

한국인 상용식품의 플라보노이드 데이터베이스 구축*

양윤경¹ · 김지연² · 권오란^{1S}

이화여자대학교 식품영양학과,¹ 서울과학기술대학교 식품공학과²

Development of flavonoid database for commonly consumed foods by Koreans*

Yang, Yoon Kyoung¹ · Kim, Ji Yeon² · Kwon, Oran^{1S}

¹Department of Nutritional Science and Food Management, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

²Department of Food Science and Technology, Seoul National University, Seoul 139-743, Korea

ABSTRACT

Flavonoids have been hypothesized to reduce the risk of chronic diseases, but the lack of a flavonoid database hampered epidemiological studies addressing this issue in Korea. In this study, we developed a flavonoid database, based on a systematic review. A total of 1549 food items containing flavonoids were selected using the Korean Nutrient Database. Among them, flavonoid contents for only 649 food items were evaluated with analytical values and the remaining 900 items were replaced with adaptations or calculations from similar items. The developed flavonoid database covered 93.2% of fruits and fruit juices, 76.1% of vegetables, 98.4% of legumes and legume products, and 85.0% of all plant foods overall (1,549 items) as reported by the 24-hr dietary recall method regarding the 2008 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. We found that this flavonoid database, overall, included 95.6% of all mainly consumed plant foods by Koreans. This flavonoid database is expected to be useful in regards to the correlation study of flavonoid intake and chronic diseases. (*Korean J Nutr* 2012; 45(3): 283 ~ 292)

KEY WORDS: flavonoids, database, anthocyanidins, flavan-3-ols, flavones, flavonols, isoflavones.

서 론

과일과 야채의 섭취가 많은 사람들은 심혈관 질환, 암 등 여러 가지 만성 질환의 발생이 낮다는 역학조사 결과가 다수 보고되어 있다.¹⁾ 최근에는 그 유효성분을 찾고 인과관계를 밝히는 연구가 시작되었으며, 페놀성 화합물의 일종인 플라보노이드에는 특별한 관심이 집중되고 있다.^{2,3)} 플라보노이드는 식물이 만들어내는 2차 대사산물로 생합성 경로가 복잡하고 함량이 낮으며, 계절, 장소, 기후, 재배조건, 식물의 종 및 부위에 따라 함량이 다를 수 있다. 그러나 상대적으로 높게 함유하고 있는 주요 급원 식품이 있다.⁴⁾ 현재까지 발견된 플라보노이드 화합물은 약 5,000종 이상으로 화학적 구조에 따라 26개 군으로 분류될 만큼 방대하고 다양하지만,⁵⁾ 실제로 식품의 맛 또는 건강과 관련하여 잘 알려진 것으로는 6개군 (anthocyanins, fla-

van-3-ols, flavanones, flavones, flavonols, isoflavones) 20~30종 화합물로 정리할 수 있다 (Table 1).^{4,6)}

과일과 야채에 함유된 플라보노이드 화합물은 대부분 배당체 형태로 존재한다. 다만, 카테킨이 속한 flavan-3-ols은 예외로 유리형 또는 gallic acid ester 형태이다.⁵⁾ 배당체 형태는 플라보노이드의 흡수율을 높이는 데 중요한 것으로 알려져 있지만⁷⁾ 일단 흡수된 후에는 대사과정에서 다른 형태로 전환되면서 생리활성을 나타내는 것이 보통이다.⁸⁾ 플라보노이드의 만성 질환에 대한 예방 기전은 기본적으로 항산화 효과,⁹⁾ 항염증효과,¹⁰⁾ 또는 항균효과에¹¹⁾ 기인한다는 보고가 가장 많다. 특별히 잘못된 식습관에서 유래되는 만성 질환은 공통적으로 산화적 손상 기전을 갖는다는 측면에서 플라보노이드의 기능은 매우 중요하다. 최근에는 다양한 효소경로와 유전자발현, 세포막 성질이나 리셉터 기능 등과 같은 정확한 작용기전이 연구되고 있다.¹²⁾ 그러나, 질병 예방 관점에서 플라보노이드의 역할을 규명하기

접수일: 2012년 3월 23일 / 수정일: 2012년 5월 4일 / 채택일: 2012년 5월 7일

*This project was supported by the Ministry of Knowledge & Economy (RITD program, Project No. 70004683), Korea Forest Service (Forest Science & Technology Projects, Project No. S11111L010120), and the Ministry of Education, Science and Technology (Brain Korea 21, Project No. 2006-0519-4-7).

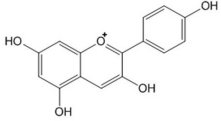
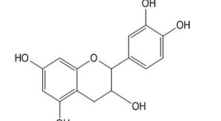
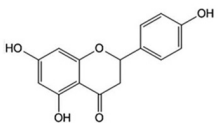
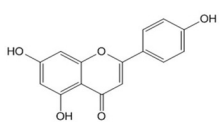
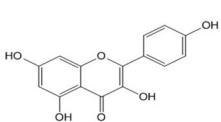
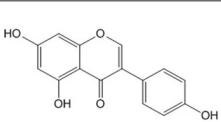
^STo whom correspondence should be addressed.

E-mail: orank@ewha.ac.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Flavonoid classes, sturct

Class	Chemical structure	Compounds
Anthocyanidins		Cyanidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin, peonidin, petunidin
Flavan-3-ols		Catechin, epigallocatechin, epicatechin, epicatechin 3-gallate, epigallocatechin 3-gallate, theaflavin, thearubigin, theaflavin 3,3'-digallate, theaflavin 3'-gallate, theaflavin 3-gallate, galocatechin, catechin 3-gallate
Flavanones		Hesperedin, naringenin, eriodictyol
Flavones		Luteolin, apigenin
Flavonols		Quercetin, kaempferol, myricetin, Isorhamnetin
Isoflavones		Daidzein, genistein, glycerin

위해서는 보다 구체적인 역학 연구와 중재시험 연구가 병행되어야 한다. 또한 플라보노이드는 일상식품을 통해 상당량 섭취할 수 있으므로 건강 증진 및 질병 예방을 위해 식사계획과 평가지침을 마련할 필요가 있다.¹³⁾ 이러한 연구를 뒷받침하기 위해서는 플라보노이드 섭취량의 정확한 평가가 선행되어야 하나, 우리나라는 아직까지 상용식품 중 플라보노이드 함량이 결정되지 않아 플라보노이드 섭취량을 추정하고 평가하는 것이 어려운 실정이다.

국가 식량정책 및 건강정책을 수립하는데 개인과 집단의 식사섭취와 식행동을 평가하는 것이 중요함을 인식한 선진 각국에서는 상용식품 중 플라보노이드 함량에 대한 데이터베이스를 구축하기 시작하였다. 미국은 농무성 (USDA, US Department of Agriculture)을 중심으로 2010년까지 385종 식품에 대하여 flavonols, flavones, flavanones, flavan-3-ols, anthocyanidins의 5군에 해당하는 총 26종의 플라보노이드 함량 데이터베이스를 구축하였으며 지속적으로 확대하고 있다.¹⁴⁾ 이와 별도로 또한 557종 식품에 대하여 총 4종의 이소플라본 함량 데이터베이스를 구축하였다.¹⁵⁾ 일본국립건강영양연구소는 2008

년 기능성식품인자 데이터베이스 (Japan Functional Food Factor database; FFF DB; 機能性食品因子 データベース)를 발행한 바 있다.¹⁶⁾ 우리나라는 농촌진흥청을 중심으로 직접 분석한 실험 결과와 국내외 신뢰할 수 있는 데이터를 수집, 인용하여 구축한 기능성분 데이터베이스를 2009년 처음 발간하였으나,¹⁷⁾ 플라보노이드 성분에 대한 데이터베이스가 존재하는 식품 수가 200종에 불과하여 섭취량 추정 등에 사용하기에는 식품의 가짓수가 불충분하고 온라인으로 구축되어 있지 않아 접근성이 용이하지 않다. 따라서 한국인의 상용 식품에 대한 전체 플라보노이드 성분을 체계적으로 분류하고 그 함량정보를 종합적으로 보고한 사례는 지금까지 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 식품의 플라보노이드 함량 자료를 체계적으로 수집, 분석하여 한국 상용 식품의 플라보노이드 성분 데이터베이스를 구축하고자 수행되었다.

연구방법

본 연구에 사용된 한국인 상용식품의 플라보노이드 함량 데

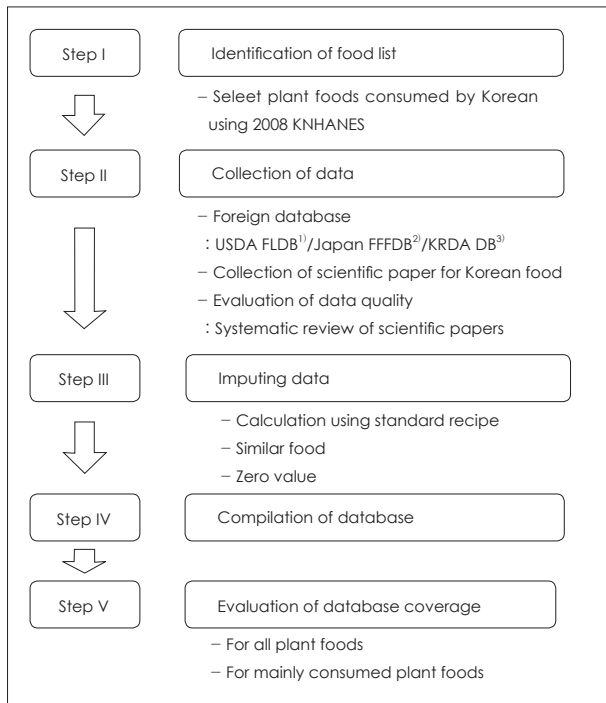


Fig. 1. Overall flow of development of flavonoid database. 1) USDA flavonoid database 2) Japan functional food factor database 3) Korean RDA: Food functional composition table.

이더베이스 구축을 위한 주요 절차는 Fig. 1에 제시하였다.

대상식품 선정

2008년도 국민건강영양조사 결과를 기반으로 플라보노이드 데이터베이스 구축 대상 식품을 선정하였다. 2008 국민건강영양조사에 포함된 총 5,105식품 중 플라보노이드를 함유 식품으로 추정되는 식물성 식품 1,549종 식품을 데이터베이스 구축 대상 식품으로 선정하였다.

플라보노이드 함량 값 수집

본 연구에서는 선정된 대상식품의 일반식품명 및 학명을 기준으로 국내외 플라보노이드 함량을 조사하였다. 국내외 정부 주도로 구축된 플라보노이드 데이터베이스인 미국 농무성 자료,^{14,15)} 일본 기능성식품인자 데이터베이스¹⁶⁾ 및 한국 기능성 성분표¹⁷⁾에 플라보노이드 성분값이 있는 경우 미국 농무성 자료를 가장 우선으로 하고, 그 다음으로 한국 성분값, 일본 성분값 순서로 선택하였다.

이들 데이터베이스에 플라보노이드 함량이 수록되어 있지 않은 식품의 경우 국내외 출판된 문헌을 중심으로 수집하였다. 플라보노이드 함량을 분석한 문헌을 수집하기 위하여 PubMed, ACS (American Chemical Society), KISS (Korean studies Information Service System) 데이터베이스를 대상으로 1955년 1월부터 2010년 3월까지 발표된 문헌을 검색하였다. 검색어는

예를 들어 'cyanidine AND Korean food' 또는 'anthocyanidins AND Korean food'로 31종의 '개별 플라보노이드 (individual flavonoid)와 한국식품 (Korean food)' 또는 6종의 '서브클래스 플라보노이드 (subclass flavonoid) 함량과 한국식품 (Korean food)'으로 하였다. 수집된 문헌 중 우리나라 상용식품으로 선정되지 않은 식품, 영어나 한국어 외의 언어로 작성된 문헌, 플라보노이드의 분석절차와 결과가 명확히 제시되지 않은 문헌은 제외하였으며, 개별 플라보노이드의 정확한 함량 데이터베이스를 개발하기 위해 총 플라보노이드 값이나 서브클래스 플라보노이드 총량을 분석한 문헌도 모두 검토에서 제외하였다. 수분함량을 보정해야 하는 분석 결과의 경우 문헌에 수록된 결과에 따라 결정하였으며 수분량에 대한 정보가 없는 경우에는 식품성분표의¹⁸⁾ 수분함량을 이용하여 환산하였다. 수집된 문헌은 미국 농무성에서 이용한 데이터 질적 평가 시스템¹⁹⁾을 적용하여 플라보노이드 함량의 신뢰성을 평가하였다. 미국 농무성에서 구축한 질적평가 시스템은 실험에 사용된 표본 수집 방법, 검체 처리 방법, 검체수, 사용된 분석방법, 분석의 정도 관리 방법의 다섯 가지 항목으로 구성되어 있다. 수집된 분석자료를 각 식품 별로 구분하고 각각의 자료를 상기 기술한 5가지 평가시스템의 기준 항목별로 0점에서 3점까지 평가하였다. 평가 점수를 모두 합산한 후 평균값을 이용하여 질적 지수 (Quality Index)를 산출하였으며 질적 지수에 따라 각각 신뢰코드 (Confidence Code)를 부여하여 플라보노이드 데이터베이스를 이용하는 연구자가 데이터베이스에 수록된 플라보노이드 함량의 신뢰성을 평가할 수 있도록 하였다. 신뢰코드는 1점 이하 값을 제외한 질적 지수의 합이 6보다 클 때는 'A', 3.4~6.0 사이인 경우에는 'B' 그리고 3.4 미만인 경우에는 'C'로 결정하였다. 신뢰코드가 'A'인 것은 그 식품의 플라보노이드 함량을 뒷받침하는 수준 높은 논문이 다수 존재하거나 과학적인 증거가 높음을 의미한다. 반면 신뢰코드가 'C'인 것은 결과를 뒷받침하는 논문의 질이 떨어지거나 논문의 수가 적음을 의미한다.²¹⁾

대체값 (Imputing value) 적용

동일한 원료이지만 형태를 달리하는 식품의 경우에는 식품 중의 수분 함량을 고려하여 플라보노이드 함량을 계산하였다. 조리된 식품 형태는 국민건강영양조사에서 사용한 음식코드를 기준으로 표준화된 레시피²⁰⁾를 적용하여 플라보노이드 함량을 계산하였다. 레시피 적용을 위해 각 음식에 들어가는 식품의 종류를 결정하고, 각 식품의 무게를 결정하였다. 그 다음으로 각 식품의 무게를 합해서 조리 전 전체 무게를 계산하고, 각 식품의 무게에 따른 플라보노이드를 결정한 후 각 식품의 플라보노이드 함량을 합하여 전체 함량을 계산하였다. 최종 플라보노이드 함량은 식품 100 g당으로 환산하여 결정하였다. 유사식품

의 경우에는 대표적인 식품을 찾아 그 값으로 대체하였는데, 예를 들어 우유식빵, 토스트 등은 주재료가 밀가루인 점을 조사하여 식빵의 플라보노이드 함량으로 대체하였다. 또한 본 데이터베이스에서는, 그 식품이 플라보노이드 성분을 포함하지 않는 재료가 주성분일 경우 제로값으로 표기하였다.

데이터베이스 생성

본 데이터베이스에서 플라보노이드 함량은 모두 비배당체로서 표시하였다. 문헌에 플라보노이드 함량이 배당체 형태로 표기된 경우, 개별 배당체의 분자량에 전환율을 적용하여 비배당체 함량으로 표시하였다. 건조중량으로 보고된 문헌은 식품중량 (fresh weight)에 대한 함량으로 환산하였는데, 이는 문헌에 표기된 수분량을 이용하거나, 농촌진흥청 식품성분표¹⁸⁾의 수분 함량을 참조하여 환산하였다. 식품코드는 국민건강영양조사에서 사용하는 식품코드를 그대로 사용하였고 식품명은 한글명, 영문명 또는 일본어로 표시하였다. 식품코드가 01000~18000 계열은 농촌진흥청 식품성분표의 한글명, 영문명 표현을 그대로 따르고, 그 외 식품의 영문표현은 국민건강영양조사에서 사용된 표현을 따라 사용하였다. 개별 플라보노이드 함량은 식품 100 g당 mg으로 표시하였으며 데이터의 출처는 데이터베이스 구축 원칙 및 절차에 따라 미국 농무성 데이터베이스, 일본 기능성식품데이터베이스, 한국 농촌진흥청, 문헌검색, 대체값 등으로 표시하고, 대체값의 경우 수분보정 및 유사식품은 어떤 식품에서 성분값을 조정하였는지 비교란에 기재하였다. 레시피 계산은 음식데이터베이스로 기재하고, 제로값 등을 기재하였다. 플라보노이드 데이터베이스는 6개의 서브그룹과 31종의 개별 플라보노이드 성분값으로 구성하였다.

데이터베이스의 충실도 평가

분석 대상 데이터인 2008 국민건강영양조사의 식품섭취량 조사를 기준으로 식물성식품에 대하여 급원별, 식품군별 및 다소비 식물성 식품에 대하여 플라보노이드 함량이 구축된 식

품의 비율을 데이터 충실도로서 정의하여 평가하였다.

결 과

전국을 대상으로 연중 조사된 2008 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 사람들이 섭취하는 식품의 종류는 총 5,105종이었다. 이 중 식물성 식품으로 분류된 1,549종의 식품을 플라보노이드 데이터베이스의 대상식품으로 선정하였다. 대상 식품들은 각각 272종의 단일 (생) 식품, 1,215종의 가공식품 및 62개의 혼합 재료식품으로 다시 구분하였다. 플라보노이드 데이터베이스는 안토시아니딘 (anthocyanidins), 플라바놀 (flavan-3-ols), 플라바논 (flavanones), 플라본 (flavones), 플라보놀 (flavonols) 및 이소플라본 (isoflavones) 등의 6개 플라보노이드 서브그룹과 31종의 개별 플라보노이드 성분값으로 구성하였다.

Table 2에서와 같이 본 데이터베이스에서 구축한 한국 상용식품의 플라보노이드 함량은 미국 농무성 데이터베이스로부터^{14,15)} 545개 식품, 일본 기능성식품인자 데이터베이스로부터¹⁶⁾ 30개 식품, 한국 농촌진흥청 기능성 성분표로부터¹⁷⁾ 2개 식품에 대한 값을 얻을 수 있었다. 반면 우리나라에서 상용되는 식품이나 이들 플라보노이드 성분표에 구축된 함량이 없는 72개 식품에 대해서는 문헌검색을 통한 각각의 문헌을 개별 평가하여 플라보노이드 데이터베이스에 포함시켰다. 수분량을 고려하거나 레시피 계산값에 의해 도출된 함량을 대체값으로 사용하여 구성된 플라보노이드 함유 식품은 155개이며, 유사식품은 309개였고, 플라보노이드 성분이 제로값으로 추정되는 식품은 204개였다. 그 이외의 232개 식품은 플라보노이드 성분값에 대한 데이터가 없고 유사식품으로 추정할 수도 없어서 결측값으로 처리하였다.

문헌검색을 통한 플라보노이드 함량을 결정하기 위해 핵심어 (key word)를 이용하여 PubMed, ACS, KISS 등의 학술 데

Table 2. Database sources of composition of flavonoids

Categories		No. of food items	Percentage (%)
Analytical values	USDA Flavonoid DB ¹⁾	545	35.2
	Japan FFF DB ²⁾	30	1.9
	Korea RDA FFCT ³⁾	2	0.1
	Literature review	72	4.6
Imputing values	Calculation of moisture	82	5.3
	Calculation of recipe	73	4.7
	Similar food	309	20.0
	Zero value	204	13.2
	Missing value	232	15.0
Total		1,549	100.0

1) USDA Flavonoid database 2) Japan functional food factor database 3) Food Functional Composition Table, Korea Rural Development Administration

이터베이스를 검색하였다. 검색 결과 총 350건의 논문이 검색되었고, 93건의 문헌을 선정하여 검토하였다. 이 중에서 미 농무성 플라보노이드 데이터베이스, 일본 기능성식품 데이터베이스 및 한국 농촌진흥청 기능성 성분표에는 없으나 한국인에게 있어 섭취량 및 섭취빈도가 높은 콩 가공품류, 콩나물 등 9종(간장, 고추장, 된장, 청국장, 춘장, 콩나물, 양파, 굴 및 토마토 케첩 등), 72가지 식품을 위주로 개별 문헌의 질적 평가를 수행하였다. 질적 평가를 위해서는 미국 농무성에서 이용한 질적 평가시스템^{19,20)}을 적용하여 문헌에서 분석된 식품의 플라보노이드 함량의 신뢰성을 평가하였다. 9종 식품의 플라보노이드 함량 분석 결과를 제시하고 있는 각각의 문헌을 5가지 평가영역에 대해 신뢰성을 평가한 뒤, 신뢰코드와 참고문헌별 플라보노이드 함량의 평균값을 데이터베이스에 포함하였다. 평가에 포함된 식품들 중 신뢰코드가 'A'로 평가된 문헌에 분석된 식품은 '양파' 1종 밖에 없었으며 신뢰코드가 'B'인 것도 된장 1종이었고 'C'인 것은 간장, 고추장, 청국장, 춘장, 콩나물, 굴 및 토마토 케첩의 7종 식품이 있었다. 이들 9종 식품 중 대표적으로 된장의 이소플라본 결과를 Table 3에 제시하였다.

본 연구에서 구축된 데이터베이스를 2008년도 국민건강영양조사 식품섭취량 조사 결과에 대입한 후 각 식품 군별로 총 식품에서 플라보노이드 성분값이 존재하는 식품의 비율을 계산하여 '데이터 충실도'로 정의하였고 그 결과는 Table 4와 같다. 2008년도 국민건강영양조사 식품섭취량 조사 1,549종의 식물성 식품 중 플라보노이드 성분 값이 존재하는 식품이 총 85%임이 확인되었다. 식품군별로 플라보노이드 성분값의 충실도를 보았을 때 유지방군의 데이터 충실도는 100%였고 두류군, 곡류군, 과일군과 채소군 등의 데이터 충실도는 각각 98.4%, 96.1%, 93.2%, 및 76.1%로 평가되었다. 또한, 전체 식물성 식품 중 섭취 빈도가 높은 식물성 식품(다소비 식물성 식품)에 대한 데이터 충실도를 평가하기 위해 섭취량 조사 결과를 바탕으로 95 백분위수에 해당하는 922개 식품을 추출하였다. 이들 식품에 대해 플라보노이드 데이터베이스 구축 여부를 확인한 결과 95.6%인 881개 식품에 대한 플라보노이드 데이터베이스가 구축되었음이 확인되었다. 다소비 식물성 식품 중 플라보노이드 함량이 높은 15개 식품들을 "key foods"로 정의하고 Table 5에 이들 식품들의 플라보노이드 함량을 제시하였다. 섭취 빈도가 높은 식품이나 플라보노이드 데이터베이스가 구축되지 않은 41개 식품은 메주 등의 곡류군 7개, 고사리, 취나물, 도라지 등 7개, 마늘썩주스 등의 음료 및 주류 식품 22개, 카레 등의 조미가공식품군이었으며 이들 식품 코드와 식품명은 향후 이들 식품에 대한 플라보노이드 함량 분석 연구를 위하여 Table 6에 제시하였다.

Table 3. Worksheet for isoflavones in Doenjang (Soybean paste)

Ref ^a	Data quality criteria ratings					Isoflavone value (mg/100 g)					
	No. of samples		Analytic method	Sample handling	Sampling plan	Quality control	Quality index ^b	Daidzein	Genistein	Glycitein	Total Isoflavones
	Actual no.	Rating									
Kim, 1999 ²⁷⁾	1	1	1	2	1	0	1	24.75 ^c	24.75		49.5
Jang, 2008 ²⁸⁾	1	1	1	2	1	1	1.2	27.30	30.2	7.9	66.0
Moon, 1996 ²⁹⁾	4	2	1	2	1	0	1.2	1.50	0.88		2.38
Kim, 2000 ³⁰⁾	1	1	1	2	1	1	1.2	15.19	4.41		19.60
Choi, 1998 ³¹⁾	4	2	1	2	1	0	1.2	13.57	15.32		28.84
Mean								16.46	15.11	7.9	33.26
Summary: Quality Sum ^d = 5.8; Confidence Code ^e = B											

^aFirst authors, year of publication, and reference numbers are listed.
^bQuality Index ≥ 1.0 is required for a data to be considered acceptable.
^cMean
^dThe sum of the Quality Indexes for acceptable references; it serves as the basis of the confidence code.
^eThe confidence code is derived from the Quality Sum

Table 4. Assessment of database coverage

Food group	Total foods			Mainly consumed foods		
	No. of food	No. of value	Coverage (%)	No. of food	No. of value	Coverage (%)
Cereals	461	443	96.1	363	356	98.1
Legumes	61	60	98.4	38	37	97.4
Nuts & oils	28	23	82.1	3	3	100.0
Vegetables	268	204	76.1	102	95	93.1
Fruits	117	109	93.2	67	66	98.5
Oils	57	57	100.0	23	23	100.0
Beverages & alcohols	220	171	77.7	155	133	85.8
Seasonings	198	149	75.3	128	128	100.0
Prepared foods	24	19	79.2	12	9	75.0
Others	115	82	71.3	31	31	100.0
Total	1,549	1,317	85.0	922	881	95.5

Table 5. Key foods with appreciable amounts of flavonoids

Food description	Compounds with appreciable amounts (mg/100 g)
Soybeans, dried ¹⁾	Daidzein (78.86), Genistein (89.32), Glycetin (18.76)
Tofu, Soybean curd ¹⁾	Daidzein (12.31), Genistein (16.10), Glycetin (2.75)
Soybean sprout, raw ¹⁾	Daidzein (12.86), Genistein (18.77), Glycetin (2.88)
Radishes, raw ¹⁾	Pelargonidin (25.66), Kaempferol (0.86),
Onion, raw ¹⁾	Apigenin (0.01), Luteolin (0.01), Isorhamnetin (5.01), Kaempferol (0.62), Myricetin (0.02), Quercetin (21.42)
Kimchi, Baechu ³⁾	Luteolin (0.23), Kaempferol (0.74), Myricetin (0.02), Quercetin (0.09)
Kimchi, Yeolmu ³⁾	Luteolin (0.09), Kaempferol (7.12), Quercetin (55.72)
Persimmon, raw ¹⁾⁴⁾	Cyanidin (45.32), Catechin (0.63), Galliccatechin (0.17)
Pear, raw ¹⁾	Cyanidin (12.18), Catechin (0.27), Epigallocatechin (0.59), Epicatechin (3.76), Epicatechin 3-gallate (0.02), Epigallocatechin 3-gallate (0.17), Isorhamnetin (0.30), Quercetin (4.51)
Citrus fruit, Satsuma mandarin ¹⁾	Hesperetin (7.94), Naringenin (10.02)
Apple, fuji, raw ¹⁾	Cyanidin (0.76), Delphinidin (0.01), Pelargonidin (0.01), Catechin (0.70), Epigallocatechin (1.14), Epicatechin (5.21), Epigallocatechin 3-gallate (1.93), Quercetin (2.02)
Green tea, dried ¹⁾	Catechin (57.12), Epigallocatechin (2057.98), Epicatechin (811.72), Epicatechin 3-gallate (1491.29), Epigallocatechin 3-gallate (7115.98), Theaflavin (1.64), Thearubigin (131.91), Galliccatechin (258.11), Catechin 3-gallate (7.07), Apigenin (12.03), Luteolin (0.17), Kaempferol (147.55), Myricetin (104.76), Quercetin (223.97)
Doenjang, soybean paste ²⁾	Daidzein (16.46), Genistein (15.11), Glycetin (7.90)
Chunggukjang, fermented soybean ²⁾	Daidzein (61.40), Genistein (90.28), Glycetin (19.3)
Ganjang, soy sauce, Korean ²⁾	Daidzein (0.15), Genistein (0.22), Glycetin (0.00)

1) Importing from USDA Flavonoid database 2) Literature review 3) Calculation of recipe (Mixed dish foods) 4) KRDA database

고 찰

본 연구는 한국인이 상용하는 식품에 대한 플라보노이드 데이터베이스를 구축한 논문으로 2010년 상반기를 기준으로 플라보노이드류와 이소플라빈에 대한 가장 최근의 국가수준의 데이터베이스들¹⁴⁻¹⁷⁾을 기본으로 하였다. 또한 한국인의 상용식품에 대하여 문헌검색을 통해 플라보노이드 분석자료를 수집하여 미국 농무성에서 사용하고 있는 문헌 질적 평가시스템을 적용하여 각각의 문헌을 개별 평가한 후 이를 데이터베이스에 첨가하였으며, 수분 보정 및 레시피 계산 등으로 데이터베

이스를 확장하였다.

플라보노이드 섭취량 추정 연구를 위한 데이터베이스를 구축하는 방법은 미국 농무성이나 일본의 경우처럼 직접 분석을 통한 플라보노이드 성분값을 적용하는 방법이 있고, 한국 농촌진흥청처럼 기존에 구축된 데이터베이스를 기본으로 문헌검색 등을 통한 데이터확장을 하는 방법 등이 있다. 전 등¹³⁾은 미국 농무성 플라보노이드 데이터베이스를 확장하여 미국 성인의 총 플라보노이드 섭취량을 189.7 mg/일로 추정하였고, 스페인에서는 미국 농무성 플라보노이드 데이터베이스를 기본으로 사용하고 문헌검색, 레시피 계산 및 조리 손실율을 적용하여 플라보노이드 데이터베이스를 완성하여 스페인 성인의 총 플

Table 6. Food list with missing value among the mainly consumed plant foods

Code	Food description	Food description
01156	수수, 수수경단	Sorghum, Sorghum ball cake
01270	조, 메조, 도정곡, 생것	Foxtail millet, Polished grain
01271	조, 차조, 생것	Foxtail millet, Glutinous millet
17081	호박죽, 인스턴트	Rice gruels, With pumpkin, Instant
26083	빵, 단팥빵 (서울식품공업)	Bread, Red bean (Seoul Food)
61161	빵, 찐, 팔소, 팥찌니 단팥 (샤니)	Bread, Red bean (Shany)
61162	빵, 찐, 팔소, 팥호빵 (기린)	Bread, Red bean (Khirin)
04025	대두, 콩엿강정	Soybean Yeotgangjung (mixed molasses and pressed into syrup)
06025	고사리, 생것	Bracken, Raw
06027	고사리, 삶은것	Bracken, Boiled
06100	도라지, 생것	Balloon flower, Root, Raw
06354	취나물 (산채), 생것	Aster scaber, Wild vegetables, Raw
06356	취나물 (산채), 삶은것	Aster scaber, Wild vegetables, Boiled
50301	산나물	Wild edible greens
50307	콩잎짬아찌	Soybean leaves, Pickled
51280	감장아찌	Persimmon, Pickled
15003	음료류, 과일채소음료, 마늘쭈주스	Beverages, Garlic and mugwort juice
15004	음료류, 과일채소음료, 마늘호박주스	Beverages, Garlic and pumpkin juice
15005	음료류, 과일채소음료, 매실음료	Beverages, Japanese apricot beverage
15006	음료류, 과일채소음료, 산채발효음료	Beverages, Wild plant beverage, Fermented
15007	음료류, 과일채소음료, 생강넥타	Beverages, Ginger nectar
27033	과일음료/과즙음료, 대추사랑 (동원F&B)	Fruit drink, Jujube (Dongwon F&B)
27079	과일탄산음료, 쿨피스 (복숭아맛) (해태음료)	Carbonated beverages, fruit (Haetae dairy food)
50357	과일음료/과즙음료, 참매실 (해태음료)	Fruit drink, Japanese apricot beverage (Haetae beverage)
50769	과일음료/과즙음료, 라이브, 사과맛 (한국야쿠르트)	Fruit drink, Apples (Yakult)
50824	과일음료/과즙음료, 솔의눈 (롯데칠성음료)	Fruit drink, Pine (Lotte chilsung)
50838	과일음료/과즙음료, 알로에 모닝 (해태음료)	Fruit drink, Aloe (Haetae beverage)
50839	과일음료/과즙음료, 자연은 790일 알로에 (웅진식품)	Fruit drink, Aloe (Woongjin food)
50840	과일음료/과즙음료, 알로에주스	Fruit drink, Aloe
50865	과일음료/과즙음료, 초록매실 (웅진식품)	Fruit drink, Japanese apricot (Woongjin food)
50869	과일음료/과즙음료, 카프리썬 (농심)	Fruit drink, Cafrisun (Nongshim)
50885	과일음료/과즙음료, 코코팜 (해태음료)	Fruit drink, Cocolam (Haetae beverage)
50887	과일탄산음료, 쿠우, 오렌지 (한국코카콜라보틀링)	Carbonated beverages, Orange (Coca cola)
50889	과일탄산음료, 쿨피스 (자두맛)	Carbonated beverages, Coolpis (Apricot)
50896	과일음료/과즙음료, 피크닉, 애플 (매일유업)	Fruit drink, Apple (Maeil)
51130	과일음료/과즙음료, 대추즙	Fruit drink, Jujube
51197	과일음료/과즙음료, 스콜	Fruit drink, Scole (Haetae dairy food)
61178	당근주스, 당근즙 (풀무원)	Juice, Carrot (Pulmuwon)
17063	카레, 레토르트	Curry, Retort pouched
29076	카레소스, 3분 야채카레 (오투기)	Curry, Retort, Vegetable (Ottogi)
50913	카레소스, 3분 카레 (오투기)	Curry, Retort (Ottogi)

라보노이드 섭취량을 124.1 mg/일로 추정하였다.²²⁾ 본 연구에 서는 한국 상용식품에 대한 플라보노이드 데이터베이스를 구축하기 위하여 국가 주도로 구축된 미국 농무성 플라보노이드 데이터베이스,^{14,15)} 일본 기능성식품인자 데이터베이스,¹⁶⁾ 한국 농촌진흥청 기능성 성분표를¹⁸⁾ 기본으로 하였으며, 그 외 문헌검색, 대체값 적용 등의 방법을 추가하였다.

미국 농무성 (USDA)에서 발행되는 플라보노이드 및 이소플라본 데이터베이스^{14,15)}는 현재 온라인상으로 접근이 가능하고 계속 자료가 갱신되는 국가적 규모의 데이터베이스이다. 플라보노이드 데이터베이스에는 총 385개 식품에 대하여 5개 플라보노이드군과 27종 개별 플라보노이드 성분값을 수록하였고, 이소플라본 데이터베이스에는 총 557종 식품에 대해 다이드제

인 (daidzein), 제니스테인 (genistein), 글리시테인 (glycitein) 및 총 이소플라본 (total isoflavones) 성분값 등을 수록하였다. 이들 데이터베이스의 모든 성분값은 시료의 수집, 시료 처리방법, 시료 수량, 분석 방법 및 분석 정도 관리에 이르기까지 모든 영역에서 질적 수준을 평가하여 신뢰도를 높게 유지하고 있다. 일본국립건강영양연구소는 2008년 기능성식품인자 데이터베이스 (Japan Functional Food Factor database; FFF DB; 機能性食品因子 データベース)를 발행한 바 있다.¹⁶⁾ 우리나라의 농촌진흥청에서는 2009년 기능성 성분표¹⁷⁾를 발간하였는데 기능성 성분표에 수록된 내용 중 플라보노이드를 함유한 식품수가 200여 개에 불과하여 한국인 상용식품의 플라보노이드 성분표로 이용하기에는 부족하였다. 식품의 플라보노이드 함량은 기후, 토양 및 품종에 따라 다를 수 있으므로 한국 또는 인접국인 일본의 성분값을 선택하는 것이 바람직하지만, 한국 및 일본의 데이터베이스는 일부 플라보노이드 성분에 대해서만 구축되어 정보제한이 있으므로 다양한 플라보노이드 성분값을 수록하고 있는 미국 농무성의 성분값을 우선으로 하였다. 영양성분 데이터베이스를 구축하는 과정 중 적합한 성분값이 없는 경우 성분표를 결측값으로 처리하지 않고 식품의 다른 형태를 고려하여 수분 함량을 환산하거나, 식품의 중량을 고려한 유사식품의 영양 성분 적용, 또는 제로값 (zero value)을 적용하는 등의 대체값으로 처리하는 것이 적합하다.²³⁾ 제로값은 플라보노이드 분석에서 값이 "0"으로 계산되므로, 가능하면 "0" 값에 대한 타당한 추정을 제시하는 것이 좋다. 즉, 식품 내에 특정 영양소가 존재하거나 존재하지 않는 사실을 알려줄 정보가 없을 때에만 "0"으로 표시가 가능하다.²³⁾ 본 데이터베이스에서는, 그 식품이 플라보노이드 성분을 포함하지 않는 재료가 주 성분일 경우 제로값으로 표기하였다. 일반적으로는 결측값 (missing value)을 "0"값으로 계산하기도 하는데,²⁴⁾ 이 경우 섭취량 분석에서 평균 섭취량이 실제값보다 적게 평가될 수 있다. 그러므로 본 데이터베이스에서는 식품 내에 플라보노이드 함량이 있을 것으로 추정되나 대체값을 적용하기 어려운 경우에는 플라보노이드 섭취량이 낮게 평가되는 것을 방지하기 위하여 결측값으로 구분하여 표기하였다. 이 부분은 추가 연구를 통해 실험값 또는 대체값이 들어가야 할 것이다. 국가주도로 구축된 데이터베이스에 포함되지 않은 우리나라의 상용 식품에 대한 플라보노이드 성분은 문헌 검색을 통해 개별 문헌의 질적 평가 수행 후 (선정/제외 기준을 적용하여) 분석 값을 도출하였다. 본 연구에서는 미국 농무성 데이터 질적평가 시스템을^{19,25)} 적용하여 플라보노이드 함량의 신뢰성을 평가하였다. 이 평가시스템을 적용하면, 단순히 문헌검색을 통한 데이터 값을 대입하는 것보다 더 신뢰할 수 있는 데이터 값을 표현할 수 있다. 평가시스템의 기준인 5가지 항목은 실험에 사용된 표본 수

집 방법, 검체 처리 방법, 검체수, 사용된 분석방법, 분석의 정도 관리 방법이다. 수집된 분석자료를 각 식품 별로 상기 기술한 5가지 평가시스템의 기준 항목별로 0점에서 3점까지 평가하고, 이를 합산한 평균값으로 질적 지수 (Quality Index)를 구하여 신뢰 코드 (Confidence Code)를 부여하여 플라보노이드 데이터베이스를 사용하는 사용자가 데이터베이스에 수록된 플라보노이드 함량의 신뢰성을 평가할 수 있도록 하였다. 우리나라 상용 식품에 대하여 플라보노이드 함량을 분석한 문헌은 많이 검색되지 않았으며 대부분이 분석과정에 대한 자세한 설명이 부족하여 질적 평가에 제한이 많았다. 이러한 이유로 문헌 검색을 통해 도출된 분석값을 사용한 식품이 9종 72가지 식품에 지나지 않았다.

식품 중 플라보노이드 함량 분석은 가수분해 단계를 사용해서 배당체를 비배당체로 전환시키는 과정을 거치므로 플라보노이드 함량은 비배당체로써 표시하는 것이 일반적이다. 플라보노이드는 플라바놀 (flavan-3-ols)를 제외하고는 배당체의 형태로 존재하고 장내에서 비배당체의 형태로 생리활성을 갖게 된다.²⁶⁾ 따라서 본 데이터베이스에서 플라보노이드 함량은 비배당체로써 표시하였다.

총 식품 중에서 플라보노이드 성분값이 존재하는 식품 비율을 '데이터 충실도'로 정의하여 평가하였다. 미국 농무성 플라보노이드 데이터베이스를 기본으로 구축된 스페인의 플라보노이드 데이터베이스의²²⁾ 경우, 동물성 식품을 포함한 1,877가지 식품에 대하여 미국 농무성 데이터로부터 6%, 유사식품 15%, 레시피 계산 19%, 잔존량 계수 (retention factor) 적용 29%, 제로값 26% 등으로 95%의 데이터 충실도를 가졌다. 본 연구에서는 데이터 충실도를 섭취량 분석대상이 되는 전체 식물성 식품 1,549종 식품에 대하여 플라보노이드 함량이 있는 식품 비율과, 이들 1,549종 식품 중 섭취 빈도가 높은 95 백분위수에 해당하는 922종의 식품에 대한 플라보노이드 함량 값 함유 식품 비율로 확인하였다. 전체 식물성 식품 1,549개에 대한 성분값이 있는 식품은 1,317개로 데이터 충실도는 85.0%인 반면 다 소비 식물성 식품의 데이터 충실도는 95.6%로 확인되어 충실도가 높은 데이터베이스가 구축되었다고 할 수 있겠다. 반면 Table 5에 제시된 다빈도 섭취 식품이나 플라보노이드 함량이 없는 41종의 식품 중 특히 곡류군인 메조 및 차조, 채소군인 고사리, 취나물, 도라지 등의 분석연구가 이루어지면 좀 더 충실한 플라보노이드 데이터베이스가 보일 것으로 기대한다. 하지만 플라보노이드와 같은 식품의 미량 영양소는 그 식품의 품종, 토양 및 기후 등 재배환경의 영향을 많이 받을 수 있으므로 미국이나 일본 등에서 구축된 데이터베이스를 그대로 차용하는 데에는 한계가 있다. 따라서 보다 정확한 데이터베이스를 구축하기 위해서는 우리나라 상용식품 위주로 잘 디자인된 실험

을 통해 데이터를 얻거나, 데이터 질적 평가 시스템을 거쳐서 신뢰도가 높은 플라보노이드 데이터베이스가 되도록 보완하는 것이 필요하다고 사료된다. 또한 본 연구에서 구축된 데이터베이스는 조리·가공되지 않은 식품의 성분값을 기준으로 계산된 값들이 많은데 실제 조리·가공과정 중에 플라보노이드 성분값의 변화가 있을 것이기 때문에 이에 대한 연구가 필요할 것이다.

본 연구결과는 향후 플라보노이드 섭취량 추정과 만성질환과의 상관관계를 분석하는 연구의 기초자료로 널리 활용될 것으로 기대한다. 또한 향후 미국, 일본 및 한국 식품에 대한 성분 연구를 꾸준히 추적하여 본 연구결과에서 축적된 데이터베이스를 바탕으로 지속적으로 보완, 발전시켜야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 한국인 상용식품의 플라보노이드 데이터베이스를 구축하기 위하여, 2008년도 국민건강영양조사에서 조사를 기반으로 대상식품을 선정하였으며 플라보노이드 함량은 국내 외 정부주도로 구축된 플라보노이드 데이터베이스, 문헌검색 결과를 이용하였다. 이 외에 원재료는 동일하나 형태를 달리하는 식품, 유산식품, 조리식품 등에 대해서는 대체값을 적용하였다. 총 식품 중에서 플라보노이드 성분값이 존재하는 식품 비율을 '데이터 충실도'로 정의한 후 분석한 결과 전체 식물성 식품에 대한 데이터 충실도는 85.0%이나 다소비 식품성 식물성 식품에 대한 데이터충실도는 95.6%로서 충실도가 높은 플라보노이드 데이터베이스가 구축되었음이 확인되었다.

하지만 우리나라 주요 곡류 및 채소류인 메주 및 차조, 고사리, 취나물 및 도라지 등의 플라보노이드 성분값이 없고, 섭취량이 적더라도 플라보노이드 함량이 많을 것으로 추측되는 향신료나 허브류 등의 성분값이 보완될 필요가 있다. 이 외에도 식품의 미량 영양소는 그 식품의 품종, 토양 및 기후 등 재배 환경의 영향을 많이 받을 수 있으므로 국가주도로 우리나라 상용 식품 위주의 잘 디자인된 분석 실험을 통해 얻어진 플라보노이드 함량이 보완되어야 할 것이다.

본 연구결과는 향후 플라보노이드 섭취량 추정과 건강과의 관계를 분석하는 기초 자료로 활용되어 플라보노이드 권장량 설정이나 국가 건강정책 등을 수립하는 데에도 도움이 될 것으로 기대된다.

Literature cited

- 1) Doll R. An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer. *Proc Nutr Soc* 1990; 49(2): 119-131
- 2) Perez-Vizcaino F, Duarte J. Flavonols and cardiovascular disease. *Mol Aspects Med* 2010; 31(6): 478-494

- 3) Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, Hakulinen T, Aromaa A. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(3): 560-568
- 4) Kim JY, Kwon O. Culinary plants and their potential impact on metabolic overload. *Ann NY Acad Sci* 2011; 1229: 133-139
- 5) Holden JM, Bhagwat SA, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Dwyer JT, Peterson J, Beecher GR, Eldridge AL, Balentine D. Development of a database of critically evaluated flavonoids data: application of USDA's data quality evaluation system. *J Food Compos Anal* 2005; 18(8): 829-844
- 6) Dwyer JT, Peterson JJ. Measuring flavonoid intake: need for advanced tools. *Public Health Nutr* 2002; 5(6A): 925-930
- 7) Hollman PC, Bijlsman MN, van Gameren Y, Cnossen EP, de Vries JH, Katan MB. The sugar moiety is a major determinant of the absorption of dietary flavonoid glycosides in man. *Free Radic Res* 1999; 31(6): 569-573
- 8) Rice-Evans C, Spencer JP, Schroeter H, Rechner AR. Bioavailability of flavonoids and potential bioactive forms in vivo. *Drug Metabol Drug Interact* 2000; 17(1-4): 291-310
- 9) Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic Res* 1995; 22(4): 375-383
- 10) Formica JV, Regelson W. Review of the biology of Quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem Toxicol* 1995; 33(12): 1061-1080
- 11) Rauha JP, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kähkönen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J Food Microbiol* 2000; 56(1): 3-12
- 12) Erdman JW Jr, Balentine D, Arab L, Beecher G, Dwyer JT, Folts J, Harnly J, Hollman P, Keen CL, Mazza G, Messina M, Scalbert A, Vita J, Williamson G, Burrows J. Flavonoids and heart health: proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop, May 31-June 1, 2005, Washington, DC. *J Nutr* 2007; 137(3 Suppl 1): 718S-737S
- 13) Chun OK, Chung SJ, Song WO. Estimated dietary flavonoid intake and major food sources of U.S. adults. *J Nutr* 2007; 137(5): 1244-1252
- 14) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA database for the flavonoid content of selected foods, Release 2.1. 2007 Jan [cited 2011 Aug 1]. Available from: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Flav/Flav02-1.pdf>
- 15) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA database for the isoflavone content of selected foods, Release 2.0. 2008 Sep [cited 2012 Feb 23]. Available from: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/isoflav/Isoflav_R2.pdf
- 16) National Institute of Health and Nutrition in Japan. Functional food factor. 2008 [cited 2011 Jun 1]. Available from: <http://www.nih.go.jp/>
- 17) National Academy of Agricultural Science. Tables of food functional composition. 1st edition. Suwon: Rural Development Administration; 2009
- 18) National Rural Resources Development Institute. Food composition table. 7th edition. Suwon: Rural Development Administration; 2006
- 19) Mangels AR, Holden JM, Beecher GR, Forman MR, Lanza E. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *J Am Diet Assoc* 1993; 93(3): 284-296
- 20) Ministry of Health and Welfare. Construction of a Database for Nutritive Components of foods. Seoul; 2000
- 21) Holden JM, Eldridge AL, Beecher GR, Buzzard M, Bhagwat S, Davis CS, Douglass LW, Gebhardt S, Haytowitz D, Schakel S.

- Carotenoid content of U.S. foods: an update of the database. *J Food Compos Anal* 1999; 12(3): 169-196
- 22) Zamora-Ros R, Andres-Lacueva C, Lamuela-Raventós RM, Berenguer T, Jakszyn P, Barricarte A, Ardanaz E, Amiano P, Dorronsoro M, Larrañaga N, Martínez C, Sánchez MJ, Navarro C, Chirilaque MD, Tormo MJ, Quirós JR, González CA. Estimation of dietary sources and flavonoid intake in a Spanish adult population (EPIC-Spain). *J Am Diet Assoc* 2010; 110(3): 390-398
 - 23) Sievert YA, Schakel SF, Buzzard IM. Maintenance of a nutrient database for clinical trials. *Control Clin Trials* 1989; 10(4): 416-425
 - 24) Schakel SF, Sievert YA, Buzzard IM. Sources of data for developing and maintaining a nutrient database. *J Am Diet Assoc* 1988; 88(10): 1268-1271
 - 25) Holden JM, Bhagwat SA, Patterson KY. Development of a multi-nutrient data quality evaluation system. *J Food Compos Anal* 2002; 15(4): 339-348
 - 26) Hollman PC, de Vries JH, van Leeuwen SD, Mengelers MJ, Katan MB. Absorption of dietary quercetin glycosides and quercetin in healthy ileostomy volunteers. *Am J Clin Nutr* 1995; 62(6): 1276-1282
 - 27) Kim JS, Yoon S. Isoflavone contents and beta-glucosidase activities of soybeans, meju and doenjang. *Korean J Food Sci Technol* 1999; 31(6): 1405-1409
 - 28) Jang CH, Park CS, Lim JK, Kim JH, Kwon DY, Kim YS, Shin DH, Kim JS. Metabolism of isoflavone derivatives during manufacturing of traditional meju and doenjang. *Food Sci Biotechnol* 2008; 17(2): 442-445
 - 29) Moon BK, Jeon KS, Hwang IK. Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. *Korean J Soc Food Sci* 1996; 12(4): 527-534
 - 30) Kim JS, Lee YS, Kim JS, Hahn Y. High performance liquid chromatographic analysis of isoflavones in soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 2000; 32(1): 25-30
 - 31) Choi HB, Sohn HS. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 1998; 30(4): 745-750