Jour. Agri. Sci.
Chungnam Nat'l Univ., Korea
Vol.36(2): 185~197 (2009)

포황(蒲黃)의 성분분석과 생리활성

이병찬[1] · 박혜민[1] · 심후성[1] · 김곤섭[2] · 구자형[3] · 오만진[1*]

Biological Activity and Chemical Analysis of Cattail Pollens

Bung-Chan Lee[1] · Hae-Min Park[1] · Hu-Sung Sim[1] · Gon-Sup Kim[2] ·
Ja-Hyeong Gu[3] · Man-jin Oh[1*]

ABSTRACT

For utilizing Cattail pollen as a raw material for functional foods, the nutrients such as free sugar, free amino acid, fatty acid composition, flavonoid content, and the biological activity within Cattail pollen were measured. The results of proximate analysis within Cattail pollen included the following readings: 12.7-13.2% of moisture, 15.7-17.8% of crude protein, 1.3% of crude fat, 7.5-7.7% of free sugar, 13.7-18.6% of crude fiber, 3.4-4.9% of ash, and 49.7-55.9% of nitrogen free extracts. The composition of free amino acids consisted of 1.923% of *T. orientalis*, 0.907% of *T. angustata*, and 0.333% of *T. latifolia*, which were measurements that varied significantly among different species. However, all species showed considerable portions of GABA alanine, glutamic acid, and proline. Specifically, it was shown that the GABA composition, which is known for increasing immunity while simultaneously lowering blood pressure, exceeded 50%.

2009년 09월 21일. 접수; 2009년 10월 19일. 수정; 2009년 12월 08일 채택
[1] 충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과(Department of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea)
[2] 경상대학교 수의과대학(Department of veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Korea)
[3] 충남대학교 농업생명과학대학 원예학과(Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea)
[*] 교신저자: 오만진(E-mail: ohmj@cnu.ac.kr, Tel: +82-42-821-6728)

Therefore, this result implies that Cattail pollens have potential as a powerful utilization for functional foods. The composition of the fatty acids mainly consisted of linoeic, palmitic acid, oleic acid, and linolenic acid, and didn't show many variances across different species. Also, the total contents of unsaturated fatty acid were particularly high with a measured ratio of 67.2-76.0% value. Mineral in Cattail pollen was composed of 0.354-0.492% of K, 0.0516-0.0546% of Mg, 0.045-0.0486% of Ca, and 0.0101-0.0204% of Na. Among the Cattail pollens known as anti-oxidants, flavonoid contains 0.169-0.186% of quercetin, and therefore is the largest constituent followed by rutin making up a measurement of 0.0094-0.0147%. For the purpose of the study, the Cattail pollen and its extracts were fed to SC class rats for a span of 4 weeks. Then, the DPPH radical scavenging activity was measured from the tested rats'serums and the results showed significant variances. Also, the results indicated that the cholesterol and glucose levels in the blood were decreased which in turn led to the conclusion that the cattail pollen can help hyperlipidemia and diabetic treatments.

Key words : Cattail pollew, nutrients, Chemical comparition.

Ⅰ. 서 론

부들화분은 포황(蒲黃)이라는 이름으로 오랜 옛날부터 지혈, 어혈의 제거, 토혈, 혈변, 혈뇨 등의 치료에 민간에서 많이 이용되어 왔으며 혈압 강하작용, 항균작용 등이 있는 것으로 알려지고 있다(1,2).

각종의 화분은 유리아미노산, 탄수화물, 비타민, flavonoid, polyphenol성 물질, 회분 등의 영양성분이 풍부하여 오랜 옛날부터 식품이나 의약품으로 이용되어 왔다(3-6). 현재 미국에서는 벌꿀화분이 dietary supplement로, 독일에서는 의약품으로 공식 인정되었으며 국내에서도 건강기능성 식품으로 판매되고 있다(7-11). 화분의 이용에 문제가 되고 있는 것은 섭취나 접촉으로 인한 allergy 발생과 소화가 어렵기 때문에 영양성분은 풍부하나 이용에는 어려움이 수반되고 있어 화분의 외피를 이용하기 전에 물리적으로 분쇄하거나 화학적으로 처리하지 않으면 안 된다.

기능성 식품 소재인 화분에 대해서 항산화 효능평가 및 polyphenol 물질 분석이 진행된 바 있으나(12-14) 지금까지의 송화분외 기타 화분들에 대한 항산화 효능 평가 및 관련성분에 대한 연구는 미미한 수준이다. 근래 동물 실험을 통하여 항산화 작용(15-17), 면역증강(18), 간 보호작용(17,19) 등의 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려지고 있다. 화분에 대한 연구는 송화 가루와 여러 화분이 혼합된 꿀벌화분에 대한 것이고 단일화분에 대한 연구는 미미한 수준이며 부들 화분에 대한 연구는 이루어진바 없다(20).

본 연구에서는 부들을 기능성 식품 소재로 이용하기 위하여 품종별 부들화분의 영양성분 분석과 동물실험을 통하여 생리활성을 측정한 결과를 보고한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용된 포황은 충남대학교 실습답과 충남지역에서 2004-2007년까지 5년간 재배하여 수확한 것을 실험재료로 사용하였다. 포황의 분쇄방법은 정(21)의 방법에 따라 roller crusher를 이용하여 직경 1 ㎜ 내외로 조분쇄하였다.

2. 실험방법

1) 영양성분 분석

(1) 일반 성분분석

애기부들, 좀부들, 큰부들을 60℃에서 건조하여 AOAC법(22)에 준하여 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 섬유소는 헨네베르크·스토오만 개량법, 회분은 550℃ 회화법, 가용성 무 질소물은 총량에서 일반 성분을 감하여 건물 중 %로 표시하였다

(2) 유리아미노산 분석

시료를 물로 85℃에서 2시간 환류 추출하여 여과한 후 Waters 1500 HPLC, Pico-Tag column (3.9mm x 300mm, 4㎛), 996 photoiode array detector 254nm, solvent A : 140 mM sodium acetate (6% acetonitrile) B : 60% acetonitrile로 gradient하여 분석하였다

(3) 당류 분석

시료를 증류수로 85℃에서 2시간 환류 추출하여 0.45㎛ syringe로 여과한 후 Waters 1500 HPLC, column : Carbopac PA1(4.5×250mm, Dionex, Detector : ED50 with integrated amperometry, solvent A : 0.5M NaOH, B : Water, C : 0.2M NaOAc로 gradient하여 분석하였다.

(4) 지방산 분석

조지방 분석은 시료 10 g을 원통여지에 넣고 diethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출장치(Soxhlet heater system C-SH6, Korea)를 이용하여 10시간 연속 추출하여 분석시료로 하였다. 추출된 지방 약 25mg을 공전 시험관에 취하고 14% BF_3-Methanol을 이용하여 methylation 시킨 지방산 유도체를 gas chromatography를 이용하여 분석하였다. GC의 분석 조건은 oven temp. 150℃, 주입구온도를 240℃로 하여 column Supelco-wax^{TM} (30m×0.53mm×0.5㎛ film thickness)이용하여 오븐온도 150℃에서 60 분간 분리시켜 FID detector를 이용하여 검출하였다.

(5) 무기물 분석

시료를 550-600℃에서 완전 회화하여 HNO_3로 용해하여 ICP/MS (Agilent 7500A, USA)로 분석하였으며 분석 조건은 RF frequency 27 MHz, Babington Nebulizer, sampling Ni cone 1mm, Skimmer Ni cone 04mm 이었다.

(6) Flavonoid 정량

부들 화분 2.5g에 methanol : water(50 : 50, V/V) 25 mL를 첨가하여 sonicate 하고 30분 방치 후 3500 rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상징액을 취하여 0.45 μm PVDF filter로 여과하여 Youngrin M930 HPLC, C_{18} column 250×4.60mm, Mobile phase A : acetonitrile Mobile phase B : 0.3% formic acid, UV detector 350nm에서 검출하여 분석하였다.

3) 동물실험

(1) 포황 추출물 제조

포황 100g를 round flask(5,000 mL)에 넣고 증

류수 1,500 mL를 가하여 1시간 불린 뒤 2시간 동안 끓지 않을 정도의 온도(80-90℃)에서 가열 추출하여 고운 천으로 추출액을 2회 반복하여 여과한 뒤 감압농축기를 이용하여 400 mL로 농축하였다.

(2) 동물식이 및 분류

동물은 6 주된 수컷 정상 Sprague-Dawley (150-200g)를 그룹 당 10마리를 rat용 일반 고형사료(수퍼피드사, 한국)와 물을 충분히 공급하면서 실험실 환경에 적응시켜 사육하였다. Table 1 실험동물의 사육은 일정한 조건(온도 22±2℃, 습도 55±5%, 명암 12시간 light/dark cycle)에서 사육하면서 환경에 적응시킨 후 다음과 같이 실험군을 분류하여 실험을 진행하였다. 대조군(control group)은 일반 식이와 2 mL의 증류수를, 포황의 열수추출물 실험군(cattail pollen extracts group)은 일반 식이와 포황 열수추출물을 4주에 걸쳐 1일 2회(오전 10시, 오후 6시) 매회 2 mL(추출농축액)씩 경구 투여하고, 포황 분말 실험군(cattail pollen powder group)은 5%의 포황 분말 첨가한 일반 식이사료를 급여하였다. 혈당분석 실험군은 streptozotocin(STZ) (50 mg/Kg B.W.)를 0.01M citric acid buffer(pH 4.5)에 용해하여 1회 복강에 주사하여 당뇨를 유도하고 위의 실험군과 같은 방법으로 식이를 실시하였다. 당뇨 유발 여부의 확인은 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당계(Medisense 2)로 혈당을 측정하여 비공복 혈당(non pasting blood sugar)이 170 mg/dL이상인 동물은 당뇨군으로 판정하고 당뇨군의 분리는 각 군의 평균혈당이 비슷하도록 하였다. 각 군의 처리는 Table 2와 같다.

(3) 혈액 분석

SD계의 rats를 지름 25cm desiccator에 넣고 증류한 anhydrous diethyl ether(T.J. Baker Analyzed

Table 1. Proximate compositions of basal diet for rats

Ingredients	Contents(%)
Moisture	12.5
Carbohydrate	48.9
Crude protein	22.1
Crude fat	3.5
Fiber	5.0
Crude ash	8.0

Table 2. Classification of experimental groups for rats

Group	No. of Animals	Treatment
Control group	10	Basal diet + D.W.
CP[1)] extracts feeding group	10	Basal diet +CP extracts
CP powder feeding group	10	Basal diet +CP powder(5%)

[1)]Cattail pollen

ACS reagent, USA)로 5-7분간 마취시킨 후 후대정맥에서 5-6 mL의 혈액을 채취하여 혈액 생화학적 분석에 사용하였다. 수집한 혈액은 15 mL conical tube에 담아 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 혈청은 polyethylene tube에 나눠 담아 -70℃에 냉동 보관하면서 분석에 사용하였다.

(4) 생화학적 검사

(가) 1, 1-Diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH) radical 소거효과

포황의 free radical에 대한 소거효과를 보기 위해 Blois(24)의 방법에 따라 DPPH radical 소거 효과를 측정하였다. 혈청과 증류수 혼합물 4 mL에 1.5×10^{-4}M DPPH(Sigma, USA)/MeOH 1 mL를 가하여 잘 혼합하고 37℃에서 30분 동안 방치한 후 517nm에서 spectrophotometer(UV-60, Shimadzu, Japan)로 흡광도를 측정하여 아래의 방법으로 계산하였다. DPPH radical 소거 효과를 비교하기 위하여 20 ppm 농도의 BHT대조군을 병행하여 실험하였다.

$$\text{DPPH 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{C P 투여군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100$$

(나) 혈청 중 total cholesterol 함량

혈청 중의 total cholesterol 함량 측정은 분리된 혈청을 생화학 자동분석기인 Spotchem SP-4410 (Arkray Inc, Japan)를 이용한 dry chemistry system Kit 반응으로 total cholesterol을 분석하였다. 즉 효소 0.02 mL를 시험관에 넣고, 여기에 조제된 효소시약 3.0 mL씩을 가하여 잘 혼합한 다음 37℃에서 5분간 반응시키고, 2시간 이내에 505 nm에서 증류수를 blank로 하여 spectrophotometer (UV-60, Shimadzu, Japan)로 측정하였고, 표준액의 흡광도로부터 total-cholesterol 함량을 계산하였다.

(다) 혈청 중 혈당 함량

Streptozotocin(50 mg/kg:복강주사)으로 당뇨를 유발 시킨 뒤 4주 동안 대조군의 일반 식이와 포황 열수추출물 및 포황 분말이 5% 포함된 사료를 식이 하였다. 1주 간격으로 rat로부터 채혈한 혈액을 15 mL conical tube에 담아 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 이 혈청을 자동 생화학 분석기인 Spotchem SP-4410 (Arkray Inc, Japan)를 이용하여 혈당을 검사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 성분분석

1) 일반성분 함량

애기부들, 좀부들 및 큰부들의 화분의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 부들화분의 일반성분 중 조단백질은 15.7-17.8%, 지방은 1.3%, 가용성 무질소물은 75-7.7%, 조섬유소 14.7-18.6%, 회분은 3.4-4.9%로서 품종 간에 차이가 크지 않았다.

정 등(25)은 해바라기 화분립의 영양성분을 분석한 결과에서 수분 12.9%, 조단백질 18.9%, 조지방 4.8%, 회분 5.0%, 가용성 무질소물 59.7%이었다고 보고하였으며, 김 등(26)은 꿀벌이 먹이로 사용되는 화분하의 영양성분을 분석한 결과, 조단백질 25.0%, 지방 5.4%, 가용성 무 질소물 50.3%, 회분 2.4%, 조섬유소10.4%, 수분 6.6%이었다고 보고하였다. 이는 본 연구에서의 결과

와 차이를 보이는데 화분은 단일 종류의 화분이 아니라 많은 종류의 꽃으로부터 벌에 의하여 모여진 물질이기 때문이라고 판단된다.

2) 유리아미노산 함량

애기부들, 좀부들, 큰부들의 화분 유리 아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 4과 같다.

총 유리아미노산 함량은 애기부들의 화분이 1,923 mg%, 좀부들이 907 mg% 및 큰부들이 333 mg%로서 품종 간에 큰 차이를 나타내었고 유리아미노산의 조성은 모든 품종에서 GABA, alanine, glutamic acid, proline의 순으로 나타났다.

숙취해소, 불안감 해소, 고혈압강하, 인슐린효과의 증대, 식욕감퇴 및 우울증에 효과가 있는 것으로 알려진 GABA의 함량이 높게 나타남으로 특징적인 결과를 보였다.

Table 3. Proximate compositions of Cattail pollens (%)

Composition	Species		
	T. orientalis	*T. augustata*	*T. latifolia*
Moisture	12.7	13.2	12.8
Crude protein	15.7	17.8	15.7
Crude fat	1.3	1.3	1.3
Free sugar	7.6	7.7	7.5
Crude fiber	18.6	18.6	14.7
Ash	3.4	4.9	4.9
Nitrogen free extract	53.4	49.7	55.9

Table 4. Free amino acid contents of Cattail pollens (mg%)

Amino acid	Species		
	T. orientalis	*T. augustata*	*T. latifolia*
Alanine	181.3	363.9	61.7
Glycine	22.9	60.8	18.7
Valine	-	44.2	4.5
Leucine	-	19.9	-
Isoleucine	-	6.5	-
Threonine	-	102.7	-
GABA	323.8	542.8	106.6
Proline	71.2	204.5	39.8
Aspartic acid	75.1	46.4	23.4
Methionine	-	15.2	-
Glutamic acid	135.1	316.1	66.0
Phenylalanine	5.2	45.4	-
Histidine	47.3	85.7	-
Tyrosine	44.6	68.7	12.0
Total free amino acid	906.6	1923.0	332.6

3) 유리당 함량

부들 화분의 유리당 함량은 Table 5와 같다. 큰부들이 7.7%, 애기부들이 4.1%, 좀부들이 3.5% 순이었으며 유리당의 조성은 품종 간에 큰 차이가 있어 큰부들은 sucrose의 함량이 매우 높았고 좀부들과 애기부들에서는 거의 나타나지 않았다. 애기부들 화분의 유리당은 fructose, maltose, glucose순이었고 좀부들은 fructose, glucose순이었으며 큰부들은 sucrose, fructose, glucose순이었다. 이와 같은 결과는 화분 중에 존재하는 가수분해 효소의 활성에 기인되는 것으로 생각된다.

김 등(26)의 연구에서 화분의 유리당 함량은 fructose, glucose, sucrose순으로 나타난 것과 비교하면 부들의 종류에 따른 포황의 유리당 함량이 다르다는 것을 알 수 있었다.

4) 지방산 조성

지방산 조성은 Table 6과 같다. 지방산 조성은 linoleic acid가 36.9-48.5%로써 가장 높게 나타났으며, palmitic, oleic, linolenic acid 순으로써 품종 간에 큰 차이는 인정되지 않았으며 docosadienoic, eicosaenoic, eicosadienoic acid는 품종 간에 차이가 크게 나타났고 불포화지방산의 비율이 67.2-76.0%로서 매우 높았다.

김 등(26)의 연구에서와 같이 linoleic acid가 28.6%로서 가장 높게 나타났으므로 본 연구의 결과와 유사하며, 불포화지방산에 있어서도 69.1%로써 근사한 결과를 보였다.

5) 무기물 함량

부들 품종에 따른 화분의 무기물 함량을 측정

Table 5. Free sugar contents of Cattail pollens (% of fresh sample)

Species	Glucose	Fructose	Sucrose	Maltose	Total sugar
T. orientalis	1.3	1.8	t	t	3.5
T. augustata	0.1	3.4	t	0.6	4.1
T. latifolia	0.2	1.0	6.5	t	7.7

Table 6. Fatty acid composition in Cattail pollens (% of crude lipid)

Fatty acid	Species		
	T. orientalis	*T. augustata*	*T. latifolia*
Plamitic acid (C16:0)	22.41	30.97	28.22
Stearic acid (C18:0)	1.58	1.86	1.57
Oleic acid (C18:1)	6.42	5.47	2.42
Linoleic acid (C18:2, n6)	36.92	47.83	48.47
Linolenic acid (C18:3, n3)	3.75	3.09	4.26
Arachidic acid (C20:0)	0.94	0.58	0.58
Eicosenoic acid (C20:1)	1.94	0.44	0.32
Eicosadienoic acid (C20:2)	14.76	4.82	9.14
Docosadienoic acid (C22:2)	3.09	0.92	1.97
EPA (C22:5, n3)	2.32	1.21	1.36

한 결과는 Table 7과 같다.

무기질은 K, Mg, Ca, Na 순이었으며, 품종 간에 큰 차이가 없었고 Mn은 02-14.4 mg% 로서 좀부들이 가장 높았고 애기부들이 가장 낮았다. 애기부들 화분의 무기물 함량은 칼륨이 354.0 ㎎%으로서 가장 높았고 마그네슘과 칼슘이 각각 73.3 ㎎%, 46.3 ㎎%이었으며 기타의 무기질의 함량은 매우 낮았다.

김 등(26)의 연구에 의하면 무기질 조성에서 K 661.2 ㎎%, P 331.9 ㎎%, Mg 102.4 ㎎%, Ca 62.4 ㎎%의 순으로 나타난 것으로 보아 K의 함량이 높은 특징을 알 수 있었다.

6) Flavonoid 정량

포황 중에 함유된 생리활성 물질은 주로 화분에 존재하는 것으로 알려져 있는데 화분의 생리활성으로는 지혈작용, 암 전이 억제작용, 항산화작용, 혈관확장 효과, 진정효과, 심장혈관 확장제의 작용이 있는 것으로 보고되고 있다. Quercetin, isorhamnetin, rutin과 같은 flavonoid가 이와 같은 작용을 하는 것으로 밝혀져 있으므로 분쇄하지 않은 포황과 초미세 분쇄한 포황의 flavonoid 함량을 알아보기 위하여 HPLC로 분석한 결과는 Table 8과 같다. 포황 중의 flavonoid는 quercetin이 169-186 mg%로서 대부분을 차지하였고 rutin이 9.4-14.7 mg%이었다. 화분은 단단한 세포벽으로 둘러 싸여 있기 때문에 내용물의 추출을 용이하게 하기위하여 초미세 분쇄하여 flavonoid 함량을 측정한 결과 미처리한 포황에 비하여 rutin은 60%정도, quercetin은 10%정도 증가하였다. 이는 포황을 초미세 분쇄함으로서 화분의 입자의 세포벽이 파괴됨으로써 내부에 있던 flavonoid가 쉽게 추출되어졌기 때문이라고 생각된다.

Quercetin은 식품 속에 존재하는 flavonoid류 중 강력한 항산화 작용으로 인해 순환기 질환의 예방, 항염증작용, 항암작용이 있는 것으로 알려져 있는데(27) quercetin이 포황에 다량 함유되어 있는 것으로 보아 기능성 식품으로 좋은 소재라고 사료된다.

Table 7. Mineral contents in Cattail pollens (mg %)

Element	Species		
	T. orientalis	*T. augustata*	*T. latifolia*
Ca	48.6	47.4	45.0
K	354.0	478.0	492.0
Mg	51.6	54.6	54.4
Mn	14.4	0.2	9.9
Na	10.1	20.4	11.4
Zn	0.1	0.4	0.3

Table 8. Flavonoid content of Cattail pollens (mg/ 100g)

Type of cattail pollen	Rutin	Quercetin
Pulverized cattail pollen	14.7	185.7
Unpulverized cattail pollen	9.4	169.3

3. 동물실험

1) DPPH radical 소거효과

DPPH는 비교적 안정한 radical 로서 아스코르빈산, 토코페롤, 방향족 아민류, polyphenol류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 정도에 따라서 항산화물질의 전자 공여능을 측정할 때 유용한 방법으로 알려져 있다(28). 포황을 4주간 식이한 rats의 혈청에서 DPPH free radical에 대한 소거효과를 측정하여 Fig. 1과 같은 결과를 얻었다.

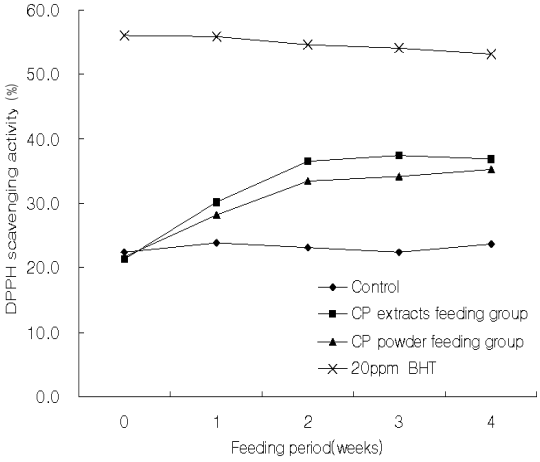

Fig. 1. Effects of Cattail pollen on DPPH radical scavenging activity on rat's serum.

대조구에서는 시간의 경과에 따라 22%내외의 소거활성을 유지하여 거의 변화가 없었다. 포황 분말 투여군과 포황 열수추출물 투여군은 1주후부터 활성을 나타내어 각각 28.2%, 33.4%, 34.1%, 35.2% 및 30.1%, 36.5%, 37.5%, 36.8%이었다. 즉 control과 비교하면 포황 분말 식이군에서는 1.5배 이상의 free radical에 대한 소거효과가 유의적으로 나타났다. 또 20 ppm 농도의 BHT 대조군은 54%내외의 free radical 소거활성을 보였는데 포황 섭취군은 BHT 대조군에 비하여 62%정도의 소거효과가 있었다.

김 등(29)은 넙치치어의 양식 중 건강 증진 및 생육촉진을 위하여 활성산소를 저해시키는 효과가 있는 spirulina와 astaxanthin을 사료에 각각 0.5%씩 첨가하여 6주간 식이하고 in vivo실험으로써 넙치의 간장에서 혈청을 분리하여 DPPH free radical에 대한 소거효과를 측정하였는데 control에서 41.7%, 0.5% astaxanthin 식이군에서는 41.7, 0.5% spirulina 투여군에서는 53.9%의 결과를 얻었다. astaxanthin을 첨가한사료의 free radical 소거효과는 59.4%이었고 spirulina 첨가군은 37.0%이었으나 오히려 astaxanthin 식이군은 control과 비교하여 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 생리활성 물질에 따라 체내 축적 농도가 달라짐을 알 수 있었다.

2) Total cholesterol 함량

포황을 5% 사료에 섞거나 열수 추출하여 음수에 5% 되도록 가해 4주간 먹이면서 경시별로 혈청중의 total cholesterol 수치의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 정상군은 1주째 39±2.5, 2주째 41±1.4, 3주째 43±2.3, 4주째 43±3.5의 결과로 나타나 주별 경과에 따라 콜레스테롤 수치가 상승하였고 실험군인 열수 추출물 식이군에서는 1주째 32±2.1, 2주째 28±1.3, 3주째 25±1.9, 4주째 21±1.8로 수치가 감소하는 경향을 보였다. 열수 추출물 식이군과 포황 첨가군 간에는 유의적인차가 없었으나 두군 모두 total cholesterol이 감소하는 결과를 나타내어 포황의 첨가는 혈중 total cholesterol 수치를 감소시키는 효과가 있음을 알 수 있었다.

Echigo(30)는 화분에는 당질, 단백질, 식물성 sterols, 효소, 호르몬과 미지의 유효물질 다량 함

유되어 있어 고지혈증 개선 효과가 있는 것으로 보고하였다.

이 등(31)은 고지방식이와 함께 송화분을 첨가하여 6주간 사육한 흰쥐에서 혈청중의 total cholesterol 함량을 분석한 결과에서 고지방식이 투여군에서는 91.8 mg/dL, 송화분을 함께 투여한 군에서는 84.2 mg/dL의 결과를 얻어 송화분의 혈중 total cholesterol 감소효과를 확인하였다.

식품의 성분 중에서 혈장 콜레스테롤 농도에 영향을 미치는 인자는 지방, 콜레스테롤, 포화지방산과 불포화 지방산의 비, 섬유질, 단백질 및 총열량 등으로 알려져 있는데 포황의 성분 중 지방산은 불포화지방산의 비율이 높으므로 콜레스테롤의 수치를 낮출 수 있었던 것으로 사료된다.

3) 포황이 혈당에 미치는 영향

일반적으로 STZ의 투여는 insulin을 만드는 췌장의 β-세포를 특이적으로 파괴함으로써 인슐린 의존성 당뇨를 형성하여 당질대사 이상과 체 단백 및 지질의 이화상승으로 체중감소 등의 결과로 나타나 나쁜 영향을 주는 것으로 알려져 있다(32).

Streptozotocin(50 mg/kg, 복강주사)으로 당뇨를 유발 시킨 뒤, 포황을 먹여 사육한 rats의 혈청에서 자동 생화학 분석기를 이용하여 혈당을 실험한 결과는 Fig. 3과 같았다. 시험한 결과 5% 포황의 첨가는 STZ-유발 당뇨쥐의 혈액중의 혈당을 낮추는 효과가 있었다. 그러나 포황의 열수 추출물과 5%의 포황 식이군 간에는 유의적인차가 없었다.

이 등(31)은 고지방식이를 투여한 흰쥐에서 혈청중의 glucose의 농도를 분석한 결과 고지방식이군에서는 229.7 mg/dL, 송화분 투여군에서는 175.1 mg/dL의 결과를 얻어 송화분이 혈청중의 glucose의 농도를 낮추는 것을 확인하였다.

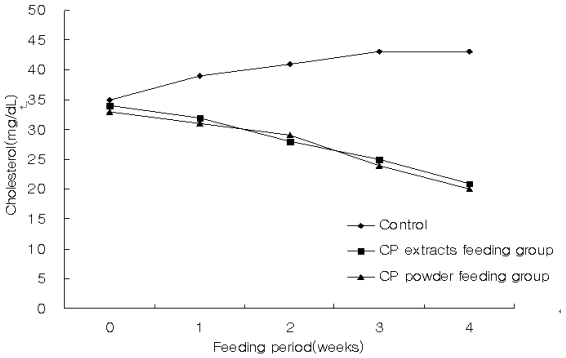

Fig. 2. Effects of Cattail pollen supplementation on serum total cholesterol in rats.

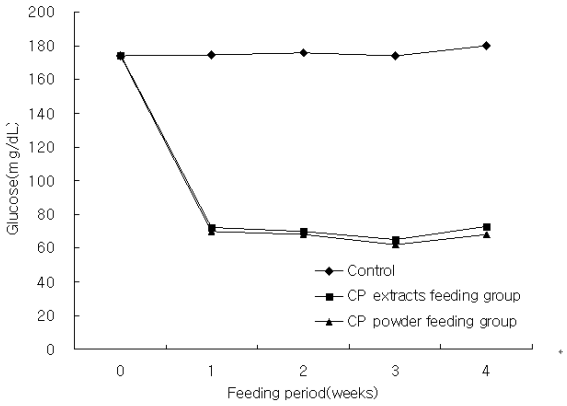

Fig. 3. Effects of Cattail pollen on fasting blood glucose in streptozotocin exposed rats.

포황에는 다량의 quercetin이 존재하는데 Vessal 등(33)과 Mahesh 등(34)은 quercetin이 항 당뇨 작용에 있어 우수한 효능이 있는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 유의적인 결과가 나타난 것으로 미루어 볼 때 quercetin의 항 당뇨작용에 의한 것으로 사료된다. 즉, stretozotocin에 의한 산화적 손상을 받지 않은 β-세포가 포황에 함유된 생리활성 물질에 의하여 자극을 받음으로써 인슐린의 분비량이 증가하기 때문으로 추론된다(35).

Ⅳ. 적 요

포황을 기능성 식품의 소재로 이용하기 위한 가능성을 검토하기 위하여 일반 성분, 유리 당, 유리 아미노산, 지방산 조성, flavonoid 등을 분석하고 생리활성을 측정하였다. 포황의 일반성분은 수분 12.7-13.2%, 조단백질 15.7-17.8%, 조지방 1.3%, 유리당 7.5-7.7%, 조섬유 14.7-18.6%, 회분 3.4-4.9%, 가용성 무질소물 49.7-55.9%이었다. 유리아미노산 함량은 애기부들이 1.923 %, 좀 부들이 0.907 %, 큰 부들이 0.333 %로서 품종 간에 큰 차이를 나타내었고 그 조성은 모든 품종이 GABA alanine, glutamic acid, proline의 순이었다. 면역 활성을 높여주고 혈압강하 활성이 높다고 알려진 GABA함량이 50% 이상을 점하고 있어 매우 유용한 기능성 식품 소재로 판단된다. 지방산 조성은 linoleic, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid 순으로서 품종 간에 큰 차이가 없었고 불포화 지방산의 비율이 67.2-76.0%로서 매우 높았다. 무기질 함량은 K이 0.354-0.492 % 으로서 가장 높았으며 Mg 0.0516-0.0546 %, Ca 0.045-0.0486 %, Na 0.0101-0.0204 % 이었다. 항산화 물질로 알려진 포황 중의 flavonoid는 quercetin이 0.169-0.186 %로서 대부분을 차지하였고 rutin이 0.0094-0.0147 %이었다. SD계 rats에 4주간 포황과 그 추출물을 식이하면서 rats의 혈청에서 DPPH radical 소거활성을 알아 본 결과 소거활성 효과가 유의하게 나타났고, 혈중 cholesterol 함량을 낮추어 주는 효과와 혈중 glucose 함량을 낮추어 주는 결과로 보아 고지혈증의 예방과 당뇨병 치료에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 강병수. 1998. 本草學. 圖書出版 永林社. 401.
2. 申載鏞. 1988. 方藥合編解說. 圖書出版 成輔社. 570.
3. 문관심. 1984. 약초의 성분과 이용. 과학백과사전 출판사. 136.
4. González Paramás A. M., Gomez Bárez J. A., Cordóng Marcos C, Gracia-villanova R. J, Sánchez J. 2006. HPLC- fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive(honey and bee pollen). Food Chem. 95: 148-156.
5. Lee, B. Y., Choi, H. D., Hwang, J. B. 1997. Components analysis of Korean pollens and pollen extracts. Korean J. Food SCI. Technol. 29: 867-875.
6. Serra Bonbehi J. and Escola Jarda R. 1997. Nutrition composition and microbiological quantity of honeybee-collected pollen in Spain. J. Agric. Food Chem. 45: 725-732.
7. Lynghein L. and Scagnetti J. 1979. Bee Pollen-Nature's Miracle Health Food. Willshire Book Co. Hollywood, CA, USA. 1-90.
8. Abreu M. 1992. Food use of pollen in relation to human nutrition. Alimentaria 235: 45-46.
9. Block G., Shinha R. and Gridley G. 1994. Collection of dietary-supplement data and implication for analysis. Am. J. Clin. Nutr. 59: 234-239.
10. Kroyer F. and Hegedus N. 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2: 171-174.
11. Linskens H. F. and Jord W. 1997. Pollen as food and medicine-A review. Econ. Bot. 51: 77-78.
12. 李政根, 柳同烈. 2001. 蒲黃에 대한 文獻的 考察. 大韓 韓方 婦人科學會紙 14: 203-229.

13. 陳師文. 1995. 太平惠民和劑局方. 欽定四庫全書 醫家類 大星文化社. 714.
14. González Paramás A. M., Gomez Bárez J. A., Cordóng Marcos C., Gracia-villanova R. J. and Sánchez J. 2006. HPLC- fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive(honey and bee pollen). Food Chem. 95: 148-156.
15. Dudov I. A. and Starodub N. F. 1994. Antioxidant system of rat erythrocytes under conditions of prolonged intake of honeybee flower pollen load. Ukrainian Biochem. *J.* 66: 94-96.
16. Uzbeckova D. G., Makarova V. G., Khvoynitskkaya L. G. and Slepneve A. A. 2003. Evaluation of bee-collected pollen influence on liquid peroxidation, antioxidant system and liver function in old animal. J. Hepatol. 38: 203.
17. Lee, Y. J., Park, M. H., Bae, M. J., Han, J. P. 1994. Effect of fine pollen on serum and liver lipids in rat in a fed high fat diet. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 192-197.
18. Dudov I. A., Mornets A. A., Artnkh V. P. and Starobub N.F. 1994. Imunomoduratory effect of honeybee flower pollen loads. Ukrainian Biochem. J. 66: 91-93.
19. Yeo, J. Y., Lee, Y. J., Han, J. P. 1996. Effect of fine pollen protein on rat liver injury induced CCl_4. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 34-38.
20. Kim, S. J., Youn, K. S., Park, H. S. 2005. Antioxidative effects of pine, oak, and Lily pollen extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 833-837.
21. Chuong, Y. M. 2006. Studies on the physicochemical characteristics and physiological activities of lily bulb and its processing adaptability for white pan bread. Department of food biotechnology. Graduate school, Hoseo University. Asan, Korea.
22. Association of official analytical chemist. 1985. Official methods of analysis (11th ed). Washington, D. C..
23. Waters associates. 1983. Amino acid analysis system, operators manual. 07124, U.S.A. 37-41.
24. Blois, M, S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 26: 1199-1204.
25. Chung, Y. G., Yoon, S. H., Kwon, J. S. and Bae, M.. J. 1984. Nutritional and biochemical studies on the pollen loads. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 169-174.
26. Kim, J. H,, Lee, K. H., Kim, E. S. and Park, S. B. 1992. A studies on components of pollen load. J. Korean Soc. Food Nutr. 21: 566-572.
27. Rice-Evans C. and Miller N. J. 1998. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and isoflavonoids. On flavonoids in health and disease. Marcel Dekker, Inc. New York, USA 199-219.
28. Ra, K. S., Suh, H. J., Chung, S. H. and Son, J. Y. 1997. Antioxidative activity of solvent extract onion skin. Kor. J. Food Sci. Technol. 29: 595-600.
29. Kim, S. S., Galaz G. B, Lee, K.J. and Lee, Y. D. 2006. Effects of dietary supplementation of *Spirulina* and astaxanthin for Juvenile Olive Flounder, *Pralichthys olivaseus* in low temperature sean. J. of Aquaculture. 19: 57-63.
30. Echigo, T. 1971. Studies on relationship of chemical component in honey, nectar and pollen. Bull. Fac. Agr. Tamagawa Univ. 37.
31. Lee, Y. J., Park, M. H., Hwang, S. W., Bae, M. J. and Han, J. P. 1994. Effect of pine pollen on serum and liver lipids in rats on a feed high fat diet. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 192-197.
32. Ghosh R., Mukherjee B. and Chaterjee M. 1994. A novel effect of selenium on streptozotocin-

induced streptozotocin-diabetic mice. Diabetics Res 25: 165-175.
33. Vessal M., Hemmati M. and Vasei M. 2003. Antidiabetic effects of quercetin in streptozotocin-induced diabetic rats. Com. Biochem. Physiol. 135: 357-364.
34. Mahesh T and Menon V. P. Quercetin alleviates oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. Phyto. Res. 18: 123-127.
35. Sathishsekar D. and Subramanian S. 2005. Benefitial effects of *Momordica charantia* in the treatment of CTZ-induced diabetes in experimental rats. Biol. Pharm. Bull. 28: 978-983.