

## 뜸부기(*Silvetia siliquosa*) 추출물의 항노화 및 항치매 활성

최지원 · 이연지 · 김원석<sup>1</sup> · 문수경<sup>2\*</sup> · 김용태\*

군산대학교 식품생명공학전공, <sup>1</sup>신라대학교 제약공학과, <sup>2</sup>경상국립대학교 식품영양학과/농업생명과학연구원

### Anti-aging and Anti-dementia Activities of Different Solvent Extracts from *Silvetia siliquosa*

Ji-Won Choi, Yeon-Ji Lee, Won-Suk Kim<sup>1</sup>, Soo-Kyung Moon<sup>2\*</sup> and Yong-Tae Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Republic of Korea

<sup>1</sup>Department of Pharmaceutical Engineering, Silla University, Busan 46958, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

This study investigated the ingredients, anti-aging and anti-dementia activities of the Korean marine algae *Silvetia siliquosa*. The *S. siliquosa* solvent extracts were prepared with 70% ethanol, 80% methanol, and distilled water. The extraction yield range of various solvent extracts was 15.82–49.98%. The ethanol and methanol extracts had higher tyrosinase and collagenase inhibitory activities than those of the water extract. Meanwhile, all extracts exhibited high elastase inhibitory activity. Conversely, the methanol and water extracts exhibited the highest acetylcholinesterase inhibitory activity (IC<sub>50</sub>, 0.40 mg/mL) and β-secretase inhibitory activity (IC<sub>50</sub>, 0.81 μg/mL), respectively. These results indicate that *S. siliquosa* may be useful in food and pharmaceutical materials as a cosmetic and functional.

Keywords: Anti-aging, Anti-dementia, BACE1, Marine algae, *Silvetia siliquosa*

### 서론

코로나19 (COVID-19) 팬데믹 상황에서 면역력 향상과 질병 예방에 대한 관심이 높아지면서 식품 섭취를 통한 건강 유지 및 면역력 증진이 가능한 건강기능성 식품의 수요가 지속적으로 증가하고 있다(Kim et al., 2022a). 더구나 50대 이상의 장·노년층뿐 만 아니라 20–30대의 젊은층에서도 건강관리에 대한 관심이 지속적으로 증가하여 건강기능성 식품의 주요 소비계층으로 부상하고 있다(Kim et al., 2022b). 이에 따라, 독성 및 부작용이 적고 안전한 천연물 유래 항산화 및 생리활성물질의 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 최근에는 다양한 생리활성물질에 관한 연구 중에서 특유의 대사과정과 독특한 생육환경으로 인하여 다양한 생리기능성물질을 내포하는 것으로 알려져 있는 해양생물이 주목받고 있다(Ahn, 2012; Lee et al., 2022). 뜸부기(*Silvetia siliquosa*)는 갈조류 모자반목 뜸부기과에 속하는 다년생 해조류로 동아시아에 넓게 분포한다. 우리나라에서는 남해안 전역과 서해안의 조간대 암반에 광범위하게 군락을

형성하여 생육한다(Hwang et al., 2015). 식물체의 뿌리는 반상이고 원기둥 모양의 줄기와 복차상으로 분기하는 가지로 이루어져 있으며 몸은 5–15 cm 정도의 크기로 자라며 따로 분화된 기포가 존재하지 않으나 상부의 가지가 팽대하여 기포의 작용을 한다(Lee et al., 2004a). 뜸부기는 서남해에서는 제사상의 나물재료로 이용될 만큼 오랫동안 서민의 식재료로 이용되어 왔으며, 최근에는 당뇨, 고혈압 등 성인병의 치료제인 알긴산의 원료 및 건강기능성 식품으로 알려져 그 수요가 증가하고 있다(Lee et al., 2004a; Han, 2010). 뜸부기와 같은 갈조류에 다량 함유되어 있는 후코이단(fucoidan)과 알긴산(alginic acid)은 항산화활성, 항혈액응고효과 및 비만억제효과 등의 생리활성이 확인되어 그 관련 질병의 치료제 및 건강기능성식품으로 활용 가능성이 높은 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2004a; Han, 2010). 지금까지 뜸부기의 효능으로는 간 보호효과 및 당뇨합병증 개선효과(Lee et al., 2002, 2004a), 고지혈증 억제효과(Lee et al., 2004b) 및 항당뇨 효과(Lee et al., 2004c) 등이 보고되어 있으나, 다양한 생리기능성에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라

\*Corresponding author: Tel: +82. 63. 469. 1824 Fax: +82. 63. 469. 7448

E-mail address: skmoon@gnu.ac.kr; kimyt@kunsan.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0526>

Korean J Fish Aquat Sci 56(4), 526-531, August 2023

Received 20 July 2023; Revised 1 August 2023; Accepted 22 August 2023

저자 직위: 최지원(대학원생), 이연지(대학원생), 김원석(교수), 문수경(교수), 김용태(교수)

서 본 연구에서는 뜸부기의 다양한 생리기능성을 탐색하기 위하여 증류수, 에탄올 및 메탄올을 용매로 사용하여 뜸부기 추출물을 제조하여 이화학적 특성, 피부관련 향노화 및 향치매 활성을 측정하여 기능성식품 및 의약품 소재로서의 활용가능성을 비교·검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 시약

본 연구에서 사용한 뜸부기(*S. siliquosa*)는 전라남도 진도에서 2021년 9월에 채취한 것을 구입하여 실험실로 운반한 후 흐르는 물로 수세하여 염분과 협잡물을 제거한 다음 자연 건조한 후 전체를 분쇄기(FM700SS; Hanil Co. Ltd., Seoul, Korea)로 분쇄하여 시료의 성분분석 및 추출물 제조에 사용하였다. 향노화 및 향치매 활성을 측정하기 위하여 quercetin, epigallocatechin gallate, kojic acid, collagenase, mushroom tyrosinase, porcine pancreatic elastase, 3,4-dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA), acetylcholinesterase (AChE) 및  $\beta$ -secretase (BACE1) assay kit 등은 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그 밖의 모든 시약은 분석용 특급 시약을 구입하여 사용하였다.

### 뜸부기 추출물 제조

뜸부기 분말을 3가지 용매(증류수, 70% ethanol, 80% methanol)를 사용하여 뜸부기 추출물을 각각 제조하였다. 증류수를 용매로 사용한 추출은 시료 50 g에 증류수를 시료 대비 20배의 양을 첨가하여 고압증기멸균기(autoclave; ac-11; Jeiotech, Daejon, Korea) 121°C에서 3시간 동안 가열 추출하였다. 유기 용매를 사용한 추출은 70% ethanol과 80% methanol을 추출 용매로 사용하여 시료 50 g에 각 추출용매를 시료 대비 20배의 양으로 첨가하여 50°C에서 24시간 동안 일반중력대류배양기(shaking incubator; KMC-8480SR-L; Vision Scientific Co., Daejon, Korea) 120 rpm에서 추출하였다. 각 용매별로 추출한 뜸부기 추출물을 원심분리기(Centrifuge; SUPRA 30K; Hanil, Inchun, Korea)에서 원심분리(1,800 g, 30분)하여 상등액을 여과지(No. 1; Whatman, Maidstone, UK)로 여과한 후 여액을 회수하였다. 얻어진 각각의 추출물을 회전증발농축기(Rotavapor; RE-111; Buchi, Gwangmyeong, Korea)로 유기용매를 제거하여, 동결건조(Freeze Dryer; LP08 (XXX); Ilshin-biobase, Yangju, Korea)한 후에 -20°C 냉동고에 보관하면서 각 중 실험에 사용하였다. 모든 추출물은 적절한 양을 저울에 달아 증류수로 용해하여 항산화성 및 생리활성 측정 시료로 사용하였다. 뜸부기 추출물의 수율은 각 추출물의 건량을 시료 건량으로 나누어 백분율로 나타내었다.

### Tyrosinase 저해활성 측정

각 시료의 tyrosinase 저해활성은 Lee et al. (2022)의 방법에

따라 다음과 같이 측정하였다. 300  $\mu$ L의 시료용액은 900  $\mu$ L의 mushroom tyrosinase (50 Unit/mL)와 1.5 mL의 50 mM phosphate buffer (pH6.8)을 혼합하여 실온에서 30분 동안 전 단계 반응을 실시한 후, 300  $\mu$ L의 10 mM L-DOPA 용액을 가하여 파장 475 nm에서 20분 동안 1분 간격으로 생성되는 dopachrome의 흡광도를 모니터링하면서 측정하였다. Tyrosinase 저해활성은 다음 식, Tyrosinase inhibitory activity (%)=[(Control<sub>475</sub>-Sample<sub>475</sub>)/Control<sub>475</sub>] $\times$ 100을 통하여 산출하였으며, 대조구(Control<sub>475</sub>)는 시료 대신 증류수를 가하여 측정된 흡광도를 의미한다.

### Elastase 저해활성 측정

각 시료의 elastase 저해활성은 Lee et al. (2022)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. Porcine pancreatic elastase를 반응용액(50 mM Tris-HCl buffer, pH 8.2)에 녹여 1 U/mL로 제조하여 효소용액으로 사용하였고, 기질용액은 N-succinyl-Ala-Ala-Ala-p-nitroanilide (0.5 mM)를 동일한 반응용액에 녹여서 제조하였다. 효소활성 측정은 반응용액 650  $\mu$ L에 시료 100  $\mu$ L와 elastase (1 U/mL) 125  $\mu$ L를 넣고 잘 혼합한 뒤 실온에서 10분간 전 단계 반응을 실시한 후, 0.5 mM 기질용액 125  $\mu$ L를 가하여 파장 405 nm에서 0분에서의 흡광도를 측정 후 25°C에서 10분간 반응한 후의 흡광도를 측정하였다. Elastase 저해활성은 다음의 식, Elastase inhibition activity (%)=[1-{S(OD 10 min-OD 0 min)/C(OD 10 min-OD 0 min)}] $\times$ 100으로 산출하였다(S, 시료 첨가구의 흡광도; C, 시료 대신 증류수 첨가구의 흡광도).

### Collagenase 저해활성 측정

각 시료의 collagenase 저해활성은 Lee et al. (2022)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. Collagenase를 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.5), 10 mM CaCl<sub>2</sub> and 0.4M NaCl에 녹여 0.2 U/mL로 제조하여 효소용액으로 사용하였고, 기질용액은 2 mM N-[3-(2-furyl)acryloyl]-Leu-Gly-Pro-Ala를 동일한 완충용액에 녹여서 제조하였다. 30  $\mu$ L의 시료용액은 30  $\mu$ L의 collagenase (0.2 U/mL)와 30  $\mu$ L의 반응용액(100 mM Tris-HCl buffer, pH 7.5, 10mM CaCl<sub>2</sub>)을 혼합하여 실온에서 10분 동안 정치한 후, 60  $\mu$ L의 2 mM 기질용액을 첨가하여 25°C에서 20분동안 2분 간격으로 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. Collagenase 저해활성은 다음 식, Collagenase inhibitory activity (%)=(1-Sample<sub>340</sub>/Control<sub>340</sub>) $\times$ 100을 통하여 산출하였으며, 대조구(Control<sub>340</sub>)는 시료 대신 증류수를 가하여 측정된 흡광도를 의미한다.

### AChE 저해 활성 측정

각 시료의 AChE (acetylcholinesterase) 저해활성은 Ellman et al. (1961)의 방법을 다소 수정하여 아래와 같이 측정하였다. 96 well plate에 100 mM phosphate buffer (pH 8.0) 50  $\mu$ L, 시

료 용액 25  $\mu\text{L}$ , AChE (0.25 U/mL) 25  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 잘 혼합한 뒤 실온에서 10분 간 정치한 다음, 10 mM DTNB 125  $\mu\text{L}$ 와 75 mM acetylthiocholine iodide 25  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 파장 412 nm에서 10분간 흡광도를 측정하여 증가된 흡광도 변화를 계산하였다. 효소 활성의 저해정도는 다음 식, Acetylcholinesterase inhibitory activity (%)=[100-(ST/CT)] $\times$ 100과 같이 산출하였다(ST, 시료 존재 하에서의 반응속도; CT, 시료 무첨가구의 초기반응속도).

### BACE1 저해활성 측정

각 시료의 BACE1 ( $\beta$ -secretase) 효소활성은 fluorescence resonance energy transfer (FRET)-based  $\beta$ -secretase (BACE1) assay kit (Sigma-Aldrich)를 사용하여 측정하였다. 일반적인 저해활성은 black 96-microwell plate에 fluorescent assay buffer (78-X  $\mu\text{L}$ , 50 mM sodium acetate, pH 4.5), BACE1 substrate (20  $\mu\text{L}$ , 50  $\mu\text{M}$  MOCAC-SEVNLDAEFRK(Dnp)RR), 시료용액 (X  $\mu\text{L}$ ) 및 BACE1 효소(2  $\mu\text{L}$ , 0.3 U/ $\mu\text{L}$ )를 순서대로 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 2시간 반응시킨 다음 microplate reader (Infinite F200; Tecan, Männedorf, Switzerland)를 사용하여 Ex 320/Em 405 nm에서 형광강도를 측정하였다. BACE1활성의 저해정도는 다음 식, BACE1 inhibitory activity (%)=[100-(SF/CF)] $\times$ 100과 같이 산출하였다(SF, 시료 존재하의 형광강도; CF, 시료 무첨가구의 형광강도).

### 통계처리

실험 결과는 SPSS 22.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 통계처리 하여 3회 측정된 값의 평균 $\pm$ 표준편차로 나타내었다. 각 시료 간의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 한 후  $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하여 시료 간 유의적 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 뜸부기 추출물의 수율

뜸부기에 함유되어 있는 생리활성물질 및 유용성분을 획득하기 위하여 70% EtOH, 80% MeOH 및 열수를 추출용매로 사용하여 각각의 뜸부기 추출물을 제조하였다. 뜸부기의 각 용매별 추출물의 수율은 EtOH를 사용한 추출물은 17.05%, MeOH를 사용한 추출물은 15.82%, 열수를 사용한 고온고압 추출조건에서는 49.98%로 나타났다. 따라서 각 용매에 따른 뜸부기 추출물의 수율을 비교하면 열수 $\gg$ EtOH>MeOH 추출물 순으로 수율이 높은 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 Na et al. (2014)의 해조류를 다양한 추출방법으로 추출한 연구보고에서 모든 시료가 에탄올과 메탄올을 사용한 유기용매 추출물보다 열수 추출물의 수율이 높게 나타났다는 보고와 일치하는 것으로 확인되었다.

### 뜸부기 추출물의 tyrosinase 저해활성

뜸부기 추출물의 피부 미백에 관련이 있는 것으로 알려진 tyrosinase 저해활성을 비교·분석한 결과를 Fig. 1A에 나타내었다. Tyrosinase는 피부의 표피 기저층에 존재하는 멜라노사이트에서 tyrosine을 산화시켜 멜라닌의 생성을 촉진시키는 효소로서 이들의 활성 억제는 피부 미백과 노화 방지에 매우 중요하다(Choi et al., 2011). 뜸부기 추출물의 tyrosinase 저해활성을 측정 결과, 모든 추출물에서 농도 의존적으로 tyrosinase 저해활성이 증가하였으며, 최종농도 0.5 mg/mL에서 EtOH 추출물과 MeOH 추출물이 각각 74.64%와 77.63%로 열수 추출물(21.01%)보다 약 3배이상 높은 저해활성을 보였다. 뜸부기 EtOH 및 MeOH 추출물의 IC<sub>50</sub>는 0.10 mg/mL로 동일한 값을 보였으나, 열수 추출물은 9.28 mg/mL로 두 추출물과는 큰 차이가 있는 것으로 확인되었다. 해조류 추출물의 tyrosinase 저해활성에 관한 연구에 따르면 알송이모자반, 보라색우무, 톳 및 둥근돌김의 MeOH 추출물(최종농도 0.33mg/mL)에서 각각 86%, 84%, 52% 및 49%의 저해활성이 있는 것으로 보고하였다(Seo and You, 2003). 따라서 뜸부기는 해조류 중에서 높은 tyrosinase 저해활성을 내포하고 있는 것으로 판단된다.

### 뜸부기 추출물의 elastase 저해활성

Elastase는 피부의 진피 내 피부 탄력을 유지하는 단백질인 elastin의 분해에 관여하는 효소 중의 하나로 피부의 주름 및 탄력성 소실 등을 유발하는 단백질 가수분해효소이다(Lee, 2014). 뜸부기의 EtOH, MeOH 및 열수 추출물의 elastase 저해활성을 측정된 결과는 Fig. 1B와 같으며, 각 추출물은 농도 의존적으로 elastase 저해활성이 증가하는 경향을 보였다. 최종농도 0.5 mg/mL에서 뜸부기 EtOH, MeOH 및 열수 추출물의 elastase 저해활성은 각각 69%, 84% 및 76%로 모든 추출물의 저해활성은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 각 추출물의 elastase 저해활성(IC<sub>50</sub>)은 EtOH 추출물이 0.19 mg/mL이었으나, MeOH 및 열수 추출물은 모두 0.11 mg/mL로 확인되어 증류수= MeOH>EtOH 추출물 순으로 elastase 저해활성이 높은 것으로 확인되었다. 갈조류에 속하는 감태 및 톳의 열수추출물 1 mg/mL에서 각각 44% 및 53%의 elastase 저해활성이 있는 것으로 보고 되어있어(Cho and Choi, 2010; Kwon and Youn, 2017), 뜸부기 추출물의 elastase 저해활성이 감태 및 톳 보다 5-10배 높은 것으로 나타나 뜸부기 추출물은 주름 개선 소재로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

### 뜸부기 추출물의 collagenase 저해활성

뜸부기 추출물의 피부 노화 및 주름 생성 억제력을 확인하기 위하여 collagenase 저해활성을 측정된 결과는 Fig. 1C에 나타내었다. 뜸부기 EtOH 및 MeOH 추출물은 모든 농도에서 열수 추출물 보다 collagenase 저해활성이 2배 이상 높았으며, 최종농도 1 mg/mL에서 뜸부기 EtOH 및 MeOH 추출물은 약

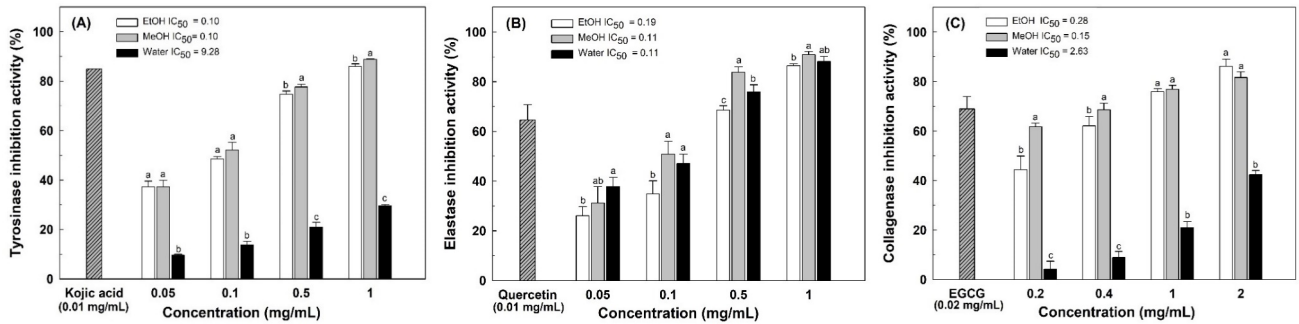


Fig. 1. Tyrosinase (A), elastase (B), and collagenase (C) inhibitory activities of *Silvetia siliquosa* extract with various solvents. Values are mean±SD (n=3). The 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) values (mg/mL) were calculated from a log dose inhibition curve. Means with different letters in the same item indicate a significant difference at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Positive controls for tyrosinase, elastase and collagenase were used kojic acid, quercetin and epigallocatechin gallate (EGCG), respectively.

80%로 높은 collagenase 저해활성을 보였으나, 열수 추출물은 20%의 낮은 저해활성을 나타냈다. 각 추출물의 collagenase 저해활성(IC<sub>50</sub>)은 EtOH 추출물이 0.28 mg/mL, MeOH 추출물이 0.15 mg/mL, 열수 추출물은 2.63 mg/mL로 확인되어 MeOH>EtOH>>열수 추출물 순으로 collagenase 저해활성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 잔가시모자반의 collagenase 저해활성에 관한 연구에서 최종농도 1 mg/mL에서 EtOH 추출물은 83%, 열수 추출물은 29%로 뜸부기 추출물의 저해활성과 유사한 것으로 확인되었다(Park, 2015). 더구나 뜸부기와 잔가시모자반의 EtOH 추출물의 collagenase 저해활성 IC<sub>50</sub> 값은 각각 0.28 및 0.49 mg/mL로 뜸부기의 collagenase 저해활성이 잔가시모자반 보다 더 높은 활성을 보유하고 있는 것으로 확인되어 피부의 주름 개선에 높은 효과가 있을 것으로 생각된다.

### 뜸부기 추출물의 AChE 저해활성

알츠하이머 환자의 뇌에는 신경전달물질인 acetylcholine 함량이 정상인에 비해 50% 이하로 감소하는 경향이 있는 것으로 알려져 있다. AChE의 활성이 증가하면 acetylcholine을 분해해 그 농도를 감소시키고 일련의 반응을 통해 신경세포가 손상되어 기억력 손상이 유발된다고 알려져 있다(Talesa, 2001). 뜸부기 추출물에 대한 뇌의 acetylcholine 농도 유지 관련 연관성을 확인하기 위하여 뜸부기 추출물의 AChE 저해활성을 측정하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 각 뜸부기 추출물의 AChE 저해활성을 다양한 농도에서 측정한 결과, EtOH 및 MeOH 추출물에서는 추출물의 농도 의존적으로 AChE 저해활성이 증가하였으나, 열수 추출물에서는 시료의 농도에 따라 AChE 저해활성의 변화가 없는 것으로 확인되었다. 뜸부기 추출물들의 AChE 저해활성(IC<sub>50</sub>)은 EtOH 추출물은 0.69 mg/mL이고, MeOH 추출물은 0.40 mg/mL로 높은 저해활성을 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 해조류 20종의 AChE 저해활성에 관한 연구에 따르면, 각종 해조류의 MeOH 추출물 1 mg/mL 농도에서 감태는 35.85%, 검둥감태는 31.77%, 바위수염은 31.14%의 AChE

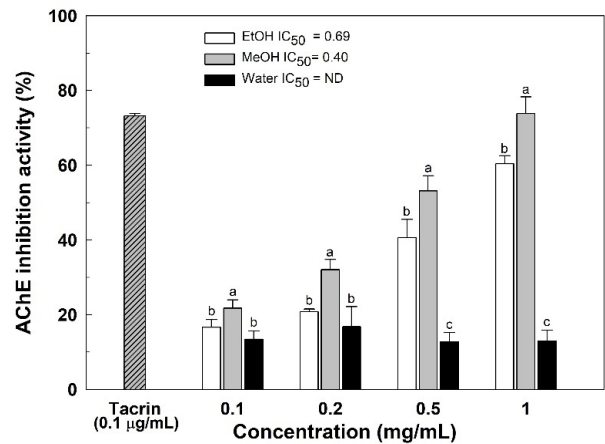


Fig. 2. AChE inhibitory activities of *Silvetia siliquosa* extract with various solvents. Values are mean±SD (n=3). The 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) values (mg/mL) were calculated from a log dose inhibition curve. Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Positive controls for AChE was used tacrine which was represented in µg/mL.

저해활성을 보였고, 가시뿔대그물말과 모란갈파래 외 4종은 20–30%, 미역 외 10종에서는 10–20%의 AChE 저해활성을 나타낸다고 보고하였다(Son et al., 2016). 따라서 뜸부기 EtOH 및 MeOH 추출물과 위의 해조류 20종의 AChE 저해활성을 비교해 보면 뜸부기의 저해활성은 매우 높은 부류에 속하는 것으로 판단된다.

### 뜸부기 추출물의 BACE1 저해활성

알츠하이머의 병인 중 하나인 이상 단백질 축적설은 β-amyloid peptide (Aβ)가 과도하게 만들어져 뇌세포에 축적되어 발생하는 신경퇴행성 뇌질환으로 Aβ는 amyloid precursor

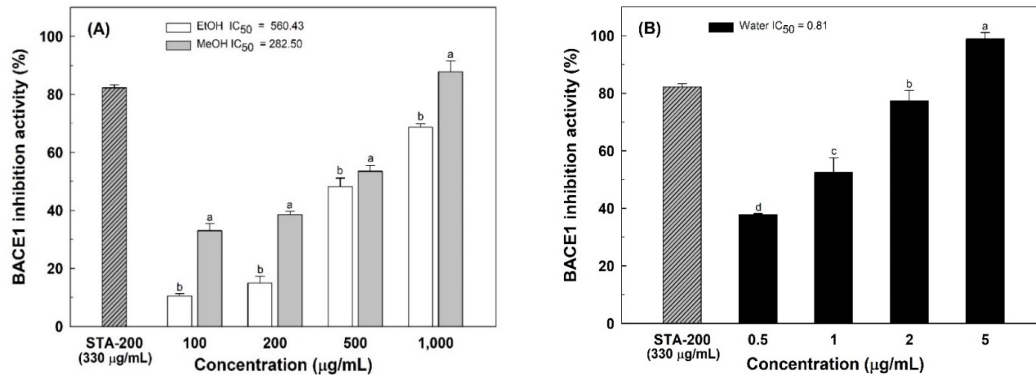


Fig. 3. BACE1 inhibitory activities of *Silvetia siliquosa* extract with various solvents. (A) EtOH and MeOH extracts. (B) Water extract. Values are mean±SD (n=3). The 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) values (µg/mL) were calculated from a log dose inhibition curve. Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test. Positive control for BACE1 was used STA-200 (H-Lys-Thr-Glu-Glu-Ile-Ser-Glu-Val-Asn-Sta-Val-Ala-Glu-Phe-OH).

protein이 β-와 γ-secretase라는 효소에 의해 절단되어 생성되는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2002). 본 연구에서는 뜬부기의 Aβ 생성 억제능을 확인하기 위하여 뜬부기 추출물의 BACE1 저해 활성을 측정하여 알츠하이머병의 예방 효과를 탐색하였다. 뜬부기 추출물에 대한 BACE1 (β-secretase) 저해활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같으며, 각 추출물의 농도 의존적으로 BACE1 저해활성이 증가하는 경향을 보였다. 뜬부기 EtOH 추출물의 BACE1 저해활성(IC<sub>50</sub>)은 560.43 µg/mL이고, MeOH 추출물은 282.50 µg/mL, 열수 추출물은 0.81 µg/mL로 확인되어, 뜬부기의 BACE1 저해활성은 열수>>MeOH>EtOH 추출물 순으로 높은 저해활성을 보였다. 특히, 열수 추출물은 최종농도 1 및 2 µg/mL에서 각각 52.53% 및 77.38%로 높은 BACE1 저해활성을 나타냈다. 이는 양성 대조군인 STA-200의 IC<sub>50</sub>값 7.85 µg/mL 보다 BACE1 저해활성 약 10배 이상 높은 것으로 확인되었다. 감태, 검동감태 및 톳 등의 해조류 추출물(0.5-1.0 mg/mL)에서는 약 80% 이상의 높은 BACE1 저해활성이 확인되었고(Son et al., 2016; Lee et al., 2020), 특히 청각의 각종 추출물에서의 BACE1 저해활성(IC<sub>50</sub>)은 5-9 µg/mL인 것으로 보고되어 있다(Park et al., 2022). 따라서 뜬부기 열수 추출물의 BACE1 저해활성은 해조류 중에 가장 높은 부류에 속하므로 뜬부기는 치매 예방을 위한 기능성물질 탐색을 비롯한 생리의학적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 사 사

이 논문은 한국연구재단(NRF-2021R1H1A3043692)의 지원을 받아 수행된 연구 사업입니다.

## References

Ahn SM. 2012. Evaluation of biological activities of seaweeds

- and development of functional food using the seaweeds. M.S. Thesis, Andong National University, Andong, Korea.
- Choi JH, Kim JS, Jo BS, Kim JH, Park HJ, An BJ, Kim MU and Cho YJ. 2011. Biological activity in functional cosmetic purple sweet potato extracts. *Kor J Food Preserv* 18, 414-422. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2011.18.3.414>.
- Cho EK and Choi YJ. 2010. Physiological activities of hot water extracts from *Ecklonia cava* Kjellman. *J Life Sci* 20, 1675-1682. <https://doi.org/10.5352/JLS.2010.20.11.1675>.
- Ellman GL, Courtney KD, Andres Jr V and Featherstone RM. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol* 7, 88-90. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(61\)90145-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(61)90145-9).
- Han YB. 2010. Edible Seaweed I-Ingredients and Bioactivity. Korea University Press, Seoul, Korea, 247-252.
- Hwang EK, Yoo HC, Ha DS and Park CS. 2015. Growth and maturation period of *Silvetia siliquosa* in the natural population in Jindo, South Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 745-751. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0745>.
- Kim GD, Lee SY and Shin HS. 2022a. COVID-19 pandemic and the immune regulatory function of foods. *Food Sci Ind* 55, 244-263. <https://doi.org/10.23093/FSI.2022.55.3.244>.
- Kim HT, Han TG, Yu JH, Hwang HY, Kim HJ, Seo SJ and Kim HK. 2022b. A comparative analysis on the relationship between health eating habits and health functional food attitudes and mood conditions between university students and the elderly. *J Convergence Cult Technol* 8, 595-604. <https://doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.3.595>.
- Kim YT, Downs D, Wu S, Dashti A, Pan Y, Zhai P, Wang X, Zhang XC and Lin X. 2002. Enzymic properties of recombinant BACE2. *Eur J Biochem* 269, 5668-5677. <https://doi.org/10.1046/j.1432-1033.2002.03277.x>.
- Kwon YR and Youn KS. 2017. Antioxidant and physiological activities of *Hijikia fusiforme* by extraction methods. *Ko-*

- rean J Food Prese 24, 631-637. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2017.24.5.631>.
- Lee SH, Lee YS, Jung SH, Shin KH and Kim BK. 2004a. Effects of the extracts from *Pelvetia siliquosa* on metabolism regulation in rats. Kor J Pharmacogn 35, 203-206.
- Lee SY. 2014. Analysis of skin mechanism and an application for functional cosmetic from red bean (*Phaseolus angularis*) shell extract. Ph. D. Dissertation, Hoseo University, Asan, Korea.
- Lee YJ, Jeon YJ and Kim YT. 2020. Comparison of antioxidant and physiological activities of various solvent extracts from *Hizikia fusiformis*. Korean J Fish Aquat Sci 53, 886-893. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0886>.
- Lee YJ, Kim JY, Kim WS and Kim YT. 2022. Antioxidant and physiological activities of different solvent extracts of *Cnidium japonicum*. Korean J Fish Aquat Sci 55, 310-318. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0310>.
- Lee YS, Jung SH, Lee SH and Shin KH. 2004b. Effects of the extracts from the marine algae *Pelvetia siliquosa* on hyperlipidemia in rats. Kor J Pharmacogn 35, 143-146.
- Lee YS, Jung SH, Lee SH, Choi YJ and Shin KH. 2002. Hepatoprotective and anti-diabetic effects of *Pelvetia siliquosa*, a marine algae, in rats. J Appl Pharmacol 10, 165-169.
- Lee YS, Shin KH, Kim BK and Lee SH. 2004c. Anti-diabetic activities of fucosterol from *Pelvetia siliquosa*. Arch Pharm Res 27, 1120-1122. <https://doi.org/10.1007/bf02975115>.
- Na HS, Kim JY, Park JS, Choi GC, Yang SI, Lee JH, Cho JY and Ma SJ. 2014. Characteristics of marine algae extracts using subcritical water extract method. Korean J Food Preserv 21, 62-68. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.1.62>.
- Park DB, Lee YJ, Rho JW, Kim WS, Park SJ and Kim YT. 2022. Comparison of antioxidant and physiological activities of different solvent extracts from *Codium fragile*. Korean J Fish Aquat Sci 55, 858-866. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0858>.
- Park WM. 2015. Anti-melanogenesis and anti-wrinkle effects of *Sargassum micracanthum* and *Myagropsis myagroides* extracts. M.S. Thesis, Pukyong University, Busan, Korea.
- Seo YW and Yoo JS. 2003. Screening for antioxidizing and tyrosinase-inhibitory activities of the extracts of marine algae from Busan coastal area. Ocean Polar Res 25, 129-132. <https://doi.org/10.4217/OPR.2003.25.1.129>.
- Son HJ, Um MY, Kim I, Cho S, Han D and Lee C. 2016. *In vitro* screening for anti-dementia activities of seaweed extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 45, 966-972. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.7.966>.
- Talesa VN. 2001. Acetylcholinesterase in Alzheimer's disease. Mech Ageing Dev 122, 1961-1969. [https://doi.org/10.1016/S0047-6374\(01\)00309-8](https://doi.org/10.1016/S0047-6374(01)00309-8).