Journal of Environmental Science International
31(3); 255~263; March 2022

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
https://doi.org/10.5322/JESI.2022.31.3.255

ORIGINAL ARTICLE

세이보리(S. hortensis)의 정유성분과 대사체 분석에 대하여

신경순 · 조태동[1)*]

강릉원주대학교 일반대학원 환경협동과정, [1)]강릉원주대학교 환경조경학과

Essential Oil Ingredient and Metabolites Analyses in Savory (*Satureja hortensis*)

Gyung-Soon Shin, Tae-Dong Cho[1)*]

Environmental Technical Cooperation Process, Graduate school of General Studies, Gangneung-Wonju University, Gangneung 25467, Korea

[1)]Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25467, Korea

Abstract

The relationship between environmental growth conditions of savory(*Satureja hortensis*) and Zn and vitamin B3 has been previously reported. Based on these results, HPLC and GC-MS were used to investigate the levels of phenolic compounds and perform metabolite analysis, respectively, in plants collected from different areas. Differences were observed in the levels of polyphenols and flavonoids depending on sampled areas and natural conditions. Next, HPLC and metabolite analyses confirmed the presence of bioactive substances. The results also showed that the longer the storage time, the higher was the content of carvacrol and of rosmarinic acid. Finally, the difference in the active ingredients was minimal when plants were cultivated under growth conditions similar to those in the place of origin.

Key words : Carvacrol, Rosmarinic acid, Metabolite analysis

1. 서 론

세이보리(S.hortensis)는 꿀풀과(Lamiaceae)에 속하는 식물로서 남부유럽 및 지중해 지역, 서아시아 등의 지역과 북아메리카에 주로 분포하고 있다(Momantaz and Abdollahi, 2010). 꿀풀과(Lamiaceae)에 속하는 대부분의 허브식물은 스스로 생존하기 위하여 많은 저분자량의 천연물질인 에센셜 오일을 함유하고 있는데 고대로부터 이것을 이용한 식음료, 향료, 화장품이나 향수 등으로 활용하여 왔다(Cristina, 2021). 허브식물은 자생하고 있는 지역이나 기후 조건에 따라 다양한 구성을 보이고 있으며(Chambre et al., 2020), 세이보리(S.hortensis) 역시 파이토 케미컬분석을 해보면 지역에 따라 활성성분이 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 그중 대표적으로 휘발성 오일의 주요 화합물인 카바크롤, 티몰, p-시멘과(Mohtoshani et al,, 2017) 페놀계 화합물인 로즈마린산

Received 19 January, 2022; **Revised** 8 March, 2022;
Accepted 11 March, 2022
[*]**Corresponding author**: Tae-Dong Cho, Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea
Phone : 82-33-640-2358
E-mail : aroma058@hanmail.net

ⓒ The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Ingredient Analysis of The open Soil

Soil	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Avail. P_2O_5 (mg kg^{-1})	Exch. Cation($cmol_c$ kg^{-1})		
					K	Ca	Mg
Sample	6.3	0.1	20	101	0.48	6.2	2.2

Soil composition analysis according to the standard analysis method was commissioned by the Agricultural Technology Center in Gangneung (May, 15,2021)

등을 들 수 있다(Maskovie et al., 2017). 여기에서 카바크롤(Carvacrol)은 페놀계 화합물의 모노테르펜의 일종으로 항균작용이 있고 C.albicans등 46종의 부패효모에 대해 증식억제 효과를 보이고 있으며(Ciani et al., 2020), 대장균 및 바실루스 세레우스(Bacillus cereus) 등의 박테리아 세포막을 파괴하므로 박테리아의 성장을 저해 한다고 알려져 있다. 또한 카바크롤(Carvacrol) 이 내장지방의 축적을 저해하고(Pack, 2011) 각종 염증을 제거하며 암세포의 성장인자로 작용하는 스트레스 단백질인 열 충격 단백질(Heat shock Protein60)의 발현을 차단하며 각종 항암작용을 가지고 있다(IlariaL et al., 2006). 한편, 로즈마린산(Rosmariniac acid)은 꿀풀과(Labiaceae)허브에 존재하는 페놀계 화합물로서 카페산의 에스테르이고, 로즈마린산(Rosmarinic acid)에 대한 활용을 보면 식품 방부제로 부터 화장품에 이르기까지 광범위하게 적용되고 있으며(Maryam et al., 2012), 항바이러스(Bektas and Mustafa, 2014), 항균, 항염증, 항산화제를 포함한 많은 생물학적으로 응용이 되고 있다(Hwang and Jeong, 2006). 특히 산화적 스트레스는 여성증후군인 폐경후의 에스트로겐 수치 감소와 깊은 관련이 있는데(Cervellati and Bergammi, 2016), 로즈마린산과 그 대사물은 반응성 산소종을 직접 중화시켜 산화적 손상에 의한 생성물의 형성을 감소시키는 하이드록시산 유도체 중 강력한 산화 방지제로 간주 되어진다(Zych et al., 2019). 따라서 로즈마린산(Rosmarinic acid)은 인체내에서 생성되는 독성물질인 활성산소를 제거함으로써 노화예방이나 각종 질병을 예방하는 천연 항산화물질이라 할 수 있다. 본 연구에서는 세이보리(S.hortensis)가 본래 온난한 기후에서 자생 되었던 바, 이에 대하여 국내에서 직접 실험 재배하여 카바크롤(Carvacrol)과 로즈마린산(Rosmarinic acid)의 함유량이 어떻게 나타나는지 그 결과를 분석하였다.

세이보리(S.hortensis)에 관련한 연구는 이미 심신의 피로와 생활의 활력을 주는 활성 성분 중, 아연(Zn)이나 나이아신(V.B3)의 함유량에 대하여 그 결과를 발표하였고(Shin and Cho, 2021) 당년, 이와 별개로 노지에서 재배한 세이보리(S.hortensis)에 대하여 HPLC법을 이용한 분석으로 활성성분인 카바크롤과 로즈마린산의 함유량을 파악하였다. 한편, 2020년 수확 후 1년간 냉동보관한 세이보리(S,hortensis)와 2021년 당해 수확한 세이보리의 성분에 대하여 비교 분석하였고, 또한 로즈마린산(Rosmarinic acid)의 함유량에 대해 원산지에서 발표된 연구논문과 우리나라의 토양에서 재배된 세이보리(S,hortensis)와 비교분석 하였다.

이상에서 보는 바와 같이 세이보리(S,hortensis)에 존재하는 분자나 대사산물들의 구성과 흐름을 파악하여 생체 내에서 일어나는 다양한 생리적 또는 병리적 현상에 대한 정보를 제공하게 되는(Sanger et al., 2012) 대사체에 대하여 GC-MS법을 이용해 분석하였다. 이러한 결과를 통하여 향후 자연 치유의 기초 자료로 활용함을 연구의 목적으로 한다.

2. 연구재료 및 방법

2.1. 식물재료와 토양

세이보리(S.hortensis)의 조사대상 토양은 햇빛이 잘 들고 배수가 잘되는 양지바른 곳을 선정하였고, 강릉시 농업기술센터에 의뢰하여 표준 분석법으로 토양분석을 하였다. 분석에 이용된 식물은 종묘상회 에서 구입한 씨앗을 2021년 4월 21일(Fig. 1) 파종상에 점적관수(흩어뿌리기)를 하여 14일 후 발아가 시작되었고(Fig. 2) 발아가 된 것을 각 트레이드에 옮긴 후(Fig. 3), 5월 30일 햇빛이 잘 들고 배수가 양호한 노지에 이식하였다(Fig. 4). 2021년 7월 개화가 시작되면서 잎과 줄기 등 전초를

Fig. 1. Sowing.(2021.04.21.)

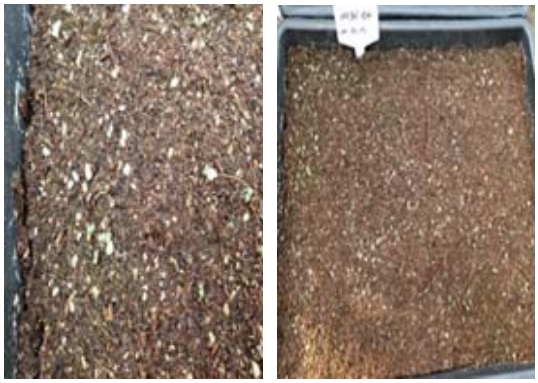

Fig. 2. Germination.(2021.05.02.)

Fig. 3. Transplant into trad.(2021.05.09.)

Fig. 4. Transplant to outside ground.(2021.05.30.)

Fig. 5. Harvest the savory plant.(2021.07.21.)

Table 2. HPLC conditions for analysis of phenolic compound

Instriment	Ultimate 3000HPLC (Thermo Dionex, USA)
Column	InnoC-18 column(Youngjinbiochrom,Korea 4.6*250,5um)
Mobile phase	A: 0.1% TFA in DW, B: Acetonitrile
Flow rate	0.8ml / min
Injection volume	10ul
Gradient	90% A + 10 % B
Dectector	240nm, 340nm, 254nm (190~400nm DADscanming)

수확하여(Fig. 5) 영하 20°C 냉동고에 보관했으며, 2020년에 수확하여 냉동고에 보관했던 전초와 확실하게 구분해 보관하였다.

2.2. 성분 분석방법

세이보리(S,hortensis)의 생리활성 성분의 함량을 분석하기 위해 2020년과 2021년에 노지에서 생육 하였던 전초를 각각 분석 전까지 -20℃ 냉동고에 보관하였고, 분석을 위해 동결 건조하여 분쇄한 후 분말상태로 준비하여 시료로 사용 하였으며, 분석은 서울대학교 나이셈(NICEM) 분석실에 의뢰하여 검사성적 결과를 얻었다.

2.2.1. 정유성분 분석

세이보리(S,hortensis)의 페놀계 화합물의 정유 성분 중 카바크롤(Carvacrol)과 로즈마린산(Rosmarinic acid)의 함량을 분석하기 위하여 분말 30g을 80% Methanol 1 ml에 녹여 1시간 초음파 추출 후 1시간 shaking하여 상등액을 얻었으며 이 상등액을 0.2 um membrane filter로 여과하여 HPLC분석에 사용하였다. HPLC condition은 다음 Table 2와 같다.

2.2.2. 대사체 분석

세이보리(S. hortensis)의 대사체 분석은 분말시료(동결건조 후 분쇄) 30 mg을 70% Methanol 1 ml로 초음파 추출을 한 후 추출한 시료를 0,2 ul syringe 로 filtering 하였다. Filtering 한 시료는 150 ul speed vacuum으로 건조한 후 건조된 시료에 20000 ppm Methyl Hydroxyl Chloride Amine (MHCA) in pyridine 50 ul을 넣고 30℃ 오븐에서 90분 반응시켰다. 이 반응이 끝난 시료 vial에 BSTFA + TMCS용액 50 ul와 Internal standard (1000 ppm Flouranthene) 30 ul를 넣어 vortexing후 60℃ 오븐에서 30분 반응한 후 시료를 GC vial+ insert에 담아 GC-MS 로 분석하였다. 본 데이터는 GC-MS 로 분석한 결과로 standard를 분석하여 비교한 결과가 GC-MS에 의해 TIC (Total Ionization Chromatogram)에 분리된 각 peak 의 성분분석은 NIST Mass SpetralLibral (W&No. L, Agilent Co.)에 의해 검색 mas spectral data book 의 spectrum에 의한 문헌의 질량분석 데이터 검색을 바탕으로 물질을 추정한 것이다. 대사체 분석에 사용된 GC-MS의 기기조건은 Table 3과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1. HPLC에 의한 페놀계 화합물의 함량분석

약용식물 재료에서 페놀계 화합물을 검출하기 위해서 다양한 기법이 있으나, HPLC를 사용한 것은 보통 식물에서 이용 가능한 약리학적 또는 화학적으로 특정한 성분의 크로마토그래피 패턴을 보이고(Shivatare et al., 2013), 플라보노이드와 페놀산이 유사한 시스템으로 분석되어 함께 추출 될 수 있기 때문이다(Dai and Mumper, 2010). 그리고 HPLC분석으로 페놀계 화합물 중 생물학적 활성성분의 존재가 확인되었는데(Maskovic et al., 2017), 다른 저장 조건하에서 에센셜 오일의 조성 변화를 보았을 때 저장시간이 길수록 에센셜 오일의 품질이 증가했음을 확인한 결과도 볼 수 있다(Mohtashami et al., 2018). 본 연구재료의 로즈마린산은 수확 및 저장의 내외적 요인에 따라 함량의 차이를 보이므로, 2020년에 전초를 수확하여 냉동고에 보관했던 세이보리(S.hortensis)와 2021년에 생육하여 수확한 세이보리(S.hortensis) 전초를 가지고 페놀계 화합물 중 카바크롤(carvacrol)과 로즈마린산(Rosmarinic acid)함량을 비교 분석하였다.

Table 3. Analysis conditions of metabolic components by GC-MS

GC	Trace 1310 (Thermo scientific)
MS	ISQ LT single quadrupole Mass Spectrometer (Thermo scientific)
Column	DB-5MS (60m × 0.25 mm,0.25um, Agilent)
Injector	300℃
Detector	MS (He 1.5ml /min)
MSTemperature program	Transfer line Temperature ; 310℃ Ion source Temperature ; 270℃ MS range (amu) ; 35-650 Ionization mode ; EI
Oven	50℃ 2 min Hold 180℃ 5.0℃/min, 8 min Hold 210℃ 2.5℃/min, 0min Hold 325℃ 5℃/min, 10 min Hold
Injection	1ul (spilt ratio 30)

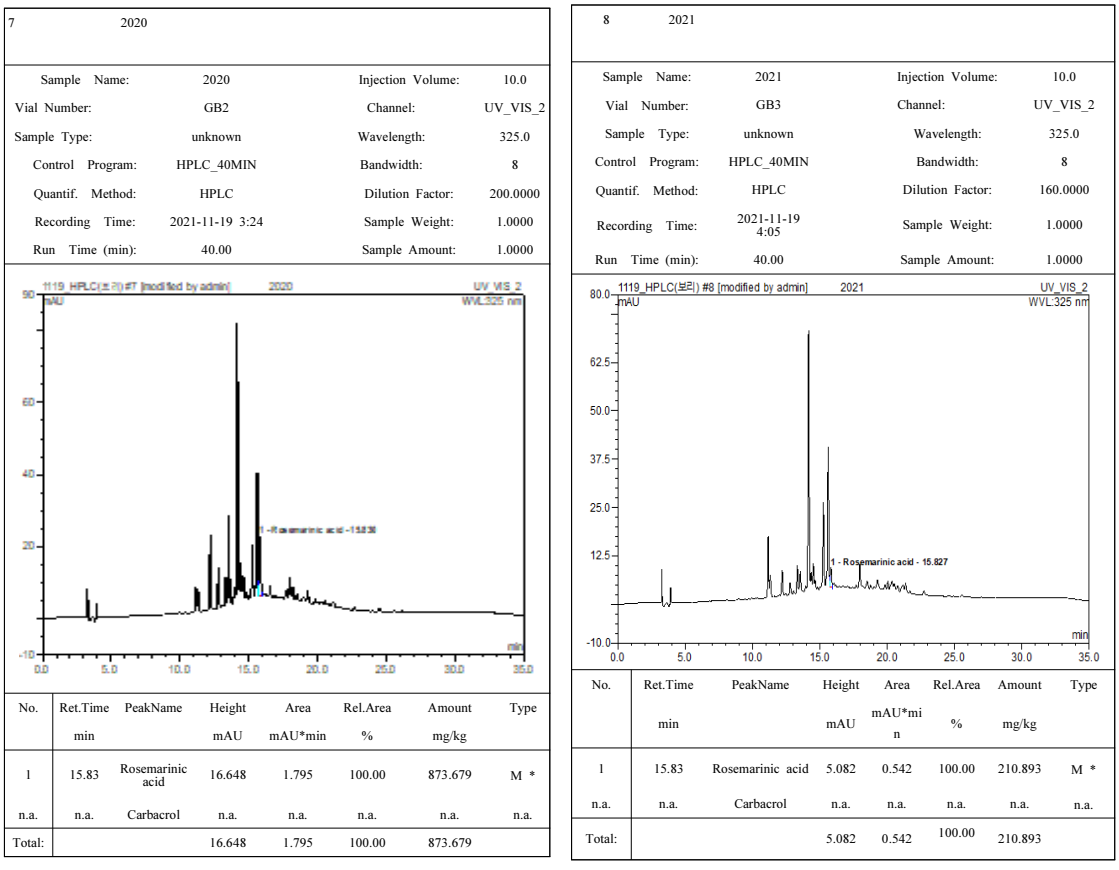

Fig. 6. HPLC chromatogrem of the Carvacrol of contest according retention time in Savory(S. hortensis). Bold numbers on the chromatoram are the peak retention time identified.

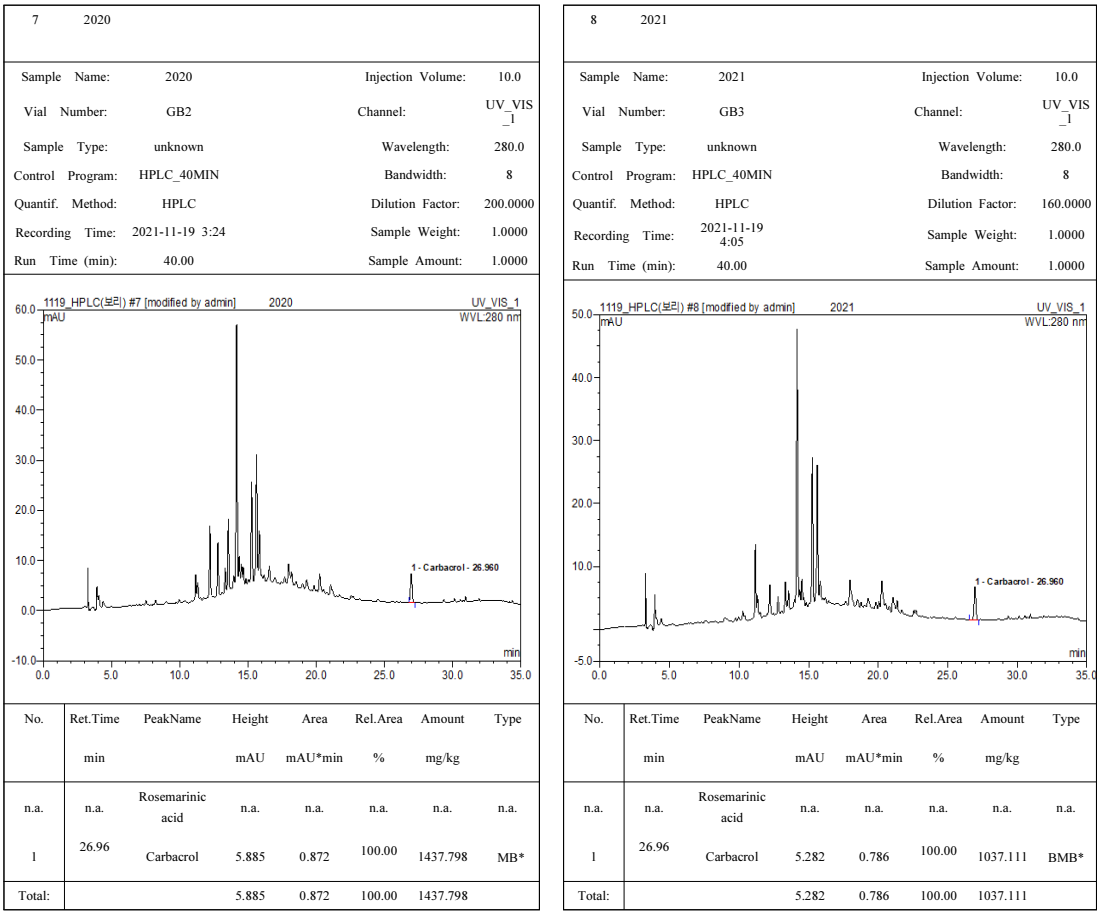

Fig. 7. HPLC chromatogrem of the Rosmarinic acid of contest according retention time in Savory(S. hortensis). Bold numbers on the chromatoram are the peak retention time identified.

Table 4. List of discriminative metabolites of Savory and it's peak area by GC-MS

RT Component Name / Response Ratio		2020 year	2021 year
RT 15.73 min	Lactic acid	0.06	0.06
RT 22.04 min	Phosphoric acid	1.27	0.62
RT 28.94 min	r-Aminobutyric acid	0.09	0.12
RT 35.11 min	Arabitol	0.07	0.00
RT 42.23 min	Fructose	1.46	1.74
RT 43.37 min	Glucose	1.39	2.98
RT 70.28 min	Lactose	0.05	0.17

Table 5. Classification of metabolites by Savory metabolism analysis

Class	Data File Name	Class	Data File Name
Alkane	Butane-1,3-diol_2T_147_16.42_s	Sugar alcohols	Arabitol_5T_103_35.12_s
Amines	Aminoethanol_3T_174_21.92_s		Mannitol_6T_147_44.76_s
Amino acids	Alanine_2T_116_17.08_s		Myoinositol_6T_305_51.21_s
	Proline_2T_142_22.85_s		Ribitol_5T_103_34.13_s
	Serine_2T_116_21.71_s		Threitol_4T_147_28.19_s
	Valine_2T_144_20.46_s	Sugars	4-Ketoglucose_4T_103_27.24_s
	γ-Aminobutyric_acid_3T_174_28.93_s		cellobiose_8T_204_64.82_s
carboxylic acids	Ribonic_acid_5T_292_37.14_s		D-Arabinose_4T_103_32.80_s
Dicarboxylic acids	2-Oxoglutaric_acid_2T_198_30.15_s		d-Galactose_5T_147_43.05_s
Fatty acids	Palmitic_acid_1T_117_50.00_s		D-Lactose_8T_204_61.02_s
	Stearic_acid_1T_117_55.85_s		d-Ribose_4T_103_33.38_s
	α-Linolenic_acid_1T_79_55.14_s		Fructose_5T_103_40.57_s
Internal Standard	Fluoranthene_say (internal STD)		Galactose_5T_319_51.84_s
Organic acids	Citric_acid_4T_147_39.88_s		Glucose_5T_147_44.06_s
	Glycolic_acid_2T_147_16.27_s		Glyceryl-glycoside_6T_204_57.32_s
	Lactic_acid_2T_147_15.74_s		Lactose_8T_204_70.27_s
	Malic_acid_3T_147_27.79_s		Lactulose_8T_147_58.25_s
	Malonic_acid__2T_147_20.12_s		Talose_5T_204_47.17_s
	Oxalic_acid_2T_147_18.24_s		Xylose_4T_103_32.55_s
	Succinic_acid_2T_147_23.28_s		β-Gentiobiose_8T_204_63.39_s
Others	Erythronic_acid_4T_147_29.12_s	Sugar acids	Galactaric_acid_6T_117_39.11_s
	Galactinol_9T_204_68.50_s		Gluconic_acid_6T_147_47.66_s
	Isocitric_acid_lactone_2T_345_41.61_s		Glyceric_acid_3T_189_23.63_s
	Phosphoric_acid_3T_299_22.04_s		Threonic_acid_4T_147_29.58_s

카바크롤(Cavacrol)은 0.8 ml/min의 유등 속도로 시료 주입량은 10 ul으로 주입 하면서 40분간 분석한 결과 Fig. 6과 같이 2020년은 Ret.Time 26.96 min에 1437 mg/kg 검출되었고, 2021년은 Ret.Time 26.96 min 동일 시간에 1037 mg/kg로 분석되었다.

로즈마린산(Rosmarinic acid)은 카바크롤(Carvacrol)과 같은 조건으로 40분간 분석한 결과 Fig. 7과 같이 2020년의 전초에서는 Ret.Time 15.83 min에 873.679 mg/kg, 2021년에는 Ret.Time 15.83 min의 동일시간에 210.893 mg/kg로 함량이 분석되었다.

3.2. GC-MS에 의한 대사체 분석

세이보리(S,hortensis)의 대사체 분석을 위해서 run time은 총 100분으로 하여 Table 4과 같은 결과가 나타났다. 처음으로 Ret. time(RT) 15.73 min에 Lactic acid가 보여졌는데, 2020년과 2021년 동일하게 Response Ratio (R.Ratio) 0.06이 나타났다. 2020년 분석했을 때와 비교 시에 2021년에 R.Ratio가 더 많이 나온 것은 RT 28.94 min에 ɤ-Aminobutyric acid였고, RT 42.23 min에 Fructose로 나타났고, RT 43.37 min에 Glucose로 나타났다.

또한 2020년 대사체 분석시 2021년보다 R.Ratio가 많이 나온 것은 RT 22.04 min에 나타난 phosphoric acid이었고, RT 35.11 min에 나타난 Arabitol이었으며, 반응값이 가장 늦게 보여진것은 RT 70.28 min에 Lactose로 2020년에 R.Ratio이 0.05이고 2021년에는 R.Ratio가 0.17로 나타났다.

Table 6. A comparative study of rosmarinic acid in Savory by country of origin

Rosmaronic acid	Spain Sevia	Switzerland	2020 Research Result	2021 Research Result
Unit (ug/g)	301	4200	873.679	201.893

대사체분석으로 분석된 주요 물질들을 보면 Table.5에서와 같이 Alkane 1종, Amines 1종, Amino acids 5종, carboxylic acids 1종, Dicarboxylic acids 1종, Fatty acids 3종, Organic acids 7종. Sugar acids 4종, Sugar alcohols 5종, Sugars15종 등의 그룹들과 그 외 erythronic acid, Galactinol, isocitric acid, Phosphoric acid 등이 분석되었다(Table 5).

4. 결 론

남부유럽이나 지중해 지역, 서아시아, 북아메리카 등과 같은 온난한 기후에서 주로 분포되는 세이보리(S.hortensis)에 대하여 우리나라의 기후와 토양 등의 조건에서 재배하였을 때 생물학적 작용을 통한 활성성분의 함량이 어느 정도 차이를 보이는지 규명하고자 페놀계 화합물의 함량분석과 대사체 분석을 시도하였다.

카바크롤(Carvacrol)은 HPLC분석에 따른 결과 2020년은 1437 mg/kg를 보였고, 2021년에는 1037 mg/kg이 나타났다. 따라서 저장기간을 1년여 이상 두었던 2020년의 함량이 2021년 보다 다량 검출되었다.

로즈마린산(Rosmarinic acid)의 경우는 그 함량이 토양이나 기후 조건, 식물의 유전단계나 수확 및 저장의 내외적 요인에 따라 많은 차이를 보인다는 연구결과도 있었는데 (Maryam et al., 2012) 아라비아반도에 위치한 이란에서 분석 한 자료를 보면 16.35±0.5(Maryam et al., 2012) 스페인의 세비야에서는 에탄올 추출로 HPLC 분석시에 301 ug/g의 함량을 보였으며 (Maskovic et al., 2017), 스위스에서는 4200 ug/g의 함량을 보였다 (Moghadam et al., 2015). 본 연구에서는 2020년에는 873.679 ug/g, 2021년에는 210.893 ug/g의 함량을 보이면서 스위스 보다는 적은 함량이 나타났지만, 스페인을 기준으로 1년을 저장하였을 때는 좀 더 많은 함량이 보여 짐을 알 수 있었다.

이 결과 세이보리(S.hortensis)는 지역이나 자연조건에 따라 함유되어 진 폴리페놀과 플라보노이드 함유량의 차이가 있음을 알 수 있었다(Irina et al., 2018). 이를 근거로 HPLC와 대사체분석은 생물학적 활성에 대한 물질의 존재를 확인하였고, 기후와 토양과 조건에 따라 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다. 또 저장 시간이 길수록 페놀계 화합물인 카바크롤 (Carvacrol) 함량과 로즈마린산(Rosmarinic acid) 함량이 증가했음을 알 수 있었다, 또한 원산지와 유사한 생육 조건으로 재배하였을 때 활성 성분의 차이가 크지 않았음도 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2020년도 강릉원주대학교 연구년 연구지원으로 수행되었음.

REFERENCES

Bektas, T., Mustafa, C., 2016, A Pharmacological and phytochemical overview on Satureja, Pharmaceutical Biology, 54, 375-412.

Cervellati, C., Bergammi, C. M., 2015, Oxidative damage and the patho genesis of menopause related disturbances and disease, Clin, chem.Lab. Med., 54, 739-753.

Chambre, D. R., Moisa, C., Lupitu, A., Copolovici, L., Pop, G., Copo lovici, D. M., 2020, Chemical composition, antioxidant capacity, and thermal behavior of satureja hortensis essential oil, Sci. Rep, 10, 21322.

Ciani, M., Menghini, L., Mariani, F., Pagiott, R., Menghini, A., Fatichenti, F., 2020, Antimicrobial properties of essential oil of Satureja montana L.on pathogenic and spoilage yeasts, Biotechnol. Lett., 22, 1007-1010.

Cristina, L. P., Andreea, L., Maria, D. M., Lucian, C., Cristina, M., Dana, M. C., 2021, Chemical and biochemicaL characterization of essential oils and their corresponding hydrolats from Six species of the lamiaceae family, Plants, 10, 10,3390/plants 10112489.

Dai, J., Mumper, R. J., 2010, Plant phenolics:extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties, Molecules, 15, 7313-52.

Hwang, S. S., Jeong, R. L., 2006, Rosmarinic acid inhibits angiogensis and its mechanism of action in vitro, Cancer Lett., 239, 271-280.

Ilaria, L., Antoine, M., Roberto, G., 2006, Antiproliferative activity of essential oils derived from plants belonging to the magno phyt division, Int. J. Oncol., 29, 989-95.

Irina, F., Cristina, E. D., Radu, C, F., Bruno, S. V., Valentina, A., Alina, O., Viorel, J., 2018, Phytochemical Profile and Biologocal Activities of Satureja hortensis L.:A Review of the Last Decade, Molecules, 23, 2458.

Maryam, S., Homa, H., Soodabeh, S., Ahmad, R. G., Morteza, P. H., 2012, Comparative study of rosmarinic acid content in some plants of Labitae family, pharmacogn. Mag., 8, 37-41.

Maskovic, P., Velickovic, V., Mitic, M., Durovic, S., Zekovic, Z., V ujic, J., Radojkovic, M., Cvetanovic, A., Svarcgajic, J., 2017, Summer savory extracts prepared by novel extraction methods resulted in enhanced biological activity, Ind. Crop. Prod., 109, 875-881.

Moghadam, S. E., Ebrahimi, S. N., Gafner F., Ochola, J. B., Marubu, R. M., Lwande, W., Haller, B. F., Salehi, P., Hamburger, M., 2015, Metabolite profiling for caffeic acid oligomers in Satureja biflora, Ind. Crop Prod., 76, 892-899.

Mommtaz, S., Abdollahi, M., 2010, An update on pharmacology of satureja species ; from antioxidant, antibacteral, antidiabetes and anti-hyperlipidemic to reproductive stimulation, Int, pharm. acol., 6-454-61.

Mohtashami, S., Rowshan, V., Tabrizi, L., Babalar, M., Ghani, A., 2018, Summer savory (Satureja hortensis L.) essential oil constituent Oscillation at different storage conditions, Ind. Crop. Prod., 111, 226-231.

Pack, T. S., 2011, Use of thymus capitatus extract, satureja hortensis extract, or carvacrol for treating metabolic diseases, Patent Application Publication, US 2011/ 0281956 A1.

Sanger, V., Eddy, J. A., Simeonidis, E., Price, D., 2012, Mechanistic modeling of aberrant energy metabolism in human disease, Front. Physisol., 3, 404.

Shin, G. S., Cho, T. D., 2021, The biological effects of the Savory and the consideration of its ingredients, J. Environ. Sci. Int., 30, 407-412.

Shivatare, R. S., Nagore, D. H., Nipanikar, S. U., 2013, HPTLC an important tool in standardization of herbal medical product: A review, J. Sci. innov. Res., 2, 1086-96.

Zych, M., Kaczmarczy, K-Sedlak, I., Wojnar, W., Folwarczna, J., 2019. Effect of Rosmarinic Acid on the Serum Parameters of Glucose and Lipid Metabolism and Oxidative Stress in Estrogen Deficient Rats. Nutrients., 11, 267.

• Doctor's course. Gyung-Soon Shin
Environmental Technical Cooperation Process, Graduate School of General Studies, Gangneung-Wonju National University
lily61@hanmail.net
• Professor. Tae-Dong Cho
Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University
aroma058@hanmail.net