

미더덕과 오만둥이를 이용한 술의 제조 및 특성

정은실 · 이승철[†]

경남대학교 식품생명학과

Preparation and Characterization of Liquors Prepared with *Styela clava* and *Styela plicata*

Eun-Sil Jung and Seung-Cheol Lee[†]

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

Abstract

Styela clava (SC, miduduk in Korean) and *Styela plicata* (SP, omangdungi in Korean) have been consumed as one of the most tasty seafoods in the southern coast of Korea. Liquors were prepared by soaking SC (whole, tunic, or flesh part) and SP (whole) in soju (alcohol content 30%) for 4 months, and then the characteristics were evaluated. Alcohol contents of the liquors decreased with increasing amounts of SC and SP. Antioxidant activities revealed by a radical scavenging activity showed that SC, especially flesh part, exhibited higher activity than SP in the liquors. Increasing the amount of SC and SP in liquors tended to decrease lightness and redness while increasing yellowness. In a sensory test, there was no significant difference between the liquors.

Key words: *Styela clava*, *Styela plicata*, liquor, quality

서 론

현대생활에서 건강에 대한 관심이 높아지면서 생리기능성 물질의 탐색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 주류에서도 기능성 물질을 함유한 소재를 응용하고 있으며, 특히 전통 민속주에서 인삼, 구기자, 두충, 오미자, 산수유, 숙지황, 매실, 탕자, 사삼, 질경, 작약, 당귀, 천금, 민들레, 자두 및 모과 등을 약용식물을 침출시켜 제조하는 약용주 등이 개발되고 있다. 그러나 우리 전통 민속주의 시장 규모가 수입 위스키와 맥주 시장 규모에 비해 크게 위축되고 있는 실정이므로 이들에 대처할 수 있는 고부가가치를 가진 새로운 생리기능성 전통주의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다(1).

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 있다. 현재 경상남도 마산시에서 우리나라 소비량의 80% 정도를 생산하고 있다. 미더덕은 0.3 g의 지질에 비해 단백질과 당질이 각각 2.2, 2.6 g 정도로 많이 함유되어 있으며, 나트륨, 칼륨, 인, 칼슘 등의 영양소도 각각 294.0, 110.0, 56.0, 45.0

mg 정도로 철, 비타민류에 비해 몇 십배로 많이 함유되어 있다(2). 미더덕에는 불포화지방산과 필수아미노산이 다량 함유되어 있으며(3), 용혈성 항균 펩티드가 보고되어 있고(4-7), 껍질로부터 glycosaminoglycan이 추출된 사례가 있다(8). 그리고 미더덕에 대한 스테롤함량(3)과, 특히 항산화능과 항암효과가 있음이 보고되어 있다(9). 반면, 오만둥이(*Styela plicata*)는 미더덕과(*Styelidae*)의 일종으로 척삭동물문의 미색동물아문, 해초강, 측성해초목에 속하는 해양생물에 속하며 주름 미더덕 또는 흰 명게라고도 불리어진다. 오만둥이는 미더덕과 비교하여 형태는 비슷하지만 입수공과 출수공이 미더덕처럼 밖으로 나와 있지 않고 다소 둥그스름하며 꼬리가 없고, 껍질표면의 돌기가 굵고 다소 옅은 빛깔을 띄고 있다. 오만둥이는 미더덕보다 향은 조금 못하나 껍질이 부드럽고 쫄깃하여 씹는 맛이 미더덕보다 좋아 된장이나 찜에 널리 이용되고 있다. 오만둥이에는 heparin과 dermatan sulfate가 함유되어 항응고효능을 보였으며(10, 11), 항균 펩티드로서 plicatamide라는 octapeptide가 존재하는 것이 보고되었다(12). 또한, 오만둥이의 hemocyte는 사람의 K-562 종양 세포주에 대한 세포독성을 보였으며(13), 오만둥이의 유기 용매 추출물은 항산화력과 대장암 세포주의 증식억제 활성도 보였었다(14). 오만둥이로부터 연구된 다양한 생리활성효과로 인해 오만둥이는 건강에 유익한 새로운

[†]Corresponding author. E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2684, Fax: 82-55-249-2995

식품소재로 주목받고 있다.

본 연구에서는 이런 다양한 가능성을 가지고 있는 고급 식품 소재인 미더덕과 오만둥이를 이용하여 술을 담구어 알콜 함량, DPPH 라디칼 소거능, 색도측정, 관능검사 등을 분석하여 기능성 식품 소재의 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용된 미더덕과 오만둥이는 경상남도 마산시 진동면 고현마을에 소재하는 미더덕영어로조합법인에서 2006년 8월에 구입하였다. 구입한 미더덕의 이물질을 제거하고 물로 깨끗이 여러 번 씻어 물기를 제거한 후, 미더덕은 살 부분과 껍질 부분을 분류하여 전체, 껍질, 살 부분으로 나누어 시험군으로 사용하였고, 오만둥이는 그 자체를 시험군으로 사용하였다. 항산화력 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 추출에 사용된 용매는 빅36 과실주용 소주((주)무학, 마산, 한국)로 롯데마트(마산점, 한국)에서 구입하여 사용하였다.

시료의 추출

구입한 미더덕의 이물질을 제거하고 물로 깨끗이 여러 번 씻어 물기를 제거한 후, 미더덕은 살 부분과 껍질 부분을 분류하여 전체, 껍질, 살 부분으로 나누어 미더덕주의 소재로 사용하였고, 오만둥이는 전체를 소재로 사용하였다. 밀폐 용기에 각각의 시료를 조각을 내어 10, 20, 50 g을 알콜 함량 30%의 과실주 250 mL에 담근 후, 질소치환을 하고 4개월 동안 침출시켰다(25°C, 상온, 그늘진 곳에 보관). 각각의 침출액(미더덕주 및 오만둥이주)은 여과지(Whatman No.1)로 여과한 후 분석에 이용하였다.

알콜 함량 측정

미더덕주 및 오만둥이주의 알콜 함량은 주정계((주)대광 계기제작소, 서울, 한국)를 이용하여 측정하였다. 즉, 각 시료를 실린더 비커에 주정계가 담길 정도만큼 부은 후, 깨끗하게 세척된 주정계를 천천히 담가 액체로 인한 기포가 완전히 사라진 후 주정계의 눈금을 측정하여 알콜 함량을 구하였다.

라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Lee 등의 방법(15)에 준하여 미더덕주 및 오만둥이주 0.1 mL에 4.1×10^{-5} M의 DPPH 용액 0.9 mL를 가한 후 상온에서 25분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 아래의 식에 의해 전자공여능으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리 구의 흡광도}}\right) \times 100$$

색도측정

미더덕주와 오만둥이주의 색도는 광전 비색계(Minolta CR-200, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 측정하였다. 이때 표준 백판의 *L*값은 98.11, *a*값은 -0.33, *b*값은 +2.13으로 기준을 잡고 측정하였다.

관능검사

미리 훈련된 15명의 패널을 선정하여 미더덕주 및 오만둥이주의 관능검사를 실시하였다. 각 항목 별로 Turkey' HSD test를 사용하여 최고 5점, 최저 1점의 5단계 평점법에 의해 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 이루어졌으며, 그 평균값은 SAS software를 사용하여 General Linear Model의 방법에 따라 처리하였다(16). 모든 처리값의 차이는 신뢰 수준 95% ($p < 0.05$)로 비교하여 분석되었다.

결과 및 고찰

미더덕주 및 오만둥이주의 알콜 함량

미더덕(전체, 껍질, 살)과 오만둥이의 첨가량을 달리하여 술을 담가 4개월간의 숙성 후 알콜 함량을 측정하였다(Table 1). 모든 시험구에서 시료의 첨가량이 증가할수록 알콜 함량이 감소하였다. 미더덕의 경우, 92.90%의 수분 함량을 가진 살 부위(2)의 첨가군에서 가장 낮았는데, 250 mL의 30% 과실용 술에 10, 20, 50 g의 미더덕 살을 첨가하였을 때 각각 24.0, 23.8, 17.6%의 알콜이 측정되었다. 상대적으로 수분 함량이 적은 껍질(수분함량 70.00%)의 경우에는 같은

Table 1. Alcohol content and DPPH radical scavenging activity (RSA) of liquors prepared with *Styela clava* (SC) and *Styela plicata* (SP) after soaking in soju (alcohol content 30%) for 4 months (%)

Sample (g)		Alcohol content	DPPH RSA
SC	Whole	10	12.31 ^(f)
		20	13.95 ^e
		50	22.24 ^b
	Tunic	10	-1.43 ⁱ
		20	-2.52 ^j
		50	-4.08 ^k
Flesh	10	15.37 ^d	
	20	19.86 ^c	
	50	26.46 ^a	
SP	Whole	10	10.41 ^h
		20	11.56 ^g
		50	15.03 ^d

All measurements were done in triplicate, and values are averages of three replications.

¹⁾Different letters within a column indicate significant difference ($p < 0.05$), $n = 3$.

조건에서 10, 20, 50 g을 첨가하였을 때 각각 24.0, 23.8, 21.8%의 알콜이 측정되었다. 살과 껍질을 다 함유한 미더덕 전체(수분함량 89.04%)를 첨가하였을 때는 살과 껍질의 중간에 가까운 값을 보였으며, 전체 부위를 첨가한 오만둥이(수분함량 91.38%)의 경우에서도 미더덕 전체 부위 첨가군과 비슷한 알콜 함량치가 측정되었다. 본 연구에 사용한 미더덕과 오만둥이의 전체 부위 영양 성분의 분석 결과로서, 단백질은 각각 4.6%와 3.7%, 지방은 0.7%와 1.0%, 탄수화물은 4.4%와 2.6%, 회분은 1.3%와 1.4%로 측정되었다.

미더덕과 오만둥이에 함유된 수분은 알콜과 조속현상에 의해 쉽게 어우러지는데, 물분자는 H-O-H 구조에서 분자끼리 수소결합에 의하여 회합하여 cluster를 형성하는 성질을 갖고 있으며, 알콜 분자도 -OH기를 갖고 있어 같은 모양으로 분자회합을 이룬다. 물과 알콜이 공존하면 이들 양자의 cluster도 또한 형성된다. 이와 같은 변화는 오랜 시간을 경과 하면서 진행되며 물리적 성질의 변화도 수반하게 된다. 이런 현상에서 오래된 알콜 수용액은 알콜 특유의 자극취가 없어지고, 맛도 부드럽게 순환되는 점과 전기적 성질의 하나인 투전성이 변하여 투전율이 저하되는 것(17)으로 증명된다.

미더덕주 및 오만둥이주의 DPPH 라디칼 소거능

어떤 물질의 항산화력을 측정하는 방법은 대상 활성 산소 측에 따라 다양하다. 본 실험에서는 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl 라디칼의 소거 특성을 이용한 것으로 가장 널리 이용되고 있는 DPPH assay로 항산화력을 측정하였다. DPPH는 분자내에 안정한 라디칼을 함유하지만 cysteine, glutathione과 같은 함유황 아미노산과 아스코르브산, 토코페롤, hydroquinone, pyrogallol과 같은 polyhydroxy aromatic compounds, aminophenol과 같은 aromatic amine 등의 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 환원되어 짙은 보라빛이 탈색되면서 안정한 화합물로 변화하여 노란빛을 띠게 된다. 이러한 반응의 정도는 항산화제의 수소공여능에 의존한다(15). 각각의 시료에 대한 DPPH 라디칼 소거능은 Table 1에 나타내었다. 시험구의 미더덕(전체, 껍질, 살)과 오만둥이가 50 g/250 mL일 때 각각 22.24, -4.08, 26.46, 15.03%의 활성을 보였으며, 미더덕은 첨가량이 많아질수록 전체와 살 부위의 경우에는 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였으나, 껍질 부위의 경우에는 감소하였다. 이것은 살 부분과 껍질 부분의 활성이 서로 조합이 되어 전체 부분의 결과에 영향을 주는 것으로 생각되며, 부위별로 조금씩 다른 활성을 보였다. Kim 등(9,14)은 50 mg/mL 농도의 미더덕과 오만둥이의 에탄올 추출물의 라디칼 소거능이 각각 21.69, 19.47%라고 보고하였는데, 본 연구에서 미더덕 전체부분 50 g/250 mL를 함유한 실험구 값은 22.24%로 비슷한 수치를 나타내었지만, 오만둥이는 50 g/250 mL를 함유하였을 때 15.03%로 낮은 라디칼 소거 활성을 보였다. 그리고 같은 조건인 50 mg/mL 농도일 때를 비교하면 미더덕 전체부분은 5.56%, 오만둥이

는 3.76%의 라디칼 소거 활성을 나타낼 것으로 예측된다. 이는 순수한 에탄올로 추출한 경우(9,14)와 30% 에탄올 농도로 추출된 것과의 차이라 생각된다. 그리고 미더덕과 오만둥이를 비교할 때에는 미더덕이 오만둥이보다 조금 더 소거 활성이 좋았다. 미더덕과 오만둥이의 이런 항산화작용은 carotenoprotein에 함유된 carotenoid 성분, DHA, EPA 등의 불포화지방산이 항산화작용에 주로 기여했을 것으로 생각된다(9).

미더덕주 및 오만둥이주의 색도 변화

미더덕과 오만둥이의 첨가량을 달리하여 제조한 술의 색도를 측정하였다(Fig. 1, Table 2). 색도는 Hunter's color value인 명암을 나타내는 L값 [lightness, 0~100(100=white, 0=black)], 적색과 녹색의 정도를 나타내는 a값 [redness, -60~+60(=green, +=red)], 그리고 황색과 청색의 정도를 나타내는 b값 [yellowness, -60~+60(=blue, +=yellow)]으로 측정하였다. 한편 미더덕과 오만둥이의 첨가량에 따른 침출액의 색 변화 정도를 구별하기 위해 National Bureau of Standards(NBS)의 정의에 따라 색차(total color difference, ΔE)를 이용하였다(18). 대조구(알콜 도수 30도의 과실주용 소주)의 색도는 명도(L값)가 68.46, 적색도(a값)가 +0.13, 황색도(b값)가 +1.38이었으나, 미더덕주와 오만둥이

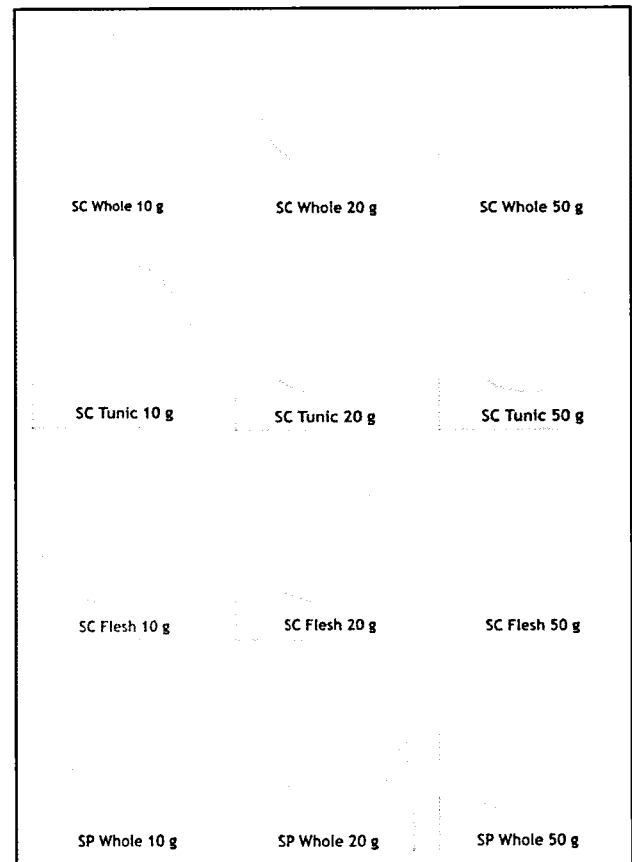


Fig. 1. The color of *Styela clava* (SC) and *Styela plicata* (SP) liquors.

Table 2. Changes in color value of liquors prepared with *Styela clava* (SC) and *Styela plicata* (SP) after soaking in soju (alcohol content 30%) for 4 months

Sample (g)	Color value ¹⁾				
	L value	a value	b value	ΔE	
Control	68.46 ^{a2)}	0.13 ^a	1.38 ^l	0.00	
Whole	10	66.82 ^d	-0.23 ^f	4.40 ^g	3.45 ^g
	20	66.74 ^d	-0.40 ^h	6.03 ^d	4.99 ^d
	50	64.06 ^h	-0.60 ⁱ	10.89 ^b	10.50 ^b
SC Tunic	10	67.78 ^{bc}	0.03 ^b	2.31 ^k	1.16 ^k
	20	68.40 ^a	-0.03 ^c	2.52 ^j	1.15 ^l
	50	67.92 ^b	-0.12 ^d	3.10 ^j	1.82 ^j
Flesh	10	65.18 ^g	-0.06 ^c	4.45 ^f	4.49 ^f
	20	65.56 ^f	-0.16 ^e	6.31 ^c	5.72 ^c
	50	63.36 ⁱ	-0.26 ^f	11.12 ^a	11.00 ^a
SP Whole	10	66.82 ^d	0.04 ^b	3.12 ^j	2.40 ^h
	20	67.70 ^c	-0.02 ^c	3.56 ^h	2.31 ⁱ
	50	66.24 ^e	-0.30 ^g	5.63 ^e	4.81 ^e
SEM ³⁾	0.06	0.01	0.01	0.00	

¹⁾L, degree of whiteness; a, degree of redness; b, degree of yellowness; and ΔE, overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$).

²⁾Different letters within a column indicate significant difference (p<0.05), n=3.

³⁾Standard error of the means.

주의 색도는 L값이 50 g/250 mL 함유일 때 가장 낮았으며, a값은 감소하는 경향, b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 전반적인 색차를 나타내는 ΔE값의 변화를 NBS의 기준에서 검토해 볼 때 미더덕과 오만둥이의 첨가량이 증가할수록 그 수치가 증가하는 경향을 보였으며, 첨가량이 50 g/250 mL일 때 각각 10.50, 1.82, 11.00, 4.81의 수치를 나타내었다. 이 같은 영향은 우렁쟁이, 미더덕, 오만둥이 등의 미색동물의 피막(tunicate) 부위와 육질 부분에 함유된 alloxanthin을 비롯한 xanthine계 카로테노이드 색소(19)의 함유량 및 함유 종류의 차이에 기인한다고 생각된다.

미더덕주 및 오만둥이주의 관능검사

미더덕과 오만둥이 술의 관능검사 결과를 Table 3에 나타내었다. 향기(flavor)의 경우 미더덕 전체 부분과 오만둥이는 첨가량이 많아질수록 점수가 높아지는 경향을 보였으며, 미더덕 껍질 부분과 살 부분은 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 미더덕과 오만둥이의 고유의 향이 알콜의 향에 영향을 주어 관능검사원들에게 부정적으로 작용한 것으로 보이거나 유의적으로 큰 차이는 보이지 않는다. 한편, 색(color)의 경우에는 각각의 시료 첨가량이 많을수록 점수가 높았으나 유의적인 차이는 존재하지 않는다. 이 결과는 Table 2의 색도 변화와 밀접한 관계가 있다. 즉, a값은 감소하나, b값은 증가하여 시료의 고유의 색이 많이 침출되었다고 판단되어 사람들이 선호한다고 생각된다. 맛(taste)은 시료의 첨가량이 많아질수록 대부분 낮은 점수를 얻었으며, 알콜 감도(sensitivity of alcohol)는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 그리고

Table 3. Changes in sensory evaluation of liquors prepared with *Styela clava* (SC) and *Styela plicata* (SP) after soaking in soju (alcohol content 30%) for 4 months

Sample (g)	Color	Taste	Sensitivity of alcohol	Flavor	Overall acceptance	
Whole	10	2.67 ^{b1)}	2.56 ^{ab}	3.67 ^{ab}	2.67 ^a	3.22 ^a
	20	3.44 ^{ab}	2.44 ^{ab}	2.78 ^b	3.11 ^a	2.33 ^a
	50	4.22 ^a	2.00 ^b	4.33 ^a	3.67 ^a	2.56 ^a
SC Tunic	10	3.33 ^{ab}	3.33 ^a	3.67 ^{ab}	3.67 ^a	2.44 ^a
	20	3.33 ^{ab}	2.44 ^{ab}	4.33 ^a	2.33 ^a	2.56 ^a
	50	3.67 ^{ab}	2.33 ^{ab}	4.00 ^a	2.44 ^a	2.33 ^a
Flesh	10	2.67 ^b	3.44 ^a	4.00 ^a	3.56 ^a	3.33 ^a
	20	3.33 ^{ab}	2.89 ^{ab}	3.78 ^{ab}	3.22 ^a	2.89 ^a
	50	3.67 ^{ab}	2.56 ^{ab}	3.78 ^{ab}	2.78 ^a	2.78 ^a
SP Whole	10	3.67 ^{ab}	3.00 ^{ab}	3.44 ^{ab}	3.11 ^a	3.00 ^a
	20	3.44 ^{ab}	3.44 ^a	4.11 ^a	3.56 ^a	2.89 ^a
	50	4.11 ^a	3.11 ^{ab}	3.89 ^{ab}	3.56 ^a	2.89 ^a
	0.25	0.25	0.26	0.30	0.23	

¹⁾Different letters within a column indicate significant difference (p<0.05), n=3.

전체적인 선호도(overall acceptance)를 보면 서로 큰 차이를 보이지 않는데 이것은 익숙하지 못한 술에 대한 사람들의 호감도가 낮아 차이가 뚜렷하게 나타나지 않는 것 같다.

요 약

척색동물문 미색동물아문에 속하는 미더덕과 오만둥이는 독특한 향과 맛으로 인해 식품에 널리 이용되고 있다. 영양 성분으로 EPA와 DHA와 같은 오메가 3 고도 불포화지방산, 타우린 및 유리 필수 아미노산, 그리고 카로테노이드 화합물이 함유되어 있다. 본 연구에서는 영양생리학적 기능이 풍부한 미더덕과 오만둥이를 이용하여 술을 제조한 후, 품질을 평가하였다. 미더덕은 전체, 껍질, 살 부분으로 부위를 나누고, 오만둥이는 전체를 이용하여 각각 10, 20, 50 g을 알콜 함량 30%의 시판 과일주용 소주 250 mL에 첨가하여 4달간 숙성한 후 주정도, DPPH 라디칼 소거능, 색도측정, 관능검사를 실시하였다. 제조한 각 술의 알콜 함량은 미더덕과 오만둥이의 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 항산화 활성인 DPPH 라디칼 소거능은 오만둥이보다 미더덕이 조금 더 활성이 좋았으며, 미더덕의 부위별로는 살 부분이 가장 좋았다. 술의 색도는 미더덕과 오만둥이의 첨가량이 증가할수록 L값과 a값은 감소하는 경향, b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 관능검사에서 미더덕, 오만둥이 술은 비슷한 경향을 보였으며 전체적으로 시험구간의 유의적인 차이는 거의 나타나지 않았다.

문 헌

1. Seo SB, Kim JH, Kim NM, Choi SY, Lee JS. 2002. Effect of acasia (*Robinia pseudo-acasia*) flower on the physio-

- logical functionality of Korean traditional rice wine. *Kor J Microbiol Biotechnol* 4: 410-414.
2. The Korean Nutrition Information Center. 1998. *Food Values*. The Korean Nutrition Society. Seoul, Korea. p 192.
 3. Jo YG. 1978. The sterol composition of *Styela clava*. *Kor Fish Soc* 11: 97-101.
 4. Lehrer RI. 2001. Clavanins and styelins, alpha-helical antimicrobial peptides from the hemocytes of *Styela clava*. *Adv Exp Med Biol* 484: 71-76.
 5. Menzel LP, Lee IH, Sjostrand B, Lehrer RI. 2002. Immunolocalization of clavanins in *Styela clava* hemocytes. *Dev Comp Immunol* 26: 505-515.
 6. Lee IH, Zhao C, Nguyen T, Menzel L, Waring AJ, Sherman MA, Lehrer RI. 2001. Clavaspilin, an antibacterial and haemolytic peptide from *Styela clava*. *J Pept Res* 58: 445-456.
 7. Taylor SW, Craig AG, Fischer WH, Park M, Lehrer RI. 2000. Styelin D, an extensively modified antimicrobial peptide from ascidian hemocytes. *J Biol Chem* 275: 38417-38426.
 8. Ahn SH. 2003. Extraction of glycosaminoglycans from *Styela clava* tunic. *Biotechnol Bioproc Eng* 18: 180-185.
 9. 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.
 10. Cavalcante MCM, Allodi S, Valente AP, Strausi AH, Takahashi HK, Mourão PAS, Pavão MSG. 2000. Occurrence of heparin in the invertebrate *Styela plicata* (Tunicata) is restricted to cell layers facing the outside environment. *J Biol Chem* 275: 36189-36196.
 11. Pavão MSG, Aiello KRM, Werneck CC, Silva LCF, Valente AP, Mulloy B, Colwelli NS, Tollefseni DM, Mourão PAS. 1998. Highly sulfated dermatan sulfates from ascidians. *J Biol Chem* 273: 27848-27857.
 12. Tincu JA, Menzel LP, Azimov R, Sands J, Hong T, Waring AJ, Taylor SW, Lehrer RI. 2003. Plicatamide, an antimicrobial octapeptide from *Styela plicata* hemocytes. *J Biol Chem* 278: 13546-13553.
 13. Raftos DA, Hutchinson A. 1995. Cytotoxicity reactions in the solitary tunicate *Styela plicata*. *De Comp Immunol* 19: 463-471.
 14. Kim JJ, Kim SJ, Kim SH, Park HR, Lee SC. 2006. Antioxidant and anticancer activities of extracts from *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 937-941.
 15. Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR. 2004. Effect of far-infrared radiation on the activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1580-1583.
 16. SAS Institute. 1995. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 17. Shim KH, Sung NK, Chio JS. 1988. Changes in major components during preparation of apricot wine. *J Inst Agr Res Util* 22-2: 139-147.
 18. Judd DG, Wyszecski G. 1964. *Applied colorific science for industry and business*. Diamond Co., Tokyo, Japan. p 333.
 19. 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.

(2007년 5월 8일 접수; 2007년 6월 12일 채택)