

마늘의 마이크로웨이브 추출 특성과 갈변억제 효과

강덕순 · 정승원 · 권중호* · 김현구
한국식품개발연구원, *경북대학교 식품공학과

Extraction Characteristics and Browning Inhibitory Effects of Fresh Garlic by Microwave-assisted Extraction

Deog-Sun Kang, Seong-Weon Jeong, Joong-Ho Kwon* and Hyun-Ku Kim
Korea Food Research Institute,
*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

Oleoresin was extracted from fresh garlic by microwave-assisted extraction (MAE) and its functionality and antibrowning effect were investigated at various extraction conditions. The yield and polyphenol contents of the garlic oleoresin were inversely related to extraction time. The highest yield was 12.9% and maximum polyphenol contents was 574.3 mg% when the oleoresin was extracted for 5 min with ethanol. Apparently, the electron donating abilities of garlic oleoresin increased with extraction time, but there were no significant differences among extraction time intervals. The highest nitrite scavenging effect was found at pH 1.2 and decreased as pH increased. Tyrosinase inhibitory effect was less than 30% for most garlic oleoresin but the 15 minute extraction with ethanol resulted in higher inhibitory effect. Angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory effect was highest (89.2%) when oleoresin extracted with ethanol for 20 min. The addition of cysteine, ascorbic acid and citric acid to oleoresin extracts retarded browning action of garlic oleoresin during 10 day storage. 0.1% cysteine retarded browning reaction and some synergistic effect was found in the combination of citric acid and ascorbic acid.

Key words : garlic, browning inhibitory effect, microwave-assisted extraction

서 론

우리 나라 고유의 향신료 중 가장 널리 사용되는 마늘에 대해서 최근 항균·살균작용⁽¹⁾을 비롯하여 피로 회복, 혈행촉진 등 여러 가지의 약리작용과 항암작용^(2,3), 동맥경화 예방 또는 치료 등의 효과⁽⁴⁾가 밝혀지면서 향신료이외에 의약품으로서 광범위하게 이용되고 있다. 마늘은 마늘 paste 및 분말형으로 가공되어 식품의 중간소재로 개발되고 있으나 가공 처리 후 선호하지 않는 마늘의 색변화나 마늘의 자극성 향이 가공 마늘의 시장성에 큰 영향을 준다. 이런 자극성 향은 통마늘이 마쇄되면서 효소활성이 급격히 일어나 마늘 중에 있는 함황아미노산의 일종인 alliin이 allicin으로 전

환되며 이것은 매우 불안정하여 다시 diallyl disulfide, 저급 sulfide 등으로 분해되면서 휘발성 물질을 많이 생성시키기 때문이다^(5,6). 마늘의 갈색화는 quinone물질에 대한 polyphenoloxidase(PPO)에 의한 pyrogallol과 같은 페놀 화합물의 산화에 의해 발생된다^(7,8). 그러나 마늘의 녹변에 대해서는 녹변현상의 경과에 대한 결과만 보고될 뿐 녹변의 직접적인 원인이나 원인물질에 대한 내용은 아직까지 보고된 바가 없다. 마늘의 이러한 특성 때문에 다양한 의학적, 생리적인 효과를 나타내는데도 불구하고 제품화할 때 여러 가지 문제가 되어왔다.

마늘 가공 제품은 마늘을 마쇄, 추출, 농축하여 만든 제품으로 장시간 추출하거나 가공처리·저장 온도가 높을수록 갈변화의 빠른 진행을 나타낸다⁽⁹⁾. 그러므로 기존의 추출방법과 비교하여 적은 에너지를 이용하여 단시간에 목적하는 성분을 추출할 수 있는 마이크로웨이브 추출 공정(microwave-assisted extraction, MAE)⁽¹⁰⁻¹¹⁾을 이용하여 마늘의 유용성분을 빠른 시간에

Corresponding author : Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel : 82-342-780-9134
Fax : 82-342-780-9265
E-mail : hyunku@kfri.re.kr

용이하게 얻을 수 있다. 마이크로웨이브 공정은 기존의 추출방법들이 외부에서 내부로의 열전달방식인 것과는 달리 직접적인 마이크로웨이브의 내부로부터 외부로의 열전달방식이기 때문에 단시간에 목표로 하는 물질을 효율적으로 추출 할 수 있다⁽¹²⁾.

본 연구는 마늘을 제품화하기 위한 기초자료로서 마늘 가공시 추출방법을 마이크로웨이브 추출방법으로 마늘에 함유된 유용성분의 용이한 추출과 더욱 효과적인 마이크로웨이브 추출 조건을 설정하기 위해 추출시간의 차이를 두어 추출물의 수율과 전자공여작용, 아질산염소거작용, ACE(angiotensin I-converting enzyme) 저해 효과, tyrosinase 저해 효과 등의 기능성 효과를 조사하였으며 마늘의 추출물에 항갈색제 첨가시 갈색 억제 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 마늘(*Allivum Sativum* L.)은 가락시장에서 신선한 상태로 구입하여 껍질을 제거한 후 브렌더(Osterizer, Sunbeam-Oster Co. Inc., USA)로 마쇄하여 사용하였다.

추출조건에 따른 수율 및 polyphenol 정량

마쇄한 마늘은 마이크로웨이브 추출방법을 이용하여 추출시간 및 용매종류를 달리하여 추출한 올레오레진의 수율과 polyphenol 정량을 조사하였다. 이때 MAE는 Soxwave-100(Prolab, France)을 사용하여 60 W의 에너지 수준에서 실시하였으며 용매는 물과 에탄올을 사용하였다. 5분 간격으로 5분에서 20분까지 추출시간을 달리하여 얻은 추출액을 회전 감압 증발기로 감압 농축하고 105°C에서 건조한 후 그 수율을 측정하였다. 추출시간을 달리하여 마늘로부터 얻은 올레오레진의 생리활성을 비교하기 위한 각 추출물의 제조는 마쇄한 마늘 20 g을 마이크로웨이브 추출용 vessel에 넣고 50 mL의 물과 에탄올을 각각 가하여 60 W에서 추출하였으며 추출은 3회 반복을 하였다. 각 추출물에 대한 polyphenol 함량 분석은 시료 추출액 5 mL에 Folin-reagent 5 mL를 가하여 3분간 정치한 후 10% Na₂CO₃ 5 mL를 혼합하여 1시간 후 760 nm에서 흡광도를 측정한다. 표준 곡선은 catechin 용액으로 작성하여 사용하였다.

전자공여 작용의 측정

마늘 추출물의 전자공여 작용(electron donating abilities, EDA)은 강등⁽¹³⁾의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(α, α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL, 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL와 99.9% 에탄올 2 mL를 가하여 총액의 부피가 5 mL가 되도록 한다. 이 반응액을 약 10초간 혼합을 하고 10분 후에 분광 광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 마늘 추출물의 첨가 전·후의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무첨가구의 흡광도

아질산염 소거작용의 측정

마늘 추출물의 아질산염 소거효과(nitrite-scavenging effect)는 Kato⁽¹⁴⁾ 등의 방법으로 측정하였다. 즉 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL에 각각의 추출물 2 mL을 가하고 여기에 0.1 N 염산(pH 1.2) 및 0.2 N 구연산완충 용액(pH 3.0, 4.2 및 pH 6.0)을 7 mL 가하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 달리하여 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산 5 mL, Griess 시약(acetic acid에 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것으로 사용 직전에 제조) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광 광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 마늘 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율(%)로 표시하였다.

$$N(\%) = (1 - \frac{A-C}{B}) \times 100$$

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 시료 추출물자체의 흡광도

ACE 저해작용 측정

마늘의 ACE(angiotensin-I-converting enzyme) 저해작용은 Cushman과 Cheung의 방법⁽¹⁵⁾을 변형하여 측정하였다. 즉, 추출물 50 µL에 450 mM NaCl을 함유하는 100 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100 µL를 가하고 5 mM hippuryl-histidyl-leucine 용액(300 mM NaCl을 함유하는 100 mM sodium borate buffer(pH 8.3)에 용해) 50 µL를 가한 후 37°C에서 10분간 전배양하였다. 이 반응액에 ACE 조효소액 50 µL를 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1.75 N HCl 100 µL를 가하여 반응을 종료시켰다. 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 진탕한 후 상등액 0.5 mL를 취하여 100°C에서 1시간 가량 건조시켜 증류수 1 mL를 가하여 용해시킨 다음 228 nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 계산하였다. 이때 공시험은 추출물 대신 증류수 50 µL를 가하였고 대조구는 1.75 N HCl 100 µL를 가한 후 ACE 조효소액 50 µL를 첨가하여 반응시켰다. ACE 저해 효과는 마늘 추출물의 첨가 전·후의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ACE \text{ 저해율}(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무첨가구의 흡광도

단, A,B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

Tyrosinase 저해 효과 측정

조효소를 변형된 Archer와 Palmer의 방법⁽¹⁶⁾으로 추출하였다. 20 g의 마늘을 1% carbowax 6000을 함유한 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 40 mL와 혼합한 후 8000 rpm으로 20분간 원심분리하여 효소추출물인 상층액을 사용하였다. 기질인 10 mM pyrogallol 1.5 mL에 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 1.2 mL를 첨가한 후 0.3 mL 효소 추출액을 첨가하여 반응 혼합물의 최종 부피를 3 mL로 맞춘다. 효소활성은 420 nm에서 초기 5분 동안에 일어나는 흡광도의 증가로 결정하였다.

갈색도 측정

마늘 추출물을 37°C 항온기에서 12일 동안 저장하면서 갈색도를 측정하였다. 갈색도는 김 등⁽¹⁷⁾의 방법에 따라 측정하였다. 즉, Hunter color difference meter를 이용하여 L, a, b값을 측정한 후 저장한 후에 일어나 색의 차(ΔE)를 아래 공식에 대입하여 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

Table 1. Yield and polyphenol content and pyruvic acid content in water and ethanol extracts from fresh garlic¹⁾

Extraction time (min)	Solvent	Yield (%)	Polyphenol content (mg)
5	Ethanol	12.9	574.3
	water	12.7	569.0
10	Ethanol	11.6	537.0
	water	12.6	561.0
15	Ethanol	11.4	527.3
	water	12.2	501.7
20	Ethanol	11.3	518.6
	water	12.1	396.7

¹⁾MAE was performed at 60 W on a mixture composed of sample (fresh 20g) and 50 mL of solvent

결과 및 고찰

마늘 oleoresin의 추출 특성

MAE방법을 이용하여 생마늘을 추출하여 얻어진 올레오레진에 대한 특성을 조사하였다. 잘게 다진 생마늘 20 g과 용매 50 mL를 혼합하여 마이크로웨이브 에너지 수준을 60 W로 고정하고 에탄올과 물로 혼합한 후 추출시간을 달리하여 추출한 추출물에 대한 수율과 polyphenol 함량을 조사하였으며 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 에탄올 추출물의 수율은 5분 추출물인 경우에 12.9%로 가장 높았으며 10분 추출물은 11.6%로 비교적 낮은 수율을 보였고 추출시간이 증가할수록 약간씩 수율이 감소하였으나 큰 차이는 볼 수 없었다. 물 추출물에 대한 수율은 에탄올 추출물과 마찬가지로 5분 추출물의 경우 12.7%로 가장 높은 수율

Fig. 1. Electron donating ability (EDA) of ethanol and water extracts from raw galic at 60W of microwave power¹⁾.

¹⁾MAE was performed at 60W on a mixture composed of sample (20g) and 50mL of ethanol and water. □, Water; ■, Ethanol

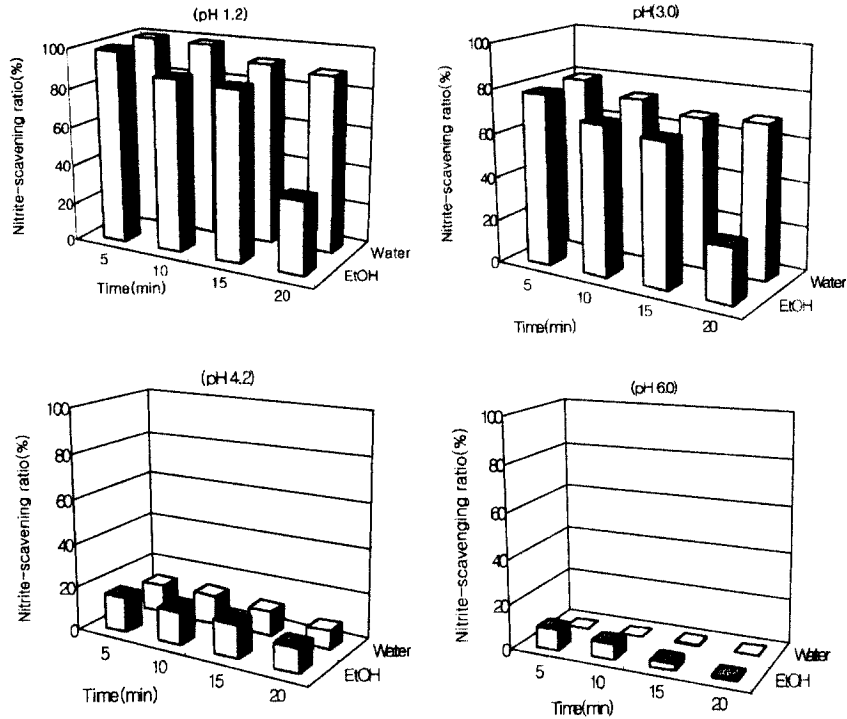


Fig. 2. Nitrite-scavenging effect of ethanol and water extracts from raw galic at 60W of microwave power under different pH condition¹⁾.

¹⁾MAE was performed at 60W on a mixture composed of sample (20g) and 50mL of ethanol and water. □, Water; ■, Ethanol

을 나타내었으며 추출시간에 반비례하는 경향을 나타내었으나 그 차이는 크지 않았다. Polyphenol 함량은 물, 에탄올 추출물의 경우 5분 추출물이 574.3 mg% 및 569.0 mg%로 가장 많은 함량을 보였으며 추출 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 김등⁽¹⁸⁾의 결과와 유사하였는데 마늘 oleoresin 수율과 polyphenol 함량이 추출시간에 반비례하는 경향이 있음을 알 수 있었고 용매에 따른 차이는 전체적으로 에탄올 추출물의 수율과 polyphenol 함량이 높음을 알 수 있었다.

전자공여작용

생마늘의 물과 에탄올 추출물에 대한 항산화 효과의 지표가 되는 전자공여효과는 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 다진 생마늘 20g과 물, 에탄올(50 mL)을 혼합하여 60 W 마이크로웨이브 에너지 수준에서 추출하였을 때 전체적으로 낮은 전자공여효과를 나타내었다. 즉, 15%이하의 전자공여작용을 나타내는 각각의 5분 추출물부터 추출시간이 증가할수록 그 효과가 증가하여 15분 추출물의 경우에는 각각 16.9% 및 20.1%로 가장 높은 값을 나타내었으며 물 추출물의 전자공여작용이

에탄올보다 조금 높은 값을 나타내었으며 이와 같은 결과는 김등⁽¹⁸⁾의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

아질산염 소거작용

아질산염 소거작용은 환원물질이 아질산염과 반응하게 되면 nitrosamine의 생성을 저해할 수 있다고 보고⁽¹⁹⁾되었으며 마늘에 대한 아질산염 소거작용을 조사하였다. 다진 생마늘 20g을 에탄올, 증류수에 각각 혼합하여 마이크로웨이브 에너지 60 W 수준에서 5, 10, 15, 20분 동안 추출한 추출물에 대한 아질산염 소거율은 Fig. 2에 나타내었다. 즉, 사람의 위의 pH와 비슷한 pH 1.2조건에서는 5분 추출물은 에탄올, 물 모두 95%이상으로 높은 소거율을 나타내었고 추출시간이 증가할수록 소거율은 감소하였다. pH 3.0조건에서는 pH 1.2보다는 낮은 소거율을 나타내었으며 추출시간에 따른 경향은 pH 1.2와 같이 추출시간에 반비례하여 소거율이 낮아지는 경향을 보였다. pH 4.2와 pH 6.0에서는 대부분 아질산염 소거율이 매우 낮으며 특히 pH 6.0에서는 소거율이 없는 경우도 있었다. 본 실험에서 아질산염 소거작용은 전체적으로 pH-dependent 경향을 보였으며 이와 같은 결과는 Cooney 등⁽²⁰⁾에 의한

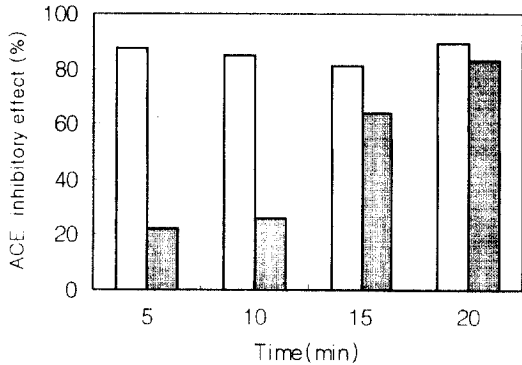


Fig. 3. Inhibitory effect of ACE of ethanol and water extracts from raw garlic at 60W of microwave power¹⁾.
¹⁾MAE was performed at 60W on a mixture composed of sample (20g) and 50mL of ethanol and water. □, Water; ■, Ethanol

phenolic 화합물은 산성조건에서 nitroso화 반응을 강력하게 억제한다는 보고와 유사한 경향임을 알 수 있었다.

ACE 저해 작용

다진 생마늘 20 g을 에탄올, 물에 각각 혼합하여 마이크로웨이브 60 W 수준에서 5, 10, 15, 20분 간격으로 추출한 마늘 추출물의 ACE 저해 효과는 Fig. 3과 같다. 즉, 물 추출물은 5분 추출한 경우 82%의 저해율을 나타내었으며 추출시간이 증가함에 따라 점차 그 값이 감소하는 경향을 나타낸 반면 에탄올 추출물은 5분 추출물의 경우 78%의 저해율을 나타내며 추출시간이 증가함에 따라 그 저해율이 점차 증가하여 20분 추출물의 경우는 가장 높은 95%의 저해율을 나타내었다.

Tyrosinase 저해 효과

마이크로웨이브에 의한 생마늘 추출물에 대한 tyrosinase 저해 효과는 생마늘을 60 W에서 5, 10, 15, 20분 동안 처리한 다음 농축액을 0.1 g당 1 mL의 증류수로 희석하여 저해 효과를 측정하였다. 시료액 0.1 mL와 tyrosinase(3,000unit) 0.2 mL와 0.01 M catechol 용액 2.7 mL를 혼합한 다음 15초 간격으로 흡광도(420 nm)를 측정하였는데, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 전체적으로 초기의 저해율에서 점차 감소하는 경향으로 흐르며 에탄올을 15분 추출물은 초기에 60% 이상을 나타냈다. 물 추출물은 모든 시료가 30-40%로 시작하여 반응시간이 흐르면서 점차 감소하는 추세를 보였다. Tyrosinase(tyrosine oxidase)는 식품중 폐놀성 물질들이

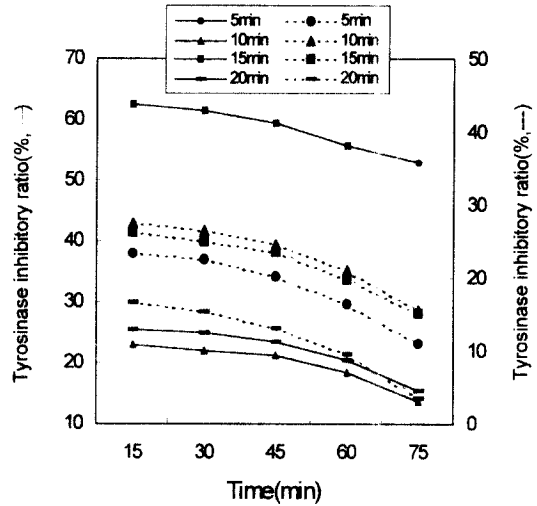


Fig. 4. Tyrosinase inhibitory effect of ethanol and water extracts from raw garlic at 60W of microwave power¹⁾.
¹⁾MAE was performed at 60W on a mixture composed of sample (20g) and 50mL of ethanol and water. —, Water; ···, Ethanol

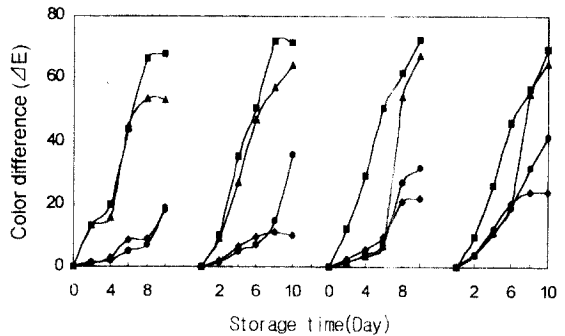


Fig. 5. Changes in color difference of water extracts of raw garlic with or without 0.1% citric acid, ascorbic acid and cysteine.
 ●, control; ▲, citric acid; ■, ascorbic acid; ◆, cysteine

식품을 저장하거나 가공할 때 효소적 갈변을 일으키는 효소로써 식품의 색깔 변질뿐만 아니라 향미 및 영양가 등에 직접적 또는 간접적으로 영향을 주므로 tyrosinase의 활성을 저해하므로써 식품의 품질을 유지시킬 수 있다.

마늘 oleorsin의 항갈색 효과와 상승효과

다진 생마늘 20 g을 에탄올과 물에 각각 혼합하여 마이크로웨이브 60 W 수준에서 5, 10, 15, 20분 간격으로 추출한 마늘 추출물에 citric acid, cysteine, ascorbic acid를 전체 용량의 0.1%만큼 가하여 37°C에

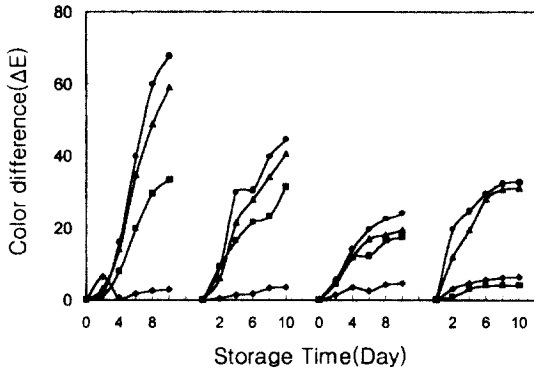


Fig. 6. Changes in color difference of ethanol extracts of raw galic with or without 0.1% citric acid, ascorbic acid and cysteine.

●, control; ▲, citric acid; ■, ascorbic acid; ◆, cysteine

서 10일 동안 저장하면서 2일 간격으로 색차계를 이용하여 색의 변화를 측정하였다. 그 결과는 Fig. 5 및 6과 같으며 color difference(ΔE)의 값이 클수록 갈색화 진행 정도가 높은 것이고 ΔE 값이 낮을수록 갈색화 진행 정도가 낮은 것이다. 즉, 0.1% cysteine이 20% 이하의 ΔE 를 나타내므로 가장 효과적인 항갈색 효과를 나타내었으며 0.1% citric acid는 초기에는 cysteine과 비슷한 정도의 갈색화 진행을 보이다가 저장 시간이 증가함에 따라 점차 갈색화가 진행되어 비교적 낮은 항갈색 효과를 보였다. 본 실험에서 0.1% ascorbic acid는 대조구와 비슷한 정도의 갈색화 진행을 나타내었으며 항갈색 효과는 상당히 낮음을 알 수 있었다. 이와 같은 ascorbic acid의 갈변억제 효과에 대한 결과는 본 실험뿐 아니라 손등⁽²⁾의 결과에서도 마찬가지로 갈변을 촉진시킨다는 보고를 하였다. Ascorbic acid는 채소나 과일 가공시에 항갈색제로 널리 첨가되고 있지만 단점은 쉽게 산화되어 항산화력이 오래 유지되지 않는다는 점이다. 항갈색 효과가 가장 높은 cysteine에 대한 상승 효과를 조사하기 위하여 0.1% cysteine에 0.1% ascorbic acid, 0.1% citric acid를 각각 첨가하여 마찬가지로 37°C에서 10일 동안 저장하면서 2일 간격으로 색의 변화를 측정하였으며 그 결과는 Fig. 7과 같다. 즉, 단독으로 사용하였을 때는 갈색화 억제 효과가 낮으나 0.1% cysteine과 병용하였을 때는 가장 항갈색 효과가 높았으며 이와 같은 결과는 손등⁽²⁾에 의한 결과와 유사한 결과를 보였다. 0.1% cysteine에 0.1% citric acid를 첨가한 경우는 0.1% ascorbic acid 첨가보다는 낮은 항갈색 효과를 나타내었지만 대조구에 비해 높은 항갈색 효과를 나타내었다.

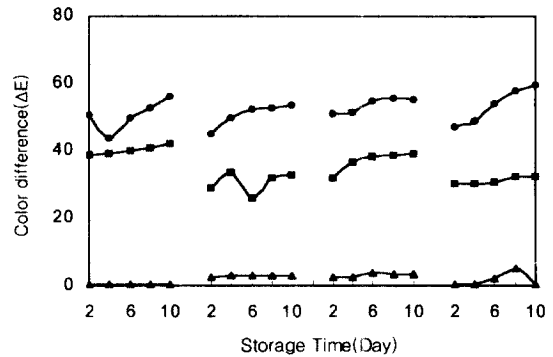


Fig. 7. Changes in color difference of water extracts of raw galic with combination of either cysteine and citric acid or cysteine and ascorbic

●, control; ▲, citric acid; ■, ascorbic acid

요 약

마늘을 MAE방법에 의하여 물과 에탄올로 추출한 후 기능성과 갈변억제 효과를 비교하였다. 에탄올, 물 추출물의 수율은 5분 동안 추출한 경우 각각 12.9% 및 12.7%이었고 추출시간이 증가할수록 감소하였으며 비교적 낮은 값을 나타내었다. Polyphenol 함량은 5분 추출물이 각각 574.3 mg% 및 569.0 mg%로 가장 높았다. 에탄올과 물 추출물의 전자공여작용은 20분 추출물의 경우 각각 17.0% 및 20.7% 수준으로 가장 높은 효과를 나타내었다. 아질산염 소거작용은 pH 1.2일 때 5분 동안 추출한 추출물이 각각 98.9% 및 99.7%로 가장 높았으며 pH가 증가할수록 효과가 현저하게 감소하였다. Angiotensin I-converting enzyme 저해 효과는 물 추출물의 경우 5분 추출물이 83.1%로 가장 높은 것에 비해 에탄올 추출물은 87.1%로 20분 동안 추출하였을 때 그 값이 제일 높았다. Tyrosinase 저해 효과는 물 및 에탄올 추출물 모두 30%이하로 매우 낮은 효과를 나타내었으나 15분 에탄올 추출물은 60% 이상의 값을 나타내었다. 이들 물과 에탄올 추출물에 대해 0.1% ascorbic acid, citric acid 및 cysteine으로 10일 동안 갈색 억제 효과를 측정된 결과 모든 처리구에 비해 0.1% cysteine이 가장 높은 갈변 억제 효과를 나타내었다. 0.1% ascorbic acid는 cysteine보다는 낮은 갈변 억제 효과를 보였으며 0.1% citric acid는 대조구와 비슷한 갈변화 진행을 나타내었다. 갈색화 억제 상승 효과는 0.1% cysteine과 ascorbic acid를 첨가한 실험구가 citric acid를 첨가한 실험구에 비해 효과적인 갈색화 억제를 나타내었다.

문헌

1. Lim, S. W. and Kim, T.H. Physiological activity of alliin and ethanol extract from Korean garlic (*Allium sativum*, L.). Korean J. Food Sci. Technol. 29: 348-354 (1997)
2. Dipaolo, J. A. and Carruthers, C. The effect of allicin from garlic on tumor growth. Cancer Res. 20: 431-434 (1960)
3. Belman, S. Onion and garlic oils inhibit tumor promotion. Carcinogenesis. 4: 1063-1051 (1983)
4. Orekhov, A. N. and Tertor, U. V. In Vitro effect of garlic powder extraction on lipid content in normal and atherosclerotic human aortic cells. Lipids. 32: 1055-1060 (1997)
5. Stoll, A. and Seebeck, E. Uber den enzymatischen abbau des allins und die eigenschaften der allinase. Helv. Chem. Acta. 32: 197 (1949)
6. Chun, H. J. and Lee, S. W. Studies on antioxidative action of garlic components isolated from garlic (*Allium sativum*, L.). Part I . Effects of garlic components in electron donating ability inhibitory effects of lipoperoxidase formation. J. Home Sci. 23: 43-58 (1986)
7. Bae, R. N. and Lee, S. K. Factors affecting browning and its control methods in chopped garlic. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31: 213-218 (1990)
8. Jo, K. S., Kim, H. K., Ha, J. H., Park, M. H. and Shin, H. S. Flavor compounds and storage stability of essential oil from garlic distillation. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 840-845 (1990)
9. Kim, D. M and Kim, K. H. On the development of flesh greening of the stored garlic. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 50-55 (1990)
10. Lopez-Avila, V. and Young, R. Microwave-assisted extraction of organic compounds from standard reference soils and sediments. Anal. Chem. 66: 1097-1106 (1994)
11. Jocelyn Pare, J. R., Belanger, J. M. R. and Stafford S. S.. Microwave-assisted process(MAP™): a new tool for the analytical laboratory. Trends Anal. Chem. 13: 176-184 (1994)
12. Son, J. C. What is microwave oven? Food Science & Industry. 32: 2-11 (1999)
13. Kang, Y. H., Park, Y. H. and Lee, G. D. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 232-239 (1996)
14. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N., V., Kim, S. B. and Hayase, F. Agric. Biol. Chem. 51: 1333(1987)
15. Cushman, D. W. and Chueng, H. S., Biochem. Pharmacol. 20: 1637 (1971)
16. Archer, M. C. and Palmer, J. K. An experiment in enzyme characterization: Banana polyphenoloxidase. Chemical Education 3: 50-52 (1975)
17. Kim, Y. A. Effects of antibrowning agents on the browning reaction of enzymatic garlic hydrolyzate. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 201-206 (1998)
18. Kim, H. K., Kwak, H. J. and Kwon, J. H. Oleoresin content and funtional characteristics of fresh garlic by microwave-assisted extraction. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 329-335 (1999)
19. Mirvish, S. S., Wallcave, L., Eagen, M. and Shubik, P. Ascorbate-nitrite reaction: Possible means of blocking the formation of carcinogenic N- nitroso compounds. Science 177: 65-72 (1972)
20. Cooney, R. V. and Ross, P. D. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: effect of vanillin and related phenols. J. Agric. Food Chem. 35: 789-794 (1987)
21. Son, J. Y. Son, H. S. and Cho, W. D. Effect of anti-browning agent on onion juice concentrate. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 529-534 (1996)

(2000년 1월 28일 접수)