

마이크로웨이브 추출공정에 의한 양파의 올레오레진 함량 및 기능적 특성

권영주 · 권중호* · 김현구[†]

한국식품개발연구원

*경북대학교 식품공학과

Oleoresin Content and Functional Properties of Fresh Onion by Microwave-Assisted Extraction

Young-Joo Kwon, Joong-Ho Kwon* and Hyun-Ku Kim[†]

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract

Fresh onions were extracted by two methods of conventional extraction(CE) and microwave-assisted extraction(MAE) under different extraction conditions. Onion extracts obtained by CE and MAE were examined in oleoresin yield and physiological activities. The optimal extraction time of MAE was about 5 minutes, whereas that of CE was 2 hours. Therefore extraction time was shortened drastically by MAE but there was no significance in oleolesin yield. The electron donating abilities also showed negligible difference between two extracts obtained by CE and MAE, and 45% level in CE and 50% level in MAE. The nitrite scavenging effect was diminished while pH was increasing, and showed a high elimination effect over 85% at pH 1.2. The tyrosinase inhibitory effect was 20% level in both CE and MAE when water was used and 40% level when ethyl alcohol was used. The angiotensin I-converting enzyme inhibitory effect showed higher activity with 70% level in MAE than 60% level in CE. The pyruvic acid content was 6.8 and 6.4 μ moles per 1g of fresh onion by CE and MAE when water was used, and was 4.3 and 5.6 μ moles by CE and MAE when ethyl alcohol was used.

Key words: microwave-assisted extraction, conventional extraction, oleoresin, physiological activity

서 론

양파는 마늘, 고추, 생강 등과 더불어 우리나라의 대표적 향신료로서 오래 전부터 조리에 널리 사용되어 왔다. 양파는 국내에서 연간 50여만 톤이 생산되는데(1) 이 중의 일부만이 절임용과 건조가공용으로 소비되고 대부분인 90% 이상은 생물 그대로 사용되고 있다. 따라서 생산된 양파는 대부분 저온 저장되었다가 시장에 출하되어 소비되는 실정인데 양파는 높은 수분함량으로 저장에 어려움이 있으며 건조하면 장기간 저장할 수 있는 대신 양파 고유의 맛, 향 및 영양소의 손실이 초래된다. 최근에는 이러한 문제점을 개선하여 양파와 같은 향신료의 고유한 맛과 향을 유지시키면서 장기간 저장하기 위하여 올레오레진으로 가공하는 방법이 연구되고 있다(2-4).

올레오레진은 양파, 마늘과 같은 식물 원료를 용매로 추출해 낸 농축액으로 분쇄, 추출, 용매 제거 등의 과정을 거쳐서 향신료로서 품질을 균일화, 표준화시킨 제품이다

(2). 양파 등을 향신료인 올레오레진으로 가공함으로써 원료의 취급과 보관이 용이해지고 저장성이 향상되지만, 기존의 올레오레진 추출 방법은 에너지 및 용매의 과량 사용, 장시간 추출 등이 문제점으로 지적되고 있다. 한편 마이크로웨이브 추출공정(microwave-assisted extraction, MAE)은 마이크로웨이브 에너지를 사용하여 천연물질로부터 목적하는 성분을 뽑아내는 것으로 속시렛(soxhlet), 용매추출법 등 기존의 추출방법과 비교하여 적은 용매, 적은 에너지를 이용하여 단시간에 목적 성분을 추출할 수 있는 이점이 알려져 있다(5,6). Pare 등(6)은 박하잎으로부터 2시간 동안의 수증기 증류에 의해 0.3%의 박하유를 얻은 반면 40초 동안의 마이크로웨이브 조사에 의해 0.30~0.47%의 박하유를 얻었다고 하였다. 또한 인삼을 가지고 동일한 온도, 동일 용매조건으로 추출했을 때 8분 동안의 마이크로웨이브 추출에 의하여 기존의 8시간 추출에서와 같은 함량의 사포닌과 ginsenoid를 갖는 올레오레진을 얻었다는 연구 결과도 보고되고 있다(7). 따라서 양파를 올

[†]To whom all correspondence should be addressed

레오레진으로 가공하는데 있어서 MAE 방법을 사용함으로써 효율적으로 올레오레진을 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

양파는 마늘과 더불어 항균 작용, 항산화 작용, 항암 작용 등이 있다고 알려져 있으며 우리나라는 물론이고 중국, 서양에서도 오래 전부터 두통 및 심장질환의 치료, 항균 등을 목적으로 양파즙을 이용했다는 것이 문헌에 고증되어 있으며(8) 최근에는 양파의 여러 가지 생리적 기능이 밝혀지고 있다. 또한 양파로부터 추출물을 얻을 때 양파의 기능적 특성 이외에 양파의 품질 특성으로 중요한 요소는 매운맛이라고 할 수 있다. 마늘이나 양파의 경우 고유의 매운맛은 피르브산(pyruvic acid) 함량과 관계 있으며 피르브산 함량이 높을수록 매운맛이 강한 것으로 알려져 있다(9).

본 연구에서는 양파를 올레오레진으로 가공하는데 있어서 마이크로웨이브 추출공정의 이용가능성을 알아보고자 추출용매로서 사용이 허용되어 있는 물과 에탄올을 이용하여 마이크로웨이브 추출과 기존의 추출 방법에 따른 추출 조건별 올레오레진 함량의 변화를 알아보았다. 그리고 두 가지 추출방법으로 얻은 양파 올레오레진의 전자공여 작용, 아질산염소거 작용, tyrosinase 저해작용, ACE (angiotensin I-converting enzyme) 저해작용 등의 생리활성 및 양파의 매운맛과 관련이 있는 피르브산 함량을 측정하여 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 양파(*Allivum. cepa*)는 가락시장에서 신선한 상태로 구입하여 껍질을 제거한 후 브렌더(Osterizer, Sunbeam-Oster company, Inc., America)로 마쇄하여 사용하였다.

추출 조건에 따른 올레오레진 함량 변화

마쇄한 양파를 가지고 기존에 사용되었던 추출(conventional extraction, CE) 방법과 마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction, MAE) 방법을 이용하여 추출 시간 및 용매 첨가량에 따른 양파 올레오레진 함량의 변화를 살펴보았다. 이 때 CE는 25°C의 수욕상에서 수행하였고 MAE는 마이크로웨이브 추출장치(MAP, Sox-wave-100, prolabo, France)를 사용하여 150W의 전력에서 실시하였으며 물과 에탄올을 추출용매로 하였다. CE의 경우 추출시간을 1시간에서 24시간으로, MAE의 경우는 1분에서 8분으로 변화시키면서 추출하여 얻은 추출액을 회전 감압 증발기로 감압 농축하고 105°C에서 건조한 후 추출율을 측정하였다. 또한 CE와 MAE 방법 별로 선정된 추출 시간으로 추출 시간을 고정하고 각각의 추출 방

법으로 양파 시료 대 용매 비를 1:1에서 1:8로 변화시키면서 추출한 후 마찬가지로 감압 농축하고 105°C에서 건조하여 추출율을 측정하였다.

양파 추출물의 제조

추출 방법에 따른 올레오레진의 생리활성을 비교하기 위하여 CE 및 MAE 두 가지 추출 방법으로 양파로부터 올레오레진을 추출하였으며 각 추출물의 제조는 물 추출물과 에탄올 추출물로 나누어 실시하였다. CE의 경우 물 추출물은 마쇄한 양파 75g에 225ml의 물을 가하고 25°C의 수욕상에서 2시간 동안 2회 반복하여 추출한 후 얻은 여과액 전량을 40°C 이하에서 감압 농축하고 물로 50ml가 되도록 정용하여 얻었다. 에탄올 추출물은 물 추출물의 제조에서와 같았으며 에탄올을 모두 제거하고 물로 50ml가 되도록 정용하였다.

MAE에 의한 각 시료의 추출물 제조는 마이크로웨이브 추출장치를 이용하여 25g의 마쇄한 양파를 추출용 vessel에 넣고 50ml의 물 및 에탄올을 가하여 150W에서 추출하였다. 이 때, 추출시간은 물 추출의 경우 6분이었고 에탄올 추출의 경우는 4분이었으며 2회 반복 추출하여 CE에서와 같은 농도가 되도록 시료액을 제조하였다.

전자공여작용

전자공여작용(Electron donating abilities, EDA)은 Choi와 Oh(10)의 방법에 따라 각 추출물의 DPPH(α , α -di-phenyl-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여효과로 추출물의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2ml에 4×10^{-4} M DPPH 용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8ml, 0.1M phosphate buffer(pH 6.5) 4ml와 99.9% 에탄올 2ml를 가하여 10초간 진탕하고 10분 후에 분광광도계(UV/VIS spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 추출물을 첨가하지 않은 구에 대한 추출물 첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

Tyrosinase 저해작용

Tyrosinase 활성은 Wong 등(11)의 방법대로 측정하였으며 tyrosinase 조효소액은 tyrosinase(Sigma, T7755)를 50mM sodium phosphate 완충액(pH 7.0)에 용해하여 사용하였다. 효소활성의 측정은 10mM catechol 용액 2.8ml에 tyrosinase 조효소액 0.2ml, 추출액 0.1ml를 가하고 분광광도계를 사용하여 420nm에서 흡광도 변화를 측정하여 효소 1ml가 1분간에 0.001의 흡광도를 변화시키는 것을 효소 1 unit로 나타내었다. Tyrosinase에 대한 각 추출물의 효소활성 저해효과는 추출물을 첨가하지 않은 구와의 활성 unit 대비를 저해 백분율로 나타내었다.

ACE(angiotensin I-converting enzyme) 저해작용

ACE 저해작용은 Cushman과 Cheung(12)의 방법을

변형하여 측정하였다. 즉, 추출물 50 μ l에 450mM NaCl을 함유하는 100mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100 μ l를 가하고 5mM hippuryl-histidyl-leucine 용액(300mM NaCl을 함유하는 100mM sodium borate buffer(pH 8.3)에 용해) 50 μ l를 가한 후 37°C에서 10분간 preincubation하였다. 이 반응액에 rabbit lung acetone powder(Sigma, L-0756)로부터 100mM sodium borate buffer로 추출한 ACE 조효소액 50 μ l를 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1.75N HCl 100 μ l를 가하여 반응을 종료시켰다. 여기에 ethyl acetate 1ml를 가하여 진탕한 후 상등액 0.5ml를 취하여 건조시키고 증류수 1ml를 가하여 용해시킨 다음 228nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 공시험은 추출물 대신에 증류수 50 μ l를 가하였고 대조구는 1.75N HCl 100 μ l를 가한 후 ACE 조효소액 50 μ l를 첨가하였으며 ACE 저해효과는 추출물을 첨가하지 않은 구에 대한 추출물 첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

아질산염 소거작용

아질산염 소거작용(nitrite-scavenging effect)은 Gray와 Dugan(13)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 1mM NaNO₂ 용액 1ml에 추출물 2ml를 가한 후 여기에 0.1N HCl(pH 1.2)과 0.2M 구연산 완충액(pH 3.0, 4.2 및 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2, 그리고 6.0으로 조정하고 최종 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이 혼합액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각각 1ml씩의 반응용액을 취하고 여기에 2% 초산용액 5ml, Griess 시약 0.4ml를 첨가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4ml를 가하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다. 각 추출물의 아질산염 소거작용은 추출물을 첨가하지 않은 구에 대한 추출물 첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

피르브산 함량

각 추출물로부터 pyruvic acid 함량의 측정은 Schwimmer와 Weston(9)의 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 각각의 양과 추출물 1ml씩을 100ml 용적 플라스크에 넣고 증류수로 채워 시료액으로 하고 각 시료액 1ml에 0.0125% 2,4-dinitrophenyl hydrazine 용액 1ml과 증류수 1ml를 가하여 37°C에서 10분간 반응시켰다. 이 반응액에 0.6N NaOH 용액 5ml를 가하여 반응을 정지시킨 후, 420nm에서 흡광도를 측정하고 미리 작성한 피르브산 표준 곡선으로부터 그 함량을 구하였다.

결과 및 고찰

추출조건에 따른 올레오레진 함량 변화

양파로부터 CE와 MAE 방법으로 추출시간을 달리하

면서 추출했을 때 얻어지는 올레오레진 함량의 변화는 Fig. 1과 같다. CE의 경우 추출용매를 물로 했을 때 추출시간을 1시간에서 2시간으로 증가시키에 따라 올레오레진 함량이 6.02%에서 6.62%로 증가하였으나 그 이후로는 추출시간을 증가시켜도 올레오레진 함량은 6.54%~6.56%로 유지되었다. 에탄올로 추출하였을 때 역시 1시간에서 2시간으로 추출시간을 증가시키에 따라 올레오레진 함량이 4.09%에서 4.25%로 증가하였으나 그 이후로는 거의 변화를 보이지 않았다. MAE에서는 물을 추출용매로 하였을 경우에는 추출시간을 1분에서 6분으로 증가시키에 따라 수율이 계속 증가하여 6분의 추출로 6.60%의 올레오레진을 얻었으며 6분 이후에서는 올레오레진 함량이 6분에서와 같은 수준으로 유지되었다. 에탄올로 추출하였을 때는 4분 동안의 추출로 4.23%의 올레오레진을 얻었고 추출시간을 6분이나 8분으로 증가시켜도 올레오레진 함량은 3.50% 수준으로 유지되었다. 따라서 CE에서는 최적 추출시간이 2시간인 반면 MAE에서는 최적 추출시간이 추출용매가 물인 경우는 6분, 에탄올인 경우 4분으로 추출시간이 1/20 이상으로 크게 단축됨을 알 수 있었다. 이것은 마늘에서 올레오레진을 추출했을 때와 유사한 경향이었으며(14) 이 때 올레오레진 함량에 있어서는 두 추출 방법간에 차이가 거의 없었다. 이와 같이 MAE 방법이 추출시간을 크게 단축시킬 수 있는 것은 기존의 추출방법이 용매를 가열하여 식품의 내부로 열을 전달시

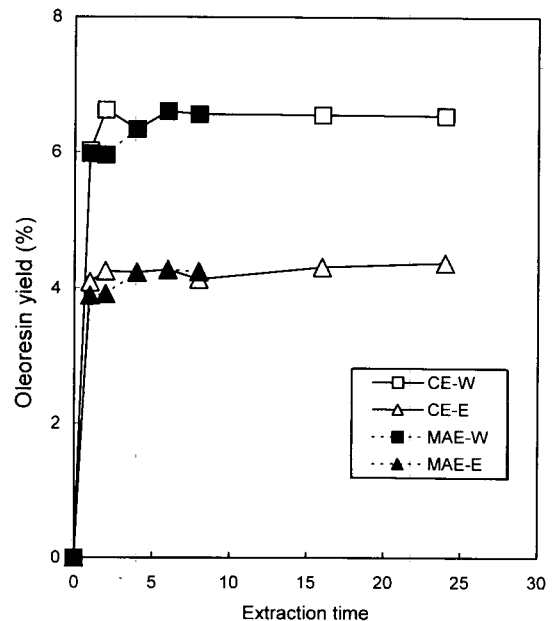


Fig. 1. Changes in yield of onion oleoresin by extraction time.

CE-W: conventional extraction with water, CE-E: conventional extraction with ethyl alcohol, MAE-W: microwave-assisted extraction with water, MAE-E: microwave-assisted extraction with ethyl alcohol extraction unit: —, hour; ---, min

키는 방법인 반면, MAE 방법은 시료의 표면을 투과한 마이크로파가 시료 내부를 가열함으로써 가용성 성분을 빠르게 용리시키기(6) 때문이라고 판단된다. 양파 시료에 대한 용매의 비를 달리하여 CE와 MAE 두 가지 추출 방법으로 추출했을 때 올레오레진 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. CE의 경우 양파 시료에 대한 물의 비를 보면, 양파 대 물의 비가 1:3이었을 때 이후로 올레오레진 함량이 6.60%를 유지하였고 양파에 대한 에탄올의 비를 달리했을 때 역시 시료 대 용매비가 1:3 이후로 올레오레진 함량이 유지되어 CE 방법에서는 1:3이 적합한 시료 대 용매비인 것으로 나타났다. 한편, MAE에서는 양파 대 물의 비가 1:2이었을 때 올레오레진 함량이 6.34%이었고 그 이상으로 시료에 대한 물의 비를 증가시켜도 올레오레진 함량에는 거의 변화가 없어서 1:2가 적합하였고 양파에 대한 에탄올의 비를 변화시켰을 때도 물을 용매로 하였을 때와 마찬가지로 1:2가 적합한 것으로 나타났다.

추출방법에 따른 추출물의 생리활성 및 피르브산 함량 비교

전자공여작용

CE 및 MAE 방법으로 양파로부터 물과 에탄올 추출물을 얻어 전자공여작용을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 물 추출물의 경우 CE에서는 44%의 전자공여작용을 보였고 MAE 추출물에서는 50%로 CE보다는 MAE 방법으로 추출했을 때 다소 전자 공여 작용이 높았다. 에탄올 추출

Table 1. Various functional properties of water and ethyl alcohol extracts from onion by CE and MAE

Extraction method	EDA ³⁾		TI ⁴⁾		ACEI ⁵⁾	
	W ⁶⁾	E ⁷⁾	W	E	W	E
CE ¹⁾	44	45	23	39	58	61
MAE ²⁾	50	51	24	46	77	71

- ¹⁾Conventional extraction
- ²⁾Microwave-assisted extraction
- ³⁾Electron donating ability(%)
- ⁴⁾Tyrosinase inhibition(%)
- ⁵⁾Angiotensin I-converting enzyme inhibition(%)
- ⁶⁾Water extract
- ⁷⁾Ethyl alcohol extract

물에서도 CE와 MAE에서 각각 45%와 51%의 전자공여 작용을 보여 물 추출물에서와 비슷한 수준인 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 유향 함유 식품인 마늘의 전자공여효과와 유사한 경향이었으나(14) 물 추출물과 에탄올 추출물에서 모두 CE보다 MAE 추출물이 높은 전자공여 효과를 보였다.

Tyrosinase 저해작용

Tyrosinase 저해작용에서도 CE와 MAE 방법간에 차이는 적었으며 물 추출물보다는 에탄올 추출물에서 약간 저해작용이 높았다. 즉, Table 1에 나타난 바와 같이 물 추출물에서는 CE의 경우 23%의 tyrosinase 저해작용을 보였고 MAE의 경우는 24%의 저해작용을 나타내었으며 에탄올 추출물에서 CE와 MAE 추출물에서 각각 39% 및 46%의 저해작용을 보여 모두 50% 이하의 낮은 저해작용을 보였다. Jung 등(15)은 여러 가지 식물체로부터 tyrosinase 저해작용을 측정하였는데 양파는 채소 중 비교적 낮은 tyrosinase 저해작용을 갖는다고 하였다.

ACE 저해작용

CE와 MAE 방법으로 양파를 물과 에탄올로 추출한 추출물의 ACE 저해작용을 측정된 결과는 Table 1에서처럼 CE 추출물보다 MAE 추출물이 더 높은 활성을 보였다. 즉, 물 추출물의 경우 CE 및 MAE 추출물에서 58% 및 77%의 저해작용을 나타내었고 에탄올 추출물의 경우 61% 및 71%의 ACE 저해효과를 나타내었다. 이처럼 MAE 추출물이 더 높은 활성을 보이는 것은 마이크로파가 시료의 내부를 가열하여 목적 성분이 용해되어 나오는 것을 용이하게 하였기 때문이라고 여겨진다. MAE 방법이 기능성 물질에 대한 추출 방법으로 더 유효하다는 점을 확인하기 위해서는 기능성 물질을 분리하고 정량하는 연구가 더 수행되어야 할 것이라고 생각한다.

아질산염 소거작용

CE와 MAE 두 가지 추출방법으로 얻은 양파의 물 추출물로부터 아질산염 소거작용을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. CE 및 MAE 모두에서 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용이 커서 pH 1.2에서는 대체로 90% 수준의 높은 소

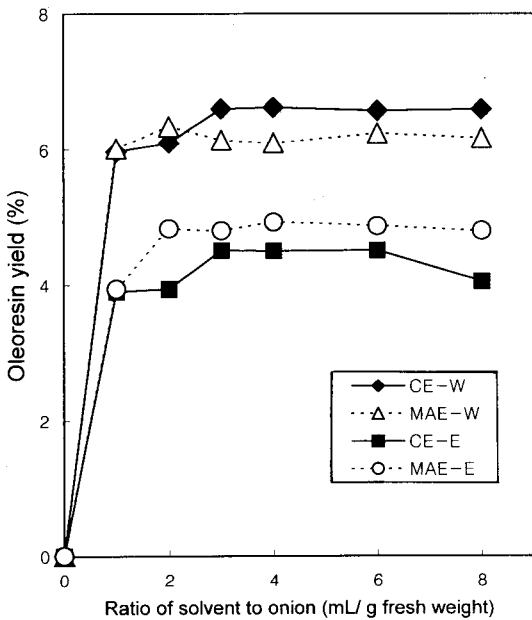


Fig. 2. Changes in yield of onion oleoresin by onion-solvent ratio. Abbreviations are referred in Fig. 1.

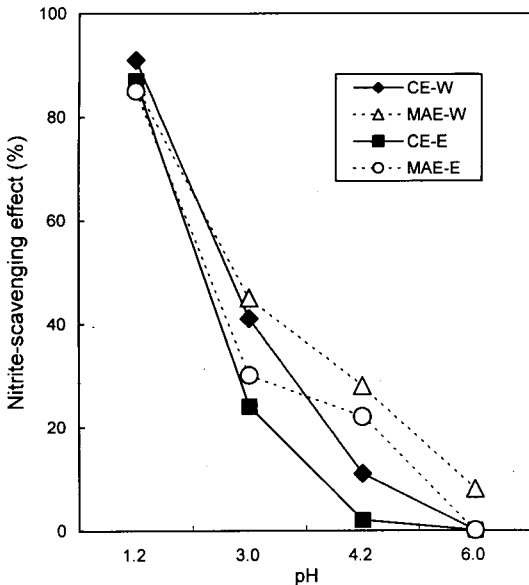


Fig. 3. Nitrite-scavenging effect of water and ethyl alcohol extracts from onion by CE and MAE. Abbreviations are referred in Fig. 1.

Table 2. Pyruvic acid content in water and ethyl alcohol extracts from onion by CE and MAE

Extraction method	Pyruvic acid content	
	Water ext.	Ethyl alcohol ext.
CE ¹⁾	6.8	4.3
MAE ²⁾	6.4	5.6

¹⁾Conventional extraction

²⁾Microwave-assisted extraction

³⁾µmoles/g fresh onion

거작용을 보였으나 pH가 높아지면서 점차 소거작용이 낮아지는 경향을 보여 pH 6.0에서는 거의 0%가 되는 것으로 나타났다. 솔잎과 쪽, 결명자 및 마늘 추출물에서도 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용이 높은 것으로 보고되어 (14,16,17) 본 실험의 결과와 일치하였다. 위장 내의 낮은 pH 조건에서 니트로사민이 쉽게 형성되므로 이와 같이 낮은 pH에서 아질산염 소거작용이 큰 것은 니트로사민 형성을 효과적으로 억제하는데 바람직하다고 생각한다.

두 가지 추출방법으로 얻은 양파의 에탄올 추출물에서도 물 추출물에서와 마찬가지로 Fig. 3에서 보는 것처럼 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용은 커지는 경향을 보였고 두 추출 방법 모두에서 물 추출물보다 에탄올 추출물에서 아질산염 소거작용이 다소 낮은 것으로 나타났다. 또한 추출방법에 의해서는 차이가 거의 없어서 CE와 MAE 추출물이 비슷한 아질산염 소거효과를 보였다.

피르브산 함량

양파로부터 CE와 MAE 방법에 의하여 각각 물과 에탄올로 추출하여 피르브산 함량을 측정된 결과는 Table 2와

같다. 물 추출물의 경우 CE와 MAE 각각 양과 1g당 피르브산 함량이 6.8 및 6.4 µmoles이었고 에탄올 추출물에서는 이보다 낮은 4.3과 5.6 µmoles인 것으로 나타났다. 양파의 향 및 매운맛과 밀접한 관련이 있는 피르브산 함량에 있어서도 추출방법에 의한 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다.

요 약

양파를 conventional extraction(CE) 방법과, microwave-assisted extraction(MAE) 방법에 의하여 각각 물과 에탄올로 추출하고 추출조건에 따른 올레오레진 수율과 생리활성을 비교하였다. 추출 방법에 따른 올레오레진 함량의 차이는 거의 없었고 최적 추출시간은 CE의 경우 2시간인 반면 MAE에서는 5분 내외로 추출시간이 크게 단축되었다. 전자공여작용은 물 추출의 경우 CE 및 MAE에서 각각 44% 및 50%이었고 에탄올 추출의 경우 각각 45% 및 51%로 추출방법에 의한 차이는 거의 없었다. 아질산염 소거작용은 모든 추출물에서 pH가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 특히 pH 1.2에서는 모든 추출물에서 85% 이상의 높은 소거작용을 보였다. Tyrosinase 저해작용은 물 추출물의 경우 CE와 MAE에서 모두 20% 수준이었고 에탄올 추출물도 40% 수준의 비교적 낮은 저해작용을 나타내었다. ACE 저해작용에서는 CE보다 MAE 추출물에서 더욱 강한 활성을 나타내어 CE 방법으로 추출했을 때는 60% 수준이었고 MAE 방법으로 추출했을 때는 70% 수준이었다. 또한, 추출방법에 따른 피르브산 함량 변화에서도 물 추출물의 경우 CE와 MAE 각각 양과 1g당 6.8 및 6.4 µmoles이었고 에탄올 추출물에서는 이보다 낮은 4.3과 5.6 µmoles이었으며 추출방법에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발연구과제(첨단기술 개발)로 수행한 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- National statistical office : *Korea statistical year book*. p.123(1994)
- Jo, K. S., Kim, H. K., Kwon, D. J., Park, M. H. and Shin H. S. : Preparation and keeping quality of garlic oleoresin. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 846-851(1990)
- Kim, B. S., Park, M. H., Han, B. H. and Bae, T. J. : Rheological properties of garlic juice and its concentrate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 646-650(1990)
- Jo, K. S., Kim, H. K., Park, E. S. and Kang, K. H. : Effect of some factors on oleoresin extraction from red pepper. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 137-141(1992)

5. Lopez-Avila, V. and Young, R. : Microwave-assisted extraction of organic compounds from standard reference soils and sediments. *Anal. Chem.*, **66**, 1097-1106(1994)
6. Jocelyn Pare, J. R., Belanger, M. R. and Stafford, S. S. : Microwave-assisted process(MAPTM)^a: a new tool for the analytical laboratory. *Trends in Analytical Chemistry*, **13**, 176-184(1994)
7. Lee, S. B. : Optimization of extraction conditions for soluble ginseng components using microwave extraction system. *M.S. Thesis*, Kyungpook National University, Taegu, Korea(1997)
8. Block, E. : The chemistry of garlic and onions. The British Library Document Supply Centre Boston Spa, Wetherby, West Yorkshire LS 237 BQ United Kingdom
9. Schwimmer, S. and Weston, W. J. : Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agric. Food Chem.*, **9**, 301-304(1961)
10. Choi, J. H. and Oh, S. K. : Studies on the anti-aging action of Korean ginseng. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 506-515(1985)
11. Wong, T. C., Luh, B. S. and Whitaker, J. R. : Isolation and characterization of polyphenol oxidase of Clingstone peach. *Plant Physiol.*, **48**, 19-23(1971)
12. Cushman, D. W. and Cheung, H. S. : Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, **20**, 1637-1648(1971)
13. Gray, J. I. and Dugan Jr. L. R. : Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.*, **40**, 981-984(1975)
14. Kim, H. K., Kwon, Y. J., Kwak, H. J. and Kwon, J. H. : Oleoresin content and functional characteristics of fresh garlic by microwave-assisted extraction. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 329-335(1999)
15. Jung, S. W., Lee, N. K., Kim, S. J. and Han, D. : Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 891-896(1995)
16. Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R. and Moon, K. D. : Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 978-984(1995)
17. Park, Y. B., Lee, T. G., Kim, O. K., Do, J. R., Yeo, S. G., Park, Y. H. and Kim, S. B. : Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 124-128(1995)

(1999년 4월 19일 접수)