

미더덕 껍질 추출물을 함유한 곤약의 제조 및 품질 분석

김시경 · 김승완 · 노수진 · 김연주 · 강지희 · 이승철[†]

경남대학교 식품생명학과

Qualities of Konjac Containing Tunic Extract from *Styela clava*

Si-Kyung Kim, Seung-Wan Kim, Su-Jin Noh, Yeon-Joo Kim,
Ji-Hee Kang, and Seung-Cheol Lee[†]

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Gyeongnam 631-701, Korea

Abstract

Styela (S.) clava (Korean name: miduduk) tunic is produced as a by-product after processing of *S. clava*. For utilizing this tunic, a konjac containing the tunic extracts was prepared and the qualities evaluated for their color, textural properties, and sensory attributes. The tunic extract was prepared by boiling tunic with water, followed by filtration through filter paper. Significant 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) radical scavenging activity was found in the tunic extract. Increasing the concentration of tunic extract in the konjac tended to decrease lightness (*L*) and increase the redness (*a*) and the yellowness (*b*) of the konjac. The strength and hardness of the konjac increased with increasing concentrations of the tunic extract. All test samples with a 3 mm thickness had good flexibility and did not break even after 4 times folds. In sensory evaluations, the konjac containing 25% *S. clava* tunic extracts acquired a relatively higher score. The results suggest that *S. clava* tunic can be applied to konjac products to improve their quality and functionality.

Key words: *Styela clava* tunic, konjac, quality evaluation

서 론

구약나물(*Amorphophallus konjac*)은 토란과에 속하는 다년생 초본식물이며, 그 구경을 구약감자(곤약감자 또는 곤약)라 한다. 구약감자에는 양질의 수용성 식이섬유 소재인 글루코만난이 다량 함유되어 있는데, 글루코만난은 특유의 겔 형성력, 증점특성, 필름 형성능, 다른 검류 및 전분류와의 상승작용, 유동성 등을 가지고 있어 식품산업에 응용가능성이 매우 높은 식품소재로서 식품산업계에서 널리 사용되고 있다(1). 한국, 일본, 중국, 인도 등의 동양에서는 전통식품의 중요소재로서 국수, 육제품, 어육제품 등에 구약감자를 사용해 왔으며, 특히 곤약으로 가공하여 널리 식품에 이용하고 있다.

곤약(konjac)은 약 97%의 수분을 함유하고 있는 저칼로리 식이섬유 식품으로 열량이 거의 없고 섭취 시 포만감을 유지하여 음식물의 과잉섭취를 억제한다. 곤약은 정장, 배변작용 등의 촉진으로 예로부터 '위청소부', '장청소부' 등으로 불리었으며, 현대 성인병의 근본 원인인 비만을 방지함으로써 고혈압, 당뇨병, 위암, 대장암, 담석증(이뇨효과), 뇌출혈, 고지혈증, 변비 등의 사전예방에 크게 작용한다.

한편 미더덕(*Styela clava*)은 척삭동물문 미색동물아문에

속하는 해양생물로서 우렁쉥이와 유사한 특징을 가지며 독특한 향과 맛으로 인해 식품에 널리 이용되고 있다. 미더덕은 우리나라 전역에서 발견되고 있으나 1980년대 중반부터 본격적인 양식이 시작되면서 어민의 소득 증대에 기여하고 있으며, 현재 경상남도 창원시 마산합포구에서 우리나라 소비량의 70% 정도를 생산하고 있다. 미더덕에는 불포화 지방산과 필수 아미노산이 다량 함유되어 있고(2) 용혈성 항균펩티드가 보고되었으며, 껍질로부터 glycosaminoglycan이 추출된 사례가 있고(3) 미더덕에 대한 스테롤 함량과 특히 항산화능과 항암효과(4-7)가 있음이 보고되어 기능성식품 소재로 주목받고 있다. 이러한 연유로 미더덕을 소재로 하여 김치(8), 술(9), 어묵(10) 등의 식품개발이 연구되었다.

미더덕은 식용으로 육질 부분만 이용하고 껍질 부위는 대부분 버려져 수산폐기물의 제공원이기도 하다. 그러나 미더덕 껍질 부위 또한 항산화능(7)과 항고혈압능(11,12)이 알려지면서 그 부가가치 및 기능성 소재로 어민들의 소득원으로 재이용 될 수 있을 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 다양한 기능성 및 부가가치로서의 가능성이 있는 미더덕 껍질 부위를 부 원료로 사용하여 곤약을 제조한 후 색도 측정, 물성검사 및 질곡검사, 관능검사 등을 연구함으로써 미더덕 껍질을 활용한 식품 개발 가능성을 확인하고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2684, Fax: 82-505-999-2171

재료 및 방법

실험재료

미더덕 껍질 곤약 제조에 사용한 미더덕 껍질은 미더덕영 어조합법인(창원)에서 제공받았으며, 이물질을 제거한 후 물을 가하여 믹서기(대성아트론, 서울)를 이용하여 마쇄한 후 동결건조 하였다. 미더덕 껍질 건조물은 다시 믹서기(대성아트론)를 이용하여 분쇄한 후, 35 mesh 체를 통과한 크기의 분말을 곤약 제조에 사용하였고, 곤약 가루는 (주)밀양한천(밀양, 한국)의 제품을 사용하였다.

미더덕 껍질 추출물의 제조

미더덕 껍질 분말 40 g에 물 1 L를 가하여 35분간 끓인 후 상온에서 식혀 여과포를 이용하여 여과하였다. 여과액을 Whatman No.1 여과지(GE Healthcare UK Ltd., Buckinghamshire, UK)로 통과시켜 미더덕 껍질 물 추출물을 제조하였다. 증류수와 미더덕 껍질 추출물의 비율을 조절하여 0, 25, 50, 75 및 100%(v/v) 미더덕 껍질 추출물을 이용한 곤약을 제조하였다.

미더덕 껍질 추출물의 ABTS 라디칼 소거능

미더덕 껍질 추출물의 항산화능을 알아보기 위해 농도를 달리한 미더덕 껍질 추출물(0, 25, 50, 75, 100%)의 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. 각 시료 100 μ L에 0.1 M의 인산 완충용액(pH 5.0) 100 μ L와 10 mM의 H₂O₂ 20 μ L를 가하고 이 혼합물을 37°C에서 5분간 예비반응을 시켰다. 이 반응물에 1.25 mM의 ABTS와 peroxidase(1 U/mL)를 각각 30 μ L 가하여 37°C에서 10분간 반응을 시킨 후, 405 nm에서 multiplate reader(Tecan Austria GmbH, Grödigg, Austria)를 이용하여 흡광도를 측정하였다(13).

$$\text{ABTS 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료처리구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

미더덕 껍질 곤약의 제조

미더덕 껍질 추출물을 함유한 곤약(이하 미더덕 껍질 곤약)은 (주)밀양한천의 곤약 제조방법을 참고하여 제조하였다. 즉 물 500 mL와 곤약분말 10 g을 냄비에 넣고 저으면서 가열한 후 끓기 시작하면 약불로 줄여 1~2분 더 끓이고 틀에 부어 차게 식혀 굳혀 꺼내면 곤약이 만들어진다. 여기서 일반 물 대신 농도를 달리한 미더덕 껍질 추출물을 각각 0, 25, 50, 75, 100% 가하여 위와 같은 방법으로 곤약을 제조하였다.

곤약의 색도 측정

미더덕 껍질 곤약 시료는 원기둥 형태의 높이 3.5 cm, 직경 2.5 cm였으며 곤약의 색도는 시료를 흰색 평판에 올려두고 광전비색계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 표면의 반사광 색도로 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)값을 3회 반복 측정하였고 그 평균

값으로 나타내었다. 이때 표준판(Standard plate)의 색도는 *L*=96.96, *a*=+0.13, *b*=+1.90이었다. 한편 미더덕 껍질 추출물의 첨가량에 따른 곤약의 전체적인 색 변화 정도를 구별하기 위해 National Bureau of Standards(NBS)의 정의에 따라 색차(total color difference, $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$)를 계산하였다(14). 이와 함께 곤약의 갈색도(Browning Index, BI) $BI = \frac{X-0.31}{0.17} \times 100$, $X = \frac{(a+1.75L)a}{5.645L+a-3.012b}$ 공식을 이용하여 계산하였다(14).

곤약의 물성 측정

미더덕 껍질 곤약의 물성은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 미더덕 껍질 곤약을 4×4×2 cm³의 육면체 형태로 자른 후, 직경 20 mm의 Adaptor No.1를 사용하여 table speed 60 mm/min, graph interval 30 msec, load cell(Max) 10 kg의 조건으로 힘을 가해 압착하면서 강도와 경도를 측정하였다. 측정은 시료당 10회 반복하였다.

절곡 검사

미더덕 껍질 곤약을 접었을 때의 파열상태 정도로써 표시하였다. 3 mm 두께로 자른 곤약을 네 겹으로 접어서 균열이 생기지 않으면 AA, 두 겹으로 접어서 균열이 생기지 않으면 A, 두 겹으로 접어서 1/2 이하로 균열이 생기면 B, 두 겹으로 접어서 전체에 균열이 생기면 C, 두 겹으로 접어서 두 조각으로 되면 D로 평가하였다.

관능검사

관능검사는 경남대학교 식품생명학과 재학생 중 실험에 대한 내용을 충분히 숙지시킨 후 관심을 보이는 학생을 대상으로 19명을 선정하고 설문지를 사용하여 맛, 냄새, 촉촉한 정도, 조직감, 전체적인 선호도에 대한 관능항목에서 최고 9점, 최저 1점의 9개의 범위로 평가하였으며, 이때 미더덕 껍질 우려낸 물을 첨가하지 않은 대조군을 각 항목에서 5점으로 기준을 정하였다. 각 시료는 1×1×0.3 cm³ 크기의 육면체 형태로 준비하였고 평가는 맛과 냄새 항목의 경우 미더덕의 맛과 냄새 특성이 강할수록 높은 점수를 주게 하였으며, 촉촉한 정도, 조직감, 전체적인 선호도는 대조군을 기준으로 더 좋을수록 높은 점수로 평가하게 하였다.

통계처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 그 평균값은 SPSS software(Ver. 12)를 사용하여 General Linear Model의 방법에 따라 처리하였다(15). 각 항목에 따라 백분율과 평균치±표준오차를 구하고, 각 군 간의 평균 차이에 대한 유의성 검정을 위해 one-way 분산분석(ANOVA)을 시행하였다. 모든 처리값의 차이는 신뢰 수준 95%(p<0.05)로 비교하여 분석되었다.

Table 1. ABTS radical scavenging activity (RSA) of *Styela clava* tunic extract

Extracts	Concentration (%)			
	25	50	75	100
ABTS RSA (%)	16.13±0.46 ^b	18.31±1.70 ^b	28.41±1.64 ^a	30.95±0.46 ^a

Styela clava tunic powder (40 g) was extracted with boiling water (1 L) for 5 min subsequently for 30 min at mild heating condition. The extract was filtered through Whatman No. 1 filter paper, and diluted with water for given concentration. Different letters (a,b) within a row indicate significant difference ($p<0.05$), $n=3$.

결과 및 고찰

미더덕 껍질 추출물의 ABTS 라디칼 소거능

미더덕 껍질 추출물의 항산화력을 ABTS 라디칼 소거능으로 측정하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능은 미더덕 껍질 추출물의 농도가 높아질수록 증가하였다. Jung 등(7)은 다양한 용매로 동결건조한 미더덕 껍질의 추출물을 제조하여 DPPH 라디칼 소거능과 환원력으로 항산화능을 분석한 결과 아세톤 추출물이 가장 높은 항산화력을 보였다고 하였으며, 물보다는 에탄올 추출물이 훨씬 효과적이었다고 보고하였다. 본 연구에서는 곤약 제조시의 이용되는 물을 대체하기 위해 미더덕 껍질의 물 추출물을 이용하였으나, 향후 보다 높은 항산화력을 위해서는 에탄올 추출물을 제조하여 혼합하는 것이 유리하리라 생각된다. 미더덕 껍질로부터의 물 추출물의 수율은 미더덕의 채취시기에 따라 약간의 차이가 있는데 건조 분말로부터 10.77~14.03%의 수율을 보였다(12). 한편, 미더덕의 항산화력은 미더덕에 존재하는 카로티노이드와 고도 불포화지방산(7), 펩티드(16)에 기인한다. 또한 본 연구에서는 직접 분석하지 않았지만 미더덕은 항암(6), 알코올로 백혈구 및 간 DNA 손상억제(17), 항고혈압(12) 등의 생리활성이 보고되었으며, 이들은 미더덕 껍질 추출물 함유 곤약의 고품질성에 대한 근거 자료가 된다.

곤약의 색도

미더덕 껍질 추출물의 첨가한 곤약의 색도를 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. Hunter's color value인 명암을 나타내는 L 값(lightness, 0~100(0=black, 100=white)), 적색과 녹색의 정도를 나타내는 a 값(redness, -60~+60(-60=green, +60=red)), 그리고 황색과 청색의 정도를 나타내는 b 값(yellowness, -60~+60(-60=blue, +60=yellow))을 측정하였다. 곤약의 색도는 무첨가 대조구의 명도(L 값)가 96.96, 적색도(a 값)가 +0.13, 황색도(b 값)가 +1.90이었으며, 곤약에 첨가된 미더덕 껍질 추출물의 농도가 클수록 L 값은 감소하고 a 값과 b 값은 증가하는 경향을 나타내었다. 미더덕은 분류학적, 생태학적으로 우렁쟁이와 매우 유사한데, 우렁쟁이의 껍질 부위에는 alloxanthin을 비롯하여 xanthin계 카로티노

Table 2. Changes in color value of several konjacs containing *Styela clava* tunic extracts

Konjacs	Color value ²⁾				
	L	a	b	ΔE	BI
0KST ¹⁾	33.84 ^a	0.46 ^b	4.81 ^c	0.00 ^c	-91.77 ^b
25KST	32.94 ^b	0.44 ^b	6.37 ^d	1.80 ^d	-92.43 ^b
50KST	32.85 ^b	0.51 ^b	7.30 ^c	2.68 ^c	-76.92 ^b
75KST	32.40 ^c	0.55 ^b	7.66 ^b	3.19 ^b	-66.15 ^b
100KST	28.04 ^d	1.03 ^a	9.24 ^a	7.32 ^a	48.51 ^a

¹⁾Each number in front of KST means the concentration of *Styela clava* tunic extracts used for preparation of konjac. KST is the abbreviation of konjac containing *Styela clava* tunic extract.

²⁾ L , degree of whiteness; a , degree of redness; b , degree of yellowness; ΔE , overall color difference

{ $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ }; and BI, brown index

{ $BI = \frac{(X-0.31)}{0.17} \times 100$, where $X = \frac{(a+1.75L)a}{5.645L+a-3.012b}$ }

Different letters (a-e) within a column indicate significant difference ($p<0.05$), $n=3$.

이드가 많이 함유되어 있다고 보고되어 있으며(18), 미더덕의 경우에도 이와 유사한 물질이 존재하여 곤약의 색도에 영향을 미친 것으로 생각된다.

한편, 미더덕 껍질 추출물 함유 농도에 따른 곤약의 전체적인 색 변화 정도를 구별하기 위해 전체적인 색차(ΔE)를 계산하여 Table 2에 나타내었다. 미더덕 껍질 추출물 농도가 증가할수록 ΔE 는 증가하였으며, 25% 추출물 곤약의 경우 1.80, 100% 추출물 곤약은 7.32의 값을 보였다. ΔE 에 대한 의미로 0~0.5는 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0의 범위는 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이를 의미한다고 정의할 수 있는데(14,19), 이로 미루어 곤약 색차의 변화를 생각할 수 있다. 또한, 갈색을 측정하는 BI의 경우에도 미더덕 껍질 추출물의 함량에 따라 증가하여 곤약의 색도 변화를 확연히 느낄 수 있었다.

곤약의 물성 및 절곡검사

곤약의 물성 및 절곡검사 결과는 Table 3에 나타내었다. 곤약의 물성은 미더덕 껍질 추출물의 농도가 증가할수록 강도와 경도가 증가하는 경향을 보였다. 이는 미더덕에 함유된 각종 성분들이 곤약의 물성에 영향을 주는 것을 의미한다.

Table 3. Texture profile analysis of several konjacs containing *Styela clava* tunic extracts

Konjacs	Strength (Dyne/cm ²)	Hardness (Dyne/cm ²)	Folding test
0KST ¹⁾	9.86×10 ^{2d}	7.58×10 ^{3d}	AA
25KST	9.92×10 ^{2cd}	9.31×10 ^{3cd}	AA
50KST	1.03×10 ^{3bc}	1.15×10 ^{4bc}	AA
75KST	1.04×10 ^{3ab}	1.35×10 ^{4ab}	AA
100KST	1.07×10 ^{3a}	1.51×10 ^{4a}	AA

¹⁾Refer to the legend in Table 2.

Different letters (a-d) within a column indicate significant difference ($p<0.05$), $n=3$.

Table 4. Sensory evaluation of several konjacs containing *Styela clava* tunic extracts

Konjacs	Taste	Odor	Texture	Moist degree	Overall acceptance
0KST ¹⁾	5.00 ^d	5.00 ^d	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^{ab}
25KST	5.37 ^d	5.21 ^d	5.21 ^a	5.32 ^a	5.16 ^a
50KST	6.53 ^c	6.05 ^c	5.37 ^a	5.21 ^a	4.26 ^{bc}
75KST	7.11 ^b	6.58 ^b	5.32 ^a	5.16 ^a	4.05 ^c
100KST	7.90 ^a	7.68 ^a	5.68 ^a	5.21 ^a	3.47 ^c

¹⁾Refer to the legend in Table 2.

Different letters (a-d) within a column indicate significant difference ($p < 0.05$), $n = 19$.

특히 미더덕 껍질에 Na(32,221 ppm), Ca(6,834 ppm), K(4,766 ppm), P(1,298 ppm), Fe(155 ppm)의 무기질 성분이 존재하는 것으로 미루어 볼 때(20) 다양한 물질들이 미더덕 껍질에 존재하며, 이들로부터 추출물에 유출된 수용성 성분들이 곤약의 강도와 경도를 증가시킨 것으로 보인다. 한편 곤약의 유연성과 탄력성을 나타내는 절곡검사의 결과에서는 대조군을 포함하여 전 첨가군 모두 AA로 측정되어 미더덕 껍질 추출물 첨가와 상관없이 모두 우수한 것으로 나타내었다.

곤약의 관능검사

미더덕 껍질 추출물을 첨가한 곤약의 맛, 향, 질감, 촉촉한 정도, 전체적인 선호도에 대해 관능검사를 실시하였다 (Table 4). 맛과 향의 경우 곤약 자체에는 거의 맛과 향이 없고, 미더덕 껍질 추출물 함량이 증가할수록 미더덕 고유의 맛과 향이 크게 느껴졌다. 질감과 촉촉한 정도는 모든 곤약에서 유의차를 발견할 수 없었지만 대체로 질감은 미더덕 껍질 추출물이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 전체적인 선호도는 미더덕 껍질 추출물이 25% 함유된 경우의 곤약이 가장 높은 점수를 획득하였으나 무첨가 대조 곤약과 유의차는 보이지 않았다. 미더덕 껍질 추출물이 증가할수록 전체적인 선호도 점수는 낮았는데 이는 미더덕의 맛과 향, 그리고 강한 질감이 부정적인 영향을 미친 것으로 설문 조사되었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때, 미더덕 껍질을 건조한 분말 40 g에 물 1 L를 열을 가하여 추출 후 여과한 액으로 곤약을 제조하면 전체적으로 기존의 곤약과 큰 차이를 나타내지 않으면서 생리활성 기능을 부여한 고품질의 곤약이 제조될 수 있을 것으로 보인다.

한편 평가항목에는 없었지만 미더덕 껍질 추출물의 농도가 높은 곤약일수록 짠맛이 느껴진다고 평가되었는데, 이는 미더덕 껍질에 함유된 Na 성분으로 인한 것으로 보인다. 전술한 바와 같이 미더덕 껍질 분말에는 32,221 ppm, 즉 3.22%의 Na가 함유되어 있는데, 소금의 분자량(58.5)과 Na 원자량(20)을 고려하면 이 분말에는 8.19%의 소금이 함유된 셈이다. 위 실험에서 가장 좋은 것으로 평가된 25%의 미더덕 껍질 추출물을 함유한 곤약에는 0.08%의 소금이 함유된 것으로 볼 수 있고, 곤약 함유 식품을 조리할 때 이를 고려하면 크게 우려하지 않아도 될 것으로 생각된다.

요 약

수산물 가공 부산물로 여겨지는 미더덕 껍질을 소재로 한 식품을 개발하기 위하여 건조한 미더덕 껍질에 물을 가하여 끓인 추출물을 얻은 후, 이를 이용하여 미더덕 껍질 추출물 함유 곤약을 제조하였다. 미더덕 껍질 추출물은 농도가 증가할수록 ABTS 라디칼 소거능이 증가한 것으로 보아 항산화능을 보유하고 있었다. 미더덕 껍질 추출물 함유 곤약의 색도는 미더덕 껍질 추출물의 함량이 증가할수록 L값은 감소하지만 a값과 b값은 증가하였고, 갈색도도 증가하는 경향을 보였다. 또한, 미더덕 껍질 추출물의 함량이 증가할수록 곤약의 강도와 경도가 증가하였으며, 절곡검사 결과 모든 곤약에서 유연성과 탄력성이 우수하였다. 관능검사 결과, 맛과 향은 농도가 높아질수록 미더덕 특유의 맛과 향이 높게 나타났으며, 질감과 촉촉한 정도는 대조군을 포함한 모든 곤약에서 유의차를 보이지 않았고, 전체적인 선호도는 25% 농도의 미더덕 껍질 추출물을 함유한 곤약에서 가장 높았다. 이상의 결과는 적절한 농도의 미더덕 껍질 추출물을 이용하면 기존의 곤약과 비교하여 영양적, 물성적, 관능적으로 소비자들에게 긍정적인 반응을 보일 수 있는 제품이 제조될 수 있음을 시사한다.

문 헌

1. Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J Food Sci Tech* 29: 255-260.
2. Joh YG. 1978. The sterol composition of *Styela clava*. *Bull Korean Fish Soc* 11: 97-101.
3. Ahn SH, Jung SH, Kang SJ, Jeong TS, Choi BD. 2003. Extraction of glycosaminoglycans from *Styela clava* tunic. *Korean J Biotechnol Bioeng* 18: 180-185.
4. Kim JJ, Kim SJ, Kim SH, Park HR, Lee SC. 2005. Antioxidant and anticancer activity of extracts from *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 937-941.
5. Kim JJ, Kim SJ, Kim SH, Park HR, Lee SC. 2006. Antioxidant and anticancer activities of extracts from *Styela clava* according to the processing methods and solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 278-283.
6. Jung ES, Kim JY, Park E, Park HR, Lee SC. 2006. Cytotoxic effect of extracts from *Styela clava* against human cancer cell lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 823-827.
7. Jung ES, Park E, Park HR, Lee SC. 2008. Antioxidant activities of extracts from parts of *Styela clava*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1674-1678.
8. Bae MS, Lee SC. 2008. Preparation and characteristics of kimchi with added *Styela clava*. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 573-579.
9. Jung ES, Lee SC. 2007. Preparation and characterization of liquors prepared with *Styela clava* and *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1038-1042.
10. Park SM, Lee BB, Hwang YM, Lee SC. 2006. Quality properties of fish paste containing *Styela clava*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 908-911.
11. Ko SC, Lee JK, Byun HG, Lee SC, Jeon YJ. 2012. Purification and characterization of angiotensin I-converting en-

- zyme inhibitory peptide from enzymatic hydrolysates of *Styela clava* flesh tissue. *Process Biochem* 47: 34-40.
12. Lee DW, You DH, Yang EK, Jang IC, Bae MS, Jeon YJ, Kim SJ, Lee SC. 2010. Antioxidant and ACE inhibitory activities of *Styela clava* according to harvesting time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 331-336.
 13. Fellegrini N, Ke R, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azino-bis(3-ethylene-benzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol* 299: 379-389.
 14. Adekunle AO, Tiwari BK, Cullen PJ, Scannell AGM, O'Donnell CP. 2010. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chem* 122: 500-507.
 15. SPSS. 2006. SPSS 14.0 for Windows. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
 16. Kang N, Ko SC, Kim EA, Kang MC, Lee SC, Kim J, Kim YT, Kim JS, Jeon YJ. 2013. Purification of antioxidative peptide from peptic hydrolysates of Miduduk (*Styela clava*) flesh tissue. *Food Science and Biotechnology* in press.
 17. Kim JM, Park HR, Lee SC, Park E. 2007. Ethanol induced leucocytic and hepatic DNA strand breaks are prevented by *Styela clava* and *Styela plicata* supplementation in male SD rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1271-1278.
 18. Choi BD, Kang SJ, Choi YJ, Youm MG, Lee KH. 1994. Utilization of ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. 3. Carotenoid compositions of ascidian tunic. *Bull Korean Fish Soc* 27: 344-350.
 19. Kang KH, No BS, Seo JH. 1998. *Food Analysis*. Sungkyungkwan University Academic Press, Seoul, Korea. p 387-394.
 20. Choi SY, Choi EY, Lee KE, Song AS, Park SH, Lee SC. 2012. Preparation and quality analysis of fish paste containing *Styela clava* tunic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1591-1595.

(2012년 10월 16일 접수; 2012년 11월 29일 채택)