



Research Article

Anti-inflammatory activities of extracts and compositions of seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) and garlic (*Allium sativum*) 섬애약쑥과 마늘 추출물 및 조성물의 항염증 활성

Jae-Ran Kang, Gyoung-Min Kim, Seung-Hee Yoo, Min-Jung Kang, Jung-Hye Shin*

강재란 · 김경민 · 유승희 · 강민정 · 신정혜*

Namhae Garlic Research Institute, Namhae 52430, Korea

(재)남해마늘연구소

Abstract As part of a study on the development and functionality of a composition combining *Artemisia argyi* H. and garlic with improved aroma and flavor, optimal pretreatment processing conditions were established. Specifically, the roasting time and temperature for *Artemisia argyi* H. and the steaming time for garlic were determined based on the content of bioactive constituents. The major active ingredients analyzed included total phenolic compounds, eupatilin, and jaceosidin in mugwort, and total phenolic compounds, alliin, and S-allylcysteine (SAC) in garlic. Based on these analyses, the optimal roasting condition for reducing the bitterness of dried mugwort was set at 250°C for 20 min, and the steaming condition for moderating the pungent flavor and aroma of garlic was established as 30 min. 70% ethanolic extracts of mugwort, garlic, and their mixture (1:1, w/w) were then evaluated for anti-inflammatory activity. The mixed extract significantly suppressed the production of nitric oxide (NO), reactive oxygen species (ROS), interleukin-6 (IL-6), and tumor necrosis factor- α (TNF- α) at concentrations of 100-400 μ g/mL. These findings demonstrate that the high anti-inflammatory activity of the mixture is primarily attributable to the mugwort extract, particularly due to its abundant phenolic compounds.

Keywords *Artemisia argyi* H., garlic, roasting phenolic compounds, anti-inflammatory activity



OPEN ACCESS

Citation: Kang JR, Kim GM, Yoo SH, Kang MJ, Shin JH. Anti-inflammatory activities of extracts and compositions of seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) and garlic (*Allium sativum*). Food Sci. Preserv., 33(4), 747-758 (2026)

Received: September 11, 2025

Revised: January 06, 2026

Accepted: January 08, 2026

*Corresponding author

Jung-Hye Shin
Tel: +82-55-860-8947
E-mail: whanbee@hanmail.net

Copyright © 2026 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

국화과(Asteraceae) 쑥속(*Artemisia*)에 속하는 식물은 2,290여 종 이상이며, 이 중 530종 정도가 학명을 가지고 있고 남극 대륙을 제외한 모든 지역, 특히 북반구 지역에 분포하고 있는데 전 세계적으로 여러 품종이 다양한 효능을 가지고 있어 전통의학에서 널리 쓰이고 있다(Trendafilova 등, 2021). 쑥은 특유의 강한 향과 쓴맛을 가지는데, 추출물과 에센셜 오일을 포함한 쑥의 일반적인 효능은 항산화, 진통억제, 면역조절, 간과 신경 보호, 천식, 당뇨, 고혈압, 궤양, 골다공증, 염증 등에 대한 예방효과와 더불어 항바이러스, 항균, 항기생충 활성 등이며, 그 활성은 terpenoids, sesquiterpenoids, lactones, flavonoids, lignans, alkaloids, steroids, phenolic acids 및 coumarins와 같은 쑥의 이차대사 산물에 기인하는 것으로 알려져 있다(Abiri 등, 2018; Koul 등, 2018; Nadeem 등, 2013; Nigam 등, 2019). 쑥은 품종에 따라 성분과 효능이 유사하지만 재배 지역에 따라 각각의 환경에 적응하면서 주된 생리활성이나 이용성에는 차이를 나타내어 말라리아 약, 구충, 진정, 위장장애 치료, 복통 등 약용으로 이용되거나, 알코올 음료, 차, 빵, 쿠키 등 식품에 적용되므로 품종에 따른 활용성과 품질 특성에 대한 연구들이 진행이 되고 있다(Feng 등, 2020; Zhang 등, 2017).

섬애약쑥(*Artemisia argyi* H.)은 남해군에서 자생하는 황해쑥의 일종을 품종보호등록(산림청 품종보호 제 42호, 2013. 9. 27)하여 재배하고 있는 쑥으로 그간 주요 성분 및 이화학적 특성에 대한 연구와 더불어 다양한 가공품에 적용하기 위한 연구들이 추진되어 왔다. 섬애약쑥을 차로 활용하기 위한 건조 및 침출조건에 따른 추출물의 항산화활성 비교(Hwang 등, 2013), 음건한 섬애약쑥과 발효한 섬애약쑥의 품질 특성 및 기능성 비교(Hwang 등, 2014), 60°C에서 숙성한 쑥과 볶음쑥의 주요 성분과 항산화활성 비교(Kang 등, 2017), 채취시기와 가공방법에 따른 이화학적 특성(Choi 등, 2015) 및 추출물의 간보호 효과(Kim 등, 2016) 등과 같은 가공을 위한 활성 규명 연구가 수행되었다. 또한, 섬애약쑥 추출물을 이용한 발효식초(Shin 등, 2017a), 식혜 및 유산균 발효물의 제조(Shin 등, 2017b; Shin 등 2017c) 등과 같은 가공식품에 적용하기 위한 연구가 진행되다 있다. 그 외에도 미백활성(Lee와 Lim, 2020)과 항가려움증 활성(Lee 등, 2021)처럼 화장품으로 이용하기 위한 연구들도 진행되었으나 아직까지 다양한 식품에 적용을 위한 연구 및 생리활성과 유효성분에 대한 연구는 부족한 실정이다.

한편, 쑥은 마늘과 함께 우리나라의 건국신화에도 등장하는데, 이는 쑥과 마늘이 우리 몸을 이롭게 하는 식재(食材)이자 아픈 사람을 치료해 주는 약재로서 필요할 때 유용하게 쓸 수 있도록 보관해 두고 재배할 필요가 있는 식물임을 알리는 의미를 내포하고 있다(Kang, 2012). 이러한 관점에서 볼 때 마늘과 쑥은 과거 민간의학에서부터 현재까지 자연스럽게 건강의 유지와 증진에 유용한 소재로 꾸준히 이용되어 왔으며, 우리나라의 대표적인 기능성 천연물 소재로 인지되고 있다. 그러나 마늘과 쑥은 다양한 기능성을 지닌 친숙한 식품 소재임에도 불구하고, 마늘 특유의 매운맛과 강한 향, 쑥의 쓴맛과 특유의 향 및 짙은 색으로 인해 소비자 기호도가 저하될 수 있다. 따라서 이들 식품 소재의 활용도를 높이기 위해서는 기호도 저해 요인을 완화할 수 있는 가공 방법이 필요하다. 쑥은 볶음 공정을 적용함으로써 향미는 높이고, 쓴맛을 저감시키며, 에탄올로 추출함으로써 기능성 성분인 jaceosidin 및 eupatilin의 용출을 용이하게 할 수 있다(Hwang 등, 2013; Kang 등, 2017). 마늘은 특유의 매운맛을 감소시키고, 유효성분인 알린의 함량을 유지하기 위한 방법으로 효소를 불활성화시키는 가열 공정을 활용할 수 있으며, 이 중 증숙이 마늘의 색과 성분의 변화를 최소화하는 방법으로 적용될 수 있다(Choi 등, 2022).

이에 본 연구에서는 쑥과 마늘을 혼합한 가공제품 개발을 위한 기초 연구의 일환으로 쑥과 마늘 특유의 향과 맛을 제어하면서 유효성분을 유지할 수 있는 전처리 공정 개발 및 두 소재의 혼합비율에 따른 항염증 활성의 변화를 비교분석 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 섬애약쑥 시료 전처리 및 추출물 제조

2023년 5월 중순 수확 후 천일건조한 섬애약쑥(*Artemisia argyi* H.)은 경상남도 남해군 소재 섬애약쑥영농조합법인으로 부터 제공받았다. 중심 줄기를 제거한 시료를 250°C로 예열된 팬에서 10, 20, 30, 40, 50, 60분간 볶음 처리하였으며, 유효성분 분석 결과를 바탕으로 최적 볶음 시간을 20분으로 설정하였다. 이후 볶음 시간을 20분으로 동일하게 하고, 온도를 150, 200, 250, 300°C로 달리하여 시료를 제조하였다. 각 조건의 시료 20 g에 70% 에탄올 500 mL를 첨가하여 실온(25°C)에서 24 시간 정치 추출하고, 여과한 추출액은 회전증발농축기(N-1200 AVW, Tokyo Rikakikai Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 농축 후, 동결건조기(FD8512, IlshinBioBase Co., Ltd., Dongducheon, Korea)를 이용해 건조하여 추출물(AE)을 확보하였다.

2.2. 마늘 시료 전처리 및 추출물 제조

간마늘(*Allium sativum*)은 남해군에 위치한 새남해농협에서 산지 확인 후 구입하였으며, 세척하여 자연건조를 통해 물기를 제거하였다. 마늘 1 kg씩을 100°C 증기에서 5, 10, 15, 20, 25, 30분간 각각 증숙한 뒤 상온에서 10분간 냉각하였다. 이후 -70°C에서 급속 동결하고, 동결건조기(FD8512)로 건조한 후 분쇄기(VCB-61, AB Hallde Maskiner, Sweden)로 분말화하였다.

총페놀화합물 및 알린 함량 분석을 통해 30분 증숙 시료를 활성검증용 시료로 선정하였다. 20 g을 30분 증숙 후 동결건조한 마늘 분말에 70% 에탄올 500 mL를 가하여 25°C에서 24시간 정치 추출하였다. 이를 여과지로 여과한 추출액은 회전증발농축기(N-1200 AVW)로 농축 후 동결건조하여 마늘 추출물(GE)을 얻어 실험에 사용하였다.

2.3. 총페놀화합물의 정량

시료 중의 총페놀화합물의 함량은 Gutfinger (1981)의 방법을 변형하여 측정하였다. 일정 농도로 제조한 시료 추출액 1 mL와 증류수 1 mL를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu 시약 0.5 mL를 첨가하여 잘 혼합하고 3분간 반응시켰다. 이어서 10% Na₂CO₃ 용액 0.5 mL를 첨가하고, 실온의 암실에서 1시간 정치시킨 후 분광광도계(Libra S35, Biochrome Ltd., Cambridge, UK)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 동일한 방법으로 작성한 검량선을 바탕으로 시료 중 총페놀화합물의 함량을 산출하였다.

2.4. Eupatilin 및 jaceosidin 정량

Eupatilin 및 jaceosidin 함량은 조건별로 제조된 섬애약쑥

70% 에탄올 추출물을 0.45 μm PVDF syringe filter로 여과한 다음 HPLC-DAD (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 이때, 분석에 사용된 칼럼은 Agilent Zorbax SB-C18 (5 μm , 4.6 $\times$ 250 mm, Agilent Technologies Inc.)을 사용하였으며, 이동상은 0.1% formic acid를 함유하는 증류수(A)와 0.1% formic acid를 함유하는 acetonitrile (B)을 시간에 따라 혼합비율을 달리하여 사용하였다. 이동상의 기울기로 A:B를 분석시간 0-22분은 85:15, 22-25분은 30:70, 25-35분은 85:15으로 조정하였고, 이동상의 속도는 0.7 mL/min, 시료 주입량은 10 μL 로 하고, UV 검출기 파장은 340 nm로 하여 분석하였다. Eupatilin 및 jaceosidin의 표준물질은 Sigma-Aldrich사로부터 구입한 eupatilin ($\geq 98\%$, HPLC grade)과 jaceosidin ($\geq 95\%$, HPLC grade)을 사용하였으며, 시료의 분석 결과는 농도별 표준물질을 동일한 조건에서 분석하여 작성한 표준검량곡선과 머무름 시간(retention time) 비교를 통해 확인 및 정량하였다.

2.5. Alliin 및 S-Allyl-L-cysteine (SAC) 정량

마늘 분말의 alliin은 식품 공전에 따라 제조된 시료액을 HPLC의 UV 검출기(Agilent 1260, Agilent Technologies Inc.)를 이용하여 정량하였다. 역상 컬럼(YMC-Triart C18, 5 μm , 3.0 $\times$ 150 mm, YMC Co, Ltd, Kyoto, Japan)을 사용하였으며, 이동상은 20 mM sodium phosphate dibasic 및 10 mM sodium heptanesulfonate 용액(pH 2.0)이 함유된 증류수(A)와 acetonitrile과 이동상 A가 1:1 혼합된 용매(B)를 사용하였다. 이동상 A:B의 기울기는 분석시간 0-5분은 70:30, 5-25분은 46:54, 25-40분은 B 용액을 100으로 조정하였으며, 유속은 0.4 mL/min, 시료 주입량은 10 μL , UV 파장은 208 nm로 하여 분석하였다. Alliin 표준물질(Abcam, Cambridge, UK)을 농도별로 제조하여 시료와 동일한 조건에서 분석한 다음 머무름 시간 및 표준검량곡선을 통해 시료 중의 함량을 확인, 정량하였다.

SAC 함량은 시료 1 g에 물 30 mL를 가한 후 시료를 30분간 sonication 처리한 다음 0.22 μm GHP syringe filter로 여과한 것을 HPLC-MS/MS (TSQ Quantum Access Max, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)의 ESI 검출기를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 ZORBAX SB-C18 (4.6 $\times$ 250 mm, size 5 μm , Agilent Technologies Inc.)을 사용하였으며, 이동상은 formic acid를 0.1% 각각 함유한 초순수(A)와 acetonitrile (B)을 사용하였다. 이동상 기울기는 0-7분은 A:B = 80:20, 7-14분은 B용액을 100%로 하고, 14-18분에는 A:B = 1:99, 18-25분은 다시 B 용액을 100%로 조절하였으며, 시료 주입량은 5 μL 로 하였다. SAC 표준물질($\geq 98\%$, HPLC grade)은 Sigma-Aldrich에서 구입하여 농도별 표준용액을 제조하였고, 표준검량곡선을 기반으로 시료 중 SAC 함량을 정량하였다.

2.6. 항염증 활성 평가를 위한 세포생존율 평가

AE, GE 및 이들을 1:1 (w/w) 비율로 혼합한 혼합물(AGM)을 항염증 활성을 위한 세포 실험에 사용하였다.

본 연구에서 사용된 RAW 264.7 대식세포는 한국세포주은행(KCLB, Korea Cell Line Bank, Seoul, Korea)으로부터 확보하였으며, Gibco사의 DMEM 배지에 10% fetal bovine serum (FBS, Rockville, MD, USA)과 penicillin (250 units/mL, 1%)을 첨가하여 조성한 배지를 사용하여 37°C, 5% CO₂가 유지되는 인큐베이터(MCO-17AICUV, PHCbi, Osaka, Japan)에서 배양하였다.

먼저 세포실험을 위한 시료의 처리 농도 설정을 위해 RAW 264.7 마우스 대식세포에 대한 시료의 독성을 평가하였다. 세포독성 평가는 MTT 환원법(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide; Sigma-Aldrich)을 이용하여 수행하였다(Denizot와 Lang, 1986). 먼저, 세포를 96 well plate에 well당 5 $\times$ 10⁴개씩 분주한 뒤 24시간 동안 부착시켰다. 이후 시료를 일정 농도로 희석하여 처리하고, 1시간 뒤 0.5 $\mu\text{g/mL}$ 의 LPS를 첨가하여 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 배지를 제거하고 serum-free DMEM에 5 mg/mL의 MTT 용액을 넣어 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응 종료 후 DMSO를 첨가하고 10분간 교반을 거쳐, 570 nm에서 흡광도를 측정하였다(Epoch, Biotech, Wiesbaden, Germany). 세포 생존율은 LPS 단독 처리군을 기준으로 백분율로 산출하였다.

2.7. Nitric oxide (NO) 생성을 측정

NO 생성량 평가는 RAW 264.7 세포를 24-well plate에 well당 6 $\times$ 10⁵ cells로 분주하여 24시간 동안 배양한 뒤 수행하였다. 이후 시료를 50, 100 및 200 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 각각 처리하였고, 1시간 후 LPS (0.5 $\mu\text{g/mL}$)를 첨가하여 24시간 동안 추가 배양하였다. 배양 후 세포 배양액을 회수하여 3,000 rpm, 5분, 4°C 조건에서 원심분리한 후 상등액을 획득하였다. 상등액은 Griess Reagent (Promega, Madison, WI, USA)와 반응시킨 뒤, microplate reader (Epoch)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 LPS 대조군 대비 상대적인 NO 생성율로 표현하였다.

2.8. Reactive oxygen species (ROS) 생성을 측정

세포 내 ROS 생성량은 intracellular ROS assay kit (Cell Biolabs, San Diego, CA, USA)를 사용하여 측정하였다. RAW 264.7 세포를 96 well black plate에 well당 5 $\times$ 10⁴ cells로 접종한 후 24시간 배양하고, 시료를 50, 100, 200, 400 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 처리한 다음 1시간 후 LPS (0.5 $\mu\text{g/mL}$)를 첨가하여 24시간 추가 배양하였다. 이후 세포를 PBS (phosphate buffered

saline, pH 7.4)로 3회 세척한 다음 1X DCFH-DA 용액 100 μ L를 첨가하여 2시간 반응시켰다. 반응 후 microplate reader (Perkin-Elmer Inc., Waltham, MA, USA)를 이용해 excitation 485 nm, emission 535 nm에서 형광을 측정하였으며, 결과는 LPS 단독 처리군 대비 상대적인 ROS 생성율로 나타내었다.

2.9. Cytokine 생성량 측정

Tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), interleukin-6 (IL-6) 및 interleukin-1 β (IL-1 β) 생성량은 ELISA kit (Invitrogen, Camarillo, CA, USA)를 이용하여 측정되었다. 24 well plate에 RAW 264.7 세포를 0.5×10^6 cell/well의 농도로 분주한 후 24시간 배양하였다. 이후 각 시료를 일정한 농도(50, 100 및 200 μ g/mL)로 처리하고 1시간 후 LPS (0.5 μ g/mL)를 추가 처리한 다음 이를 다시 24시간 배양하였다. 이후 배양한 세포의 상층액을 모아서 cytokine 각각의 ELISA kit (Invitrogen)를 이용하여 측정하였다.

2.10. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 진행하였으며, 그 결과는 SPSS Statistics 18 (IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 시료군 간 차이 검정을 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 유의적인 차이가 확인된 경우 사후검정을 수행하였다. 사후검정은 동일한 ANOVA 결과를 기반으로 하였으나 데이터의 비교 목적에 따라 Duncan's multiple range test와 Dunnett's multiple comparisons test를 구분하여 적용하였다. 즉, 전체 시료군 간의 비교가 필요한 결과는 유의수준은 $p < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 적용하였으며, blank 또는 control에 대한 각 시료 처리군 간의 차이를 평가하기 위한 결과는 Dunnett's multiple comparisons test를 적용하고, 통계적 유의성은 $p < 0.05$, $p < 0.01$ 및 $p < 0.001$ 수준에서 검정

하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 볶음 시간을 달리한 섬애약쑥 70% 에탄올 추출물의 유효 성분 함량

볶음 처리 시간에 따른 섬애약쑥의 유효성분 변화를 비교하기 위해, 250°C의 동일한 온도에서 0-60분까지 10분 간격으로 볶음 시간을 달리하여 총 7종의 섬애약쑥 70% 에탄올 추출물을 제조하였다. 이후 유효성분으로서 총페놀화합물, eupatilin 및 jaceosidin의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

총페놀화합물 함량은 3.65-4.28 g/100 g의 범위로 20분 이내의 볶음 처리 시에는 무처리군과 비교해 함량에 유의적인 변화가 없었으나($p > 0.05$) 30-50분 처리 시에는 볶음 시간이 증가함에 따라 유의적으로 함량이 증가하였다. 그러나 60분 볶음 처리 시료에서 총페놀화합물의 함량은 40분 미만으로 볶음 처리한 시료들과 유사한 범위로 감소하여 쑥의 볶음 처리시 총페놀화합물의 함량을 증대시키기 위한 볶음 처리 시간은 40-50분이 적절한 것으로 판단된다.

볶음 시간에 따른 쑥 70% 에탄올 추출물의 eupatilin 함량은 2.07-2.65 mg/g의 범위였는데 볶음 처리를 거치지 않은 쑥에서 유의적으로 가장 함량이 높았고, 10분 볶음 처리 시료에서 가장 함량이 낮았다. 20-60분간 볶음 처리한 시료들에서 eupatilin의 함량은 볶음 시간에 따른 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

Jaceosidin의 함량은 2.91-3.53 mg/g의 범위였는데 가장 함량이 높았던 20분 볶음 쑥을 제외하고는 모두 무처리군(3.44 mg/g)에 비해 그 함량이 유의적으로 낮았다. 또한, 볶음 40분까지는 3.00 mg/g 이상으로 유지되었으나 그 이상 볶음 처리시는 jaceosidin 함량이 유의적으로 더 낮아 20분 볶음 처리시 그 함량이 가장 높았다.

Table 1. Changes in total phenolic compound, eupatilin, and jaceosidin contents of 70% ethanol extracts of *Artemisia argyi* H. with different roasting times

Roasting time (min)	Total phenolic compound (g/100 g)	Eupatilin (mg/g)	Jaceosidin (mg/g)
0	3.65 $\pm$ 0.04 ^{1)a2)}	2.65 $\pm$ 0.13 ^c	3.44 $\pm$ 0.04 ^d
10	3.67 $\pm$ 0.04 ^{ab}	2.07 $\pm$ 0.20 ^a	3.10 $\pm$ 0.07 ^b
20	3.70 $\pm$ 0.01 ^{ab}	2.39 $\pm$ 0.20 ^b	3.53 $\pm$ 0.13 ^d
30	3.71 $\pm$ 0.03 ^{bc}	2.39 $\pm$ 0.14 ^b	3.26 $\pm$ 0.12 ^c
40	4.10 $\pm$ 0.03 ^d	2.22 $\pm$ 0.07 ^{ab}	3.12 $\pm$ 0.08 ^{bc}
50	4.28 $\pm$ 0.03 ^c	2.14 $\pm$ 0.04 ^{ab}	2.91 $\pm$ 0.04 ^a
60	3.76 $\pm$ 0.02 ^c	2.26 $\pm$ 0.09 ^{ab}	2.92 $\pm$ 0.04 ^a

¹⁾All values are mean $\pm$ SD (n = 3).

²⁾Different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncans's multiple range test.

이상의 결과로부터 쑥을 볶음 처리하여 추출물을 제조할 때에는 총페놀화합물의 함량 유지를 위해 50분 이내로 볶는 것이 적합하며, eupatilin과 jaceosidin의 함량까지 고려하면 20분가량 볶음 처리하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

볶음 공정을 적용하여 도라지 잎차의 제조조건을 설정하기 위한 연구에서 볶음 후 유효성분 함량을 4회까지 구분하여 처리한 후 총페놀화합물의 함량을 분석한 결과 볶음 2회 처리시 가장 그 함량이 가장 높고, 그 이상 처리시 오히려 감소하는 경향을 보이는 것으로 보고되어 있다(Eom 등, 2020). 맥문동을 볶음 시간을 달리하였을 때 총페놀화합물의 함량은 60분 처리시 가장 높고, 90분 처리시에는 무처리시와 비슷한 함량으로 감소하였다는 보고(Kang 등, 2018a)도 있는데, 이들의 결과는 본 연구의 결과와도 유사한 경향이었다.

쑥 중의 eupatilin과 jaceosidin의 함량은 전처리 방법 및 추출하는 용매의 조성에 영향을 받는데 음건하거나 숙성(60°C에서 7일) 시킬 경우에 비해 볶음 처리(160°C, 30분) 할 때 그 함량이 더 높으며, 90% 에탄올보다는 30-70% 에탄올로 추출할 때 더 높게 정량된다고 보고되어 있어(Kang 등, 2017) 이들 성분을 효율적으로 얻기 위해서는 보다 다양한 조건에서 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

3.2. 볶음 온도를 달리한 섬애약쑥 70% 에탄올 추출물의 유효 성분 함량

상기의 볶음 시간별 유효성분 함량 분석결과를 토대로 볶음 시간을 20분으로 설정하고, 볶음 온도를 150, 200, 250 및 300°C로 달리하여 각각을 볶음 처리한 후 70% 에탄올 추출물을 제조하여 유효성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

총페놀화합물 함량은 3.46-5.66 g/100 g의 범위였으며, 150°C와 200°C 볶음 처리 시료 간에는 유의적인 함량 차이가 없었으나($p > 0.05$) 그 이상의 온도에서는 볶음 온도에 비례하여 총페놀화합물 함량 또한 증가하였다.

식물체 중의 생리활성 물질로 알려져 있는 페놀성 화합물은 flavonoids, anthocyanines, catechins, tannins 등 분자 내에 다수의 phenolic hydroxy (OH)기를 가지는 식물체의 2차 대사산

물을 총칭하며, 효소 등 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성이 있어 항산화, 항염증 및 항암 등의 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(Eom 등, 2020).

건조 온도와 추출용매를 달리한 삼백초 추출물 중의 총페놀화합물 함량은 물 추출물일 경우 볶음 온도에 따른 함량 차이가 없으나 70% 에탄올 추출물은 물 추출물에 비해 유의적으로 그 함량이 더 높고, 볶음 온도가 높은 시료에서 더 높은 함량이라고 보고되어 있는데(Kang 등, 2019), 본 연구의 결과에서도 이와 유사한 경향으로 볶음 쑥의 70% 에탄올 추출물 중 총페놀화합물의 함량은 볶음 온도가 높을수록 더 높았다.

Eupatilin (1.72-2.41 mg/g)과 jaceosidin (2.66-3.66 mg/g)은 150-250°C까지는 볶음 온도에 따른 함량 차이가 거의 없었으나 300°C 볶음 쑥 추출물에서는 이들 화합물의 함량이 유의적으로 감소되어 총페놀화합물의 분석 결과와 다소 차이가 있었다. 이상의 볶음 온도별 유효성분 분석 결과를 토대로 할 때, 동일시간 볶음처리할 경우 건조 쑥의 적정 볶음 온도는 250°C로 판단되었다.

강화약쑥의 플라보노이드 중 주성분인 eupatilin은 항염증 효과가 있고 jaceosidin은 면역력을 증가시켜 주는데 에탄올 추출물에서 jaceosidin의 함량은 0.15% 내외이지만 물 추출물에서는 0.02% 미만으로 매우 적은 양이 함유되어 있다는 보고(Kim, 2023)는 본 연구의 결과와 유사하였다.

Eupatilin은 위궤양과 위염에 대한 효능을 가지고 있어 국내에서는 위염 치료제가 개발되어 있고 쑥의 영양 생장기인 봄과 여름에 축적되며, 생식 생장기인 가을과 겨울에는 함량이 감소하여 쑥의 채취시기에 따라서 그 함량이 상이한 것으로 보고되어 있다(Kang 등, 2018b). 또한 쑥에서 eupatilin은 jaceosidin에 비해 2-4배 이상 더 함량이 높으며, 부위에 따라서도 함량에 차이가 있어 하위엽에 비해 상위엽에 2배가량 더 높으나 jaceosidin은 부위에 따른 함량의 차이가 크지 않은 것으로 보고되어 있다(Ryu 등, 2005). 이들 보고로부터 쑥 중의 주요 유효성분 중 하나인 eupatilin과 jaceosidin은 여러 조건에 따라 그 함량이 상이함을 알 수 있다. 이와 더불어 본 연구에서는 쑥의 전처리 방법 및 추출방법에 따라서 함량의 변화를 확인할

Table 2. Changes in total phenolic compound, eupatilin, and jaceosidin contents of 70% ethanol extracts of *Artemisia argyi* H. with different roasting temperatures

Roasting temp. (°C)	Total phenolic compound (g/100 g)	Eupatilin (mg/g)	Jaceosidin (mg/g)
150	3.46 ± 0.10 ^{1)ab2)}	2.40 ± 0.04 ^b	3.64 ± 0.03 ^b
200	3.58 ± 0.23 ^a	2.33 ± 0.17 ^b	3.52 ± 0.19 ^b
250	3.92 ± 0.07 ^b	2.41 ± 0.07 ^b	3.66 ± 0.08 ^b
300	5.66 ± 0.03 ^c	1.72 ± 0.06 ^a	2.66 ± 0.01 ^a

¹⁾All values are mean ± SD (n = 3).

²⁾Different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

수 있었으므로 유효성분을 충분히 함유한 쑥을 활용하기 위해서는 수확시기, 부위 및 전처리 방법, 추출방법 등에 세심한 관리가 필요함을 알 수 있다.

3.3. 증숙 시간에 따른 마늘 분말의 총페놀화합물, *alliin* 및 SAC 함량

0-30분까지 증숙처리 시간에 따른 마늘의 총페놀화합물, *alliin* 및 SAC 함량을 분석한 결과(Table 3), 총페놀화합물의 함량은 202.22-217.53 mg/100 g으로 증숙 시간에 따른 일정한 증감의 경향은 확인되지 않았는데 증숙시간을 거칠수록 생마늘 대비 그 함량이 유의적으로 낮았다.

마늘의 총페놀화합물은 품종과 재배환경에 따라 차이가 있으며, 과열증기 오븐을 사용해 100-350°C의 범위에서 동일하게 60초간 처리하였을 때 그 함량은 6.37-6.61 mg GAE/g의 범위로 처리 온도가 높을수록 감소하는 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않은 것으로 보고되어 있다(Park 등, 2016).

마늘의 대표적인 유효성분인 *alliin*과 SAC 함량을 측정 한 결과, *alliin*은 14.86-18.43 mg/g, SAC는 92.10-108.02 mg/100 g의 범위였다. *Alliin*의 함량은 생마늘에서 유의적으로 높고 5분간 증숙처리 하였을 때 가장 낮았으며, 그 이상의 시간으로 증숙처리 할 경우 함량이 더 증가하여 30분 증숙 시료에서 가장 함량이 높았다. 반면, SAC 함량은 생시료와 증숙시료 모두에서 유의적인 함량의 차이가 없었다($p > 0.05$).

생마늘을 3분 이내의 데치기와 전자레인지 처리시에 비해 15-60분간 삶기 처리할 때 SAC의 증가 폭이 더 크며, *alliin*과 *allicin*의 함량은 감소하는데 여기에 관여하는 주요 효소로 알려진 γ -GTP (γ -glutamyl trans peptidase)는 75°C에서 3분 이상 열처리시 완전히 불활성화되므로 열처리에 따른 이들 성분간의 함량 변화에는 효소가 관여하지 않는 별도의 메커니즘이 존재할 것으로 추정 한 연구가 있다(Lee 등, 2016). 본 연구의 결

과에서 5분간 증숙처리 한 시료의 *alliin* 함량이 생마늘에 비해 감소하고, 그 이상 가열시 증가한 것은 5분 정도의 증숙 처리로는 마늘 내부까지 완전히 열이 전달되지 않아 일부 활성이 잔존하는 *alliinase*가 작용하여 *alliin*을 분해하였기 때문이며, 그 이상 가열시는 *alliinase*가 불활성화되면서 *alliin*의 함량이 어느 정도 고정되기 때문으로 판단된다.

마늘의 주요 황화합물 중 하나이며 숙성마늘의 지표물질로 알려져 있는 SAC는 생마늘에서는 미량 존재하지만 적절한 온도에서 숙성시키거나, 에탄올에서 장기간 숙성, 혹은 흑마늘로 만드는 과정에서 그 함량이 증가하는데 이는 숙성 온도와 시간에 따라서 상이한 것으로 보고(Kim 등, 2025)되어 있다. 유산균에 의한 발효과정을 통해서도 생마늘에 비해 2.0-2.7배 정도 함량이 증가하는데 이는 발효과정을 통해 γ -GTP에 의해 γ -glutamyl-S-allyl-cysteine (GSAC)로 부터 전환되기 때문으로 알려져 있다(Song 등, 2022). 본 연구의 결과에서 30분 이내의 증숙 처리에서 SAC 함량 차이가 발생하지 않은 것은 장시간이 소요되는 발효과정과 달리 γ -GTP의 활성화를 위한 충분한 반응 시간이 주어지지 않고, 열처리를 통해 효소의 불활성화가 진행됨으로 인해 GSAC로 부터의 전환이 충분히 유도되지 않았기 때문으로 추정된다.

제주 지역의 토양과 마늘의 주요 성분 간의 상관관계에 대한 연구결과 *alliin*의 함량이 가장 높았던 지역의 마늘에서 총페놀화합물의 함량도 가장 높았으나 이와 유사한 *alliin* 함량을 가진 마늘의 총페놀화합물 함량은 *alliin* 함량이 가장 낮았던 지역 마늘의 총페놀화합물 함량과 유사하여 *alliin*과 총페놀화합물의 함량은 토양의 성분에 영향을 받지만 두 성분의 함량이 일치하는 경향을 보이지는 않는 것으로 보고되어 있다(Kim 등, 2015). 본 연구의 결과를 통해 마늘 자체에 함유되어 있는 총페놀화합물과 *alliin* 함량 간에도 상관성이 낮지만 단시간의 열처리 과정이 미치는 영향도 상관성이 낮음을 알 수 있다.

Table 3. Total phenolic compound, *alliin*, and S-allyl-L-cysteine contents of garlic with different steaming time

Steaming time (min)	Total phenolic compound (mg/100 g)	<i>Alliin</i> (mg/g)	SAC ¹⁾ (mg/100 g)
0	217.53 $\pm$ 1.74 ^{2)d3)}	18.43 $\pm$ 0.06 ^g	92.96 $\pm$ 13.77 ^{NS4)}
5	202.22 $\pm$ 0.62 ^a	14.86 $\pm$ 0.07 ^a	92.10 $\pm$ 12.34
10	205.69 $\pm$ 3.43 ^{ab}	17.20 $\pm$ 0.01 ^c	100.58 $\pm$ 10.97
15	212.70 $\pm$ 1.64 ^c	15.58 $\pm$ 0.05 ^b	100.42 $\pm$ 8.93
20	205.48 $\pm$ 1.16 ^{ab}	16.21 $\pm$ 0.10 ^c	97.38 $\pm$ 7.17
25	208.79 $\pm$ 1.64 ^{bc}	16.76 $\pm$ 0.05 ^d	101.88 $\pm$ 5.18
30	211.45 $\pm$ 4.23 ^c	17.88 $\pm$ 0.09 ^f	108.02 $\pm$ 5.00

¹⁾SAC, S-allyl-L-cysteine.

²⁾All values are mean $\pm$ SD (n = 3).

³⁾Different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾NS, not significant.

3.4. 쑥과 마늘 추출물 및 혼합물의 세포 생존율

RAW 264.7 마우스 대식세포에 대하여 시료 2종(AE, 쑥 70% 에탄올 추출물; GE, 마늘 70% 에탄올 추출물)을 각각 200, 400 및 800 µg/mL 농도로 처리한 후 세포 생존율을 측정하였다(Fig. 1). 그 결과, GE 처리군은 전 농도 구간에서 세포 생존율이 106.28-130.26% 수준으로 나타났으며, 모든 농도에서 유의한 세포 독성은 확인되지 않았다($p > 0.05$). 오히려 control 대비 세포 생존율이 다소 증가하는 경향을 보여, GE는 RAW 264.7 세포에 대해 800 µg/mL 농도까지 안전한 것으로 판단된다.

반면 AE 처리군의 세포 생존율은 50-400 µg/mL 농도에서 87.08-104.36% 수준으로, control과 비교하여 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 그러나 800 µg/mL 농도에서는 세포 생존율이 32.59%로 급격히 감소하여 유의한 세포 독성이 확인되었다. 마늘과 쑥 추출물 각각의 세포 생존율에 대한 결과를 토대로 두 시료의 최대 비독성 농도를 400 µg/mL로 설정하고, 이하의 농도 범위에서 항염증 활성검증 실험을 실시하였다.

3.5. NO 생성율

Fig. 2는 RAW 264.7 세포에 AE, GE, 및 AGM을 각각 50, 100 및 200 µg/mL 농도로 전처리한 후, LPS로 자극한 세포에서의 NO 생성 억제 효과를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

Blank 대비 control에서 NO 생성량이 유의하게 증가하여, LPS 자극에 의해 염증 반응이 효과적으로 유도되었음을 확인하였다. 반면, LPS 처리 전 세 시료(AE, GE, AGM)를 농도별

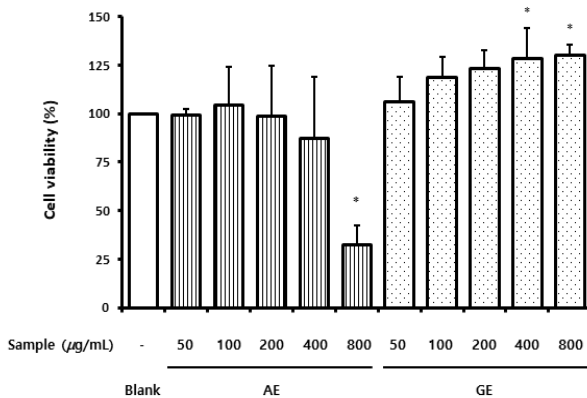


Fig. 1. Cell viability of RAW 264.7 macrophages treated with AE (*Artemisia argyi* H. 70% ethanol extract) and GE (garlic 70% ethanol extract) at various concentrations (50, 100, 200, 400, and 800 µg/mL), as determined by the MTT assay. Data are expressed as percentages relative to the untreated control group (Blank). All values are mean $\pm$ SD ($n = 3$). Significant differences between each treatment group and the Blank group were determined using Dunnett's multiple comparisons test (* $p < 0.05$).

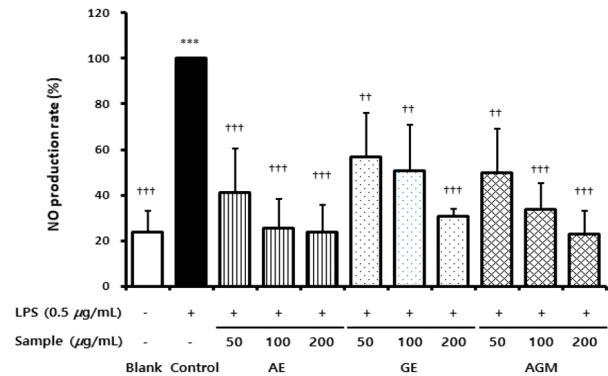


Fig. 2. Nitric oxide (NO) production rate in RAW 264.7 macrophages treated with AE (*Artemisia argyi* H. 70% ethanol extract), GE (garlic 70% ethanol extract), and AGM (1:1 mixture of AE and GE) at various concentrations (50, 100, and 200 µg/mL) in the presence of LPS (0.5 µg/mL). NO levels were determined using the Griess assay and are expressed as percentages relative to the control group (LPS only). All values are mean $\pm$ SD ($n = 3$). Significant differences between each treatment group and the Control group were determined using Dunnett's multiple comparisons test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$). Significant differences between each treatment group and the Blank group were determined using Dunnett's multiple comparisons test (*** $p < 0.001$).

로 전처리한 군에서는 control에 비해 NO 생성이 모두 유의하게 감소하였다. 시료별 NO 생성율은 AE가 23.64-41.34%, GE가 30.50-56.58%, AGM이 23.05-49.88%로 시료 모두 NO 생성 억제 효과는 농도의존적으로 증가하였다. 동일 농도에서의 NO 생성율은 GE > AGM > AE 순으로 쑥 추출물이 마늘 추출물에 비해 NO 생성 억제에 더 효과적이었다.

한편, Roh 등(2017)은 떡잎 에탄올 추출물을 10-200 µg/mL 농도로 RAW 264.7 세포에 처리한 결과, 10 µg/mL에서는 NO 생성 억제 효과가 나타나지 않았으나 그 이상의 농도에서는 유의적인 억제 효과가 확인되었다고 보고하였는데, 이는 본 연구 결과와 유사한 경향이었다.

체내에서 iNOS는 TNF- α 및 IL-1 β 와 같은 염증성 사이토카인의 자극에 의해 발현되며, 대식세포 내 NF- κ B 경로를 통해 활성화되고, NF- κ B는 iNOS 프로모터에 결합하여 NO 생성을 유도하며, 장시간의 NF- κ B 활성화는 과도한 NO 생성을 초래하여 조직 손상, 산화 스트레스 및 만성 염증을 유발할 수 있다 (Kim과 Lee, 2025). 또한 과량의 NO는 COX 활성을 촉진하고 prostaglandin 등의 염증 매개체 생합성을 유도하여 자가면역 질환 및 만성염증의 원인이 될 수 있는 것으로 알려져 있다 (Xue, 2018). 쑥의 주요 활성 성분인 eupatilin과 jaceosidin은 RAW264.7 세포에서 LPS로 유도된 NO 생성을 유의하게 억제하며, 이는 iNOS 발현 감소와 직접적으로 연관된 것으로 보고

된 바 있다(Shin 등, 2021). 이러한 문헌 결과는 본 연구에서 확인된 NO 억제 효과와 동일한 방향성을 나타낸다.

본 연구에서도 마늘 및 쑥 추출물의 혼합물(AGM)이 NO 생성을 효과적으로 억제하여 항염 효과를 나타냈으며, 특히 그 효과에는 쑥 추출물(AE)의 기여가 상대적으로 큰 것으로 판단된다.

3.6. ROS 생성율

RAW 264.7 세포에 50, 100, 200 및 400 µg/mL 농도로 시료를 전처리한 후, LPS로 자극한 세포에서의 ROS 생성율을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 3에 제시하였다. Blank 대비 control에서 ROS 생성율이 유의하게 증가하여, LPS 자극에 의해 염증 반응이 효과적으로 유도되었음을 확인하였다. 반면, LPS 처리 전 AE, GE, AGM을 농도별로 전처리 한 시료군에서는 control 대비 ROS 생성이 모두 유의하게 억제되었다. 시료별 ROS 생성율은 시료의 처리 농도 증가에 따라 감소하여 AE가 15.29-52.18%, GE가 66.69-77.22%, AGM이 17.50-78.71%였는데, AE 200과 400 µg/mL, AGM 400 µg/mL 처리군은 ROS 생성율이 blank와 유의한 차이를 보이지 않아($p > 0.05$), 우수한 ROS 생성 억제 활성을 나타낸 것으로 판단된다. 이러한 결과는 앞서 관찰된 NO 생성 억제 경향과 유사하며, AE의 ROS 생성 억제 효과가 GE보다 우수하게 나타난 것은

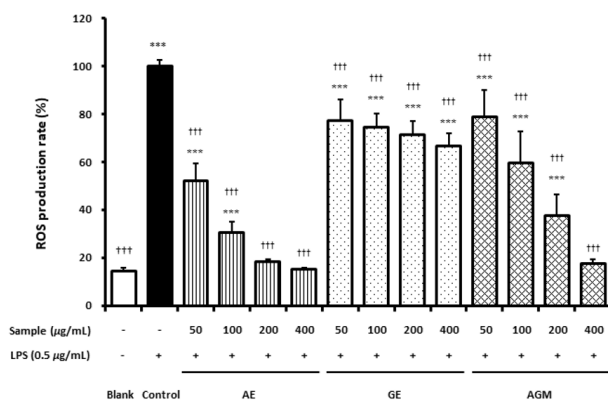


Fig. 3. Reactive oxygen species (ROS) production rate in RAW 264.7 macrophages treated with AE (*Artemisia argyi* H. 70% ethanol extract), GE (garlic 70% ethanol extract), and AGM (1:1 mixture of AE and GE) at various concentrations (50, 100, 200, and 400 µg/mL) in the presence of LPS (0.5 µg/mL). Intracellular ROS levels were measured using the fluorescent probe DCFH-DA and are expressed as percentages relative to the control group (LPS only). All values are mean $\pm$ SD ($n = 3$). Significant differences between each treatment group and the Control group were determined using Dunnett's multiple comparisons test ($^{\dagger}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$). Significant differences between each treatment group and the Blank group were determined using Dunnett's multiple comparisons test ($^*p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$).

총페놀화합물 함량 분석 결과에서 AE가 GE보다 높은 페놀화합물 함량을 가진 것과 관련이 있을 것으로 판단된다.

LPS가 대식세포를 자극하면 ROS의 생성이 증가하여 염증이 발현되며, 과잉 생산된 염증 인자는 과도한 ROS의 생성을 촉진하여 체내 산화스트레스를 증가시킴으로써 여러 질병의 진행을 촉진하므로 비스테로이드성 항염증제는 염증 증상 완화와 더불어 산화 스트레스 억제를 목적으로 처방되고 있으나 이러한 약물들도 장기 복용시는 부작용이 우려되고 있다(Park 등, 2021). 최근에는 식물유래 폴리페놀(polyphenols) 및 플라보놀(flavonols) 등의 생리활성 물질이 ROS 생성을 억제하고 염증 반응을 완화시키며, 세포 보호 및 만성질환 예방에 기여할 수 있는 것으로 알려져 있다(Notarte 등, 2023).

3.7. Cytokine 생성량

RAW 264.7 세포에 AE, GE, 및 AGM을 각각 50, 100 및 200 µg/mL 농도로 전처리 한 후, LPS로 자극한 세포에서의 사이토카인 인자(TNF- α , IL-1 β , IL-6) 발현 수준을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

TNF- α 의 경우, blank에서는 검출되지 않았으나, control에서는 7.75 ng/mL가 검출되었다. AE 처리군은 4.10-6.56 ng/mL로 농도 증가에 따라 TNF- α 생성이 점차 억제되었으며, GE 처리군은 4.73-5.76 ng/mL로 50 및 100 µg/mL 농도에서는 AE보다 더 낮은 수치를 보여 상대적으로 강한 억제 효과를 나타냈다. 그러나 200 µg/mL 농도에서는 AE의 억제 효과가 GE보다 우수하였다. AGM 처리군은 TNF- α 생성이 control 대비 유의하게 감소되었으나 AE 및 GE의 혼합에 따른 시너지는 확인되지 않았다.

IL-1 β 는 blank에서는 검출되지 않은데 반해 control은 95.49 pg/mL가 검출되었다. AE 처리군은 50 µg/mL에서 102.15 pg/mL로 control과 유의차가 없었으나($p > 0.05$), 100 µg/mL 농도에서는 19.72 pg/mL로 큰 폭으로 감소하였고, 200 µg/mL 농도로 처리시에는 검출되지 않아 뚜렷한 농도 의존적 억제 경향을 보였다. GE 시료 처리군의 IL-1 β 생성량은 37.29-46.25 pg/mL 범위로 모든 농도에서 control 대비 유의하게 감소하였으나 농도 간 유의차는 확인되지 않았다($p > 0.05$). AGM 처리군은 50 µg/mL에서 93.13 pg/mL로 control과 유사한 수준이었지만 100 및 200 µg/mL 농도에서는 각각 70.07 및 0.56 pg/mL로 유의하게 억제되었으며, 농도 증가에 따른 감소 경향도 관찰되었다.

IL-6의 경우, blank는 0.01 ng/mL, control은 11.08 ng/mL로 LPS 처리로 인해 IL-6 생성량이 유의하게 증가하는 것이 확인되었다. AE 처리군의 IL-6 생성량은 0.44-8.43 ng/mL 범위로 control 대비 그 생성량이 유의하게 감소하였으며, 특히 농도 증가에 따른 IL-6 생성 억제 효과가 극대화되어 200 µg/mL에서

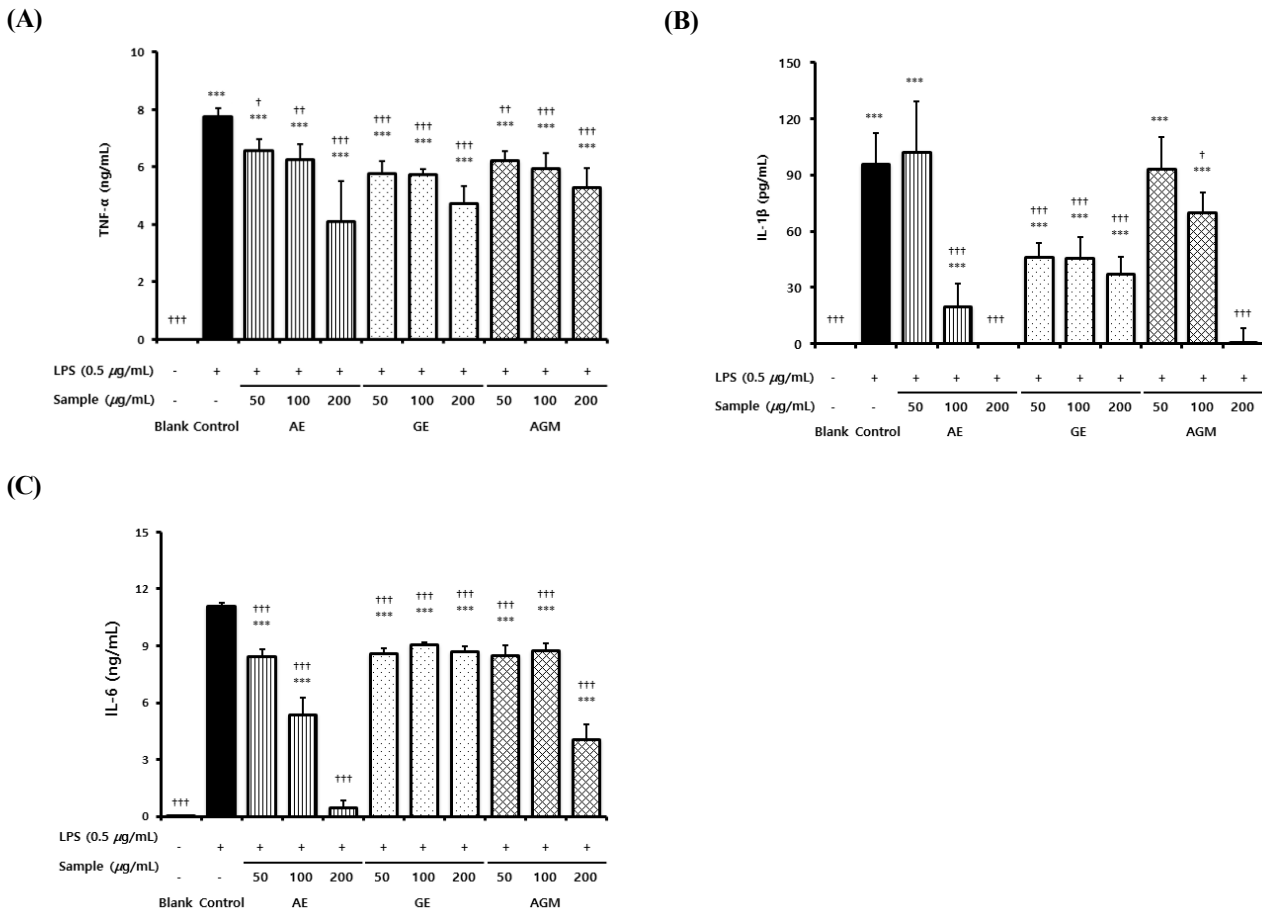


Fig. 4. Production levels of pro-inflammatory cytokines (A, TNF- α ; B, IL-1 β ; C, IL-6) in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages treated with AE (*Artemisia argyi* H. 70% ethanol extract), GE (garlic 70% ethanol extract), and AGM (1:1 mixture of AE and GE) at various concentrations (50, 100, and 200 μ g/mL). Each cytokine was analyzed using individual ELISA kits. All values are mean $\pm$ SD (n=3). Significant differences between each treatment group and the Control group were determined using Dunnett's multiple comparisons test ($\dagger p < 0.05$, $\dagger\dagger p < 0.01$, $\dagger\dagger\dagger p < 0.001$). Significant differences between each treatment group and the Blank group were determined using Dunnett's multiple comparisons test ($* p < 0.05$, $** p < 0.01$, $*** p < 0.001$).

는 blank와 유사한 수준으로 감소하였다. 반면 GE의 IL-6 생성량은 8.57-9.06 ng/mL로 control보다는 유의하게 감소되었으나 그 효과가 AE보다는 낮고, 농도의존성도 확인되지 않았다. AGM은 4.02-8.73 ng/mL 범위로 control 대비 그 생성량이 유의하게 감소되었는데, 200 μ g/mL 농도로 처리시 IL-6는 4.02 ng/mL로 크게 감소되었다.

상기의 결과들을 종합하면, AE는 TNF- α , IL-1 β , IL-6 모두에서 가장 우수한 농도 의존적 억제 효과를 보였으며, 특히 200 μ g/mL 농도에서의 효과가 두드러졌다. GE는 모든 지표에서 상대적으로 낮은 억제 효과를 보였으며, AGM은 일부 항목에서 AE와 유사한 억제 수준을 보여 고농도에서의 복합 작용 가능성을 시사하였으나 전반적으로 AE 단독 효과에는 미치지 못하였다.

기존 연구와 비교하면, Oh (2022)는 개뽕쑥 열수 추출물은

IL-6 및 TNF- α 억제 효과가 없었으나 70% 에탄올 추출물에서는 두 사이토카인이 모두 감소하였고, 특히 TNF- α 억제 효과가 두드러진다고 보고하였다. Yeo 등(2018)은 사철쑥 추출물이 급성 위염 동물모델에서 SOD 활성을 유도하고 IL-6 및 IL-1 β 생성을 억제하여 위점막 손상을 완화한다고 제시하였다. 또한 Min 등(2009)은 쑥의 주요 플라보노이드 성분인 eupatilin과 jaceosidin이 NF- κ B의 인산화를 억제함으로써 COX-2 발현을 저해하고, 그 결과 TNF- α 및 IL-1 β 의 분비를 유의적으로 감소시키는 항염증 기전을 나타낸다고 보고하였다. 이러한 선행연구들은 쑥 유래 추출물이 항산화 및 NF- κ B/COX-2 축 조절을 통해 염증 반응을 저해할 수 있음을 시사하며, 본 연구에서 섬애약쑥 70% 에탄올 추출물이 보인 사이토카인 억제 효과와도 일치한다.

GE는 전반적으로 AE보다 억제 효과가 낮았으나, TNF- α 및 IL-1 β 에 대해서는 저농도에서 AE보다 낮은 수치를 보여 염증

반응 초기 단계에서의 작용 가능성을 시사하였다. 이는 마늘 유래 유기황화합물(allicin 등)이 LPS로 유도된 대식세포의 초기 염증 반응에서 TNF- α 및 IL-1 β 생성을 억제한다는 Shin 등 (2013)의 결과와도 일치한다.

본 연구는 섬애약쑥 및 마늘 에탄올 추출물이 염증성 사이토카인 생성을 억제하는데 기여할 수 있음을 제시하며, 향후 각 추출물의 주요 활성 성분 규명과 작용기전 분석을 통해, 단일 및 혼합 처리에 따른 차별화된 항염 효과를 보다 명확히 밝히는 연구가 추진되어야 할 것이다.

4. 요약

강한 향과 맛이 개선된 쑥과 마늘을 혼합한 조성물의 개발과 기능성 연구의 일환으로 유효성분의 함량에 기초하여 쑥의 튀김 시간 및 온도를 설정하고, 마늘은 증숙시간을 설정하여 전처리 가공조건을 확립하였다. 쑥의 유효성분으로는 총페놀화합물, eupatilin과 jaceosidin을 분석하였으며, 마늘은 총페놀화합물, alliin 및 SAC를 분석하였다. 각각의 유효성분 분석 결과로부터 건조 쑥의 쓴맛 개선을 위한 튀김 시간은 20분, 온도는 250°C로 설정하였으며, 마늘의 매운맛과 향 제어를 위한 증숙은 30분간 실시하는 전처리 조건을 확립하였다. 확립된 조건에서 제조된 쑥과 마늘의 70% 에탄올 추출물과 이들을 동량 혼합한 조성물의 항염증 활성을 검증하였다. 염증 반응에 관여하는 것으로 알려진 물질(NO, ROS, cytokine)들을 측정한 결과 마늘 분말과 쑥 추출 혼합물을 동량으로 혼합한 시료는 100-400 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 NO, ROS, IL-6 및 TNF- α 의 생성을 유의적으로 억제하여 항염 활성이 있음을 확인하였다. 시료의 높은 항염 활성은 마늘보다는 쑥 추출물, 특히 페놀성 화합물류를 다량 함유하고 있는 쑥 70% 에탄올 추출물의 영향으로 추정된다.

Funding

None.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Kang JR, Shin JH. Methodology: Kim GM, Yoo SH, Kang MJ. Formal analysis: Kim GM. Validation: Shin JH. Writing - original draft: Kim GM, Yoo

SH, Kang MJ. Writing - review & editing: Kang JR, Shin JH.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Jae-Ran Kang (First author)

<https://orcid.org/0000-0001-7627-070X>

Gyoung-Min Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8397-3593>

Seung-Hee Yoo

<https://orcid.org/0009-0000-0103-2870>

Min-Jung Kang

<https://orcid.org/0000-0003-4500-9538>

Jung-Hye Shin (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-1505-1965>

References

- Abiri R, Silva ALM, De Mesquita LSS, De Mesquita JWC, Atabaki N, De Almeida EB, Shaharuddin NA, Malik S. Towards a better understanding of *Artemisia vulgaris*: Botany, phytochemistry, pharmacological and biotechnological potential. Food Res Int, 109, 403-415 (2018)
- Choi JY, Kim JY, Kim JS, Jeong SU, Gwak DH, Kang SO, Han SJ, Kim HJ, Moon KD. Quality characteristics of dried onion and garlic slices according to thermal and nanothermal treatment methods. Korean J Food Preserv, 29, 34-48 (2022)
- Choi MH, Kang JR, Sim HJ, Kang MJ, Seo WT, Bae WY, Shin JH. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* depending on harvest times and processing methods. Korean J Food Preserv, 22, 399-407 (2015)
- Denizot F, Lang R. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival. Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. J Immunol Methods, 22, 271-277 (1986)
- Eom HJ, Kwon NR, Jeong YY, Yoon HS, Kim IJ. Quality characteristics of balloon flower leaf with different times of roasting and rubbing. Korean J Food Nutr, 33, 570-575 (2020)
- Feng X, Cao S, Qiu F, Zhang B. Traditional application and modern pharmacological research of *Artemisia annua* L. Pharmacol Ther, 216, 107650 (2020)
- Gutfinger T. Polyphenol in olive oils. JAOCS, 58, 966-968 (1981)

- Hwang CR, Seo WT, Bae WY, Kang MJ, Shin JH. Physicochemical characteristics and biological activities of *Artemisia Argyi* H. J Life Sci, 24, 377-385 (2014)
- Hwang CR, Seo WT, Kang MJ, Shin JH. Antioxidant activity of the *Sumaeyaksuk* tea extracts prepared with different drying and extract conditions. Korean J Food Preserv, 20, 546-553 (2013)
- Kang JR, Kang MJ, Choi MH, Byun HU, Shin JH. Physicochemical characteristics of ethanol extract from *Artemisia Argyi* H. using different preparation methods. J Life Sci, 27, 23-31 (2017)
- Kang MH, An SM, Kim DH. Physicochemical properties of dried *Saururus chinensis* and the antioxidative activities of water and 70% ethanol extracts. J Nutr Health, 52, 399-407 (2019)
- Kang MJ, Kim GW, Kang JR, Shin JH. Effect of roasting time of physicochemical characteristics and antioxidant activity of hot water extracts of dried *Liriope platyphylla*. Food Sci Preserv, 25, 246-254 (2018a)
- Kang WH, Han ZS, Lee SJ, Shin JH, Ahn TI, Lee JY, Kang SW, Jung SH, Son JE. Analysis of year-round cultivation characteristics of *Artemisia princeps* in greenhouse and enhancement of eupathilin content by environmental stress. Protect Horti Plant Factory, 27, 94-101 (2018b)
- Kang YG. The role of Woong-Nye in the myth of Dan-Gun. Women and Hist, 16, 37-68 (2012)
- Kim DG, Cha GS, Yoo SH, Kang MJ. Anti-inflammatory effect of the aged garlic extracts in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Food Sci Preserv, 32, 136-148 (2025)
- Kim DK, Kang MJ, Shin JH. Hepatoprotective effects of *Sumaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.) extract on LPS-mediated inflammatory response. J Life Sci, 26, 1282-1288 (2016)
- Kim JS, Ra JH, Hyun HN. Correlation between soil environment and bioactive constituents of Namdo garlic harvested in the non-volcanic ash soil distributed western Jeju. Korean J Medicinal Crop Sci, 23, 125-131 (2015)
- Kim ME, Lee JS. Advances in the regulation of inflammatory mediators in nitric oxide synthase: Implications for disease modulation and therapeutic approaches. Int J Mol Sci, 26, 1204 (2025)
- Kim MJ. Physiological response of *Artemisia* spp. to growth environments in plant factory. Ph D Thesis, Seoul City University, p 17 (2023)
- Koul B, Taak P, Kumar A, Khatri T, Sanyal I. The *Artemisia* genus: A review on traditional uses, phytochemical constituents, pharmacological properties and germplasm conservation. J Glycom Lipidom, 7, 1-7 (2018)
- Lee HJ, Lim HJ, Lim MH. Effect of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.) extracts on anti-pruritic activities. J Korean Appl Sci Technol, 37, 241-249 (2021)
- Lee HJ, Lim MH. Whitening activities of extracts of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.). J Korean Appl Sci Technol, 38, 1292-1301 (2020)
- Lee SH, Jeong YS, Hwang KA, Song J, Noh GM, Hwang IG. Effect of cooking methods on S-allyl-L-cysteine content of garlic. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 1221-1226 (2016)
- Min SW, Kim NJ, Baek NI, Kim DH. Inhibitory effect of eupatilin and jaceosidin isolated from *Artemisia princeps* on carrageenan-induced inflammation in mice. J Ethnopharmacol, 125, 497-500 (2009)
- Nadeem M, Shinwari ZK, Qaiser M. Screening of folk remedies by genus *Artemisia* based on ethnomedicinal surveys and traditional knowledge of native communities of Pakistan. Pak J Bot, 45, 111-117 (2013)
- Nigam M, Atanassova M, Mishra AP, Pezzani R, Devkota HP, Plygun S, Salehi, B, Setzer WN, Sharifi-Rad J. Bioactive compounds and health benefits of *Artemisia* species. Nat Prod Com, 14, 1-17 (2019)
- Notarte KIR, Quimque MTJ, Macaranas IT, Khan A, Pastrana AM, Villaflores OB, Arturo HCP, Pilapil IV DYH, Tan MM, Wei DQ, Wenzel-Storjohann A, Tasdemir D, Yen CH, Ji SY, Kim GY, Choi YH, Macabeo APG. Attenuation of lipopolysaccharide-induced inflammatory responses through inhibition of the NF- κ B pathway and the increased NRF2 level by a flavonol-enriched n-butanol fraction from *Uvaria alba*. ACS Omega, 8, 5377-5392 (2023)
- Oh HK. Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Artemisia annua* L. according to extract methods. J Korean Appl Sci and Technol 39, 875-883 (2022)
- Park C, Cha HJ, Lee HS, Kim GY, Choi YH. The regulation of the TLR4/NF- κ B and Nrf2/HO-1 signaling pathways is involved in the inhibition of lipopolysaccharide-induced inflammation and oxidative reactions by morroniside in RAW 264.7 macrophages. Archives Biochem Biophys, 706, 108926 (2021)
- Park CY, Lee KY, Kim AN, So SA, Rahman S, Choi SG. Physicochemical and microbial quality characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) by superheated steam treatment. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 1438-1446 (2016)
- Roh KB, Lee JA, Park JH, Jung KS, Jung ES, Park DH. Anti-inflammatory and anti-allergic effects of *Gnaphalium affine* extract. J Soc Cosmet Sci Korea, 43, 103-114 (2017)
- Ryu SH, Han SS, Yang JJ, Jeong HG, Kang SS. Variation of eupatilin and jaceosidin content of mugwort. Korean J Crop Sci, 50, 204-207 (2005)
- Shin JH, Kang MJ, Byun HU, Bae WY, Shin JY, Seo WT, Choi JS, Shin JH. Quality characteristics of fermented vinegar prepared with *Sumaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.) extract. Korean J Food Preserv, 24, 647-657 (2017a)
- Shin JH, Ryu JH, Kang MJ, Hwang CR, Han JH, Kang DW.

- Short-term heating reduces the anti-inflammatory effects of fresh raw garlic extracts on the LPS-induced production of NO and pro-inflammatory cytokines by down regulating allicin activity in RAW 264.7 macrophages. *Food Chem Toxicol*, 58, 545-551 (2013)
- Shin JY, Shin JH, Kang MJ, Choi MH, Park HR, Choi JS, Bae WY, Seo WT. Physicochemical characteristics of lactic acid fermented *Seomaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.) *sikhye* added with different addition ratio of MSG. *Korean J Food Preserv*, 24, 254-265 (2017b)
- Shin JY, Woo YW, Cho YR, Seo WT, Choi JS. Quality characteristics of *sikhye* prepared by different ration of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia Argyi* H.) extract. *Korean J Food Preserv*, 24, 196-205 (2017c)
- Shin MS, Lee JM, Lee JW, Park SH, Lee IK, Choi JA, Lee JS, Kang KS. Anti-inflammatory effect of *Artemisia argyi* on ethanol-Induced gastric ulcer: analytical, *in vitro* and *in vivo* studies for the identification of action mechanism and active compounds. *Plants*, 10, 332 (2021)
- Song DY, Hwang DY, Park KH, Park JL, Kang SG, Ham KS. Quality characteristics of fermented garlic by various lactic acid bacteria. *Korean J Food Preserv*, 29, 254-262 (2022)
- Trendafilova A, Moujir LM, Sousa P MC, Seca AML. Research advances on health effects of edible *Artemisia* species and some sesquiterpene lactones constituents. *Foods*, 10, 65 (2021)
- Xue Q, Yan YC, Zhang RH, Xing HB. Regulation of iNOS on immune cells and its role in diseases. *Int J Mol Sci*, 19, 3805 (2018)
- Yeo DH, Hwang SJ, Kim WJ, Youn HJ, Lee HJ. The aqueous extract from *Artemisia capillaris* inhibits acute gastric mucosal injury by inhibition of ROS and NF- κ B. *Biomed Pharmacother*, 99, 681-687 (2018)
- Zhang L, Duan J, Lv J. Phytochemistry and bioactivities of sesquiterpenoids from the *Artemisia* species. *J Chin Pharm Sci*, 26, 317-334 (2017)