

마이크로웨이브 추출공정에 의한 홍고추 올레오레진의 함량 및 기능적 특성

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

Oleoresin Content and Physiological Activities of Fresh Red pepper by Microwave-Assisted Extraction

Young-Joo Kwon, Seong-Weon Jeong, Joong-Ho Kwon* and Hyun-Ku Kim

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

Water and ethanol extracts of fresh red peppers were obtained by two methods, conventional extraction(CE) and microwave-assisted extraction(MAE), under different extraction conditions. Red pepper oleoresins extracted by CE and MAE were examined in oleoresin yield and physiological activities. The proper extraction time of MAE was about 5 minutes, whereas that of CE was 2 hours. Therefore extraction time was decreased drastically by MAE but there was no significance in oleolesin yields. The electron donating abilities also showed negligible difference between two extracts obtained by CE and MAE, and 80% level in all extracts. The nitrite scavenging effect was reduced by increase of pH, and showed a high elimination effect over 85% at pH 1.2. All extracts had a high tyrosinase inhibitory effects of 100%. The angiotensin I-converting enzyme effect showed higher activity with over 80% in MAE than 70% level in CE. The capsanthin was extracted with ethanol and was 11.4 and 12.9 μ moles per 1 g of fresh red pepper by CE and MAE, respectively.

Key words microwave-assisted extraction, conventional extraction, red pepper, oleoresin, physiological activity

서론

홍고추는 마늘, 양파 등과 더불어 우리 나라의 대표적인 향신료로서 음식의 풍미를 향상시키고 식욕을 증진시켜 오래 전부터 김치를 비롯한 여러 음식의 조리에 사용되어 왔다. 홍고추는 국내에서 연간 20여만 톤이 생산되고 있으며(1) 이들 대부분은 건조 후 분말 형태로 가공하여 사용되고 있으나 높은 흡습성, 병충해 및 표면적 증가로 인한 산화의 문제점

이 있다(2,3). 최근에는 이러한 보관상의 문제점을 개선하고 향신료의 고유한 맛과 향을 유지시키면서 저장하기 위하여 올레오레진으로 가공하는 방법이 연구되고 있다(2-5).

올레오레진은 고추, 양파, 마늘과 같은 식물 원료를 용매로 추출해 낸 농축액으로 분쇄, 추출, 용매 제거 등의 과정을 거쳐서 향신료로서 품질을 균일화, 표준화시킨 제품으로(2) 홍고추 등의 향신료를 올레오레진으로 가공함으로써 원료보다 취급과 보관이 용이해지고 저장성이 향상된다. 하지만 기존의 올레오레진 추출 방법은 많은 에너지와 용매를 필요로 하며 장시간 동안 추출해야 하는 등 추출 효율성에서 문제점을 가지고 있다. 한편 마이크로웨이브 추출

Corresponding author : Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
E-mail : hyunku@kfri.re.kr

공정(microwave-assisted extraction, MAE)은 마이크로웨이브 에너지를 사용하여 천연물질로부터 목적하는 성분을 뽑아내는 방법으로 속시렛(soxhlet), 용매추출법 등 기존의 추출방법과 비교하여 적은 용매와 에너지를 가지고도 단시간에 목적 성분을 추출할 수 있다고 알려져 있다(6-7). Pare와 Stafford(6)는 박하 잎을 가지고 2시간 동안 수증기 증류하여 0.3%의 박하유를 얻은 반면 40초 동안의 마이크로웨이브 조사에 의해 0.30~0.47%의 박하유를 얻었다고 하였다. 또한 인삼을 가지고 동일온도 및 용매조건에서 추출했을 때 8분 동안의 마이크로웨이브 추출에 의하여 기존의 8시간 추출에서와 같은 함량의 사포닌과 ginsenoid를 갖는 올레오레진을 얻었다는 연구 결과도 보고되고 있다(8). 따라서 홍고추를 올레오레진으로 가공하는데 있어서 MAE 방법을 사용함으로써 효율적으로 올레오레진을 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

홍고추는 항산화성이 있다고 알려져 있는데, 류 등(9)은 김치 추출물이 활성산소에 대한 세포독성 완화 효과가 있다고 하였으며 이 등(10)은 0.02%의 고추 capsaicin은 동일 농도의 항산화제인 에리솔비산과 같은 항산화력을 갖는다고 하였으며 0.02%의 고추 올레오레진을 사용하였을 때도 에리솔비산과 동일한 항산화 효과를 보였다고 하였다. 또한 홍고추로부터 추출물을 얻을 때 홍고추의 기능적 특성 외에 홍고추의 품질 특성으로 중요한 요소는 홍고추의 색이며 홍고추 색소의 대부분을 차지하는 것이 capsanthin이라고 알려져 있다(2).

본 연구에서는 홍고추를 올레오레진으로 가공하는데 있어서 마이크로웨이브 추출공정의 이용가능성을 알아보고자 추출용매로서 사용이 허용되어 있는 물과 에탄올을 사용하여 마이크로웨이브 추출과 기존의 추출 방법으로 추출조건 별로 올레오레진 함량의 변화를 살펴보고자 하였다. 그리고 두 가지 추출방법으로 얻은 홍고추 올레오레진의 전자공여 작용, 아질산염소거 작용, tyrosinase 저해작용, ACE (angiotensin I-converting enzyme) 저해작용 등의 생리활성 및 고추의 색소인 capsanthin 함량을 측정하여 비교하였다.

재료 및 방법

재료

홍고추(*Capsicum annuum* L.)는 가락시장에서 신선한 상태로 구입하여 꼭지 부분을 제거한 후 브랜드(Osterizer, Sunbeam-Oster company, Inc., America)로 마쇄한 후 실험에 사용하였다.

추출 조건에 따른 홍고추 올레오레진 함량 변화

마쇄한 홍고추를 가지고 기존에 사용되었던 추출(conventional extraction, CE) 방법과 마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction, MAE) 방법을 사용하여 추출 시간 및 용매 첨가량에 따른 고추 올레오레진 함량의 변화를 살펴보고자 하였다. 물과 에탄올을 추출용매로 하여 CE는 25℃의 수욕 상에서 실시하였으며 MAE는 마이크로웨이브 추출장치(MAP, Soxwave-100, prolabo, France)를 사용하여 150 W의 전력에서 실시하였다. 이때 추출시간은 CE의 경우 1시간에서 24시간으로, MAE의 경우에는 1분에서 8분으로 변화시키면서 홍고추로부터 얻은 물과 에탄올 추출액을 각각 회전감압 증발기로 감압 농축하고 105℃에서 건조한 후 올레오레진 함량을 측정하였다. 또한 CE 및 MAE 방법 별로 선정된 추출 시간으로 추출 시간을 고정하고 홍고추 대 물 및 에탄올의 비율 1 : 1에서 1 : 8로 변화시키면서 추출하고 마찬가지로 감압 농축한 후 건조하여 올레오레진 함량을 구하였다.

홍고추 추출물의 제조

추출 방법에 따른 올레오레진의 생리활성을 비교하기 위하여 CE 및 MAE 추출 방법으로 홍고추로부터 올레오레진을 추출하였으며 추출물의 제조는 물 및 에탄올 추출물로 나누어 실시하였다. CE의 경우 물 추출물은 마쇄한 홍고추 75 g에 225 mL의 물을 가하고 25℃의 수욕상에서 2시간 동안 2회 반복 추출하여 얻은 여과액 전량을 40℃ 이하에서 감압 농축하고 물로 50 mL가 되도록 정용하여 얻었다. 에탄올 추출물은 물 추출물의 제조에서와 같았으며 에탄올을 모두 제거하고 물로 50 mL가 되도록 정용하였다.

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

전자공여 작용

전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 최 등(11)의 방법에 따라 각 추출물의 DPPH(α , α -diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 전자 공여효과로 추출물의 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) 4 mL와 99.9% 에탄올 2 mL

를 가하여 10초간 진탕하고 10분 후에 분광광도계(UV/VIS spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 추출물을 첨가하지 않은 구에 대한 추출물 첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

Tyrosinase 저해작용

Tyrosinase(Sigma, T7755)를 50 mM sodium phosphate 완충액(pH 7.0)에 용해하여 제조한 tyrosinase 조효소액을 사용하여 Wong 등(12)의 방법대로 효소 활성을 측정하였다. 즉, 10 mM catechol 용액 28 mL에 tyrosinase 조효소액 0.2 mL, 추출액 0.1 mL를 가하고 분광광도계를 사용하여 420 nm에서 흡광도 변화를 측정하여 효소 1 mL가 1분간에 0.001의 흡광도를 변화시키는 것을 효소 1 unit로 나타내었다. Tyrosinase에 대한 각 홍고추 추출물의 효소활성 저해효과는 추출물을 첨가하지 않은 구와의 활성 unit 대비를 저해 백분율로 나타내었다.

ACE(angiotensin I-converting enzyme) 저해

ACE 저해작용은 Cushman과 Cheung(13)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 각 홍고추 추출물 50 μ L에 450 mM NaCl을 함유하는 100 mM sodium borate buffer (pH 8.3) 100 μ L를 가하고 5mM hippuryl-histidyl-leucine 용액 50 μ L를 가한 후 37°C에서 10분간 preincubation 하였다. 이 반응액에 rabbit lung acetone powder(Sigma, L-0756)로부터 100 mM sodium borate buffer로 추출한 ACE 조효소액 50 μ L를 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1.75 N HCl 100 μ L를 가하여 반응을 종료시켰다. 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 진탕한 후 상등액 0.5 mL를 취하여 건조시키고 증류수 1 mL를 가하여 용해시킨 다음 228 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 공시험은 추출물 대신에 증류수 50 μ L를 가하였고 대조구는 1.75 N 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 Gray 등(14)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 각 홍고추 추출물 2 mL를 가한 후 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M 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 10 mL로 하였다. 이 혼합액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각각 1 mL씩의 반응용액을 취하고 여기에 2% 초산용액 5 mL, Griess 시약 0.4 mL를 첨가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess 시약대신 증류수 0.4 mL를 가하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였으며 각 추출물의 아질산염 소거작용은 추출물을 첨가하지 않은 구에 대한 추출물 첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

Capsanthin 함량

Capsanthin 함량의 측정은 Rosebrook 등(15)의 방법을 변형하여 홍고추로부터 에탄올로 CE 및 MAE 방법 별로 추출하여 얻은 추출액을 458 nm에서 흡광도를 측정하고 미리 작성한 capsanthin 표준곡선에 의하여 각 추출물의 capsanthin 함량을 구하였다.

결과 및 고찰

추출조건에 따른 올레오레진 함량 변화

홍고추로부터 CE와 MAE 방법으로 추출시간을 달리하면서 추출했을 때 얻어지는 올레오레진 함량의 변화는 Fig. 1과 같다. CE의 경우 추출용매를 물로 했을 때 추출시간을 1시간에서 2시간으로 증가시키면 따라 올레오레진 함량은 5.64%에서 5.71%로 증가하였으나 그 이상으로 추출 시간을 증가시키도 올레오레진 함량은 5.54%~5.62%로 유지되었다. 에탄올로 추출하였을 때 역시 1시간에서 2시간으로 추출시간을 증가시키면 따라 올레오레진 함량이 4.07%에서 4.47%로 증가하였으나 그 이후로는 거의 변화를 보이지 않았다. MAE에서는 물을 추출 용매로 하였을 때 추출시간을 1분에서 6분으로 증가시키면 따라 수율이 계속적으로 증가하여 6분의 추출로 660%의 올레오레진을 얻었으며 6분 이후에서는 올레오레진 함량이 6분에서와 같은 수준으로 유지되었다. 에탄올로 추출하였을 때는 4분 동안의 추출로 423%의 올레오레진을 얻었고 추출시간을 6분이나 8분으로 증가시키도 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 마늘 및 양파에서 올레오레진을 추출했을 때와 유사한 경향

이었으며(16,17) 이 때 올레오레진 함량에 있어서는 두 추출 방법간에 차이를 보이지 않았다. 이와 같이 MAE 방법이 추출시간을 크게 단축시킬 수 있는 것은 기존의 추출방법이 용매를 가열하여 식품의 내부로 열을 전달시키는 방법인 반면, MAE 방법은 시료의 표면을 통과한 마이크로파가 시료 내부를 가열함으로써 가용성 성분을 빠르게 용리시키기(7) 때문이라고 판단된다.

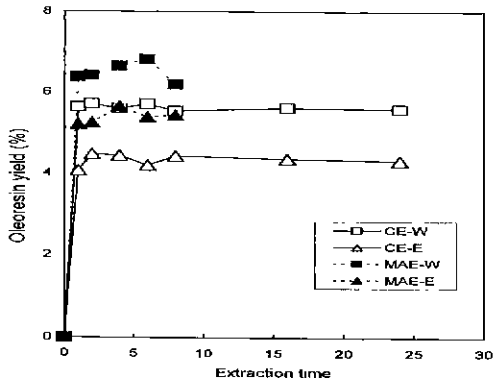


Fig. 1. Changes in yield of red pepper oleoresin by extraction time.
 *CE-W: conventional extraction with water, CE-E: conventional extraction with ethyl alcohol, MAE-W: microwave-assisted extraction with water, MAE-E: microwave-assisted extraction with ethyl alcohol, extraction unit: —: hour, - - -: min.

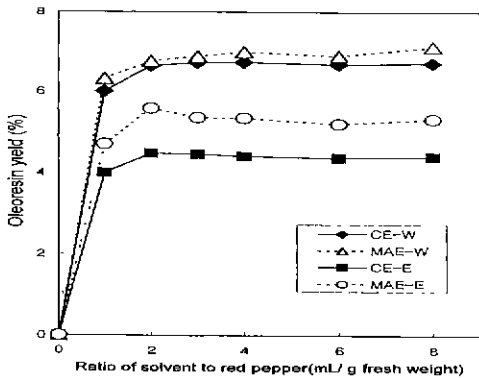


Fig. 2. Changes in yield of red pepper oleoresin by red pepper-solvent ratio.
 *Abbreviations are referred in Fig.1.

홍고추 시료에 대한 용매의 비율을 달리하여 CE와 MAE 추출 방법으로 추출했을 때 올레오레진 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. CE의 경우 홍고추에 대한 물의 비율을 달리했을 때 홍고추 대 물의 비가 1 : 2 이후에 올레오레진 함량이 6.68~6.73% 수준으로 큰 변

화를 보이지 않았고 에탄올의 비율을 달리했을 때도 시료 대 용매비가 1 : 2 이후로는 올레오레진 함량이 유지되어 CE 방법에서는 1 : 2가 적합한 시료 대 용매 비인 것으로 나타났다. MAE에서도 홍고추 대 물의 비가 1 : 2이었을 때 올레오레진 함량이 6.76%이었고 그 이상으로 시료에 대한 물의 비율을 증가시켜도 올레오레진 함량에는 변화가 없어서 1 : 2가 적합하였고 홍고추에 대한 에탄올의 비율을 변화시켰을 때 물의 용매로 하였을 때와 마찬가지로 1 : 2가 적합한 것으로 나타났다.

추출방법에 따른 추출물의 생리활성 및 Capsanthin 함량 비교

전자공여 작용

CE 및 MAE의 두 가지 방법으로 양파로부터 물과 에탄올 추출물을 얻어 전자공여작용을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 물 추출물의 경우 CE에서는 80%의 전자 공여 작용을 보였고 MAE 추출물에서는 81%로 추출 방법에 의한 차이는 보이지 않았다. 에탄올 추출물에서도 CE와 MAE에서 각각 물 추출물에서와 비슷한 수준인 83%와 81%의 높은 전자공여 작용을 보였으며 역시 추출 방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 마늘이나 양파 추출물에서 전자공여효과를 측정했을 때와 같은 경향이었다(16,17).

Table 1. Various physiological activities of water and ethyl alcohol extracts from red pepper by CE and MAE

Extraction method	EDA ¹⁾		TI ²⁾		ACEI ³⁾	
	W ⁶⁾	E ⁷⁾	W	E	W	E
CE ¹⁾	80	83	100	100	75	74
MAE ²⁾	81	81	100	100	92	81

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.

Tyrosinase 저해작용

Tyrosinase 저해작용을 측정 했을 때 역시 CE와 MAE 방법과 추출용매에 의한 차이를 보이지 않았으며 모두 100%의 높은 저해 효과를 나타내었다(Table 1). 이러한 결과는 정 등(18)의 것과 일치하는 것으로 정 등은 여러 가지 식물체로부터 tyrosinase 저해작용을 측정하였을 때 고추는 100%의 높은 저해작용을 보여 tyrosinase 저해작용이 높은 채소에 속한다고 하였다.

ACE 저해작용

CE와 MAE 방법으로 홍고추를 물과 에탄올로 추출한 추출물의 ACE 저해작용을 측정한 결과는 Table 1에서처럼 CE 추출물보다 MAE 추출물이 더 높은 활성을 보였다. 즉, 물 추출물의 경우 CE 및 MAE 추출물에서 75% 및 92%의 저해작용을 나타내었고 에탄올 추출물의 경우 74% 및 81%의 ACE 저해효과를 나타내었다. 이것은 양과 추출물에서와 같은 경향을 갖는 것으로(17) 이처럼 MAE 추출물이 더 높은 활성을 보이는 것은 마이크로파가 시료의 내부를 가열하여 목적 성분을 빠르게 용리시키기 때문이라고 생각한다. MAE 방법이 기능성 물질을 추출하는데 효과적이라는 것을 확인하기 위해서는 앞으로 기능성 물질을 분리하고 정량 하는 연구가 더 뒷받침되어야 할 것이다.

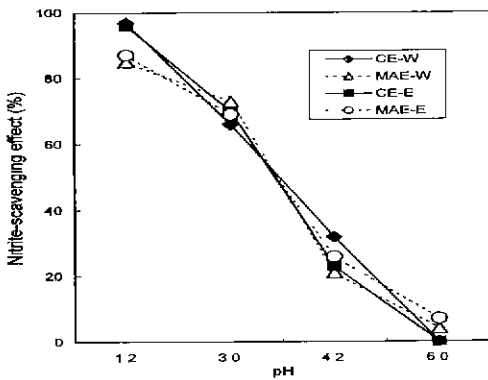


Fig. 3. Nitrite-scavenging effect of water and ethyl alcohol extracts from red pepper by CE and MAE. *Abbreviations are referred in Fig 1

아질산염 소거작용

CE와 MAE 방법으로 얻은 홍고추 물 추출물 및 에탄올 추출물로부터 아질산염 소거작용을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. CE 및 MAE 모두에서 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용이 커서 pH 1.2에서는 대체로 85% 수준의 높은 소거작용을 보였으나 pH가 높아지면서 점차 소거작용이 낮아지는 경향을 보여 pH 6.0에서는 거의 아질산염 소거작용이 없는 것으로 나타났다. 솔잎과 쑥, 결명자, 마늘 및 양파 추출물에서도 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용이 높은 것으로 보고되어(16,17,19,20) 본 실험의 결과와 일치하였다. 위장 내의 낮은 pH 조건에서 쉽게 니트로사민이 형성되므로 이와 같이 낮은 pH에서 아질산염 소거작용이 큰 것은 니트로사민 형성을 효과적으로 억제하는데 바람직하다고 생각한다.

두 가지 추출방법으로 얻은 홍고추의 에탄올 추출물에서도 물 추출물에서와 마찬가지로 pH가 낮을수록 아질산염 소거작용은 커지는 경향을 보였고 두 추출 방법 모두에서 물 추출물과 에탄올 추출물 간에 아질산염 소거작용의 차이는 적었다. 또한 pH 1.2에서 CE 추출물이 MAE 추출물 보다 다소 높은 소거작용을 갖는 것 외에는 추출 방법에 의한 차이는 거의 보이지 않았다.

Capsanthin 함량

홍고추로부터 에탄올을 용매로 하여 각각 CE와 MAE 방법으로 얻은 추출물의 capsanthin 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. CE와 MAE 각각 신선한 홍고추 1 g당 capsanthin 함량이 11.4 및 12.9 μmoles 으로 홍고추의 색과 밀접한 관련이 있는 capsanthin 함량에 있어서도 추출방법에 의한 차이는 보이지 않았다.

Table 2. Capsanthin content in ethyl alcohol extracts of red pepper by CE and MAE

Extraction method	Capsanthin content (μmoles/g fresh red pepper)
CE ¹⁾	11.4
MAE ²⁾	12.9

¹⁾ Conventional extraction.
²⁾ Microwave-assisted extraction

요 약

홍고추를 conventional extraction(CE) 방법과, microwave-assisted extraction (MAE) 방법에 의하여 각각 물과 에탄올로 추출하고 추출조건에 따른 올레오레진 함량과 생리활성을 비교하였다. 물 및 에탄올 추출에서 최적 추출시간은 CE의 경우 2시간인 반면 MAE에서는 5분 내외로 추출시간이 크게 단축되었으며 이때 추출 방법에 따른 올레오레진 함량의 차이는 적었다. 전자공여작용은 물 추출의 경우 CE 및 MAE에서 각각 80% 및 83% 이었고 에탄올 추출의 경우 각각 83% 및 81%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 모든 추출물에서 100%의 높은 저해작용을 나타내었다. ACE 저해작용에서는 CE보다 MAE 추출물에서 더욱 강한 활성을 나타내어 CE 방법으로 추출했을 때는 70% 수준인데 비하

역 MAE 방법으로 추출했을 때는 80% 이상이였다. 또한, 홍고추로부터 에탄올 추출시 추출방법에 따른 capsanthin 함량을 비교했을 때 역시 CE와 MAE 각각 신선한 홍고추 1 g 당 11.4 및 12.9 μmole 로 추출방법에 따른 차이를 보이지 않았다.

감사의글

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

참고문헌

1. 농림부 (1998) 농림통계연보 p.104
2. 조길석, 김현구, 권동진, 박무현, 신효선 (1990) 마늘 oleoresin의 제조 및 저장 안정성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22(7), 846-851
3. 최옥수 (1996) 고추 oleoresin의 유희안정성 및 가열 조리중의 항산화 활성 변화. 한국식품영양과학회지, 25(1), 104-109
4. 조길석, 김현구, 박무현, 남은숙, 강국희 (1992) 고추 oleoresin의 추출에 영향을 미치는 몇가지 인자. 한국식품과학회지, 24(2), 137-141
5. 김병삼, 박노현, 박무현, 한봉호, 배태진 (1990) 마늘 착즙 및 농축액의 rheological properties 한국식품과학회지, 22(6), 646-650
6. Lopez-Avila, V. and Young, R. (1994) Microwave-assisted extraction of organic compounds from standard reference soils and sediments. *Anal Chem.*, 66, 1097-1106
7. Jocelyn Pare, J.R., Belanger, M.R. and Stafford S.S. (1994) Microwave-assisted process(MAPT) a new tool for the analytical laboratory. *Trends in Analytical Chemistry*, 13(4), 176-184
8. 이새봄 (1997) Microwave extraction system을 이용한 가용성 인삼성분 추출조건에 최적화. 경북대학교 대학원 석사학위 논문
9. 류승희, 전영수, 권명자, 문정원, 이영순, 문갑순 (1997) 김치 추출물의 활성 산소에 대한 피부세포 독성 완화효과. 한국식품영양과학회지, 26(5), 1189-1196
10. 이치호, 정구용, 임성천, 최도영, 김천계, 최병규 (1994) 베이컨 육에서 capsaicin 및 oleoresin의 항산화 작용에 관한 연구. 한국식품과학회지, 26(5), 496-499
11. Choi, J.H. and Oh, S.K. (1995) Studies on the anti-aging action of Korean ginseng. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 17(6), 506-515
12. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R. (1971) Isolation and characterization of polyphenol oxidase of Clingstone peach. *Plant Physiol.*, 48, 19-23
13. Cushman, D.W. and Cheung, H.S. (1971) Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637-1648
14. Gray, J.L., and Dugan Jr. L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.*, 40, 981-984
15. Rosebrook, D.D., Bolze, C.C., and Barney II. J.E. (1968) Improved method for determination of extractable color in capsicum spices. *J. A.O.A.C.*, 51(3), 637-643
16. 김현구, 권영주, 광희진, 권중호 (1999) 마이크로웨이브 추출공정에 의한 마늘의 올레오레진 함량 및 기능적 특성. 한국식품과학회지, 31(2), 329-335
17. 권영주, 권중호, 김현구 (1999) 마이크로웨이브 추출공정에 의한 양파의 올레오레진 함량 및 기능적 특성. 한국식품영양과학회지, 28(4), 876-881
18. 정승원, 이남경, 김석중, 한대석 (1995) Tyrosinase 활성을 저해하는 식물체의 탐색. 한국식품과학회지, 27(6), 891-896 (1995)
19. 강윤한, 박용곤, 오상룡, 문광덕 (1995) 솔잎과 쑥 추출물의 기능성 검토. 한국식품과학회지, 27(6), 978-984
20. 박영범, 이태기, 김외경, 도정룡, 여생규, 박영호, 김선봉 (1995) 결명자 추출물의 아질산염 소거인자의 특성. 한국식품과학회지, 27(1), 124-128

(1999년 11월 10일 접수)