

녹차의 정유성분에 대한 특성 및 분석

성기천[†]

대진대학교 공과대학 화학공학과
(2005년 4월 20일 접수 ; 2005년 7월 1일 채택)

Characteristics and Analysis on the Refined Oil Component of Green-Tea

Ki-Chun Sung[†]

*Department of Chemical Engineering, Dae Jin University, Pochun 487-711, Korea
(Received April 20, 2005 ; Accepted July 1, 2005)*

Abstract : This experiment extracted the natural green-tea using ethanol and obtained the refined oil component after filtered green-tea extract. This study tested the antimicrobial effect as characteristics experiment, and analyzed refined oil component with pH-meter and GC/MS. In the result of this experiment, it obtained the next conclusions. In the first result of extraction experiment, it could know that extraction ratio of refined oil component appeared about 9.0%. In the second result of characteristics experiment, it could certificate that in case of increasing the refined oil component in concentration of 100ppm and above, and according to passage of cultivation time, the number of S-aureus and E-coli in microbe decreased less and less. But in case of blank test not adding the refined oil component, the number of microbe increased more and more. In these phenomena, it could certificate that refined oil component of green-tea appeared antimicrobial effect against microbe. In the third result of instrumental analysis, refined oil component of green-tea appeared about 7.6 in 1% distilled water solution with pH-meter, and the aromatic components of benzene, bonyl acetate, campene, α, β, γ -pinnene etc from refined oil component of green-tea was detected with GC/MS.

Keywords : *natural green-tea extract, refined oil component, antimicrobial effect, extraction ratio, microbe.*

1. 서론

천연물을 인간이 직접 식용이나 약용에 이용한 것은 역사적으로 고대 인류문화가 크게 번

성하였던 중국의 황하강이나 양쯔강 유역, 인도의 간디스강이나 인더스강 유역, 이집트의 나일강 유역, 메소포타미아의 티그리스강이나 유프라테스강 유역에서 시작되었고, 그 후 20세기에 이르러 천연물을 가공하여 식품이나 의약품 및 화장품의 원료로 이용되면서부터 안정성, 안전

[†] 주저자 (e-mail : kcsung@daejin.ac.kr)

성, 유효성에 대한 문제점들이 제기되었으며, 이는 천연물을 이용하여 새로운 기능성 소재의 연구개발이 급속히 발전을 가져온 계기가 되었다 [1]. 천연물을 소재로 한 기능성 원료[2]로는 인삼, 홍삼, 영지, 당귀, 은행, 창포, 솔잎, 녹차 등이 있고, 이 중에 녹차(Green-Tea)는 인체 무해한 천연의 향기, 천연의 색상, 천연의 맛을 나타내는 특성을 가지고 있다. 오늘날 녹차가 전 세계 음료시장에서 가장 오랜 역사를 가지고 있고, 커피, 코코아와 더불어 3대 기호 음료로서 전 세계 160여개 국가에서 널리 소비되고 있는 이유는 천연의 향기, 천연의 색상, 천연의 맛 이외에 항균작용, 항암작용, 항산화작용, 멜라닌 생성 억제작용, 피부노화 억제작용, 혈압 강하작용, 이뇨 및 해독작용 등의 다양한 약리적 효능을 가지고 있기 때문이다[3-5]. 녹차는 다년생 상록수로 학명이 *Camellia sinensis* L. 이고, 차나무과에 속하는 종자식물로 중국, 인도차이나, 일본, 한국 등 북위 35°이하의 아시아 지역에 널리 분포되어 있으며, 전 세계 시장의 약 20%가 아시아 지역에서 소비되고 있다[6]. 녹차는 차나무에서 어린잎을 채취하여 차잎의 발효과정에서 산화되는 색상의 차이에 따라 백차, 녹차, 홍차로 구분하고 있다. 녹차의 발효는 건조시킨 차잎을 유향기에 넣고, 약 30분간 2~3회 반복하여 발효시키면, 녹차내의 알데히드가 알코올로 산화되어 천연의 향기, 색상, 맛이 변화하게 된다. 녹차의 건조는 열풍, 증열, 화열을 사용하여 녹차내 수분의 함량을 5%이하로 건조시켜,

처리한다. 녹차의 재배는 햇빛, 수분, 토양 등의 자연조건과 채취시기, 재배온도, 배수환경, 보관장소, 건조상태, 제조방법 등에 따라 품질에 차이가 있으며, 매년 약 250만 톤이 국내에서 재배되고 있다. 녹차의 품질은 약25%의 고형 성분과 기타 수분으로 이루어져있고, 녹차의 성분은 카페인(cafeine), 탄닌(tannin), 아미노산(amino acid), 비타민(vitamin), 무기성분(ignorganic component), 유기성분(organic component), 엽록소(chlorophyll)등 다양한 성분들로 구성되어 있다[7]. 녹차의 성분중 카페인과 탄닌은 방향족 성분인 폴리페놀(polyphenol)로 이루어져 있고, 이중 카페인은 방향족 향기와 엽록소에서, 색상을 결정해주는 중요한 인자로 알려져 있으며, 커피의 카페인과는 달리 인체내 부작용이 전혀 없는 것으로 알려져 있다. 녹차의 탄닌 성분에서 카테킨(catechin)은 흡수력과 산화력이 매우 강하기 때문에 세균이나 암세포의 성장을 억제하는 작용과 혈청조직 중 콜레스테롤을 분해하는 작용이 있는 것으로 알려져 있다[8]. 녹차의 폴리페놀류로 구성된 카테킨은 (+)catechin(C), (+)gallicocatechin(GC), (-)epicatechin(EC), (-)epigallocatechin (GC), (-)epicatechin 3-0-gallate(ECG), (-)epigallocatechin 3-0-gallate(EGCG)가 있는데[9], 이 중 EGCG는 가장 강한 암세포 성장억제 및 항균작용이 있으며[10], 분자구조를 나타내면 Fig. 1과 같다.

녹차의 성분 중 아미노산은 글루타민산

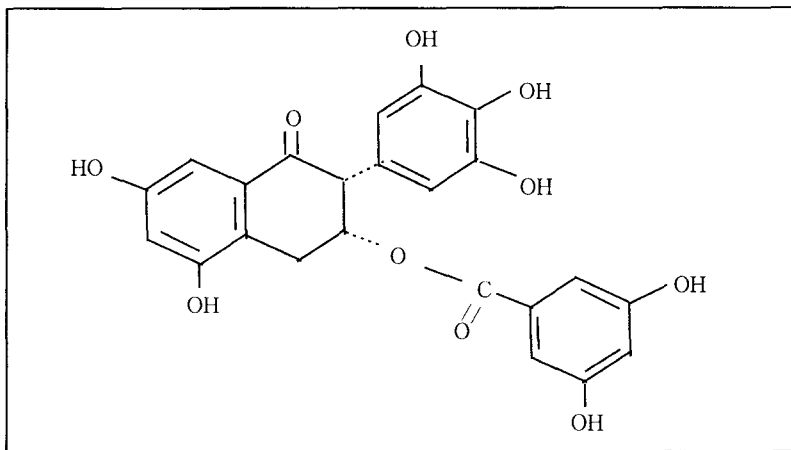


Fig. 1. Structure of EGCG molecular.

(glutamic acid), 아스파라긴산(asparatic acid), 알기닌(arginine) 등의 아미노산류가 함유되어 있으며, 이들 성분은 차의 맛에 직접 영향을 준다. 또한 녹차에는 다양한 비타민류 (A, B₁, B₂, C, E)가 함유되어 있는데, 이 중 비타민-C는 피부노화 억제작용 이나 멜라닌생성 억제작용에 영향을 준다. 그리고 녹차에는 단백질, 지방질, 섬유질, 회분 등의 유기성분과 칼륨, 인산, 칼슘, 마그네슘, 철, 나트륨, 아연 등의 무기성분이 함유되어 있다. 녹차에는 4계절 푸른색을 띠는 엽록소가 있고, 이 엽록소는 Fig. 2 에서와 같이 식물체의 광합성 작용(1)으로 식물체에 영양분을 공급하며, 이는 동화색소의 일종인 클로로필(chlorophyll)이라는 색소가 작용하기 때문이다 [11].

최근 녹차의 기능성 연구동향을 보면 Kartiyar 등[12]은 녹차의 EGCG 성분이 항암작용에 큰 영향을 주며, Yoshizawa[13]는 녹차의 EGCG가 항염증에 활성을 가진다고 하였다. 중국의 Yang[14]은 녹차의 폴리페놀이 자외선에 대하여 피부노화를 예방 또는 억제한다고 하였고, EGCG가 광노화에 피부 보호효과가 있으며, 항산화 효능도 비타민-E 보다 2~5배 우수하게 나타난다고 하였다. 일본의 Shimiz mineo[15]는 녹차의 활성성분 중 복합 다당체가 중금속 제거에 효과가 있으며, 이는 오염된 음료수 중 납(Pb)은 50~60%, 그리고 카드뮴(Cd)은 30~40%의 제거율이 녹차와 홍차에서 나타났다고 하였다. 일본 소와대학 의학부 시야무라 교수 등은 녹차의 성분이 박테리아 등과 같은 병원성 세균에 강한 살균작용이 있음을 발견하였고, 일본 나고야 여대 무라마스 교수는 녹차에서 추출한 EGCG, 1% 용액을 동물의 쥐에 4주간 투여하여 지질대사를 시험한 결과 인체에 해로운 LDL-콜레스테롤과 동맥경화 지수가 개선되었다고 하였다. 1978년 일본 시즈오카현에서 위암 발생율이 전국에 비해 현저히 낮아, 발암과 녹차와의 관계를 조사한 결과 녹차가 항암효과에 영향이 있음을 확인하였다[16].

본 연구는 녹차의 정유성분이 항균효과에 미치는 영향과 기기분석을 통하여, 약리적 특성을 파악하고자 하였다.

2. 실험

2.1. 재료 및 기기

본 실험에서 녹차는 전남 보성군에서 재배한 녹차를 물로 세척하고, 수분을 열풍으로 건조시켜, 실험재료로 사용하였고, 유기용매는 93%-에탄올(국산)을 사용하였다. 본 특성실험에서 항균 실험에 적용된 균주는 staphylococcus aureus(S-aureus)와 escherichia coli (E-coli)로 한국미생물 보존센터(KCCM)에서 구입, 사용하였다. 미생물 실험에서 NA배지는 beef extract (Difco. Lab. USA) 3.0g, peptone(Difco. Lab. USA) 5.0g, agar(Difco. Lab. USA) 15.0g, 그리고 NaCl(Dae Jung Co. Korea) 8.0g에 증류수를 가하여 1,000mL로 하고, 이를 액체 배지로 사용하였다. 본 항균실험에 사용된 기기는 natural extract equipment(Korea), vaccum filtration apparatus(Korea), rotary vaccum evaporator(model No. Ne-1001s, Eyela Co. Japan), electron microscope(Japan), incubator and colony counter(Korea), shaking incubator(Korea), other experiment apparatus(Korea)를 사용하였고, 분석기기는 pH-meter(Hana Co. Korea)와 Gas chromatography/Mass spectrometry(model No. HP-6890, Hewlet Packard Co. USA)를 실험에 사용하였다.

2.2. 추출실험

본 실험은 녹차 100.0g에 유기용매인 에탄올 900.0mL를 천연물 추출장치에 넣고, 추출온도 78℃, 추출시간 3시간 동안 수욕조 내에서 가열, 농축시켜 추출하였다. 천연물 추출장치내에서 추출한 녹차 추출액은 진공 여과장치를 사용하

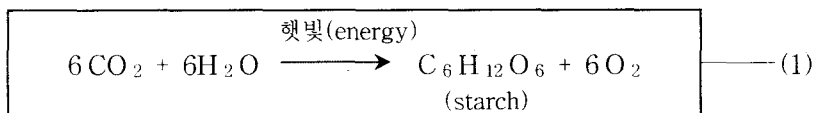


Fig. 2. Photosynthesis process of plant.

여, 고품의 녹차잎을 제거하고, 농축된 녹차 추출물만을 얻었다. 상기 여과 과정에서 얻어진 녹차 추출물을 회전식 진공 증발기를 사용하여, 에탄올을 휘발시키고 녹차의 정유성분을 분리하여 얻었다.

2.3. 항균실험

녹차의 정유성분 1.0g에 증류수 100mL를 희석하여, 시료의 농도가 1.0%의 수용액 상태로 만든다. 녹차의 정유성분 1.0% 수용액에 NA배지 100mL를 72°C 가열, 혼합하여 액체상태로 만든 다음 이를 냉각시켜 42°C에서 액체 NA배지의 시료용액을 petri-dish에 10mL씩 취하고, 여기에 접종균인 S-aureus와 E-coli의 생균수를 각각 10.0×10 CFUS/mL씩을 시료용액의 표면에 접종하여, 시료용액의 농도를 100ppm으로 만든 다음 상온에서 이를 고형화 시킨다. 본 배양실험은 배양온도 36°C, 배양시간 120hrs 동안 shaking incubator 내에서 녹차의 시료용액이 시간경과에 따라 미생물의 증균이나 멸균상태에 따른 항균실험 결과를 관찰하였다. 여기서 대조군은 시료용액에 녹차를 사용하지 않고, 증류수만을 사용하여 실험하였다. 그리고 CFU는 colony formation unit (군집 형성 단위)의 약어이다.

2.4. 기기분석 실험

2.4.1. pH 측정

녹차의 수소이온 농도를 확인하기 위해서 녹차의 정유성분 1g, 2.5g, 5g, 10g, 20g을 증류수 100mL에 희석하여 1.0%, 2.5%, 5.0%, 10.0%, 20.0% 녹차 수용액으로 만든 다음 녹차의 정유성분에 대한 pH를 측정하였다.

2.4.2. GC/MS 측정

녹차의 정유성분에 대한 유기성분을 확인하기

위해서 녹차의 정유성분 1.0g에 용매인 클로로포름(CHCl₃)

100.0mL를 희석하여 용해시킨 시료용액을 다음과 같은 GC/MS 분석기기를 사용하여 측정하였다.

GC/MS 분석기기의 장비모델은 HP-6890 (Hewlett Packard Co., USA), 검출기는 HP mass-5973, 컬럼은 HP-5MS(30m× 0.25mm×0.25mm)를 사용하였고, 측정조건에서 운반 기체는 He gas(1mL/min, 유압7.6psi), 분사온도는 250°C, 검출기 온도는 280°C에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 추출실험 결과

전남 보성군에서 채제한 녹차잎 100.0g을 천연물 추출장치에 넣고, 여기에 유기용매인 93%-에탄올 900.0mL를 혼합, 가열하여 추출하였다. 천연물 추출장치내에서 농축한 녹차 추출액을 진공 여과기구로 녹차 추출액과 녹차잎을 분리한 다음 다시 녹차 추출액을 회전식 진공 증발기를 사용하여 시간경과에 따라 에탄올을 분리시킨 결과 Table 1과 같이 정유성분을 얻었다.

녹차 추출물에서 정유성분의 추출수율(%)은 다음 식(2)에서 구할 수 있다.

Table 1에서 보여진 바와 같이 정유성분의 추출수율(%)은 약 9.0%로 나타남을 알 수 있다.

녹차 추출물에서 얻어진 정유성분의 물리적 시험결과를 항목별로 나타내면 Table 2와 같다.

3.2. 항균실험 결과

본 실험은 녹차의 정유성분 1.0g에 증류수 100.0mL를 희석시킨 다음 평판 배양법[17]에 의

Table 1. Separation Result of Ethanol from Green-Tea Extract using Rotary Vacuum Evaporator

time(hrs)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
weight(G)							
green-tea extract	1,000	950	850	700	500	250	90
ethanol separation	0	50	150	300	500	750	910

$$\text{정유성분의 추출수율(\%)} = \frac{\text{녹차 추출물에서 정유성분의 무게(G)}}{\text{녹차 추출물의 무게(G)}} \times 100 \quad (2)$$

Table 2. Physical Test Result of Refined Oil Component from Green-Tea Extract

term test	performance	pH(20℃)	viscosity(cps)	remark
result	<ul style="list-style-type: none"> ◦ green-tea fragrance and taste ◦ dark blue-green color (1% distilled water) 	7.6	25,000cps (brook field viscosity)	

해 72℃에서 NA배지 100.0mL를 가열, 혼합하여, 녹차의 정유성분(refined oil component of green-tea : GT-RO)의 농도를 100ppm으로 희석한 다음 42℃에서 이미 멸균, 처리한 petri-dish에 시료용액 10mL씩을 취한 다음 여기에 미생물인 S-aureus균과 E-coli균을 10.0×10 CFU/ mL씩 각각 접종하였다. 본 배양 실험은 shaking incubator 내에서 배양온도가 36℃, 배양시간이 120hrs으로 하여, 시료용액의 시간경과에 따른 미생물의 항균실험 측정 결과를 Table 3에 나타내었으며, S-aureus균을 첨가한 Sample-A의 경우 초기 미생물의 농도가 10.0×10 CFU/mL에서 72hrs 경과시에는 3.0×10

CFU/mL로 70% 감균현상을 나타내었고, 120hrs에는 100%의 멸균 현상을 나타내었다. 그러나 Control-A의 경우 초기 미생물의 농도가 10.0×10 CFU/mL에서 72hrs 경과시에는 80.0×10 CFU/mL로 800%의 증균현상을 나타내었고, 120hrs 경과시에는 250.0×10 CFU/mL로 2,500%의 증균현상을 나타내었다. 또한 E-coli균을 첨가한 Sample-B의 경우 초기 미생물의 농도 10.0×10 CFU/mL에서 72hrs 경과시에는 2.5×10 CFU/mL로 75% 감균현상을 나타내었고, 120hrs 경과시에는 0.2×10 CFU/mL로 98% 감균현상을 나타내었다. 그러나 Control-B의 경우 초기 미생물의 농도 10.0×10 CFU/mL

Table 3. Measurement Result of Microbe against Refined Oil Component of Green-Tea according to Time Passage

Time passage(hrs)	S-aureus		E-coli	
	Sample-A (CFU/mL)	Control-A (CFU/mL)	Sample-B (CFU/mL)	Control-B (CFU/mL)
0	10.0×10	10.0×10	10.0×10	10.0×10
24	7.5×10	30.0×10	7.0×10	25.0×10
48	5.5×10	55.0×10	5.0×10	40.0×10
72	3.0×10	80.0×10	2.5×10	70.0×10
96	0.5×10	150.0×10	1.0×10	100.0×10
120	0	250.0×10	0.2×10	150.0×10

"Example" : • Sample A, B : This added microbe in refined oil component(100ppm) of green-tea.
 • control A, B : This did not add microbe in refined oil component of green-tea but added only microbe in distilled water.

에서 72hrs 경과시에는 70×10 CFU/mL로 700% 증균현상을 나타내었고, 120hrs 경과시에는 150.0×10 CFU/mL로 1,500%의 증균현상을 나타내었다.

Fig. 2는 녹차의 정유성분 농도를 100ppm으로 하고, S-aureus균의 배양실험에서 Table 3

의 Sample-A에 대한 실험 결과를 그림으로 나타낸 것이고, Fig. 3는 녹차의 정유성분을 첨가하지 않고 증류수만을 첨가하여, S-aureus균의 배양실험에서 Table 3의 Control-A에 대한 실험결과를 그림으로 나타낸 것이다.

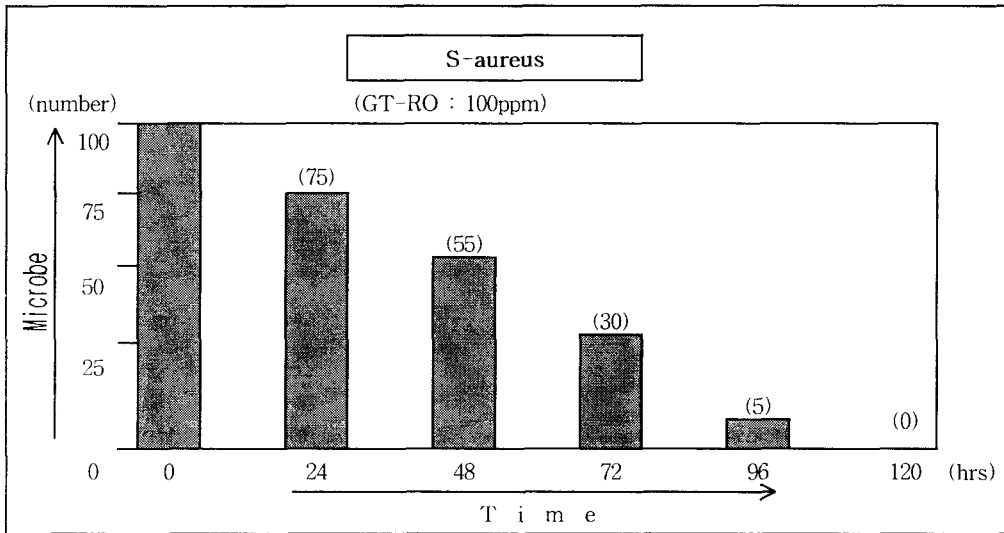


Fig. 2. Antimicrobial effect of S-aureus according to concentration and reaction time of the refined oil component of green-tea GT-RO : 100ppm).

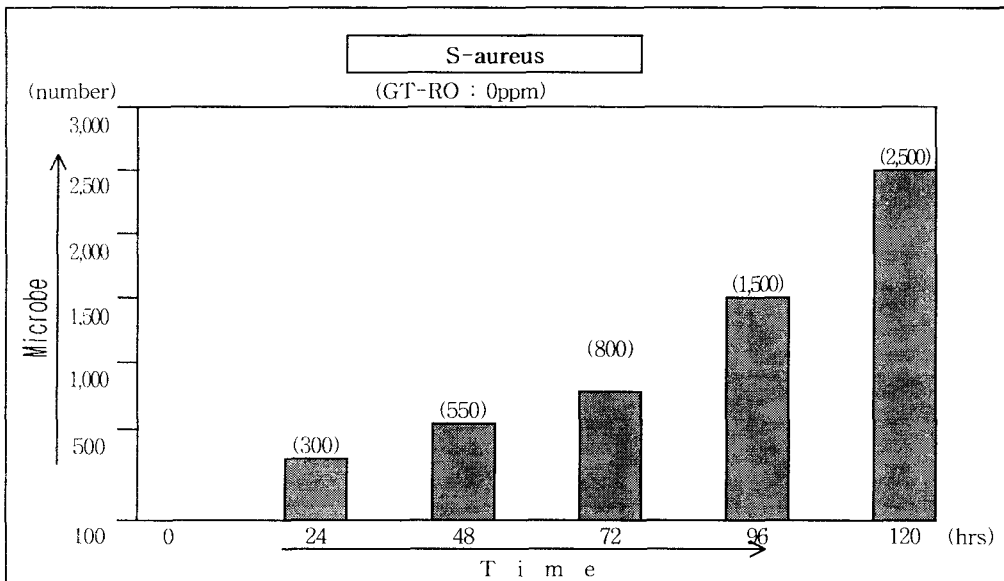


Fig. 3. Antimicrobial effect of S-aureus according to concentration and reaction time of the refined oil component of green-tea GT-RO : 0ppm).

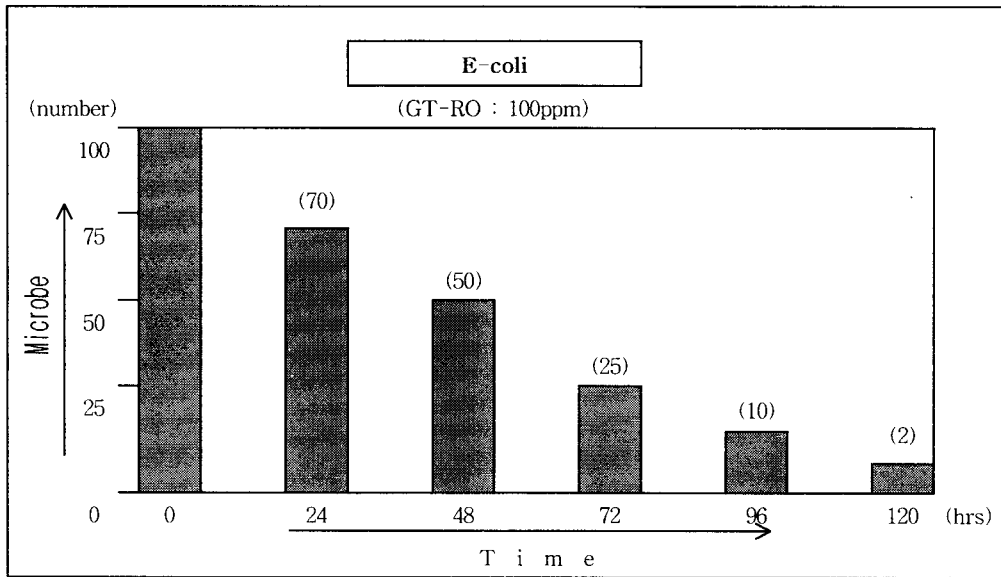


Fig. 4. Antimicrobial effect of E-coli according to concentration and reaction time of the refined oil component of green-tea (GT-RO : 100ppm).

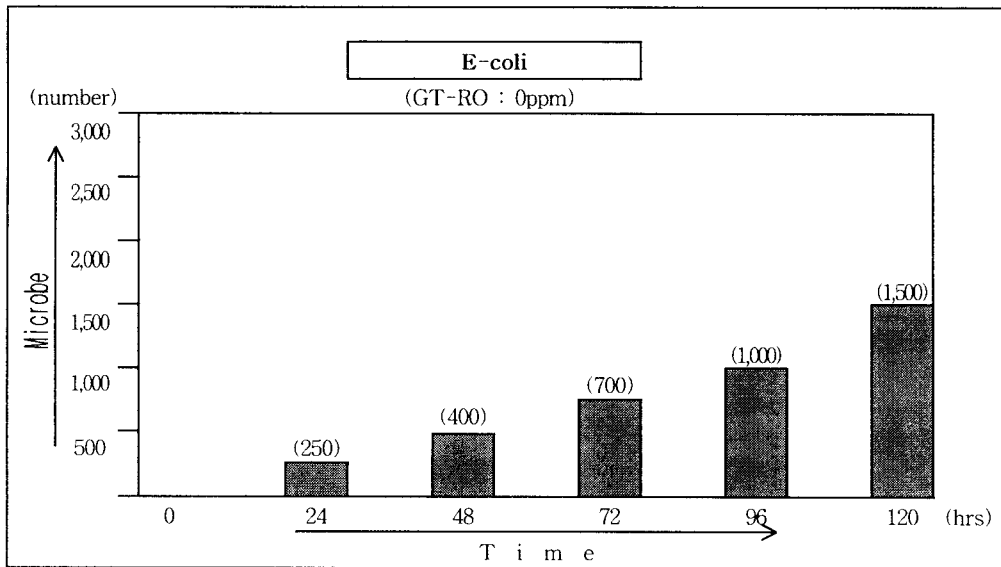


Fig. 5. Antimicrobial effect of E-coli according to concentration and reaction time of the refined oil component of green-tea (GT-RO : 0ppm).

Fig. 2에서 반응시간을 점점 증가하였을 경우 S-aureus균의 성장은 점점 감소현상을 나타내었고, 반응시간이 120hrs 경과시에는 거의 멸균 현상을 나타내었다. 그러나 Fig. 3은 반응시간이 경과함에 따라 S-aureus균의 성장이 급격히 증가현상을 나타내었다. 이는 녹차의 정유성분이 S-aureus균에 대한 항균 효과가 나타남을 알 수 있다. Fig. 4는 녹차의 정유성분에 대한 농도를 100ppm으로 하고, E-coli균의 배양실험에서 Table 3의 Sample-B에 대한 실험결과를 그림으로 나타낸 것이고, Fig. 5는 녹차의 정유성분을 첨가하지 않고 증류수만을 첨가하여, E-coli균의 배양실험에서 Table. 3의 Control-B에 대한 실험결과를 그림으로 나타낸 것이다.

Fig. 4에서 반응시간을 점점 증가하였을 경우 E-coli균의 성장은 점점 감소현상이 나타내었고, 반응시간이 120hrs 경과시에는 균의 감소현상이 뚜렷이 나타남을 알 수 있다. 그러나 Fig. 5는 반응시간이 경과함에 따라 E-coli균의 성장이 점점 증가현상을 나타내었다. 이는 녹차의 정유성분이 반응시간에 따라 E-coli균에 대하여 항균효과가 있음을 확인할 수 있다.

3.3. 기기분석 결과

3.3.1. pH 측정

녹차의 수소이온농도를 확인하기 위하여 녹차의 정유성분과 용매인 증류수 100mL에 희석, 용해시켜 1.0%, 2.5%, 5.0%, 10.0%, 20.0%의 녹차 수용액에 대한 pH 측정결과 Table 4와 같다.

녹차의 정유성분에 대한 수소이온 농도는 약 1% 증류수에서 7.6으로 알칼리성이 확인되었으나, 증류수의 희석량에 따라 pH가 약산성으로 변화함을 알 수 있다.

3.3.2. GC/MS 측정

녹차의 정유성분과 용매인 클로로포름(CHCl₃)을 1:100의 비율로 희석시켜, 이를 GC/MS로 분석한 결과 Fig. 6에 나타내었다.

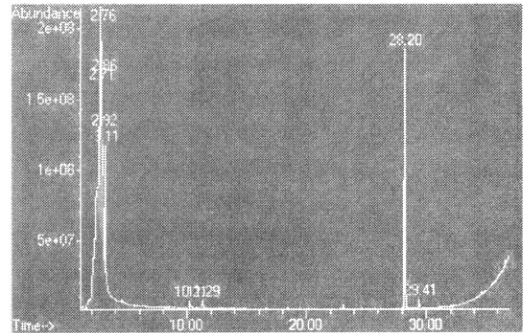


Fig. 6. Analysis result on organic components of green-tea with GC / MS.

Fig. 6에서 나타난 유기성분들을 분석한 결과 녹차에는 다양한 방향족 성분들이 함유되어 있으며, 특히 녹차의 정유성분에서 benzen 29.00), bonyl acetate(3.11), campene 29.41), α,β,γ-pinene(2.76, 2.92, 2.96), α,β,γ-phellandrene(10.12) 등의 방향족 성분들이 검출되었다.

4. 결론

천연 녹차를 추출, 여과, 분리시켜 얻어진 정유성분의 특성 및 분석 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 녹차를 추출, 여과, 분리하여 얻어진 추출실험 결과 정유성분의 추출수율은 약 9.0%를 얻었다.
2. 녹차의 정유성분에 대한 특성실험 결과 미생물인 S-aureus와 E-coli는 정유성분의 농도가 100ppm이상 증가하거나, 배양시간이 경과하면 점점 균의 감소현상을 나타내었으나, 정유성분을 첨가하지 않은 대조군의 경우 점점 균의 증가현상을 나타내었다. 이는 녹차의 정유성분이 미생물에 항균효과에 영향이 있음

Table 4. Measurement Result of pH on Refined Oil Component of Green-Tea

green-tea (distilled water)	1.0%	2.5%	5.0%	10.0%	20.0%
pH	7.6	7.26	7.0	6.5	6.0

을 알 수 있다.

3. 녹차의 정유성분을 기기분석 결과 pH 측정 은 1% 증류수에서 7.6으로 약 알칼리성을 나타내었고, GC/MS 측정에서는 방향족 성분인 benzene, Bonyl acetate, campene, α, β, γ -pinnene, α, β, γ -phellandrene 등이 검출되었다.

감사의 글

본 연구는 대전대학교 교내 학술연구비의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. K. C. Sung, A Study on the Antimicrobial Effect of Natural Artemisia Extract using Super Critical Carbon Dioxide, *J. of Korean Oil Chemists' SOC.*, Vol. 20, 4, 309 (2003).
2. K. G. Park, "천연물로부터 신규물질의 개발에 관한 연구", 한국과학기술원, unc793 (1)-4627-6, 4, 327(1992).
3. J. S. Han, D. H. Shin, S. E. Yun, and M. S. Kim, Antimicrobial Effects on *Listeria Monocytogenes* by Some Edible Plant Extracts, *Korean J. Food Sci. Technol.* 26, 545 (1994).
4. B. J. Ji, W. H. Chow, A. W. Hsing, J. K. McLaughlin, Q. Dai, Y. T. Gao, W. J. Blot, and J. F. Fraumeni, Green Tea Consumption and the Risk of Pancreatic and Colorectal Cancers, *Int. J. Cancer*, 70, 255 (1997).
5. S. G. Khan, S. K. Katitar, R. Agarwal, and H. Mukhtar, Enhancement of Antioxidant and phase II Enzymes by Oral Feeding of Green-Tea Polyphenols in Drinking Water to SKH-1 Hairless Mice ; Possible Role in Cancer Chemoprevention, *Cancer Res.*, 52, 4050 (1992).
6. C. K. Oh, M. C. Oh, and S. H. Kim, Desmutagenic Effects of Extracts from Green-Tea, *Korean J. Food Sci. Soc.*, 16, 390 (2000).
7. M. B. Kim, 한국의 차, 탐구당, 322 (1983).
8. A. G. Dulloo, J. Seydoux, L. Giraadier, P. Chantre, and J. Vandermader, Green Tea and Thermogenesis ; interactions between catechin Poly Phenol ; Caffeine and Sympathetic Activity, *Int. J. of obesity*, 24, 252 (2000).
9. H. Y. Chung and T. Yokozawa, Studies on Antiaing and Antimutagenic mechanism of Epigallocatechin 3-O-Gallate Isolated from Green-Tea, *Korean J. Food Sci. Industry*, 28, 46 (1995).
10. A. Ahmad, D. K. Feyes, A. L. Nieminen, R. Agarwal, and H. Mukhtar, Green-Tea Constituent Epigallocatechin -3-gallate and Induction of Apoptosis and Cell Cycle arrest in Human Carcinoma Cell, *J. Nat. Cancer Inst.* 89, 1886 (1997).
11. J. H. Kim, Biochemistry, *Chung Mun Gac*, 1(4), 428 (2005).
12. S. K. Kartiyar, R. Agarwal, and H. Mukhtar, Green-Tea in Chemoprevention of Cancer, *Compr. Ther.*, 18, 3 (1992).
13. S. Yosizawa, T. Horiuchi, H. Fujiki, T. Yosida, T. Okuda and T. Sugimura ; antitumor Promoting Activity of (-)Epigallocatechin Gallate, the main Constituent of Tannin in Green-Tea, *Phytother. Res.*, 1, 44 (1987).
14. K. H. Yang, 녹차의 Polyphenol 성분에 의한 피부광 노화 억제효과, 제 4회 국제녹차 심포지움, J. Korean Food Sci. Association, 57 (1997).
15. Shimiz Mineo, 차엽성분의 동물사육실험 결과 혈당에 미치는 영향, 제 1회 국제녹차 심포지움, J. Korean Food Sci, Association, 38 (1989).
16. I. Ogumy, S. J. Chen, P. Z. Lin and Y. Hara, potection against Cancer Risk by Japanese Green-Tea, *Press Med*, 21, 332 (1992).
17. G. S. Lee, 미생물학 실습, 원광대학교 출판국, 329 (1992).