

Sprague-Dawley계 쥐에서의 우렁쉥이껍질의 항당뇨·항고지혈증 기능활성

이승주·하왕현·최혜진·조순영*·최종원¹
 강릉원주대학교 식품가공유통학과, ¹경성대학교 약학대학

Antihyperlipidemic and Antidiabetic Activities of the Ascidian Tunic in Sprague-Dawley Rats

Seung-Joo Lee, Wang-Hyun Ha, Hye-Jin Choi,
 Soon-Yeong Cho* and Jong-Won Choi¹

Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju
 National University, Kangnung 210-702, Korea

¹College of Pharmacy, Kyungsoo University, Busan 608-736, Korea

This study examined the antidiabetic and antihyperlipidemic activities of an ascidian (*Halocynthia roretzi*) in rats *in vivo*. Rats were fed on experimental diet including dried ascidian powder (200 mg/kg body weight) for 4 weeks, and then the triglyceride and total cholesterol levels in blood were analyzed. On the ascidian tunic powder diet, the triglyceride level decreased by more than 20.9% and the total cholesterol content decreased by more than 24.4%. In comparison, the triglyceride and total cholesterol level in the blood of rats fed ascidian meat powder decreased only slightly. Therefore, the ascidian tunic powder might be a healthy food with antidiabetic and antihyperlipidemic effects.

Key words: Ascidian, Health functional food, Antidiabetes, Antihyperlipidemia

서 론

생활습관병이란 우리가 일반적으로 알고 있는 성인병을 2003년 이후로 개칭하여 불리고 있는 질병인데, 고혈압, 알레르기, 비만, 당뇨, 간경변, 심장질환, 암등이 모두 여기에 속한다. 생활습관병이란 개념을 도입하게 된 이유는, 이들 질병이 식습관, 생활양식 및 환경적요인 등을 개선함으로써 치료가 가능한 질병이기 때문이다 (Kang, 2004).

당뇨병은 인슐린의 절대적인 양이 적거나 혹은 인슐린이 분비되나 그 생리 작용을 충분히 나타내지 못해 생기는 고혈당증으로, 요중에 포도당이 검출되는 현상을 말한다. 당뇨병은 그 자체 보다는 지속적인 혈당 조절의 실패로 오는 합병증이 환자에게 있어서 더욱 치명적이다. (Jee and Chung, 2000). 인슐린 의존성 당뇨병에서는 혈중 인슐린의 양이 현저히 감소되며, 인슐린 분비부족에 따른 지방분해산물인 케톤체의 체내 과다축적으로 생기는 당뇨병케톤산증이 일어나는 것으로 보고되고 있다. 이러한 인슐린 의존형 당뇨병에서 나타나는 이차적인 증상을 억제하기 위하여 적절한 인슐린의 투여가 필수적이며, 췌장소도염 예방목적으로 nicotinamide 등이 사용되고 있다 (Atkinson and Maclaren, 1990) 인슐린 비의존형 당뇨병에서는 식이요법과 운동요법을 병행하며, 이러한 방법으로 치료되지 않을 경우에는 경구용 혈당강하제를 사용하기도 한다. 이러한 경구용 혈당강하제는 일반적으로 비만인 환자에 적용하는 metformin과 같은 biguanide 계통의 약물이 주로 사용되고 있으나 이들 약물은 각각 심한 유산혈증과 저혈당의

부작용을 동반한다 (Kahn, 1994). 이에 한약학 및 기능성식품학에서 각종 생약재를 이용한 당뇨병 치료제 개발에 주력하고 있다 (Kim et al., 1996). 고지혈증이란 혈청지질의 농도가 정상보다 많은 경우로서 (McKee, 2000), 이러한 혈청지질이 정상인보다 높아지는 경우는, 지질함량식이의 과다한 섭취가 주원인인데 (Robbins et al., 1989), 보다 정확한 원인은 과다한 육류의 섭취가 아니라, 고혈당이나 섭취한 지질의 대사이상으로 인한 혈중 지질의 증가, 또는 지질과산화에 따른 조직의 손상으로 인해서 발병 된다 (Urano, 1991; Sohal and Allen, 1990). 멧게류는 전세계적으로 약 2,000종이 서식하고 있지만, 산업적으로 가치가 있는 종은 우렁쉥이 (*Halocynthia roretzi*)로서, 한국 일본 등지에서 생식으로 애용되고 있다. 실험에 사용한 우렁쉥이는 척삭동물문 (Phylum Chordata), 해초강 (Class Asidiacea), 측성해초목 (Order Pleurogona), 멧게과 (Family Pyuridae)의 *Hlocynthia roretzi*이다 (Hong, 2006). 우렁쉥이의 식품성분에 관한 연구로는 우렁쉥이의 화학적 조성 (Lee et al., 1993a), 및 정미성분 (Lee et al., 1983b), 함질소성분 및 유리아미노산의 계절변동 (Watanabe et al., 1985; Park et al., 1990; Park et al., 1991; Watanabe et al., 1983) 등이 있다. 우렁쉥이의 약리효과에 대한 보고로는, Hong et al. (2002)은 우렁쉥이의 껍질 유래의 황산다당의 ACE (angiotensin converting enzyme)저해능이 있어 결과적으로 혈압강하를 한다는 보고를 했으며, Yook et al. (2003)은 우렁쉥이 껍질 유래의 식이섬유가 혈청지질함량을 떨어뜨린다는 보고를 했다. 또한 Liu et al., (2002)은 우렁쉥이나 해삼등의 조직에 많이 분포하는 GAGs

*Corresponding author: csykang@gwnu.ac.kr

(glycosaminoglycans)가 다양한 생리적 기능에 영향을 미치는데, GAGs는 면역력을 향상시킨다거나, 임신과 출산을 용이하게 하며, 지질의 대사를 촉진시키는 보고를 한 바 있다. 기존의 보고의 경우, 우렁쟁이의 생활습관병에 대한 연구자료는 미비한 실정이며, 우렁쟁이의 껍질과 가식부에 대한 비교자료는 없었다. 따라서, 이들 자료를 비교할 수 있도록 우렁쟁이를 특정한 기능성 성분을 분리하지 않은 그 자체로서 부위별로 기능활성을 얼마나 발현해주는지를 검토해 보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 양식산 우렁쟁이 (*Halocynthia roretzi*)는 강원도 영진항 근해에서 양식된 것으로, 2007년 12월 5일에 주문진 수산시장에서 총 294마리를 구입하였다. 실험목적상 가식부와 껍질을 분리 회수하여, 실험에 사용하였다. 본 실험에 사용한 우렁쟁이의 평균 무게와 평균 크기는 Table 1에 나타내었다. 즉, 우렁쟁이의 평균 무게는 64.7 ± 10.2 g이며 그 중 껍질을 제외한 육의 평균 무게는 50.5 ± 7.9 g으로서 전체 무게에 대한 비율은 $78 \pm 6.3\%$ 로 나타났다. 우렁쟁이의 평균 직경은 48.4 ± 8.3 mm, 평균 높이는 106.1 ± 18.4 mm이었다.

Table 1. Weights and dimensions of the tested ascidians

Whole body weight (g)	Meat weight (g)	Diameter (mm)	Height (mm)
64.7 ± 10.2	50.5 ± 7.9	48.4 ± 8.3	106.1 ± 18.4

건조시료의 제조

우렁쟁이를 먼저, 수도수로 깨끗이 세척하여 이물질과 염분을 제거한 후, 체에 받쳐서 가급적 물기를 최소화 하였다. 껍질과 육을 분리하고, 절단 과정 중에 체액과 내장이 흘러나오는데, 이 체액과 내장을 육에 포함시켜 건조하였다. 급냉의 조건은 -50°C 급냉고 (DFS520, Ilshin, Korea)에서 12시간 방치하여 완전히 동결시킨 뒤, 감압동결건조기 (Vacuum Freeze Dryer PVIFD30A, Ilshin, Korea)에 넣었으며 건조시간은 42시간이 소요되었다.

일반 성분 분석

일반 성분은 AOAC법 (1990)에 따라, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 분석하였고, 회분은 600°C 건식회화법, 조지방은 Soxhlet법으로 분석하였다.

동물 실험을 통한 항당뇨 효능 검증 시험

실험동물은 (주) 대한 바이오링크 (충북 음성)로부터 분양받아 본 대학 동물사에서 일정한 조건 (온도 : $22 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 : $55 \pm 3\%$, 명암 : 12시간 light/dark cycle)으로 1주 동안 고품 사료로 적응시킨 체중 200 ± 10 g의 Sprague-Dawley계 쥐를 사용하였다. 당뇨병의 유발은 streptozotocin (STZ) 50 mg/kg을 0.05 M citrate buffer (pH 4.5)에 녹여 꼬리정맥으로 투여한

후 48시간 후에 눈의 정맥으로부터 혈당을 측정하여 300-400 mg/dL의 범위에 들어오는 쥐를 선별하여 실험동물로 사용하였다. 우렁쟁이의 육과 껍질의 건조분말을 10% tween 80에 현탁시켜 투여용량을 100, 200 mg/kg로 oral needle zonde를 사용하여 실험동물에 2주 및 4주간 투여하였다. 혈중 glucose의 정량은 glucose oxidase (Rabbo and Terkildsen, 1960)법에 따라 조제된 kit (Exactech)를 사용하였다. 본 실험에서 얻어진 결과는 평균치±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검증은 Duncan's multiple range test를 이용하였다.

동물 실험을 통한 항고지혈증 효능 검증 시험

실험동물은 효창사이언스로부터 분양받아 동물사의 일정한 조건 (온도 : $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 : 40-60%, 명암 : 12시간 light/dark cycle)하에서 2주가량 충분히 적응시켜 사육한 체중 20 ± 5 g의 ICR계 (Institute of Cancer Research, USA) 쥐 (rat)를 사용하였고, 실험 시간 전 24시간 동안 물만 주고 절식하였다. 이때 효소 활성의 일중 변동을 고려하여 실험동물을 일정시간 (오전 10:00~12:00) 내에서 처치하였다. 우렁쟁이의 육과 껍질의 건조분말을 10% tween 80에 현탁시켜 실험동물에 kg당 100, 200 mg을 oral zonde를 사용하여 하루에 한번씩 2주 및 4주간 섭취시켰다. Wout et al. (1992)의 방법에 따라 시료의 마지막 투여일에 poloxamer-407 (300 mg/kg)을 빙냉상에서 생리식염수에 용해하여 복강내에 투여하고 24시간 후에 처사하였다. 그리고 Kusama et al. (1988)의 방법에 준하여 Triton WR-1339 투여 16시간 전부터 절식시킨 후 Triton WR-1339 200 mg/kg를 꼬리정맥에 주사하여 고지혈증을 유발시킨 후 18시간 후에 CO_2 gas로 마취하여 채혈하였다.

혈중 지질함량의 측정

시료의 투입이 끝난 실험동물을 CO_2 로 가법게 마취시키고 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취하여 채취한 혈액을 30분간 방치한 후 3000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 분리하고 지질함량을 측정 하였다.

Total cholesterol 함량의 측정

Richmond (1976)의 효소법에 의하여 조제된 kit (AM 202-K, Asan, Korea)를 사용하여 실험하였다. 즉, 빙냉상에서 효소시약 (cholesterol esterase 20.5 U/L, cholesterol oxidase 10.7 U/L, sodium hydroxide 1.81 g/L 함유)을 효소시약 용해액 (potassium phosphate monobasic 13.6 g/L, phenol 1.88 g/L 함유)에 용해한 후 시료 20 μL 에 조제한 효소시약 3.0 mL를 첨가한 후 37°C 에서 5분간 incubation하여 시약 blank를 대조로 파장 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량선에 준해 혈중 함량은 mg/dL로 표시하였다.

Triglyceride 함량의 측정

McGowan et al. (1983)의 방법에 준하여 조제된 kit (AM 157S-K, Asan, Korea)를 사용하여 실험하였다. 즉, 빙냉상에서 효소시약 (lipoprotein lipase 10800 U, glycerol kinase 5.4 U, peroxidase 135000 U, L- α -glycero phosphooxidase 160 U 함유)을 효소시약 용해액 [N,N-bis (2-hydroxyethyl)-2-aminomethane

sulfonic acid 0.427 g/dL 함유]에 용해한 후 시료 20 µL에 조제한 효소시액 3.0 mL을 첨가한 후 37°C 에서 10분간 처리하여 시약 blank를 대조로 파장 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량선에 준해 혈중 함량은 mg/dL로 표시하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 평균치±표준편차로 표시하였고, PC-STAT 프로그램으로 Duncant's multiple range test를 적용하여 유의차검정을 시도하였다.

결과 및 고찰

동물실험용 시료의 수율

건조 전 생 시료의 경우, 우렁쟁이는 가식부인 육이 78.0%, 통상 비가식부인 껍질부분 (생 시료 상태에서 가식하는 사람들도 있음)이 22.0%를 차지하였다. 시료를 진공 동결 건조한 결과 육이 42.8%, 껍질 부분이 57.2%로서 비가식부 비율이 더 커졌다. (Table 2)

Table 2. The weights and yields of the fresh and dried ascidians used in this study

	Total weights of fresh ones (portion percent)	Total weights of dried ones (portion percent)
Meat	14,836 g (78.0%)	550 g (42.8%)
Tunic	4,185 g (22.0%)	734 g (57.2%)
Whole body	19,021 g (100.0%)	1284 g (100.0%)

동물실험용 시료의 일반 성분

생물상태 우렁쟁이 및 진공동결 건조한 우렁쟁이의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3에 각각 나타내었다. 가식부나 비가식부 모두 수분이 매우 높은 함량이었으며, 육에서는 조회분과 다당이 많았으며 비가식부에서는 조회분이 매우 많았다. 이들 시료를 진공 동결 건조하여 거의 수분이 없는 상태인 건조시료를 만들어 실제 동물실험에 투여 하였다. 즉, 건조시료상태의 우렁쟁이 육은 무기질, 지방 및 단백질이 거의 균등하게 포함되어 있었고, 우렁쟁이 껍질에는 무기질이 74% 정도로 단연 높은 함량을 차지하고 그 외 단백질, 지방순으로 다량 함유하고 있었다. 생 시료의 경우, 본 실험에 사용한 우렁쟁이는 84.5-90.7%의 높은 수분 함량을 나타내었다. Lee et al. (1993a)의 보고와 비교하면, 실험에 사용한 우렁쟁이의 조성은 조단백함량이 낮았지만 지질의 함량과 회분의 함량은 비슷한 수준이었다.

Table 3. Proximate composition of the live ascidians and dried ascidians used in this study

Body tissue sections	Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)	Crude ash (%)
The live ascidians				
Meat	90.7±0.7	1.8±0.1	2.4±0.0	2.5±0.4
Tunic	84.5±0.8	1.4±0.3	0.8±0.2	11.5±0.3
The dried ascidians				
Meat	18.9±1.1	25.8±2.2	27.3±4.6	28.1±0.1
Tunic	8.7±0.2	4.8±0.1	73.6±1.6	12.9±0.1

Table 4. Effect of the ascidians on the blood glucose concentration in STZ-induced hyperglycemic rats

Treatment	Dose (mg/kg)	Concentration (mg/dL)	
		2 weeks	4 weeks
Normal		93.5±10.7 ^b	98.7±9.57 ^d
Control		380.2±45.2 ^a	379.8±25.4 ^a
Meat	100	365.6±35.2 ^a	369.8±30.1 ^{ab}
	200	369.9±27.8 ^a	368.2±31.9 ^{ab}
Tunic	100	381.7±32.1 ^a	345.3±20.5 ^{ab}
	200	376.9±25.4 ^a	289.1±18.6 ^c

Values are expressed mean±S.D. for group of nine experiment. Values sharing the same superscript letter are not significantly different each other ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

식이 후 혈중 glucose 함량에 미치는 영향

실험동물에게 인위적으로 당뇨병을 유발한 뒤, 우렁쟁이를 투여하여 항당뇨효과가 있는지를 검증하였다. 이때, 사용한 당뇨유발물질은 streptozotocin (STZ)인데, STZ는 포유동물의 인슐린생산을 억제하는 화학물질로서 실험용 동물에게 제 1형 당뇨병을 유발하는 용도로 사용된다. 미국 FDA에서는 STZ를 췌장암 치료용으로 사용을 허가하고 있는데, 해당 환자에게 이 약물 투여시에는 암세포의 크기가 작아지거나 암으로 인한 각종 증상의 완화가 가능하다 (Brentjens and Saltz, 2001). 하지만, 이 물질의 독소로 인한 문제가 있으며, 심지어는 암을 일으키기도 하기에, 제한적으로 사용되고 있다. 당뇨유발의 용도로 사용하는 양은 보통 500 mg/m²/day를 정맥주사를 통해 5일간 주입하며, 이를 4-6주간 반복한다. 다른 알킬화제들과 마찬가지로 nitrosourea화합물들은 DNA손상을 일으킬 뿐만 아니라, 다른 유해한 화학반응을 일으키기도 한다 (Wang and Gleichmann, 1998; Schnedl et al., 1994). STZ로 당뇨병을 유도한 실험동물에게 4주간 건조한 우렁쟁이의 육과 껍질을 투여한 결과는 Table 4에 나타내었다. 실험 2주째는 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았으나, 4주째에 이르러 유의적인 차이를 보여, 혈당수치가 확실히 떨어지는 것을 관찰할 수 있었다. 특히, 육보다는 껍질에서 유의적인 차이를 보여 200 mg/kg으로 4주간 투여하였을 때 STZ만 투여한 대조구에 비해 혈당이 23.9%나 감소하였다.

식이 후 혈중 지질함량에 미치는 영향

Poloxamer 407은 친수성, 비이온계 계면활성제로서 triblock 공중합체인데, 두 개의 친수성기와 한 개의 소수성기로 구성되어 있다. Poloxamer 407은 간에서 HMG-CoA reductase활성을 증진하며 상피세포 표면에 존재하여 순환하고 있는 triglyceride의 가수분해에 관여하는 효소인 lipoprotein lipase를 강력하게 억제함으로써 hypertriglyceridemia를 일으키는 물질로 알려져 있다 (Lee et al., 2004c). Poloxamer 407로 고지혈증을 유발시킨 실험동물의 4주간 식이 후 발생한 혈중 지질함량변화는 Table 6에 나타내었다. Poloxamer 407로 유발된 고지혈증의 경우, 4주간 시료투입과 지질농도 감소는 유의적

Table 5. Effect of sample on the serum lipid levels in poloxamer-407 treated rats

Treatment	Dose (mg/kg)	Triglyceride (mg/dL)		Cholesterol	
		2 weeks	4 weeks	2 weeks	4 weeks
Normal		96.3±13.2 ^b	97.3±12.8 ^b	86.3±19.2 ^b	88.7±15.6 ^c
Control		1327.5±300.4 ^a	1319.3±280.1 ^a	849.2±93.4 ^a	839.7±67.3 ^a
Meat	100	1356.1±283.5 ^a	1296.8±300.1 ^a	835.3±89.7 ^a	813.5±59.2 ^a
	200	1368.7±273.9 ^a	1302.4±219.5 ^a	826.3±81.6 ^a	819.2±49.3 ^a
Tunic	100	1342.5±213.8 ^a	1176.2±198.2 ^a	813.6±80.9 ^a	793.2±40.2 ^a
	200	1239.3±190.6 ^a	982.7±107.3 ^a	823.5±85.7 ^a	642.6±41.3 ^b

Values are represent mean±S.D. (n=9). Values sharing the same superscript letter are not significantly different each other ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 6. Effect of sample on the serum lipid levels in triton WR-1339 treated rats

Treatment	Dose (mg/kg)	Triglyceride (mg/dL)		Cholesterol	
		2 weeks	4 weeks	2 weeks	4 weeks
Normal		96.2±15.2 ^b	98.3±18.7 ^d	81.6±10.5 ^b	79.3±9.78 ^d
Control		793.2±67.4 ^a	800.1±55.6 ^a	184.9±27.6 ^a	190.3±16.2 ^a
Meat	100	784.6±50.1 ^a	779.3±50.4 ^{ab}	189.3±20.2 ^a	179.3±14.7 ^{ab}
	200	768.5±68.2 ^a	769.1±48.3 ^{ab}	200.1±21.4 ^a	170.5±17.7 ^{ab}
Tunic	100	781.2±45.5 ^a	718.4±45.6 ^b	185.3±19.5 ^a	156.3±15.1 ^{bc}
	200	753.6±52.8 ^a	632.8±40.7 ^c	179.9±28.1 ^a	143.8±13.9 ^c

Values are represent mean±S.D. (n=9). Values sharing the same superscript letter are not significantly different each other ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

차이를 보이지 않았다. 다만, 우렁챙이 껍질을 200 mg/kg Dose 투여하여 4주간 지켜보았을 때, poloxamer-407만 투여된 control (대조군) rat에 비해 총콜레스테롤 함량이 23.5% 감소하는 유의적 차이를 나타내었다. Triton WR-1339는 non-specific lipase 저해제로서 (Borensztazin et al., 1976), 고지혈증을 유발 (Churr et al., 1971)할 뿐만 아니라, 중성지방, ester 결합 콜레스테롤, 인지질, 지방산 등의 혈청농도증가 (Hayashi et al., 1982; Vushkin and Dolgov, 1986; Domonique et al., 1991)와 *in vivo* 및 *in vitro*에서의 lysosomal cholesterol esterase의 활성감소 (Hayashi et al., 1981)가 보고되었다. Triton WR-1339로 고지혈증을 유발시킨 실험동물의 4주간 식이 후 발생한 혈중 지질함량변화는 Table 6에 나타내었다. Triton WR-1339로 유발된 고지혈증 쥐의 경우, 우렁챙이의 가식부를 투여한 경우 매우 미비한 지질함량변화를 보이거나 거의 보이지 않았다. 하지만, 우렁챙이의 껍질은 실험 4주째에 유의적 차이를 나타내었는데, 200 mg/kg Dose을 4주 투여 시 대조군과 비교할 때 triglyceride은 20.9%, 총콜레스테롤은 24.4%감소하였다. 고지혈증의 유발은 당뇨유발에 이용한 STZ로도 가능한데, Yim (2007)은, STZ과 poloxamer 407, triton WR-1339를 이용하여 실험동물에게 고지혈증을 유도한 뒤 다시마에서 알긴산을 추출하고 남은 잔사를 투여하여 고지혈증 억제효과를 확인한 바 있다. 또한 그 생리활성물질로서 fucosterol을 동정해 내었

고, fucosterol함량이 많은 시료일수록 항콜레스테롤성과 항고지혈성이 크게 나타난다고 하였다. Yim (2007)의 보고에서는 서해안산과 강원도 고성 및 사근진산 다시마를 실험용 rat에게 1주일간 식이한 경우 혈당 수치에 대한 유의적 차이는 발견되지 않았고, triglyceride는 서해안산이 무려 24.8%나 감소하는 결과를 보였고, 총콜레스테롤은 34%나 감소하였다고 보고한 바 있다. 한편 Yook et al. (2003)은 인위적 당뇨나 고지혈증 유발을 하지 않고, 사료 중에 우렁챙이 껍질에서 추출한 식이 섬유를 섞어 4주간 실험용 쥐에게 투여한 결과, 20%의 시료를 섞은 경우 최대 16.36%의 총콜레스테롤 감소 효과와 34.4%의 혈당강하 효과를 발견하였다. 본 실험에서 우렁챙이 껍질이 24.4%의 혈중 총콜레스테롤 강하를 보여, Yim (2007)의 결과인 34%보다는 낮지만 Yook et al. (2003)의 보고보다는 월등히 높은 결과를 나타내었다. Yim (2007)의 경우는 실험재료가 다르고, Yook et al. (2003)의 경우는 실험조건은 다르지만, Yim (2007)의 자료와 Yook et al. (2003)의 자료에 대해 본 실험의 결과를 비교하면, 우렁챙이가 정제하지 않은 상태로도 우수한 혈당강하효과와 고지혈증 억제효과가 있었다고 보여진다. 특히, Yook et al. (2003)은 우렁챙이 껍질에 있는 식이섬유의 고지혈증 억제효과를 기대하며 연구하였지만, 이 실험에서는 정제되지 않은 우렁챙이 껍질을 투여했으며, 그 성분 중 당에 비해 회분이 높은 함량을 차지했다. 이 결과를 바탕으로, 고지혈증 억제효과가 우렁챙이 껍질에 있는 불용성식이섬유 이외의 무기질이 상승 효과로서 혈청지질 감소에 기여했다고도 볼 수 있다. 이러한 항고지혈증 억제효과를 나타내는 주성분에 대해서는, 향후 시료 회분을 나눠 추가시험해 볼 필요가 있다고 본다. 본 연구의 의도는 특정성분의 항 콜레스테롤성과 항 고지혈성 효과를 단정지으려고 시도한 것이 아니었고, 건강식품으로서 수산물 자체를 회분으로 나누지 않고 그대로 먹었을 때 어떠한 좋은 기능성을 발현하게 될지 확인한 것이었다. 그런데, 예상외로 수산물 자체로써 항고지혈증 활성 소재에 가까운 높은 항당뇨병 및 항고지혈증 활성을 보여주었다. 즉, 항당뇨와 항동맥경화효능이 우렁챙이 육은 두 활성모두 거의 없었으나 우렁챙이 껍질은 매우 강력하였다. 이로서, 우렁챙이 껍질 두활성 모두 자체로 항당뇨와 항동맥경화 건강식품화가 가능함 동물실험으로는 입증하였다고 본다. 향후 임상시험과 함께 그 주 활성성분이 단독성분인지 복합성분인지에 대해서 추가시험해 볼 필요가 있다고 판단되었다. 또한 만약 복합성분으로써만 그 활성이 크게 발현된다면 수산물 자체로 식이하는 것이 얼마나 일반인의 건강유지에 가치가 있는지도 더욱 명확히 규명되어지리라 사료된다.

사 사

이 논문은 2010년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2009-0083-638).

참고문헌

AOAC (Association of official analytical chemists). 1990.

- Official method of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia Washington, U.S.A., 1298.
- Atkinson MA and Maclaren NK. 1990. What causes diabetes. *Scientific American* 52, 42-49.
- Borensztazin L, Rone MS and Kotlan TJ. 1976. The inhibition *in vivo* of lipoprotein lipase (clearing-factor lipase) activity by triton WR-1339. *Biochem J* 156, 539-543.
- Brentjens R and Saltz L. 2001. Islet cell tumors of the pancreas: the medical oncologist's perspective. *Surg Clin North Am* 81, 527-542.
- Churr PE, Schultz JR, Parkinson TM. 1971. Triton-induced hyperlipidemia in rats as an animal model for screening hyperlipidemic drugs. *Lipids* 7, 68-74.
- Domonique H, Paul H and David NB. 1991. Effect of lipase inhibitor, triton WR-1339 and tetrahydrolipstatin, on the synthesis and secretion of lipids by rat hepatocytes. *FEBS* 286, 186-188.
- Hayashi H, Ninobi S, Matsumoto Y, Suga T. 1981. Effect of triton WR-1339 on lipoprotein lipolytic activity and lipid content of rat liver lysosome. *J Biochem* 89, 573-579.
- Hayashi H, Shitara M and Yamasaki F. 1982. The origin of lipid accumulated in the liver of lysosomes after administration of triton WR-1339. *J Biochem* 92, 1585-1590.
- Hong BI, Jung BC, Son BY, Jung WJ, Ruck JH, Choi BD and Lee KH. 2002. Utilization of pigments and tunic components of ascidian as an improved feed aids for aquaculture : 3. Functional properties of sulfated polysaccharides from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J Korean Fish Soc.* 35, 671-675.
- Hong SY. 2006. Marine vertebrates in Korean coasts. Academy Seoul, Korea, 437-441.
- Jee YJ and Chung SH. 2000. Antidiabetic effect and mechanism of extract of bombyx mori dried feces in high : Carbohydrate diet mice. *Bull KH Pharma Sci* 28, 79-86.
- Kang JK. 2004. Lifestyle disease. *J Korean Med Sci* 2004-03, 188-190.
- Kusama H, Nishiyama M and Ikeda S. 1988. Pharmacological investigation of bezafibrate, a hypolipidemic agent : (I). Effect of bezafibrate on normal and experimental hyperlipidemia in rats. *Folia pharmacol japon* 92, 175-180.
- Lee EH, Chung SK, Jeon JK, Cha YJ and Chung SY. 1983b. A Study on the taste compounds of an ascidian, *styela plicata*. *Kor J Food Sci* 15, 1-5.
- Lee KH, Park CS, Hong BI and Jung WJ. 1993a. Chemical composition of ascidian and its seasonal and regional variation. *Bull Korean Fish Soc* 26, 8-12.
- Lee YS, Jung SH, Lee SH and Shin KH. 2004c. Effects of the extracts from the marine algae *pelvetia siliquosa* on hyperlipidemia in rats. *Kor J Pharmacogn* 35, 143-146.
- Liu HH, Ko WC and Hu ML. 2002. Hypolipidemic effect of glycosaminoglycans from the sea cucumber *metriatyla scabra* in rats fed a cholesterol-supplemented diet. *J Agric Food Chem* 50, 3602-3606.
- McGowan MW, Artiss JD and Stramdergh DR. 1983. A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides. *Clin Chem* 29, 538.
- McKee JR. 2000. *Biochemistry*. Lifescience. oxford university press, U.K., 188-189.
- National diabetes data group. 1979. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose tolerance. *Diabetes* 28, 1039-1057.
- Park CK, Matsui T, Watanabe K, Yamaguchi K and Konosu S. 1991. Regional variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* muscle. *Nippon Suisan Gakkaishi* 57, 731.
- Park CK, Matsui T, Watanabe K, Yamaguchi K and Konosu S. 1990. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1319.
- Rabbo E and Terkildsen TC. 1960. On the enzymatic determination of blood glucose. *Scandinav J Lab Invest* 12, 402-407.
- Richmond W. 1976. Use of cholesterol oxidase for assay of total and free cholesterol in serum by continuous flow analysis. *Clin Chem* 22, 1579.
- Robbins SL, Cotran R, Kumar V. 1989. Robbins pathologic basis of disease. W B Saunders 4, 556-610.
- Schnedl WJ, Ferber S, Johnson JH and Newgard CB. 1994. STZ transport and cytotoxicity. Specific enhancement in GLUT2-expressing cells. *Diabetes* 43, 1326-1333.
- Sohal RS and Allen RG. 1990. Oxidative stress as a casual factor in determination and aging (A unifying hypothesis. *Exp*). *Gerontol* 25, 499-522.
- Urano S, Midori HH, Tochihi N, Matsuo M and Ito H. 1991. Vitamin E and the susceptibility of erythrocytes and reconstituted liposomes to oxidative stress in aged diabetics. *Lipid* 26, 58-61.
- Vushkin M and Dolgov AV. 1986. Activity of cholesterol metabolism enzymes and lipid levels in the rat liver, aorta, adrenals and serum after exposure to triton

- WR-1339. Vopr Med Khim 32, 98-101.
- Wang Z and Gleichmann H. 1998. GLUT2 in pancreatic islets: crucial target molecule in diabetes induced with multiple low doses of streptozotocin in mice. Diabetes 47, 50-56.
- Watanabe K, Maezawa H, Nakamura H and Konosu S. 1983. Seasonal variation of extractive nitrogen and free amino acids in the muscle of the ascidian *Hlocynthia roretzi*. Bull Japan Soc Fish 49, 1755.
- Watanabe K, Uehara H, Sato M, and Konosu S. 1985. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in the muscle of ascidian *Hlocynthia roretzi*. Bull Japan Soc Fish 51, 1293.
- Wout ZGM, Pec EA, Maggiore JA, Williams RH, Palicharla P and Johnston TP. 1992. Poloxamer 407-mediated changes in plasma cholesterol and triglyceride following intraperitoneal injection to rats. J Parenteral Sci & Technol 46, 192-200.
- Yim MJ. 2007. Antiatherosclerosis Animal study and the key functional compound identification of the alginate extracted residue of sea tangle. MS Thesis, National University of Kangnung, Kangnung, Korea, 1-45
- Yook HS, Kim JO, Choi JM, Kim DH, Cho SK and Byun MW. 2003. Changes of nutritional characteristics and serum cholesterol in rats by the intake of dietary fiber isolated from ascidian (*Hlocynthia roretzi*) yunic. Korean J Nutr 32, 474-478.

2010년 8월 12일 접수
 2010년 8월 18일 수정
 2010년 12월 1일 수리