



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)



박사학위논문

제주지역에서 에키네시아
주요 품종의 생육특성 연구

제주대학교 대학원

원예학과

김 봉 찬

2011년 12월



제주지역에서 에키네시아 주요 품종의 생육특성 연구

지도교수 소 인 섭

김 봉 찬

이 논문을 농학 박사학위 논문으로 제출함

2011년 12월

김봉찬의 농학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원 원예학과

2011년 12월



On the Growth Characteristics of Three Major
Echinacea Cultivars in Jeju Island

Bong-Chan Kim

(Supervised by Professor In-Sup So)

A thesis submitted in partial fulfillment of the
requirements for the degree of Doctor of Agriculture

2011. 12

Department of Horticulture
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
Abstract	ii
List of Table	vii
List of Figures	xi
List of Photos	xii
I. 서 언	1
II. 연구사	4
III. 재료 및 방법	12
IV. 결과 및 고찰	23
1) 출아 및 생육특성 변화	23
2) 개화특성 변화	37
3) 근특성 변화	50
4) 유효성분 분석	65
V. 적 요	80
VI. 인용문헌	84

Abstract

This study has been carried out with the aim to examine the growth characteristics in Jeju Island of the major *Echinacea* cultivars which have the potential to become medicinal and landscaping plants, and thus to provide the basic data helpful to discovering and spreading new economic crops. For this purpose, these cultivars have been cultivated for three years from 2009 to 2011 on the experimental fields in six areas in Jeju Island which range in altitude and soil type. The results are summarized as follows.

1) Germination and growth characteristics

The rooting rate after planting turned out to be high for all the cultivars in Bonseong area, located at 300 meters of altitude, among the areas with volcanic ash soil, and in Yoosooam area, 200 meters above sea level, among the areas with non-volcanic-ash soil. In the comparison among cultivars, *purpurea* showed the best survival rate, while *angustifolia* did the worst.

It was shown that *Echinacea* tended to germinate earlier at a lower altitude, and that *Purpurea* germinated earliest in all the experimented areas. Soil type exerted no effect on the time of germination until the second year, but in the third year, they germinated 3 to 4 days earlier on the volcanic ash soil.

As for stem length, those planted in Songdang, 200 meters above sea level, showed best statistics, and at the end of the second year it was 2.0 to 2.4 times the length measured in the previous year. *Angustifolia* showed the worst figure whether or not the soil was volcanic ash. In case of *purpurea*, the growth was best in Songdang (200m) with volcanic ash soil. But the growth was retarded in the third year compared to that in the second year.

As for the number of branches, it varied wildly depending on the growth area and cultivar, but was bigger for *purpurea* than other cultivars. *Angustifolia* and *pallida* yielded better statistics on the non-volcanic-ash soil, while *purpurea* did on the volcanic ash soil. 200 meters of altitude caused the biggest number of branches regardless of the soil type, volcanic ash or not.

Purpurea showed the biggest number of leaves in all the experimental areas. In the comparison among the areas, the best statistics was gained in Bongseong (300m), of all the areas with volcanic ash soil, while it was in Yoosooam (200m), among the areas with non-volcanic-ash soil.

As for leaf length and leaf width, the statistics tended to be good in Songdang (200m) among the areas with volcanic ash soil, and in Yoosooam (200m) in case of non-volcanic-ash soil. *Purpurea* showed the trait to have long and broad leaves, but *angustifolia* and *pallida* showed the trait of having narrow and harsh leaves.

2) Flowering characteristics

In the first year, *purpurea* flowered earliest in all the areas, and a low altitude triggered early flowering. On the non-volcanic-ash soil at 300 meters of altitude, *angustifolia* and *pallida* did not flower thwarted by low temperature. In the second and third years, all the cultivars flowered 110 days earlier than in the first year. *Pallida* flowered earliest in all the areas and tended to flower earlier at a lower altitude.

As for flower stem length, it was the longest for *purpurea* in the first year. It was generally good in Yoosooam (200m) with non-volcanic-ash soil. In the second year, flower stems were longer on the non-volcanic-ash soil than on the volcanic ash soil. *Angustifolia* and *pallida* produced longest flower stems in Songdang (200m) with volcanic ash soil, whereas *purpurea* did in

Bongseong (300m) with volcanic ash soil. Flower stems were mostly shorter in the third year than in the second year.

Purpurea showed the biggest number of flowers. In general, volcanic ash soil and 200 and 300 meters of altitude caused bigger numbers of flowers .

3) Rooting characteristics

As for root length, *pallida* showed the best figure with 23.3 centimeters. Altitude of 200 meters led to longer roots whether the soil is of volcanic ash or not.

In the second year, root diameter was the biggest in Yoosooam(200m). In the comparison among the areas and by cultivar, *angustifolia* and *purpurea* turned out to show the thickest roots in Yoosooam (200m) with non-volcanic-ash soil; and *pallida* did in Bongseong (300m) with volcanic ash soil.

As for number of roots, non-volcanic-ash soil was more favorable than volcanic ash soil for all the cultivars. Regardless of soil type, they showed the best statistics in both Songdang and Yoosooam, at 200 meters of altitude. Among cultivars, *purpurea* had the largest number of roots while *angustifolia* had the smallest.

As for the root weight per plant, it was heavier for those grown on the non-volcanic-ash soil than those on the volcanic ash soil. Among the areas with non-volcanic-ash soil, Songdang (200m) yielded by far the heaviest roots.

The per-acre root harvest after two-year cultivation increased by 40% over that after one-year for *angustifolia*, 120% for *pallida*, and 130% for *purpurea*. Non-volcanic-ash soil turned out to be more favorable than volcanic ash soil. Among the areas with non-volcanic-ash soil, Yoosooam (200m) was the most favorable for all the cultivars. For all the cultivars, the root harvest decreased

in the third year compared to that in the second year. It remains to be studied whether this decrease was caused by the bad weather or whether the harvesting after two-year cultivation is the most productive.

4) Analysis of the efficacious ingredients

The ingredient analysis of *Echinacea* leaves showed that *angustifolia* had more chorogenic acid, echinacoside and cynarin than the other cultivars, and that *purpurea* had more caftaric acid.

As for the ingredients in the root, *angustifolia* had the highest content of echinacoside. Those grown on the non-volcanic-ash soil and at 200 meters above sea level showed much chorogenic acid, while cynarin was extracted only from those grown in Yoosooam (200m) with non-volcanic-ash soil. In the comparison among cultivars, *purpurea* showed more caftaric acid than the other cultivars, and *pallida* showed higher content of echinacoside.

As for the ingredients in the *Echinacea* seed, all the cultivars had just chorogenic acid, with *angustifolia* in the lead. A further study is needed with an higher-sensitivity analysing equipment.

Angustifolia showed much content of echinacoside, chorogenic acid and cynarin, and *purpurea* did caftaric acid. Much caftaric acid was detected in the plants cultivated on the volcanic ash soil at 200 meters above sea level, echinacoside in those grown on the nonvolcanic-ash soil at 200 meters above sea level, and chorogenic in those grown on the volcanic ash soil at 100 meters of altitude. In general, however, the plants grown on the nonvolcanic-ash soil at 200 meters above sea level tended to have a good level of ingredients.

In sum, it was concluded to be economical to cultivate *purpurea* on the fields at the altitude of 200 to 300 meters in Jeju Island.

It seems that *Echinacea* have value as new sightseeing resources if cultivated on a large scale for landscaping. It also can be used as the material for various products owing to its efficacious ingredients, and therefore developed into a new promising economic crop for the farmers of Jeju Island. It is worth a study on developing it into a substitute for the antibiotic additive to the fodder for the cattle. It can in part replace mandarine in overproduction and play a role as a buffer to the inevitable fluctuation in the acreage of growing winter-season vegetables, and thus contribute to enhance the stability of the farmers' income. It is expected that the research and development and the production of new *Echinacea* products would help activate the manufacturing industry and create job openings.

List of Tables

Table 1. Chemical characteristics at the start of the experiment	18
Table 2. Monthly maximum, minimum and average temperatures, precipitation and hours of sunshine in Jeju Island during the experimental period	19
Table 3. Rate of rooting and growth characteristics in year one by region and cultivar	26
Table 4. Rate of rooting and growth characteristics in year one by cultivar and soil parent material	27
Table 5. Mean squares in ANOVA on the growth characteristics in year one by various factors	27
Table 6. Emergence and growth characteristics in year two by region and cultivar	30
Table 7. Emergence and growth characteristics by cultivar and soil type	31
Table 8. Mean squares in the ANOVA on the emergence and growth characteristics in year two by various factors	31
Table 9. Rate of emergence and growth characteristics in year three by region and cultivar	32

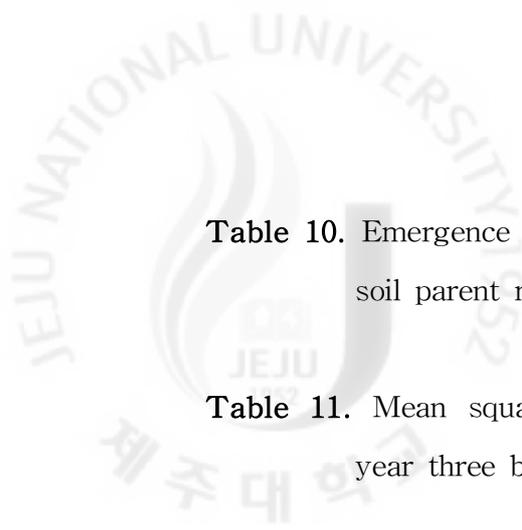


Table 10. Emergence and growth characteristics in year three by cultivar and soil parent material	36
Table 11. Mean squares in the ANOVA on the growth characteristics in year three by various factors	36
Table 12. Flowering characteristics in year one by region and cultivar	39
Table 13. Flowering characteristics in year one by cultivar and soil parent material	40
Table 14. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year one by various factors	40
Table 15. Flowering characteristics in year two by region and cultivar	45
Table 16. Flowering characteristics in year two by cultivar and soil parent material	46
Table 17. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year two	46
Table 18. Flowering characteristics in year three by region and cultivar	48
Table 19. Flowering characteristics in year three by cultivar and soil parent material	49
Table 20. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year two	49

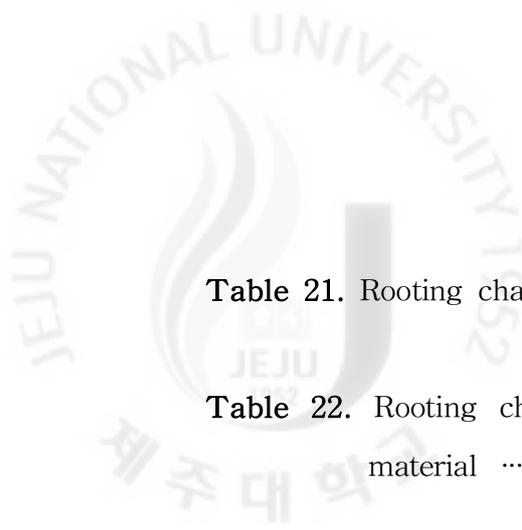
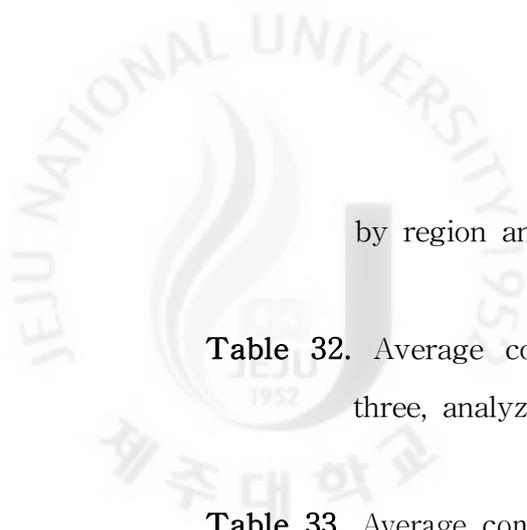
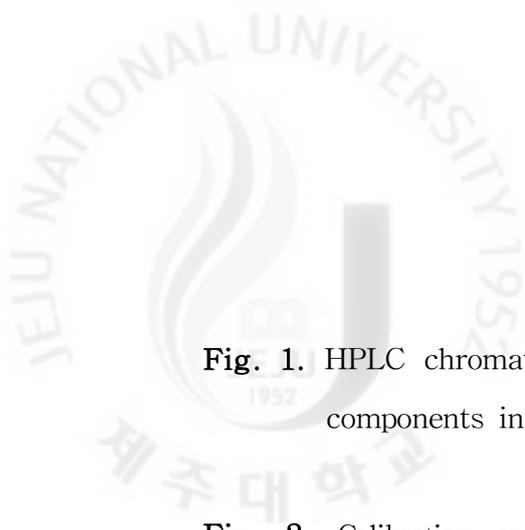


Table 21. Rooting characteristics in year one by region and cultivar	52
Table 22. Rooting characteristics in year one by cultivar and soil parent material	53
Table 23. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year one	53
Table 24. Rooting characteristics in year two by region and cultivar	57
Table 25. Rooting characteristics in year two by cultivar and soil parent material	58
Table 26. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year two	58
Table 27. Rooting characteristics in year three by region and cultivar	62
Table 28. Rooting characteristics in year three by cultivar and soil parent material	63
Table 29. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year three	63
Table 30. Phenolic acid contents in leaves, analyzed by HPLC, in year three by region and cultivar	72
Table 31. Phenolic acid contents in roots, analyzed by HPLC, in year three	



by region and cultivar	73
Table 32. Average content of phenolic acids in leaves and roots in year three, analyzed by HPLC	74
Table 33. Average content of phenolic acids in leaves and roots in year three by region	75
Table 34. Average content of phenolic acids in leaves in year three by cultivar and region	76
Table 35. Average content of phenolic acids in roots in year three by cultivar and region	77
Table 36. Secondary average content of phenolic acids in roots in year three of the cultivars grown in Songdang	80
Table 37. Content of phenolic acids in seeds in year three of the cultivars	80



List of Figures

Fig. 1. HPLC chromatogram of the ethanol extract obtained to analyze the components in echinacea	14
Fig. 2. Calibration scope for each phenolic acid (A: chlorogenic acid B: echinacoside) in HPLC chromatogram for the component analysis of <i>Echinacea</i>	16
Fig. 3. Calibration scope for each phenolic acid (C: caftaric acid and D: cynarin) in HPLC chromatogram for the component analysis of <i>Echinacea</i>	17
Fig. 4. Monthly average temperature and precipitation in Jeju during the experimental period	21
Fig. 5. Monthly average temperature and precipitation in Seongsan during the experimental period	22
Fig. 6. Rate of emergence in year three of each cultivar	33
Fig. 7. Flowering characteristics in year one of each cultivar	41
Fig. 8. Flowering characteristics in year two of each cultivar	42
Fig. 9. Root weight of a plant of <i>Echinacea</i> cultivars in Jeju	60
Fig. 10. Root weight per 10a of <i>Echinacea</i> cultivars in year two	61

Fig 11. Root weight per 10a of *Echinacea* cultivars grown in Jeju 64

Fig 12. Average content of components in leaves and roots on heat-drying method in year of three cultivars 70

Fig 13. Average content of components in leaves and roots on freeze-drying method in year of three cultivars 71



List of Photos

- Photo 1.** *Echinacea* flowers planted on the roadside in Jeju 3
- Photo 2.** Various *Echinacea* products 3
- Photo 3.** *Echinacea* in growth and in flower on the experimental field in Yoosooam 13
- Photo 4.** *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivar growing on the experimental field in Yoosooam 25
- Photo 5.** *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivar in flower on the experimental field in Yoosooam 38
- Photo 6.** Roots of *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivars grown on the field in Yoosooam 56

I. 서 언

최근 건강한 육체와 정신을 추구하는 생활문화인 웰빙(Well-being) 열풍이 새로운 문화코드로 해석되고 있어 식습관과 생활습관에 이르는 모든 것이 웰빙으로 귀결되고 있다. 이러한 추세와 더불어 동서양에서는 의약품 외에 대체의약 및 기능성 식품들에 대한 관심이 날로 증가함에 따라 허브제품에 대한 소비도 매년 10~15% 정도 증가하고 있으며 그 중 *Echinacea* 제품이 인기가 가장 높다 (Barrett 등, 1999).

*Echinacea*는 북아메리카 원산의 다년생 속근초로서 *Rudbeckia*와 유사한 국화과 식물이고 북아메리카의 초기 이주민과 원주민들에게 중요한 약용식물로 수세기 동안 재배되어져 왔다(Hobbs, 1990; Lienert 등, 1998). *Echinacea*는 국화과 중에서 가장 큰 해바라기족 식물로서 9종 2변종으로 분류되고(Hobbs, 1990; Pill 등, 1994) 그 중 *E. angustifolia*, *E. pallida*, *E. purpurea*가 가장 많이 이용되고 있다. *Echinacea*의 북아메리카 자생범위는 남 Texas부터 북쪽 Canada의 Saskaychewan까지의 대초원과 서쪽 Rocky Mts.에서 동쪽 Minnesota에 이르는 광범위한 지역이 해당된다(Foster, 1991; Kindscher, 1989). 재배국가로는 독일, 스위스, 네덜란드, 이탈리아, 스페인 등이나 재배지역이 점차 호주 및 남미 등으로 확산되고 있다.

미국 인디언들은 독성에 강한 방울뱀에 물렸을 때 *Echinacea*로 치료하여 상당한 효과를 보아 원주민들에 의해 주요 약용식물로 사용되어 왔고 최근에는 차, 강장제, 톱크제, 연고의 형태로 이용되어지고 있다. 또한 인체의 면역력을 증강시킬 뿐만 아니라 다양한 질병에 대한 예방과 치료가 가능하여 미국, 유럽 등에서 관심이 집중되는 기능성 식품 판매 1위인 약용작물로서 호흡기 또는 요로감염 치료 보조제, 감기 및 독감 치료 보조제와 암, 피부질환과로 효능이 인정되어 천연 건강제품으로 활용되고 있다. *Echinacea*는 인체의 면역력 강화로 다양한 질병에 대한 예방과 치료가 가능하여 최근 미국, 유럽 등지에서 많은 관심이 집중되는 작물이다.

최근 천연물로 만든 대체의약 및 기능성 식품에 대한 관심이 점차 증가함에 따라 미국에서는 건강보조식품으로, 일본에서는 영양보조식품으로 판매량이 매년

증가 추세에 있으며, 독일에서는 1920년 Gerhard Madaus 회사가 미국에서 종자를 수입하여 본격적인 재배가 이루어졌고, Mayer는 19세기말 *Echinacea*를 가져와 Mayer's blood purifier라는 제품을 생산하여 의약품으로 약국에서 판매되고 있다.

미국에서는 가장 대중적인 약초인 *Echinacea*는 매년 3억달러 정도 생산되고 있으며, 세계 건강기능식품 시장은 매년 10%의 높은 성장률을 나타내고 있고, 4천억 달러 규모까지 증가할 것으로 예상되어진다(Barreett 등, 1999).

그러나 우리나라에서는 식용으로서의 판매 및 재배가 허용되지 않고 있는 실정이며(Park 등, 2004), 국내에서는 외국에서 생산된 제품을 수입하여 천연항생제(Anti-V, 액체타입)와 건강기능식품으로 제조되어 어린이부터 성인용까지 비타민제로 이용되고 있다. 하지만 *Echinacea*는 그 약리효능 때문에 건강생활을 중요시 하는 현대인에게는 매력적인 대상으로 다가설 수 있으므로 앞으로 미국이나 유럽에서처럼 그 이용이 급증할 것으로 예견되고 있고 FTA를 대비한 새로운 소득작목 창출이 절실한 시점에서 *Echinacea*를 화훼 또는 약용작물로서 도입하기 위한 제주지역 적응성 및 경제성 검토가 필요하다.

*Echinacea*의 또 다른 가치는 대규모로 밀식재배하므로써 관상용 자원식물로 활용될 수 있는데 화색이 다양하고 개화기간이 2개월 정도 지속되므로 경관미화 가치상승 뿐만 아니라 관상식물로서의 화단용, 절화용, 건화용으로 다양하게 이용될 수 있다. 제주도는 중산간지역 유휴면적이 전체 면적의 20%를 차지하고 있고, 또한 감귤 폐원지와 동계채소 과잉생산을 대체 보완할 수 있는 작물과 관광지로서 경관작물 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 약용 및 경관용 작물로서의 잠재력을 갖고 있는 *Echinacea*를 제주지역에서 주요 품종의 생육특성을 연구하여 농가의 새로운 소득작물을 발굴하고 국내보급 전진기지로의 기초자료를 제공하고자 시험을 수행하였다



Photo 1. *Echinacea* flowers planted on the roadside in Jeju



Photo 2. Various *Echinacea* products

II. 연구사

*Echinacea*는 최근 미국등지에서 많은 과학자들의 관심이 집중되고 있는 작물이다.(Qu 등, 2005; Romero 등, 2005). *Echinacea*에 대한 이러한 연구 열풍은 그 작용기작에 관한 것으로 *Echinacea*는 인체의 면역 특성을 강화시킴으로써 다양한 질병에 대한 예방 및 치료 효과가 가능하다는 것에 근거한다. 미국의 인디언들은 독성이 강한 방울뱀에 물렸을 때 *Echinacea*로 치료하는 상당한 효과를 거둘 수 있어서 오래전부터 사용하였는데 작용기작은 뱀의 특수한 독성을 해독하는 작용보다는 인체자체의 외부 유입 독성에 대한 내성을 강화 시켜서 치명적인 피해를 막는 것으로 알려져 있다(Schulthess 등, 1991)

*Echinacea*는 *Rudbeckia*와 유사한 특성을 지니고 같은 국화과에 속하는 북아메리카 원산의 약용식물로 연년생 숙근식물이다.(Hobbs, 1990; Pill 등, 1994). *Echinacea*속에는 *E. angustifolia*, *E. atrorubens*, *E. laevis*, *E. paradoxa*, *E. purpurea*, *E. sanguinea*, *E. tennesseensis* 등이 알려져 있고 이중 가장 많이 이용되는 종은 *E. angustifolia*, *E. pallida*, *E. purpurea*이다. 특히 *angustifolia*는 추출물, 차, 팅크제(tincture), 강장제, 정제, 연고의 형태로 초기 북미 이주민과 원주민들에 의해 주요 약용식물로 사용되었으며(Hobbs, 1990; Lienert 등, 1998), 북아메리카의 자생범위는 남 Texas부터 북쪽 Canada의 Saskaychewan까지의 대초원과 서쪽 Rocky Mts.에서 동쪽 Minnesota에 이르는 광범위한 지역이 해당된다(Foster, 1991; Kindscher, 1989). 최근 들어 미국에서는 건강보조식품으로, 일본에서는 영양보조식품으로 판매되고 있으며 판매량도 매년 증가하는 추세에 있지만 우리나라에서는 식용으로서의 판매 및 재배는 허용되지 않고 있는 실정이다(Park 등, 2004). 하지만 *Echinacea*는 그 약리효능 때문에 건강생활을 중요시 하는 현대인들 에게는 매력적인 대상으로 다가설 수 있으므로 앞으로 미국이나 유럽에서 처럼 그 이용이 급증할 것으로 예견된다.

*Echinacea purpurea*는 약용식물로서 활용되고 있을 뿐 아니라 화단용, 절화 및 건화용으로 다양하게 이용되고 있는데(Kochankov 등, 1998; Pill 등, 1994;

Wartidiningsih와 Geneve, 1994), 대부분의 *Echinacea*종들은 개화단계별 화형이 개화초기에는 상향하고, 중기에서는 수평을 유지하며, 말기에는 하향하는 특성을 가지고 있다. 개화 시기는 종에 따라 다소 차이는 있으나 5월 중순에서 10월 중순에 해당되며 다양한 화색과 개화기간이 2개월 정도 지속됨으로 앞으로 관상식 물로서도 자리매김 할 것으로 예견 되지만 국내에서는 *Echinacea*에 대한 연구가 거의 없는 실정이다.

일반적인 종자발아가 가능한 온도범위는 온대식물이 12~21℃, 아열대식물이 16~27℃, 열대식물은 25~35℃ 이지만, 식물의 종 또는 품종에 따라 종자발아를 위한 최적, 최저, 최고온도의 한계가 다르기 때문에 온도 차이에 따라 종자의 발아율이 달라진다(Bewley와 Black, 1982; Shibata, 1985; Kim 등, 1988).

Hassell 등(2004)에 의하면 *Echinacea angustifolia* 종자는 30℃에서 49.4%의 발아율을 나타냈고, Kochankov 등(1998)의 실험에서는 *E. purpurea* 종자가 암조 건하의 25℃에서 55%의 발아율을 보였다. Hassell 등(2004)은 *E. purpurea* 종자는 24℃에서 30℃까지 84.6% 이상의 발아율을 나타내었고 특히 26℃에서는 92.6%의 높은 발아율을 보였다고 보고 한 바, 온도는 종자의 발아에 크게 영향을 미치며 종에 따라 온도효과는 차이가 있음을 알 수 있다. 종자의 발아는 온도 이외의 요인에 의해서도 촉진될 수 있으나 발아율 향상과 묘 생육 촉진에 직접적인 영향을 주는 요인으로 온도가 가장 중요한 것으로 알려져 있다.

*Echinacea angustifolia*의 발아는 배의 휴면으로 인하여 발아가 억제되므로, 발아율 향상을 위하여 광과 예냉처리가 필요하다고 하였다(Baskin 등, 1992; Feghahati 와 Reese, 1994). *Echinacea*의 경우는 종에 따른 발아율의 편차가 매우 커서 6종류의 시판되는 *Echinacea purpurea*의 발아율이 39%에서 91%로 다양한 결과를 보였다(Wartidiningsih와 Geneve, 1994).

Echinacea 종자를 크기별로 분류하여 발아실험을 한 Hassell 등(2004)은 *E. angustifolia*에서 발아온도와 상관없이 작은 크기의 종자들은 발아율이 현저히 낮았고, *E. purpurea*와 *E. paillida*의 경우에는 종자 크기에 따른 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.

Wartidiningsih와 Geneve(1994)은 *E. purpurea*의 경우 1기와 2기의 화서에서

생성된 종자가 3기와 4기의 화서에서 생성된 종자보다 생체중과 건물중이 높지만 발아율에 있어서 채종 당해는 1기에서 발아율이 높게 나타나지만 채종 후 1년이 지난 경우 화서의 위치와는 관련이 없다고 하였으며, 종자의 크기는 발아율에 영향을 미치지 않는다고 하였다.

종자의 생리적인 후처리를 통하여 최적의 발아조건이 아닌 불량한 조건에서 종자의 발아속도 및 균일한 발아와 발아율을 향상시키기 위한 발아 전처리 기술인 Priming 기술이 이용되고 있다. Priming 처리에 이용되는 시약으로 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , KNO_3 , Mannitol, NaCl, Na_2HPO_4 , Polyethylene glycol(PEG) 등을 이용할 수 있지만 모든 작물에 일률적으로 적용되는 것은 아니고 처리시간, 농도, 작물의 종류, 수분조건, 온도 등에 따라 선택적으로 이용할 수 있다(Khan, 1992).

Priming은 종자를 삼투용액에 침지하여 종자가 일정량의 수분만 탈수시켜 생리적 발아를 유도시키는 것으로 최근 20여년 동안 여러 가지 유, 무기약품이 삼투조절 목적으로 사용되어 왔다(Bradford 등, 1990; Taylor와 Harman, 1990). KNO_3 와 thiourea와 같은 화학물질은 광범위하게 사용되는 발아촉진 물질로 GA_3 합성을 촉진하는 것으로 추측된다(Begum 등, 1988). *Echinacea*를 대상으로 Priming이 시도된 바 Samfield 등(1991)은 *E. purpurea* 종자를 16°C의 증류수에 6일~9일 동안 처리 또는 potassium phosphate buffer(pH 7.0)로 Priming시 발아세가 높아지고 균일한 발아를 목격하였고, Finnerty와 Zajicek(1992)은 priming된 종자의 묘는 뿌리의 면적을 44%~51% 정도 증가시켰으며, 50mM Potassium salts로 15°C에서 9일 동안 Priming 처리한 *Echinacea purpurea* 종자의 발아율은 47%로 대조구의 21%보다 월등한 발아율을 보였다고 보고하였다.

E. purpurea 종자를 대상으로 osmotic priming을 실시한 Pill 등(1996)은 대조구에서는 발아율이 50% 도달했을 때까지 4.7일 인데 반해 PEG-0.4MPa로 처리하였을 경우 2.5일이 있었으며, 처리기간은 5일 보다는 10일 처리하는 것이 효율적이라 하였다.

Kochankov 등(1998)은 *E. purpurea* 종자에 PEG -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5 MPa 처리시 모든 처리구가 대조구에 비하여 발아율이 낮았으며, PEG 농도가 높

아침에 따라 발아율도 동반 하락하였고 특히 -0.5MPa 에서 20°C 시에서 모두 발아가 안 되었다고 하여 Pill 등(1994)과는 상이한 결과를 보였다.

또한 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 처리는 당근과 파의 종자에서 발아율에 큰 영향이 없었으며 (Jeong 등, 2000), 도라지, 현삼은 발아율의 촉진(Park 등, 1998), 양파는 억제 (Jeong 등, 2000)되는 등 작물에 따라 차이가 심한 것으로 알려져 있고, 0.1% KNO_3 처리구는 대조구와 비속하였으며 농도증가에 따라 약간의 증가를 보였으나 효과를 나타내지 못하였다(Lim, 2004)고 보고하였다.

Ethylene(C_2H_4)은 ethylene receptor와의 결합, 특정 유전자의 발현, 효소의 합성 또는 활성화 등과 같은 일련의 과정을 경유한다. 대부분의 종자의 휴면은 ethylene 혹은 ethylene 발생제인 ethephon 처리로 타파되며(Warner와 Leopold, 1969), ethylene은 발아에 필요한 성장촉진 물질들을 합성 또는 배출을 촉진하는 것으로 보인다(Jones, 1968; Olatoye와 Hall, 1972). Katoh와 Esashi(1975)은 *Xanthium pennsylvanicum* 종자에 ethylene 처리시 발아처리 효과는 고온에서 더 촉진된다고 하였으며, Burdett와 Vidaver(1971)는 ethylene과 적색광의 단독처리 보다는 ethylene+적색광 혼용처리가 상추종자의 발아를 촉진 시킨다고 하였다.

*E. angustifolia*를 포함한 국화과의 몇 종들은 종자의 휴면 타파를 위하여 ethylene이 요구되는데 (Abeles와 Lonski, 1969; Feghahati와 Reese, 1994; Katoh와 Esashi, 1975), Kochankov 등(1998)은 *E. purpurea* 종자에 성장조절제인 Kinetin, NAA와 Atonik 처리시 대조구에 비하여 발아율이 크게 증가 하지 않았지만, GA_3 와 ethephon은 대조구에서 발아율 48%인데 반하여 12% 이상 높은 62%의 발아율을 보였다고 하였다. 또한 *E. angustifolia* 종자는 예냉처리 후 ethephon처리는 광조건에서는 발아율이 높게 나타났지만, 암조건에서는 발아에 효과 없었다는 보고도 있었고(Macchia 등, 2001), Sari 등(2001)은 ethephon 1.0mM 의 처리는 *E. angustifolia*의 종자공급원에 관계없이 발아율을 증가시키지만, 발아율의 증가 정도는 달라 *E. pallida*가 증가율이 더욱 크다고 하였다.

박피처리에 의한 발아율증진에 관한 보고를 살펴보면, *E. angustifolia* 종자의 과피를 제거하였을 때 발아율이 13%에서 95%로 증가 하였으며(Sorenson과 Holden, 1974), 시금치 종자는 과피가 단단하고 두껍기 때문에 녹색을 띤 미숙종

자나 등숙종자가 발아율이 16~17% 정도 높다고 하였고(Mayer와 Poljakoff Mayber, 1982), 썩갯 종자의 과피를 제거 하였을 경우 90% 이상의 발아율을 나타내었지만 완전 종자의 경우는 58%의 발아율을 나타내어 발아억제작용이 과피를 포함한 종피에 의한 것임이 보고되었고, 과피 또는 종피에 억제물질이 존재할 가능성이 제시되었다(Suganuma와 Ohno, 1984).

또한 Kim(1986)은 미나리 종자를 박피하여 치상 하였을 때 30일내에 90% 이상의 높은 발아율을 보였다고 하였고, 경실 종자는 종피나 과피에 기계적 또는 화학적으로 종피처리 함으로서 휴면이 타파되었다(Bevilacqua 등, 1987; Manning과 Staden, 1987).

만성피로증후군(CFS), AIDS 환자는 세포면역기능의 억제현상을 종종 보이는데, 인삼추출물과 *Echinacea* 추출물이 면역 반응을 증대시킨다고 하였고 캐나다의 산모 412명을 대상으로한 *Echinacea*의 안전성 연구에서 어떠한 안전상의 우려도 느낄 수 없었으며, 참가자의 81%는 상부호흡기 증상이 개선되는 효과가 있었다고 의학적으로 보고되고 있다.

Echinacea 생약은 glycoproteins, alkamides, polyacetylene, flavonoids, caffeic acid derivatives, polysaccharides, volatile oils를 포함하는 많은 성분이 있다.(Thomson . 2004)

김(2006)에 의하면 *Echinacea* 다량류는 혈관에 PMN(polymorphonuclear)cell을 부착시켜 PMN cell의 이동을 유도하고, 골수로부터 monocyte를 끌어낸다. 그러므로 대식세포를 자극하여 IL(interleukin)-1, IL-6, TNF-a(종양괴사인자)를 분비하고, 균의 성장을 방해하며 식세포의 기능을 향상시킨다. 이러한 기전에 의하여 *Echinacea*는 면역력이 저하된 환자 혹은 호흡기 감염과 하부 요로감염이 반복되는 환자의 체액성 면역력과 세포 매개성 비특이적 면역 체계를 정상화시켜준다. 또한 이소 부틸 아미드 염으로 다가불포화 지방산의 이소 부틸 아미드 염은 hyaluronidase의 활성을 억제함으로써 항염증 작용을 한다. 동물실험에서 백혈구의 식균 작용을 증대시킬 뿐 아니라 실험실에서는 인플루엔자 바이러스(RNA virus)와 포진 바이러스(DNA virus)를 포함한 여러 가지 바이러스에 대하여 억제 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

Echinacea 작용은 비 특이적 세포성 면역 기능에 직접적인 효과가 있다. *Echinacea*는 식물의 종류에 항균 작용, 항염증작용, 항 궤양성, 상처치유 작용을 나타낸다. 면역증강작용과 항균작용은 alkamides, plicoproteins, caffeic acid derivatives, polysaccharides등 성분에 의해서 나타난다고 하였다(김. 2006).

유럽에서 *Echinacea* 제제는 균과 바이러스감염의 치료나 예방에 사용되어 왔으며, 중증의 감염증 치료에도 사용되었고, 감기에 동반되는 증상을 경감시키는데 중요하다고 보고되었다. 질병에 걸렸을 때 바로 복용하면 증상의 심한 정도를 줄여주고 질병의 회복을 한결 쉽게 해준다. EH한 *Echinacea*는 요로감염의 재발 현율을 감소시키는데 사용되었다(김. 2006).

Echinacea 약리기전에 대해 첫째는 면역세포 증식 촉진 작용으로 백혈구 수가 증가하고, lymphocytes level을 상승시키며, monocytes 생산을 촉진하고, stem cells를 자극하여 면역세포 분화를 촉진하고, 둘째는 면역세포 활성화 유도 작용으로 백혈구 활성화증진 효능이 있다. Cytokines level을 상승시키며, 식세포에 의한 IL-1의 생산을 증가시킨다. 임파구에 의한 림포킨의 생산을 촉진하며, 인터페론 생산을 증가시키고, EH한 식세포 작용을 촉진하고 식세포와 NK cell을 활성화시킨다. 셋째는 식세포 작용을 촉진하며 넷째는 hyaluronic acid가 막투과를 용이하게 하여 세포를 파괴하고 염증을 유발하는데 hyaluronidase의 활성을 억제하여 항염증 작용을 한다고 보고하였다.(Thomson . 2004)

Mercurius cyanatus complex로 알려진 *Echinacea angustifolia*를 사용하여 병원성 미생물에 대한 항균 실험 결과, vancomycin의 작용과 유사한 작용을 나타내었는데 *Echinacea purpurea*의 알콜 추출물을 복막의 대식세포의 식균작용, 대사성, 및 항균작용을 증가시켰다. *Echinacea angustifolia*의 다가불포화 alkamides는 cyclooxygenase와 5-lipoxygenase를 억제함으로써 항염증작용을 나타낸다. *Echinacea angustifolia*의 소량 다당체는 항염증 효과가 있고, *Echinacea purpurea*의 다당체는 급성 반응을 유도한다. 급성반응은 PMN의 자살율을 향상시키고, staphylococci와 같은 균을 죽이는 이세포의 능력을 증가시켜 일어난다. *Echinacea* 추출액은 관절염 치료에 사용되고, 몇몇 혼합 제제는 벌레 물린 후 가려움증과 염증을 감소시킨다.

Caffeic acid derivatives는 free radical로 기인한 type III collagen의 감소기능을 보호해주는 효과를 나타낸다. 콜라겐 감소는 echinacoside와 cichoriic acid, cynarine, chlorogenic acid에 의해 가장 많이 억제된다. 상처에서 콜라겐 겔 수축의 억제는 morphological 변화 억제와 비슷하다.

Echinacea purpurea 지상부분은 감기증상의 심한 상태를 감소시키지만 뿌리는 효과적이지 않았다.

*Echinacea*는 각종 감염증인 인플루엔자, 감기, 비뇨생식기 감염, 상기도 호흡기계 감염에 널리 사용될 수 있으며, 질 칸디다증, 생식기 포진, 소수포성구내염, 소아 만성 소화 장애증, 게실염, 방광염, 중이염, 비염, 편도염, 인후염, 기관지염, 폐렴, 부비강염 등의 제증상에 사용되고, 류마티스성 관절염, 종기, 모낭염, 뱀에 물린데, 치통에 적용될 수 있다.

또한 감기 예방 효과가 초기 감기 증상의 개선에 매우 효과적이며 급성기관지염에 대한 항생제 대체물질로서의 효능을 지니며, 만성 피로 증후군 환자에게 변역 증강 효과를 나타낸다.

김(2006)에 의하면 *Echinacea*는 인체의 면역반응을 담당하는 백혈구의 수를 증가시켜 인체 내에 침입한 바이러스와 세균 등을 포획하여 파괴시키거나 불활성화 시켜 제거하는 과립구에 의한 식세포작용을 촉진하는 비특이적 면역증강작용을 통하여 신체의 면역력을 높여줌으로서 질병 초기에 투여하여 질병의 기간을 단축시켜주고, 질병의 심한 정도를 경감시켜주는 효과를 지닌다고 하였다.

박(2004)에 의하면 조직 배양한 *Echinacea* 추출물의 효능 효과 평가 결과, 추출물 농도 2% 까지 세포독성이 나타나지 않았으며, 외부환경에 의한 피부노화 및 피부색, 기미, 주근깨 등과 같은 피부현상에 중요한 영향을 미치는 인자인 활성산소종의 소거 효과가 우수함을 확인하였으며, 또한 B16 melanoma세포 내에서 tyrosinase의 발현을 농도 의존적으로 감소시키고 멜라닌 합성을 억제하였다. 피부 주름과 관련하여 진피층의 extracellular matrix(ECM) degradation에 관여하는 콜라겐 분해효소인 MMP-1, MMP-2의 발현을 억제하였다고 하였다.

Echinacea 메탄올 추출물의 간암세포인 HepG2 cell 대한 MTT assay는 농도

의존적으로 세포독성 효과가 증가하였으며, 인간유래 백혈암세포인 HL60 cell의 경우에 잎과 뿌리 추출물은 저농도에서부터 독성효과가 컸고, 줄기와 꽃봉오리는 저농도에서는 독성효과가 낮았으나 고농도로 갈수록 독성효과가 커짐을 알 수 있었다. (이, 2002)

국내 *Echinacea* 연구는 종자 발아시 호르몬의 처리 및 휴면 타파 방법에 대한 연구, 세포배양 조건에 대한 연구와 일부 유전자 조합의 성과 발표가 있으나, 노지에서 생태 특성 조사, 재배법, 생육특성에 대한 연구는 미미한 실정이다. 최근에는 생리활성 물질의 분리와 탐색 그리고 활성물질의 대량생산 체계를 이루기 위한 생육조건 연구, 호르몬 처리에 의한 조직 배양조건과 생물반응기 조직배양 기술을 활용한 대량 생산체계의 연구가 진행되고 있다.(방, 2006; Wang 등, 2004)

Ⅲ. 재료 및 방법

본 시험은 *Echinacea* 품종이 토양 및 지대에 따른 생육 및 뿌리특성 구명과 성분분석을 통하여 제주지역 재배가능성을 검토하고자 2009년 부터 2011년 까지 3개년 동안 6장소에서 실시하였다.

시험에 공시된 *Echinacea* 품종은 미국에서 많이 재배되고 있는 *angustifolia*, *purpurea*, *pallida* 3품종이었다. 처리내용은 화산회토와 비화산회토 지역에서 해발 100, 200, 300m 지대별로 구분하여 각 지대별로 공시된 3품종을 정식하였다. 화산회토는 해발 100m지대는 성산읍 종달, 200m 지대는 구좌읍 송당, 300m는 애월읍 봉성지역에서, 그리고 비화산회토는 해발 100m는 애월읍 상귀, 200m는 애월읍 유수암, 300m는 광령에서 수행하였다.

출아율을 높이고자 파종 2일전에 Ethephon 50ppm으로 침지처리하였고 입모을 확보를 위해 베노람 분체를 가지고 분의 소독처리를 실시하였다. 파종은 2009년 4월 22일 128공 트레이에 4~5립씩 파종하여 1주만 남기고 솟음작업을 하였고 본엽이 4매 정도로 자란 시기인 6월 3일 포장에 정식하였다. 비료는 질소 6kg/ha, 인산 6kg/ha, 칼리 6kg/ha에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화加里로 환산하여 전량기비로 시용하였다. 재식거리는 휴폭 40cm, 주간 10cm 간격으로 정식을 하였고 시험구는 구당 6.4m²(1.6×4m, 80주) 면적에 각 지대별로 난괴법 3반복으로 배치하였다.

주요 생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 의하여 개화기 등을 수시로 조사하였고 그 외 생육조사는 시험구 중간지점에서 무작위로 10개체를 선정하여 경장, 엽수 등을 조사하였으며, 근장, 근중은 시험구 중간지점 1열을 선정하여 5개체를 30cm 깊이로 굴취해서 흙을 모두 제거한 후 뿌리부분을 측정하였다

토양분석은 시험구별로 정식하기 전에 토양시료 채취기인 오가(augar)를 이용하여 표토 15 cm 내외의 근권에서 지점별 3반복의 토양을 채취후 혼합하여 풍건하고, 2 mm의 표준체(200 메쉬)를 통과시켜 조제하였다. 토양의 전질소(T-N) 함

량(%)은 켈달장치(Kjeltec 2400, Foss, Denmark)로, 양이온 성분분석은 원자흡광 장치(AA 700, Pekin Elmer, USA)으로 분석하였으며, 기타 토양의 이화학적 특성 및 식물체 분석은 농촌진흥청 토양 및 식물체분석에 의하여 분석하였다(농진청, 2000).



Photo 3. *Echinacea* in growth and in flower on the experimental field in Yoo-soo-am.

시험결과는 SAS 프로그램(Package relwase 9.2)을 이용하여 지대별로 난괴법 통계처리 및 지역, 품종간 상호작용을 구하였고 평균값의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중검정(Multiple range test)에 의해 검정하였다.

성분분석은 3년차 식물체를 품종별로 잎과 뿌리, 종자를 80℃에서 2일정도 열풍 건조시켜 HPLC 분석기기 장치를 이용하여 echinacoside 등 caffeic acid 유도체 4성분을 측정하였다.

추출방법은 건조 분말 시료 10g을 70% 에탄올 200ml에 침출시켜 4시간 동안 초음파로 추출하였고, 여과 및 농축은 Advantec NO.2 여과지를 사용하여 여과하였으며 여액을 감농축하여 추출물을 제조하였다. 분석조건은 표준품 제조 Chlorogenic acid(Sigma C3878), Echinacoside(Sigma 07668), Cynarin(Sigma 91801), Caftaric acid(Sigma 88656)를 각각 메탄올에 희석시켜 10, 20, 50, 100ppm 표준시약을 제조하고 실린지 필터로 여과하여 사용하였고, 샘플제조는 각 샘플을 50% 메탄올에 녹여 10,000ppm으로 희석하고 실린지 필터로 여과하여 사용하였다.

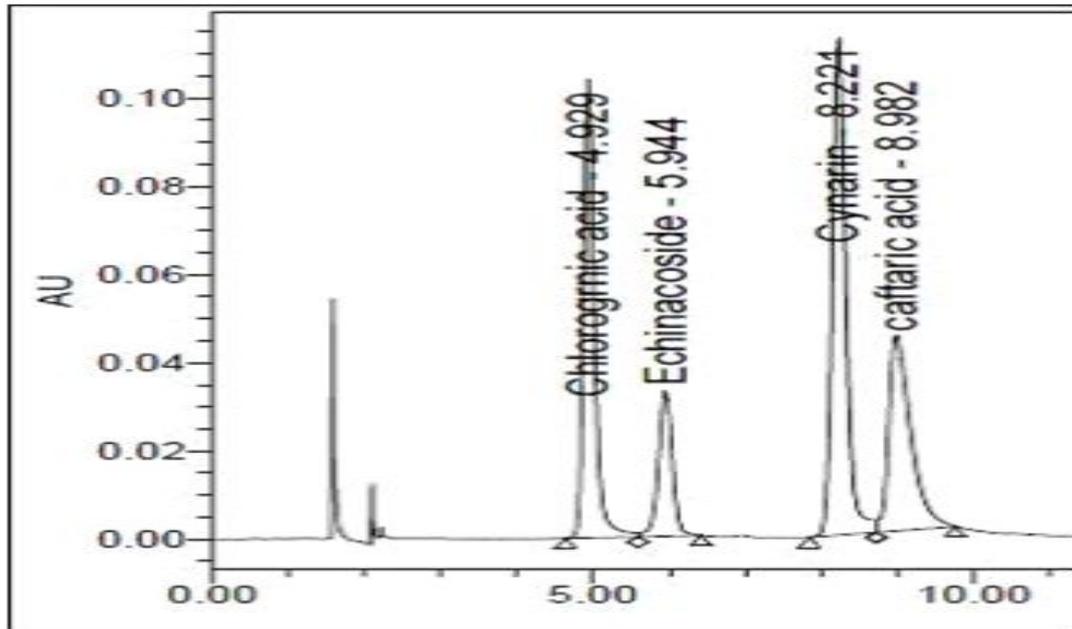
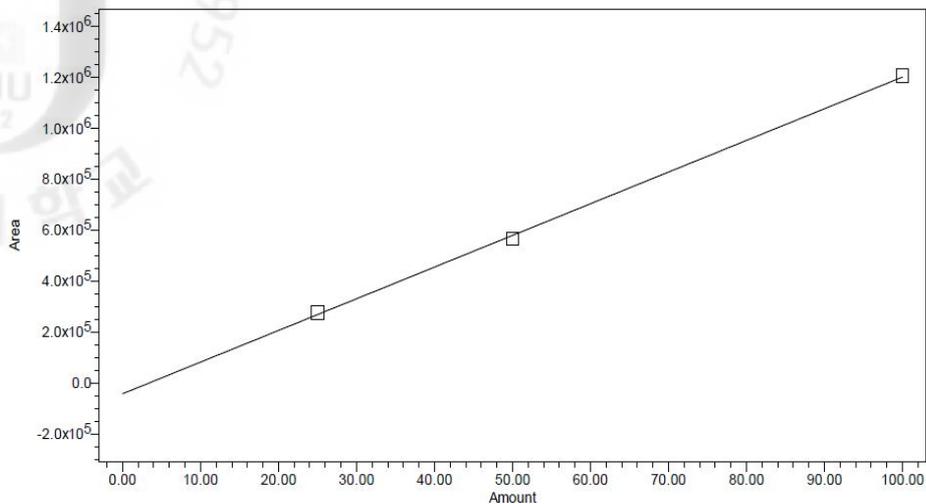


Fig 1. HPLC chromatogram of the ethanol extract obtained to analyze the components in *Echinacea*.

분석기기는 Waters(USA) High performance liquid chromatography (HPLC) system e2695, 검출기는 Waters(USA) Photodiode array detector 2998, 컬럼은 Waters Sunfire C18 4.6 x 150mm, 5um(25℃)에 10ul 주입하여 A는 H₂O(0.5% Acetic acid) B는 ACN 용매조건을 주어 유효성분을 분석하였다.

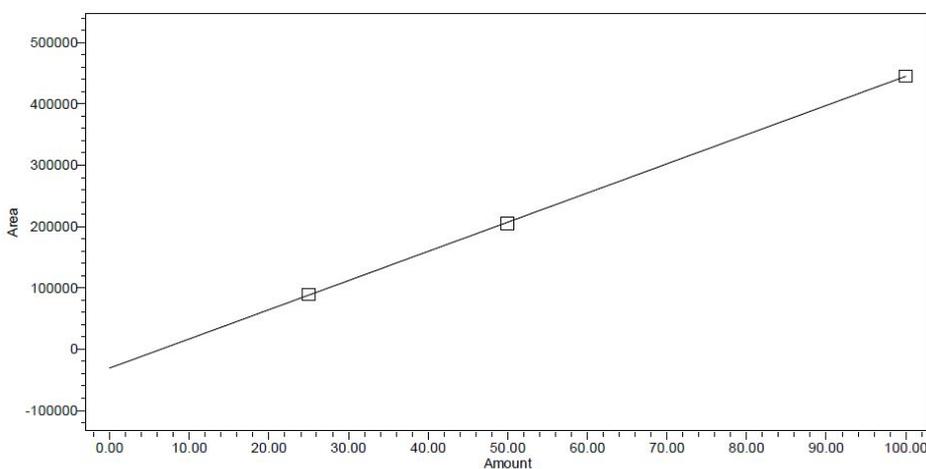
2차 분석은 1차 분석 시료의 80℃ 고온건조가 유효성분 함량에 미치는 영향을 확인하기 위하여 뿌리 부위를 동결건조 처리하여 건조 분말 시료 10g을 70% 에탄올 200ml에 침출시켜 4시간 동안 초음파로 추출을 실시하였고, 1차 분석과 동일한 방법으로 유효성분을 분석하였다.

A



Peak Name: Chlorogenic acid; RT:4.686; Fit Type: Linear(1st Order); Cal Curve id: 1456; R: 0.999709; R²: 0.999418; Weighting: None; Equation: $Y=1.24e+004x-4.24e+004$; Normalized intercept/Slope: -0.054491; RSD(E): 2.371817

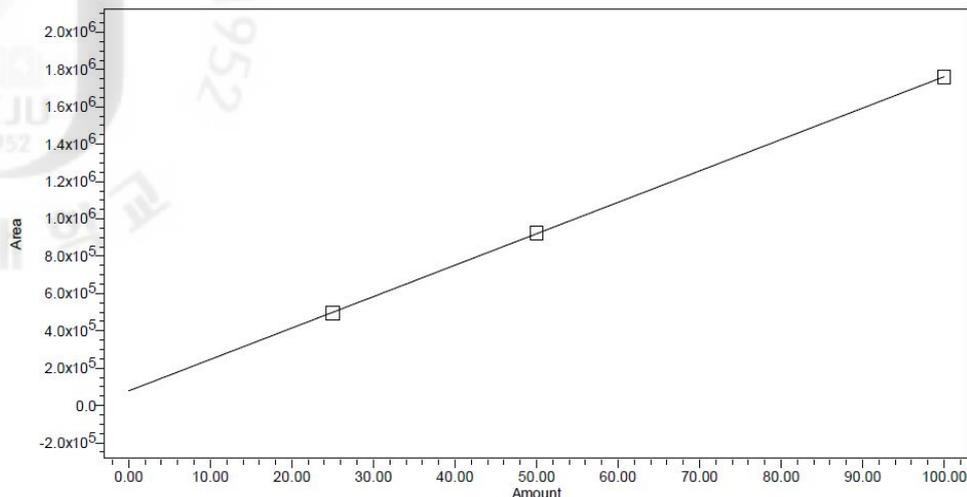
B



Peak Name: Echinacoside; RT:6.521; Fit Type: Linear(1st Order); Cal Curve id: 1457; R: 0.999965; R²: 0.999929; Weighting: None; Equation: $Y=4.76e+003X-3.09e+004$; Normalized intercept/Slope: -0.103772; RSD(E): 0.876925

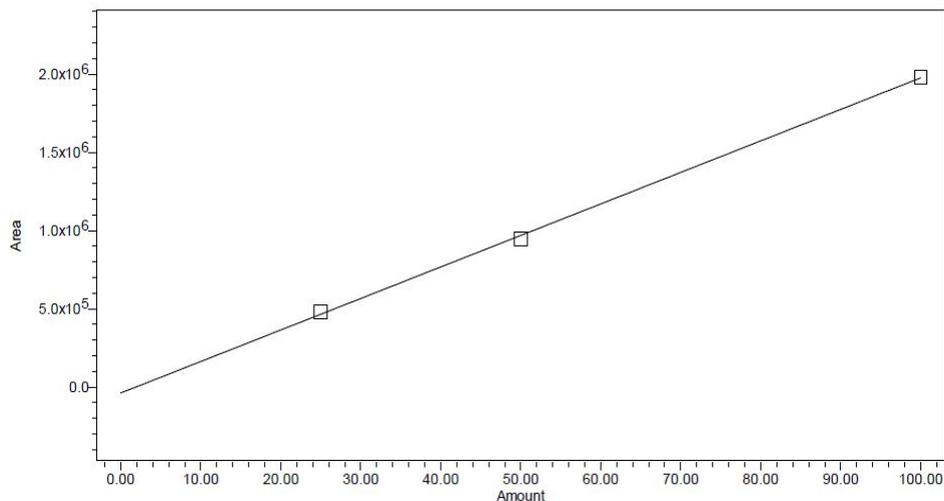
Fig 2. Calibration scope for each phenolic acid (A: chlorogenic acid, B: echinacoside) in HPLC chromatogram for the component analysis of *Echinacea*.

C



Peak Name: Caftaric acid; RT:6.920; Fit Type: Linear(1st Order); Cal Curve id: 1458; R: 0.999966; R²: 0.999932; Weighting: None; Equation: $Y=1.68e+004X+7.84e+004$; Normalized intercept/Slope: 0.074568; RSD(E): 0.709141

D



Peak Name: Cynarin; RT:7.795; Fit Type: Linear(1st Order); Cal Curve id: 1459; R: 0.999735; R²: 0.999470; Weighting: None; Equation: $Y=2.01e+004X-3.86e+004$; Normalized intercept/Slope: -0.030698; RSD(E): 2.205307

Fig 3. Calibration scope for each phenolic acid (C: caftaric acid and D: cynarin) in HPLC chromatogram for the component analysis of *Echinacea*.

시험포장 토양에 대한 화학적 성질은 표 1, 시험기간 3년 동안 기상조건은 표 2와 그림 4~5에서 보는 바와 같다.

Table 1. Chemical characteristics at the start of the experiment

Soil type and altitude		pH (1:5)	E. C (dS/m)	O. M (g/kg)	Exchange cation (cmol ⁺ /kg)		
Soil	Altitude (m)				Ca	Mg	K
volcanic	Jongdal (100)	6.0	0.8	83.0	6.21	4.14	1.50
	Songdang (200)	5.6	0.8	46.9	1.52	1.28	2.48
	Bongseong (300)	6.7	0.7	33.3	2.19	4.32	0.16
Non- volcanic	Sanggui (100)	6.1	0.5	15.3	5.72	0.89	1.77
	Yoosooam (200)	6.8	0.7	16.6	7.83	4.58	0.25
	Gaengreong (300)	6.7	0.8	20.6	9.01	3.79	0.61

시험포장 토양에 대한 화학적 성질을 보면 pH는 송당에서 5.6으로 다소 낮았고 유기물 함량은 화산회토에서 높게 조사되었다.

기상조건은 3년차에서 1, 2월 평균기온이 예년에 비해 매우 낮았다. 강수량은 1월부터 3월까지 적었고 6월, 8월에는 집중적인 강우 현상이 있었으며 9월부터 가뭄현상도 발생하여 생육에 불리한 조건이었다.

Table 2. Monthly maximum, minimum and average temperatures, precipitation and hours of sunshine in Jeju Island during the experimental period

Month	Region	Year	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	Hours of sunshine
			Aver	Min	Max		
Jan.	Jeju	2009	5.5	3.0	7.9	61.7	47.1
		2010	5.3	2.5	8.3	34.6	79.6
		2011	2.3	0.7	4.1	15.6	33.9
	Seongsan	2009	5.3	1.9	8.5	67.9	94.5
		2010	4.5	0.9	8.0	49.4	117.5
		2011	2.4	0.3	5.1	19.0	110.6
Feb.	Jeju	2009	8.7	5.7	11.6	113.7	102.0
		2010	7.3	4.4	10.5	81.7	89.9
		2011	7.0	4.2	10.1	35.1	113.5
	Seongsan	2009	8.9	5.4	12.2	151.6	101.6
		2010	6.6	3.2	9.8	113.2	111.0
		2011	7.4	4.0	11.0	140.2	142.4
Mar.	Jeju	2009	9.8	6.3	13.4	50.9	149.1
		2010	9.3	5.9	13.0	161.3	112.8
		2011	7.8	5.1	10.7	32.4	199.2
	Seongsan	2009	9.8	5.9	13.6	155.7	156.1
		2010	8.5	4.7	11.7	259.3	120.1
		2011	7.6	3.4	11.5	38.5	219.0
Apr.	Jeju	2009	13.7	10.1	17.3	94.4	218.6
		2010	11.8	8.6	15.2	210.5	152.1
		2011	13.2	9.3	17.0	51.3	233.8
	Seongsan	2009	13.6	8.8	18.2	150.5	240.5
		2010	10.7	7.1	14.1	271.9	147.4
		2011	13.1	8.3	17.5	92.8	231.2
May	Jeju	2009	18.6	14.9	22.7	52.2	252.0
		2010	17.3	14.1	21.2	33.6	209.2
		2011	18.2	15.1	21.6	66.1	185.1
	Seongsan	2009	18.4	14.0	23.1	71.2	263.1
		2010	16.1	12.7	19.9	106.0	208.7
		2011	18.0	15.1	21.4	108.9	138.5
June	Jeju	2009	22.6	19.6	26.1	155.8	208.9
		2010	21.2	18.8	24.1	188.0	131.7
		2011	21.7	19.4	24.5	398.6	129.8
	Seongsan	2009	21.0	17.8	24.5	217.8	163.8
		2010	19.6	17.0	22.7	225.7	116.8
		2011	20.9	18.8	23.3	409.5	58.9

Month	Region	Year	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	Hours of sunshine
			Aver	Min	Max		
July.	Jeju	2009	25.8	23.2	28.8	201.1	153.7
		2010	25.9	23.5	28.9	263.9	160.6
		2011	27.3	24.5	30.7	68.3	201.1
	Seongsan	2009	24.1	21.8	26.9	304.8	95.2
		2010	24.8	22.6	27.8	251.9	108.1
		2011	26.1	23.8	29.2	60.7	143.9
Aug.	Jeju	2009	25.6	23.4	28.2	240.5	150.9
		2010	28.8	26.4	32.1	227.6	233.5
		2011	26.0	24.1	28.7	423.1	152.6
	Seongsan	2009	25.0	22.8	27.8	239.8	141.7
		2010	27.7	25.3	30.5	397.4	177.3
		2011	25.5	23.9	28.1	326.5	101.3
Sept.	Jeju	2009	22.9	20.7	25.4	113.3	149.4
		2010	24.2	21.6	27.2	179.1	166.6
		2011	23.1	20.7	26.1	47.8	178.7
	Seongsan	2009	22.6	20.3	25.7	162.7	140.2
		2010	24.8	22.2	27.7	188.4	141.5
		2011	23.5	20.7	27.1	105.0	212.3
Oct.	Jeju	2009	19.0	15.9	22.4	77.4	201.8
		2010	17.6	15.0	20.3	120.3	132.1
		2011	17.9	15.0	20.8	49.1	164.1
	Seongsan	2009	18.5	14.8	22.1	82.1	208.7
		2010	18.1	15.1	21.3	113.8	161.2
		2011	18.0	14.5	21.6	59.8	174.9
Nov.	Jeju	2009	12.4	10.0	15.2	115.3	67.2
		2010	11.7	8.1	15.2	1.8	125.3
		2011	-	-	-	-	-
	Seongsan	2009	11.3	8.3	14.7	95.5	108.6
		2010	12.1	7.7	16.5	3.0	178.4
		2011	-	-	-	-	-
Dec.	Jeju	2009	7.3	4.8	9.8	28.5	64.0
		2010	7.1	4.0	10.3	82.5	88.4
		2011	-	-	-	-	-
	Seongsan	2009	6.3	3.3	9.4	53.9	112.1
		2010	7.2	3.5	11.3	106.8	129.7
		2011	-	-	-	-	-

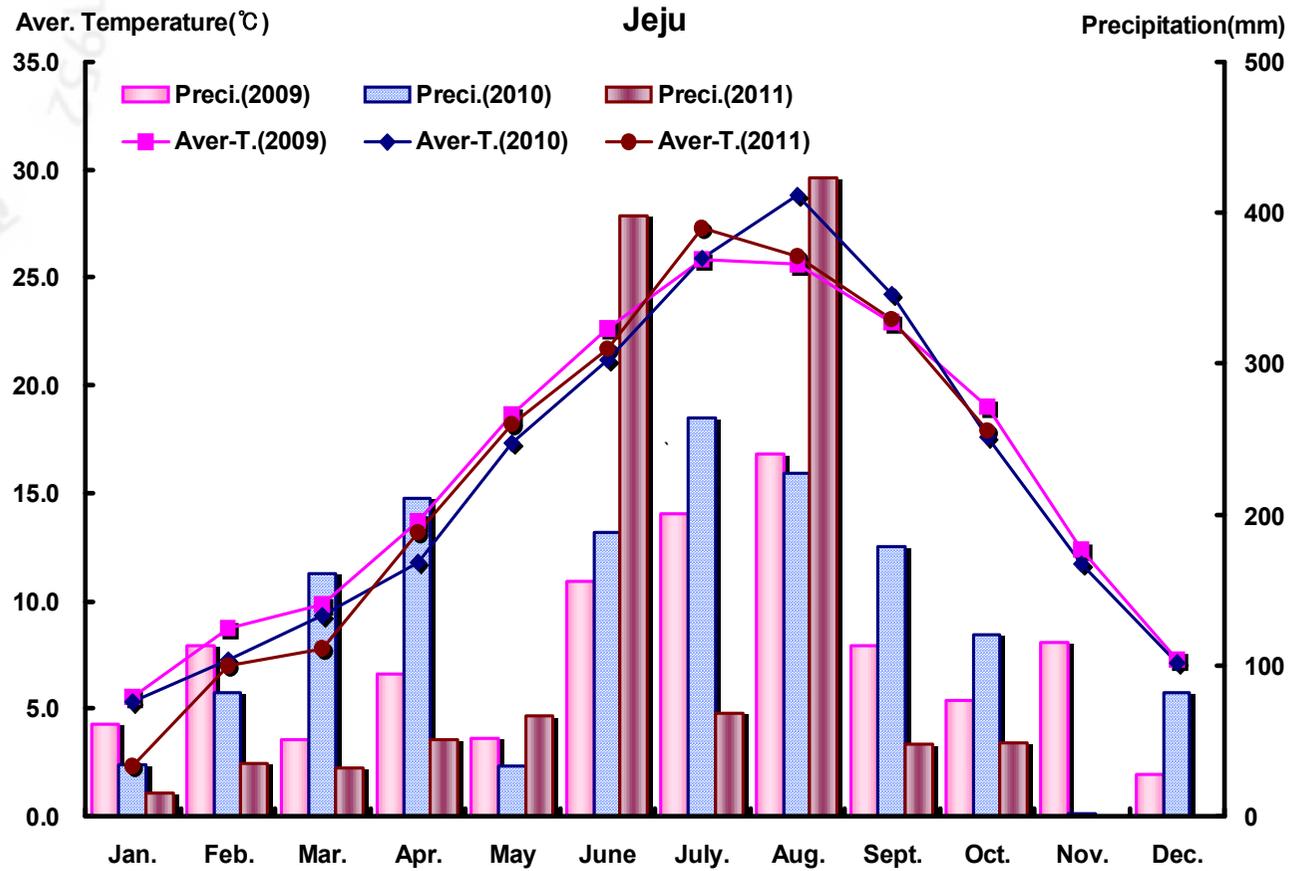


Fig 4. Monthly average temperature and precipitation in Jeju during the experimental period

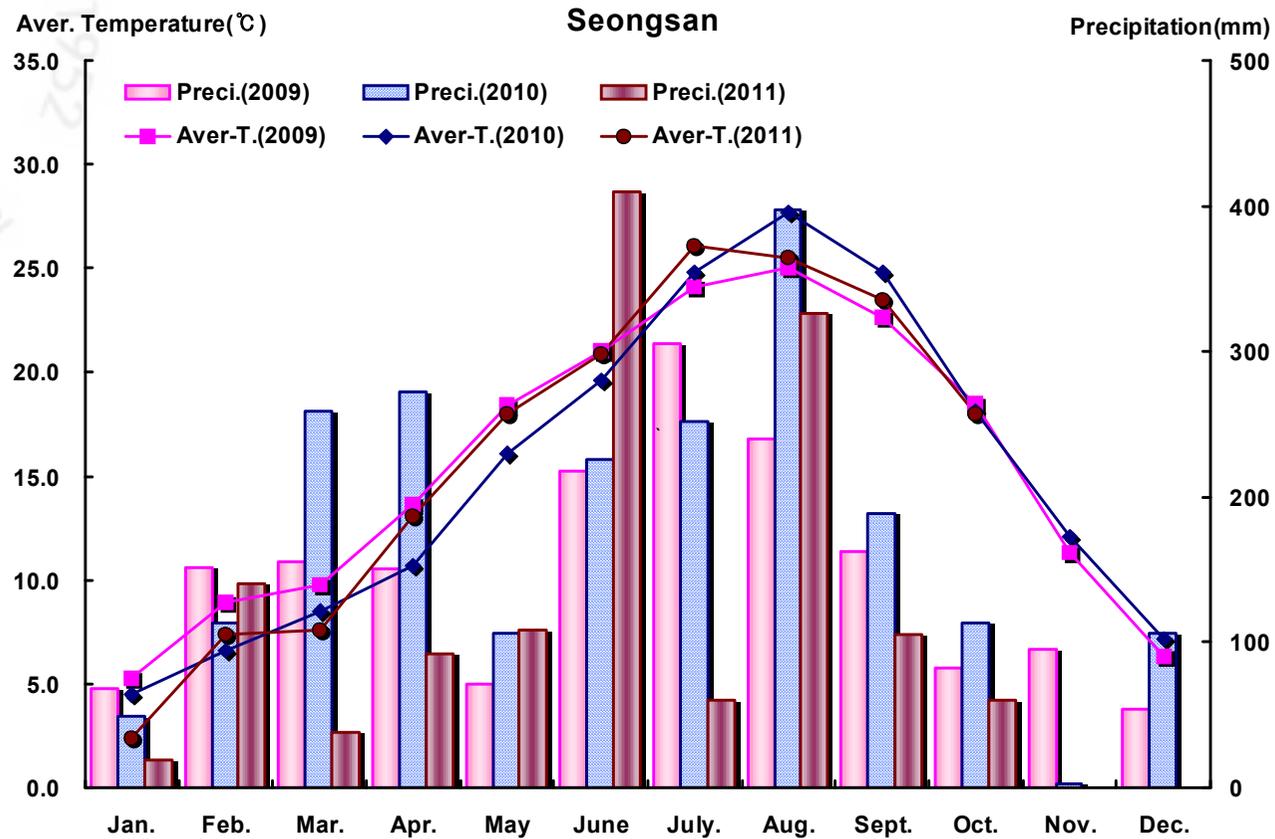


Fig 5. Monthly average temperature and precipitation in Seongsan during the experimental period

IV. 결과 및 고찰

1) 출아 및 생육특성변화

제주도 토양은 대부분 미사질 토양이고 약 80%가 화산회토인데 서부해안 지역은 비화산회토가 많고 동부해안 지역과 중산간 지역은 주로 화산회토로 되어 있다. 화산회토는 통기성과 배수가 양호한 것이 특징이며, 비화산회토는 육지부 토양 특성과는 다르고 pH가 6.0 내외로서 유기물 함량이 3~5%로서 육지 토양과는 이화학적 성질의 차이가 큰 특징을 나타내었다고 보고되었고 (김, 1982), 본 연구에서는 토양조건을 크게 화산회토와 비화산회토로 나누고, 다시 표고별 100, 200, 300m로 나누어 *Echinacea*가 제주지역 재배 가능성을 검토하고자 시험을 수행하였다.

정식 1년차 지대별 생육특성을 조사한 결과는 Table 3~5에서 보는 바와 같다. *Echinacea*는 정식 후 뿌리가 내리기까지 기간이 오래 걸리고 환경적인 요인이 상당히 좌우되는 작물이다. 활착율은 화산회토에서는 지대가 높은 봉성 해발 300m에서 전품종이 높게 나타났고 비화산회토에서는 유수암지역인 해발 200m에서 활착율이 높은 경향을 보였다. 품종간 비교에서는 모든 지대에서 *purpurea* 품종이 가장 뿌리 활착이 잘되는 품종이었으며 다음으로는 *pallida* 품종이었으며 *angustifolia* 품종이 가장 저조하였다. *Echinacea*의 생육에 적합한 토양환경으로 *E. angustifolia* 품종은 pH 6.5~8사이의 알칼리성 토양을 선호하며 *E. Pallida*와 *E. Purpurea* 품종은 다소 산성토양(pH 5.5)에서도 잘 적응하지만, 적정 산도는 pH 7.5라고 하였으며, *E. Purpurea*는 대부분의 토양 유형에서 잘 적응하는 편이며 특히 사양토의 pH 7.0의 토양에서 잘 생육한다는 보고가 된 바 있다 (Kindscher, K. 2006). *Purpurea* 품종이 활착율이 좋은 것은 잎이 등글면서 엽병도 길어 관수와 우천에 도복이 되지 않았으며 또한 한발에 강하면서 초기 생육이 빨라 뿌리가 일찍 내릴 수 있었다. 하지만 *angustifolia* 품종은 잎이 세형이면서 기부에서 잎이 2개 나와 우천시 잎이 토양에 밀착되고 초기 생육이 더디어 활착하는데 어려운 품종이었다. *Angustifolia* 품종이 비화산회토 100m(상귀)에서

16.3%로 다른 지역에 비해 현저히 떨어졌는데 이는 토양이 수분관리가 어려운 자갈이 많고 견고한 토양이라서 초기 뿌리내림에 걸림돌이 되었던 것으로 보인다. *Echinacea*는 가뭄에 강한 작물로서 *E. purpurea*는 높은 강수량의 지역에서 번성하기 때문에 정기적인 관개를 필요로 하는 반면에 *E. angustifolia*는 과도한 관개가 생육에 해를 입힐 수 있다고 한다.(Kindscher, 2006) 본 연구의 토양간 비교에서는 비화산회토보다는 화산회토가 *angustifolia*, *purpurea* 품종에서 활착율이 높았다. 이는 정식 후 활착시까지 토양 수분 보유력 차이에 따른 영향이었을 것이라 여겨진다.

초장은 화산회토, 비화산회토 모두 *angustifolia* 품종이 가장 작았으며 토양별로는 화산회토는 해발 300m인 봉성, 비화산회토는 해발 300m인 광령 중산간 지역에서 생육이 저조하였다. 초장이 양호한 지역은 화산회토 200m인 송당지역으로 품종 평균 35.9cm였다. 품종별로는 *angustifolia*, 품종은 비화산회토인 유수암 지역에서 24.6cm, *pallida*는 화산회토 200m인 송당에서 33.0cm, *purpurea* 품종은 화산회토 100m인 종달지역에서 57.9cm로 생육이 양호하였다. 토양간 비교에서는 *angustifolia*, 품종은비화산회토에서 4.8cm, *pallida* 품종은 비화산회토가 4.5cm, *purpurea* 품종은 화산회토에서 14.9cm 길이 품종에 따라 토양간 생육 차이가 있었다.



angustifolia



pallida



purpurea

Photo 4. *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivar growing on the experimental field in Yoosooam

Table 3. Rate of rooting and growth characteristics in year one by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Rate of rooting (%)	Stem length (cm)	No. of branch	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	70.0 b ^{y)}	17.9 c	1.4 b	21.1 b	13.6 b	2.6 b
	<i>pallida</i>	89.6 a	26.6 b	2.1 b	26.4 b	22.0 a	5.5 b
	<i>purpurea</i>	97.1 a	57.9 a	3.5 a	52.3 a	25.3 a	10.1 a
	Mean	85.6	34.1	2.3	33.3	20.3	6.1
Songdang	<i>angustifolia</i>	79.2 b	19.8 c	1.2 c	21.6 b	14.6 c	2.6 c
	<i>pallida</i>	91.7 a	33.0 b	2.6 b	28.4 b	20.5 b	4.6 b
	<i>purpurea</i>	95.8 a	54.8 a	3.5 a	53.1 a	24.1 a	10.3 a
	Mean	88.9	35.9	2.4	34.4	19.7	5.8
Bongseong	<i>angustifolia</i>	82.1 b	21.1 c	2.7 a	33.3 b	17.9 c	3.5 c
	<i>pallida</i>	95.4 a	30.0 b	2.6 a	40.1 b	21.8 b	5.4 b
	<i>purpurea</i>	97.9 a	48.8 a	3.6 a	54.2 a	27.4 a	10.0 a
	Mean	91.8	33.3	3.0	42.5	22.4	6.3
Sanggui	<i>angustifolia</i>	16.3 b	10.7 c	1.2 c	11.3 b	8.3 b	2.1 b
	<i>pallida</i>	92.9 a	26.1 b	2.4 b	35.2 a	16.0 a	4.1 b
	<i>purpurea</i>	95.0 a	38.9 a	3.1 a	42.5 a	20.4 a	8.4 a
	Mean	68.1	25.2	2.2	29.7	14.9	4.9
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	83.3 b	24.6 b	2.5 a	44.2 a	16.8 b	3.4 b
	<i>pallida</i>	96.7 a	28.5 b	3.2 a	47.9 a	19.4 a	4.1 b
	<i>purpurea</i>	95.8 a	39.9 a	2.0 a	49.6 a	21.9 a	8.8 a
	Mean	91.9	31.0	2.6	47.2	19.4	5.4
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	72.5 b	14.5 b	1.2 b	10.9 ab	10.9 b	2.5 c
	<i>pallida</i>	92.9 a	25.0 a	2.8 a	14.2 a	14.2 a	3.4 b
	<i>purpurea</i>	95.8 a	21.6 a	1.5 b	7.3 b	13.2 a	6.4 a
	Mean	87.1	20.4	1.8	10.8	12.8	4.1

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 4. Rate of rooting and growth characteristics in year one by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Rate of rooting (%)	Stem length (cm)	No. of branch	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	77.1	19.8	1.2	21.6	14.6	2.6
	Non-Volcanic ash soil	57.4	24.6	2.5	44.2	16.8	3.4
	Mean	67.3	22.2	1.9	32.9	15.7	3.0
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	92.2	33.0	2.6	28.4	20.5	4.6
	Non-Volcanic ash soil	94.1	28.5	3.2	47.9	19.4	4.1
	Mean	93.2	30.8	2.9	38.2	20.0	4.4
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	96.9	54.8	3.5	53.1	24.1	10.3
	Non-Volcanic ash soil	95.5	39.9	2.0	49.6	21.9	8.8
	Mean	96.2	47.4	2.8	51.4	23.0	9.6

Table 5. Mean squares in ANOVA on the growth characteristics in year one by various factors

Source of variations	df	Rate of rooting (%)	Stem length (cm)	No. of branch	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Total	53						
Region(R)	5	720.092**	327.16**	1.153**	1539.913**	118.764**	6.242**
Block within R	12	21.286	11.786	0.482*	95.07	5.904	0.479
Cultivar(C)	2	4583.487**	3029.471**	7.577**	1597.947**	336.453**	180.91**
C×R	10	628.296**	144.302**	1.437**	247.215**	12.073*	1.558
Error	24	22.613	7.989	0.171	49.387	5.007	0.882

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

분지수는 지역, 품종간에 차이가 심하였다. *E. purpurea*는 줄기 정상 가까이에서 수시로 분지한다고 보고되어 있으며(Kinscher, 2006) 본 실험에서도 전반적으로 *purpurea* 품종이 다른 품종에 비해 많았다. 토양간 비교에서는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토, *purpurea* 품종은 화산회토에서 많았고 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m에서 분지가 많이 발생하는 경향이였다.

엽수는 모든 지역에서 *purpurea* 품종이 가장 많았으며 다음으로는 *pallida*였다. 지대간 비교에서는 화산회토는 봉성지역인 해발 300m, 비화산회토는 유수암 지역인 해발 200m에서 많은 경향이였다. *Angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토에서 월등히 많았으나 *purpurea* 품종은 오히려 화산회토에서 많아 상반된 결과를 보였다. *Purpurea* 품종이 엽수가 많은 것은 꽃수가 많을 뿐만 아니라 꽃대에 잎이 많이 착생한 결과이다. *Angustifolia*와 *pallida* 품종은 지표면에서 잎이 나오고 꽃대에는 잎이 없는 특징을 가지고 있었다.

엽장, 엽폭은 지대간 비교에서는 화산회토는 봉성지역인 해발 300m, 비화산회토는 유수암지역인 해발 200m에서 양호한 경향을 보였고 품종간에는 *purpurea* 품종이 잎이 넓으면서 긴 광엽특징을 지닌 품종이었고, *angustifolia*, *pallida* 품종은 잎이 가늘면서 거친 특성을 지니고 있었다.

Echinacea 정식 후 2년차에서 지대별 생육특성을 조사한 결과는 Table 6~8에서 보는 바와 같다.

Echinacea 식물체가 월동 후 출아기는 낮은 지대일수록 빠른 경향이었고 품종간 비교에서는 *purpurea* 품종이 모든 지역에서 빠르게 출아되었으며 *angustifolia* 품종은 2일 정도 늦게 출아되었다. 화산회토, 비화산회토 토양간에는 출아에 뚜렷한 차이는 없었다.

출아율은 화산회토에서는 봉성 해발 300m(88.3%), 비화산회토에서는 유수암 해발 200m(87.6%)에서 높게 나타났다. 품종간 비교에서는 모든 지대에서 *purpurea* 품종이 가장 뿌리 활착이 잘되는 품종이었고 다음으로는 *pallida* 품종이었으며 *angustifolia* 품종이 가장 저조하였다. 1년 활착율에 비하여

angustifolia 품종은 화산회토는 7.5%, 비화산회토는 3.9% 출아율이 떨어졌고, *pallida* 품종과 *purpurea* 품종은 1~2%정도 출아가 되지 않았다.

초장은 1년차보다 *angustifolia* 품종은 2.3배, *pallida* 2.1배, *purpurea* 품종이 2.0배 정도 신장되어 최상의 생육상황이었다. *Angustifolia*의 줄기는 10~50cm 길이로 초장이 작게 자라는 반면 *pallida* 품종은 40~90cm까지 자란다고 하였으며. *purpurea* 품종은 최대 60~180cm까지 자란다는 보고(Kindscher, 2006)와도 비슷하였으며, 본 결과에서는 토양의 특성별로 함께 비교한 결과, 화산회토, 비화산회토 모두 *angustifolia* 품종이 51cm로 가장 작았으며 토양별로는 화산회토는 해발 100m인 종달, 비화산회토는 해발 300m인 광령 중산간 지역에서 생육이 저조하였다. 초장이 양호한 지역은 화산회토 200m인 송당지역으로 품종 평균 74.7cm였다. 품종별로는 *angustifolia*, 품종은 화산회토 300m에서 50cm, *pallida* 품종은 화산회토 200m인 송당에서 74cm, *purpurea* 품종도 화산회토 200m인 송당에서 98cm로 생육이 양호하였다. 토양간 비교에서는 모든 품종에서 화산회토가 양호하였고 특히 *pallida* 품종은 토양간 차이가 16cm로 큰 차이를 보였다.

엽수는 모든 지역에서 *purpurea* 품종이 가장 많았으며 다음으로는 *pallida*였다. 지대간 비교에서는 1년차와 동일하게 화산회토는 봉성지역인 해발 300m, 비화산회토는 유수암 지역인 해발 200m에서 많은 경향이였다. 토양간 비교에서 *angustifolia* 품종은 차이가 없었고, *pallida* 품종은 비화산회토에서 4매 정도 많았으나 *purpurea* 품종은 오히려 화산회토에서 7매 정도 많아 1년차와 비슷한 경향이였다.

엽장, 엽폭은 지대간 비교에서는 화산회토는 송당지역인 해발 200m, 비화산회토는 유수암지역인 해발 200m에서 가장 양호한 경향을 보였고 품종간에는 *purpurea* 품종이 잎이 넓으면서 길었고, *angustifolia*, *pallida* 품종은 잎이 가늘고 거친 특성을 지녔다. 엽장은 전년도에 비해 *angustifolia* 6cm, *pallida* 8cm, *purpurea* 품종이 10cm 정도 길어 지상부 생육이 양호하였다.

Table 6. Emergence and growth characteristics in year two by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Date of emergence	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	Mar. 16	62.5 b ^{y)}	37 c	40 c	20 b	2.0 c
	<i>pallida</i>	Mar. 14	88.4 a	52 b	88 b	26 ab	3.0 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 11	97.0 a	81 a	139 a	33 a	7.8 a
	Mean	Mar. 13	82.6	56.7	89.0	26.3	4.2
Songdang	<i>angustifolia</i>	Mar. 16	69.2 b	52 c	45 c	21 b	3.2 c
	<i>pallida</i>	Mar. 14	90.4 a	74 b	82 b	35 a	5.4 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 12	95.0 a	98 a	145 a	34 a	8.4 a
	Mean	Mar. 13	84.9	74.7	90.7	30.0	5.7
Bongseong	<i>angustifolia</i>	Mar. 16	77.1 c	56 c	52 c	20 b	3.4 b
	<i>pallida</i>	Mar. 14	90.9 b	73 b	81 b	34 a	3.8 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 14	97.0 a	89 a	143 a	34 a	8.4 a
	Mean	Mar. 15	88.3	72.7	92.0	29.3	5.2
Sanggui	<i>angustifolia</i>	Mar. 13	16.0 b	47 b	37 c	20 b	2.7 b
	<i>pallida</i>	Mar. 11	90.9 a	50 b	77 b	23 b	2.9 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 09	94.5 a	86 a	114 a	28 a	5.4 a
	Mean	Mar. 11	67.1	61.0	76.0	23.7	3.7
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	Mar. 16	72.9 b	50 b	45 c	22 b	4.1 b
	<i>pallida</i>	Mar. 14	94.8 a	58 b	86 b	25 ab	4.4 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 14	95.0 a	92 a	138 a	29 a	6.4 a
	Mean	Mar. 15	87.6	66.7	89.7	25.3	5.0
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	Mar. 27	71.5 c	49 b	34 c	21 a	2.5 b
	<i>pallida</i>	Mar. 26	91.0 a	53 b	73 b	23 a	3.4 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 24	92.5 b	78 a	104 a	27 a	6.0 a
	Mean	Mar. 26	85.0	60.0	70.3	23.7	4.0

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 7. Emergence and growth characteristics by cultivar and soil type

Cultivar	Soil type	Date of emergence	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	Mar. 16	69.6	52	45	21	3.2
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 16	53.7	50	45	22	4.1
	Mean	Mar. 16	61.7	51	45	21	3.7
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	Mar. 14	89.9	74	82	35	5.4
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 14	92.2	58	86	25	4.4
	Mean	Mar. 14	91.1	66	84	30	4.9
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	Mar. 12	96.3	98	145	34	8.4
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 14	94.0	92	138	29	6.4
	Mean	Mar. 13	95.2	95	141	31	7.4

Table 8. Mean squares in the ANOVA on the emergence and growth characteristics in year two by various factors

Source of variations	df	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width(cm)
Total	53					
Region(R)	5	709.014**	1431.896**	11295.031**	46.013	7.367
Block within R	12	15.128	71.477	428.392	21.153	1.159
Cultivar(C)	2	5631.547**	2395.09**	11753.207**	128.721*	27.94*
C×R	10	600.819**	442.704*	2153.965	80.025*	10.582**
Error	24	11.22	141.989	1080.807	30.026	3.092

*, $p < 0.05$

***, $p < 0.01$

Table 9. Rate of emergence and growth characteristics in year three by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Date of emergence	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	Mar. 17	17.8 c ^{y)}	37 c	14 c	19 b	2.0 b
	<i>pallida</i>	Mar. 14	32.0 b	50 b	51 b	20 b	2.8 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 12	92.9 a	70 a	149 a	26 a	4.6 a
	Mean	Mar. 14	47.6	52.3	71.3	21.7	3.1
Songdang	<i>angustifolia</i>	Mar. 16	15.4 c	33 c	16 c	20 b	2.5 c
	<i>pallida</i>	Mar. 14	36.2 b	64 b	49 b	33 a	3.5 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 13	92.9 a	90 a	163 a	35 a	6.2 a
	Mean	Mar. 14	48.2	62.3	76.0	29.3	4.1
Bongseong	<i>angustifolia</i>	Mar. 17	27.9 c	34 c	15 c	18 b	2.0 c
	<i>pallida</i>	Mar. 15	40.0 b	61 b	54 b	26 a	3.0 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 16	93.3 a	83 a	165 a	28 a	5.9 a
	Mean	Mar. 16	53.7	59.3	78.0	24.0	3.6
Sanggui	<i>angustifolia</i>	Mar. 14	1.2 c	33 c	18 c	22 b	2.5 b
	<i>pallida</i>	Mar. 13	21.2 b	43 b	34 ab	27 a	2.4 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 11	69.1 a	59 a	57 a	27 a	5.0 a
	Mean	Mar. 13	30.5	45.0	36.3	25.3	3.3
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	Mar. 18	63.7 b	42 c	51 c	22 c	2.5 b
	<i>pallida</i>	Mar. 15	94.0 a	73 b	82 b	43 a	3.7 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 16	94.8 a	87 a	120 a	33 b	6.5 a
	Mean	Mar. 16	84.2	67.3	84.33	32.7	4.2
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	Mar. 27	30.1 c	33 c	36 c	22 c	2.3 c
	<i>pallida</i>	Mar. 27	70.8 b	52 b	54 b	41 a	3.0 b
	<i>purpurea</i>	Mar. 26	89.0 a	78 a	80 a	29 b	5.7 a
	Mean	Mar. 27	63.3	54.3	56.7	30.7	3.67

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

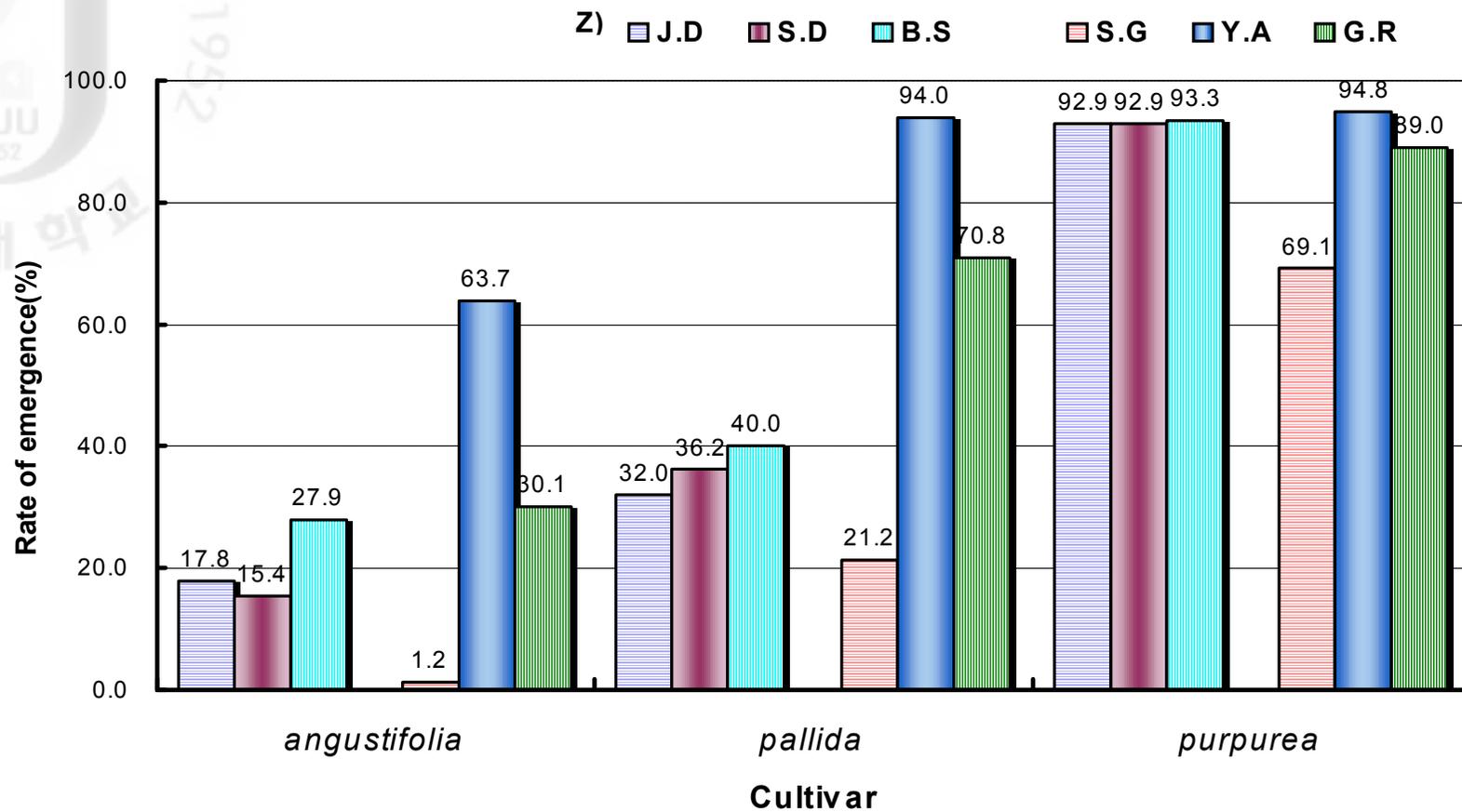


Fig 6. Rate of emergence in year three of each cultivar.

z) J.D : Jongdal, S.D : Songdang, B.S : Bongseong S.G : Sanggui Y.A : Yoosooam, G.R : Gaengreong

정식 후 3년차 *Echinacea* 지대별 생육특성을 조사한 결과는 Table 9~11과 그림 6에서 보는 바와 같다.

출아기는 낮은 지대일수록 빠른 경향을 보였으며 2년차와 큰 차이는 없었다. 품종간 비교에서는 *purpurea* 품종이 모든 지역에서 빠르게 출아되었고 *angustifolia* 품종은 2~3일 정도 늦게 출아되었다. 토양간에는 화산회토에서 3~4일 빠르게 출아되었고 비화산회토 300m 지대에서는 100m 지대보다 13일정도 출아가 늦었다.

Echinacea 식물체가 2년 월동하여 3년차에서 품종간 고사되는 비율이 차이가 있었다. *Purpurea* 품종은 고사주가 적어 출아율이 2년차에 비해 큰 차이가 없었으나 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 지대에 따라 상당한 차이가 있었다. 특히 *pallida* 품종은 화산회토 토양에서 50~54%, 비화산회토 100m에서 69% 정도 고사되었으나 비화산회토 200m에서는 고사주가 많지 않았다. 이는 3년차 1, 2월 기온이 예년에 비해 낮은 원인인지 더 검토가 필요하지만 본 연구에서는 2년차에 수확하는 것이 바람직하다고 판단된다. 토양간에는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토에서 출아율이 각각 12%, 26% 높았고 *purpurea* 품종은 화산회토에서 9.7% 높았다. 품종간에는 *purpurea* 품종이 화산회토 93%, 비화산회토 85%로 가장 높았으며 *angustifolia* 품종이 가장 낮았다.

초장은 2년차에 비해 대체적으로 작아지는 경향이었으나 비화산회토 200m *pallida* 품종은 예외였다. 화산회토, 비화산회토 모두 *angustifolia* 품종이 35, 36 cm로 가장 작았으며 *purpurea* 품종이 78cm로 가장 길었다. 토양간에는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 차이가 없었고 *purpurea* 품종은 화산회토에서 6cm 더 길었다. 지대간에는 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m에서 경장이 가장 길었고 화산회토는 해발 100m인 종달, 비화산회토도 해발 100m인 상귀 지역에서 생육이 저조하였다. 초장이 양호한 지역은 비화산회토 200m인 유수암지역으로 품종 평균 67.3cm였다. 품종별로는 *angustifolia* 품종은 비화산회토 200m에서 42cm, *pallida* 품종도 비화산회토 200m인 유수암에서 73cm, *purpurea* 품종은 화산회토 200m인 송당에서 90cm로 생육이 양호하였다.

엽수는 모든 지역에서 *purpurea* 품종이 122매로 가장 많았고 다음으로는 *pallida*였다. 지대간 비교에서는 화산회토는 봉성지역인 해발 300m, 비화산회토

는 유수암 지역인 해발 200m에서 많은 경향이였다. 토양간 비교에서 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토에서 각각 20매, 6매가 더 많았지만 *purpurea* 품종은 오히려 화산회토에서 73매가 더 많았다. 2년차에 비하여 전 품종이 엽수가 적어지는 경향이였지만 *purpurea* 품종은 화산회토에서 다소 많았다.

엽장은 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m에서 잎이 길었으며 토양간에는 *angustifolia*, *pallida* 품종은 비화산회토에서 3cm, 11cm 길었으나 *purpurea* 품종은 차이가 없었다. 품종간에는 *pallida* 품종이 31.5cm로 가장 길었으며 비화산회토 200m 유수암지역에서 43cm로 양호하였다. 엽폭은 토양간에 차이가 없었고 지역간 비교에서는 화산회토 비화산회토 200m에서, 품종간에는 *purpurea* 품종이 가장 넓었다. 대부분의 품종이 2년차 성적보다 작았으며, 특히 *purpurea* 품종은 차이가 심한 편이었다.

Table 10. Emergence and growth characteristics in year three by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Date of emergence	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	Mar. 17	20.4	35	15	19	2.2
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 20	32.0	36	35	22	2.4
	Mean	Mar. 19	26.2	35	25	20	2.3
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	Mar. 14	36.1	58	51	26	3.1
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 18	62.0	56	57	37	3.0
	Mean	Mar. 16	49.1	57	54	31	3.1
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	Mar. 14	93.0	81	159	30	5.6
	Non-Volcanic ash soil	Mar. 18	84.3	75	86	30	5.7
	Mean	Mar. 16	88.7	78	122	30	5.7

Table 11. Mean squares in the ANOVA on the growth characteristics in year three by various factors

Source of variations	df	Rate of emergence (%)	Stem length (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Total	53					
Region(R)	5	2957.198**	507.321**	3410.746**	166.112**	1.374*
Block within R	12	37.581	20.717	150.024	13.402	0.381
Cultivar(C)	2	13331.378**	7700.365**	21104.369**	639.62**	24.003**
C×R	10	1419.594**	432.953**	3570.639**	70.256**	6.496**
Error	24	54.361	40.887	149.447	8.325	0.254

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

2) 개화특성 변화

Echinacea 재배 첫해 개화특성을 조사한 결과는 표 12 ~ 14와 그림 7에서 보는 바와 같다. 세 품종의 개화특성은 (McKeown 1999) 보고된 바에 의하면 *pallida*는 5~6월에 개화를 시작하며 *angustifolia* 품종은 6~7월 개화를 하며, *E. purpurea* 품종은 6월 하순에서 9월에 개화를 한다고 하였는데 본 결과에서는 1년차 개화기는 6월 3일 정식 후 자라는 기간이 소요되어 2, 3년차에 비해 110일 정도 늦었으며, 토양의 특성별로도 그 결과가 달리 나타났다. 1년차에서는 *purpurea* 품종이 모든 지역에서 가장 먼저 개화하였고 다음으로는 화산회토는 *pallida* 품종, 비화산회토는 *angustifolia* 품종이었다. 지대가 낮은 지역일수록 개화가 빨랐고 비화산회토 300m에서는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 기온이 떨어져 결국 개화하지 못했다.

화경장은 *purpurea* 품종이 57.1cm로 가장 길었고 *angustifolia*는 19.8cm, *pallida* 품종이 17.0cm였다. *Angustifolia*와 *pallida* 품종은 화산회토 해발 300m 봉성지역에서 각각 25.1cm, 18.2cm, 비화산회토 해발 200m 유수암지역에서 30.7cm로 길었고, *purpurea* 품종은 화산회토 해발 100m 종달지역에서 67.6cm, 비화산회토 해발 200m 유수암에서 53.2cm로 양호하였다. 지역별 비교에서는 비화산회토 해발 200m 유수암지역에서 품종 평균이 34.7cm로 대체적으로 양호한 편이었다.

꽃대 굵기(화경경)는 화산회토(7.0~7.3)가 비화산회토(5.7~6.5)보다 굵게 조사되었고 *purpurea* 품종이 품종중에서는 가장 양호하였다. 꽃의 너비는 *pallida* 품종이 13.6cm로 넓었으며 *purpurea* 품종이 10.2cm, *angustifolia* 품종 9.0cm 순이었다. 지역별로는 화산회토 해발 300m 봉성지역이 12.1cm로 다소 넓었지만 지대간 차이는 미미한 편이었다.

1주에서 발생하는 꽃의 수는 *purpurea* 품종이 8.4개로 가장 많았고 *angustifolia* 품종 2.5개, *pallida* 품종이 1.5개 순이었다. 지역별로는 *purpurea* 품종은 화산회토 해발 100m인 종달에서 12.9개, *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토 해발 200m 유수암에서 각각 4.0개, 1.8개로 꽃이 가장 많이 발생하였다. 비화산회토 300m 광령지역에서는 미개화로 인하여 개화특성을 조사하지 못해 지역별 상호작용은 통계처리에서 제외시켰다.



angustifolia



pallida



purpurea

Photo 5. *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivar in flower on the experimental field in Yoosooam

Table 12. Flowering characteristics in year one by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Date of flowering	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	Flower width (cm)	No. of flower
Jongdal	<i>angustifolia</i>	Sep. 27	16.2 b ^{y)}	5.3 c	7.8 c	2.6 b
	<i>pallida</i>	Sep. 27	12.5 b	6.8 b	16.3 a	1.3 b
	<i>purpurea</i>	Aug. 27	67.6 a	9.6 a	10.4 b	12.9 a
	Mean	Sep. 17	32.1	7.2	11.5	5.6
Songdang	<i>angustifolia</i>	Oct. 4	11.7 b	5.8 b	7.8 c	1.5 b
	<i>pallida</i>	Sep. 29	14.2 b	6.4 b	15.0 a	1.1 b
	<i>purpurea</i>	Sep. 1	65.4 a	9.6 a	10.3 b	8.8 a
	Mean	Sep. 21	30.4	7.3	11.0	3.8
Bongseong	<i>angustifolia</i>	Oct. 6	25.1 b	5.8 b	8.5 c	3.3 b
	<i>pallida</i>	Sep. 30	18.2 b	6.9 b	16.2 a	1.7 b
	<i>purpurea</i>	Sep. 3	58.2 a	8.3 a	11.6 b	9.9 a
	Mean	Sep. 23	33.8	7.0	12.1	5.0
Sanggui	<i>angustifolia</i>	Sep. 1	13.0 b	4.7 b	8.0 b	1.0 b
	<i>pallida</i>	Sep. 7	16.8 b	5.7 ab	17.6 a	1.2 b
	<i>purpurea</i>	Aug. 29	48.1 a	6.6 a	10.7 b	5.3 a
	Mean	Sep. 3	26.0	5.7	12.1	2.5
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	Sep. 1	30.7 b	5.6 b	10.1 b	4.0 b
	<i>pallida</i>	Sep. 6	20.3 c	6.5 ab	12.2 a	1.8 c
	<i>purpurea</i>	Aug. 29	53.2 a	7.3 a	10.1 b	7.1 a
	Mean	Sep. 2	34.7	6.5	10.8	4.3
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	-	-	-	-	-
	<i>pallida</i>	-	-	-	-	-
	<i>purpurea</i>	Sep. 3	38.0	2.8	9.3	2.8
	Mean	-	-	-	-	-

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 13. Flowering characteristics in year one by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Date of flower	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	Flower width(cm)	No. of flower
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	Oct. 4	17.7	5.6	7.8	2.5
	Non-Volcanic ash soil	Sep. 1	21.9	5.2	10.1	2.5
	Mean	Sep. 18	19.8	5.4	9.0	2.5
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	Sep. 29	15.0	6.7	15.0	1.4
	Non-Volcanic ash soil	Sep. 6	18.9	6.1	12.2	1.5
	Mean	Sep. 18	17.0	6.4	13.0	1.5
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	Sep. 1	63.7	9.2	10.3	8.4
	Non-Volcanic ash soil	Aug. 29	50.6	7.0	10.1	6.2
	Mean	Aug. 31	57.2	8.1	10.2	7.3

Table 14. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year one by various factors

Source of variations	df	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	Flower width(cm)	No. of flower
Total	53				
Region(R)	5	580.691**	42.882**	100.44**	24.656*
Block within R	12	22.959	0.535	6.844	7.653
Cultivar(C)	2	9912.062**	49.676**	122.807**	184.815**
C×R	24	128.677**	2.244**	25.495*	23.775*
Error	10	17.061	0.319	8.521	8.732

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

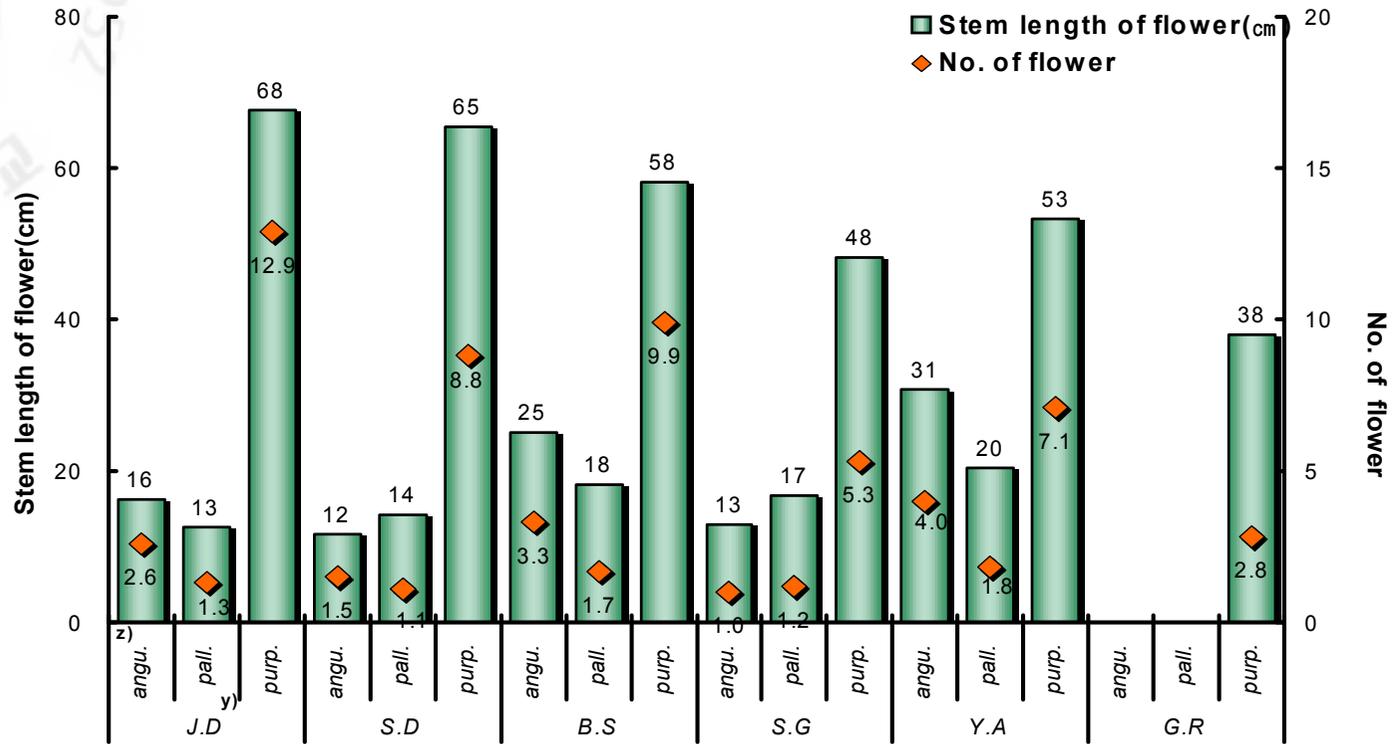


Fig 7. Flowering characteristics in year one of each cultivar

y) J.D:Jongdal, S.D:Songdang, B.S:Bongseong S.G:Sanggui, Y.A:Yoosooam, G.R:Gaengreong
 z) angu. : *angustifolia*, pall. : *pallida*, purp. : *purpurea*

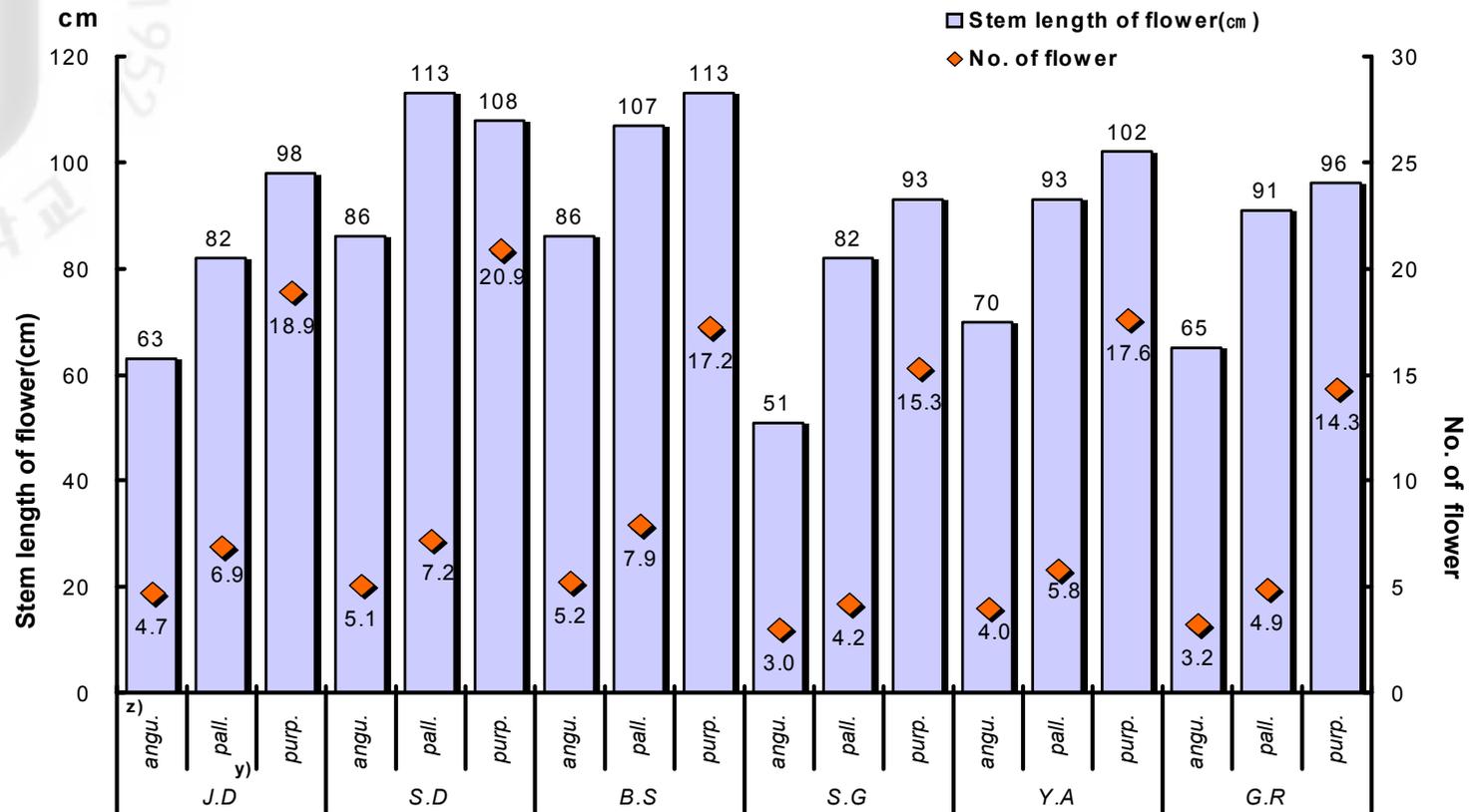


Fig 8. Flowering characteristics in year two of each cultivar

y) J.D:Jongdal, S.D:Songdang, B.S:Bongseong S.G:Sanggui, Y.A:Yoosooam, G.R:Gaengreong

z) angu. : *angustifolia*, pall. : *pallida*, purp. : *purpurea*

2년차 개화특성을 조사한 결과는 그림 8과 표 15~17에서 보는 바와 같다.

개화기는 1년차에 비해 전 품종이 110일 정도 빨랐으며 Mckeown(1999)의 보고와 비슷한 결과를 보였다. 품종별 비교에서는 *pallida* 품종이 모든 지역에서 가장 빨리 개화되었고 지대가 낮을수록 빨라지는 경향이었으며 토양간에는 비화산회토가 *angustifolia* 2일, *pallida* 7일, *purpurea* 품종이 1일 개화가 빨랐다. 1년차에서는 *purpurea* 품종이 가장 먼저 개화하였으나 2년차에서는 가장 개화가 늦어 대조적이었다.

화경장은 *pallida* 품종의 화경장이 일반적으로 긴 것이 특징이며 0.9m 높이까지 자란다고(Mckeown 1999) 알려져 있으며, 토양의 특성별, 지대별 조사 결과에서는 화산회토가 비화산회토에 비해 *angustifolia* 품종이 16cm, *pallida* 품종 20cm, *purpurea* 품종이 6cm 길었다. 품종간에는 *angustifolia* 품종이 화산회토 200, 300m에서 86cm, *pallida* 품종은 화산회토 200m 송당에서 113cm, *purpurea* 품종은 화산회토 300m 봉성에서 113cm로 가장 길었다. 지역별 비교에서는 화산회토는 해발 200m 송당과 300m 봉성지역에서 품종 평균이 102cm, 비화산회토는 200m 유수암지역에서 양호한 경향을 보였다.

꽃의 줄기 굵기(화경경)는 1년차와 마찬가지로 *purpurea*가 품종중에서 8.6mm는 가장 양호하였고 *angustifolia* 품종은 5.7mm로 가는 편이었다. 토양간에는 화산회토가 비화산회토보다 양호하였는데 *pallida* 품종은 3.1mm로 다소 차이가 많았으며 지역별로는 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m에서 각각 7.8mm, 6.5mm로 굵게 조사되었다. 화폭은 1년차와 동일하게 *pallida* 품종이 15.6cm로 넓었으며 *purpurea* 품종이 11.22cm, *angustifolia* 품종 9.5cm 순이었다. 지역별로는 화산회토 해발 200m 송당지역이 12.5cm로 다소 넓었지만 지대간 차이는 크지 않았다.

화수는 1년차보다 *angustifolia* 2.1개, *pallida* 5.0개 *purpurea* 품종은 무려 10.8개 많이 개화하여 *purpurea* 19.3개, *pallida* 6.5개, *angustifolia* 품종은 4.6개 순이었다. E. *purpurea*는 관상용재배로서 특히 절화로서의 가치가 인정되고 있다(Mckeown, 1999)는 보고와 비슷하게 *purpurea*의 화수가 가장 많이 조사되었다. 지역별로는 *purpurea* 품종은 화산회토 해발 200m인 송당에서 20.9개, *angustifolia*와 *pallida* 품

중은 화산회토 해발 300m 봉성에서 각각 5.2개, 7.9개로 꽃이 가장 많이 착생하였다.
개화특성을 종합적으로 살펴보면 토양은 화산회토, 지대는 해발 200~300m 지대
에서 양호한 경향을 보였다.

Table 15. Flowering characteristics in year two by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Date of flower	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	Flower width (cm)	No. of flower
Jongdal	<i>angustifolia</i>	Jun. 14	63 b ^{y)}	4.8 b	7.8 c	4.7 b
	<i>pallida</i>	Jun. 08	82 a	7.0 a	16.3 a	6.9 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 24	98 a	7.0 a	10.4 b	18.9 a
	Mean	Jun. 15	81.0	6.3	11.5	10.2
Songdang	<i>angustifolia</i>	Jun. 15	86 b	6.0 b	10.1 b	5.1 b
	<i>pallida</i>	Jun. 11	113 a	8.8 a	16.0 a	7.2 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 27	108 a	8.7 a	11.3 b	20.9 a
	Mean	Jun. 18	102.3	7.8	12.5	11.1
Bongseong	<i>angustifolia</i>	Jun. 16	86 b	6.8 b	8.5 c	5.2 b
	<i>pallida</i>	Jun. 12	107 a	6.5 b	16.2 a	7.9 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 27	113 a	7.3 a	11.6 b	17.2 a
	Mean	Jun. 18	102.0	6.9	12.1	10.1
Sanggui	<i>angustifolia</i>	Jun. 12	51 b	4.9 b	8.1 b	3.0 b
	<i>pallida</i>	Jun. 02	82 a	5.1 b	15.6 a	4.2 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 22	93 a	7.5 a	10.7 b	15.3 a
	Mean	Jun. 12	75.3	5.8	11.5	7.5
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	Jun. 13	70 b	5.3 b	8.8 b	4.0 b
	<i>pallida</i>	Jun. 04	93 a	5.7 b	15.2 a	5.8 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 26	102 a	8.5 a	11.1 b	17.6 a
	Mean	Jun. 14	88.3	6.0	11.7	9.1
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	Jun. 16	65 b	4.8 b	8.2 b	3.2 b
	<i>pallida</i>	Jun. 09	91 a	5.0 b	14.9 a	4.9 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 30	96 a	7.1 a	10.3 b	14.3 a
	Mean	Jun. 18	84.0	5.6	11.1	7.5

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 16. Flowering characteristics in year two by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Date of flower	Diameter (mm)	Stem length of flower(cm)	Flower width (cm)	No. of flower
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	Jun. 15	6.0	86	10.1	5.1
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 13	5.3	70	8.8	4.0
	Mean	Jun. 14	5.7	78	9.5	4.6
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	Jun. 11	8.8	113	16.0	7.2
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 04	5.7	93	15.2	5.8
	Mean	Jun. 8	7.3	103	15.6	6.5
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	Jun. 27	8.7	108	11.3	20.9
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 26	8.5	102	11.1	17.6
	Mean	Jun. 27	8.6	105	11.2	19.3

Table 17. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year two

Source of variations	df	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	Flower width(cm)	No. of flower
Total	53				
Region(R)	5	796.386*	14.146*	21.834*	248.143**
Block within R	12	119.737	4.855	1.171	12.287
Cultivar(C)	2	2424.401**	32.113**	124.091**	138.05*
C×R	10	411.663	10.212	41.301**	44.447
Error	24	185.388	5.226	4.657	21.213

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

3년차 개화특성을 조사한 결과는 표 18~20에서 보는 바와 같다.

3년차 개화는 2년차 보다 1~3일 정도 빨랐다. 품종간에는 *pallida* 품종이 모든 지역에서 개화가 가장 빨랐고 *purpurea* 품종이 늦은 편이었다. 토양간에는 *angustifolia*와 *purpurea* 품종은 차이가 적었으나 *pallida* 품종은 비화산회토에서 6일정도 빨리 개화되었다. 지대가 낮을수록 개화는 빨랐으며 해발 300m에서 가장 늦게 꽃이 피었다..

화경장은 2년차보다 *angustifolia* 품종은 20.5cm, *pallida* 9.5cm 그리고 *purpurea* 품종은 16.5cm 작았다. 토양간에는 *pallida*와 *purpurea* 품종은 화산회토에서 5cm 정도 길었으나 *purpurea* 품종이 오히려 3cm 작았다. 모든 품종이 해발 200m에서 가장 길었고 특히 비화산회토 200m 유수암지역에서 화경장이 가장 긴 경향을 보였다. 지역별 비교에서는 화산회토는 해발 200m 송당에서 품종 평균이 86.0cm, 비화산회토는 200m 유수암지역에서 92.3cm로 양호한 경향을 보였다.

화경경은 1, 2년차에서는 *purpurea* 품종이 가장 양호하였으나 3년차에서는 *pallida* 품종이 8.0mm로 가장 굵었다. 대체적으로 2년에 비해 가늘어졌는데(0.1~1.6mm) *pallida* 품종은 비화산회토에서 2.0mm 정도 굵어졌다. 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m화경경이 가장 굵었고 화산회토 100, 200에서는 *pallida* 품종이 7.5mm, 10.6mm, 300m에서는 *purpurea* 품종이 9.4mm로 가장 굵었으며, 비화산회토에서는 모든 지역에서 *pallida* 품종이 굵었다. 토양간에는 *pallida*와 *purpurea* 품종은 화산회토, *angustifolia* 품종은 비화산회토에서 5.4mm로 굵게 조사되었다.

화수는 2년차 보다 *angustifolia* 0.7개, *pallida* 3.1개 많아졌으나 *purpurea* 품종은 0.8개 줄어서 *purpurea* 18.5개, *pallida* 9.6개, *angustifolia* 품종은 5.3개 순이었다. 지역별로는 *purpurea* 품종은 화산회토 해발 100m인 종달과 해발 200m인 송당에서 각각 21.3, 21.5개, *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토 해발 200m 유수암에서 각각 9.5개, 15.7개로 꽃이 월등하게 많이 착생하였다.

Table 18. Flowering characteristics in year three by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Date of flower	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	No. of flower
Jongdal	<i>angustifolia</i>	Jun. 12	55 b ^{y)}	5.1 b	3.7 c
	<i>pallida</i>	Jun. 07	90 a	7.5 a	7.4 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 20	80 a	6.5 ab	21.3 a
	Mean	Jun. 13	75.0	6.4	10.8
Songdang	<i>angustifolia</i>	Jun. 13	55 b	4.9 c	2.5 c
	<i>pallida</i>	Jun. 09	104 a	10.6 a	7.3 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 22	99 a	8.5 b	21.5 a
	Mean	Jun. 15	86.0	8.0	10.4
Bongseong	<i>angustifolia</i>	Jun. 15	59 b	4.6 b	3.1 c
	<i>pallida</i>	Jun. 11	98 a	6.7 b	7.2 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 25	93 a	9.4 a	15.8 a
	Mean	Jun. 17	83.3	6.9	8.7
Sanggui	<i>angustifolia</i>	Jun. 11	52 b	4.1 b	4.0 c
	<i>pallida</i>	Jun. 01	79 a	6.1 a	9.0 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 20	76 a	5.6 a	15.3 a
	Mean	Jun. 11	69.0	5.3	9.4
Yoosooam	<i>Angustifolia</i>	Jun. 12	65 b	6.2 b	9.5 b
	<i>angustifolia</i>	Jun. 02	111 a	8.7 a	15.7 ab
	<i>pallida</i>	Jun. 23	101 a	7.8 ab	19.6 a
	<i>purpurea</i>	Jun. 12	92.3	7.6	14.9
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	Jun. 14	61 b	6.0 c	8.7 b
	<i>pallida</i>	Jun. 06	83 a	8.0 a	11.0 b
	<i>purpurea</i>	Jun. 27	80 a	7.2 b	17.2 a
	Mean	Jun. 16	74.7	7.17	12.3

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 19. Flowering characteristics in year three by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Date of flower	Stem length of flower(cm)	Diameter (mm)	No. of flower
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	Jun. 13	56	4.9	3.1
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 12	59	5.4	7.4
	Mean	Jun. 13.	57	5.	5.3
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	Jun. 09	96	8.3	7.3
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 03	91	7.6	11.9
	Mean	Jun. 6	93	8.0	9.6
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	Jun. 22	91	8.1	19.5
	Non-Volcanic ash soil	Jun. 23	86	6.9	17.4
	Mean	Jun. 23	88	7.5	18.5

Table 20. Mean squares in ANOVA on the flowering characteristics in year two

Source of variations	df	Stem length of flower(cm)	Diameter(mm)	No. of flower
Total	53			
Region(R)	5	607.854**	8.429*	49.048*
Block within R	12	57.963	1.16	6.381
Cultivar(C)	2	8082.5**	40.216**	85.524**
C×R	10	307.813**	3.572*	7.618**
Error	24	55.619	1.485	5.34

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

3) 뿌리 특성 변화

*Echinacea*를 약리적으로 주로 이용하는 부위가 뿌리부분이므로 근 특성조사는 중요한 요소라 할 수 있는데 1년차 특성을 조사한 결과는 표 21~23에서 보는 바와 같다.

뿌리의 길이는 *angustifolia* 품종은 비화산회토, *pallida*와 *purpurea* 품종은 비화산회토에서 양호한 편이었고 품종간에는 *pallida* 품종이 27.7cm로 가장 길었고 다음은 *purpurea*가 26.5cm였으며 *angustifolia* 품종은 23.7cm로 가장 근장이 짧았다. 품종별 지역간 비교에서는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 화산회토에서는 300m 봉성지역에서 각각 24.7cm, 33.3cm, 비화산회토에서는 해발 200m 유수암에서 27.5cm, 31.7cm로 양호하였고 *purpurea* 품종은 화산회토에서는 해발 200m 송당에서 38cm, 비화산회토에서는 해발 200m 유수암에서 25.3cm로 가장 길었다. *Echinacea*는 뿌리를 굴취하기 위해서 뿌리 길이가 길다고 좋은 것이 아니므로 토양조건에 맞는 품종을 선택하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

뿌리의 굵기는 토양간 비교에서 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토에서 각각 1.2mm, 2.3mm, *purpurea* 품종은 화산회토에서 1.7mm 굵었다. 지역별로는 비화산회토 200m인 유수암에서 11.5mm로 양호하였으며 품종별 지역간 비교에서 *angustifolia*와 *pallida*는 비화산회토 200m인 유수암에서 각각 11.2mm, 15.6mm였고 *purpurea* 품종은 화산회토 100m 종달지역에서 9.3mm로 가장 굵게 조사되었다.

뿌리 수는 모든 품종이 화산회토가 비화산회토보다 많았고 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m 지대인 송당과 유수암지역에서 가장 양호하였다. 품종간에는 *purpurea* 품종이 7.2개로 가장 많았으며 다음이 *pallida* 3.5개였고 *angustifolia* 2.7개로 가장 적은 품종이었다.

1주당 뿌리 무게는 *pallida*는 화산회토가 비화산회토보다 11.2g 무거웠고 *angustifolia*와 *purpurea* 품종은 비화산회토에서 다소 무거웠으나 그 차이는 미미하였다. 품종별로는 *purpurea* 품종이 53.5g으로 가장 무거웠고, *pallida* 45g, *angustifolia* 품종은 25.9g으로 가장 가벼운 품종이었다. 지역별 비교에서는 비화산회토 200m 유수암지역에서 52.1g으로 가장 무거웠고 품종에 따른 양호 지역은

angustifolia 품종은 화산회토 200m 송당지역(41.8g)이었고 *pallida*는 화산회토 해발 300m 봉성지역(60.8g), *purpurea* 품종은 비화산회토 200m인 유수암지역(67.8g)이었다. *Purpurea*를 제외하면 *Echinacea*의 거의 모든 품종이 직근성이라는 독특한 특징을 가지고 있는데(Mckeown, 1996) *angustifolia*와 *pallida* 품종은 직근성이라 난분해성 유기물의 집적과 인산 고정 능력이 높고 통기성과 배수가 양호하여(김, 1982) 뿌리 뽑음이 좋은 화산회토에서 양호하였고, *purpurea* 품종은 포복성인 특성을 지니고 있어 자갈이 없고 토질이 부드러운 비화산회토에서 근중(뿌리무게)이 무거웠던 것으로 보인다.

10a당 근 수량은 1년차에서는 초기 생육과 뿌리 뽑음이 양호하였던 화산회토가 비화산회토 보다 *angustifolia*는 16kg, *pallida*는 74kg, *purpurea* 품종은 무려 125kg 수량이 많았다. 품종별 비교에서는 *purpurea* 품종이 434.5kg으로 가장 수량이 많았고 다음이 *pallida*으로 419kg, *angustifolia* 품종은 171kg으로 가장 수량이 적었다. *Purpurea* 품종이 수량이 많았던 것은 1주 무게도 무거울 뿐만 아니라 단위면적당 재식주수가 많은데 기인한 것으로 여겨진다. 품종에 따른 수량이 많았던 지역은 *angustifolia* 품종은 화산회토 200m 송당(289kg), *pallida*는 화산회토 300m 봉성(552kg)과 비화산회토 200m 유수암(555kg)이었고 *purpurea* 품종은 비화산회토 200m 유수암(673kg)지역이었다. 따라서 1년차 근 특성을 살펴보면 직근성인 *angustifolia*와 *pallida* 화산회토 200~300m 지역에서, *purpurea* 품종은 비화산회토 200m 정도인 지대에서 재배하는 것이 적지라고 판단되어진다.

Table 21. Rooting characteristics in year one by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Root length(cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	22.3 a	7.7 b ^{y)}	2.0 c	15.7 b	98 c
	<i>pallida</i>	27.0 a	11.6 a	3.7 b	36.5 a	323 b
	<i>purpurea</i>	24.7 a	9.3 ab	6.1 a	38.5 a	380 a
	Mean	24.7	9.5	3.9	30.3	267.0
Songdang	<i>angustifolia</i>	21.7 b	10.2 a	3.2 b	41.8 b	289 b
	<i>pallida</i>	24.7 b	9.8 a	4.5 b	54.6 a	494 a
	<i>purpurea</i>	38.0 a	7.6 a	8.9 a	52.6 a	507 a
	Mean	28.1	9.2	5.5	49.7	430.0
Bongseong	<i>angustifolia</i>	24.7 ab	9.6 a	3.0 b	19.5 b	150 c
	<i>pallida</i>	33.3 a	12.1 a	3.5 b	60.8 a	552 b
	<i>purpurea</i>	22.7 b	8.0 a	6.5 a	61.6 a	603 a
	Mean	26.9	9.9	4.3	47.3	435.0
Sanggui	<i>angustifolia</i>	21.0 a	10.1 a	1.9 b	21.0 b	35 c
	<i>pallida</i>	24.0 a	10.3 a	3.5 b	17.2 b	156 b
	<i>purpurea</i>	23.7 a	5.5 b	6.2 a	45.8 a	439 a
	Mean	22.9	8.6	3.9	28.0	210.0
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	27.5 b	11.2 b	3.3 b	32.0 c	233 c
	<i>pallida</i>	31.7 a	15.6 a	4.7 b	56.4 b	555 b
	<i>purpurea</i>	25.3 b	7.7 b	9.1 a	67.8 a	673 a
	Mean	28.2	11.5	5.7	52.1	487.0
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	24.8 a	9.9 b	2.7 b	25.4 c	222 c
	<i>pallida</i>	27.7 a	14.6 a	3.2 b	44.7 b	436 b
	<i>purpurea</i>	24.6 a	6.7 c	6.1 a	54.6 a	505 a
	Mean	25.7	10.4	4.0	41.6	387.7

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 22. Rooting characteristics in year one by cultivar and soil parent material

Cultivar	Soil type	Root length(cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	22.9	9.2	2.7	25.7	179
	Non-Volcanic ash soil	24.4	10.4	2.6	26.1	163
	Mean	23.7	9.8	2.7	25.9	171
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	28.3	11.2	3.9	50.6	456
	Non-Volcanic ash soil	27.0	13.5	3.0	39.4	382
	Mean	27.7	12.4	3.5	45.0	419
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	28.5	8.3	7.2	50.9	497
	Non-Volcanic ash soil	24.5	6.6	7.1	56.1	372
	Mean	26.5	7.5	7.2	53.5	434

Table 23. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year one

Source of variations	df	Root length(cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Total	53					
Region(R)	5	53.244*	7.433	7.262	938.774**	104446.166**
Block within R	12	13.683	7.444	5.842	8.433	121.636
Cultivar(C)	2	72.058*	94.35**	87.401**	3594.625**	574405.029**
C×R	24	63.285**	13.32	5.449	230.683**	14353.136**
Error	10	12.62	7.873	3.799	11.163	1432.377

*; $p < 0.05$

**; $p < 0.01$

Echinacea 2년차 근 특성을 조사한 결과는 표 24~26와 그림 9~10에서 보는 바와 같다. 뿌리의 길이는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토, *purpurea* 품종은 화산회토에서 양호한 편이었고 품종간에는 *pallida* 품종이 34.3cm로 가장 길었으며 다음은 *angustifolia* 33.0cm, *purpurea*가 26.9cm로 가장 근장이 짧았다. 품종별 지역간 비교에서는 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 비화산회토 200m 유수암지역에서 각각 36.0cm, 38.3cm, *purpurea* 품종은 화산회토 해발 100m 종달에서 29cm로 가장 양호하였다. 2년차 근장은 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m지역에서 긴 경향이었는데 1년차와 결과가 다소 상이하였다.

뿌리의 굵기는 토양간 비교에서 *pallida* 품종은 화산회토와 비화산회토간에 차이가 없었고 *angustifolia*와 *purpurea*는 화산회토 보다 비화산회토에서 2.6mm, 7.3mm 굵었다. 지역별로는 비화산회토 200m인 유수암에서 14.5mm로 양호하였으며 품종별 지역간 비교에서 *angustifolia*와 *purpurea*는 비화산회토 200m인 유수암에서 각각 11.3mm, 16.8mm였고 *Pallida* 품종은 화산회토 300m 봉성지역에서 17.8mm로 가장 굵었다.

뿌리 수는 *angustifolia* 품종은 비화산회토가 화산회토보다 1개 많았고 *pallida*와 *purpurea*는 화산회토에서 각각 1.0개, 2.0개 많았다. 품종간 비교에서는 *purpurea* 품종이 9.0개로 가장 많았으며 다음이 *pallida* 4.8개였고 *angustifolia* 4.2개였다. 품종별로 양호했던 지역은 *angustifolia* 품종은 비화산회토 200m인 유수암 지역(4.7개)이었고, *pallida*와 *purpurea*는 화산회토 200m 송당에서 각각 5.3개, 10.0개로 가장 뿌리가 많이 발생하였다.

1주당 근중은 1년차에 비해 *angustifolia* 품종은 1.3배가 늘어난 25.9g이 되었고 *pallida*는 2.2배 증가한 97.2g, *purpurea* 품종은 1.9배 불어난 101.7g이었다. 토양간 비교에서는 모든 품종에서 비화산회토가 화산회토보다 무거웠으며 품종별로는 *angustifolia* 17g, *pallida* 47.7g, *purpurea* 53.3g으로 가장 무거웠는데 이는 근장과 근경보다는 뿌리의 충실도에 차이가 있는 것으로 여겨진다. 근 수량과 가장 상호작용이 깊은 주당 근중은 화산회토보다 비화산회토에서 무거웠고 비화산회토 지역내에서는 200m 유수암지역이 타 지역보다 월등하게 근중이 무거웠다.

2년차 10a당 근 수량은 1년차 보다 전 품종에서 무거워졌는데 *angustifolia*는 73kg, *pallida*는 507.7kg, *purpurea* 품종은 563.3kg 증수된 *angustifolia* 244.4kg(1.4배), *pallida*는 926.77kg(2.2배), *purpurea* 품종은 997.8kg(2.3배)이었다. 토양간에는 화산회토보다 비화산회토에서 근 수량이 양호하였고, 비화산회토에서는 해발 200m 지대인 유수암지역에서 *angustifolia* 311.2kg, *pallida*는 1,252.5kg, *purpurea* 품종은 1,653.3kg으로 전 품종의 근 수량이 가장 양호하였다. 따라서 2년차 근 수량으로 보면 비화산회토 200m 지대와 화산회토는 200~300m 지역에서 재배하는 것이 수량 증수에 가장 효과적이었고 판단되어진다.

Galambosi(2004)는 *Echinacea* 생산량은 생근중이 50톤, 건근중이 10톤이상 생산된다고 하였고, Fredy(2010) 등에 의하면 4년생의 경우 *angustifolia* 1,504kg/ha, *purpurea* 품종은 4,845kg/ha, *pallida*는 8,510kg/ha였다고 보고하여 지역에 따라 수량 차이는 심한 경향이였다.

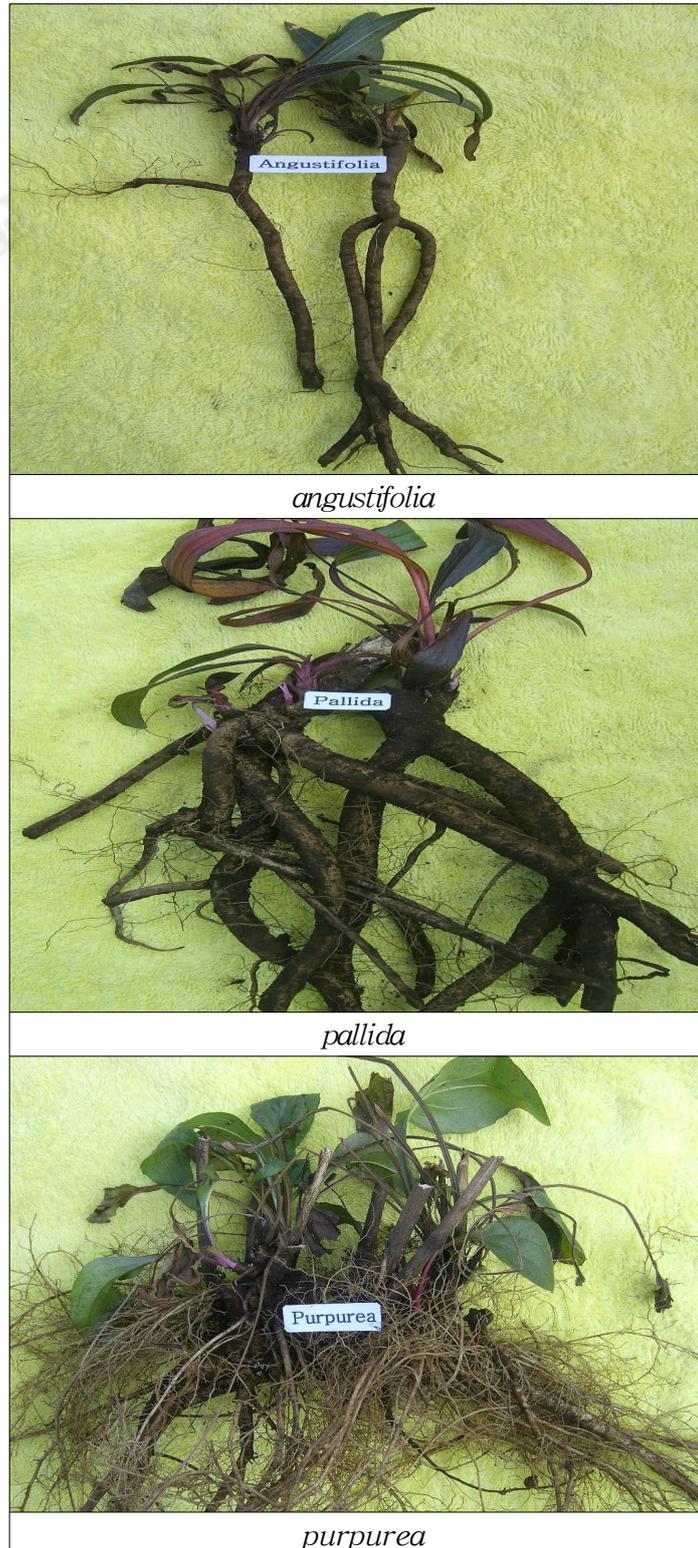


Photo 6. Roots of *Echinacea angustifolia*, *pallida* and *purpurea* cultivars grown on the field in Yoosooam

Table 24. Rooting characteristics in year two by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	25.7 c ^{y)}	7.2 b	2.3 b	18.7 b	117 b
	<i>pallida</i>	34.7 a	15.4 a	4.3 ab	71.7 a	633 a
	<i>purpurea</i>	29.0 b	13.2 a	7.0 a	70.0 a	691 a
	Mean	29.8	11.9	4.5	53.5	480.3
Songdang	<i>angustifolia</i>	30.0 a	8.7 b	3.7 b	25.7 b	178 b
	<i>pallida</i>	30.3 a	15.4 a	5.3 b	73.3 a	663 a
	<i>purpurea</i>	28.0 a	9.5 b	10.0 a	75.0 a	723 a
	Mean	29.4	11.2	6.3	58.0	521.3
Bongseong	<i>angustifolia</i>	29.7 b	8.8 b	4.0 b	36.7 b	283 b
	<i>pallida</i>	37.0 a	17.8 a	4.0 b	68.3 a	621 a
	<i>purpurea</i>	23.3 c	9.6 b	7.3 a	76.7 a	751 a
	Mean	30.0	12.1	5.1	60.6	551.7
Sanggui	<i>angustifolia</i>	23.0 b	6.7 b	2.3 c	17.3 b	289 c
	<i>pallida</i>	35.0 a	13.5 a	5.0 b	63.3 a	575 b
	<i>purpurea</i>	22.0 b	10.1 ab	8.7 a	76.7 a	735 a
	Mean	26.7	10.1	5.3	52.4	533.0
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	36.0 a	11.3 b	4.7 b	42.7 b	311 b
	<i>pallida</i>	38.3 a	15.4 a	4.3 b	127.3 a	1,252 a
	<i>purpurea</i>	25.7 b	16.8 a	8.0 a	166.7 a	1,653 a
	Mean	33.3	14.5	5.7	112.2	1,072.0
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	24.0 b	9.5 b	3.3 b	20.0 b	175 b
	<i>pallida</i>	32.7 a	13.7 a	3.7 b	65.0 a	633 a
	<i>purpurea</i>	21.0 b	10.4 b	7.7 a	73.3 a	678 a
	Mean	25.9	11.2	4.9	52.8	495.3

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 25. Rooting characteristics in year two by cultivar and soil parent material

Region (m)	Cultivar type	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	30.0	8.7	3.7	5.7	177.6
	Non-Volcanic ash soil	36.0	11.3	4.7	42.7	311.2
	Mean	33.0	10.0	4.2	34.2	244.4
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	30.3	15.4	5.3	73.3	663.2
	Non-Volcanic ash soil	38.3	15.4	4.3	121.0	1,190.2
	Mean	34.3	15.4	4.8	97.2	926.7
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	28.0	9.5	10.0	75.0	722.5
	Non-Volcanic ash soil	25.7	16.8	8.0	128.3	1,273.1
	Mean	26.9	13.2	9.0	101.7	997.8

Table 26. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year two

Source of variations	df	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Total	53					
Region(R)	5	63.896*	19.742*	3.529	2732.145**	283401.605**
Block within R	12	4.666	5.741	1.722	112.836	6479.447
Cultivar(C)	2	452.351**	190.187**	110.574**	17270.192**	2067961.157**
C×R	10	31.662	10.041*	1.885	256.533*	34474.243**
Error	24	15.388	3.732	1.472	71.995	5797.715

*, $p < 0.05$

***, $p < 0.01$

Echinacea 3년차 근 특성을 조사한 결과는 표 27~29와 그림 11에서 보는 바와 같다.

뿌리의 길이는 3년차에서는 뿌리 끝부분이 일부 썩어 없어지고 있었다. 품종별 지역간 비교에서는 *pallida*와 *purpurea* 품종은 27cm로 비슷하였고 *angustifolia* 품종은 23.7cm로 무려 10cm가 줄었다. 토양간 비교에서는 모두 화산회토에서 양호하였고 *angustifolia* 품종은 비화산회토 100m 종달지역에서 27.6cm, *pallida* 품종은 화산회토 300m 봉성에서 31.4cm, *purpurea* 품종은 비화산회토 100m 상귀 지역에서 가장 양호하였다.

뿌리의 굵기는 토양간 비교에서 *purpurea* 품종은 화산회토와 비화산회토간에 차이가 없었고 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 화산회토 보다 비화산회토에서 6.1mm, 1.2mm 굵었다. 지역별로는 비화산회토 100m인 상귀에서 35.7mm로 양호하였으며 품종별 지역간 비교에서 *angustifolia*와 *pallida*는 비화산회토 100m인 상귀에서, *purpurea* 품종은 화산회토 100m 종달지역에서 가장 굵었다.

1주당 근중은 2년차에 비해 모든 품종이 감소하였다. 품종은 *angustifolia* 28g, *purpurea* 68.8g, *pallida* 83.6g,으로 2년차와 차이가 있었다. 토양간 비교에서는 모든 품종에서 비화산회토가 화산회토보다 무거웠으며 비화산회토 지역내에서는 200m 유수암지역이 타 지역보다 근중이 무거웠다.

3년차 10a당 근 수량은 전 품종에서 가벼워졌는데 전년도에 비해 *angustifolia*는 32%(77.8kg), *pallida*는 47%(437.7kg), *purpurea* 품종은 61%(607.4kg) 수준이었다. 토양간에는 화산회토보다 비화산회토에서 근 수량이 양호하였고, 비화산회토에서는 해발 200m 지대인 유수암지역에서 *angustifolia* 216.3kg, *pallida*는 1,023kg, *purpurea* 품종은 1,075kg으로 전 품종이 근 수량이 가장 양호하였다. 따라서 3년차 근 수량이 2년차에 비해 줄어든 원인이 3년차 기상악화 때문인지, 2년차에서 수확하는 것이 경제적인지는 더 연구할 필요가 있다.

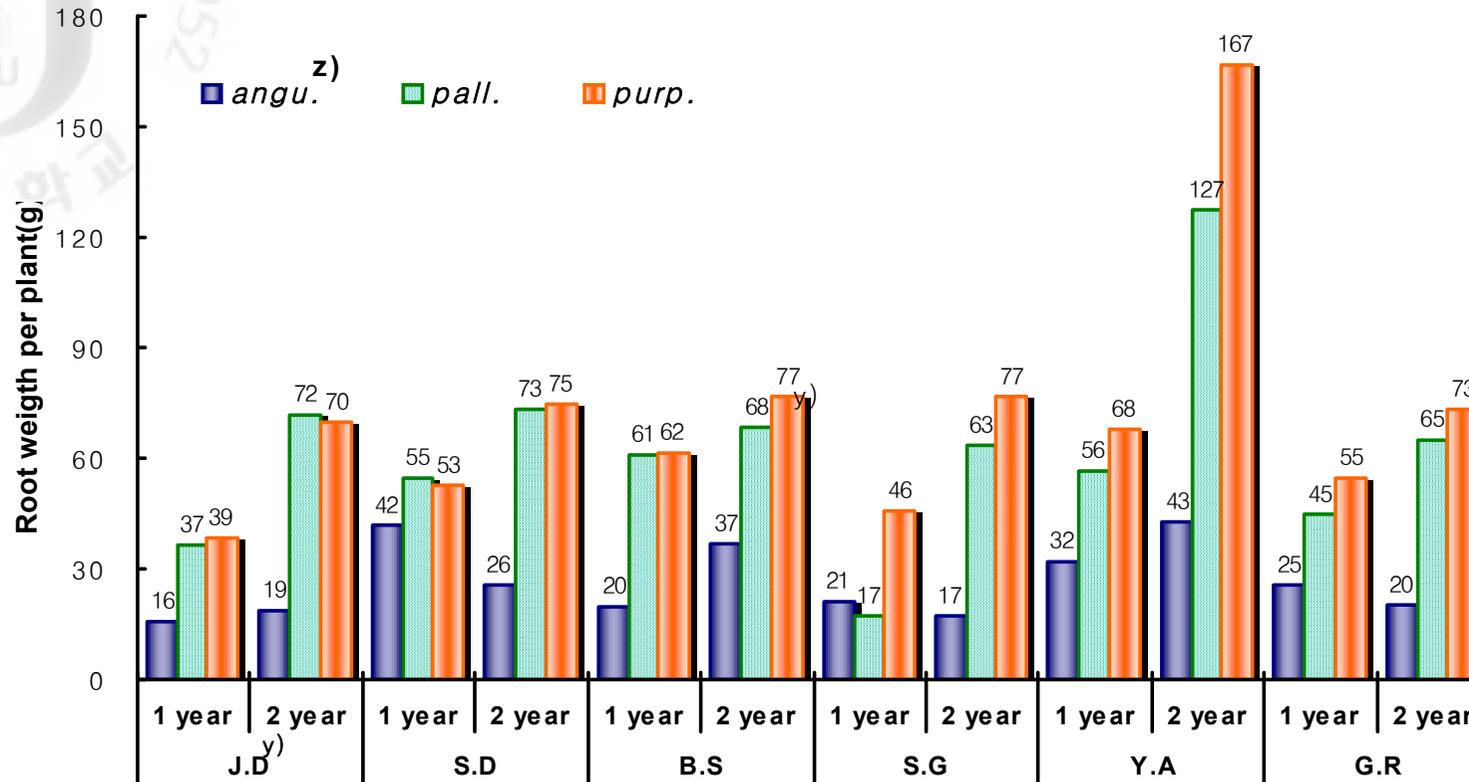


Fig 9. Root weight of a plant of *Echinacea* cultivars in Jeju

y) J.D:Jongdal, S.D:Songdang, B.S:Bongseong S.G:Sanggui, Y.A:Yoosooam, G.R:Gaengreong

z) *angu.* : *angustifolia*, *pall.* : *pallida*, *purp.* : *purpurea*

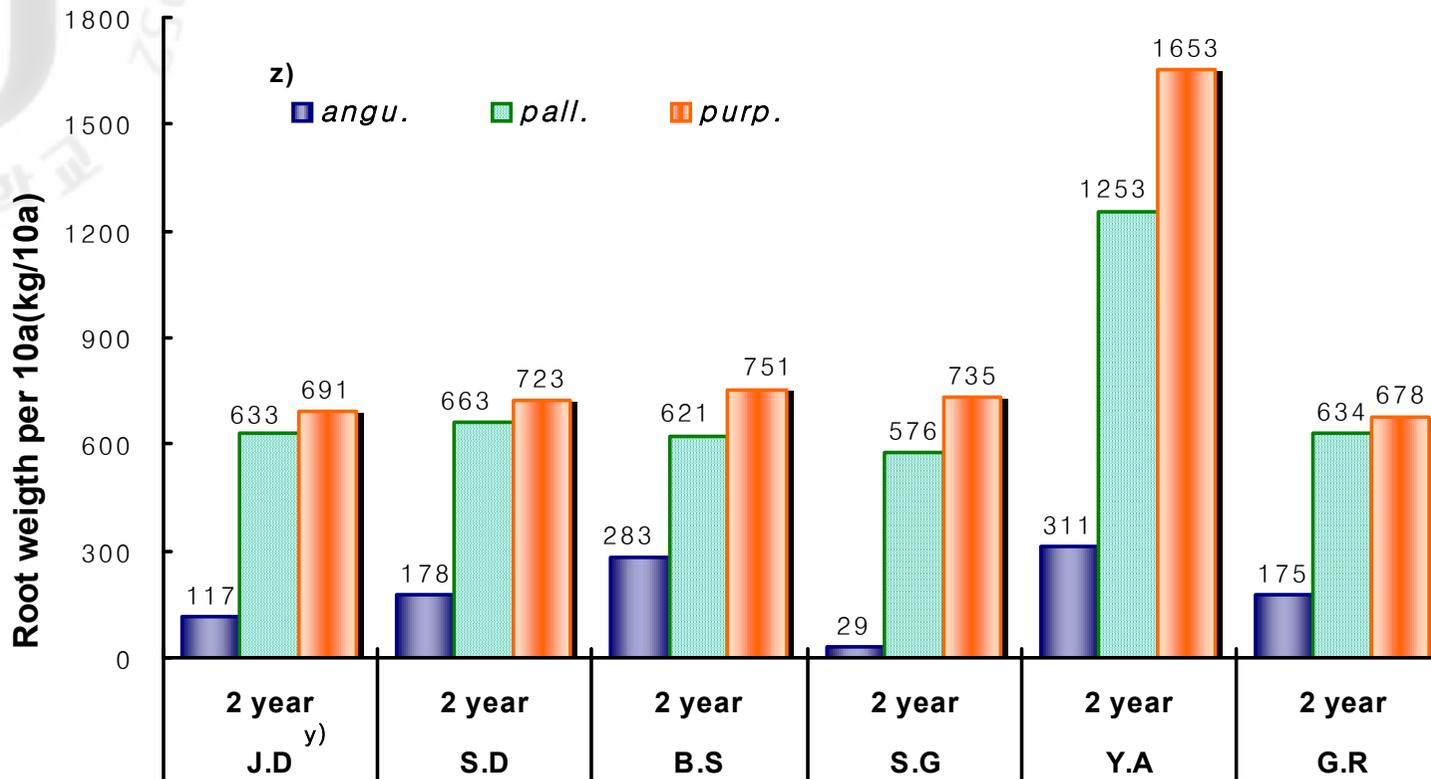


Fig 10. Root weight per 10a of *Echinacea* cultivars in year two
y) J.D:Jongdal, S.D:Songdang, B.S:Bongseong S.G:Sanggui, Y.A:Yoosooam, G.R:Gaengreong
z) *angu.* : *angustifolia*, *pall.* : *pallida*, *purp.* : *purpurea*

Table 27. Rooting characteristics in year three by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Root length(cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	27.6 a ^{y)}	12.4 c	2.4 a	29.3 b	50.7 c
	<i>pallida</i>	30.8 a	23.1 b	1.6 ab	61.0 a	201.9 b
	<i>purpurea</i>	27.0 a	65.1 a	1.0 b	40.1 ab	374.4 a
	Mean	28.5	33.5	1.67	43.5	209.0
Songdang	<i>angustifolia</i>	23.0 a	10.5 c	1.5 a	19.4 c	29.1 b
	<i>pallida</i>	25.1 a	25.1 b	1.8 a	63.3 a	241.4 a
	<i>purpurea</i>	26.7 a	49.2 a	1.0 a	36.0 b	333.1 a
	Mean	24.9	28.3	1.4	39.57	201.2
Bongseong	<i>angustifolia</i>	25.3 b	15.7 c	1.8 a	27.1 b	76.5 c
	<i>pallida</i>	31.4 ab	30.1 b	1.5 a	98.9 a	406.1 b
	<i>purpurea</i>	29.1 a	37.9 a	1.1 a	74.9 a	699.3 a
	Mean	28.6	27.9	1.5	66.9	393.9
Sanggui	<i>angustifolia</i>	23.0 b	19.4 c	1.5 a	30.0 b	8.3 c
	<i>pallida</i>	26.3 b	32.4 b	1.8 a	86.9 a	167.1 b
	<i>purpurea</i>	31.3 a	55.2 a	1.0 a	83.3 a	561.7 a
	Mean	26.9	35.7	1.4	66.7	245.7
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	22.2 b	19.4 b	1.4 b	33.9 b	216.3 b
	<i>pallida</i>	26.3 ab	25.8 b	2.1 a	108.3 a	1,023.0 a
	<i>purpurea</i>	25.5 a	50.0 a	1.0 b	111.1 a	1,075.2 a
	Mean	24.7	31.7	1.5	84.4	771.5
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	21.0 a	18.3 b	1.3 a	28.4 b	85.8 b
	<i>pallida</i>	23.9 a	23.7 b	1.7 a	82.9 a	586.4 a
	<i>purpurea</i>	23.3 a	46.0 a	1.1 a	67.6 a	600.5 a
	Mean	22.7	29.3	1.4	59.6	424.2

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

y) Duncan's multiple range test at 5% levels

Table 28. Rooting characteristics in year three by cultivar and soil parent material

Region (m)	Cultivar type	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
<i>angustifolia</i>	Volcanic ash soil	25.3	12.9	1.9	25.3	52.1
	Non-Volcanic ash soil	22.1	19.0	1.4	30.8	103.5
	Mean	23.7	16.0	1.7	28.1	77.8
<i>pallida</i>	Volcanic ash soil	29.1	26.1	1.6	74.4	283.1
	Non-Volcanic ash soil	25.5	27.3	1.9	92.7	592.2
	Mean	27.3	26.7	1.8	83.6	437.7
<i>purpurea</i>	Volcanic ash soil	27.6	50.7	1.0	50.3	468.9
	Non-Volcanic ash soil	26.7	50.4	1.0	87.3	745.8
	Mean	27.15	50.6	1.0	68.8	607.4

Table 29. Mean squares in ANOVA on the rooting characteristics in year three

Source of variations	df	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of root	Root weigh per plant(g)	Root weigh per 10a (kg/10a)
Total	53					
Region(R)	5	49.048**	86.876*	0.075	2485.759**	425554.454**
Block within R	12	6.381	19.082	0.132	305.774	7607.22
Cultivar(C)	2	85.524**	3391.64**	0.406	14871.902**	1179570.091**
C×R	10	7.618	574.897**	0.712*	513.85*	87972.22**
Error	24	5.34	26.815	0.19	178.278	8520.922

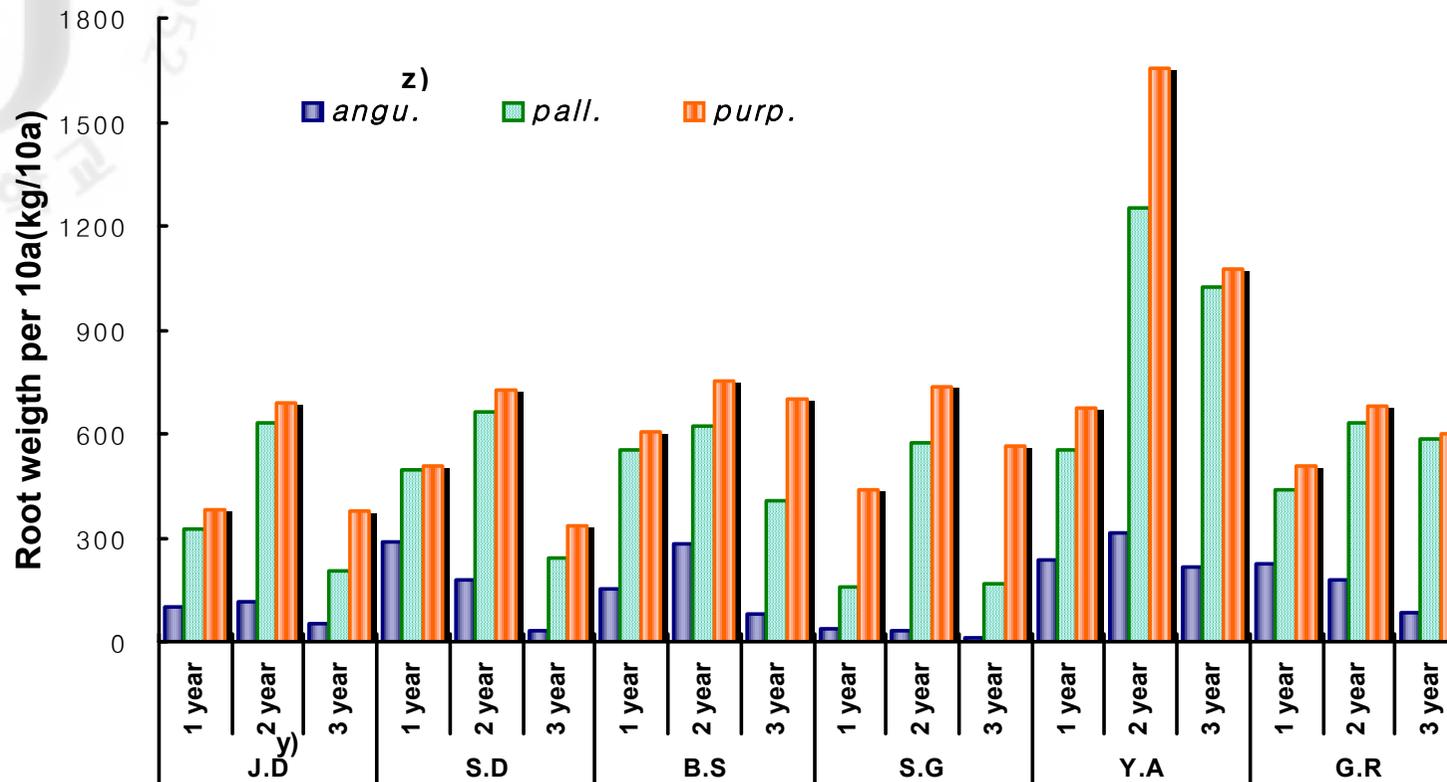


Fig 11. Root weight per 10a of *Echinacea* cultivars grown in Jeju

y) J.D:Jongdal, S.D:Songdang, B.S:Bongseong S.G:Sanggui, Y.A:Yoosooam, G.R:Gaengreong

z) *angu.* : *angustifolia*, *pall.* : *pallida*, *purp.* : *purpurea*

4) 유효성분 분석

Echinacea 3품종을 공시하여 제주지역 재배 가능성 및 산업적 활용성을 검토하고자 토양 및 지대별로 수행하여 *Echinacea* 엽과 뿌리부분의 caffeic acid 유도체 유효성분을 분석한 결과는 표 30~35에서 보는 바와 같다.

Echinacea 엽 분석 결과를 보면, *angustifolia* 품종은 다른 품종에 비해 chorogenic acid, echinacoside와 cynarin 성분함량이 높게 검출되는 편이었고 caftaric acid 성분은 본 시험 조건 하에서는 전혀 검출되지 않았다. 지대별로 비교해 보면 chorogenic acid인 경우 화산회토에서는 지대가 낮을수록 함량이 높게 나타났는데, 특히 종달 지역에서 생산된 시료에서 그 함량이 1,100ppm로 가장 높게 나타났다. 비화산회토 경우는 해발 100, 200m에서는 본 시험에 사용된 조건 하에서는 chorogenic acid는 검출이 되지 않았으나 해발 300m인 봉성지역에서 생산된 시료인 경우만 470ppm 함량으로 검출이 되었다. Echinacoside는 화산회토 200m인 송당지역에서 64,800ppm, 비화산회토에서는 지대가 낮을수록 높게 나타났는데, 해발 100m인 상귀에서 80,000ppm로 가장 높았다. Cynarin 성분은 *purpurea*와 *pallida* 품종에서는 검출되지 않았으나, *angustifolia* 품종에서 5,150ppm으로 나타났으며, 화산회토는 지대가 높은 해발 300m인 봉성에서 5,600ppm, 비화산회토는 지대가 낮은 해발 100m인 종달에서 6,700ppm로 가장 많이 검출되었다.

Purpurea 품종은 타 품종에 비해 caftaric acid 성분이 많이 함유하고 있었고 chorogenic acid 210ppm, echinacoside도 980ppm 검출되었다. Chorogenic acid은 비화산회토에서는 전혀 검출되지 않았고, 화산회토에서도 200, 300m에서 600ppm 정도 함량을 보였다. Echinacoside는 화산회토 300m인 봉성 3,000ppm, 비화산회토는 200m인 유수암지역에서 2,900ppm 검출되었고 그 외 지역에서는 검출되지 않았다.

Pallida 품종에서는 cynarin 성분인 경우 전혀 검출되지 않았으며, 가장 많이 함유된 성분은 echinacoside로 30,330ppm였고 caftaric acid 3,530ppm, chorogenic acid 80ppm 순으로 함량이 검출되었다. 지대별로 비교해 보면 echinacoside는 화산회토 300m 봉성에서 45,300ppm로 가장 많았고 비화산회토는 해발 100m 상귀

에서 높게 나타났다. Caftaric acid는 해발 200m인 송당과 유수암 지역에서 높게 나타났으며, chorogenic acid는 화산회토인 100m 종달에서 490ppm, 그 외 지역에서는 전혀 나타나지 않았다.

Echinacea 뿌리 부분에 대한 분석 결과를 보면, *angustifolia* 품종은 엽과 비슷한 분석 경향을 보였다. 성분 중에는 echinacoside 함량이 5,180ppm로 가장 많았고 다음은 caftaric acid가 2,300ppm, cynarin 580ppm 순이었으며 타 품종에 비해 chorogenic acid, echinacoside와 cynarin 성분함량이 많은 경향이였다. Echinacoside는 비화산 200m 유수암에서 24,000ppm으로 가장 높게 검출되었고 화산회토에서는 300m 봉성에서 2,100ppm로 높은 경향을 보였다. Caftaric acid는 저지대일수록 함유율이 높은 경향을 보여 주었고 화산회토 100m에서 3,300ppm로 가장 높게 나타났다. Chorogenic acid는 비화산회토 200m에서 950ppm으로 가장 높은 경향을 보여 주었고, cynarin 성분인 경우 비화산회토 200m 유수암에서만 3,500ppm 검출되었으며 그 외 지역에서는 나타나지 않았다.

Purpurea 품종은 chorogenic acid, echinacoside와 cynarin 성분은 전혀 검출되지 않았으며, 반면 caftaric acid 성분인 경우 타 품종에 비해 5,180ppm으로 가장 많이 함유하고 있었다. 지대별로는 화산회토, 비화산회토 모두 200m에서 각각 22,400ppm, 6,200ppm로 가장 많은 함유율을 보여 주었고 특히 화산회토 일수록 높은 경향이였다.

Pallida 품종 뿌리에서는 cynarin 성분이 전혀 추출되지 않았으며 가장 많이 함유된 성분은 echinacoside로 4,520ppm였고 caftaric acid 3,180ppm, chorogenic acid 160ppm으로 나타났다. Echinacoside는 비화산회토 100m 상귀에서 22,100ppm으로 가장 많이 함유하고 있었고, 화산회토는 200m, 비화산회토는 지대가 낮을수록 높은 경향을 보여 주었다. Caftaric acid인 경우 화산회토에서는 지대가 낮을수록, 비화산회토에서는 지대가 높을수록 함유량이 높게 나타나는 경향을 보였으며, chorogenic acid는 화산회토 100m에서 520ppm, 200m에서 450ppm으로 검출되었고 그 외 지역에서는 전혀 나타나지 않았다.

Echinacea 잎과 뿌리 모두에서 *angustifolia* 품종이 echinacoside, chorogenic acid와 cynarin 성분함량이 높게 나타났고 *purpurea* 품종인 경우는 caftaric acid

성분이 타 품종에 비해 성분함량이 높게 나타나는 경향을 보여주었다. 생산지역 별로 보면 echinacoside는 화산회토 100m(종달), chorogenic acid와 cynarin는 일운 비화산회토 100m(상귀), 뿌리는 비화산회토 200m(유수암)였고, caftaric acid인 경우 화산회토 200m(송당)에서 높은 함량을 보여 주었다. 토양간 비교는 앞에서는 echinacoside, chorogenic acid와 caftaric acid는 화산회토, cynarin는 비화산회토에서 성분 함량이 높았고, 뿌리에서는 echinacoside와 cynarin 성분이 비화산회토에서, caftaric acid 성분은 화산회토에서 높은 함량을 보여 주었다.

건조방법과 건조온도가 품종별 성분함량에 영향을 미치는지 조사한 결과는 표 36과 그림 10에서 보는 바와 같다.

Angustifolia 품종은 caffeic acid 유도체 4성분 중에는 echinacoside 함량이 10,080ppm으로 가장 많이 함유하고 있었고 cynarin 1,270ppm, chorogenic acid가 850ppm순이었다. *Pallida* 뿌리에서는 chorogenic acid와 cynarin 성분이 전혀 추출되지 않았으며 가장 많이 함유된 성분은 echinacoside로 7,420ppm였고 caftaric acid 1,520ppm였다. *purpurea* 품종은 echinacoside 성분이 전혀 검출되지 않았으며, caftaric acid 성분인 경우 타 품종에 비해 2,680ppm으로 가장 많이 함유하고 있었다. 뿌리 부위를 동결건조 방법으로 시료를 얻고 성분을 분석하여도 건조기 80℃에서 건조, 분쇄해 성분함량을 분석한 결과와 큰 차이 없이 비슷한 결과를 얻었다.

본 연구에서 사용된 지표성분들은 카페인산 유도체로서 또한 *Echinacea* 종의 주요 구성 성분들 중의 하나로 알려져 있다. Stoll 등(1950)이 *angustifolia* 뿌리에서 echinacoside를 추출하였고, Becker 등(1982)은 카페인산 유도체의 화학적 구조를 밝혀내었다.

0.3~1.7% 농도로 echinacoside는 *angustifolia* 뿌리의 주된 극성 구성성분으로 보고(Schenk and Franke, 1996; Bauer et al, 1988, Bauer and Wagner, 1991)된 바 있으나, 본 연구에서는 *angustifolia* 잎에서 5.7%의 농도로 검출되었으며, 이는 뿌리 0.52% 보다 10배 이상 농도로 다량 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. 또한 *pallida* 경우에도 유사한 농도로 함유되어 있다고 보고된 바, 본 연구에서도 유사한 경향을 보여주었다.

Chorogenic acid인 경우는 간독성 회복 및 항산화 효능이 큰 것으로 보고되고 있으며, caftaric acid와 cynarin 성분은 우리 몸의 신장과 간장의 기능을 개선시키는 것으로 알려져 있다.

E. angustifolia 품종의 뿌리에서는 alkylamides와 caffeic acid을 함유하고 있으며(Bauer and Wagner 1991), *E. pallida* 품종의 뿌리성분에는 다른 품종에서는 발견되지 않은 다수의 polyacetylenes를 포함하는 것으로 보고(Bauer et al. 1988; Bauer and Wagner, 1991)된 바 있다.

김(2006)에 의하면 유효성분의 농도는 *Echinacea*의 종류와 식물의 사용부위에 따라 다르다고 하였다. *Echinacea purpurea* herb는 수용성 immunostimulating polysaccharides, volatile oil(0.08~0.32%이하), flavonoids, alkamides, polyenes를 함유하고, *Echinacea purpurea* 뿌리는 수용성 immunostimulating polysaccharides, 수용성 immunosimulating glycoproteins, volatile oil(0.2%), caffeic and ferulic acid derivatives (0.6~2.1%), alkamides(0.01~0.04%), polyenes(0.01mg/%)를 함유한다. *Echinacea pallida* Herb는 volatile oil(0.1%), flavonoids, caffeic acid derivatives, alkamides를 함유하고, *E. pallida* 뿌리는 polysaccharides, volatile oil(0.2~2%), caffeci acid derivatives, alkamides, polyenes를 함유한다. *Echinacea angustifolia* Herb는 volatile oil(0.1%이하), flavonoids, caffeic acid derivatives(0.3~1.3%)를 함유한다고 보고한 바 있다 (Thomson, 2004).

또한 이 등(2002)에 의하면 *Echinacea angustifolia*의 줄기와 뿌리에는 HL60 세포의 경우에 뿌리 추출물은 저농도(0.125mg/mL)에서 ethylacetate, acqueous, buthanol 분획물의 순으로 세포독성효과를 나타내었고, hexane분획물이 저농도에서는 독성효과가 낮았으나 점진적으로 독성효과가 컸으며, (1.0mg/mL,82%) 3LL 세포주에 대해서는 뿌리의 경우 저농도(0.25mg/mL)에서 buthanol, ethylacetate 분획물이 낮은 세포독성효과를 나타내었고, *Echinacea*는 줄기보다 뿌리의 세포독성이 컸고, HL60이 3LL보다 세포독성이 크게 나타났다고 하였다.

Echinacea 메탄올 추출물이 간암세포인 HepG2 cell 대한 MTT assay는 농도

의존적으로 세포독성 효과가 증가하였으며, 인간유래 백혈암세포인 HL60 cell의 경우에 잎과 뿌리 추출물은 저농도에서부터 독성효과가 컸고, 줄기와 꽃봉오리는 저농도에서는 독성효과가 낮았으나 고농도로 갈수록 독성효과가 커짐을 알 수 있었다. (이, 2002)

시험에서 분석된 성분함량에 따라 비교해 보면, echinacoside, chorogenic acid 와 cynarin 성분은 *angustifolia* 품종에서, caftaric acid 성분은 *purpurea* 품종에서 우수하게 나타났다, 또한 caftaric acid 성분인 경우는 화산회토 200m, echinacoside와 cynarin은 비화산회토 200m, chorogenic acid는 화산 100m에서 비교적 우수하게 나타났지만 종합적으로 볼 때 비화산 200m지역에서 재배하는 것이 바람직하다고 여겨진다.

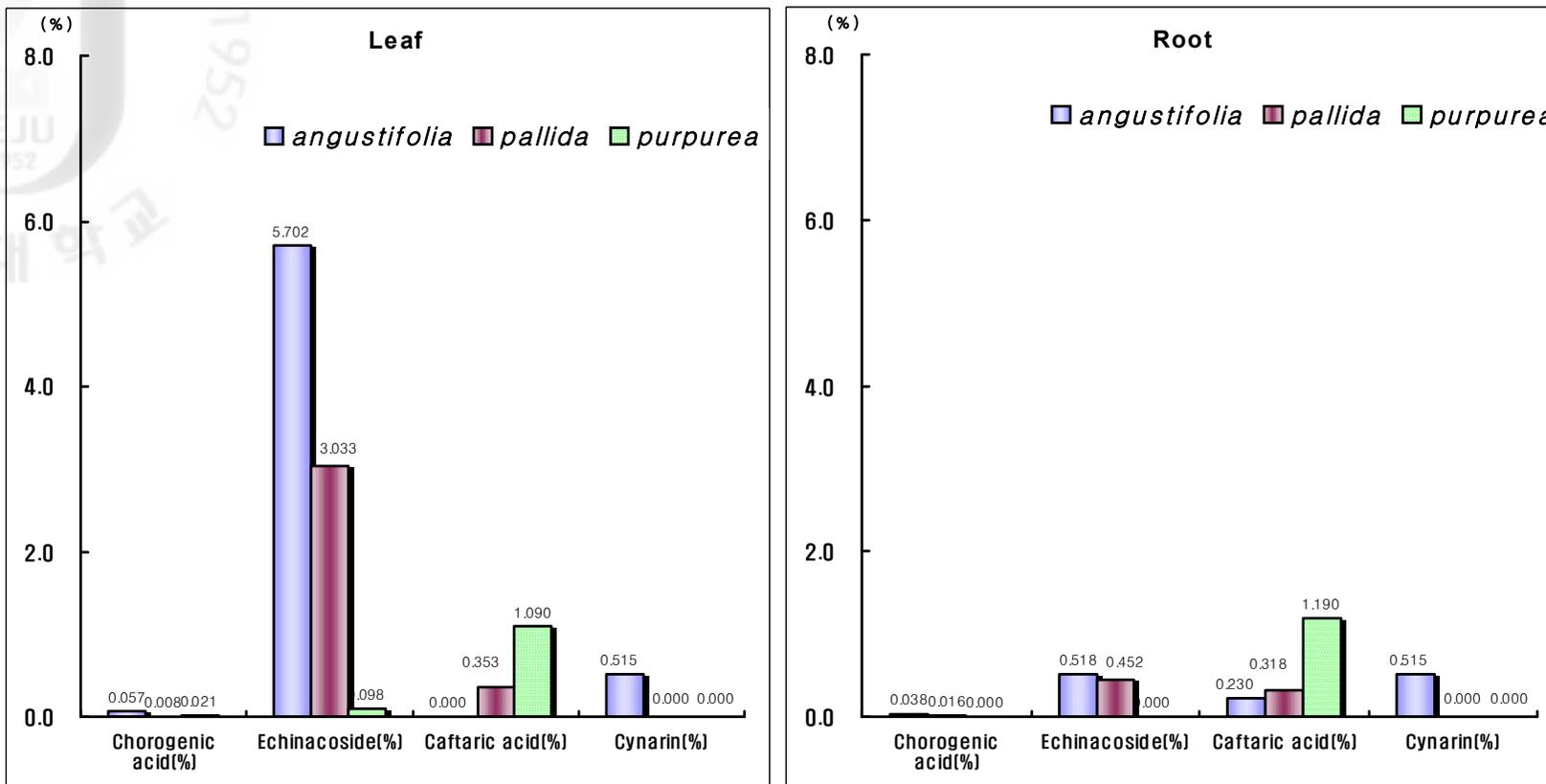
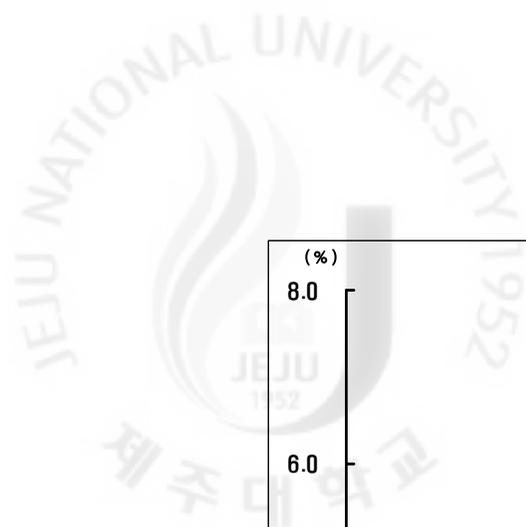


Fig 12. Average content of components in leaves and roots on heat-drying method in year of three cultivars

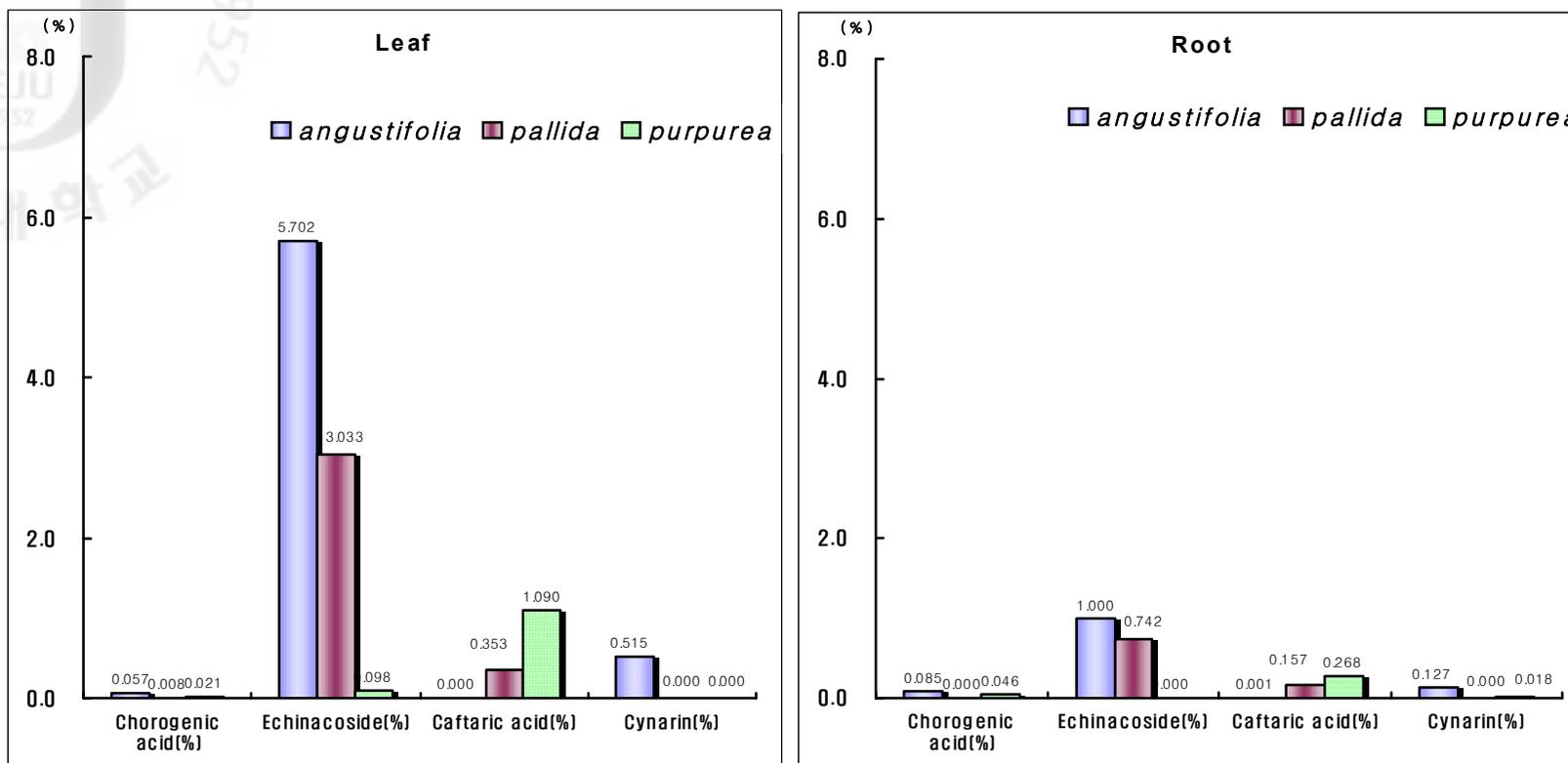


Fig 13. Average content of components in leaves and roots on freeze-drying method in year of three cultivars

Table 30. Phenolic acid contents in leaves, analyzed by HPLC, in year three by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	1,100	55,000	0	4,400
	<i>pallida</i>	490	21,200	2,300	0
	<i>purpurea</i>	0	0	8,100	0
	Mean	530	25,400	3,467	1,467
Songdang	<i>angustifolia</i>	910	64,800	0	4,000
	<i>pallida</i>	0	42,700	5,600	0
	<i>purpurea</i>	660	0	15,900	0
	Mean	523	35,833	7,167	1,333
Bongseong	<i>angustifolia</i>	0	55,300	0	5,600
	<i>pallida</i>	0	45,300	5,500	0
	<i>purpurea</i>	600	3,000	12,300	0
	Mean	200	34,533	5,933	1,867
Sanggui	<i>angustifolia</i>	0	80,000	0	6,700
	<i>pallida</i>	0	31,200	2,500	0
	<i>purpurea</i>	0	0	5,700	0
	Mean	0	37,067	2,733	2,233
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	0	46,000	0	5,900
	<i>pallida</i>	0	19,500	3,000	0
	<i>purpurea</i>	0	2,900	11,100	0
	Mean	0	22,800	4,700	1,967
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	1,400	41,000	0	4,300
	<i>pallida</i>	0	22,100	2,300	0
	<i>purpurea</i>	0	0	12,300	0
	Mean	467	21,033	4,867	1,433

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

Table 31. Phenolic acid contents in roots, analyzed by HPLC, in year three by region and cultivar

Region ^{z)}	Cultivar	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
Jongdal	<i>angustifolia</i>	670	1,600	3,300	0
	<i>pallida</i>	520	200	4,400	0
	<i>purpurea</i>	0	0	14,600	0
	Mean	397	600.00	7,433	0
Songdang	<i>angustifolia</i>	0	950	2,400	0
	<i>pallida</i>	450	1,300	3,400	0
	<i>purpurea</i>	0	0	22,400	0
	Mean	150	750	9,400	0
Bongseong	<i>angustifolia</i>	0	2,100	2,300	0
	<i>pallida</i>	0	1,200	2,800	0
	<i>purpurea</i>	0	0	19,200	0
	Mean	0	1,100	8,100	0
Sanggui	<i>angustifolia</i>	0	1,600	3,100	0
	<i>pallida</i>	0	22,100	2,300	0
	<i>purpurea</i>	0	0	4,500	0
	Mean	0	7,900	3,300	0
Yoosooam	<i>angustifolia</i>	950	24,000	0	3,500
	<i>pallida</i>	0	1,600	3,100	0
	<i>purpurea</i>	0	0	6,200	0
	Mean	317	8,533	3,100	1,166
Gaengreong	<i>angustifolia</i>	630	830	2,700	0
	<i>pallida</i>	0	700	3,100	0
	<i>purpurea</i>	0	0	4,500	0
	Mean	210	510	3,433	0

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

Table 32. Average content of phenolic acids in leaves and roots in year three, analyzed by HPLC

Position	Cultivar	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
Leaf	<i>angustifolia</i>	570	57,020	0	5,150
	<i>pallida</i>	80	30,330	3,530	0
	<i>purpurea</i>	210	980	10,900	0
Root	<i>angustifolia</i>	380	5,180	2,300	5,150
	<i>pallida</i>	160	4,520	3,180	0
	<i>purpurea</i>	0	0	11,900	0

Table 33. Average content of phenolic acids in leaves and roots in year three by region

Position	Region ^{z)}	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)	
Leaf	Jongdal	530	25,400	3,470	1,470	
	Songdang	520	35,830	7,170	1,300	
	Bongseong	200	34,530	5,930	1,870	
	Mean	420	31,920	5,520	1,560	
	Sanggui	0	37,070	2,730	2,230	
	Yoosooam	0	22,800	4,700	1,970	
	Gaengreong	470	21,030	4,870	1,430	
	Mean	160	26,970	4,100	1,880	
	Root	Jongdal	400	600	7,430	0
		Songdang	150	750	9,400	0
Bongseong		0	1,100	8,100	0	
Mean		180	820	8,310	0	
Sanggui		0	7,900	3,300	0	
Yoosooam		320	8,530	3,100	1,160	
Gaengreong		210	510	3,430	0	
Mean		180	5,650	3,270	380	

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

Table 34. Average content of phenolic acids in leaves in year three by cultivar and region

Cultivar	Region ^{z)}	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
<i>angustifolia</i>	Jongdal	1,100	55,000	0	4,400
	Songdang	910	64,800	0	4,000
	Bongseong	0	55,300	0	5,600
	Sanggui	0	80,000	0	6,700
	Yoosooam	0	46,000	0	5,900
	Gaengreong	1,400	41,000	0	4,300
	Mean	570	57,020	0	5,150
<i>pallida</i>	Jongdal	490	21,200	2,300	0
	Songdang	0	42,700	5,600	0
	Bongseong	0	45,300	5,500	0
	Sanggui	0	31,200	2,500	0
	Yoosooam	0	19,500	3,000	0
	Gaengreong	0	22,100	2,300	0
	Mean	80	30,330	3,530	0
<i>purpurea</i>	Jongdal	0	0	8,100	0
	Songdang	660	0	15,900	0
	Bongseong	600	3,000	12,300	0
	Sanggui	0	0	5,700	0
	Yoosooam	0	2,900	11,100	0
	Gaengreong	0	0	12,300	0
	Mean	210	980	10,900	0

^{z)}Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

Table 35. Average content of phenolic acids in roots in year three by cultivar and region

Cultivar	Region ^{z)}	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
<i>angustifolia</i>	Jongdal	670	1,600	3,300	0
	Songdang	0	950	2,400	0
	Bongseong	0	2,100	2,300	0
	Sanggui	0	1,600	3,100	0
	Yoosooam	950	24,000	0	3,500
	Gaengreong	630	830	2,700	0
	Mean	380	5,180	2,300	580
<i>pallida</i>	Jongdal	520	200	4,400	0
	Songdang	450	1,300	3,400	0
	Bongseong	0	1,200	2,800	0
	Sanggui	0	22,100	2,300	0
	Yoosooam	0	1,600	3,100	0
	Gaengreong	0	700	3,100	0
	Mean	160	4,520	3,180	0
<i>purpurea</i>	Jongdal	0	0	14,600	0
	Songdang	0	0	22,400	0
	Bongseong	0	0	19,200	0
	Sanggui	0	0	4,500	0
	Yoosooam	0	0	6,200	0
	Gaengreong	0	0	4,500	0
	Mean	0	0	11,900	0

z) Volcanic ash soil : 100m(Jongdal), 200m(Songdang), 300m(Bongseong)

Non-Volcanic ash soil : 100m(Sanggui), 200m(Yoosooam), 300m(Gaengreong)

Table 36. Secondary average content of phenolic acids in roots in year three of the cultivars grown in Songdang

Cultivar	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
<i>angustifolia</i>	850	11,000	10	1,270
<i>pallida</i>	0	7,420	1,520	0
<i>purpurea</i>	460	0	2,680	180

Table 37. Content of phenolic acids in seeds in year three of the cultivars

Cultivar	Chorogenic acid(ppm)	Echinacoside (ppm)	Caftaric acid(ppm)	Cynarin (ppm)
<i>angustifolia</i>	4,885	0	0	0
<i>pallida</i>	2,305	0	0	0
<i>purpurea</i>	1,750	0	0	0

Echinacea 종자를 환류 추출에 의해 품종별로 분석한 결과는 표 37에서 보는 바와 같다. 모든 품종에서 echinacoside, caftaric acid, cynarin 성분은 검출되지 않았고 chorogenic acid 성분만 함유하고 있었다. Chorogenic acid 성분은 *angustifolia* 품종에서 가장 많이 함유하고 있었고 *purpurea* 품종이 가장 적었다. 다른 유용성분의 함유 여부는 본 분석에서는 표준 용액의 농도를 25ppm, 50ppm, 100ppm을 기준으로 분석하였으므로 보다 낮은 농도의 표준품이나 감도가 높은 분석장비로 확인할 필요가 있을 것으로 보인다.

제주도는 중산간 지역 유희면적이 전면적의 20%를 차지하고 있고, 또한 감귤 폐원지와 동계채소 과잉생산을 대체 보완할 수 있는 작물 개발이 필요한 실정이며 1차 농업 비중이 높은 제주의 특성상 2차 가공산업, 3차 관광산업과 연계 가능한 녹색성장 작물이 절실히 요구되고 있다.

*Echinacea*는 중산간 유희지를 활용한 지역특화 소득작물로 발굴하면 화려한 꽃을 이용한 대규모 면적의 녹색 경관을 살리고, 유용물질을 활용한 산업화가 가능할 것으로 사료되며 고부가가치 신소재 제품(식·의약품, 향장제, 사료첨가면역강화제 등)을 개발하여 1, 2, 3차 산업이 연계된 신산업 육성될 수 있을 것이다.

또한 제주 경관작물의 상징인 유채의 소득이 낮아 정책적으로 명맥을 유지하는 시점에서 숙근성이며 꽃이 화려한 새로운 경관작물인 *Echinacea*를 유희 목초지에 대량 집단재배 함으로써 새로운 관광자원으로 활용하고 *Echinacea*의 유용성분을 활용한 다양한 제품의 원재료 공급에 이용하게 되면 제주에 새로운 유망 소득작물로 개발이 가능하다고 본다.

또한 가축의 사료에 항생제 남용을 천연산물인 *Echinacea*로 대체함으로써 친환경적인 식품의 안전한 먹거리 생산과 과잉 생산되고 있는 감귤, 동계채소 재배 면적의 완충역활로 작물별 소득 안정화는 물론 새로운 녹색 성장작물 재배로 인해 신제품 개발과 더불어 고용 창출도 유발될 것으로 기대된다.

V. 적 요

본 시험은 약용 및 경관용 작물로서의 잠재력을 갖고 있는 *Echinacea*를 제주 지역에서 주요 품종의 생육특성을 연구하여 새로운 소득작물로 발굴하고 보급하기 위한 기초자료를 제공하고자 제주지역 토양 및 지대별로 6지역에서 2009년부터 2011년까지 3개년 동안 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) *Echinacea* 출아 및 생육특성

*Echinacea*의 정식후 활착율은 화산회토에서는 지대가 높은 봉성지역인 해발 300m에서 전 품종이 높게 나타났고 비화산회토에서는 유수암지역인 해발 200m에서 활착율이 높은 경향을 보였으며 모든 지역에 *purpurea* 품종이 가장 뿌리 활착이 잘 되었고 *angustifolia* 품종이 가장 저조하였다.

Echinacea 출아기는 낮은 지대일수록 빠른 경향이었고 품종간 비교에서는 *purpurea* 품종이 모든 지역에서 빠르게 출아되었다. 토양간에는 2년차에서는 출아에 영향을 주지는 않았으나 3년차 화산회토에서 3~4일 정도 빠른 경향이였다.

초장은 1년차에서 양호한 지역은 화산회토 200m인 송당지역이였고 2년 재배 시에는 1년차보다 2.0~2.3배 정도 신장되어 최상의 생육상황이었다. 화산회토, 비화산회토 모두 *angustifolia* 품종이 가장 작았으며 *purpurea* 품종이 화산회토 200m인 송당지역에서 생육이 가장 양호하였다. 3년차에서는 2년에 비해 대체적으로 작아지는 경향을 보였다.

분지수는 지역, 품종간에 차이가 심하였고 전반적으로 *purpurea* 품종이 다른 품종에 비해 많았다. *Angustifolia*, *pallida* 품종은 비화산회토, *purpurea* 품종은 화산회토에서 많았고 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m에서 분지수가 많이 발생되었다.

엽수는 모든 지역에서 *purpurea* 품종이 가장 많았으며 지대간 비교에서는 화산회토는 봉성지역인 해발 300m, 비화산회토는 유수암 지역인 해발 200m에서

많은 경향이었다.

엽장, 엽폭은 화산회토는 송당지역(200m), 비화산회토는 유수암지역(200m)에서 양호한 경향을 보였고 *purpurea* 품종은 잎이 넓으면서 긴 광협특징을 지닌 품종이었고, *angustifolia*와 *pallida* 품종은 잎이 가늘면서 거친 특성을 지니고 있었다.

2) 개화특성

1년차에서는 *purpurea* 품종이 모든 지역에서 가장 먼저 개화하였고 지대가 낮은 지역일수록 개화가 빨랐고 비화산회토 300m에서 *angustifolia*와 *pallida* 품종은 기온이 낮아져 개화하지 못했다. 1년차 개화기는 6월 3일 정식 후 자라는 기간이 소요되어 2~3년차에 비해 110일 정도 늦었다. 2~3년차에서 *pallida* 품종이 모든 지역에서 가장 빨리 개화되었고 지대가 낮을수록 빨라지는 경향이었다.

꽃대의 길이는 1년 재배에서 *purpurea* 품종이 가장 길었고, 비화산회토 해발 200m인 유수암지역에서 대체적으로 양호한 편이었다. 2년차에서는 화산회토가 비화산회토에 비해 길었고, *angustifolia*와 *pallida* 품종은 화산회토 200m인 송당, *purpurea* 품종은 화산회토 300m인 봉성에서 가장 길었다. 3년차에서는 2년보다 대체로 작은 편이었다.

꽃수는 *purpurea* 품종이 가장 많았는데 전반적으로 토양은 화산회토, 지대는 해발 200와 300m 지대에서 많은 경향을 보였다.

3) 뿌리 특성

뿌리의 길이는 *pallida* 품종이 34.3cm로 가장 길었으며 화산회토, 비화산회토 모두 해발 200m지역에서 긴 경향이었다.

2년차 뿌리의 굵기는 비화산회토 200m인 유수암에서 양호하였고 품종별 지역간 비교에서는 *angustifolia*와 *purpurea*는 비화산회토 200m인 유수암, *pallida* 품종은 화산회토 300m 봉성지역에서 가장 굵었다.

뿌리수는 모든 품종이 화산회토가 비화산회토보다 많았고 화산회토, 비화산회

토 모두 해발 200m 지대인 송당과 유수암지역에서 가장 양호하였다. 품종간에는 *purpurea* 품종이 가장 많았으며 *angustifolia*는 가장 적었다.

1주당 뿌리무게는 2년차에서는 화산회토보다 비화산회토에서 무거웠고 비화산회토에서는 200m 유수암지역이 타 지역보다 월등하게 무거운 경향이였다.

2년 재배시 10a당 뿌리 수확량은 1년재배보다 *angustifolia* 1.4배, *pallida*는 2.2배, *purpurea* 품종은 2.3배 증수되었다. 토양간에는 비화산회토 수량이 많았고, 비화산회토에서는 해발 200m 지대인 유수암지역에서 전 품종 수량이 많았다. 3년차 뿌리 수확량은 전 품종에서 감소되었는데 3년차 기상악화가 원인인지 2년차에서 수확하는 것이 경제적인지는 연구가 더 필요하다.

4) 유효성분 분석조사

Echinacea 잎 부분의 성분은 *angustifolia* 품종이 다른 품종에 비해서 chorogenic acid, echinacoside와 cynarin 성분함량이 많은 편이였고, *purpurea* 품종은 타 품종에 비해 caftaric acid 성분을 많이 함유하고 있었다.

뿌리 부분에서 *angustifolia* 품종은 echinacoside 함량이 가장 많았으며, chorogenic acid는 비화산회토 200m에서 많이 함유하고 있었고, cynarin 성분은 비화산회토 200m 유수암에서만 추출되었다. *Purpurea* 품종은 caftaric acid가 타 품종에 비해 가장 많이 함유하고 있었으며 *pallida*는 echinacoside를 많이 함유하고 있었다.

Echinacea 종자는 모든 품종에서 chorogenic acid 성분만이 함유하고 있었고 그 중에서 *angustifolia* 품종이 가장 많았으며 추후에 감도가 높은 장비로 분석할 필요가 있다.

Echinacoside, chorogenic acid와 cynarin 성분은 *angustifolia* 품종에서, caftaric acid 성분은 *purpurea* 품종이 많이 나타났다. 또한 caftaric acid 성분인 경우는 화산회토 200m, echinacoside와 cynarin은 비화산회토 200m, chorogenic acid는 화산회토 100m에서 많았지만 전체적으로 비화산 200m지역에서 재배하는 것이 성분함량이 양호한 경향이였다.

종합적으로 볼 때, 제주지역에서는 *purpurea* 품종을 해발 200~300m 지역에서 재배하는 것이 좋을 것으로 판단되어진다.

앞으로 *Echinacea*는 경관작물로 집단재배시 새로운 관광자원으로 활용이 가능하고 유용성분을 활용한 다양한 제품의 원료로 이용하게 되면 제주에 새로운 유망 소득작물로 개발이 가능하다. 또한 가축 사료에 항생제 대체 첨가제로 개발하는 것도 검토해 볼 필요가 있으며, 과잉 생산되는 감귤과 동계채소 재배면적의 완충역할도 가능하여 농가소득 안정화에 기여함은 물론 *Echinacea* 신제품 개발과 더불어 제조업 활성화와 고용창출에도 기여할 것으로 기대된다.

VI. 인용문헌

- Abeles, F. B. 1986. Role of ethylene in *Lactuca sativa* cv. Grand Rapids seed germination. *Plant Physiol.* 81:780-787.
- Abeles, F. B. and J. Lonski. 1969. Stimulation of lettuce seed germination by ethylene. *Plant Physiol* 44:277-280.
- Aituan, M., S. Wanyu, N. Xiaofei, W. Meng and Z. Xiuhu. 2009. *Frontiers of agriculture in China.* V3:452-456.
- AOSA. 1986. Seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysts Contribution. 32:1-55.
- Barret, B., D. Kiefer and D. Rabago. 1999. Assessing the risks and benefits of herbal medicine : An overview of scientific evidence. *Altern. Ther.* 5:40-49.
- Barton, L. V. 1965. Seed dormancy: germination survey of dormancy types in seeds and dormancy imposed by external agents. p.699-720. in: W. Ruhland.(ed). *Encyclopedia of Plant Physiology.* Springer-Verlag, Berlin
- Baskin, C. C., J. M. Baskin and G. R. Hoffman. 1992. Seed dormancy in the prairie herb *Echinacea angustifolia* var. *angustifolia* (Asteraceae): afterripening pattern and germination during cold stratification. *Int. J. Plant Sci.* 153(2):239-243.
- Bauer, R. 1999. Chemistry, analysis and immunological investigations of *Echinacea* phytopharmaceuticals. In: Wagner, H.(ed.) *Immunomodulatory agents from plants.* Basel: Birkhauser verlag. p.41-88.
- Bauer, R. and H. Wagner. 1991. *Echinacea* species as potential immunostimulatory drugs. p. 253 - 321. In : H. Wagner and N. R. Farnsworth (eds.), *Economic and medicinal plant research*, vol. 5.

Academic Press, New York.

Bauer, R., I. A. Khan and H. Wagner. 1988. TLC and HPLC analysis of *Echinacea pallida* and *E. angustifolia* roots. *Planta Med.* 54:426 - 430.

Begum, H., M. L. Lavania and G. H. V. Ratna BaBu. 1988. Seed studies on papaya: II. Effects of presoaking treatments with gibberellic acid and thiourea on germination and vigor of aged seed. *Seed Res.* (New Delhi) 16:51-56.

Bevilacqua, L., R. F. Fossati and G. Dondero. 1987. Callose in the impermeable seed coat of *Sesbania punicea*. *Ann. Bot.* 59:335-341.

Bewley, J. D. and M. Black. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds.* Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. V2:126-339.

Bilal, H. A., K. S. Abbasi., J. M. Susan and Z. L. Chun. 2007. *Echinaceae* biotechnology: Challenges and opportunities. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant* 43:481-492.

Bodsworth, S. and J. D. Bewley. 1981. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronious germination at cool temperature. *Can. J. Bot.* 59:672-676.

Bradford, K. J., J. J. Steiner and S. E. Trawatha. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. *Crop Sci.* 30:718-721.

Braun, J. W. and A. A. Khan. 1976. Alleviation of salinity and high temperature stress by plant growth regulators permeated into lettuce seeds via acetone. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:716-721.

Brocklehurst, P. A. and J. Dearman. 1983. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory

germination. Ann. Appl. Biol. 102:577-584.

Broome, S. W. 1972. Stabilizing dredge spoil by creating new salt marshes with *Spartina alterniflora*. Soil. Sci. North Carolina Proc. 15:136-147.

Bukovsky, M. and R. Kostalova. 1993. Testing for immunomodulating effects of ethanol-water extracts of the above ground parts of the plants *Echinaceae*. Moench and Rudbeckial, Cesk. Farm 42(5):228-231

Burdett, A. N. and W. E. Vidaver. 1971. Synergistic action of ethylene with gibberellin or red light in emergence lettuce seeds. Plant Physiol. 48:656-657.

Burger, R. A., A. Torres, R. P. Warren, V. D. Caldwell and B. G. Hughes. 1997. *Echinacea*-induced cytokine production by human macrophages. Int. J. Immunopharmacol. 19:371 - 379.

Chew, L. and D. R. Walker. 1996. Effects of temperature, chemicals, and seed wet on apricot and peach seed emergence and growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 88:232-238.

Choffe, K. I., J. M. R. Victor, S. J. Murch and P. K. Saxena. 2000. *In vitro* regeneration of *Echinacea* L.: Direct somatic embryogenesis and indirect shoot organogenesis in petiole culture. In Vitro Cell. Dev. Biol Plant 36:60-36.

Currier, N. L. and S. C. Miller. 2000. Natural killer cells from aging mice treated with extracts from *Echinacea purpurea* are quantitatively and functionally rejuvenated. Exp. Gerontol. 35: 627 - 639.

Currier, N. L. and S. C. Miller. 2001. *Echinacea purpurea* and melatonin augment natural-killer cells in leukemic mice and prolong life span. J. Altern Complem Med. 7:241 - 251.

Delouche, J. C. and C. C. Baskin. 1973. Accelerated ageing technique for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci & Technol.* 1:427-452.

Esashi, Y., S. Wakabayashi, Y. Tsukada, and S. Satoh. 1979. Possible involvement of the alternative respiration system in the ethylene-stimulated emergence of cocklebur seeds. *Plant Physiol.* 63:1039-1043.

Feghahati, S. M. J. and R. N. Reese. 1994. Ethylene, light, and prechill-enhanced emergence of *Echinacea angustifolia* seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(4): 853-858.

Finnerty, T. and J. M. Zajicek. 1992. Effects of seed priming on plug production of *Coreopsis lanceolata* and *Echinacea purpurea*. *J. Environ. Hort.* 10(3):129-132.

Foster, S. 1991. *Echinacea: Nature's Immune Enhancer*. Healing Arts Press. p.100-106.

Fredy, R. R., D. Kathleen, J. David and Y. L. Hannapel. 2010. Horticultural and biochemical variations due to seed source and production methods in three *Echinacea* spp. *J. of Herbs, Spices & Medicinal Plants.* V. 16:167-192..

Freier, D. O., K. Wright, K. Klein, D. Voll, K. Dabiri, K. Cosulich and R. George. 2003. Enhancement of the humoral immune response by *Echinacea purpurea* in female Swiss mice. *Immunopharm Immunot.* 25: 551 - 560.

Galambosi, B. 2004. Cultivation in Europe. In: S. Miller(ed) *Echinacea*. The genus *Echinacea*. CRC Press, Boca Raton, FL. p.29-52.

George, A. K., J. Bae, L. Wu and E. Wurtele. 2006. Synthesis and natural distribution of anti-inflammatory alkaloids from *Echinacea*. *Molecules* 11:758-767.

Golovko, E. A., S. P. Mashkovskaya and T. A. Shcherbakova. 2003. Proceedings of the conference "With *Echinacea* into the Third Millennium" Poltava. p.120 - 123.

Gruver, J. W. and A. Dermarderosian. 1996. An emerging green pharmacy; modern plant medicines and health. *Lab Med.* 27(3):170-176.

Haigh, A. M. and E. W. R. Barlow. 1987. Emergence and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:202-208.

Han, D. H. 2002. Evaluation of major characteristics in cultivar groups of lettuce (*Lettuce sativa*). MS thesis, Kyung Hee Univ. Korea.

Harbage, J. F. 2001. Micropropagation of *Echinacea angustifolia*, *E. pallida*, and *E. purpurea* from stem and seed explants. *HortScience* 36:369-364.

Hassell, R. L., R. Dufault and T. Phillips. 2004. Relationship among seed size, source and temperature on emergence of *Echinacea angustifolia*, *Echinacea pallida* and *purpurea*. *Acta Hort.* 629:239-243.

Hobbs, C. R. 1990. The *Echinacea* handbook. Oregon. p.118.

Jeong, Y. O., S. M. Kang and J. L. Cho. 2000. Germination of carrot, lettuce, onion and welsh onion seed as affected by priming chemicals at concentrations. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 18:93-97.

Jones, R. L. 1968. Ethylene enhanced release of α -amylase from barley aleurone cells. *Plant Physiol* 43:442-444.

Kapai, N. A., N. Yu, M. V. Anisimova, S. M. Kiselevskii and M. B. Sitdikova. 2011. Bulletin of experimental biology and medicine. Volume 150(6): 711-713.

Kato, H. and Y. Esashi. 1975. Dormancy and impotency of cocklebur seeds. I. CO₂, C₂H₄, O₂ and high temperature. Plant Cell Physiol. 16:687-696.

Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13:131-181.

Kim, B. W. 1986. Seed development and germination characteristics of *Oenothera stolonifera* DC. Ph. D. thesis, Seoul National Univ. Korea.

Kim, J. S., I. T. Hwang, S. J. Koo and K. Y. Cho. 1988. Interaction between light and other factors affecting germination of *Oenothera lamarckiana* seeds. Kor. J. Weed Sci. 8:15-22.

김나영. 2006. 개국약사가 본 *Echinacea* 함유제제의 유용성에 대한 연구. 영남대학교 대학원 석사학위논문.

김인탁. 1982. 화산회토양에 시용한 규산질비료가 옥도의 양분흡수에 미치는 영향. 건국대학교 대학원. 석사학위논문.

Kindscher, K. 1989. Ethnobotany of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*, *Asteraceae*) and other *Echinacea* species. Econ Bot. 43(4):498-507.

Kindscher, K. 2006. The conservation status of *Echinacea* species. Kkansas Biological Surve.

Kochankov, V. G., Grzesik, M., Chojnowski, M. and Nowak, J. 1998. Effect of temperature, growth regulators and other chemicals on *Echinacea purpurea* (L.) Moench seed germination and seedling survival. Seed Sci. Tech 26:547-554.

Komir, Z. V., A. A. Alekhin, and N. N. Alekhin. 2003. Proceedings of the conference "With *Echinacea* into the Third Millenium," Poltava. p.51 - 54.

Koroch, A., H. R. Juliani, J. Kapteyn and J. E. Simon. 2002. *In vitro* regeneration of *Echinacea purpurea* from leaf explants. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 69:79-83.

Lakshmanan, P., M. Danesh and A. Taji. 2002. Production of four commercially dultivated *Echinacea* species by different methods of in vitro regeneration. J. Hor. Sci. Biotechnol. 77:158-163.

이준경, 구성자. 2002. 암세포에 대한 *Echinacea angustifolia* 순차 용매 추출물의 세포독성 효과. 한국식품학회지 34:123-127.

Li, T. S. C. 1998. *Echinacea*: cultivation and medicinal value. Hort. Tech. 8:122-129.

Lienert, D., E. Ankiam and U. Panne. 1998. Gas chromatography-mass spectral analysis of roots of *Echinacea* species and classification by multivariate data analysis. Phytochemical analysis 9:88-98.

Lim, H. S. 2004. Seed germination and *in vitro* propagation by multi-shoots in *Dicentra spectabilis* L. MS Thesis, Chonbuk National Univ. Korea.

Liu, C. Z., B. H. Abbasi, M. Gao, S. J. Murch and P. K. Saxena. 2006. Caffeic acid derivatives production by hairy root cultures of *Echinacea purpurea*. J. Agr. Food Chem. 54:8456 - 8460.

Luettig, B., C. Steinmüller, G. E. Gifford and H. Wagner. 1989. Macrophage activation by the polysaccharide arabinogalactan isolated from plant cell cultures of *Echinacea purpurea*. J. Natl. Cancer I. 81:669 - 675.

- Maass, N., J. Bauer, B. R. Paulicks, B. M. Bohmer and D. A. RothMaier. 2005. Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance and immune status in pigs. *J. Anim. Physiol.* 89:244 - 252.
- Macchia, M., L. G. Angelini and L. Ceccarini. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. *Scientia Hort.* 89:317-324.
- Mancek, B. and S. Kreft. 2005. Determination of cichoric acid content in dried press juice of purple coneflower (*Echinacea purpurea*) with capillary electrophoresis. *Talanta.* 66:1094 - 1097.
- Manning, J. C. and J. Staden. 1987. The role of the lens in seed imbibition and seeding vigor of *Sesbania punicea* (Cav.) Benth. *Ann. Bot.* 59:705-713.
- Mayer, A. M. and A. Poljakoff-Mayer. 1982. The germination of seeds. Pergamon Press. p.22-211.
- McKeown, K. A. 1999. A review of the taxonomy of the genus *Echinacea*. p. 482 - 489. In: J. Janick(ed.), *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Mishima, S., K. Saito, H. Maruyama, M. Inoue, T. Yamashita, T. Ishida and Y. Gu. 2004. Antioxidant and Immuno-enhancing effects of *Echinacea purpurea*. *Biol Pharm Bull.* 27:1004 - 1009.
- Olatoye, S. T. and M. A. Hall. 1972. Interaction of ethylene and light on dormant weed seeds. In: W. Heydecker, (Ed), *Seed Ecology*. Butterworths. London. p.233-389.
- Park, K. W., G. P. Lee, K. W. Park and J. C. Jeong. 1998. Effect of seed priming on the germination of several korean wild greens. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:135-139.

박준은. 2002. *Echinacea* 추출물이 단구와 단구유래 수지상 세포의 유전자 발현에 미치는 효과. 울산대학교 대학원 박사학위논문.

박진홍, 이미경, 문형철, 최근표, 이서호, 이현수, 류이하, 이강윤, 이현용. 2004. *Echinacea purpurea* L. 추출물 및 분획물의 암세포 독성. 한약작지. 12(4):309-314.

방성훈. 2006. *Echinacea*속 식물의 종자 발아에 미치는 제반 요인. 경희대학교 대학원 박사학위논문.

Pill, W. G., Crossan, C. K., Frett, J. J. and Smith, W. G. 1994. Matric and osmotic priming of *Echinacea purpurea* Moench seeds. Sci Hortic. 59:37-44.

Qu, L., X. Wang, Y. Chen, and R. Scalzo. 2005. Commercial seed lots exhibit reduced seed dormancy in comparison to wildseed lots of *Echinacea purpurea*. HortScience 40:1843-1845.

Romero, F. R., K. Delate and D. J. Hannapel. 2005. The effect of seed source, light during germination and cold-moist stratification on seed germination in three species of *Echinacea* for organic production. HortScience 40:1751-1754.

Rothmaier D. A., B. M. Bohmer, N. Maass, K. Damme and B. R. Paulicks. 2005. Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance of broilers and layers. Archiv fur Geflugelkunde. 69(3):123 - 127.

Sari, A. O., Morales, M. R. and Simon, J. E. 2001. Ethephon can overcome seed dormancy and improve seed germination in purple coneflower species *Echinacea angustifolia*. and *pallida*. HortTechnology 11:202-205.

Samfield, D. M., J. M. Zajicek and B. G. Cobb. 1991. Rate and uniformity of herbaceous perennial seed germination and emergence as affected by

- priming. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:10-13.
- Schulthess, B. H., E. Giger and T. W. Baumann. 1991. *Echinacea* : Anatomy, phytochemical pattern and germination of the achene. *Planta Med.* 57:384-388.
- Sharma, M., J. T. Arnason, A. Burt and J. B. Hudson. 2006. *Echinacea* extracts modulate the pattern of chemokine and cytokine secretion in rhinovirus-infected and uninfected epithelial cells. *Phytother Res.* 20(2): 147 - 152.
- Shibata, O. 1985. Botany of heights. Uchida Rokakuho, Tokyo.
- Sorenson, J. T. and D. J. Holden. 1974. Germination of native prairie for seeds. *Journal of Range Management.* 27(2):1443-1447.
- Suganuma, C. C. and H. Ohno. 1984. Role of pericarp in reducing spinach(*Spinacia oleracea* L.) seed germination at supra-optimal temperatures. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 53:38-44.
- Taylor, A. G. and G. E. Harman 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annu. Rev. Phytopathol.* 28:321-339.
- Thomson. 2004. PDR at Montvale, NJ07. p.1645-1742.
- Thygesen, L., J. Thukin, A. Mortensen, L. H. Skibsted and P. Molgaard. 2007. Antioxidant activity of cichoric acid and alkamides from *Echinacea purpurea*, alone and in combination. *Food Sci.* 101:74-81.
- Vangal, T. M., S. M. Galatowitsch and M. S. Strefeler. 1998. Ecological consequences of hybridization between a wild species (*Echinacea purpurea*) and related cultivar (*Echinacea purpurea*, White swan). *Sci Hort.* 76:73-88.

Vestwever A. M. and J. Beuth. 1995. *In vitro* activity of mercuritus cyanatus complex against relavatn pathogenic bacterial isolates, *Arzneimittelforschung*. 45(9):1018-1020.

Wang, H. M. and K. Y. To. 2004. Agrobacterium-mediated transformation in the high value medicinal plant *Echinacea purpurea* *Plant Sci*. 166:1087-1096.

Warner, H. L. and A. C. Leopold. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethyphosphonic acid. *Plant Physiol*. 44:156-158.

Wartidiningsih, N. and Geneve, R. L. Seed source and quality influence germination in purple coneflower (*Echinacea purpurea*). *Hortic. Sci*. 29:1443-1444.

Yu, H. C. and M. Kaarlas. 2004. Popularity, diversity, and quality of *Echinacea*, In : S Miller (ed). *The Echinacea*. CRC Press, Boca Raton, FL. p52.

Zhang, C. J. 2005. Influence of *Echinacea purpurea* extract on antibody production to newcastle disease and infectious bursal disease vaccination. *J. Tradition Chin Vet Med*. 24(5):26 - 27.

Zheng, Y., M. A. Dixon and P. K. Sacena. 2006. Growing environment and nutrient availability affect the content of some phenolic compounds in *Echinacea purpurea* and *Echinacea angustifolia*. *Planta Med*. 72:1407-1414.

감사의 글

*Echinacea*를 제주도에 처음으로 도입하시고, 이 연구와 논문이 이루어지기 까지 자상한 관심과 배려 속에 지도와 격려를 하여주신 소인섭 교수님께 깊은 감사를 드리며, 바쁘신 중에도 논문심사에 지도와 조언을 하여주신 송창길, 강훈, 한상현 교수님과 김영걸 박사님께 감사드립니다.

그리고 이 연구를 수행할 수 있도록 많은 관심과 배려를 해주신 농업기술원 고성준 원장님과 이상순, 강성근 국장님께도 감사드리며, 특히 시험연구 수행에 성적정리와 자료작성 등 노고가 많은 강형식 박사와 협조를 아끼지 않은 농산물 원종장의 동료 직원 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

또한 성분분석을 도와준 양영택 연구사와 생물종다양성연구소 정용환 소장님, 박수영 박사, 함영민 연구원께도 감사드리며, 저에게 많은 관심과 조언 그리고 격려를 하여주신 모든 분들께 감사드립니다.

제가 오늘에 있기까지 늘 걱정과 염려 속에 한결같은 사랑으로 보살펴 주신 어머니 그리고 장모님, 어려운 생활여건 속에서도 묵묵히 내조하고 학업을 독려 해준 사랑하는 아내 이진일, 멀리서 아빠의 논문 완성을 기뻐하며 응원해준 사랑하는 효주, 대건이 그리고 동생 경희, 정희, 맹찬이 이 외에도 저를 아껴 주시는 친족들과 이 기쁨을 함께 간직하고, 살아 계셨으면 무척이나 기뻐하셨을 아버님과 장인어르신 영전에 이 논문을 바칩니다.