fruits

Minerals	Contents (mg·100g ⁻¹ , dry basis)
K	822.8
Ca	55.8
Mg	70.8
Na	99.1
Mn	0.8
Fe	2.0
P	106.2
Mo	1.6
B	5.1
Cu	1.6
Total	1,264.9

4) 유기산 함량

상동나무 열매의 유기산 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 25와 Fig. 7과 같다. 상동나무 열매의 유기산 조성은 Malic acid, Lactic acid, Tartaric acid 등이었다. 주요 유기산 함량은 Malic acid $2,631.5\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Lactic acid $1,237.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Tartaric acid $594.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Succinic acid $576.6\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Oxalic acid $51.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 순으로 조사 되었고, 이중 Malic acid가 49.8%로 가장 많은 비중을 차지하였다. 하지만 석류, 한라봉, 딸보리수 열매에는 Citric acid(곽, 2008; Kim et al., 2006a; Kim et al., 2003a)가 대부분의 비중을 차지한다는 보고와, 지리산오갈피, 산수유 등에는 Malic acid(Kim et al., 2009, Kim et al., 2003e)가 대부분이라는 보고와 같이 다양한 열매에 특정 유기산이 다량 함유되어 있다는 보고와는 다른 경향이었다. 이처럼 상동나무 열매에 다양한 유기산이 고루 분포한다는 것은 상동나무 열매가 맛이나 가공에 있어 특이성이 있는 것으로 해석할 수 있으므로 중요한 생물자원이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 25. Organic acid contents of fruits of *Sageretia thea*

Organic acids	Contents ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, dry basis)
Oxalic acid	51.8
Tartaric acid	594.4
Malic acid	2,631.5
Lactic acid	1,237.4
Citric acid	189.1
Succinic acid	576.6

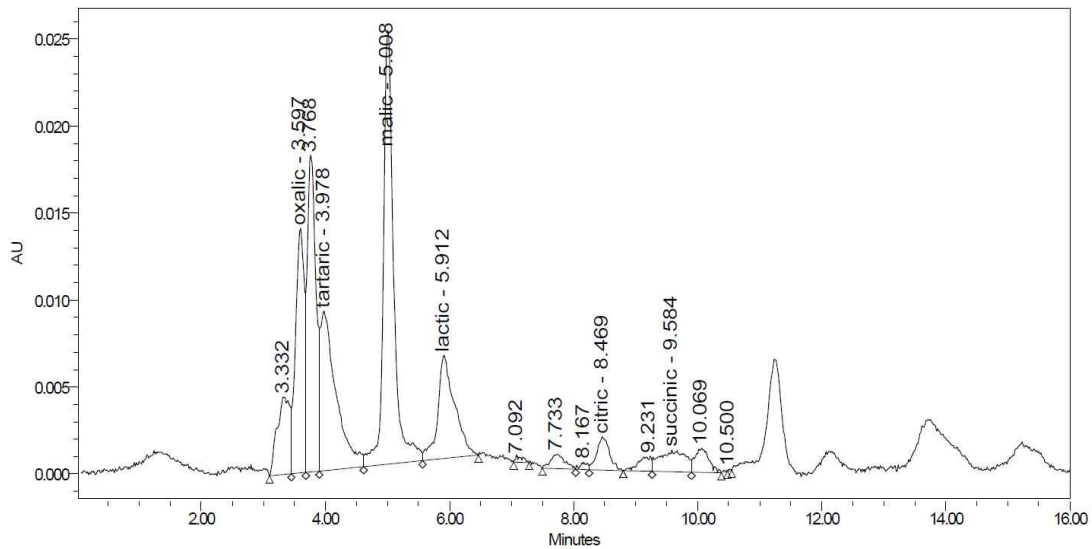


Fig. 7. High performance liquid chromatography (HPLC) chromatogram of organic acids in *Sageretia thea* fruits.

5) 유리당 함량

당류는 식품성분 중 단맛을 결정하는 성분으로서 상동나무 열매에 함유되어 있는 유리당 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 26와 Fig. 8과 같다. 주요 유리당은 Fructose, Glucose였으며, Maltose는 검출되지 않았다. 열매의 유리당 함량은 Fructose $8.11\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Glucose $7.68\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 조사되었다.

Cha et al.(2001)은 Fructose와 Glucose가 복분자 딸기의 주된 당이며, Fructose가 Glucose보다 더 많이 함유되어 있다고 보고하였다. Oh et al.(2008)은 국내산 나무딸기류 과실의 당 조성 보고에서 Fructose와 Glucose가 주를 이루고 있었고, Sucrose도 미량 존재하는 것으로 보고하였는데, 본 연구 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

Table 26. Free sugar content of *Sageretia thea* fruits

Free sugars	Contents (g·100g ⁻¹)
Fructose	8.11
Glucose	7.68
Sucrose	TR ¹⁾
Maltose	ND ²⁾

¹⁾ TR : Trace, ²⁾ ND : Not detected.

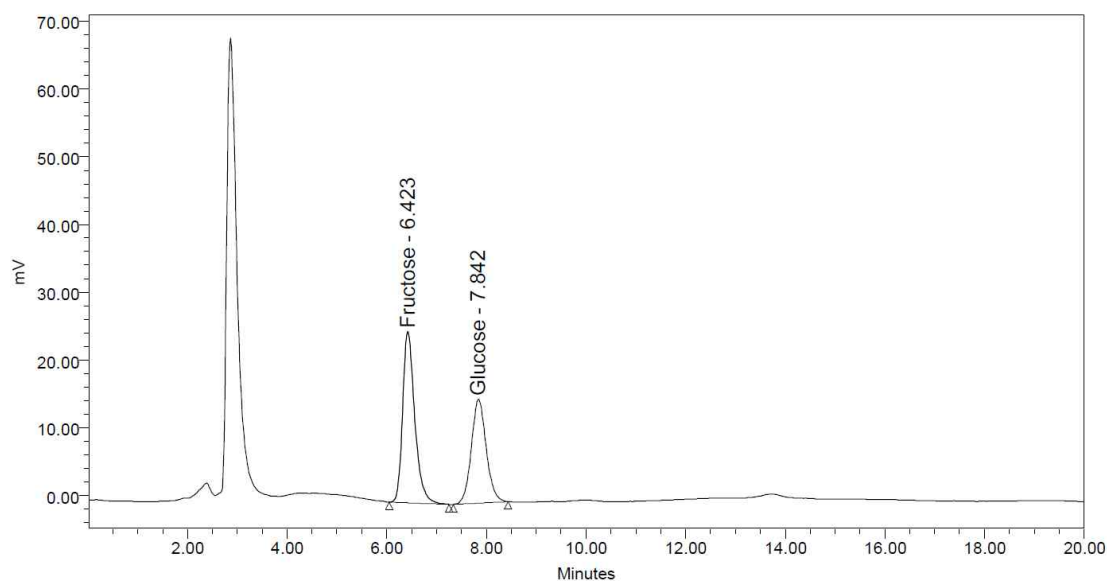


Fig. 8. High performance liquid chromatography (HPLC) chromatogram of free sugars in *Sageretia thea* fruits.

6) 지방산 함량

상동나무 열매의 지방산 함량을 분석한 결과는 Table 27과 Fig. 9와 같다. 상동나무 열매의 주요 지방산은 Palmitic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid, γ -linolenic acid 등 11종으로 나타났다. 가장 많이 함유되어 있는 지방산은 Linoleic acid가 0.2856%로 가장 많이 함유 하였으며, 다음으로 Oleic acid가 0.1989% 함유하는 특성을 보였다.

장(1995)이 보고한 오디의 주요 지방산은 Linoleic(18:2) acid > Palmitic acid > Oleic acid > Linoleic(18:3) acid > Stearic acid 순이고, Kim et al.(2003e)이 보고한 산수유의 주요 지방산은 Linoleic acid > Linolenic acid > Oleic acid > Palmitic acid > Stearic acid 순이다, 또한 Kim et al.(2006a)은 지리산오갈피 열매의 주요 지방산은 Linoleic acid > Plmitic acid > Linoleic(C18:3(a)) acid > Stearic acid > Behenic 순으로 보고하였는데, 상동나무 열매의 지방산 조성도 이와 유사하게 Linoleic acid가 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 그리고 Kim et al.(1995a)의 보고에 의하면 지방산 중 달맞이꽃 종자, 지치뿌리 등에 함유하고 있으며, 자연계에 흔하지 않아서 특이한 지방산으로 분류되고 있는 γ -linolenic acid(GLA : all cis-6,9,12-octadecatrienoic acid)가 상동나무 열매에도 함유되어 있었다. 총 지방산 중 포화 지방산은 28.74%이었으며, 불포화 지방산은 71.26%로 불포화지방산의 비율이 포화 지방산보다 2.5배 이상 높았다.

Table 27. Fatty acid composition of *Sageretia thea* fruits

Fatty acids	Contents (%)	Proportion (%)
Lauric (C12:0)	0.0004	0.05
Myristic (C14:0)	0.0012	0.16
Palmitic (C16:0)	0.1525	19.69
Palmitoleic (C16:1)	0.0020	0.38
Stearic (C18:0)	0.0684	8.85
Oleic (C18:1n9c)	0.1989	25.59
Linoleic (C18:2n6c)	0.2856	36.82
γ-linolenic (C18:3n6c)	0.0278	3.59
cis-11-Eicosenoic acid ester (C20:1)	0.0900	1.70
α-linolenic (C18:3n3)	0.0156	1.93
cis-11,14,17-Eicosa trienoic (C20:3n3)	0.0099	1.24
Sub total	0.8218	100.00
SFA ¹⁾	0.2362	28.74
USFA ²⁾	0.5856	71.26

¹⁾ Saturated fatty acid.

²⁾ Unsaturated fatty acid.

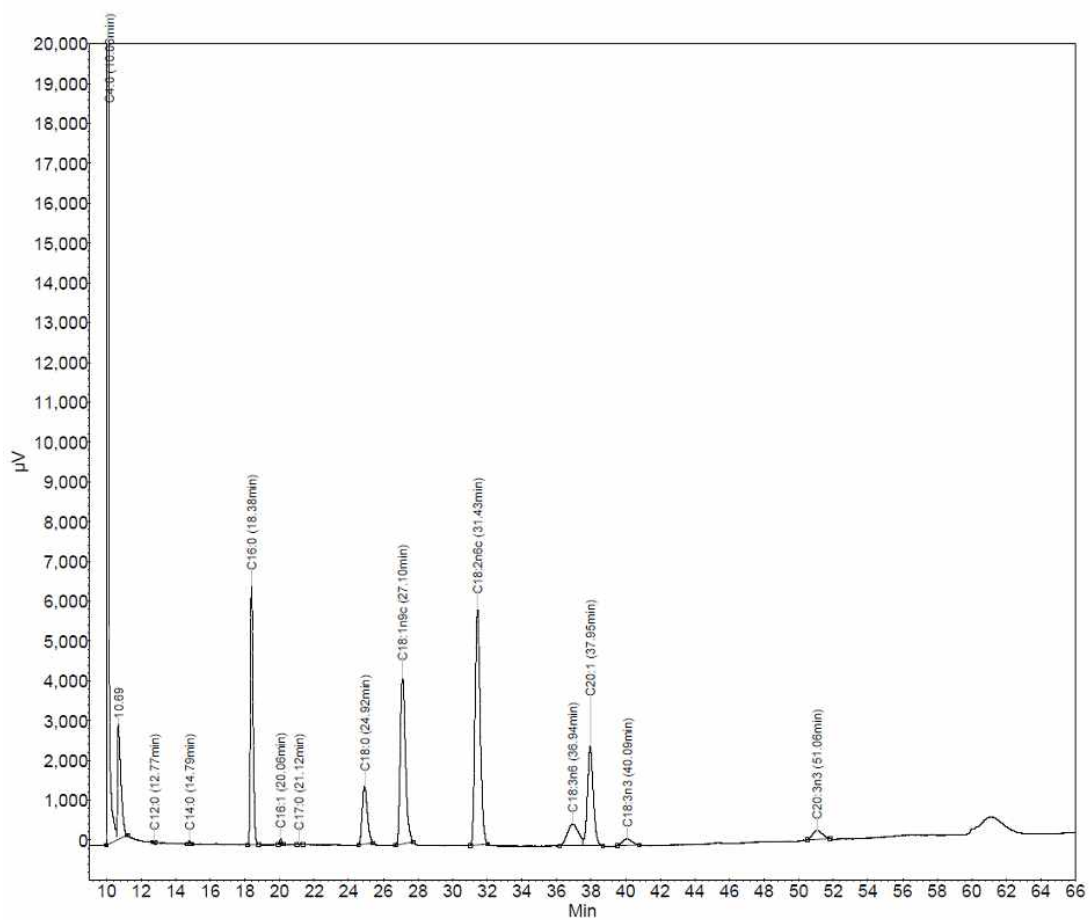


Fig. 9. Gas chromatography (GC) chromatogram of fatty acids in *Sageretia thea* fruits.

7) 총 페놀화합물 함량

상동나무 열매의 총 페놀 화합물 함량을 나타낸 결과는 Table 28과 같다. 상동나무 열매의 총 페놀 화합물 함량은 $874.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 Jeong(2008)이 보고한 아로니아의 페놀화합물 함량 $745.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 곽(2008)이 보고한 석류 $47.12\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Kim et al.(2003a)이 보고한 딸보리수 $280\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 농촌진흥청(2009)에서 보고한 감귤 $114.7\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 딸기 $200.5\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 매실 $107.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 배 $16.16\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 복숭아 $54.21\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 블루베리 $244.0\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 사과 $69.23\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 키위 $56.90\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 포도 $345.0\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 보다 많은 양의 페놀화합물을 함유하고 있었다.

Huang et al.(1992)은 식물의 2차 대사산물 중에서 특히 페놀화합물은 여러 종류의 열매, 채소, 약초 등 천연물에 다량 분포되어 있는데, 이 화합물은 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족환을 가지고 있으며, 구조와 분자량이 다양하여 자연계에 대략 8,000여종이 존재한다고 보고하였으며, Alonso et al.(2001)은 지금까지 보고된 식물에서 유래된 폴리페놀 화합물은 천연 항산화 활성을 나타낼 뿐만 아니라, 식물에 있어서 색깔, 수렴성, 쓴맛, 향 등 관능적 성질에도 중요한 역할을 한다고 보고하였다.

따라서 페놀화합물을 많이 함유하고 있는 상동나무의 열매는 기능성 식품 조재료써 활용가치가 크다고 생각되었다.

Table 28. Total phenolic compounds and total anthocyanin content of *Sageretia thea* fruits

Variables	Contents
Total phenolics (mg GAE·100g ⁻¹)	874.8
Total anthocyanins (mg C3G·100g ⁻¹)	520.8

8) 총 안토시아닌 함량

안토시아닌(anthocyanin)은 pH의 변화에 따라 가역적인 구조적 변형을 일으키며, pH 1.0에서는 유색의 oxonium 형태이고, pH 4.5에서는 무색의 hemiketal 형태가 우세하다. pH differential method(Lee et al., 2005)에 따라 측정한 총 안토시아닌 함량은 Table 28에 나타낸 바와 같다.

상동나무 열매의 총 안토시아닌 함량은 $520.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 Kim et al.(1973)이 보고한 오미자 $168.0\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 고와 박(1996)이 보고한 오디 $170.47\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 포도 $48.57\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, 사과 $7.03\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 보다 매우 높았으며, 특히 안토시아닌 함량이 높은 것으로 알려진 블루베리의 안토시아닌 함량 $212.7\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (Kim et al. 2011b)보다도 높은 것으로 나타났다. 이는 Fig. 10과 같이 상동나무의 열매에는 포도나 사과, 블루베리와 달리 과피 뿐만 아니라 과육에도 자색계열의 색소가 다량 함유되어 있기 때문인 것으로 생각된다.



Sageretia thea fruit



Blueberry

Fig. 10. Cutting figure of *Sageretia thea* fruit and blueberry.

Henty(1992)는 안토시아닌은 식물계에 널리 분포되어 있는 페놀화합물 중의 하나로 열매, 줄기, 잎, 뿌리 등 식물체 각 부위에 폭넓게 분포되어 있는 적색, 자색, 청색 등의 매력적인 색을 나타내는 수용성 색소라 하였으며, Kong et al.(2003)은 안토시아닌의 특징은 크게 두 가지로 대별할 수 있는데 첫째, 색을 지닌다는 점이고 둘째, 기능성 생리활성 물질로 건강 증진 효과가 높다는 점이라고 하였다. 안토시아닌은 항산화 활성(Chang et al., 2008)과 신경계 질환, 심장질환

환, 당뇨 등에 효과가 있으며(Zafra et al., 2008; Parthasarathy, 1998), 암 발생 억제(Nichenametla, 2006; Zao et al., 2004, Kamei et al., 1995), 항바이러스작용(Chung et al., 1997), 지질대사 조절(Tusda et al., 2003), 시력 및 난소기능 증강 효과(Kim et al., 2001)등 생리활성에 관한 연구가 보고되어 있다. Dey와 Harvorne(1993)은 안토시아닌은 포도, 베리류, 적양배추, 사과, 순무 등의 주된 색소 성분으로 보고하였다.

또한, 블루베리를 대표할 수 있는 기능성 성분인 안토시아닌은 활성산소 제거 기능이 있어 시력증진과 항산화 작용에 탁월한 효능이 입증되어 있다(Parry et al., 2006; Schmidt et al., 2004; Sellappan et al., 2002; Su와 Chien, 2007; Wang과 Jiao, 2000; Zheng과 Wang, 2003; Zheng et al., 2003).

따라서 상동나무 열매에 안토시아닌이 타 과실에 비해 다량 함유하고 있어 앞으로 안토시아닌의 성분에 대한 많은 연구가 이루어져야 하며 기능성 성분에 따른 이용 가치가 높을 것으로 생각된다.

3. 상동나무 종자의 발아특성

상동나무 종자의 발아특성을 조사하기 위하여 수확한 열매의 과육을 분리하고 10일간 상온에서 건조 저장한 종자를 24시간 동안 4℃와 50℃에서 전처리 후 생장상에서 종자발아 시험을 한 결과 온도처리에 따른 종자발아율을 조사하였다.

상동나무 종자는 50℃에서 24시간 전처리 후 배양한 처리구에서는 발아가 이루어지지 않았으며, 4℃에서 24시간 전처리 후 배양한 처리구에서는 10℃를 제외한 대부분이 발아가 이루어졌다(Table 29). 따라서 상동나무 종자의 발아 전처리 온도는 4℃ 저온으로 해야 함을 알 수 있다. Ko et al.(2003)은 섬오갈피나무의 종자발아는 5℃에서 후숙처리한 종자는 당년에 발아되지 않았으며, 15℃에서 처리한 종자는 당년에 발아 하였다는 보고하였으나, Kim et al.(1995b)이 보고한 잔대는 50℃에서 전처리한 것보다 0℃에서 전처리 할 경우 발아율이 높았으며, 원과 조(1988)는 인삼종자를 5℃에서 저온 처리한 종자에서 발아율이 높았고, Kang et al.(2010b)은 지리산바위솔과 제주연화바위솔 4℃에서 전처리한 후 발아율이 향상되었다는 보고와 유사한 발아 특성을 보였다.

Table 29. Germination percentage of *Sageretia thea* seeds according to temperature treatments

Temperature treatment (℃)	Germination percentage (%)
10	0.0 c ^z
15	55.0 a
20	50.0 a
25	23.3 ab
30	31.7 ab

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

상동나무 종자는 15℃와 20℃에서 높은 발아율을 보여 발아 적정온도는 15~20℃로 발아적온 범위가 좁은 것을 알 수 있었으며, 특히 종자의 발아율은 대부분 특정한 온도범위 내에서 일정하게 유지되고, 이 범위를 벗어나게 되면 매우 급격히 감소한다는 Thompson(1970)의 보고와 같이 상동나무 종자에서도 15℃에서 발아율이 55%로 가장 높았으나 10℃에서는 발아가 되지 않아 유사한 경향을 보였다.

온도와 종자발아에 대한 연구에서 좀소리쟁이(Park et al., 2010d)와 측백나무(Choi et al., 2006) 종자는 15℃가 적정 발아온도이며, 느릅나무(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b), 참꽃나무(Hwang, 1994) 종자는 15~20℃이며, 영아자와 잔대(신, 2004), 가문비나무(송 등, 2011a; 송 등, 2011b), 나도생강((Lee, 2006), 사시나무(Borset, 1954) 종자는 20℃, 미국물푸레나무(Asakawa, 1956), 참느릅나무(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b) 종자는 25℃, 멸구슬나무(Park et al., 2012) 종자는 35℃에서 발아가 잘 된다는 보고가 있다.

상동나무 종자의 발아율은 15℃에서 55.0%로 가장 높았는데, 이는 Kang et al.(1997)이 보고한 야생식물의 발아는 작물에 비해 매우 저조하여 50%이상의 발아율을 보이는 종은 없었다고 보고한 결과와 달랐다. 그리고 나도생강의 종자 발아율 62.7%(Lee, 2006), 비술나무 종자 발아율 89.0%(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b), 참느릅나무 종자 발아율 56.0%(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b)와 비교해 보면 상동나무 종자의 발아율은 낮았으나, 느릅나무 종자의 발아율 44.7%(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b), 멸구슬나무 종자 발아율 42.3%(Park et al., 2012), 가문비나무 종자의 발아율 39.0%(Song et al., 2011a; Song et al., 2011b)에 비해 상동나무의 종자 발아율이 높음을 알 수 있었다.

상동나무 종자의 온도처리에 따른 치상 20일 후 유아와 유근의 발아특성을 조사한 결과는 Table 30과 Fig. 11과 같다. 25℃ 처리구에서 유아와 유근의 길이가 가장 길었으며, 다음으로 20℃로 조사되었다. 또한 유아의 무게는 25℃에서 가장 무거웠으며, 다음으로 20℃ 처리구였다. 하지만 유근의 무게는 30℃에서 가장 무거웠고 나머지는 같았다. 따라서 상동나무 종자는 25℃에서 유아와 유근 발육이 가장 좋음을 알 수 있었다.

Table 30. Growth characteristics of *Sageretia thea* according to temperature treatments

Temperature treatment (°C)	Shoot length (cm)	Radicle length (cm)	Shoot weight (mg)	Radicle weight (mg)
15	0.86 c ^z	0.82 c	7.9 c	11.0 b
20	1.60 b	1.45 b	11.2 b	11.1 b
25	2.86 a	1.93 a	17.2 a	12.4 b
30	1.80 b	0.09 d	10.0 bc	18.7 a

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

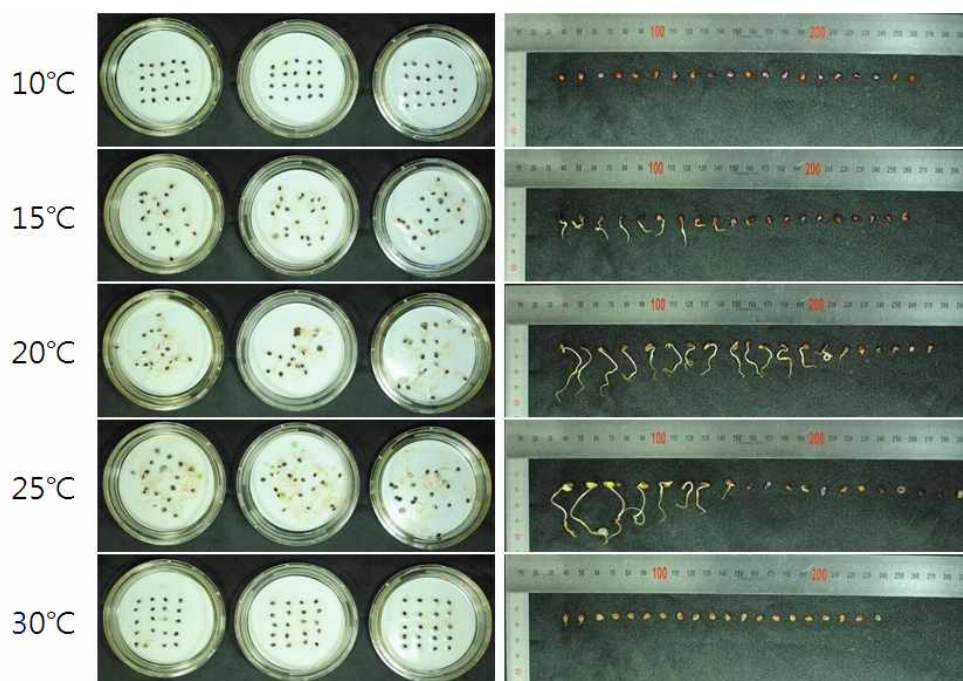


Fig. 11. Germination conditions of *Sageretia thea* seeds according to temperature treatments

상동나무 종자의 온도처리에 따른 평균발아일수(MGT)와 회귀분석 결과를 Fig. 12에 나타냈다. 상동나무 종자의 평균발아일수는 15℃ 처리구에서 11.6일로 가장 오래였으며, 20℃와 25℃ 처리구에서 각각 9.0일, 9.9일로 비슷하였고, 30℃ 처리구에서는 5.7일로 가장 빨라 온도가 높을수록 평균발아일수가 빠름을 알 수 있었다.

평균발아일수가 빠른 것은 두 가지 경우로 가정으로 생각해 볼 수 있는데, 한 가지는 종자 대부분이 초기에 발아가 이루어져서 발아일수가 단축되었을 수 있을 것이고, 또 다른 한 가지는 종자가 발아하기에 적합하지 않은 조건에서 초기에 발아가 된 후 고사 또는 생육이 정지되었을 수가 있다는 것을 의미한다고 생각된다. 따라서 본 연구에서 평균발아일수가 15℃에서 가장 오래으나 발아율이 15℃에서 가장 높았고, 유아와 유근의 길이는 25℃에서 가장 좋은 결과를 종합해 볼 때 상동나무 종자의 적정 발아온도는 20℃로 생각된다.

Choi(2010)는 물푸레나무의 연구에서 대체적으로 적온에 가까울수록 평균발아일수가 짧게 나타나 발아소요일수 단축에 효과가 있다고 보고하였는데 본 연구 결과는 다르게 나타났다. Song et al.(2011a, 2011b)은 느릅나무의 평균발아일수는 13.1~15.8일, 참느릅나무 4.9일, 비슬나무 1.3~4.8일, 가문비나무 7.5일로 보고하였는데 상동나무의 평균발아일수는 회귀식 값으로 20℃에서 9.9일로 느릅나무 보다는 빠르나 그 외 참느릅나무, 비슬나무, 가문비나무에 비해 늦음을 알 수 있었다.

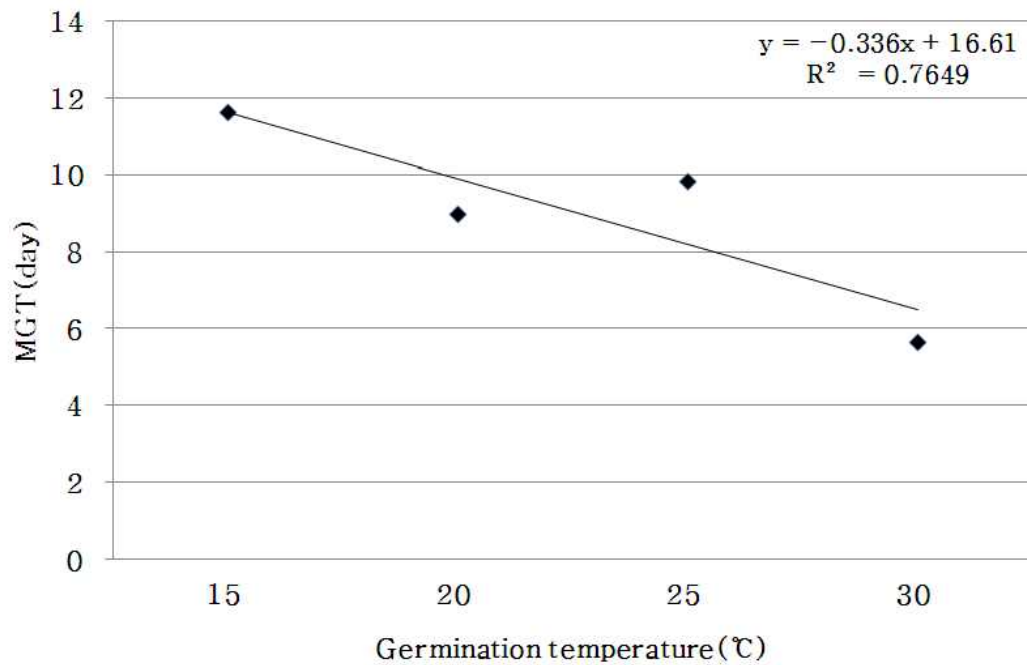


Fig. 12. Regression analysis between mean germination time of *Sageretia thea* and temperature treatments.

발아속도계수는 발아율과 함께 다양한 온도조건 하에서 종자의 발아특성을 나타내는 지표로 상동나무 종자의 발아속도계수를 Fig. 13에 나타냈다. 상동나무 종자의 발아속도계수는 15℃ 처리구에서 8.9%, 20℃ 처리구에서 11.4%, 25℃ 처리구에서 10.3%, 30℃ 처리구에서 11.9%로 온도가 높을수록 발아속도가 빠름을 알수 있었으며, 평균발아일수와 반대의 경향을 보였다.

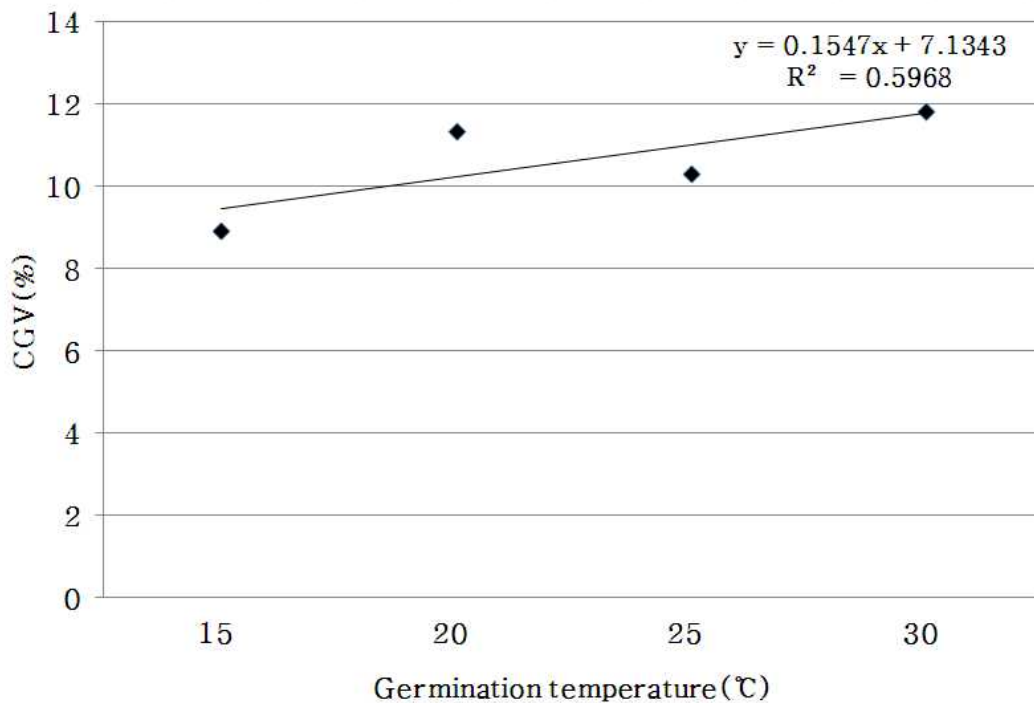


Fig. 13. Regression analysis between coefficient of velocity of germination of *Sageretia thea* and temperature treatments.

상동나무 종자의 발아지수를 분석한 결과를 Fig. 14와 같이 나타냈다. 발아지수는 15°C에서 발아시킨 처리구에서 발아지수가 가장 높았으며, 다음으로 20°C이었으며, 25°C와 30°C는 발아지수가 낮아 온도가 증가할수록 발아지수가 낮아지는 경향을 알 수 있었다.

Dahal et al.(1990)은 토마토 종자 발아에 관한 연구에서 종자들의 발아적온은 정상적인 발아 및 유묘출현을 통해 성장 및 생육을 원활하게 하므로 중요한 환경관련요소가 되고 있을 뿐만 아니라 종자는 발아 할 때 적정온도 이외의 온도에서는 생리적 요인에 의해 영향을 받기 때문에 적절한 온도조건을 만들어 주는 것이 중요하다는 보고와 같이 상동나무 종자의 발아는 20°C에서 발아를 시키는 것이 가장 바람직하다고 생각된다.

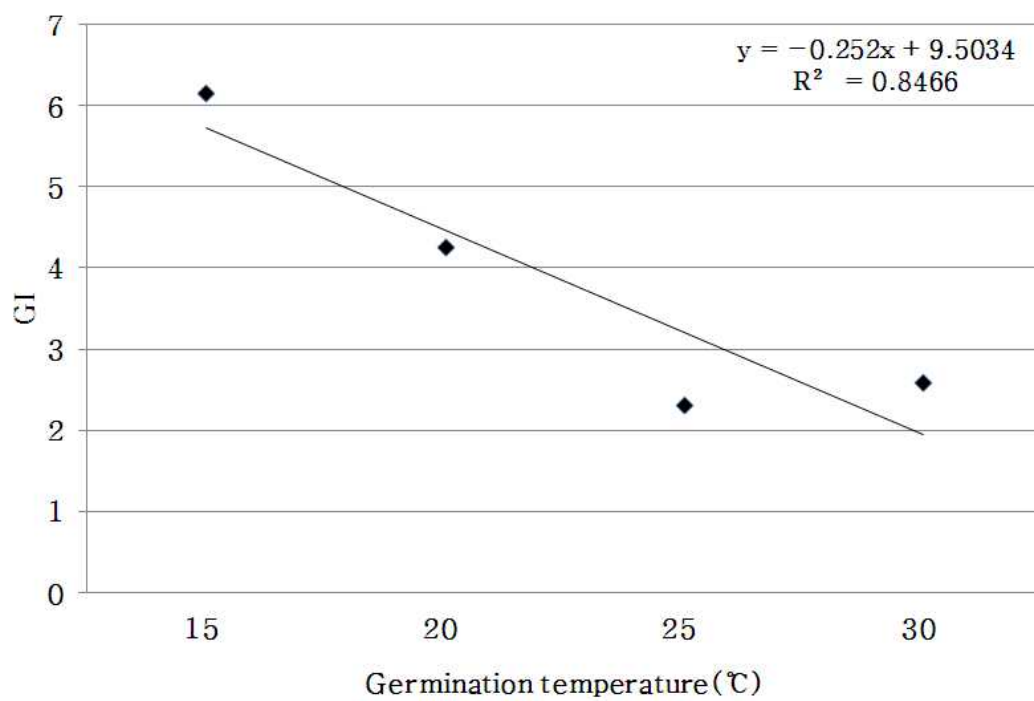


Fig. 14. Regression analysis between germination index of *Sageretia thea* and temperature treatments.

4. 생장조정제 처리가 상동나무 열매의 품질에 미치는 영향

가. 생장조정제 처리별 상동나무 열매 품질향상 효과

岸와 田崎(1960)에 따르면 식물생장조정제의 사용 목적은 열매의 착과, 착색, 낙과방지와 같이 열매가 대상인 경우는 주로 과방이나 화방에 처리한다고 하였다. 따라서 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 5종의 생장조정제 Mepiquat chloride, Forchlorfenuron, Thidiazuron, Gibberellic acid, 6-Benzylaminopurine을 상동나무 꽃이 만개하기 7일 전과 만개일, 만개 7일 후, 만개 14일 후에 과방을 생장조정제에 침지 처리한 후 열매의 무게, 크기, 종자수를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) Mepiquat chloride 처리효과

Table 31과 32는 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 과방을 $125\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $250\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $1,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Mepiquat chloride에 침지 처리한 결과이다. $250\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Mepiquat chloride을 만개기에 처리한 것이 열매의 무게는 0.28g으로 가장 무거웠으며, 종자수는 $1,000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전에 처리한 것이 가장 많았지만, $125\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개기에 처리한 경우 1.2개로 가장 적었다. Mepiquat chloride 처리가 열매의 횡경에는 영향을 주지 않았으나 종경에는 $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전에 처리한 것이 7.0mm로 종경 비대에 도움이 되었다.

Kim et al.(2010)은 $600\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Mepiquat chloride를 $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ IAA와 혼용하여 마의 구근 생장과 비대의 효과를 보고하였으며, Jeyakumar와 Thangraj(1996)은 땅콩에 $125\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 처리하여 증수 효과를 보고하였다. 또한 Gutam et al.(2009)는 피망에 $1500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 처리하여 엽록소 증가, 질소 환원효소의 활성을 증가시켜 열매의 무게와 종자수를 증가시켜 수확량이 증가 하였다고 보고 하였는데 상동나무 열매의 무게 증가에서도 유사한 결과를 보였다.

Table 31. The number of seeds per fruit and fruit weight according to mepiquat chloride treatments

Mepiquat chloride concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	The number of seeds per fruit	Fruit weight (g)
0		1.3 b ^z	0.23 abc
125	-7	1.3 b	0.24 abc
	0	1.2 b	0.24 abc
	7	1.3 b	0.24 abc
	14	1.6 b	0.24 abc
250	-7	1.6 b	0.25 abc
	0	1.5 b	0.28 a
	7	1.6 b	0.24 abc
	14	1.8 ab	0.25 abc
500	-7	1.3 b	0.20 c
	0	1.6 b	0.25 abc
	7	1.6 b	0.27 ab
	14	1.4 b	0.22 bc
1000	-7	2.1 a	0.22 bc
	0	1.3 b	0.23 abc
	7	1.4 b	0.25 abc
	14	1.4 b	0.21 bc

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 32. *Sageretia thea* fruit size according to mepiquat chloride treatments

Mepiquat chloride concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Fruit size(mm)	
		Diameter	Length
0		7.52 a ^z	6.79 abc
125	-7	7.58 a	6.89 abc
	0	7.40 a	6.87 abc
	7	7.56 a	6.65 ab
	14	7.70 a	6.79 abc
250	-7	7.79 a	6.99 abc
	0	7.98 a	7.18 abc
	7	7.66 a	6.83 abc
	14	7.75 a	7.07 abc
500	-7	7.21 a	6.50 abc
	0	7.62 a	6.96 abc
	7	7.84 a	7.03 a
	14	7.28 a	6.71 abc
1000	-7	7.47 a	6.59 bc
	0	7.54 a	6.68 c
	7	7.67 a	6.92 abc
	14	7.30 a	6.64 abc

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

2) Forchlorfenuron 처리효과

Table 33과 34는 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 과방을 $2.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Forchlorfenuron에 침지 처리한 결과이다. Forchlorfenuron를 처리하면 처리시기에 따른 과중변화에 처리농도와 유의한 차이는 없었으나 $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 만개 14일 후 처리가 가장 무거웠으며, 종자수는 $20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일후 처리에서 1.2개로 가장 적었고, $2.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 후 14일에 처리하였을 때 1.8개로 가장 많았다. 열매의 종경과 횡경은 $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 14일 후에 처리한 것이 각각 7.99mm와 7.32mm로 가장 컸다.

Forchlorfenuron은 포도, 사과, 배, 멜론, 키위 등의 열매의 성장을 촉진하기 위해 사용되는 생장조절제이다(Nickell, 1986; Iwahori et al., 1988). Iwahori et al.(1988)은 세포의 확대보다 세포분열을 자극하여 열매의 성장에 효과가 있음을 보고하였고, Woolley et al.(1992)는 세포분열과 세포크기가 증가했다고 보고 하였으며, Blank et al.(1992)은 키위의 과방을 Forchlorfenuron에 침지하여 27~46%의 열매 무게가 증가되었다고 보고하였는데 상동나무 열매에서도 유사한 경향을 보였다.

Table 33. The number of seeds per fruit and fruit weight according to forchlorfenuron treatments

Forchlorfenuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	The number of seeds per fruit	Fruit weight (g)
0		1.3 bc ^z	0.23 a
	-7	1.6 ab	0.23 a
	0	1.4 abc	0.22 a
	7	1.4 abc	0.24 a
	14	1.8 a	0.26 a
2.5	-7	1.3 bc	0.23 a
	0	1.4 abc	0.25 a
	7	1.7 ab	0.23 a
	14	1.7 ab	0.24 a
5	-7	1.5 abc	0.24 a
	0	1.4 abc	0.25 a
	7	1.5 abc	0.23 a
	14	1.5 abc	0.27 a
10	-7	1.8 a	0.25 a
	0	1.6 abc	0.25 a
	7	1.2 c	0.24 a
	14	1.6 ab	0.24 a
20	-7	1.8 a	0.25 a
	0	1.6 abc	0.25 a
	7	1.2 c	0.24 a
	14	1.6 ab	0.24 a

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 34. *Sageretia thea* fruit size according to forchlorfenuron treatments

Forchlorfenuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Fruit size(mm)	
		Diameter	Length
0		7.52 ab ^z	6.79 b
2.5	-7	7.34 c	6.62 b
	0	7.42 c	6.58 b
	7	7.69 ab	6.82 b
	14	7.87 ab	7.01 ab
5	-7	7.52 ab	6.76 b
	0	7.78 ab	7.07 ab
	7	7.50 ab	6.77 b
	14	7.71 ab	6.73 b
10	-7	7.59 ab	6.83 b
	0	7.62 ab	6.83 b
	7	7.53 ab	6.71 b
	14	7.99 a	7.32 ab
20	-7	7.70 ab	6.79 b
	0	7.69 ab	7.04 ab
	7	7.38 c	6.77 b
	14	7.53 ab	6.82 b

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

3) Thidiazuron 처리효과

Table 35와 36은 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 과방을 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Thidiazuron에 침지 처리한 결과이다. $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개기에 처리한 것이 열매의 무게 0.28g 으로 가장 무거웠으며, 종자수는 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전에 처리한 것이 2.2개로 가장 많았다. 또한 열매의 횡경과 종경은 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개일에 처리한 것이 횡경 8.13mm , 종경 7.21mm 로 가장 컸다. 따라서 Thidiazuron을 상동나무 열매의 무게나 크기를 위해서 처리할 때는 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개기에 처리하는 것이 가장 바람직했다.

이(2004)는 포도에 Thidiazuron $10\sim 20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 후부터 5일 간격으로 처리하면 열매의 무게가 증가되었다고 보고하였으며, Byun et al.(1993)은 Thidiazuron을 결실이 불안정한 포도 ‘함로드’와 ‘거봉’의 처리하여 결실을 향상과 과립비대에 효과가 있음을 보고된바 있으며, Kim et al.(2003c)은 시설참외에 Thidiazuron을 만개 2일전부터 만개기까지 $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 자방에 분무처리하여 착과 효과와 열매의 비대 효과를 얻었다는 보고와 같이 상동나무 열매에서도 Thidiazuron 처리가 열매의 비대기에 영향을 준다는 보고와 유사한 결과를 보였다.

Table 35. The number of seeds per fruit and fruit weight according to thidiazuron treatments

Thidiazuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	The number of seeds per fruit	Fruit weight (g)
0		1.3 d ^z	0.23 abcd
0.5	-7	2.2 a	0.21 cd
	0	1.6 bc	0.24 abcd
	7	1.4 cd	0.21 cd
	14	1.4 cd	0.24 abcd
1	-7	1.3 d	0.19 d
	0	1.4 cd	0.28 a
	7	1.4 cd	0.23 abcd
	14	1.5 cd	0.25 abc
2	-7	1.5 cd	0.24 abcd
	0	1.3 d	0.23 abcd
	7	1.5 cd	0.22 bcd
	14	1.8 bc	0.23 abcd
4	-7	1.5 cd	0.25 abc
	0	1.2 d	0.23 abcd
	7	1.2 d	0.27 ab
	14	1.5 cd	0.23 abcd

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 36. *Sageretia thea* fruit size according to thidiazuron treatments

Thidiazuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Fruit size(mm)	
		Diameter	Length
0		7.52 bcd ^z	6.79 abc
0.5	-7	7.21 cd	6.58 c
	0	7.67 abc	6.79 abc
	7	7.21 cd	6.57 c
	14	7.63 abc	6.94 abc
1	-7	6.97 d	6.59 c
	0	8.13 a	7.21 a
	7	7.47 bcd	6.53 c
	14	7.52 bcd	6.70 bc
2	-7	7.59 abc	6.83 abc
	0	7.30 bcd	6.72 bc
	7	7.37 bcd	6.60 c
	14	7.47 bcd	6.61 c
4	-7	7.70 abc	7.06 ab
	0	7.14 cd	6.71 bc
	7	7.79 ab	6.87 abc
	14	7.39 bcd	6.69 bc

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

4) Gibberellic acid 처리효과

Table 37과 38은 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 과방에 $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Gibberellic acid을 침지 처리한 결과를 나타내었다. Gibberellic acid를 상동나무에 처리하면 열매무게는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전에 침지하였을 때 0.28g 으로 가장 무거웠고, 횡경도 7.99mm 로 가장 길었으며, 종경은 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개기에 처리하였을 때가 7.471mm 로 가장 길었으며 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전에 처리한 것이 7.32mm 로 다음이었다.

이러한 결과는 Weaver et al.(1964)이 Gibberellic acid가 무핵포도의 과립비대를 증진시킨다는 보고와, Cline과 Thought(2007)가 양앵두의 'Bing'과 'Sam' 품종에 $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 처리하여 과실비대가 증대 된다는 보고와 일치 하였다.

Table 37. The number of seeds per fruit and fruit weight according to gibberellic acid treatments

Gibberellic acid concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	The number of seeds per fruit	Fruit weight (g)
0		1.3 a ^z	0.23 ab
25	-7	1.5 a	0.24 a
	0	1.5 a	0.27 a
	7	1.6 a	0.23 ab
	14	1.2 a	0.21 ab
50	-7	1.5 a	0.27 a
	0	1.3 a	0.22 ab
	7	1.6 a	0.23 ab
	14	1.6 a	0.25 a
100	-7	1.4 a	0.17 b
	0	1.4 a	0.26 a
	7	1.4 a	0.24 a
	14	1.6 a	0.23 ab
200	-7	1.5 a	0.28 a
	0	1.2 a	0.22 ab
	7	1.3 a	0.25 a
	14	1.5 a	0.24 ab

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 38. *Sageretia thea* fruit size according to gibberellic acid treatments

Gibberellic acid concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Fruit size(mm)	
		Diameter	Length
0		7.52 a ^z	6.79 abc
25	-7	7.56 a	6.84 abc
	0	7.81 a	7.12 abc
	7	7.47 a	6.88 abc
	14	7.23 ab	6.57 bc
50	-7	7.92 a	7.10 abc
	0	7.13 ab	6.72 abc
	7	7.53 a	6.70 abc
	14	7.55 a	6.75 abc
100	-7	6.47 b	6.36 c
	0	7.88 a	7.41 a
	7	7.40 a	6.78 abc
	14	7.44 a	6.76 abc
200	-7	7.99 a	7.32 ab
	0	7.31 a	6.90 abc
	7	7.69 a	7.20 ab
	14	7.40 a	6.76 abc

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

5) 6-Benzylaminopurine 처리효과

Table 39와 40은 상동나무 열매의 품질향상을 위하여 과방에 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 6-Benzylaminopurine을 침지 처리한 결과이다. 상동나무에 6-Benzylaminopurine을 처리하면 열매의 무게는 무처리구 보다 증가된 처리구는 없었으며, 종자수는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전 처리구와 만개 14일 후에 처리한 구에서 가장 많았으며, 열매의 크기에는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개일에 처리하는 것이 가장 컸으며, Weaver et al.(1966)은 포도에 6-Benzylaminopurine을 처리하여 과립비대가 촉진되었다는 보고와 일치하였다.

Table 39. The number of seeds per fruit and fruit weight according to 6-benzylaminopurine treatments

6-Benzylaminopurine concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	The number of seeds per fruit	Fruit weight (g)
0		1.3 ab ^z	0.23 ab
	-7	1.6 ab	0.23 ab
	0	1.7 ab	0.21 b
	7	1.4 ab	0.22 ab
	14	1.2 b	0.24 ab
50	-7	1.3 ab	0.24 ab
	0	1.5 ab	0.22 ab
	7	1.3 ab	0.22 ab
	14	1.3 ab	0.29 ab
100	-7	1.4 a	0.25 ab
	0	1.2 b	0.27 ab
	7	1.6 ab	0.25 ab
	14	1.4 a	0.20 b
200	-7	1.5 ab	0.24 ab
	0	1.7 ab	0.22 ab
	7	1.5 ab	0.24 ab
	14	1.4 ab	0.23 ab
400	-7	1.5 ab	0.24 ab
	0	1.7 ab	0.22 ab
	7	1.5 ab	0.24 ab
	14	1.4 ab	0.23 ab

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 40. *Sageretia thea* fruit size according to 6-benzylaminopurine treatments

6-Benzylaminopurine concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Fruit size(mm)	
		Diameter	Length
0		7.52 ab ^z	6.79 abc
50	-7	7.51 ab	6.96 abc
	0	7.11 b	6.32 c
	7	7.10 b	6.27 c
	14	7.53 ab	6.98 abc
100	-7	7.42 ab	6.67 abc
	0	7.49 ab	6.80 abc
	7	7.31 ab	6.62 abc
	14	7.75 ab	7.06 ab
200	-7	7.75 ab	6.84 abc
	0	8.05 a	7.14 a
	7	7.84 ab	7.08 ab
	14	7.14 b	6.37 bc
400	-7	7.66 ab	6.86 abc
	0	7.44 ab	6.77 abc
	7	7.86 ab	7.00 abc
	14	7.33 ab	6.71 abc

^z Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

나. 생장조정제 처리별 상동나무 열매의 숙기변화

생장조정제 처리가 상동나무 열매의 숙기에 미치는 영향을 조사하기 위하여 과방에 5종의 생장조정제(Mepiquat chloride, Forchlorfenuron, Thidiazuron, Gibberellic acid, 6-Benzylaminopurine)를 농도별로 상동나무 꽃이 만개 7일 전, 만개일, 만개 7일 후, 만개 14일 후에 각각 침지 처리한 후 시기별로 수확된 열매수의 비율을 조사한 결과를 Table 41, 42, 43, 44, 45와 같이 나타내었다.

생장조정제 각각의 처리구 중에서 5월 17일까지의 상동나무 열매의 수확비율을 비교해 보면 Mepiquat chloride은 $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 후 처리구에서 79.3%로 가장 많았으며, Forchlorfenuron은 $2.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 14일 후 처리구에서 77.3%, Thidiazuron은 $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 전 처리구에서 84.2%, Gibberellic acid은 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개일 처리구에서 88.6%, 6-Benzylaminopurine은 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 만개 7일 후 처리구에서 74.9%의 가장 높은 성숙률을 보였다.

생장조정제 처리구와 무처리구의 숙기를 비교해 보면 Gibberellic acid > Thidiazuron > Mepiquat chloride > Forchlorfenuron > 6-Benzylaminopurine > 무처리구 순이었으며, 특히 Gibberellic acid는 성숙 초기에 무처리구에 비해 38.2%가 더 많이 성숙되었으며, 이는 Kil et al.(2011)이 Gibberellic acid를 산호수에 처리하여 착색에는 영향을 미치지 않았다는 보고와 Reynolds et al.(1992)이 Forchlorfenuron에 의해 당함량이 떨어지고 동시에 산함량의 감소가 지연되어 숙기가 늦어진다는 보고와, Cline과 Trough(2007)가 양앵두에서 숙기가 늦어진다는 보고와 차이가 있었으며, Lee et al.(1996), 홍 등(1994), 정(1998) 등이 Gibberellic acid가 안토시아닌 형성을 촉진하여 착색이 증진되고 5~7일 숙기가 촉진된다는 보고와 일치하였다.

Table 41. Harvest ratio of *Sageretia thea* according to mepiquat chloride treatments

Mepiquat chloride concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Harvest rate (%)						
		5/4	5/11	5/17	5/25	6/1	6/9	6/15
0		3.7	16.8	29.9	31.8	12.1	4.7	0.9
125	-7	9.3	18.7	33.3	21.3	10.7	6.7	0.0
	0	0.0	27.6	27.6	41.4	3.4	0.0	0.0
	7	7.7	26.9	15.4	38.5	9.6	1.9	0.0
	14	6.9	44.8	3.4	24.1	10.3	10.3	0.0
250	-7	7.0	27.9	34.9	23.3	0.0	7.0	0.0
	0	5.0	33.3	30.0	25.0	6.7	0.0	0.0
	7	0.0	45.1	11.8	13.7	9.8	19.6	0.0
	14	22.2	29.6	13.0	27.8	7.4	0.0	0.0
500	-7	22.2	25.0	13.9	11.1	22.2	5.6	0.0
	0	17.6	11.8	29.4	38.2	0.0	2.9	0.0
	7	20.6	33.3	25.4	17.5	1.6	0.0	1.6
	14	7.0	23.3	23.3	20.9	9.3	16.3	0.0
1000	-7	0.0	28.6	28.6	42.9	0.0	0.0	0.0
	0	8.6	3.4	34.5	48.3	5.2	0.0	0.0
	7	0.0	38.9	13.9	44.4	2.8	0.0	0.0
	14	0.0	12.8	35.9	10.3	28.2	12.8	0.0

Table 42. Harvest ratio of *Sageretia thea* according to forchlorfenuron treatments

Forchloro fenuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Harvest rate (%)						
		5/4	5/11	5/17	5/25	6/1	6/9	6/15
0		3.7	16.8	29.9	31.8	12.1	4.7	0.9
2.5	-7	6.2	33.0	27.8	29.9	2.1	1.0	0.0
	0	11.1	22.2	27.8	25.0	13.9	0.0	0.0
	7	14.8	21.3	45.9	16.4	1.6	0.0	0.0
	14	8.3	47.6	21.4	21.4	1.2	0.0	0.0
5	-7	7.7	12.8	59.0	15.4	5.1	0.0	0.0
	0	8.9	12.5	30.4	48.2	0.0	0.0	0.0
	7	6.0	36.0	36.0	18.0	4.0	0.0	0.0
	14	20.8	22.9	16.7	16.7	14.6	8.3	0.0
10	-7	7.9	26.3	42.1	13.2	7.9	2.6	0.0
	0	12.8	23.1	28.2	33.3	2.6	0.0	0.0
	7	9.2	35.4	20.0	21.5	10.8	3.1	0.0
	14	17.4	30.4	26.1	15.2	10.9	0.0	0.0
20	-7	9.6	42.3	13.5	11.5	5.8	17.3	0.0
	0	14.3	28.6	14.3	42.9	0.0	0.0	0.0
	7	3.6	10.7	17.9	51.8	10.7	5.4	0.0
	14	0.0	32.3	25.8	29.0	9.7	3.2	0.0

Table 43. Harvest ratio of *Sageretia thea* according to thidiazuron treatments

Thidiazuron concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Harvest rate (%)						
		5/4	5/11	5/17	5/25	6/1	6/9	6/15
0		3.7	16.8	29.9	31.8	12.1	4.7	0.9
0.5	-7	0.0	11.1	33.3	33.3	11.1	11.1	0.0
	0	15.4	20.5	12.8	25.6	10.3	15.4	0.0
	7	0.0	57.1	0.0	28.6	0.0	14.3	0.0
	14	4.8	20.6	31.7	23.8	19.0	0.0	0.0
1	-7	4.1	25.7	28.4	21.6	10.8	9.5	0.0
	0	9.7	38.7	22.6	22.6	6.5	0.0	0.0
	7	12.5	31.3	31.3	25.0	0.0	0.0	0.0
	14	4.2	31.9	12.5	36.1	12.5	2.8	0.0
2	-7	1.6	42.9	39.7	15.9	0.0	0.0	0.0
	0	4.5	14.9	38.8	31.3	7.5	3.0	0.0
	7	4.3	23.4	36.2	19.1	14.9	2.1	0.0
	14	12.6	21.1	21.1	21.1	23.2	1.1	0.0
4	-7	6.7	35.0	33.3	20.0	1.7	3.3	0.0
	0	2.3	4.5	38.6	40.9	13.6	0.0	0.0
	7	0.0	4.0	48.0	20.0	24.0	4.0	0.0
	14	6.8	30.7	30.7	21.6	10.2	0.0	0.0

Table 44. Harvest ratio of *Sageretia thea* according to gibberellic acid treatments

Gibberellic acid concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Harvest rate (%)						
		5/4	5/11	5/17	5/25	6/1	6/9	6/15
0		3.7	16.8	29.9	31.8	12.1	4.7	0.9
25	-7	4.3	17.4	58.7	17.4	2.2	0.0	0.0
	0	0.0	38.5	33.3	23.1	5.1	0.0	0.0
	7	2.2	28.3	28.3	23.9	10.9	4.3	2.2
	14	0.0	17.5	15.8	45.6	14.0	7.0	0.0
50	-7	8.6	40.0	25.7	17.1	8.6	0.0	0.0
	0	7.4	18.5	9.3	37.0	22.2	5.6	0.0
	7	7.4	40.7	13.0	9.3	20.4	7.4	1.9
	14	10.9	20.3	25.0	31.3	7.8	4.7	0.0
100	-7	0.0	4.5	36.4	4.5	54.5	0.0	0.0
	0	11.4	28.6	48.6	2.9	8.6	0.0	0.0
	7	22.2	7.4	11.1	44.4	7.4	0.0	7.4
	14	17.3	25.0	38.5	11.5	3.8	3.8	0.0
200	-7	0.0	46.2	35.9	12.8	2.6	2.6	0.0
	0	0.0	14.3	25.0	21.4	17.9	14.3	7.1
	7	8.3	16.7	50.0	25.0	0.0	0.0	0.0
	14	12.8	21.3	12.8	40.4	4.3	8.5	0.0

Table 45. Harvest ratio of *Sageretia thea* according 6-benzylaminopurine treatments

6-Benzylamino purine concentration (mg·L ⁻¹)	Treatment time (Days after full bloom)	Harvest rate (%)						
		5/4	5/11	5/17	5/25	6/1	6/9	6/15
0		3.7	16.8	29.9	31.8	12.1	4.7	0.9
50	-7	21.1	21.1	15.8	42.1	0.0	0.0	0.0
	0	16.4	9.0	20.9	26.9	6.0	20.9	0.0
	7	4.8	14.3	23.8	28.6	23.8	4.8	0.0
	14	4.2	16.7	45.8	25.0	6.3	2.1	0.0
100	-7	2.6	17.9	43.6	28.2	7.7	0.0	0.0
	0	8.9	22.2	35.6	17.8	0.0	15.6	0.0
	7	0.9	18.0	29.7	32.4	14.4	4.5	0.0
	14	0.0	21.4	39.3	28.6	3.6	7.1	0.0
200	-7	3.8	26.9	30.8	19.2	9.6	9.6	0.0
	0	3.4	13.8	62.1	10.3	10.3	0.0	0.0
	7	10.7	32.1	32.1	25.0	0.0	0.0	0.0
	14	13.1	16.4	32.8	24.6	13.1	0.0	0.0
400	-7	8.0	30.7	21.6	15.9	15.9	8.0	0.0
	0	11.4	31.6	25.3	15.2	8.9	7.6	0.0
	7	2.0	31.4	25.5	2.0	19.6	19.6	0.0
	14	11.1	16.7	27.8	36.1	5.6	2.8	0.0

V. 적 요

제주지역에 집중적으로 분포하는 상동나무(*Sageretia thea* (Osbeck) M.C. Johnst)를 새로운 소득작물로 발굴하고 기능성 식품 소재화를 위하여 서귀포시 안덕면 서광리 소재 상동나무 자생 군락지를 선정하여 2012년 4월부터 2013년 9월까지 자생지의 입지환경, 식생조사 및 토양특성, 그리고 열매의 형태적 특성 및 생육특성과 이화학적 특성 및 기능성분 분석, 종자의 발아 특성 및 성장조절제 처리에 따른 열매 품질에 미치는 영향 등을 구명함으로서 상동나무의 기능성 자원화 및 새 수요창출에 활용 토대를 마련하고자 본 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 상동나무는 우리나라에서는 전라남도 남해안 및 도서지역 이남의 따뜻한 지역에 주로 분포하였으며, 제주도에서는 전 지역에 걸쳐 자생하였고, 특히, 서부지역 중산간 지역에 집중적으로 군락을 이루는 특성을 보였으며, 분포의 수직학적 한계는 해발 600m 이하의 지대라고 조사되었다. 제주지역에서 상동나무 자생지의 기후·환경적 여건은 상록활엽수림대에 속하고 강수량이 적으며, 겨울철에 기온이 높은 지역에 많이 분포하고 잘 자라는 경향이였다. 자생지 토양특성은 pH 5.8, EC $0.34\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 유기물 15.27%, 유효인산 $13.6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 치환성 양이온으로 Ca 4.9, K 0.27, Mg 1.7, Na $1.3\text{cmolc}\cdot\text{kg}^{-1}$, 그리고 NO_3^- 이온은 $63.09\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이었다. 이상의 자생지 분포특성, 기후환경적 여건과 토양특성 등을 재배학적 측면으로 접근할 때, 상동나무는 농업자원으로 재배하기가 알맞다고 판단되어 새로운 소득작물로 개발 가능성이 높다고 생각되었다. 또한, 자생지의 식물상은 25과 31속 27종 4품종으로 총 31분류군 이었으며, 환경부 지정 식물구계학적 특정식물은 5종이 분포하고 있었다.

2. 수확시기에 자생지에서 채취한 상동나무 열매는 무게 0.2g, 횡경 7.2mm, 종경 6.5mm 이었으며, 열매의 크기 분포는 5.1~10.0mm 이었으며, 6.1~8.0mm 범

위가 75.1%로 가장 많이 차지하였고, 열매가 클수록 종자수도 많아지는 특성이 있었다. 과방당 열매수는 무게 및 크기와는 유의성이 없었으나, 종자수와는 정의 상관관계를 보였다. 상동나무의 종자는 열매 당 1.8개였으며, 1,000립중은 7.77g, 횡경 3.7mm, 두께 1.7mm로 가볍고 크기가 작았다. 열매의 성숙기는 4월 27일~6월 1일까지 약 35일 소요되는 것으로 조사되었으며, 최성숙기는 5월 11일에서 5월 18일까지 약 1주일이었다. 또한, 5월 4일~5월 11일에 수확하는 열매의 무게와 횡경이 가장 컸으며, 성숙기가 빠를수록 종자수가 많아지는 경향을 보였다.

3. 상동나무 열매의 이화학적 특성 및 기능성분을 분석한 결과는 아래에 나타내었다. 열매를 착즙한 과즙액의 pH는 4.17, 당도는 22.2°Brix, 산함량은 0.83%였으며, 당산비가 26.7로 나타나고 당도가 매우 높아 다른 과실류보다 기호성이 우수한 것으로 평가되었다. 열매의 일반성분으로 수분함량 75.04%, 가용성무질소물(탄수화물) 18.31%, 조섬유 3.32%, 조단백질 2.01%, 조지방 0.84%, 조회분 0.48% 순으로 함유하고 있었으며, 열매의 주된 내용성분은 과즙액의 당도에서와 같이 가용성무질소물의 대부분을 차지하는 가용성 총당이라고 생각되며, 다른 과실류에 비하여 수분함량이 낮은 것은 가용성 당 함량이 매우 많은 결과라고 판단되었다. 동결건조 시료 중에 함유하는 총무기물 함량은 $1,264.9\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 주요 무기성분은 K, P, Na, Mg, Ca 이었고, 이 중 K가 $822.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 가장 많이 함유하였으며, 이외에 Fe, B 등이 미량 무기성분도 골고루 함유하고 있었다.

열매의 주요 유기산은 Malic acid, Lactic acid, Tartaric acid, Succinic acid, Citric acid 순으로 골고루 함유하고 있어, 다른 과실류의 유기산 조성과는 다른 양상을 보였는데, 이러한 특성으로 인하여 상동나무 열매가 독특한 청량감을 지닌다고 생각되었고, Malic acid와 Lactic acid가 각각 $2,631.54\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, $1,237.4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 전체 유기산 중 73.2%을 차지하였다. 유리당 함량은 Fructose가 $8.11\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Glucose는 $7.68\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 이었으며, Sucrose는 흔적량만 함유하는 특성을 보였고, 앞에서의 당도와 가용성무질소물의 주된 성분이 유리당을 확인할 수 있었다. 열매 중에 함유하는 지방산은 11종을 확인하였고, 주요 지방산은 Palmitic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid로 이 중 Linoleic acid가 가장 많이 들어 있었으며, 이외에 γ -linolenic acid, Eicosa trienoic acid

등 자연계에 흔하지 않는 특이한 지방산도 함유하고 있었고, 총 지방산 중 포화 지방산은 28.74%, 불포화 지방산은 71.26%였다. 기능물질로 알려진 Total Phenolic compound는 열매에 $874.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 매우 많이 함유하였으며, 대표적인 기능성분인 Anthocyanins 함량은 $520.8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 블루베리류 보다는 높은 것으로 분석되어, 상동나무의 열매는 기능성 식품소재 자원으로 이용 가치가 크다고 생각되었다.

4. 상동나무 종자의 발아특성을 조사한 결과 상동나무의 종자발아는 50°C 에서 24시간 전처리한 처리구에서는 발아가 되지 않았으나, 4°C 에서 24시간 전처리 한 처리구에서는 10°C 를 제외한 대부분 온도에서 발아가 이루어 졌으며, 특히 15°C 에서 발아율이 55%로 가장 높았지만, 25°C 에서 유아와 유근 발육이 가장 좋았다. 평균발아일수와 발아속도계수는 온도가 높을수록 빨랐으며, 발아지수는 온도가 높을수록 낮아지는 경향을 보였다. 발아율과 발육상황을 토대로 상동나무 종자는 20°C 에서 발아를 시키는 것이 가장 바람직하다고 판단되었다.

5. 몇 가지 생장조정제에 상동나무의 과방을 침지처리하여 열매의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 만개일에 $250\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Mepiquat chloride를 처리하거나 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Thidiazuron을 처리하면 무게가 21.7% 증가하는 효과가 있었으며, 열매 비대를 위해서는 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Thidiazuron을 만개일에 처리하거나, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-Benzylaminopurine을 만개일에 처리 또는, $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Forchlorfenuron을 만개 14일 후에 처리하는 것이 각각 8.1%, 7.0%, 6.3%의 열매의 횡경 비대가 이루어져서 효과적이었다.

생장조정제 처리가 상동나무 열매 수확시기에 미치는 영향을 조사한 결과 $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Mepiquat chloride를 만개 7일 후 처리, $2.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Forchlorfenuron을 만개 14일 후 처리, $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Thidiazuron을 만개 7일 전 처리, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Gibberellic acid를 만개일 처리, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-Benzylaminopurine을 만개 7일 후 처리하는 것이 성숙초기에 수확률이 무처리구에 비해 48.6~75.8%가 증가하여 성숙기가 빨라지는 효과가 있었으며, 생장조정제간 성숙기를 비교해 보면 Gibberellic acid > Thidiazuron > Mepiquat chloride > Forchlorfenuron >

6-Benzylaminopurine 순으로 빨랐다.

위와 같이 제주도 상동나무 자생지와 열매의 특성, 종자의 발아특성 및 생장조
정제 처리효과에 대한 결과를 토대로 상동나무를 새로운 지역 특산작물로 육성
하는데 종합적인 자료로 활용되길 기대한다.

V. 참고문헌

- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis. 14th ed., Association of official analytical chemists. Washington D.C., U.S.A.
- Ahn, S. D. 1993. Effects of growth regulators on the germination of *Rhodiola elongata* Fisch. et Mey. J. Oriental Bot. Res. 6(2):135-140.
- Ahn, Y. H. and K. K. Shim. 2003. Native *Cornus kousa* community and its habitat in Jeju island. J. Environmental Sci. 12(1):15-22.
- Alonso-Salces, RM., E. Korta, A. Barranco, L. A. Burrueita, B. Gallo, and F. Vicente. 2001. Pressurized liquid extraction for the determination of polyphenols in apple. J. Chromatogr A. 933:37-43.
- Antognozzi, E., A. Battistelli, F. Famiani, S. Moscatello, F. Stanica, and A. Tombesi. 1996. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chec.). Sci. Hort. 65:37-47.
- Arndt, F., R. Rusch, and H. V. Stilfried. 1976. SN 49537, a new cotton defoliant. Plant Physiol. 57:99.
- Asakawa, S. 1956. Thermoperiodic control of germination of *Fraxinus mandshurica* seeds. J. Jpn. Forestry Soc. 38:269-272.
- Ball, V. 1998. Ball redbook (16th ed.), Ball publishing, Illinois, U.S.A., P. 413-414.
- Blank, R.H., A.C. Richardson, K. Oshima, R.E. Hampton, M.H. Olson, and T.E. Dawson. 1992. Effect of a forchlorfenuron dip on kiwi fruit size. N.Z. J. Crop and Hort. Sci. 20:73-78.
- Boo, H. O., H.H. Lee, J. W. Lee, S. J. Hwang, and S. U. Park. 2009. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. Kor. J Medicinal Crop Sci, 17:15-20.

- Borset, O. 1954. The germinated capacity of Aspen. Medd. Norske Skogforsoksv. 13:1-44.
- Brewer, J. W. and R. C. Dobson. 1969. Seed count and berry size in relation to pollinator level and harvest date for the highbush blueberry. *Vaccinium corymbosum*. J. Econ. Entomol. 62:1353-1355.
- Budini, R., D. Tonelli, and S. Girotti. 1980. Analysis of total phenols using the prussian blue method. J. Agric. Food chem. 28(6):1236-1238.
- Byune, D. H., A. N. Nikolic, and E. E. Burns. 1991. Variability in sugars, acids firmness and color characteristics of 12 peach genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:1004-1006.
- Byun, J. K., J. S. Kim., C. S. Jung, and I. K. Kang. 1993. Effects of gibberellic acid and thidiazuron on yield components and fruit qualities of 'Himrod Seedless' and 'Kyoho' frapes. Hort. Avstr. of Kor. Sor. Hort. Sci. 11(1):214-215.
- Cha, H. S., M. K. Lee, J. B. Hwang, M. S. Park, and K. M. Park. 2001. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. J. Kor. Soc Food Sci. Nutr. 30:1021-1025.
- Cha, J. Y., H. J. Kim, C. H. Chung, and Y. S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 28:1310-1315.
- Chang, H. J., E. H. Choi, and H. S. Chun. 2008. Quantitative structure activity relationship (QSAR) of antioxidative anthocyanidins and their glycosids. Food Sci. Biot. 17:501-507.
- Chen, P. M., D. G. Richardson, and W. M. Mellenthin. 1982. Differences in biochemical composition between 'Beurred', 'Anjou', and 'Bosc' pear during fruit development and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:807-812.
- Cho, D. H., C. H. Park, B. J. Park, S. E. Shin, K. C. Lee, C. Y. Yu, and S. D. Ahn. 1997. Effects of growth regulators, temperature, and light on the germination in wild vegetable (*Chwinamul*) seeds. Kor. J. Plant Res. 10:39-44.

- Cho, J. I., S. D. Ha, and K. S. Kim. 2004. Inhibitory effects of temperature pH, and potassium sorb against natural microflora in strawberry paste during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:355-360.
- Choi, C. H. 2010. Variation in seed germination response to temperature among provenances and improvement of germination uniformity by priming treatment in *Fraxinus rhynchophylla*. Department of Forestry. Ph.D. Thesis, Chonbuk National Univ. pp. 45-48.
- Choi, C. H., K. J. Cho, and W. S. Tak. 2007. Effect of immersion temperatures and times on moisture absorption and germination of *Cryptomeria japonica* Seeds. *Kor. J. Plant Res.* 20(5):398-403.
- Choi, C. H., W. S. Tak, and T. S. Kim. 2006. Effect of temperature and sodium chloride on seed germination of *thuja orientalis*. *Kor. J. Plant Res.* 19:97-1004.
- Choi, G. S., K. W. Park, and H. M. Kang. 2003. Effect of temperature, light condition, and priming treatment on the germination of *Aster glehni* FR. seed. *J. Bio-environ. Cont.* 12:132-138.
- Choi, S. H., B. H. Lee, and H. D. Choi. 1992. Analysis of catechin contents in commercial green tea by HPLC. *J. Kor. Sci. Nutr.* 21:386-389
- Chong, C. and B. B. Bible. 1995. Germination and emergence. pp. 85-146. In M. Pessarakli (ed.). *Handbook of plant and crop physiology*. Marcel Dekker, Inc., 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, USA.
- Chun, Y. M., E. H. Lee, and J. S. Lee. 2010. Estimation of possible growing area by analysis of the vegetation structure and habitat environment of *Dendropanax morifera* community. *Kor. J. Enciron. Biol.* 28(1):30-39.
- Chung, S. K., Y. C. Kim, Y. Takaya, K. Terashima, and M. Niwa. 2004. Novel flavonol glycoside, 7-*O*-methyl mearnsitrin, from *Sageratia theezans* and its antioxidant effect. *J. Agric. Food Chem.* 52: 4664-4668.
- Chung, T. H., J. S. Kim, C. Y. Lee, M. K. Moon, S. C. Chae, I. S. Lee, S. H. Kim, K. S. Hahn, and I. P. Lee. 1997. Potential antiviral effects of

- terminalis chebula*, *sanguisorba officinalis*, *Rubus coreanus* and *Rheum palmatum* against duck hepatitis B virus (DHBV). *Phytotherapy Res.* 11:179-182
- Citay, H. and D. Q. Agnew. 1989. Plant community structure, connectance, niche limitation and species quills within a dune slack glassland. *Vegetation.* 81:241-248.
- Cline, J. A. and M. Trought. 2007. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of 'Bing' and 'Sam' sweet cherries. *Can. J. Plant Sci.* 545-550.
- Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617
- Dahal, O., K. J. Braford, and R. A. Jones. 1990. Effect of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. I. Geminaton at suboptimal temperature. *J. Exp. Bot.* 41:1431-1439.
- Dai, J. and R. J. Mumper. 2010. Plant phenolics: Extraction, analysis, and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15:7313-7352
- Dey, P. M. and J. B. Harborne. 1993. Plant phenolics methods in plant biochemistry(2nd). London, Academic press Ltd. p. 326-341.
- Do, Y. S., H. J. Whang, J. E. Ku, and K. R. Yoon. 2005. Organic acid content of the selected Korean apple cultivars. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37(6):922-927.
- Esti, M., M. C. Messia, F. Sinesio, A. Nicorta, L. Conte, E. L. Notte, and G. Palleschi. 1997. Quality evaluation of peaches and nectarines by electrochemical and multivariate analysis; Relationships between analytical measurements and sensory attributes. *Food Chem.* 60:659-666.
- Fellnen, C. D., P. E. Read, and M. A. Hosier. 1987. Effects of thidiazuron and CPPU on meristem formation and shoot proliferation. *Hort.* 22:1197-1200.
- Gitay, H., and A. D. Q. Agnew. 1989. Plant community structure, connectance,

- niche limitation and species guilds within a dune slack grassland. *Vegetatio* 83:241-248.
- Gonzalez, M., B. Guzman, R. Rudyk, E. Romano, and M. A. A. Molina. 2003. Spectrophotometric determination of phenolic compounds in propolis. *Lat. Am. J. Pharm.* 22(3):243-248.
- Graham, H. D. 1992. Stabilization of the prussian blue color in the determination of polyphenols. *J. agric. food chem.* 40:801-805.
- Greene, D. W. 1989. Regulation of fruit set in tree fruits with plant growth regulators. *Acta Hort.* 239:323-333.
- Gutam, S., R.V. Koti, M. B. Chetti, and S. M. Hiremath. 2009. Effect of naphthalene acetic acid and mepiquat chloride on physiological components of yield in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Res.* 47(1):53-62.
- Han, B. H., J. Y. Kim, I. T. Choi, and K. J. Lee. 2007. Vegetation structure of evergreen broad-leaved forest in Dongbaekdongsan(Mt.), Jeju-Do, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 21(4):336-346.
- Han, G. J., D. S. Shin, and M. S. Jang. 2008. A study of the nutritional composition of *Aralia continentalis* Kitagawa and *Aralia continetalis* Kitagawa leaf. *Kor. J. Food Sci. Technol* 40:680-685.
- Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1983. Plant propagation. principles and practice. 4th edition, Pentice Hall, Inc. New Jersey. p. 127.
- Henty, B. S. 1992. Natural food colors. in natural food colorants. GAF. hendry, JD. Houghton. eds. Blackie and Son Ltd, Glasgow. p. 39.
- Heydecker, W. 1977. Stress and seed germination: An agronomic view, In Elsevier A. K. (ed.), The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination, north holland and biomedical press, Amsterdam, Holland. pp. 237-282.
- Hong, J. Y., H. S. Nam, N. W. Kim, and S. R. Shin. 2006. Changes on the components of *Elaeagnus Multiflora* fruits during maturation. *Kor. J. Food Preserv.* 13(2):228-233.

- Huang, M. T., C. T. Ho, and C. Lee. 1992. Phenolic compound in food and their effects on health (II), Antioxidants and cancer prevention. ACS Symp Series 507. Amer. Chem. Soc., Washington, DC, USA. pp. 54-71.
- Hwang, H. J. 1994. Effects of temperature and light quality on seed germination of *Rhododendron weyrichii* Max. Proceedings of the 1994 annual meeting of the Kor. Soc. Horticultural Sci. pp. 170-171.
- Iwahori, S., S. Tominaga, T. Yamasaki. 1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit *Actinidia chinensis* Planch., by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea, a diphenylurea derivative cytokinin. Sci. hort. 35:109-115.
- Jang, M. R., E. Y. Hong, J. H. Cheong, and G. H. Kim. 2012. Antioxidative components and activity of domestic *Cirsium japonicum* Extract. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 41(6):739-744.
- Japanese Blueberry Association (JBA), 1997. Blueberry. Shomorisha, Tokyo.
- Jeong, C. H., S. G. Choi, and H. J. Heo. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 37:1375-1381.
- Jeong, J. M. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extrac. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 37(9):1109-1113.
- Jeong, J. H., K. S. Koo, C. H. Lee, and C.S. Kim. 2002. Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions. Jour. Kor. For. Soc. 91(6):694-700.
- Jeyakumar, P. and M. Thangraj. 1996. Effect of mepiquat chloride on certain physiological and yield characteristics of groundnut (*Arachis hypogea* L.). J. Agronomy and Crop Sci. 176 (3): 159-164.
- Jung, G. T., I. O. Ju, D. G. Chio, J. S. Jeong, J. Ryu, and B. R. Ko. 2005. Chemical characteristics and physiological activities of plums (Oishiwase and Formosa). Kor. J. Food Sci. Technol. 37(5):816-821.
- Kader, F., B. Rovel, M. Girardin, and M. Metche. 1966. Frationation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries

- (*Vaccinium corymbosum* L.). food Chem. 55:35-40.
- Kamei, H., T. Kojima, M. Hasegawa, T. Koide, T. Umeda, and K. Terabe, 1995. Suppression of tumor cell growth by anthocyanins in vitro. Cancer Invest. 13:590-594.
- Kang, B. H., S. I. Shim, S. G. Lee, and S. H. Park. 1997. Survey on wild edible plant resources in Korea and its germination characteristics. Kor. J. Crop Sci. 42(2):236-246.
- Kang, C. S., S. J. Ma, W. D. Cho, and J. M. Kim. 2003. Stability of anthocyanin pigment extracted from mulberry fruit. J. Kor. Soc. Food Nutr. 32:960-964.
- Kang, J. H., K. J. Jeong, K. O. Choi, Y. S. Chon, and J. G. Yun. 2010b. Morphological characteristics and germination as affected by low temperature and GA in *Orostachys* 'Jirisan' and 'Jejuyeonhwa' seeds, Korea native plant. Kor. J. Hort. Sci. Techno. 28(6):913-920.
- Kang, J. H., S. Y. Yoon, and S. H. Jeon. 2004a. Analysis on practicality of seed treatments for medicinal plants published in Korean scientific journals. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 12(4):328-341.
- 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(2):97-101.
- Kang, M. A., M. B. Kim, J. H. Kim, Y. H. Ko, and S. B. Lim. 2010a. Integral antioxidative capacity and antimicrobial activity of pressurized liquid extracts from 40 selected plant species. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 39(9):1249-1256.
- Kang, M. C., J. Y. Lee, J. A. Lee, J. H. Han, B. S. Kim, and G. O. Kim. 2008. Antioxidant effects and melanin inhibitory effect of natural *Pimpinella komarovii* extracts in Jeju island. Kor. J. Biotechnol. Bioeng. 23(1):77-82.

- Kataoka, I., J. G. Kim, Y. Takami, T. Mizugami, K. Beppu, and T. Fukuda. 2006. CPPU application on size and quality of hardy kiwi fruit. *Sci. Hort.* 110:219-222.
- Kelly, K. M., J. Staden, and Bell W. E. 1992. Seed coat structure and dormancy. *plant growth regulation* 11:201-209.
- Kil, M. J., Y. J. Huh, and Y. S. Kwon. 2011. Effect of GA₃ treatment on bud formation, fruit set, and enlargement in *Ardisia pusilla*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29(6):555-560.
- Kim, B. S., Y. K. Park, and B. S. Kang. 2001. The effect of *Rubi fructus* on the ovulation and ovary in rats. *Kor. J. Herb.* 16:139-152.
- Kim, C. S., S. G. Son, J. H. Tho, J. E. Kim, S. I. Hwang, and J. H. Cheong. 2007a. Distribution characteristics of woody plants resources in Jeju, Korea. *Kor. J. Plant Res.* 20(5):424-436.
- Kim, D. G. 2010. Soil salinity and salt spray drift tolerance of native trees on the coastal windbreaks in the south-sea, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 24(1):14-25.
- Kim, E. O., Y. J. Lee, H. H. Lee, I. H. Seo, M. H. Yu, D. H. Kang, and S. W. Choi. 2010. Comparison of nutritional and functional constituents, and physicochemical characteristics of mulberrys from seven different *Morus alba* L. cultivars. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 39(10):1467-1475.
- Kim, G. T. 2004. A Study on the seed characteristics and germination percent of several native herb species. *Kor. J. Env. Eco* 18(1):1-6
- Kim, H. B. and S. L. Kim. 2003 Identification of C3G(cyanidin-3-glucoside) from mulberry fruits and quantification with different varieties, *Kor. J. Seric. Sci.* 45:90-95.
- Kim, H. B., H. S. Bang, H. W. Lee, Y. S. Seuk, and G. B. Sung. 1999. Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Kor. J. Seric. Sci.* 41:123-128.
- Kim, H. B., Y. W. Lee, J. Lee, and J. Y. Moon. 2001. Physiological effects

- and sensory characteristics of mulberry fruit wine with Chongilpong. Kor. J. Seric. Sci. 43:16-20.
- Kim, H. B., S. L. Kim, J. Y. Moon, and S. J. Chang. 2003b. Quantification and varietal variation of free sugars in mulberry fruits. Kor. J. Seric. Sci. 45:80-84.
- Kim, H. H., J. H. Kwon, K. H. Park, M. H. Kim, M. H. Oh, K. I. Choe, S. H. Park, H. Y. Jin, S. S. Kim, and M. W. Lee. 2012a. Screening of antioxidative activities and antiinflammatory activities in local native plants. Kor. J. Pharmacogn. 43(1):85-93.
- Kim, H. S., S. H. Lee, and J. S. Koh. 2006a. Physicochemical properties of Hallabong Tangor cultivated with heating. Kor. J. Food Preserv. 13(5):611-615.
- Kim, J. C. 1991a. Effects of plant growth regulators on the morphological change of grapevine and maturation of grape berries - I. Effects of dipping the clusters on the maturation of grape berries. J. Kor. soc. horticultural sci. 32(2):199-205.
- Kim, J. C. 1991c. Effects of plant growth regulators on the morphological change of grapevine and maturation of grape berries 32(3):343-344.
- Kim, I. H., C. H. Jeong, S. J. Park, and K. H. Shim. 2011a. Nutritional components and antioxidative activities of jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit and leaf. Kor. J. Food Preserv. 18(3):341-348.
- Kim, J. B., Y. H. Kim, C. H. Lee, Y. S. Hwang, and R. D. Park. 1995a. Screening of r-linolenic acid resources and fatty acid composition in Korean native medicinal plants resources. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 3(2):107-110.
- Kim, J. G., J. G. Jo, H. L. Kim, M. S. Ryou, J. B Kim, H. S. Hwang, and Y. S. Hwang. 2011b. Growth and fruit characteristics of blueberry 'Northland' cultivar as influenced by open field and rain shelter house cultivation. J. Bio-Environ. Control. 20(4):387-393.

- Kim, K. H. 1981. Chemical components of Korean figs and its storage stability. Kor. Food Sci. Technol., 13:165-169.
- Kim, K. H. and C. M. Park. 2004. Study on the propagation of *Vitex rotundifolia* for establishment of natural aromatic resources. J. Kor. For. En. 23(1):26-37.
- Kim, K. I., J. H. Nam, and T. W. Kwon. 1973. On the proximate composition, organic acids and anthocyanins of Omija, *Schizandra chinensis* Baillon. Kor. J. Food Sci. 5(3):178-182.
- Kim, M. B., S. H. Hyun, J. S. Park, M. A. Kang, Y. H. Ko, and S. B. Lim. 2008a. Integral antioxidative capacity of extracts by pressurized organic solvent from natural plants in Jeju. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 37(11):1491-1496.
- Kim, M. H., H. L. Jang, N. J. Kim, S. Y. Jang, Y. J. Jeong, and K. Y. Yoon. 2011c. Development of Haetsun Bibimbab and its nutritional estimation. Kor. J. Food Preserv. 18:191-198.
- Kim, M. K., Y. S. Jim, S. I. Heo, T. H. Shim, J. H. Sa, and M. H. Wang. 2006a. Studies for component analysis and antioxidant effect, antimicrobial activity in *Acanthopanax senticosus* HARMS. Kor. J. Pharmacogn. 37(3):151-156.
- Kim, M. S., C. K. Sung, H. C. Kim, S. W. Gal, and S. W. Lee. 2009. Physicochemical composition of the *Acanthopanax Chilsanensis*. J. Life Sci. 19(12):1815-1820.
- Kim, M. S., S. H. Kim, J. G. Han, and I. H. Park. 2012. Morphological characteristics and classification analysis of selected population of *Vaccinium oldhami* Miq. Kor. J. Plant Res. 25(1):72-79.
- Kim, M. S., Y. S. Lee, D. B. Khoa, H. Y. Kim, H. J. Choi, S. H. Lim, S. J. Heo, S. B. Kwon, D. S. Park, S. S. Han, and S. M. Kim. 2004a. Herbicidal activity of Korean native plants(2). Kor. J. Pestiside Sci. 8(3):220-230.

- Kim, N. W., E. Y. Joo, and S. L. Kim. 2003a. Analysis on the components of the fruit of *Elaeagnus multiflora* Thumb. Kor. J. Food Preservation 10(4):534-539.
- Kim, S., M. S. Park, H. K. Park, and Y. S. Jang. 1995d. Studies on the seed development and germination of *Adenophora triphylla* DC. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 3(1):66-70.
- Kim, S. H., H. G. Chung, Y. S. Jang, and S. C. Kim. 2004b. Population structure and growth dynamics of *Dendropanax morbifera* Lev.(*Araliaceae*) in Mt. Halla. Kor. J. Plant Res. 17(3):248-256.
- Kim, S. K. 1991b. Beneficial medicine, mulberry fruit. In Bonchohak, Yonglimsa, Seoul. p. 598.
- Kim, S. K., H. J. Choi, I. J. Lee, and H. Y. Kim. 2010. Effect of combined indole acetic acid and mepiquat chloride on endogenous gibberellins and tuber growth in chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.). J. Crop. Sci. Biotechnonology. 13(1):29-32.
- Kim, S. K., Y. S. Nam, J. H. Oh, D. Y. Choi, and J. C. Park. 1998. Seasonal changes in concentrations of sugar, organic acid and anthocyanin in grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(4):412-416.
- Kim, S. M., Y. S. Park, Y. K. Park, and S. T. Lee. 2003c. Effects of thidiazuron on fruit set and growth of oriental melon grown in a plastic house. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(4):403-406.
- Kim, S. S., C. H. Lee, S. L. Oh, and D. H. Chung. 1992. Chemical components in the two cultivars of Korean figs(*Ficus carica* L.). J. Kor. Agric. Chem. Soc. 35:51-54.
- Kim, Y. D., H. K. Kim, and K. J. Kim. 2003e. Analysis of nutritional components of *Cornus officianalis*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 32(6):785-789.
- Kim, Y. J., J. A. Jeong, S. H. Kwon, and C. H. Lee. 2008b. Comparison of biological activities of extracts from different parts and solvent fractions in *Cornus kousa* Buerg. Kor. J. Plant Res. 21(1):28-35.

- Kliwer, M. W. 1997. Influence of temperature, solar, radiation and nitrogen of coloration and composition of 'Emperor' grapes. *Am. J. End. vitic.* 28:96-103.
- Ko, H. J., C. K. Song, and N. K. Cho. 2003. Growth of seedling and germination characteristics of *Acanthopanax Koreanum* NAKAI. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 11(1):46-52.
- Ko, S. J., H. Kang, S. H. Chi, and J. I. Chang. 1997. Native habitat survey of wax myrtle in Cheju province and its propagation by seed and cutting. *J. Bio. Fac. Env.* 6(3):225-234.
- Koh, J. S. and S. H. Kim. 1995. Physicochemical properties and chemical compositions of citrus fruits produced in Cheju. *Agric. Chemistry and Biotechnology Vol.* 38(6):541-545.
- Kong, J. M., L. S. Chia, N. K. Goh, T. F. Chia, and R. Brouillard. 2003. Review; Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64:923-933.
- Kwon, E. Y., J. E. Jung, U. Chung, W. J. Lee, G. C. Song, D. G. Choi, and I. Yun. 2006. A thermal time-driver dormancy index as a complementary criterion for grape vine freeze risk evaluation. *Kor. J. agric. for. meteorol.* 8(1)1-9.
- Kwon, H. J., J. H. Lee, M. Y. Kim, J. H. Lee, and H. K. Song. 2011a. Vegetation structure and soil properties of *Ilex cornuta* population in Jeju island. *Kor. J. Env. Eco.* 25(1):10-16.
- Kwon, H. J., J. W. Gwon, H. R. Jeong, J. H. Lee, and H. K. Song. 2011b. Vegetation structures of *Stewartia koreana* forest in Mt. Jirisan. *Kor. J. Env. Eco.* 25(5):725-735.
- Kwon, J. W., E. J. Lee, Y. C. Kim, H. S. Lee, and T. O. Kwon. 2008. Screening of antioxidant activity from medicinal plant extracts. *Kor. J. Pharmacogn.* 39(2):155-163.
- Kwon, O. K., S. K. Lim, K. S. Seong, and B. R. Choi. 1997. Screening of Pesticidal Active Compounds from Various Domestic Wild Plants. *Kor. J.*

- Environmental Agric. 16(4):347-355.
- Lang, G. A. and R. G. Danka. 1991. Honey-bee-mediated cross versus self pollination of 'Sharpblue' blueberry increases fruit size and hastens ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:770-773.
- Lee, C. H., D. H. Han, and S. B. Kim. 1996. Effects of GA₃ and Fulmet (KT-30) on fruit set and quality in 'Kyoho' grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:686-690.
- Lee, J. G. and B. Y. Lee. 2007. Effect of media composition on growth and rooting of highbush blueberry cuttings. Kor. J. Hort Sci. Technol. 25:355-359.
- Lee, J. M., S. K. Kim, and G. B. Lee. 2003. Monitoring on alcohol fermentation characteristics of strawberry. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 32:679-683.
- Lee, J. M., W. Rovert, and E. Ronald. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverage, natural colorants and wines by the pH, differential method: collaborative study. J. AOAC Intl. 88:1269-127.
- Lee, K. S. 2001. Effect of temperature and sulfuric acid treatment on the germination of *Hovenia dulcis* Thunb. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 9(2):166-172.
- Lee, K. Y., S. H. Kim, P. G. Kim, C. H. Shin, and S. S. Han. 1999. Habitat environment and vegetation structure of forest communities growing *Schisandra nigra* Maxim. in Cheju island of Korea. Kor. J. agric. For. Meteorology. 1(2):81-89
- Lee, S. H. 1999. The distribution of precipitation in Cheju island. Korea geographical society 34(2):123-136.
- Lee, Y. N. 2006. New Flora of Korea II. p. 496, Kyo-Hak Publishing Co., Ltd
- Leonard, S., B. S. Luh, and E. Hinreiner. 1953. Flavor evaluation of canned cling peaches. Food Technol. 7:480-485.
- Leps, J. and J. Starsa. 1989. Species area curvs, life history stratigies and succession: a field test of relationshios. Vegetation. 83:249-259.
- Lim, B. S., C. S. Lee, S. T. Choi, Y. B. Kim, J. C. Lee, and Y. S. Hwang.

1996. Effect of ethephon treatment on the maturation of plum fruits and changed of the quality as affected by storage conditions. Kor. J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products. 3:115-170.
- Lim, D. O. 2012. Plant diversity and conservation in oruem of Jeju city. Kor. J. Env. Eco. 26(5):635-653.
- Lim, D. O., H.W. Choi, and J.J. Jang. 2010. Vegetation structure and conservation of the Jeongdori windbreak forests on Wando island in Dadohaehaesang national park. Kor. J. Env. Eco. 24(1) 69-77.
- Lu, Y., and L. Y. Foo. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. Food Chem. 68:81-85
- Mayer, M. A. and Y. Shain. 1974. Control of seed germination. Ann. Rev. Plant Physiol. 25:167-193.
- Ministry of Environment. 2006. The investigation guide for specially designated species by floristic region. 3rd. National natural environment survey. Ministry of environment, Seoul.
- Mok, M. C., D. W. S. Mok, D. J. Armstrong, K. Shudo, Y. Isogai, and T. Okamoto. 1982. Cytokinin activity of *N*-phenyl-*N'*-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea (thidiazuron). Phytochemistry 21:1509-1511.
- Mok, M. C., D. W. S. Mok, J. E. Turner, and C. V. Mujer. 1987. Biological and biochemical effects of cytokinin-active phenylurea derivatives on tissue culture systems. Hort. Sci. 22:1194-1197.
- Monk, C. D., G. I. Child, and S. A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified Oak-hickory community. Ecology 50(3):468-470.
- Moon, H. S., I. Roh, and S. D. Kwon. 2004. Soil Condition and vegetation structure of *Acet mono* communities in Mt. Jiri. J. Agr. Life Sci. 38(2):33-40.
- Moon, J. Y., J. H. Kim, J. W. Hyun, K. A. Kang, J. S. Koh, Y. K. Seo, J. W. Baek, D. H. Park, J. S. Lee, E. S. Jung, and B. S. Yoo. 2006a. Preliminary screening of some Jeju island native plants for whitening and antioxidant activity. J. Soc. Cosmet. Sci. Kor. 32(3):161-171.

- Moon, Y. G., K. S. Choi, K. J. Lee, K. Y. Kim, and M. S. Heo. 2006b. Screening of antioxidative and antibacterial activity from hot water extracts of indigenous plants, Jeju-island. *Kor. J. Biotechnol Bioeng* 21(2):164-169.
- Moore, J. N., B. D. Reynolds, and G. R. Brown. 1972. Effects of seed number, size, and development of fruit size of cultivated blueberries. *Hort. Sci.* 7:268-269.
- Morris, J. R., R. G. Butz, and L. G. Nickell. 1986. The effects of cytokinin CN-11-3183, and GA₃ on the yield and quality of 'Concord' and 'Reliance' grapes.(Abstr.) 37th Ann. Meeting Amer. Soc. Enol. Vitic. Anaheim, Calif.
- Motozu, T. and A. Asano. 1991. Studies on controlling the growth and flowering of *Delphinium elatum* hybrid. I. Effect of low temperature treatment of flowering on flowering of *Delphinium elatum* hybrid. bulletin of Ibaraki-ken Horticultural Experiment Station 16:53-63.
- Moyer, R. A., K. E. Hummer, C. E. Finn, B. Frei, and R. E. Wrolstad. 2002. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *J. Agric. Food Chem.* 50:519-525.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation Ecology. John Willey and Sons. New York. pp. 547.
- Nakagawa, S., I. Kiyokawa, H. Matsui, and H. Kurooka. 1973. Fruit development of peach and Japanese pear as affected by destruction of the embryo and application of gibberellins. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 37:104-112.
- Nichenametla, S. N., T. G. Taruscio, D. L. Barney, and J. H. Exon. 2006. A review of the effects and mechanism of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Sci. Nutr.* 46:161-183.
- Nickell, L. G. 1985. New plant growth regulator increases grape size. 12th Ann. Meeting Proc. Plant Growth Regul. Soc. Amer. 12:1-7.
- Nickell, L. G. 1986. Effects of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea on grapes

- and other crops. proceedings of the plant growth regulator. Society of America 13:236-241.
- Ogasawara, N., T. Hiramasa, and H. Tagaki. 1996. Effect of low temperature on the flowering in Delphinium 'Blue Bird' Seeding. J. Japan. Soc. Hor. Sci. 64:899-904.
- Oh, H. H., K. T. Hwang, M. Kim, H. W. Lee, and S. Z. Kim. 2008. Chemical characteristics of raspberry and blackberry fruits produced in Korea. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 37:738-743.
- Oh, S. J. and S. C. Koh. 2009. Screening of antioxidative activity and α -amylase inhibitory activity in angiosperm plants native to Jeju island. Kor. J. Plant Res. 22(1):71-77.
- Park, C. M., H. S. Choi, and C. H. Choi. 2012. Effect of storage, temperature and pre-treatment on germination of *Melia azedarach* L. seed. Kor. J. Plant Res 25(1):14-23
- Park, G. C., I. J. Park, W. J. Lee, and T. D. Parl. 1994. Investigation of cultural environment and effect of plant growth regulator on *japanese cornel dogwood*. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 2(1):1-6.
- Park, H.K., M.S. Park, T.S. Kim, S. Kim, K.G. Choi, and K.H. Park. 1997. Characteristics of embryo growth and dehiscence during the afterripening period in *Eleutherococcus senticosus*. Kor. J. Crop. Sci. 42(6):673-677.
- Park, H. R., M. Y. Kim, H. J. Kwon, and H. K. Song. 2010a. Vegetation structures and soil properties of *Calanthe discolor* and *C. sieboldii* population. J. Kor. Env. Res. Tech. 13(2):63-71.
- Park, J. S., I. W. Hwang, H. Z. Zheng, S. K. Kim, and S. K. Chung. 2010b. Determination of optimum hydrolsis conditions for flavonoid analysis in plant leaves. Kor. J. Food preservt. 17(2):261-266.
- Park. K. W., G. P. Lee, K. W. Park, and J. C. Jeong. 1998. Seed morphology of thirty Korean wild green species and effect of seed stratification on germination. Hort. Environ. Biotechnol. 39:129-134.

- Park, M. R., J. J. Lee, A. R. Kim, H. O. Jung, and M. Y. Lee. 2010c. Physicochemical composition of Ramie leaves (*Boehmeria nivea* L.). Kor. J. Food Preserv 17:853-860.
- Park, N. I., I. Y. Lee, and J. E. Park. 2010d. The Germination Characteristics of *Rumex* spp. Seeds. Kor. Turfgrass Sci. 24(1):31-35.
- Park, S. J., and S. J. Park. 2004. The flora of Sorok island. Kor. J. Env. Eco. 18(4):392-414.
- Park, S. J., E. H. Sihm, and C. A. Kim. 2011. Component analysis and antioxidant activity of *Plantago asiatica* L. Kor. J. Food preserv 18:212-218.
- Park, S. J., J. H. Kim, S. M. Kim, H. D. Park, B. J. Woo, and K. Y. Bee. 2004. Flora and conservation counterplan of Sonjook island. Kor. J. Env. Eco. 18(1):18-41.
- Parry, J., L. Su, J. Moore, Z. Cheng, M. Luther, J. N. Rao, J. Y. Wang, and L. L. Yu. 2006. Chemical compositions, antioxidant capacities and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. J. Agric Food Chem. 54:3773-3778.
- Parthasarathy, S. 1998. Mechanism by which dietary antioxidants may prevent cardiovascular diseases. J. Agric. Food Chem. 1:45-51.
- Pearson, H. M. 1932. parthenocarp and seed abrtion in *Vitis vinifera* Proc. Amec. Soc. Hort. Sci. 29:169-175.
- Pharis, R. P. and R. W. King. 1985. Gillerellins and reproductive development in seed plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 36:517-568.
- Ritzinger, R. and P. M. Lyrene. 1998. Comparison of seed number and mass of southern highbush blueberries vs. those of their F1 hybrids with *v. simulatum* after open pollination. Hoet Sci. 33:887-888.
- Reynolds, A. G., D. A. Wardle, C. Zurowski, and N. E. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. J.

- Amer. Soc. Hort. Sci. 117:85-89.
- Ro, N. Y., E. Y. Song, S. C. Kim, K. C. Jang, D. Y. Moon, and K. H. Kang. 2008. Characteristics of seed germination and promotion of germination rate in *Polia Japonica* Thunb. Kor. J. Plant Res. 21(2):144-147.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1985. Plant physiology. 3rd ed. Wadsworth Publishing Company. Belmont.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. Hormones and growth regulators: auxins and gibberellin. p. 485-503. In F.B. Salisbury and C.W. Ross(4th eds.). Wadsworth Publishing Co., Belmont, CA, U.S.A.
- Schmidt, B. M., A. B. Howell, B. Mceniry, C. T. Knight, D. Seigler, J. W. Erdman, and M. A. Lila. 2004. Effective separation of potent antiproliferation and antiadhesion components from wild blueberry(*Vaccinium angustifolium* Ait.) fruits. J. Agric. Food Chem. 52:6433-6442.
- Scott, S. J., R. A. Jones, and W. A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24:1160-1162.
- Sellappan, S., C. C. Akoh, and G. Krewer. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. J. Agric. Food Chem. 50:2432-2438.
- Shah, S., S. Din, and R. Ullah. 2013. Phytotoxic and cytotoxic potential of leaf, stem and root of *Sageretia thea* (Osbeck) M.C. Johnst. Standard Res. J. Medicinal Plants 1(1):6-11.
- Shen, C. J., C. K. Chen, and S. S. Lee. 2009. Polar constituents from *Sageretia thea* leaf characterized by HPLC-SPE-NMR assisted approaches. J. Chinese Chemical Society, 56(5):1002-1009.
- Shim, K. M., J. T. Lee, and G. Y. Kim, 2004 : Reclassification of winter barley cultivation zones in Korea based on recent evidences in climate change. Kor. J. Agric. For. Meteorology 6:218-234.
- Shin, W. S. and J. H. Ha. 2003. Analyses of lipid and volatile components in

- juniper seed(*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc). J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 32(6):795-800.
- So, S. K. and H. K. Song. 2012. A study on vegetation structure and soil condition of *Bletilla striata* population. Kor. J. Env. Eco. 26(2):210-218.
- Song, C. K., Y. M. Park, N. K. Cho, Y. W. Ko, and D. I. Kang. 2000. Growth responses of some medicinal plants in different altitudes of mountain Halla. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 8(2):134-145.
- Song, J. H., H. I. Lim, and K. H. Jang. 2011a. Germination behaviors and seed longevities of three *Ulmus* species in Korea. J. Plant Res. 24(4):438-444.
- Song, J. H., K. H. Jang, D. H. Kim, and H. I. Lim. 2011b. The variation of cone, seed and germination characteristics of *Picea jezoensis* (Siebold & Zuccarini) carriere populations in Korea. Kor. J. Plant Res. 24(1):69-75.
- Song, K. M., H. J. Hyun, C. H. Kang, and M. H. Kim. 2009. Flora and life-form of the uninhabited Islets, in Jeju-do. J. Environmental Sci. 18(11):1309-1324.
- Stundstrom, F. J., R. B. Reader, and R. L. Ewards. 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(4):641-644.
- Su, M. S. and P. J. Chien. 2007. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. Food Chem. 104:182-187.
- Suzuki, A. and N. Kawata. 2001. Relationship between anthesis and harvest date in highbush blueberry. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70:60-62.
- Timberlake, C. F. 1981. Anthocyanins in fruits and vegetables. In: Friend, J. and M.J.C. Rhodes (eds.) Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables, 221-247. academic press, London.
- Tulio, AZ. J., RN. Reese, FJ. Wyzoski, PL. Rinadi, R. Fu, JC. Sceerens, and AR. Miller, 2008. Cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-xylosylrutinoside as

- primary phenolic antioxidants in black raspberry. J. Agric. Food Chem. 56:1880-1888.
- Tusda, T., F. Horio, K. Uchida, H. Akoi, and T. Osawa. 2003. Dietary cyanidin-3-*O*-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia. J. Nutr. 133:2125-2135.
- Untrath, C. R. 1974. The commercial implications of gibberellin A₄ A₇ plus benzyladenine for improving the shape and yield of 'Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4):381-384.
- Urquiaga, I. and F. Leighton. 2000. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. Biol. Res. 33:55-64.
- Veno, P. A. 1976. Successional relationships of five florida plant communities. Ecology 57:498-508.
- Vizzotto, G., R. Printon, Z. Varanini, and G. Costa. 1996. Sucrose accumulation in developing peach fruit. physiol. Plant. 96:225-230.
- Waithaka, K. and L. W. Wanjao. 1982. the effect of duration of cold treatment on growth and flowering of *Liatris*. Sci. Hort. 18:153-158.
- Wang, S. Y. and H. Jiao. 2000. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. J. Agri. Food Chem. 48:5677-5684.
- Washitani, I. and A. Takenaka. 1984. Mathematics of the seed germination dependency on time and temperature. Plant, Cell and Environ. 7:359-362.
- Weaver, R. J. and S. B. McCune. 1959. Response of certain varieties of *vitis vinifera* to gibberellin. Hilgardia 28:297-350.
- Weaver, R. J. and W. O. Williams. 1951. Response of certain varieties of grapes to plant growth regulators. Bot. Gaz. 113:75-84.
- Weaver, R. J., A. N. Kasimatis, and S. B. McCune. 1964. Gibberellin on grapes. Univ. calif. Agr. Expt. Ser. Bull. AXT-33.
- Weaver, R. J., J. Van Overbeek, and R. M. Pool. 1966. Effect of kinins on fruits set and development in *Vitis vinifera*. Hilgardia 37:181-201.

- Westwood, M. N. 1993. Temperate-zone pomology. Timber Press, Portland OR, U.S.A. pp. 100-101.
- Whittaker, R. H. 1962. Classification of natural community. Bot. Rev. 28:1-239
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science. 147:250-259.
- Wilson, A. M. and T. M. Work. 1981. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. J. Food Sci. 46:300-301.
- Woolley, D. J., G. S. Lawes, J. G. Gruz-Castillo. 1992. The growth and competitive ability of *Actinidia deliciosa* 'Hayward' fruit carbohydrate availability and response to the cytokinin-active compound CPPU. *Acta horticulturae*: in press.
- Wrolstad, R. E. and R. S. Shallenberger. 1981. Free sugars and sorbitol in fruits -a compilation from the literature. J. Ass. Off. Anal. Chem. 64(1):91-103.
- Wu, F., M. Wang, H. Fan, Z. Zhao, and B. Zhao. 1987. Chemical constituents of the roots of *Sageretia theezans* and effect on experimental liver injury. Chin. Trad. Herb. Drugs 18:389-390.
- Xu, L. Z., X. J. Yang, and B. Li. 1994. Chemical constituents of *Sageretia theezans* Brongn. China J. Chin. Materia Medica 19: 675-676.
- Yoo, S. H. and K. C. Song. 1984. Chemical characteristics of soils in Cheju island (Variations in chemical characteristics with altitude). Kor. J. Soil Sci. Fert. 17(1):1-6.
- Yoo, S. J. and J. H. Kwak. 1989. Phytochemical screening of Korean plants(1) - On Urticaceae, Celastraceae, Sterculiaceae and Rubiaceae. Kor. J. Pharmacogn. 20(3):149-153.
- Youn, C. K., S. K. Kim, S. C. Lim, H. H. Kim, C. H. Lee, and K. S. Choi. 2000. Effects of application time of promalin on tree growth and fruit quality of pears. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41(3):289-291.
- Young, H. A. and K. K. Shim. 2003. Native *Cornus kousa* community and its

- habitat in Jeju island. *J. Environmental Sci.* 12(1):15-22.
- Yuda, E., M. Hirakawa, I. Yamaguchi, N. Murofushi, and N. Takahachi. 1983. Fruit set and development of three pear species induced by gibberellins. *Acta Hort.* 137:277-284.
- Yun, K. W., Y. Hwang, S. K. So, and M. Y. Kim. 2012. Flora of island Gageo in Jellonamdo, Korea. *Kor. J. Env. Eco* 26(2):139-155.
- Yun, S. I., W. J. Choi, Y. D. Choi, S. H. Lee, S. H. Yoo, E. H. Lee, and H. M. Ro. 2003. Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Kor. J. Ecol.* 26:65-70.
- Zafra-Stone, S., Yasmin, T., M. Bagchi, A. Chatterjee, J. A. Vinson, and D. Bagchi. 2008. Berry anthocyanins as novel antioxidants in humam health and disease prevention. *Molecular Nutrition and Food Res.* 51:675-683.
- Zao, C, M. M. Giusti, M. Malik, M. P. Moyer, and B. A. Magnuson. 2004. Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth. *J. Agric. Food Chem.* 52:6122-6128.
- Zhang, C., U. Lee, and K. Tanabe. 2008. Hormonal regulation of fruit set, parthenogenesis induction and expansion in Japanese pear. *Plant Growth Regul.* 55:231-240.
- Zheng, W. and S. Y. Wang. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, and lingoberries. *J. Agric. Food Chem.* 51:502-509.
- Zheng, Y., C. Y. Wang, S. Y. Wang, and W. Zheng. 2003. Effect of high oxygen atmosphere on blueberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.* 51:7162-7169.
- 江蘇新醫學院. 1998. 中藥大辭典. 上海科學技術出版社. pp. 4697-4698.
- 徐麗珍, 柳小江, 李斌. 1994. 雀梅藤化學成分的研究. 中國中葯雜誌. 19(11):675-676.
- 伊東秀夫. 1972. 種子無しブドウ生成にすけるジベレリンのはたらき. 農業及園藝 47(11):1555-1560.
- 吉良龍夫. 1976. 陸上生態系總論. 共立出版. 東京. 生態學講座 2:12-47.

- 岸光夫, 田崎三南. 1960. ブドウに 對 すゐギベシリソ 利用試験(第1報) デテウエ
アについて, 農耕と園藝 35:381-389.
- 中田壁人. 1976. 無核巨峰に對するジベレリン處理の影響. 農業および園藝.
- 中井猛之進. 1914. 濟州道竝莞島植物調査報告書. 朝鮮總督府. p.162.
- 中井猛之進, 1920. 朝鮮森林植物編, 國書刊行會, 九輯:3-38.
- 강태진. 2002. 한라산 고도에 따른 바람의 구조 변화. 한국기상학회보 12(1):
217-219.
- 강태진, 김동진, 진승환. 2006. 한라산에 의한 기상특성 연구. 한라산천연보호구역
학술조사보고서. 제주특별자치도 한라산연구소. pp. 277-301.
- 강종훈, 진석천, 김영호. 1994. 1993년 시험연구보고서, 제주자생 토속유실수 재배
법 개발. 제주도농촌진흥원. pp. 211-214.
- 강현희. 2009. 국내산 베리류의 생리활성 및 안토시아닌의 동정. 경상대학교대학
원 박사학위논문. pp. 27-34.
- 곽상호. 2008. 한국산과 이란산 석류의 성분 분석 및 석류주에 관한 연구. 순천대
학교대학원 박사학위논문. pp. 1-96.
- 고광출. 1975. 한국산 야생 개암과실의 특성에 관한 연구. 한국원예학회지 16(2):
114-150.
- 고광출, 박세원. 1996. 뽕나무 과실의 과수화와 이용기술연구-뽕나무 과실의 양질
다수와 이용기술연구(Ⅱ). 제3차년도 완료보고서. 농촌진흥청. pp. 16-34.
- 고석형, 고정균, 이창흡, 김철수, 현해남. 2010. 한라산 장기생태연구지의 주요 임
상별 토양특성. 한국환경생태학회 학술대회 논문집 20(2):204-207.
- 고창덕. 2007. 복분자 딸기 선발집단의 생태와 유연관계 분석. 상지대학교대학원
박사학위논문. p. 70.
- 권용석. 2009. 구지뽕나무의 자생지 식생구조와 형태적·유전적 특성 및 유효성분
정량에 관한 연구. 전남대학교대학원 박사학위논문. p. 4.
- 김문섭. 2011. 정금나무의 잎과 열매의 형태적 특성 및 우량개체 선발 효과. 순천
대학교대학원 석사학위논문. pp. 18-21
- 김문홍. 1986. 한국의 아고산대 침엽수림의 식물사회학적 연구. 과학교육 3:25-36.
- 김문홍. 1990. 제주산 식생의 식물사회학적 연구 I. 구실잣밤나무와 후박나무의

- 자연립. 제주대학교 기초과학연구 3(1):27-36.
- 김문홍. 1991. 제주도 식생의 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 14(1):39-48.
- 김문홍. 2000. 제주도의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 일본동경대학박사학위 논문.
- 김세현, 김만조, 이욱. 2002. 대립 다수성 복분자딸기 선발에 관한 연구. 한국임학회지 91(1):96-101.
- 김영호, 진석천, 강종훈. 1993. 1992년 시험연구보고서, 제주자생 토속유실수 재배 법개발. 제주도농촌진흥원. pp. 86-88.
- 김원배, 장진선, 한세기, 허범양, 류근창. 1988. 야생 고들빼기(*Youngia sonchifolia*)의 종자발아특성 및 재배에 관한 연구. 한국원예학회지발표요지 6(2):82-83.
- 김은주. 2009. 블루베리(*Vaccinium corymbosum* L.)의 품종특성, 삼목번식 및 토 양관리체계 확립. 전북대학교대학원 박사학위논문. pp. 16-26.
- 김종운, 이윤경. 2006. 식물사회학적 식생구조와 평가방법. 월드사이언스. p. 240.
- 김종천. 1968. 나무딸기의 모집·우량계통 선발 및 재배체계화에 관한 연구. 과학 기술연구. pp. 68-76.
- 김종화, 홍정기, 방순배. 1996. 누룩치(*Pleurospermum Kamtschaticum* Hoff.)의 특산채소화를 위한 연구. 농업과학논문집 p. 381.
- 김찬수. 2006. 한라산천연보호구역의 식물상. 한라산천연보호구역 학술조사보고서. 제주특별자치도 한라산연구소. pp. 365-382.
- 김찬수, 강영제, 문명옥, 송관필. 2006a. 한라산의 식물. 제주도 한라산생태문화연구소. p. 327.
- 김찬수, 강영제, 문명옥, 송관필, 정세호, 오장근, 김완병. 2006b. 한라산의 동·식물 목록. 제주도 한라산생태문화연구소.
- 김한주. 2004. 제주도 약용자원식물에 관한 조사 연구. 제주대학교대학원 박사학위논문. pp. 5-25.
- 농촌진흥청 국립농업과학원. 2009. 기능성 성분표. pp. 203-207.
- 농촌진흥청 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. pp. 35-131.
- 농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소. 2008. 한국의 전통향토음식 10 (제주도). p. 295.

- 마정모. 2007. 식물생장조절제를 이용한 단감 숙기촉진 및 품질향상에 관한 연구. 진주산업대학교대학원. 석사학위논문. pp. 34-36.
- 문현식, 노일, 권수덕. 2004. 지리산 고로쇠나무 군락의 토양환경과 식생구조. 농업생명과학연구 38(2):33-40
- 박노복. 1995. 한국 특산 팔꽃나무의 생태적 특성, 종자발아 및 삼목번식에 관한 연구. 한국화훼연구회지 4(2):7-12.
- 박양규. 2004. 서·남해안 도서지역의 식물상. 호남대학교대학원 석사학위논문. pp. 15-71.
- 박주권. 2001. 약용식물들의 HIV-1 protease 활성억제 검색과 억제작용이 있는 와송에서 페놀성 화합물들의 분리 및 구조 동정. 순천대학교대학원 박사학위논문. pp. 34-45.
- 배강순. 2004. 하이부시 블루베리의 품종별 화아분화와 개화 및 과실 특성. 원광대학교대학원 박사학위논문. pp. 46-50.
- 배로나, 이승구. 1995. 'Fuji' 사과의 성숙기에 몇가지 처리가 Anthocyanin의 생성 및 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(5):655-661.
- 송관필. 2007. 한라산 동서사면 상록활엽수림대의 식물상 및 식생. 제주대학교대학원 박사학위논문. pp. 12-72.
- 송관필. 2011. 꽃자왈 희귀 및 멸종위기야생식물자원의 자생지 특성 규명 및 식물자원 관리기술개발, 최종보고서. 환경부. pp. 187-204.
- 송승운, 강종훈, 김영효, 진석천, 강성근. 1995. 1994년 시험연구보고서, 제주자생 유실수 품종보존 및 특성조사. 제주도농촌진흥원. pp. 162-164.
- 송시태, 김효철, 김대신, 류성필, 좌승훈. 2007. 제주민속조사보고서, 제주의 민속 문화 4(제주의 꽃자왈). 국립민속박물관. pp. 22-25.
- 송정부. 1971. 대추 지방종 모집조사, 원시연보(1971) pp. 516-543.
- 송홍선. 2003. 제주자생 상록수도감. pp. 138-139.
- 신현학. 2004. 초롱꽃과 식물의 재배화를 위한 기초 연구. 강원대학교 교육대학원 석사학위논문. pp. 6-9.
- 양영택, 현관희, 김성익, 김미실, 김용철, 김광호, 고영환. 2005. 2004년 시험연구 보고서, 제주자생 식물자원의 향산화활성조사. 제주도농업기술원. pp. 256-269.

- 양인석, 김원. 1972. 한국남부도서예 대한 상록활엽수의 분포와 기후요인과의 관계. 한국식물분류학회 4(1,2):11-18.
- 양희범. 2007. 차나무 종자의 발아특성. 제주대학교대학원 석사학위논문. p. 23.
- 엄규백. 1962. 송백류의 분포를 중심으로 하는 한라산의 수직분포대. 식물학회지 5(2):17-20.
- 오계철. 1968. 한라산의 기후와 산림군집. 한라산 및 홍도 학술조사보고서 pp. 60-85. 문화공보부.
- 원준연, 조재성. 1988. 고려인삼종자의 발아특성에 관한 연구. 충북대 농업기술연구보고서 15(1):47-68.
- 이광연, 이상식, 오성도. 1965. 으름, 다래 모집 및 특성조사. 원시연보 pp. 1001-1010.
- 이금선. 2004. Cytokinin 활성물질 Thidiazuron 처리에 의한 포도 주요 품종의 품질 향상. 충남대학교대학원 박사학위논문. pp. 24-74.
- 이기의, 송용남, 홍혜옥. 1982. 한국산 자생 만병초에 관한 연구(1)-종자발아를 중심으로. 한국원예학회지 23(1):64-69.
- 이상금. 2004. 자생식물 종자에 식물생장조절제 처리가 온도별 발아에 미치는 효과와 재배환경에 따른 범부채의 생장정도. 동아대학교대학원 석사학위논문. pp. 9-84.
- 이창복. 2003. 원색대한식물도감(상). p. 715.
- 이희두, 김시동, 김학현, 김주형, 이종원, 윤태, 김태중, 이철희. 2003. 저장방법 및 Priming 처리가 병꽃나무의 종자발아에 미치는 영향. 원예과학기술지 21(1):39-44.
- 이희두, 김시동, 김학현, 이종원, 김주형, 이철희. 2006. 저장방법, 생장조절제 및 무기염류 처리가 가침박달나무의 종자발아에 미치는 영향. 원예과학기술지 24(1):90-94.
- 임병선, 박연우, 김하송. 1992. 다도해 해상국립공원 상록활엽수림의 군락형성에 미치는 환경요인. 목포대학교 연안환경연구 9:31-42.
- 임병선, 이종석, 최영훈, 김영배, 송남현. 1993. 식물생장조절제 Ethephon 처리가 뽕은감의 연화에 미치는 영향. 농업과학논문집 35(1):800-805.

- 임양재, 김정운, 이남주, 김용범, 백광주. 1990. 한라산국립공원 식물군집의 식물 사회학적 분류. 한국생태학회지 13(2):101-130.
- 장진선, 이경희. 1988. 한국산 더덕의 재배에 관한 연구(Ⅰ), 종자 발아 특성 및 상토종류가 종근의 생육에 미치는 영향. 한국원예학회발표요지 6(2):78-79
- 장창문. 1995. 뽕나무 과실의 과수화와 이용기술연구-뽕나무 과실의 양질다수와 이용기술연구(Ⅰ), 제2차년도 계속보고서. 농촌진흥청 pp. 17-18.
- 정상복. 1998. 생장조절제 처리에 의한 포도의 무핵화와 과실 품질향상에 관한 연구. 전남대학교대학원 박사학위논문. pp. 28-105.
- 정현관, 김세현, 장용석, 박형순. 2004. 헛개나무 과육 다수확 우량개체 선발. 한국임학회지 93(3):265-270.
- 제주도민속자연사박물관. 1995. 제주도의 식생활. p. 370.
- 제주특별자치도 환경자원연구원. 2010. 꽃자왈지대의 지질 및 동·식물상 조사Ⅱ (조천-함덕 꽃자왈). pp. 3-6.
- 조양규, 조덕환. 1965. 감 지방중에 관한 수집조사. 농시연보 (8)1:147-190.
- 조양규. 1975. 호도 모집단조사 및 우량품종 선발, 원시연보(1973) pp. 634-654.
- 차중환. 1969. 한라산 식물의 수직분포. 한국식물학회지 12(4):19-29.
- 천중필, 권오원, 이재창. 1990. Paclobutrazol 엽면살포가 복숭아 대구보의 영양생장, 과실품질 및 저장력에 미치는 영향. 한국원예학회지 31(2):135-141.
- 추갑철. 1992. 한국산 갈매나무과의 계통분류학적 연구. 건국대학교대학원 박사학위논문. pp. 22-70.
- 하상국, 전재기, 최상태. 1988. 할미꽃의 화아분화 및 축성에 관한 연구. 한국원예학회지 29(1):46-52.
- 홍경희, 김점국, 최진호, 한점화, 윤석규, 장한익. 1994. 생장조정제 처리에 의한 배 숙기촉진 시험. 원연연보(과수) pp. 1043-1061.

Appendix 1. Investigate the distribution of *Sageretia thea* for list of environmental impact assessment from 1994 to 2011.

- 건설교통부 부산지방항공청. 2001. 제주공항 착륙대확장 및 기타공사 환경영향평가서.
- 그린벨리 주식회사. 2010. 제주 그린벨리 관광타운 조성사업 환경영향평가서.
- 금광기업 주식회사. 2005. 제주 이호유원지 조성사업 통합(환경·교통) 영향평가서.
- 남도관광개발 주식회사. 1998. 신흥 관광지구 개발공사 환경·경관영향 종합평가서.
- 남영산업 주식회사. 2008. 개발사업시행 승인신청을 위한 통합 영향평가서 - 팜파스 종합휴양관광단지 조성사업(환경부분).
- 남제주관광개발 주식회사. 1995. 남제주컨트리클럽 건설공사 환경영향평가서.
- 남제주군. 2001. 표선민속관광단지 개발사업 환경영향평가서.
- 남제주리조트개발 주식회사. 1999. 송악산관광지구 조성사업 환경(경관포함) 영향평가서(별책부록).
- 남해관광 주식회사. 1997. 뉴제주 컨트리클럽 건설사업 환경영향평가서.
- 농업기반공사. 2005. 옹포지구 농촌용수 개발사업 환경영향평가서.
- 대상 주식회사. 1999. 제주 대상CC 조성사업 환경영향평가.
- 대한주택공사. 1995. 제주 화북지구 택지개발사업 환경영향평가서(추가자료).
- 대한주택공사. 2001. 제주노형지구 택지개발사업 환경·교통 영향평가서.
- 대한주택공사. 2007. 서귀포 강정 택지개발사업 통합(환경, 교통, 재해) 영향평가서(1 환경).
- 대한주택공사. 2007. 제주 서귀포 혁신도시 개발사업 환경영향평가서.
- 동서개발 주식회사. 1997. 제주 동서골프장 조성사업 환경영향평가서.
- 동서개발 주식회사. 2004. 제주 동서컨트리클럽 조성사업 환경영향평가서(재협의).
- 라운랜드 주식회사. 2007. 라온 Horse Land 조성사업 통합 영향평가서(환경부분).
- 라헨드리조트 주식회사. 2009. 제주 라헨드리조트(9홀증설) 조성사업 통합 영향평가서(환경부분 통합본).

롯데건설 주식회사. 1996. 서귀포 컨트리클럽 건설공사 환경영향평가서.

롯데제주리조트 주식회사. 2010. 제주 롯데관광단지 조성사업에 따른 환경영향평가서.

북제주군. 2003. 제주 광지관광지 조성계획 통합(환경·교통) 영향평가서.

북제주군. 2003. 제주 돌문화공원 조성사업 통합(환경·교통·재해) 영향평가서(환경부문).

비오토피아개발 주식회사. 2008. 삼매봉 핀크스밸리유원지 개발사업 환경영향평가서.

서귀포시. 2001. 농촌휴양단지(효돈공원) 조성사업(감귤랜드·박물관 조성) 환경영향평가서.

서울시니어스타워 주식회사. 2008. 노인 국제 휴양관광타운 신축공사 환경영향평가서.

선녀와 나무꾼 테마공원. 2010. 선녀와 나무꾼 테마공원·관광농원 개발사업 사전환경성검토서.

성읍1리 마을회. 2011. 성읍1리 마을운동장 조성공사 사전환경성검토서.

신안관광개발 주식회사. 1998. 제주 신안컨트리클럽 건설사업 환경영향평가서(최종보고서 부록).

영농조합법인 서광목장. 2010. 서광관광농원(목장) 조성사업 사전환경성검토서.

유한회사 흥유개발. 2012. 차이나 비욘드 힐 관광단지 조성사업 환경영향평가서.

의료법인 중앙의료재단. 2011. 중앙병원 신제주분원 조성사업 환경영향평가서(간이평가) 통합본.

이어도컨트리클럽 주식회사. 1999. 이어도컨트리클럽 개발사업 환경영향평가서(부록).

이어도컨트리클럽 주식회사. 2006. 이어도컨트리클럽 조성사업(증설) 통합(환경·교통·재해) 영향평가서(재협의), 1 환경분야.

일성개발 주식회사. 2009. 일성개발(주) 토석채취사업 사전환경성검토서.

일성레저산업 주식회사. 2003. 제주일성콘도미니엄 신축공사 환경영향평가서.

장기호. 2011. 타임파크 & 3D-ART 조성사업 사전환경성검토서.

제주국제자유도시개발센터. 2004. 제주 첨단과학기술단지 조성사업 환경영향평가서.

제주국제자유도시개발센터. 2005. 예레 휴양형 주거단지 조성사업 통합(환경·교통·재해) 영향평가서.

제주국제자유도시개발센터. 2006. 신화역사공원 조성사업 환경영향평가서.

제주국제자유도시개발센터. 2008. 제주 영어교육도시 도시개발사업 환경영향평가.

제주국제자유도시개발센터. 2009. 제주 헬스케어타운 조성사업 환경영향평가서.

제주도, 농업기반공사. 2002. 성읍지구 농촌용수 개발사업 환경영향평가서(재심의).

제주리조트 주식회사. 2004. 제주리조트 컨트리클럽 개발사업 환경영향평가서.

제주시. 1994. 제주삼양지구 토지구획정리사업 환경영향평가서.

제주시. 1996. 제주의외도지구 토지구획정리사업 환경영향평가서.

제주시. 2003. 시민복지타운 도시개발사업 통합(환경·교통·재배)영향평가서(제1권 환경).

제주시. 2004. 이도2지구 도시개발사업 통합(환경·교통·재배)영향평가서(제1권 환경).

제주시. 2004. 중부근린공원 조성사업 통합(환경·재배)영향평가서(제1권 환경).

제주특별자치도. 2009. 제주해양과학관 민간투자사업에 따른 환경영향평가서.

제주특별자치도 제주시. 2009. 노형2지구 도시개발사업 환경영향평가서.

제주특별자치도 환경자원연구원. 2009. 제주위터 클러스터(물산업단지) 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 관광개발제주이십일. 2007. 금악 돌오름 생태휴양지 조성사업 환경성검토서.

주식회사 금호개발. 1996. 제주 남원관광지 2차 지구개발사업 환경영향평가서.

주식회사 남양개발. 2010. 개발사업시행 승인신청을 위한 환경영향평가서 - 서귀포 관광휴양리조트 개발사업.

주식회사 더원. 2006. 한라산리조트 개발사업 환경영향평가서.

주식회사 동국개발. 2006. 스프링데일 골프 & 리조트 조성사업 통합 영향평가서 (1. 환경분야).

주식회사 대륙. 2009. (주)대륙산업 골재채취사업 사전환경성검토서.

주식회사레이크힐스. 2001.레이크힐스 제주CC 조성사업 환경·교통·재배 영향평가서(부록).

주식회사 록인제주. 2012. 록인제주 체류형 복합관광단지 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 맨도롱. 2007. 서귀포 온천리조트 개발사업에 따른 환경영향평가서(통합본).

주식회사 무수레저타운. 1997. 무수천유원지 조성사업 환경·경관 영향통합평가서.

주식회사 보광, 휘닉스개발투자 주식회사. 2004. 성산포(섬지지구) 해양관광단지

조성사업 통합(환경·교통)영향평가서.

주식회사 부건. 2003. 제주이글골프장 및 산천단유원지 조성사업 통합(환경·교통·재해)영향평가서(환경부문).

주식회사 부일산업. 2006. (주)부일산업 석산 개발사업 환경영향평가.

주식회사 블랙스톤. 2003. 블랙스톤리조트 조성사업 환경·교통·재해 영향평가서.

주식회사 비알뇌교육. 2010. (주)비알뇌교육 연수원 및 호텔 개발사업 환경영향평가서.

주식회사 삼립개발. 1999. 산천단유원지 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 새수포. 2005. 강정유원지 새수포리조트 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 수농. 2003. 제주 수농(대중형)골프장 조성사업에 따른 통합(환경·교통·재배)영향평가서(환경분야).

주식회사 수농. 2008. 제주 수농(일반대중) 골프장(9홀증설) 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 에니스. 2005. 제주 묘산봉 관광지개발사업 통합 영향평가서(환경부문).

주식회사 우리들웰니스리조트. 2005. 우리들 메디컬 골프리조트 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 우방, 주식회사 우방리조트. 1998. 수망관광지구 개발사업 환경영향평가서(부록).

주식회사 우삼개발. 2009. 제주 세프라인체험랜드 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 육성. 1996. 탐라골프장 건설사업 환경영향평가서.

주식회사 제이디에스. 2004. 제주골든파크(관광지) 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 제이에스개발. 2005. 제주 오션파크 컨트리클럽 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 제주동물테마파크. 2006. 제주동물테마파크 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 풍산. 2011. 풍산드림랜드 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 핑크스. 2002. 핑크스 BIOTOPIA 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 한국폴로컨트리클럽. 2008. 제주폴로승마리조트 조성사업 통합(환경·재해)영향평가서(환경부문).

주식회사 한일레저. 1998. 제주칼(KAL)골프장 조성사업 환경영향평가서(부록).

주식회사 해동. 1995. 석산(토석채취) 개발공사 환경영향평가서(보완보고서).

주식회사 해동. 2010. 블랙나이트 리조트 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 호원. 2005. 제주 호원CC 조성사업 환경영향평가서.

주식회사 호텔롯데. 2004. 롯데리조트 조성사업에 따른 환경영향평가서.

주식회사 히든포트. 2009. 제주 영상관광휴양지구 개발사업 환경영향평가서.

포렉스개발 주식회사. 1998. 제주 아도니스 골프장 조성사업 환경영향평가서(부록).

한국관광공사. 1995. 제주중문관광단지 2단계(동부)지구 조성공사 환경영향평가서.

한국남부발전 주식회사. 2003. 남제주화력 제3·4호기 건설사업 환경영향평가서.

한국보훈복지의료재단. 2005. 제주 국가유공자 휴양시설 조성사업 환경영향평가서.

한국자동차박물관. 2006. 한국자동차 제주박물관 건립에 따른 사전환경성검토서.

한국전력공사. 1995. 한림복합화력발전소 건설사업 환경영향평가서.

한국전력공사. 1996. 북제주화력발전소 2,3호기 건설사업 환경영향평가서.

한국컴퓨터 주식회사. 1998. 세화골프장조성사업 환경영향평가서(부록).

한국토지공사, 대한주택공사. 2005. 제주삼화지구 택지개발사업 통합 영향평가서 (제3-1권 환경).

한국토지공사, 대한주택공사. 2006. 제주 삼화지구 택지개발사업 통합(환경·교통·재해)영향평가서(환경분야 통합본).

한신에너지 주식회사. 2007. 삼달리 풍력발전시설 개발사업 사전환경성검토서.

한화국토개발 주식회사. 1999. 제주프라자골프장 건설사업 환경영향평가서(부록).

함덕리, 신성리조트 주식회사. 1996. 함덕관광지구 개발사업 환경·경관 통합평가서 (1)환경영향평가분야.

해비치리조트 주식회사. 2005. 해비치골프장(9홀증설) 조성사업 통합(환경·교통·재해)영향평가서 환경분야(재협의).

화북(상업지구)토지구획정리조합. 1995. 제주화북(상업지역)지구 토지구획정리사업 환경영향평가서.

21세기건설탕 주식회사. 2008. 제주 중문색달온천관광지 조성사업 환경영향평가서.

CJ개발 주식회사. 2004. 나인브릿지 대중골프장 확장 조성사업 환경영향평가 재협의.

CJ개발 주식회사. 2004. 제주하이랜드리조트 조성사업 환경영향평가서.