

반 정량적 식품섭취 빈도조사 방법을 이용한 우리나라 성인의 Flavonoids 섭취실태 조사

박유경 · 김윤아 · 박은주* · 김정신 · 강명희[§]

한남대학교 이과대학 식품영양학과, 경남대학교 자연과학대학 생명과학부*

Estimated Flavonoids Intake in Korean Adults Using Semiquantitative Food-frequency Questionnaire

Park, Yoo Kyoung · Kim, Yoona · Park, Eunju* · Kim, Jung-Shin · Kang, Myung-Hee[§]

Department of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea
Division of Life Sciences, Kyungnam University,* Masan, Kyungnam 631-701, Korea

ABSTRACT

Flavonoids are phytochemicals that occur ubiquitously in plant foods that have been reported to have potential roles in the prevention of cancer, inhibition of platelet aggregation or inflammation. However, there was no accurate data reported on the intake of middle-aged Korean population. The present study was designed to assess dietary intake of flavonoids (including isoflavones) of 304 adults (20-59 yr, male 115, female 189) living in Daejeon area using semi-quantitative food frequency questionnaire. The questionnaire consisted of 50 food items, including vegetables, soy products, seaweeds, nuts and beans, fruits and beverages. Our self-administered questionnaire contained questions regarding subject's habitual diet and alcohol intake over the previous 3 months. Average daily intake of individual flavonols such as quercetin, kaempferol, myricetin, and flavones such as luteolin, apigenin was 15.7, 8.7, 0.21, 2.07, 0.03 mg/day, respectively. Daily intake of daidzein and genistein, which are the commonly found isoflavones in soy products, were 16.6 and 21.4 mg/day, respectively. Combined intake of flavonoids was 64.3 mg/day. No effect of smoking, drinking and exercise was observed on flavonoids consumption. Food items that has the highest daily intake of each compounds were; quercetin (onion, 9.49 mg/day), kaempferol (strawberry, 1.18 mg/day), myricetin (green tea, 0.81 mg/day), apigenin (lettuce, 0.03 mg/day), luteolin (onion, 0.05 mg/day), daidzein (soybean sprout, 5.99 mg/day), genistein (soybean sprout, 7.02 mg/day). These findings provide valuable information on understanding the dietary flavonoids intake from a typical Korean daily diet, which might help to identify the risks for developing various diseases. (*Korean J Nutrition* 35(10) : 1081~1088, 2002)

KEY WORDS: Food-frequency questionnaire, flavones, flavonols, isoflavones, exercise, smoking.

서론

Flavonoids는 과일, 야채, 견과류, 식물의 뿌리, 줄기 껍질, 차, 커피, 포도주 등에 널리 분포되어 있는 천연의 저분자물질로 인체 내에서는 합성 할 수 없는 phytochemical 이며 자연에는 약 4,000종의 flavonoids가 있는 것으로 알려져 있다. 평균적인 서구 식사로부터 사람의 flavonoids 하루 섭취량은 약 23 mg부터 1000 mg 정도라고 보고되었으나, 그 종류의 다양성과, 식품의 성분분석이 미비하여 그 추정치는 명확하다고 할 수 없다. 일반적으로 flavonoids는

접수일: 2002년 10월 18일

채택일: 2002년 12월 5일

[§]To whom correspondence should be addressed.

flavones, flavonols, flavonones, isoflavones, anthocyanins 들을 포함한 용어이며, 구조적으로 모두 C₆-C₃-C₆의 탄소화합물이고 (Fig. 1), 단지 C고리의 구조만이 조금씩 다른 것으로 알려져 있다.¹⁾ Flavonol에는 대표적으로 quercetin, kaempferol, myricetin이 있으며, flavone에는 apigenin, luteolin이 있고, flavonones의 대표적인 물질로는 naringin을 들 수 있다.^{2,5)} Isoflavones에는 두류에 많이 들어있는 genestein, daidzein 등이 있으며 이들은 에스트로젠과 유사한 생리적 기능이 있어 갱년기 장애를 완화해 줄뿐만 아니라 폐경기 이후 나타나는 심혈관 질환 및 골다공증을 예방해주며 나아가 유방암, 전립선암 및 대장암의 발생을 감소시켜주는 생리활성 물질로서 밝혀지고 있다.⁶⁾ 그 외에 anthocyanin계는 적색이나 청색과일,

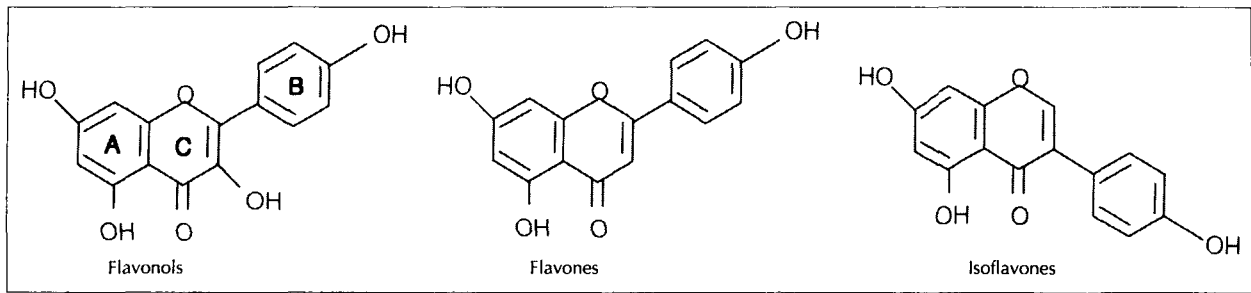


Fig. 1. Chemical structures of most commonly found flavonoids: Flavonols, flavones and isoflavones. These flavonoids differ in their structure from each other at the "C" ring. Excerpt from Peterson and Dwyer¹⁾, 1998.

즉, cherry나 가지, 적 양배추 등에 많이 함유되어 있다. 이 같은 flavonoids들은 자외선을 흡수하거나 2가 금속이온(Cu^{++} , Fe^{++})과 착염을 형성하며, 수소 공여체로써 체내 자유 유리기 (free radical)를 포착하여 지질과산화반응을 억제함으로써 암뿐만 아니라 고혈압, 협심증 및 나아가 노화를 억제하는데 중요한 역할을 한다고 밝혀졌다.⁷⁾ 최근 Zutphen elderly study에서는 유럽 7개국에 있어서의 flavonoids 섭취량과 관상심장질환 사이에 역의 상관관계가 있었으며, French Paradox 등의 역학적 연구보고에서 flavonoids의 섭취량과 심혈관계질환에 의한 사망률과의 사이에 높은 역관계가 있는 것으로 나타나, 심장질환 등의 혈관계 질환의 예방에 있어서 이들 flavonoids 역할이 더욱 주목받게 되었다.^{8,9)} 현재 우리나라에서도 식생활 패턴의 변화, 환경적인 요인으로 인한 산화 스트레스 (oxidative stress)의 증가로 인해, 여러 퇴행성 만성질환의 발병율이 증가하고 있는 실정이므로, 항산화 식품의 섭취를 권장하는 것은 피할 수 없게 되었다. 항산화 영양소 중 항산화 비타민인, vit C, vit E, vit A 등의 섭취 실태는 조사되어 있으나, flavonoids 섭취량 연구는 한국인 중년 여성의 isoflavones 섭취량에 대한 연구¹⁰⁾와 한국인 국민건강·영양조사 자료에 의해 계산한 isoflavone 섭취량 보고¹¹⁾ 등 isoflavone 섭취량에 관한 조사가 있을 뿐, isoflavone을 포함한 전체 flavonoids 섭취량 추정에 관한 연구는 보고된 바 없다.

따라서, 본 연구는 한국인의 flavonoids 섭취실태를 파악하고 그 섭취량을 추정하여 그 결과를 토대로 질병예방 연구의 기초자료로 삼기 위해 시도되었으며, 본 연구의 구체적인 목표는 1) flavonoids 함유식품의 database 구축과 한국인의 식습관에 적합한 식품섭취 빈도 조사지를 작성하고, 2) 한국인의 식이 조성을 통해 섭취되는 각 flavonoids들의 섭취량을 파악하며, 3) 여러 가지 flavonoids 함유 식품 중 우리나라 사람들이 주로 섭취하는 flavonoids 급원 식품을 찾는 데 있다.

연구방법

1. 조사 대상자

본 연구는 대전지역에 거주하는 20~59세 성인 440명을 대상으로 2001년 3월 실시하였다. 설문지배포는 대전지역 직장인 남녀를 대상으로 하였고 배부한 설문지 중 회수되지 않은 설문지 (87명)와 설문 조사의 답변이 부정확한 설문지 (일일 식품 섭취량이 300 g 미만인 49명)를 제외하고, 304명 (남 115명, 여 189명)을 대상으로 본 연구를 실시하였다. 설문지를 통하여 연구대상자들의 나이, 신장, 체중 등 일반사항과 흡연, 음주, 운동, 식사습관 등을 조사하였다.

2. 식품의 Flavonoids 함량 database 작성

식품의 flavonoids 함량 database는 미국 USDA-Iowa state university에서 발간한 식품의 isoflavone 함량¹²⁾ 및 Kim과 Yoon¹³⁾의 우리나라 식품의 isoflavones data base, Hertog 등^{3,8,9)}과 Bilyk 등^{4,5)}의 선행연구에서 보고된 식품별 flavonoids 함유량을 참고로 하여 Microsoft excel로 작성하였다.

3. 식품섭취빈도 조사지 개발 및 조사

본 연구에 사용한 식품섭취빈도 조사지는 선행연구 자료¹³⁻¹⁶⁾를 참고로 하여 flavonoids 섭취량 추정을 위한 식품섭취빈도 조사지로 개발하였으며 피조사자가 스스로 기록할 수 있도록 하였다. 식품섭취빈도 조사지에 수록할 식품 항목은 Kim과 Yoon,¹³⁾ Arai 등,¹⁴⁾ Pillow 등,¹⁵⁾ Hertog 등^{3,8,9,16)}과 Bilyk 등^{4,5)}의 선행연구에서 보고된 식품별 flavonoids 함유량을 토대로 하고, 1998년 우리나라 국민건강·영양조사의 분석 결과¹¹⁾ 중에서 지역별, 계절별, 연령별로 flavonoids 섭취에 대한 기여도가 높은 식품을 참고로 하여 선정하였으며, 곡류와 육류 등 상대적으로 flavonoids 함량이 낮은 식품을 제외하고 flavonoids 함유량이 많은 식물성 식품과 주스류 등을 위주로 하여 총 50 종의 식품을 선정하였다.

각 식품의 섭취빈도는 한 달을 기준으로 거의 안 먹음, 한 달에 1회, 2회, 3회, 일주일에 1회, 2회, 3~4회, 5~6회, 하루에 1회, 2회, 3회 등의 11단계로 나누어 표시하도록 하였다. 또 식품섭취빈도 조사에 양적인 방법을 도입하기 위해 각 식품의 1회 섭취 분량을 제시하였다. 1회 섭취 분량은 한국영양학회에서 제시한 1인 1회 분량,¹⁷⁾ 사진으로 보는 음식의 눈대중량표,¹⁸⁾ 당뇨병자를 위한 식품교환표,¹⁹⁾ 기타 조리 책자, 그리고 각각의 식품을 계량한 결과를 참고하여 설정하였으며, 1회 섭취분량의 1.5배 (더 많음), 1배 (기준분량), 0.5배 (더 적음) 등의 세 가지로 섭취량을 제시하여 선택하도록 하였다. 1회 섭취분량의 단위는 섭취분량에 대한 조사 대상자의 이해를 돕기 위해 일상적으로 사용하는 계량 단위나 일반적인 목측량 단위로 제시하였다.

위와 같이 작성된 반정량적 식품섭취빈도조사지 (semi-quantitative food frequency questionnaire, FFQ)를 이용하여 본 연구대상자 이외 성인 15명을 대상으로 예비 조사를 실시하였다. 예비조사 결과를 선행연구와 비교한 결과, flavonoids의 1일 평균 총 섭취량은 66.1 mg/day로 Arai 등의 선행연구¹⁴⁾ 결과인 63.8 mg/day와 유사하게 나타난 것을 확인할 수 있었으며, 예비조사에서 제시된 문제점을 보완하여 본 조사를 실시하였다.

본 조사를 위해 조사대상자 304명에게 본 연구실에서 개발한 반정량적 식품섭취빈도 조사지를 분배하여 간단한 주의사항을 안내한 후, 자가작성 하도록 하였다. 조사 대상자의 1일 평균 flavonoids 섭취량은 조사대상자별로 각 식품의 1회 섭취량과 섭취빈도 값을 곱하여 개인의 1일 평균 식품 섭취량을 계산한 다음, 식품 별 flavonoids 함량 database를 이용하여 계산하였다.

3. 통계분석

모든 자료는 SPSS 10.0 program을 사용하여 분석하였다. 각 항목의 평균과 표준오차로 기술 통계량을 구하였다. 조사대상자의 변인에 따른 섭취수준의 차이를 분석하기 위해 Student t-test를 수행하였으며, 각 flavonoids 물질마다 식품별 섭취량 및 누적 %는 MicroSoft사의 Excel 2000을 이용하였다.

결 과

1. 대상자 일반사항

연구대상자들의 연령별, 성별 분포는 Table 1에 제시하였다. 대상자의 평균 나이는 남자 40.6세 였으며 여자의 나이는 30.7세로 남자의 나이가 더 많았다. BMI (kg/m²)는

Table 1. Demographic characteristics of subjects participated in the survey

| | Male (n = 115) | Female (n = 189) |
|--|--------------------------|------------------|
| Age (yr) | 40.6 ± 1.0 ¹⁾ | 30.7 ± 0.7 |
| BMI (kg/m ²) ²⁾ | 23.3 ± 0.2 | 19.9 ± 0.1 |
| No of drinkers (%) ³⁾ | 89 (77.4) | 87 (46.0) |
| No of smokers (%) | 79 (68.7) | 0 |
| Smoking pack-yrs ⁴⁾ | 4.9 ± 0.8 | - |
| No of exercisers ⁵⁾ | 73 (63.5) | 43 (22.8) |
| Vitamin supplement users (%) | 14 (12.2) | 17 (9.0) |

- 1) Mean ± SE
- 2) Body mass index
- 3) Subjects who drinks any type of alcohol in a month
- 4) Calculated by multiplying the number of packs smoked per day by the years smoked
- 5) Subjects who exercise regularly

남자가 23.3이었고, 여자가 19.9로 남자에게서 유의적으로 높았다(Table 1). 대상자 중 음주율(한 달에 한잔 이상의 alcohol 섭취자)을 살펴보면 여자보다 남자에서 더 높아 77.4%를 보였다. 여자 중에서는 흡연자가 없었으며, 남자의 68.7%가 흡연을 하는 것으로 나타났으며 평균 흡연력은 4.9년이었다. 정기적으로 운동을 하는 사람의 비율은 여자보다 남자대상자에서 더 높았으며, 비타민 섭취자의 비율 또한 여성에 비해 남성에서 높았다.

2. 식품섭취빈도 조사를 통한 성인의 1일 평균 flavonoids 섭취량

본 연구에서 flavonoids 섭취량 조사용으로, 한국인의 식습관에 적합한 식품섭취 빈도 조사지를 개발하였으며 여기에 수록된 식품 목록 50가지의 내용은 Table 2에 제시되어 있다. 반정량적 식품섭취빈도 조사지를 사용하여 연구 대상자들의 평균 flavonoids 섭취량을 추정하여 본 결과는 Table 3과 같다. Flavonoids 화합물 중 채소류, 과일류, 두류, 해조류 등에서 얻을 수 있는 flavonols인 quercetin, kaempferol, myricetin, 그리고 flavones인 luteolin, apigenin의 하루 평균 섭취량은 각각 15.7, 8.7, 2.07, 0.21, 0.03 mg/day 이었으며 이를 모두 합한 평균 flavonols & flavones 섭취량은 26.7 mg/day 이었다. 두류에 주로 들어있는 isoflavone인 daidzein과 genistein의 평균 섭취량은 각각 16.6, 21.4 mg/day 이었으며 이 둘을 합한 평균 isoflavone 섭취량은 38.0 mg/day 이었다. Flavonols & flavones, 그리고 isoflavones를 모두 더하여 구한 대상자들의 총 flavonoids 평균 섭취량은 64.3 mg/day 이었다.

조사대상자들의 성별에 따른 flavonoids 섭취량을 비교하여 보면 myricetin 섭취량이 남자에게서 유의적으로 높았고, 다른 화합물에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나

Table 2. The 50 food items of food frequency questionnaire developed for estimating flavonoids consumption in Korea

| Vegetables | | Fruits | Beans | Beverages |
|---------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------------------|
| Onion | Sweet pepper, red | Strawberry | Soybean | Coffee, roasted beans |
| Leek | Sweet pepper, green | Apple | Tofu | Cocoa |
| Kale | Carrot | Apricot | Soft tofu | Green tea |
| Cabbage | Mungbean sprout | Peach | Fried tofu (Yoobu) | Oolong tea |
| Broccoli | Egg plant | Grape | Tofu residue (Biji) | Ssang Hwa tea |
| Cucumber | Lotus root | Grape, green | Soybean sprout | Orange juice |
| Lettuce | Potato | Kiwi | Soybean paste | Grape juice |
| Head lettuce | Korean radish | Watermelon | Soybean milk | Tomato juice |
| Tomato | Korean cabbage | Orange | Fermented soybean | Apple juice |
| Cherry tomato | Kkak Du Ki | Persimmon | (Chong-kuk jang) | |
| Spinach | Kimchi | | | |

Table 3. Daily intake of flavonols, flavones and isoflavones estimated by FFQ

| | Total | Male (n = 115) | Female (n = 189) |
|--|-------------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Flavonols & flavones (mg/day)</i> | | | |
| Quercetin | 15.7 ± 0.9 ¹ | 15.7 ± 1.1 | 15.7 ± 0.7 |
| Kaempferol | 8.7 ± 0.3 | 8.0 ± 0.5 | 9.1 ± 0.4 |
| Myricetin | 2.1 ± 0.1 | 2.3 ± 0.2 | 1.9 ± 0.1* |
| Apigenin | 0.03 ± 0.00 | 0.04 ± 0.00 | 0.03 ± 0.00 |
| Luteolin | 0.2 ± 0.1 | 0.2 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 |
| <i>Isoflavones (mg/day)</i> | | | |
| Daidzein | 16.2 ± 0.7 | 17.0 ± 1.2 | 15.7 ± 0.9 |
| Genistein | 21.4 ± 1.0 | 22.5 ± 1.6 | 20.7 ± 1.2 |
| Total (mg/day) | 64.3 ± 2.2 | 65.8 ± 3.8 | 63.4 ± 2.7 |

1. Mean ± SE

*: Significantly different between male and female ($p < 0.05$)

타났다. 대상자의 흡연여부에 따른 flavonoids 섭취량을 살펴 본 결과, 흡연자와 비흡연자의 하루 평균 flavonoids 섭취량에 차이가 없었다 (Table 4).

또, 본 연구에서 규칙적으로 운동하는 대상자들의 flavonoids 섭취량이 운동을 하지 않는 대상자들에 비해 증가되어 있는지를 살펴보았으나 규칙적인 운동을 하는 사람과 운동을 하지 않는 사람의 flavonoids 섭취량은 유의적 차이를 보이지 않았다 (자료 미제시).

3. Flavonoids 섭취량의 주요 급원 식품

Flavonols, flavones와 isoflavones를 합산한 총 flavonoid 섭취량으로 보았을 때, 우리나라 총 flavonoids 섭취량에 가장 큰 기여를 한 식품은 isoflavone 함량이 높은 콩나물 (12.62 mg/day, 19.6%)과 두부 (10.57 mg/day, 16.4%)였으며, 다음으로는 quercetin 함량이 높은 양파 (9.94 mg/day, 15.5%)로 나타났고, 그 외에는 된장국, 연두부, 녹차의 순이었다 (Table 5). 연구대상자들의 총 flavonoids 섭취량에 가장 많은 기여를 한 식품 급원을 각 flavonoids 화합물별로 살펴본 결과는 Table 6-8과 같다.

Table 4. Daily intake of flavonols, flavones and isoflavones by smoking status in male subjects

| | Smoker (n = 79) | Non-smoker (n = 36) |
|--|--------------------------|---------------------|
| <i>Flavonols & flavones (mg/day)</i> | | |
| Quercetin | 16.1 ± 1.2 ¹⁾ | 14.9 ± 1.7 |
| Kaempferol | 8.2 ± 0.7 | 7.8 ± 0.7 |
| Myricetin | 2.4 ± 0.2 | 2.2 ± 0.3 |
| Apigenin | 0.03 ± 0.00 | 0.04 ± 0.00 |
| Luteolin | 0.2 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 |
| <i>Isoflavones (mg/day)</i> | | |
| Daidzein | 17.4 ± 1.5 | 16.4 ± 2.1 |
| Genistein | 23.1 ± 2.0 | 21.6 ± 2.7 |
| Total (mg/day) | 67.5 ± 4.9 | 63.1 ± 6.0 |

1) Mean ± SE

Table 5. The major food sources of total flavonoids intake

| | Flavonoids intake (mg/day) | % of total intake |
|--------------------|-------------------------------|----------------------|
| Total | 64.3 | 100.0 |
| Soybean sprout | 12.62 | 19.6 |
| Soybean curd | 10.57 | 16.4 |
| Onion | 9.94 | 15.5 |
| Soybean paste soup | 5.83 | 9.1 |
| Soybean curd, soft | 4.57 | 7.1 |
| Green tea | 3.36 | 5.2 |
| Others | 17.41 | 27.1 |

Flavonols 섭취량에 기여한 식품 급원은 Table 6에, flavones 급원 식품은 Table 7에 표기하였다.

Quercetin 섭취량에 가장 많은 기여를 한 식품 급원은 양파로써 총 섭취량의 60.4%를 차지하여 quercetin의 주요 식품 급원은 양파인 것을 보였으며 다른 식품 급원을 통한 quercetin 섭취량은 각각 10% 미만으로 미미하였다. Quercetin의 섭취량에 기여한 식품 급원 순위는 양파 > 녹차 > 부추 > 오렌지 > 딸기 > 케일 > 포도주스 > 사과 등이었다. Kaempferol의 경우 오렌지와 사과를 통한 섭취량이 1.18 mg/day와 1.16 mg/day 로써 각각 kaempferol

Table 6. The major food sources of flavonols intake in all the subjects

| | Flavonol intake (mg/day) | % of total intake |
|-------------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Quercetin</i> | 15.7 | 100.0 |
| Onion | 9.49 | 60.4 |
| Green tea | 1.55 | 9.9 |
| Leek | 1.22 | 7.8 |
| Others | 3.44 | 21.9 |
| <i>Kaempferol</i> | 8.7 | 100.0 |
| Strawberry | 1.18 | 13.6 |
| Apple | 1.16 | 13.3 |
| Green tea | 1.00 | 11.5 |
| Orange | 0.89 | 10.2 |
| Potato | 0.75 | 8.6 |
| Kale | 0.70 | 8.0 |
| Chinese cabbage | 0.66 | 7.6 |
| Others | 2.36 | 27.1 |
| <i>Myricetin</i> | 1.98 | 100.0 |
| Green tea | 0.81 | 40.9 |
| Grape juice | 0.45 | 22.7 |
| Orange | 0.41 | 20.7 |
| Persimmon | 0.18 | 9.1 |
| Others | 2.11 | 6.5 |

Table 7. The major food sources of flavones intake in subjects

| | Flavones intake (µg/day) | % of total intake |
|-----------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Apigenin</i> | 33.2 | 100.0 |
| Lettuce | 29.8 | 89.8 |
| Head lettuce | 3.4 | 10.2 |
| <i>Luteolin</i> | 211 | 100.0 |
| Onion | 53.3 | 26.7 |
| Head lettuce | 35.6 | 17.8 |
| Bell pepper | 28.6 | 14.3 |
| Orange | 28.2 | 14.1 |
| Persimmon | 23.4 | 11.7 |
| Lettuce | 14.9 | 7.1 |
| Lotus root | 13.3 | 6.3 |
| Others | 13.3 | 6.5 |

Table 8. The major food sources of isoflavones intake in all subjects

| | Daidzein (A) | | Genistein (B) | | Total | |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Daily intake (mg/day) | % of Daidzein intake | Daily intake (mg/day) | % of Total intake | Daily intake (mg/day) | % of Genistein intake |
| Soybean sprout | 5.99 | 36.1 | 7.02 | 32.8 | 13.01 | 34.2 |
| Soybean curd | 4.74 | 28.5 | 5.43 | 25.4 | 10.17 | 26.7 |
| Soybean paste soup | 2.31 | 13.9 | 3.52 | 16.4 | 5.83 | 15.3 |
| Soybean curd, soft | 1.75 | 10.5 | 2.82 | 13.2 | 4.57 | 12.0 |
| Soybean, cooked w/soy sauce | 1.07 | 6.4 | 1.47 | 6.9 | 2.54 | 6.7 |
| Others | 0.75 | 4.5 | 1.16 | 5.4 | 1.91 | 5.0 |
| Total | 16.61 | 100.0 | 21.42 | 100.0 | 38.03 | 100.8 |

섭취량의 13.6, 13.3%를 차지하였고, 그 다음 순으로 녹차 (11.5%), 오렌지 (10.2%), 감자 (8.6%), 케일 (8.0%), 배추 (7.6%) 순으로 나타났으며 기타로는 수박, 양파, 브로콜리 등이었다. Myricetin의 섭취량에 가장 큰 기여를 한 식품 급원은 녹차 (0.88 mg/day, 40.9%)였으며, 포도주스 (22.7%), 오렌지 (20.7%), 감 (9.1%) 순이었다. Flavones 화합물인 apigenin의 경우 대부분 상치와 양상치를 통해 섭취하는 것으로 나타났고, luteolin의 경우는 양파 (0.05 mg/day, 26.7%)가 가장 기여도가 높은 식품 급원이었으며 양상치 (17.8%), 청피망 (14.3%), 오렌지 (14.1%), 감 (11.7%), 상치 (7.1%)의 순이었다.

Isoflavone의 섭취량에 가장 많은 기여를 한 식품 급원은 Table 8에 나타내었다. Daidzein의 경우 콩나물 (5.99 mg/day, 36.1%)이 가장 좋은 식품 급원인 것으로 나타났으며, 두부 (4.74 mg/day, 28.5%), 콩자반 (2.31 mg/day, 13.9%)의 순이었다. Genistein의 경우도 daidzein과 같은 순서로 콩나물 (7.02 mg/day, 32.8%), 두부 (5.43 mg/day, 25.4%), 콩자반 (3.52 mg/day, 16.4%)이 가장 높게 나타났다.

고찰 및 결론

Flavonoids는 채소와 과일에 많이 들어있으며, 최근 flavonoids 섭취량과 심혈관계 질환과의 역 상관관계가 밝혀지면서 심혈관질환의 예방을 위해 그 섭취가 권장되고 있는 항산화 물질이지만^{8,9)} 우리나라는 물론, 국외에서도 그 섭취량 조차 정확히 파악되지 않고 있다. 우리나라 사람의 flavonoids 섭취량을 조사하기 위해서는 우리나라 식품을 대상으로 분석한 flavonoids 분석data base가 필요하고 또 flavonoids 함유 식품의 섭취량 조사가 병행되어야 하나 이와 관련된 자료는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우선 외국의 data base와^{3,6,8,9)} 국내에서 분석된 자료^{13,20)}를 이용하여 우리나라 flavonoids 함유식품 data base를 만

든 후, flavonoids 섭취량 조사를 위한 식품섭취 빈도조사지를 개발하여 한국인의 flavonoids 섭취량 추정조사를 시도하였다.

현재 우리나라 식품성분표 (제7차 영양권장량 부록)에는 이전의 19가지였던 영양소 분석치에 아연, 비타민 B₆, E, 엽산, 콜레스테롤 등이 첨가되어 총 24가지의 영양소 분석치가 수록되어 있으며 이는 식품성분 분석에 더 정확한 자료를 제공하고 있다. 그러나 정확한 식품 성분분석의 요구는 점차 증가되는 반면에, 세분화된 미량식품의 분석은 아직 부족한 실정이다. 한국은 물론 미국의 food composition table에도 아직 flavonoids와 같은 phytochemical 분석치는 포함되어 있지 않기 때문에, 최근 질병 예방과 관련된 항산화 물질로 각광을 받고 있는 flavonoids 섭취실태 조사연구를 수행하기 위해서는 직접 섭취 식품의 flavonoids 분석을 실시하거나, 혹은 flavonoids 분석에 관한 매우 제한된 선행연구를 바탕으로 수행될 수밖에 없는 실정이다. 본 연구에서는 flavonoids data base를 작성하기 위해 Hertog 등^{3,8,9)}과 Bilyk 등^{4,5)}의 선행연구에서 보고된 식품별 isoflavones을 제외한 flavonoids (quercetin, kaempferol, myricetin, apigenin과 luteolin)의 함유량과 미국 USDA-Iowa state university에서 발간한 식품의 isoflavone 함량,¹²⁾ Arai 등¹⁴⁾의 일본 두류의 isoflavones 함량, Kim과 Yoon¹³⁾의 우리나라 식품의 isoflavones 함유량을 분석한 자료를 이용하였다. 조사 자료에 수록된 식품 중 한국인이 많이 섭취하는 식품들을 선택하여 data base를 작성하였으나, 우리나라 사람들이 즐겨 섭취하는 식품이나 전통음식 등에 대한 분석자료가 부족하여 data base에 포함되지 못한 식품들이 있다는 제한점을 가지고 있다. 따라서 앞으로 우리나라 사람들의 정확한 flavonoids 섭취실태 연구를 위해서는 우리나라 상용 식품의 flavonoids 분석치가 충분히 수록된 보다 충실한 flavonoids data base로 보완되어야 할 것이다.

본 연구에서 우리나라 사람들의 flavonoids 섭취량을 조사하기 위한 방법으로 반정량적 식품섭취빈도 조사법을 사용하였다. 일반적으로 사용되는 섭취실태 연구를 위한 방법으로 24시간 회상법, 식사기록법, 식품섭취빈도법 등이 있지만, 이 중 24시간 회상법은 조사자가 피조사자의 조사 전 날의 음식섭취를 회상하게 하여 식이 분석을 하는 방법으로 음식 섭취의 일일차가 심할 경우 평상시 오랜 기간의 식이 양상을 반영할 수 없다는 제한점이 있어 평상시 섭취량을 평가하는데 부적절하며, 식사기록법은 일정한 몇 일간의 식사기록을 통하여 먹은 음식의 종류와 양을 정확하게 기록하는 방법으로 식품섭취빈도법의 타당성 조사에 기준으로 사

용되거나 실제로 실시하기에는 번거로운 단점이 있다. 이에 비해 식품섭취 빈도법은 단일식품과 요리에 함유된 상태로서의 식품들이 겹쳐서 기록되기 때문에 다소 overestimate 될 수 있다는 단점이 있지만, 일정기간 내에 섭취하게 되는 단일 영양소의 양을 비교적 쉽고 간단하게 측정할 수 있는 방법이므로 이 방법을 우리나라 사람들의 flavonoids 섭취량을 조사하는데 사용하였다.

본 연구에서 semi-quantitative food frequency questionnaire로 flavonoids 함유식품의 섭취량을 구한 후에 flavonoids data base를 사용하여 flavonoids 섭취량으로 계산하였다. 물론 식품 성분분석이 연구된 여러 논문에서도 같은 식품에 대한 flavonoids 함유량이 시료처리방법, 실험방법 등에 따라 상당히 다르다는 점에서 섭취량을 계산하기에 어려움이 있지만, 이미 미국 NCI (National Cancer Institute)에서는 54 종류의 식품을 flavonoids 함유 식품으로 선정한 바 있고,²¹⁾ 유럽 여러 나라에서도 flavonoids 섭취량이 서서히 발표되고 있는 실정이다.^{13,18,22,23)} 본 연구에서는 50 종류의 식품 (단일 식품과 찌꺼기에 포함된 상태로서의 식품)을 선택하여 식품섭취빈도조사지 및 data base를 작성하였으며, 식품섭취 빈도 조사를 통해 일반적인 한국식사를 통한 flavonoids의 식이섭취량을 추정할 최초의 논문이라는데 큰 의미가 있다.

Hertog등의 연구^{22,23)}에 의하면 Netherland 남녀 성인의 총 flavonoids 섭취량 (sum of quercetin, kaempferol, luteolin, myricetin, apigenin)은 23 mg/day이었고, Arai 등¹⁴⁾의 연구에서는 일본 여성의 flavonoids 섭취량 (sum of quercetin, kaempferol, luteolin, myricetin, fisetin)이 16.7 mg/day인 것으로 보고하였다. 본 연구에서, 우리나라에서 처음으로 isoflavone을 제외한 한국인의 flavonoids (flavonols와 flavones)의 평균 섭취량 (sum of quercetin, kaempferol, luteolin, myricetin, apigenin)을 조사해 본 결과, 26.7 mg/day로 앞에서 제시했던 외국에서의 선행연구결과^{14,22,23)}보다 약간 높게 나타났다. 이는 우리나라 사람들의 식물성 식품 섭취량이 외국에 비해 높기 때문인 것으로 생각된다.

Flavonoids 화합물 중 동양인이 많이 섭취하고 있는 isoflavone의 섭취량에 관해서는 우리나라에서도 몇 개의 조사결과가 보고되었다.^{22,24)} 본 연구에서는 flavonoids 화합물 중 isoflavone의 1일 평균 섭취량은 38.0 mg으로 계산되었는데 이 양은 권 등²⁴⁾이 보고한 한국인의 isoflavones 섭취량 약 30 mg/day, Sung 등²⁵⁾이 보고한 우리나라 중년 여성의 평균 섭취량 27.3 mg/day, Lee 등¹⁰⁾이 보고한 우리나라 성인 여성의 평균 섭취량 25.4 mg/day보다 약간

높은 양이었다. Kim과 Kwon²⁰⁾은 98 국민건강·영양조사를 이용, 그 data를 정리하여 도시와 지방으로 나눈 후 몇 가지 제한된 식품을 대상으로 이미 분석된 isoflavone data base를 이용하여 한국인의 isoflavone 섭취량을 약 15 mg/day로 계산하여 보고하였는데, 한국인의 isoflavone 섭취 추정치가 이렇게 낮게 나타난 것은 isoflavone 함유 식품을 단 6~7가지로 제한하였기 때문이라고 설명하였다. 외국인의 isoflavone 섭취량은 홍콩인의 경우 19.3 mg/day²¹⁾ 그리고 일본 여성의 경우는 47.1 mg/day 으로 보고되었다.¹⁴⁾ 일본 여성의 isoflavone 섭취량을 다시 daidzein과 genistein으로 나누어 조사해 본 결과 각각 16.6, 30.5 mg/day (총 isoflavone 섭취량으로 47.1 mg/day)이었으며,¹⁴⁾ 이는 본 연구 결과 daidzein과 genistein의 섭취량이 16.6, 21.4 mg/day (총 isoflavone 섭취량으로 38.0 mg/day)이었던 것과 유사하였다. Maskariec 등²²⁾이 하와이 주민을 대상으로 isoflavone의 섭취량을 조사한 결과에서는 중국계 38.2 mg, 일본계 31.3 mg, 하와이 주민 22.2 mg, 백인계 6.9 mg, 필리핀계 5.0 mg의 순으로 나타나 본 연구결과보다 대부분 낮은 것으로 나타났다. 1999년에 Wakai 등²³⁾은 같은 조사대상자에게 1일 식사기록법과 4일 식사기록법을 이용하여 isoflavone 섭취량을 조사한 결과, daidzein, genistein 섭취량의 변이계수 (coefficient variation)가 89%로 매우 높게 나타나 식사기록법에 의한 조사 결과를 신뢰하기 어려운 점이 있다고 지적하면서, 식품섭취 빈도조사를 대안책으로 제시 한 바 있다. 한편, 본 연구와 같은 조사방법인 식품섭취빈도 조사지를 이용하여 미국 로스앤젤레스 지역에 사는 사람들을 대상으로 대두 및 이를 통한 isoflavone 섭취량을 추정한 연구 결과, 일본계 미국인 여자의 섭취량은 14.46 mg/day 이었고, 미국의 백인여자의 섭취량은 0.419 mg/day 인데 비해 한국계 미국인들의 isoflavone 섭취량은 29.33 mg/day로 나타나, 한국인의 섭취수준이 가장 높았다.³⁰⁾ 이와 같은 결과는 본 연구 결과를 잘 지원해주고 있다고 본다. 이와 같이 조사자에 따라 isoflavone 섭취량이 다르게 나타나는 것은 대상자의 인종, 성별, 나이, 식습관에 따라 섭취 식품의 종류가 다른 것에 대부분 기인하지만, 그 외에도 사용된 섭취 조사방법의 차이, 혹은 flavonoids와 isoflavone의 함량에 관한 data base 출처가 다른 것에도 기인한다고 사료된다.

본 연구를 종합해보면 우리나라 총 flavonoids 섭취량에 가장 큰 공헌을 한 식품은 콩나물 (19.6%)과 두부 (16.4%)였으며 이들은 동시에 isoflavone 섭취량에 가장 큰 공헌을 하는 식품으로 나타났다 (콩나물: 34.2%, 두부: 26.7%, 된장국: 15.3%). 또한, isoflavone을 제외한 flavonoids, 즉

flavonols와 flavones 섭취량에 가장 많은 기여를 한 식품 급원은 양파로써 총 flavonoids 섭취량의 37%를 차지하였으며, 다음으로 녹차 (12.6%), 오렌지 (6.8%)의 순으로 나타났다.

본 연구에서 작성한 flavonoids data base와 식품섭취 빈도조사지를 사용하여 우리나라 사람의 총 flavonoids 섭취량을 추정한 연구 결과는 앞으로 혈청 항산화 영양소등을 분석하고 그와 연관지어 flavonoids 섭취량과의 관계를 보는 연구, 혹은 심혈관 질환 등 만성 질환 예방과 isoflavone의 섭취량과의 관계를 살펴보는 연구 등의 후속 역학연구에 유용하게 활용될 수 있으리라 생각된다. 또한 질병 예방을 위한 항산화 식품의 섭취를 권장하기 위한 영양교육 시에도 좋은 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Literature cited

- 1) Peterson J, Dwyer J. Flavonoids: Dietary Occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research* 18(12): 195-2018, 1998
- 2) Eun JB, Jung YM, Woo GJ. Identification and Determination of Dietary Fibers and Flavonoids in Pulp and Peel of Korean Tangerine (*Citrus aurantium* var.), *Korean Food Sci Technol* 28(2): 371-377, 1996
- 3) Hertog MGL, Hollman, PCH, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40: 237-239, 1992
- 4) Bilyk A, Cooper L, Sapers GM. Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. *J Agric Food Chem* 32: 274-280, 1984
- 5) Bilyk A, Sapers GM. Distribution of quercetin and kaempferol in lettuce, kale, chive, garlic chive, leek, horseradish, red radish, and red cabbage tissues. *J Agric Food Chem* 33: 226-232, 1985
- 6) Barnes S. Evolution of the health benefits of soy isoflavones. *Proc Soc Exp Biol Med* 217: 86-392, 1998
- 7) Plaa GL, Witschi H. Chemicals, drugs and lipid peroxidation. *Ann Rev Pharmacol Toxicol* 16: 125-131, 1976
- 8) Hertog MGL, Fesken EJM, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout K. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 342: 1001-1007, 1993
- 9) Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A, Nedeljkovic S, Pekkarinen M, Simic BS, Toshima H, Fesken EJM, Hollman PCH, Katan MB. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch Intern Med* 155: 381-386, 1995
- 10) Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ. Estimated Isoflavone Intake from Soy Products in Korean Middle-aged Women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(5): 948-956, 2000
- 11) '98 National nutrition survey report. Korean Ministry of Health and Welfare, 1999
- 12) USDA-Iowa State University. Database on the Isoflavone Content of Foods (1999). www.nal.usda.gov
- 13) Kim JS, Yoon S. Isoflavone Contents and β -Glucosidase Activities of Soybeans, Meju, and Doenjang. *Korean J Food Sci Tech*

- mol* 31(6): 1405-1409, 1999
- 14) Arai Y, Watanabe S, Kimira M, Shimoi K, Mochixuki R, Kinae N. Dietary Intakes of Flavonols, Flavones and Isoflavones by Japanese Women and the Inverse correlation between Quercetin Intake and Plasma LDL cholesterol concentration. *J Nutr* 130: 2243-2250, 2000
 - 15) Pillow P, Cherie C, Duphorne M, Chang S, Contois GH, Strom SS, Spitz MR, Hursting SD. Development of a database for assessing dietary phytoestrogen intake. *Nutrition and Cancer* 33(1): 3-19, 1999
 - 16) Hertog MGL, Hollman PCH, Putte B. Content of Potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. *J Agric Food Chem* 41: 1242-1246, 1993
 - 17) Recommended dietary allowances for Koreans. 7th revision, The Korean Nutrition Society, 2000
 - 18) 대한영양사회. 사진으로 보는 음식의 눈대중량, 1999
 - 19) 당뇨병 식사요법 지침서(제2판). 대한당뇨병학회, 1995
 - 20) Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS. Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol* 34(3): 365-369, 2002
 - 21) Peterson J, Dwyer J. Taxonomic classification helps identify flavonoid-containing foods on a semiquantitative food frequency questionnaire. *J Am Diet Assoc* 98: 677-682, 685, 1998
 - 22) Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout D. Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in the Netherlands. *Nutr Cancer* 20(1): 21-29, 1993
 - 23) Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40: 2379-2383, 1992
 - 24) Kwon TW, Song YS, Kim JS, Moon GS, Kim JI, Hong JH. Current research on the bioactive function of soyfoods in Korea. *Korea Soybean Digest* 15: 1-12, 1998
 - 25) Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Park MH, Ko BS, Kim HK. A Study on Dietary Isoflavone Intake from Soy Food and Urinary Antioxidant effect of flavonoids. *Angiology* 48: 39-44, 1997
 - 26) Kim JS, Kwon CS. Estimated dietary isoflavone intake of Korean population based on national nutrition survey. *Nutr Res* 21: 947-953, 2001
 - 27) Ho SC. Soy consumption and potential benefits for bone and heart health in the Chinese population. 8th Asian Congress of Nutrition Aug. 29-Sep. 2, Seoul, Korea, 1999
 - 28) Maskariac G, Singh S, Meng L, Franke AA. Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 7: 613-619, 1998
 - 29) Wakai K, Egami I, Kato K, Kawamura T, Tamakoshi A, Lin Y, Nakayama T, Wada M, Ohno Y. Dietary intake and sources of isoflavones among Japanese. *Nutr Cancer* 33(2): 139-145, 1999
 - 30) Harrison GG, Cho S. Changing global patterns and implications of soybean consumption. 8th Asian Congress of Nutrition Aug. 29-Sep. 2, Seoul, Korea, 1999