

## 청과물에 포함된 기능성 물질의 이용전망

발표자 : 小机 愷行 教授 (賢明女子學院 短期大學)

번역자 : 한재숙 교수 (영남대학교)

### I. 서 론

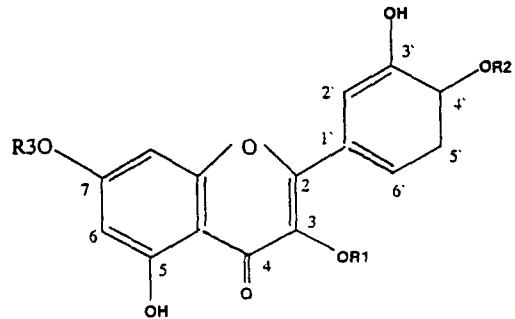
장수사회를 맞이한 오늘날, 음식과 건강과의 관계는 커다란 사회적 관심을 불러 일으키고 있다. 지금까지 식품학 분야에서는 제1차 특징인 「영양」과 제2차 특징이라 할 수 있는 「기호」를 대상으로 연구하여 왔다. 그러나 최근에는 제3차 특징에 해당하는 기능성 즉, 식품에 의한 생체 리듬의 조절, 신경의 각성과 안정 그리고 면역체의 조정 등의 기능에 대하여 연구가 진행되고 있다. 또한 노화에 따라 발생하는 각종 질병, 특히 성인병(암, 동맥경화, 고혈압, 당뇨, 면역부전 등)의 예방과 인체의 건강유지에도 이들 식품이 중요한 기능을 한다는 사실이 확인되고 있다.

그런 점에서 본인은 우리들이 일상적으로 많이 섭취하고 있는 청과물에 대하여 제3차 기능성분 몇 가지를 예시하고, 그러한 기능성분들이 구체적으로 인체에 미치는 영향에 대하여 개설하고자 한다.

### II. 청과물 중의 flavonoid(querctin) 화합물의 기능성

채소나 과일에 들어있는 색소성분으로 알려진 flavonoid는 옛부터 모세혈관을 보강하는 작용이 있어 고혈압이나 동맥경화증의 예방에 효과가 있다고 알려져 왔다.

최근, flavonoid에 속하는 quercetin과 그 배당체(그림 1)가 ① 인간의 위암세포 증식 억제작용 ② 항바이러스작용 ③ 항알레르기작용 ④ 자외선 방어 및 보호작용 ⑤ 항변이원(抗變異原)작용 등의 기능



R1=R2=R3=H: Quercetin  
R1=Glc: Quercetin-3'-glucoside  
R2=Glc: Quercetin-4'-glucoside  
R3=Glc: Quercetin-7-glucoside  
R1 and R2=Glc: Quercetin-3,4'-diglucoside  
R1 and R3=Glc: Quercetin-3,7-diglucoside  
R1, R2 and R3=Glc: Quercetin-3,4',7-triglucoside

그림 1. Quercetin 배당체의 화학구조

을 한다는 것이 알려졌다. 그러나 여기서는 항변이원작용과 자외선 방어 및 보호작용에 대하여 설명하고자 한다.

#### 1. 청과물 중의 quercetin량과 그의 분포<sup>1)</sup>

필자는 청과물 특히 양파에서 methanol로 flavonoid 화합물을 추출하고, gel 여과 및 고속액체 chromatography로서 순수한 quercetin 분석 방법을 확립하였다. 그리고 위의 방법으로 각종 청과물의 quercetin을 측정할 결과 가장 많이 들어있는 것은 양파와 파의 흰 부분(표 1)이라는 사실을 알았다. 특히 양파는 가장 바깥 부분에 많이 들어 있고

중심부로 갈수록 그 함량이 적음을 알았다(표 2).

2. Quercetin의 항변이원물질<sup>2)</sup>

다마끼(玉城)등 (1992)은 quercetin의 생체내에서의 기능을 조사 연구하고 있으나 본인은 여기서 quercetin의 항변이원작용에 대해서만 설명하고자 한다. 공시(共試) 균주로서는 *Salmonella typhimurium* TA 98주를 사용하고 변이원물질로서는 Trp-P-2를 사용하였다.

Quercetin의 농도는 5~500( $\mu\text{g}/\text{plate}$ )로서 실험한 결과 quercetin 농도가 증가함에 따라서 TA 98

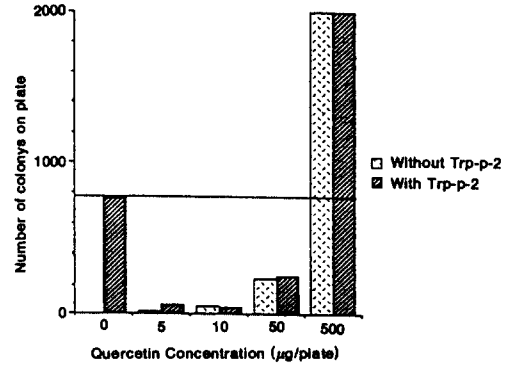


그림 2. Quercetin 농도가 복귀변이체 colony 수에 미치는 영향

표 1. 청과물중의 quercetin 함량

청과물	Quercetin 함량 ( $\mu\text{g}/100\text{g fresh weight}$ )
양파	29.1
파의 흰 부분	12.1
사과	9.6
브로콜리	9.2
마늘	8.0
갈	7.5
숙주	4.2
부추	3.7
무	3.7
우엉	2.5
토마토	1.6
감자	0.8
완두콩	0.1
자몽 內果皮(albedo)	N.D.
과즙	3.6
레몬 內果皮(albedo)	N.D.
과즙	3.7
오렌지 內果皮(albedo)	N.D.
과즙	0.9

N.D. = 검출되지 않은 것임.

표 2. 양파의 각 부위별 quercetin 함량

부 위	Quercetin 함량 ( $\mu\text{g}/100\text{g fresh weight}$ )
제일 바깥쪽의 잎	112.0
두 번째의 잎	99.4
세 번째의 잎	8.7
네 번째의 잎	7.6
다섯 번째의 잎	5.1

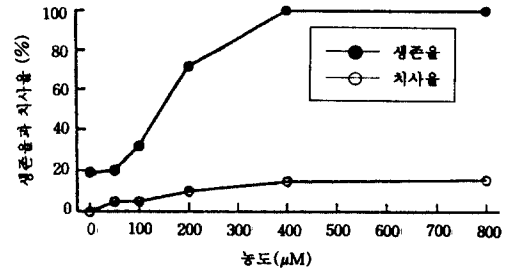


그림 3. 양파에 존재하는 색소 U937세포에 대한 UV방어 및 보호작용 치사율은 배당체만에 의한 것이다.

주의 복귀 변이체 colony 수는 증가하였다. 또한 Trp-P-2를 첨가한 경우, quercetin 농도가 500 $\mu\text{g}/\text{plate}$  이상이 되면 quercetin 자체가 변이원이 되지만, 저농도의 경우는 항변이원 효과를 가진다고 보고하였다.

3. 자외선 방어 및 보호작용<sup>3)</sup>

최근의 환경오염은 특히 프레온가스에 의하여 오존층이 파괴되어 지표면에 도달한 자외선량의 증대가 염려되고 있다. 자외선은 물질의 산화를 촉진시키고 또한 활성산소를 발생시켜 노화나 질병의 원인이 되기도 한다. 특히 최근에는 자외선과 피부암과의 관계에 대하여 많은 관심이 주목되고 있다. 쓰지다(津志田, 1997)는 혈구 유래의 U937세포를 배양하여 자외선을 조사하면 세포는 사멸한다고 하였

표 3. 차 종류의 항균작용

	일본차					중국차			
	번차	녹차	전차	우로	엽차	말차	우롱차	홍차	커피
포도상구균									
<i>S. aureus</i>									
209 P	++	++	++	+	+	+	+	+	-
19-15	++	+	++	+	+	+	+	+	-
Cowan I	+++	+++	++	++	++	+	-	+	-
3120	++	+	+	+	-	+	+	+	-
36	+	+	+	+	-	+	+	+	-
42	+	+	+	+	+	-	+	+	-
44	+	+	+	+	+	-	+	+	-
47	+	+	+	+	-	-	+	+	-
<i>S. epidermidis</i>									
ATCC 12228	+	+	+	+	-	-	-	+	-
7143	++	++	+	+	+	-	+	+	-
7140	++	++	+	++	-	-	+	+	-
7150	+	+	+	+	+	-	+	+	-
19	++	++	++	+	+	-	+	+	-
7103	+++	+	++	+	+	-	+	+	-
<i>S. hyicus</i>	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	-
<i>S. chromogenes</i>	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+++
<i>S. haemolyticus</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
<i>S. capitis</i>	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+	-
<i>S. warneri</i>	+++	++	+++	++	+++	++	++	-	-
<i>S. simulans</i>	++	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. intermedius</i>	++	++	+	+	-	-	+	+	-
<i>S. cohnii</i>	+	++	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. hominis</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>S. xyloso</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. saprophyticus</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Micrococcus									
<i>M. lylae</i>	+++	+++	++	++	++	+	+	+	-
<i>M. luteus</i>	++	++	++	++	-	-	-	+	-
<i>M. varians</i>	++	++	+	+	+	+	+	-	-
연쇄상구균									
<i>S. pyogenes</i>	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	-
대장균 <i>E. coli</i>									
ATCC 11775	-	-	-	-	-	-	-	-	-
078	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
녹농균 <i>P. aeruginosa</i>									
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endemic typhus									
<i>S. typhimurium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+++ , D > 16mm; ++, 12mm < D ≤ 16mm; +8mm ≤ D ≤ 12mm; -, D < 8mm or No inhibition

(清水, 1992)

표 4. 버섯류의 항균작용

균 명	송이 버섯 (松茸)	표고 버섯 (椎茸)	평이 버섯 (平茸)	잎새 버섯 (舞茸)	만가닥 버섯 (濕地)	혼시 메지	팽이 버섯 (椶茸)	목이 버섯 (木耳)	맛버섯 (滑子)	양송이 (mushroom)
포도상구균										
<i>S. aureus</i>										
209 P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-15	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cowan I	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3120	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. epidermidis</i>										
ATCC 12228	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7143	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7140	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7150	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7103	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. hyicus</i>										
<i>S. chromogenes</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. haemolyticus</i>	+	++	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. capitis</i>	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. warneri</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. simulans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. intermedius</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. cohnii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. hominis</i>	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. xylosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. saprophyticus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Micrococcus										
<i>M. lylae</i>	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. luteus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. varians</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
연쇄상구균										
<i>S. pyogenes</i>	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-
대장균 <i>E. coli</i>										
ATCC 11775	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0 78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
녹농균 <i>P. aeruginosa</i>										
Endomic typhus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. typhimurium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[판정기준]

+++ , D > 16mm; ++ , 12mm < D ≤ 16mm; + , 8mm ≤ D ≤ 12mm; - , D < 8mm or No inhibition

(清水, 1992)

다. 그러나 이 배양액에 양파의 황색 색소인 quercetin-3,4-diglucoside를 첨가한 결과 자외선에 대하여 강한 방어 및 보호작용이 있다는 사실을 밝혔다. 이러한 사실은 flavonoid류를 경구 섭취할 경우 자외선 조사에 의한 피부장애가 감소되고 예방될 수 있다는 가능성을 시사하고 있다.

### Ⅲ. 차류와 버섯류의 기능성<sup>4)</sup>

#### 1. 항균작용

차 종류에 대한 항균작용을 조사하기 위하여 시료로써 일본차 6종, 중국차 1종, 홍차, 커피를 선택하였다. 그리고 각각의 시료로부터 열수(熱水) 추출액을 얻어 포도상구균 13균종 25주, *Micrococcus* 균종 3주, 연쇄상구균 1균종 1주, 대장균 3주, 녹농균(綠膿菌) 1주, 쥐 typhus균 1주에 대하여 항균작용의 유무를 조사하였다(표 3). 그 결과 일본차 6종 모두가 포도상구균, *Micrococcus*균, 연쇄상구균에 대하여 항균작용이 인정되었으며 특히 녹차, 옥로, 전차(煎茶), 번차(番茶)는 강한 항균력이 인정되었다. 우롱차와 홍차도 포도상구균, *Micrococcus*균, 연쇄상구균에 대하여 항균작용을 나타내었다. 커피는 일부의 포도상구균에만 항균작용을 나타내었다.

#### 1) 버섯류

일본에서 재배되고 있는 버섯류 10종을 사용하여 차류와 같은 각종 균류에 대한 항균작용을 조사한 결과는 표 4와 같다. 항균작용을 나타낸 것은 「송이버섯」과 「표고버섯」뿐이었고, 「송이버섯」은 gram 양성균 3종, 「표고버섯」은 일부의 포도상구균과 *Micrococcus*균, 연쇄상구균에 대하여 항균작용을 나타내었다.

#### 2. 면역활성 촉진기능[macrophage의 유주성(遊走性, migration)]

Macrophage는 침입 미생물의 탐식(食食), 항균 작용, 그리고 면역의 조절 및 감염 저항작용 등의 많은 작용이 있으며 우리들의 생체 방어에 있어서 매우 중요한 역할을 하는 세포이다.

차류와 버섯류로부터의 열수 추출액에서 macro-

phage 활성화 작용의 유무를 macrophage의 유주성으로 판정한 결과(표 5), 차류에서는 들깨차만이 macrophage에 대해 주화성(走化性, chemotaxis)을 나타내었고, 그 밖의 차류에서는 유주성이 인정되지 않았다. 한편 버섯류에서는 나메꼬와 목이버섯에서 macrophage의 유주성이 다수 인정되었지만 그 밖의 버섯류에서는 인정되지 않았다.

### Ⅳ. 면역 응답계(應答系) 세포 부활(賦活) 물질

#### 1. 버섯류<sup>5)</sup>

버섯은 고대부터 식용 또는 약용으로 널리 이용되어 왔으며 그 종류도 식용버섯은 약 200종, 약용버섯은 약 30종 정도 알려져 있다. 약용버섯은 물론 식용버섯에도 생리활성물질[항종양성물질, 혈압강하물질, 혈당강하물질, 항혈전(抗血栓)물질 등]의 존재가 확인되고 있다.

그리고 그 작용의 대부분은  $\beta$ -1,3 결합을 주된 고리(主鎖)로 한 glucan이라는 사실이 밝혀졌으며 실제로 여러 종의 버섯으로부터 다당제암제(多糖制癌

표 5. 차류와 버섯류의 macrophage의 유주성

종류	유주 macrophage 수
차류	
녹차	1
엽차	1
두충차	4
갈근차	3
울무차	1
현미차	6
들깨차	28
결명자차	3
기타*	0
버섯류	
송이버섯(松茸)	5
잎새버섯(舞茸)	2
만가닥버섯(濕地)	1
목이버섯(木耳)	71
맛버섯(滑子)	117
양송이버섯	9

\* 번차, 옥로, 전차, 말차, 우롱차, 홍차, 감잎차, 쌍엽차, 푸알차(puar, 우롱차의 일종) (清水, 1992)

劑)가 생산·실용화되고 있다. 「크레스친(クレステチン), 렌치난(レンチナン), 그리보란(グリボラン)」. 그러나 식용버섯의 면역 응답계 세포 수준에서의 연구보고는 많지 않지만 여기서는 미즈노(水野, 1992)들이 연구한 식용버섯 10종과 약용버섯의 2종에 대한 연구보고를 소개하고자 한다.

생체계의 특이적 면역기능에 관여하는 세포군은 림프구(lymphocyte)이다.

이 세포군에는 T세포(helper-T세포, effector-T세포, killer-T세포), B세포 및 natural killer세포 등이 있지만 여기서는 전(全) T세포[Thy 1.2(Pan T)], helper T세포[L<sub>3</sub>T<sub>4</sub>(Th)], 세포장해성 T세포[cytotoxic T cell, Lyt 2(Tc)] 및 natural killer 세포[NK]의 활성 변화에 대하여 설명하고자 한다.

각종 버섯으로부터 열수 추출 분획(fraction)을 얻어 그것을 쥐의 복강내에 투여하여 그의 면역 응답계 세포 부활 활성을 조사한 결과(표 6), 고우다

께, 나팔버섯, 무기다께를 제외한 8종의 버섯에서 T림프구와 NK세포의 유도효과가 인정되었으며 특히 마이다께와 시로마이다께에 NK활성이 20% 이상 높은 것을 알았다. 또한 팽이버섯, 시로마이다께, 마쭈다께, 호우끼다께, 돈비마이다께는 약용의 영지버섯이히메나 고기사루노고시다께에 뒤떨어지지 않는 T림프구 유도 증강효과가 인정되고 있다.

## 2. 약용인삼(macrophage를 활성화한 Rhamnogalacturonan II)<sup>6)</sup>

Macrophage를 활성화한 Rhamnogalacturonan II (RG-II)가 약용인삼의 열수 추출물에서 처음으로 확실하게 분리되었다. RG-II는 세포벽 다당류인 pectin질의 일종이며 분자량은 비교적 작지만 대개 11종류의 단당류가 분지상(分枝狀)으로 결합한 구조를 하고 있다. 그림 4에 나타난 바와 같이 주 골격은 galacturonic acid가  $\alpha$ -1,4 결합한 구조이다. 특

표 6. 각종 버섯으로부터 얻은 열수(熱水)추출물을 복강 내에 투여한 쥐의 면역응답계 세포부활능

버섯의 종류	활성 세포의 비율(%)			
	Thy 1,2 (pan T)	L3T4 (Th)	Lyt2 (Tc)	asialoGM1 (NK cell)
흰 잎새버섯 (白舞茸, hen of the wood, white)	37.4	24.7	8.1	10.7
돈비마이다께	63.5	39.1	24.4	8.6
히메마쭈다께 (姬松茸)	69.2	40.6	19.0	10.4
호우끼다께 (red-tipcoral)	64.0	42.3	21.7	14.8
맛버섯 (滑子, nameko mushroom)	59.0	38.0	21.0	13.1
쭈꾸리다께	59.0	38.0	21.0	10.3
팽이버섯 (椴茸, velvet foot)	74.8	45.8	29.0	10.1
농이버섯 (皮茸)	26.4	17.1	9.8	-
젓버섯 아재비 (初茸)	17.8	15.5	5.3	-
무기다께 (刺茸, little olive)	27.0	23.6	8.8	-
고우끼사루노고시다께	63.6	43.7	26.1	13.8
영지버섯	71.2	34.9	18.3	10.0
대조(對照)	31.4	20.4	9.5	8.4

(水野, 1992)

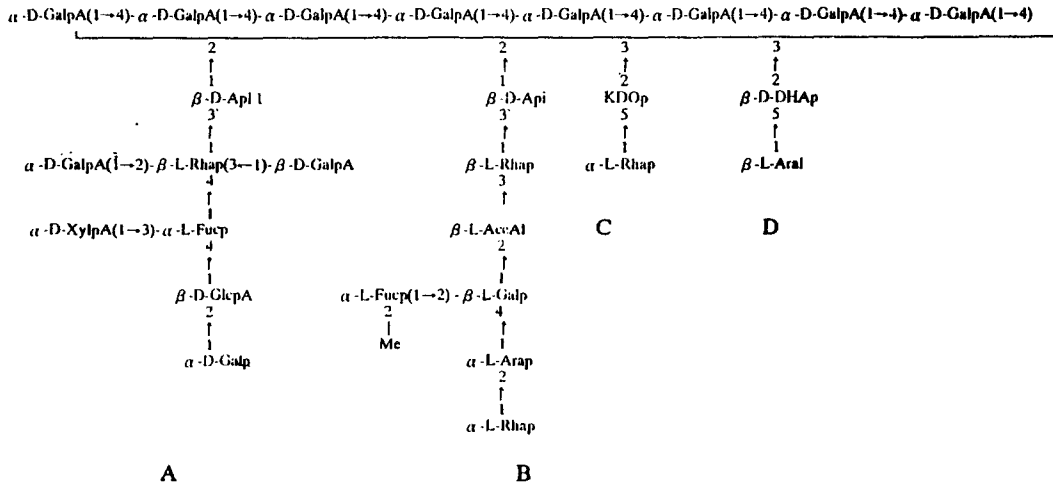


그림 4. 식물 세포벽의 RG-II의 부분 추정 구조

표 7. 인삼, 사과, 당근 및 토마토로부터 분리된 당조성

당조성	인삼	사과	당근	토마토
2-MeFuc	5.2*	2.5	2.4	2.5
Rhamnose	16.2	8.5	18.1	16.8
Fucose	3.9	3.4	2.9	3.3
2-MeXyl	3.8	4.7	2.2	2.4
Xylose	0.5	-	-	-
Apiose	4.3	6.6	6.1	8.0
Mannose	1.4	-	-	-
Aceric acid	1.6	0.4	0.2	0.3
Galactose	10.2	11.9	16.0	14.5
Glucose	1.6	-	-	-
Dha	4.1	-	-	-
Kdo	5.4	-	-	-
Galacturonic acid	25.1	32.9	29.9	35.5
Glucuronic acid	7.8	-	-	-

Dha : 3-deoxy-D-lyxo-heptulosaric acid. Kdo:3-deoxy-D-manno-octulosonic acid.

\* Mole%

정으로는 apiose, 2-O-methyl-fucose, 2-methyl-D-xylose, ketodeoxyoctulosonic acid(Kdo)와 3-deoxy-D-lyxo-heptulosaric acid(Dha)등의 희귀한 단당류를 가지는 것이다. 약용인삼, 사과, 당근 및 토마토의 가식부로부터 분리·정제한 RG-II의 구성당의 종류와 그 비율은 표 7에 나타난 바와 같다. 어느 것이나 세포벽으로부터 얻어진 RG-II의 구성당

이 서로 비슷하지만 약용인삼에는 특별한 당이 존재하고 있었다.

이 RG-II의 생체 내의 기능성에 대해서는 아직 확실하지 않은 부분도 있지만 여러 종류의 자료들로부터 판단해 볼 때, 면역계 특히 macrophage의 Fc receptor 발현의 촉진에 중요한 역할을 담당한다는 것을 알 수 있다. 여기에 대해서는 추후의 연구를 기대하고 싶다.

### V. 맺음말

최근 과학기술의 급속한 진보, 특히 화학분야에 있어서 기기분석 기술이 발전함에 따라 생체내의 미량성분까지 정확하고 신속하게 분리·분석하는 것이 가능하게 됨으로써 이들 방법을 통하여 식품 중에 미량으로 존재하는 생리활성 물질의 규명이 명확해지고 있다.

평소 우리들이 비교적 많이 섭취하는 청과물 중에는 여러 가지 생리활성 기능을 가진 물질이 들어 있다. 여기서는 그 기능성의 한 부분을 언급한 것에 불과하다. 특히 주의해야 할 것은 어떤 종류의 기능성을 가진 물질이라 해서 그것을 매일 다량으로 섭취하면 역효과가 나는 수도 있다. 예를 들면 quercetin이 바로 그와 같다고 하겠다.

Quercetin은 어느 범위내에서는 항변이원성 물질로서 작용하지만 어느 기준을 넘으면 변이원 물질로서도 작용한다. 그러므로 기능성 물질에 대하여 정확한 정보를 가지는 것은 필요하다. 또한 오늘날은 식사에 있어서 하루에 섭취하는 영양소 즉, 탄수화물, 지질, 단백질, 비타민 등 각각의 섭취 영양소량이 중요시 되지만 멀지 않은 장래에 식품의 기능성에 대한 정보가 정확해지면 질병에 대한 예방과 치료에 응용된 기능성을 증시한 식단을 따르게 되는 날이 올 수도 있을 것이다.

## VI. 참고문헌

1. Mizuno, M., Tsuchida, H., Kozukue, N. and Mizuno, S. Nippon Shokuhinn Kogyo Gakkaishi. 39:88-92(1992).
2. 屋城一, 岸原士郎, 藤井聡, 脇内成昭. 迅速大學共同聯句開發センター(年報) 4:59-64(1992).
3. 律志田藤二郎, 篠原和毅. Nippon Shokuhinn Kogyo Gakkaishi. 44:607-614(1997).
4. 清水晃, 河野潤一. 神戸大學共同聯句開發センター(年報) 4:38-58(1992).
5. 水野雅史, 森本幹雄, 土田広信, 横野浩一, 滝俊哉. 神戸大學共同聯句開發センター(年報) 4:13-28(1992).
6. Kwang-Soon Shin., Kiyohara, H., Matsumoto, T. and Yamada, H. Carbohydrate Research. 300:239-249(1997).