

## 2010년 국민건강영양조사에 근거한 매실가공품 섭취로부터 한국인의 일인당 하루 총페놀, 총플라보노이드 및 항산화능 섭취량 추정

이봉한<sup>1,2</sup> · 유희근<sup>1,2</sup> · 백영수<sup>1,2</sup> · 권오준<sup>3</sup> · 정대균<sup>2,4</sup> · 김대옥<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식품생명공학과, <sup>2</sup>경희대학교 피부생명공학센터, <sup>3</sup>(재)대경지역사업평가원, <sup>4</sup>경희대학교 유전공학과

### Estimation of Daily per Capita Intake of Total Phenolics, Total Flavonoids, and Antioxidant Capacities from Commercial Products of Japanese Apricot (*Prunus mume*) in the Korean Diet, Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey in 2010

Bong Han Lee<sup>1,2</sup>, Hee Geun Yoo<sup>1,2</sup>, Youngsu Baek<sup>1,2</sup>, O Jun Kwon<sup>3</sup>, Dae Kyun Chung<sup>2,4</sup>, and Dae-Ok Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Skin Biotechnology Center, Kyung Hee University

<sup>3</sup>Daegyeong Institute for Regional Program Evaluation

<sup>4</sup>Department of Genetic Engineering, Kyung Hee University

**Abstract** The total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacities of ten commercial products of Japanese apricot (*maesil*) were evaluated, including four kinds of alcoholic drinks, two kinds of soft drinks, and four kinds of concentrate found in the Korean market. The daily per capita consumption (g/capita/day) of each product was calculated from in the existing dataset of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey in 2010. Using the combined datasets indicated above, the daily per capita intake of total phenolics from *maesil* product consumption was found to be 1.05 mg gallic acid equivalents. The daily per capita intake of total flavonoids was determined to be 0.13 mg catechin equivalents, and the daily per capita intake of antioxidant capacities were measured at 0.70 mg vitamin C equivalents (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl assay), and at 1.04 mg vitamin C equivalents (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) assay). The daily per capita intakes of total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacities were influenced by the daily quantity of consumption of *maesil* products, as well as their compositional contents.

**Keywords:** 24 h dietary recalls, daily consumption per consumer, *maesil* concentrate, tertiles

## 서 론

매실은 우리나라, 일본, 중국 등에 분포하는 장미과에 속하는 낙엽활엽 교목인 매화나무의 핵과(drupe)를 일컫는 말로 원산지는 중국의 사천성과 호북성의 산간지로 알려져 있다. 우리나라에서 매실은 삼국시대부터 관상용으로 심어왔으며, 열매를 이용한 것은 고려 중엽 때부터라고 알려져 있다(1). 우리나라에서는 경제적 이용을 목적으로 한 재배보다는 가정의 정원이나 꽃의 관상을 겸한 가정용 과수로서 재배하여 그 재배면적은 넓지 않았다. 하지만 최근 들어 건강식품에 대한 관심이 높아지고, 가공 기술 개발이 활발해져 국내 수요가 점차 증가되면서 생산량 또한 증가하고 있다(2). 이러한 결과로 시중에는 매실을 활용한 농축

액, 즙, 음료, 주류, 쥘, 차 등 각종 매실가공품이 다양하게 시판되고 있다.

매실의 주요 유기산은 malic acid, citric acid, succinic acid 등이며, 과일 중에서 특이하게 덜 익은 과실인 청매실로 수확한다. 성숙기간 중 malic acid는 감소하는 반면 citric acid는 증가하는 특징을 지녀 수확시기가 매우 중요하고, 수확시기가 가공 제품의 품질에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(3). 또한 매실의 다양한 효능이 과학적으로 구명되면서 매실이 가지는 식품 및 약리학적 가치는 더욱 높아지고 있다. 지금까지 보고된 매실의 효능으로는 건위 및 간 기능 회복 작용(4), 향미생물 작용(5), *N*-nitrosamine 생성 억제 작용(6), 혈당 강하 작용(7) 등이 있다. 매실에는 phenolic acids, flavonoids 등의 페놀 화합물 함량이 높아 항암 작용(8), 항산화 작용(9), 혈액유통성 개선 작용(10) 등을 하는 것으로 알려져 있다. 이와 관련한 연구의 결과로 매실, 매실즙 등의 항산화 활성이 보고되었다(11,12).

지금까지의 매실 연구들은 주로 매실 과육으로부터 얻은 추출물을 이용하여 그 효능을 입증하는 것이 대부분이며, 시중에 판매되고 있는 다양한 매실가공품에 대한 연구는 비교적 활발히 진행되지 않았을 뿐만 아니라 이들을 통하여 얻어지는 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 항산화능에 대한 한국인 일인당 하루

\*Corresponding author: Dae-Ok Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi 446-701, Korea  
Tel: 82-31-201-3796  
Fax: 82-31-204-8116  
E-mail: DOKIM05@khu.ac.kr  
Received November 17, 2013; revised January 3, 2014;  
accepted January 6, 2014

섭취량 추정에 대한 정보는 빈약한 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 다양한 매실가공품의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 항산화능을 정량 분석하고, 2010년 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANES)의 24시간 회상법(24 h dietary recalls)에서 나온 자료를 바탕으로 하루 일인당 매실가공품 섭취량을 산출하고, 이를 바탕으로 매실가공품을 통하여 얻는 총페놀, 총플라보노이드, 항산화능에 대한 일인당 하루 섭취량을 추정하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

실험에 사용된 재료는 매실주 4종류, 매실음료 2종류, 매실원액 4종류로 총 10가지다. 매실원액을 제외한 제품들은 대형 상점에서 구매하였고, 매실원액은 인터넷을 통해 원액을 직접 제조하는 농장에서 구입하였다. 실험 전 모든 샘플은 4°C에서 냉장 보관하였고, 냉장 보관 기간 3일 이내 실험하였다. 각 제품의 주요 구성 성분은 Table 1과 같다. 매실주는 A (매실원액 50%, 와인 42%), B (매실주 원액 61%, 과일주 원액 39%), C (매실주 원액 62%, 포도주 원액 38%), D (매실주 원액 60%, 포도주 원액 40%) 등 4종류, 매실음료는 E (매실 농축액 10%), F (매실 농축액 5.5%) 등 2종류, 매실원액은 G (매실 70%, 황백당), H (매실 50%, 정백당 50%), I (매실 50%, 황백당과 정백당 50%), J (매실 50%, 황백당 50%) 등 4종류로 구성되었다.

### 시약

Folin-Ciocalteu's phenol 시약, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 비타민 C, gallic acid, catechin은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서, 2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH)는 Wako Pure Chemicals Industries, Ltd. (Osaka, Japan)에서 구입하였다.

### 총페놀 함량

매실가공품의 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol 시약을 이용한 발색법으로 측정하였다(13). 시료 200  $\mu$ L에 증류수 2.6 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol 시약 200  $\mu$ L를 첨가, 혼합하여 6분간 상온에서 반응시킨 후 7% (w/v)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  용액을 2 mL를 첨가했다. Folin-Ciocalteu's phenol 시약 첨가 후 84분 동안 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총페놀 함량은 mg gallic acid equivalents (GAE)/L로 나타내었다.

### 총플라보노이드 함량

총플라보노이드 함량은 시료 0.5 mL와 증류수 3.2 mL를 혼합하여 5% (w/v)  $\text{NaNO}_2$  150  $\mu$ L와 5분간 반응시킨 후 10% (w/v)  $\text{AlCl}_3$  용액을 첨가하여 1분간 더 반응시키고, 1 M NaOH를 넣고 혼합하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다(14). 총플라보노이드 함량은 mg catechin equivalents (CE)/L로 나타내었다.

### 항산화능

항산화능은 ABTS와 DPPH 라디칼을 이용하여 측정하였다. 청록색 ABTS 라디칼을 이용하여 매실가공품의 항산화능은 다음과 같이 측정하였다(15). 1.0 mM AAPH에 2.5 mM ABTS와 phosphate buffered saline (PBS) 용액 100 mL를 넣고 70°C 항온 수조에서 30분간 반응시켜 ABTS 라디칼 용액을 만들고 PBS 용액을 이용하여 734 nm에서  $0.650 \pm 0.020$ 의 흡광도로 ABTS 라디칼 용액을 희석하였다. ABTS 라디칼 용액 980  $\mu$ L와 시료 20  $\mu$ L를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하여 항산화능을 mg vitamin C equivalents (VCE)/L로 표현하였다.

DPPH 라디칼을 이용한 매실가공품의 항산화능은 Brand-Williams 등(16)의 방법을 변형하여 측정하였다. DPPH 라디칼을 100 mL의 80% (v/v) 메탄올에 녹여서 생성된 DPPH 라디칼 용액을 80% (v/v) 메탄올을 이용하여 517 nm에서  $0.65 \pm 0.02$ 의 흡광도로 희석하여 사용하였다. 각 시료 50  $\mu$ L에 라디칼 용액 2.95 mL를 첨가하여 23°C에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 항산화능을 mg VCE/L로 나타내었다.

### 매실가공품 하루 섭취량

매실가공품의 하루 섭취량은 2010년에 질병관리본부에서 실시한 국민건강영양조사 제5기 1차년도 자료를 활용하였다. 매실가공품 일인당 하루 섭취량은 국민건강영양자료 원시자료(raw data)에서 매실주, 매실음료, 매실원액(엑기스) 각각의 섭취량의 총합을 영양조사 총 참여자의 수로 나누어 산출하였다. 국민건강영양 조사는 전국 규모의 건강 및 영양 조사로서, 국민의 건강수준, 건강행태, 영양, 만성질환, 삶의 질 등의 현황과 추이를 제시하며, 그 추이에 대한 대표성과 신뢰성을 갖는 국가 통계 자료이다. 영양 조사는 식이행태, 식이보충제, 영양지식 등에 관한 현황(식생활 조사)과 조사 1일전 식품 섭취 내용(24시간 회상법) 등으로 구성되어 있다. 이번 연구에 활용한 국민건강영양조사 제5기 1차년도(2010)의 영양 조사는 대상자 9,691명 중 참여자는 8,027명으로 참여율은 82.8%로 나타났다(17).

**Table 1. Major ingredients of commercial products from Japanese apricot (*Prunus mume*)**

Products	Brands	Major ingredients
Alcoholic drinks <sup>1)</sup>	A	maesil concentrate (50%), wine (42%)
	B	maesil liquor concentrate (61%), fruits liquor concentrate (39%)
	C	maesil liquor concentrate (62%), vinous liquor concentrate (38%)
	D	maesil liquor concentrate (60%), vinous liquor concentrate (40%)
Soft drinks	E	maesil concentrate (juice) (10%), apple concentrate
	F	maesil concentrate (juice) (5.5%), apple concentrate (4.5%)
Concentrate	G	maesil (70%), brown sugar
	H	maesil (50%), sugar (50%)
	I	maesil (50%), brown sugar and sugar (50%)
	J	maesil (50%), brown sugar (50%)

<sup>1)</sup>Products A, B, C, and D contain 14, 14, 14, and 10% of alcohol content, respectively.

**Table 2. Percent (%) of people consuming Japanese apricot (*Prunus mume*) products in the total participants in Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) in 2010<sup>1)</sup>**

Products	Gender		Age (year)						
	Male	Female	≤9	10-19 <sup>2)</sup>	20-29	30-39	40-49	50-59	60
Alcoholic drinks	0.10	0.15	-	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.09
Soft drinks	0.29	0.36	0.05	0.01	0.04	0.16	0.17	0.11	0.10
Concentrate	3.55	4.93	1.03	1.20	0.57	0.98	1.43	1.61	1.66

<sup>1)</sup>The total number of persons participated in KNHANES in 2010 was 8,027. The number of persons consuming Japanese apricot (*Prunus mume*) products in the Korean diet was 741 among total persons participated in KNHANES in 2010.

<sup>2)</sup>In the group of 10-19 year old, participants aged only 19 years old have the alcoholic drinks.

**총페놀, 총플라보노이드 및 항산화능의 일인당 하루 섭취량 추정**

매실가공품의 총페놀, 총플라보노이드 및 항산화능의 일인당 하루 섭취량 추정은 국민건강영양조사의 원시자료 및 각 함량에 대한 화학적 분석 결과를 바탕으로 하였으며, 아래의 식에 의해서 계산되었다. 원시자료의 매실음료, 매실주는 하루 일인당 섭취량 계산시 수분 함량이 많음을 고려하여 각각 밀도를 1 g/mL로 설정하였고, 매실원액은 실험 시료의 밀도를 직접 측정하여 그 평균값은 1.26 g/mL이었다(data not shown).

$$\text{일인당 하루 총페놀 섭취량(mg GAE/capita/day)} = \sum C_i P_i$$

여기에서  $C_i$ 는 원시자료의 매실가공품 각각의 하루 일인당 섭취량,  $P_i$ 는 선별된 매실가공품 각각의 총페놀 함량을 의미한다.

$$\text{일인당 하루 총플라보노이드 섭취량(mg CE/capita/day)} = \sum C_i F_i$$

여기에서  $F_i$ 는 선별된 매실가공품 각각의 총플라보노이드 함량을 의미한다.

$$\text{일인당 하루 항산화능 섭취량(mg VCE/capita/day)} = \sum C_i V_i$$

여기에서  $V_i$ 는 선별된 매실가공품 각각의 항산화능 함량을 의미한다.

**통계분석**

실험 결과값에 대해서는 평균과 표준편차로 나타내었다. 통계 분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였으며, 각각의 실험군은 ANOVA 수행 후, 사후검정으로 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의적 차이를 분석하였으며 5% 유의적 수준에서 시료 간의 유의차를 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**매실주, 매실음료, 매실원액의 일인당 하루 섭취량**

2010년도 제5기 1차년도 국민건강영양조사의 참가자 8,027명 중 매실가공품을 섭취한 사람은 총 741명으로 전체 참가자의 약 9.23%였다. 매실주, 매실음료, 매실원액 등 모든 매실가공품에서 남성보다 여성이 섭취하는 비율이 높았다(Table 2). 매실가공품 중 매실원액의 섭취율이 가장 높게 나타났고, 매실주의 섭취율은 가장 낮게 나타났(Table 2). 매실음료는 30, 40대에서 전체 섭취율의 약 51.6%로 높게 나타났고, 매실원액은 40대 이상의 섭취율이 전체의 약 55.4%를 차지하였다(Table 2).

2010년 국민건강영양조사 분석을 통해 한국인이 섭취하는 매실가공품의 일인당 하루 섭취량은 Table 3과 같다. 매실가공품의 일인당 하루 섭취 총량은 2.37 g이었다. 우리나라 국민들이 가장

**Table 3. Daily consumption per capita of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*) in the Korean diet**

Products <sup>1)</sup>	Daily consumption per capita (g/capita/day)
Alcoholic drinks	0.17
Soft drinks	1.39
Concentrate	0.81
Total	2.37

<sup>1)</sup>Various commercial products of Japanese apricot (*Prunus mume*) in the Korean diet were selected from the analysis of the existing dataset of the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) in 2010.

많이 섭취하는 매실가공품은 매실음료 > 매실원액 > 매실주 순으로 나타났다(Table 3). 매실음료의 일인당 하루 섭취량은 1.39 g으로 전체 섭취량의 58.6%에 해당하였다.

매실가공품 각각에 대한 성별, 연령별 일인당 하루 섭취량은 Table 4와 같다. 일인당 하루 섭취율은 매실가공품 모두 여성이 더 높았다(Table 2). 그러나, 일인당 하루 섭취량은 매실주에서만 여성이 높았고, 매실음료, 매실원액의 경우는 남성이 높았다(Table 4). 매실가공품 전체 섭취량은 남성이 1.240 g, 여성이 1.134 g으로 남성이 여성보다 높았다(Table 4). 연령대별 매실주 섭취량은 40대와 60대의 섭취량이 높았고, 30대가 가장 낮았다. 매실음료의 연령대별 섭취량은 40대>30대>60세 이상>50대>20대>9세 이하>10대 순서로 낮아졌다. 매실원액의 경우에는 10대>50대>60세 이상>40대>30대>20대>9세 이하 순서로 낮아졌다.

매실원액은 물에 희석하여 음료로 마실 수 있고, 천연팩 등으로 활용할 수 있다. 최근에는 요리의 식재료 중 하나로 고기양념, 나물무침, 조림 등의 단맛과 신맛이 필요한 곳에 다양하게 사용하고 있다. 농축된 매실원액은 소량으로도 음식의 맛을 높일 수 있으며 쓰임새의 다양성으로 인하여 자주 이용된다. 매실원액의 이러한 특성으로 인하여 가장 높은 섭취율에 반해 매실음료보다 낮은 섭취량을 나타낸 것으로 추측된다.

매실가공품을 섭취한 사람을 삼분위수(tertiles)에 따라 33.3%와 66.7%에 해당하는 섭취량 기준점을 설정하여 하위 삼분위(tertile 1; T1), 중간 삼분위(tertile 2; T2), 상위 삼분위(tertile 3; T3)로 분류하였고 각 삼분위 섭취량은 Table 5와 같다. 매실가공품을 섭취한 사람은 매실주 20명, 매실음료 52명, 매실원액(엑기스) 681명 이었다. 이 중 매실원액과 매실음료를 중복으로 섭취한 사람은 8명이었고, 매실원액과 매실주를 중복으로 섭취한 사람은 4명으로 중복섭취자를 제외한 총 매실가공품 섭취자는 741명이었다. 매실주 섭취량의 경우 하위 삼분위에 비해 중간 삼분위는 약 26배, 상위 삼분위는 약 79배 더 높았다. 매실음료 섭취량은 하위 삼분위에 비해 중간 삼분위는 약 1.4배, 상위 삼분위는 약 2.8배

**Table 4. Daily per capita consumption (g/capita/day) of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*) for gender and age on the basis of the analysis of the existing dataset in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) in 2010<sup>1)</sup>**

Products	Gender		Age (year)							Total
	Male	Female	9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60	
Alcoholic drinks	0.055	0.114	-	0.014	0.019	0.003	0.060	0.015	0.058	0.169
Soft drinks	0.774	0.621	0.057	0.015	0.066	0.307	0.502	0.215	0.233	1.394
Concentrate	0.411	0.399	0.077	0.172	0.085	0.088	0.113	0.151	0.123	0.810
Total	1.240	1.134	0.134	0.201	0.170	0.398	0.675	0.381	0.414	2.373

<sup>1)</sup>The total number of persons participated in KNHANES in 2010 was 8,027. The number of persons consuming Japanese apricot (*Prunus mume*) products in the Korean diet was 741 among total persons participated in KNHANES in 2010.

**Table 5. Daily consumption per consumer of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*) in the Korean diet<sup>1)</sup>**

	T1	T2	T3	Total
Alcoholic drinks				
Range (g/d)	0.01-11.56	14.66-91.80	102.00-306.00	0.01-306.00
Subjects (n)	6	9	5	20
Intake (g/consumer/day)	2.14	55.28	169.32	67.85
Soft drinks				
Range (g/d)	51.00-153.00	178.50-193.80	204.00-1,020.00	51.00-1,020.00
Subjects (n)	26	8	18	52
Intake (g/consumer/day)	127.50	182.96	356.32	215.24
Concentrate				
Range (g/d)	0.01-0.92	0.93-4.54	4.60-253.15	0.01-253.15
Subjects (n)	225	232	224	681
Intake (g/consumer/day)	0.38	2.35	26.21	9.54

<sup>1)</sup>All consumers who consumed the various products in 24 h dietary recalls were divided into tertiles by the amounts of consumption. T1, T2, and T3 refer to the first, second, and third tertiles among the consumers of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*).

더 높았다. 매실원액(엑기스)의 섭취량은 하위 삼분위에 비해 중간 삼분위는 약 6배, 상위 삼분위는 약 69배 더 높았다. 매실주 및 매실원액의 경우 상위 삼분위와 하부 삼분위 평균 섭취량의 차이가 매실음료에 비해서 매우 컸는데, 이는 상위 삼분위에 속한 섭취자들의 선호도가 매실주와 매실원액에 대해서 더욱 높았기 때문인 것 같다.

#### 매실주의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능

4종의 매실주의 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량을 측정된 결과 128.4-256.6 mg GAE/L와 14.3-51.9 mg CE/L 범위로 각각 나타났다(Table 6). 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량 모두 B가 가장 높은 값을 나타냈고, B>A>C>D의 순서로 감소하였다. Shon 등(18)이 보고한 매실주의 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량은 0.53 g caffeic acid equivalents/100 g과 20.39 mg myricetin equivalents/100 g으로 각각 나타났다. 44종의 다양한 과일주의 총페놀 함량은 91-1,820 mg GAE/L의 범위였으며, 체리, 레드 라즈베리(red raspberries), 블랙 커런트(black currant) 등의 과일주가 높은 함량을 나타냈고, 사과, 꿀, 대황 등의 과일주가 낮은 함량을 나타냈다(19). 이들과 비교했을 때 매실주는 꿀주(91 mg GAE/L) 보다는 높고 사과주(160-470 mg GAE/L)와는 비슷하거나 약간 낮은 수준이었다(19).

매실주의 구성 성분을 살펴보면, C와 D의 경우 매실주와 와인을 포함한 반면 B는 매실주와 과일주를 포함하고 있다. A(매실원액 50%, 와인 42%)를 제외한 나머지는 매실주 원액과 포도주 원액 또는 과일주 원액의 함량의 합이 100%이며, 각 매실주 원액의 함량 차이는 2% 이내였다(Table 1). 또한, 총페놀 함량 및

총플라보노이드 함량이 가장 낮게 나타난 D는 매실주 원액 함량이 60%로 가장 낮았다. 배와 사과의 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량을 조사한 연구에서 재배방법, 성숙단계, 저장조건에 따른 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 차이가 보고된 바 있다(20,21). 본 연구의 결과도 주원료로 쓰인 매실품종, 재배방법, 성숙단계, 저장조건, 추출방법 등의 차이 때문에 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량의 차이가 있었다고 여겨진다.

DPPH와 ABTS 라디칼을 이용하여 4종의 매실주의 항산화능을 측정된 결과는 Table 6에 제시하였다. DPPH 라디칼을 이용한 결과는 A가 148.6 mg VCE/L로 가장 높은 값을 나타냈으며, A>B>C>D의 순서로 감소하였다. ABTS 라디칼을 이용한 결과는 C가 245.6 mg VCE/L로 가장 높은 값을 나타냈으며 C>A>B>D의 순서로 감소하였다. 매실에는 페놀 화합물 외에도 유기산, 비타민 C, 비타민 E 등이 풍부하며, vitamin C는 100 g당 약 0.6-16 mg 정도 함유하고 있다(22). 항산화 효소와는 달리 생체 내에서 합성되지 않는 비효소계 항산화제인 비타민 C, 비타민 E,  $\beta$ -carotene 등은 음식이나 약물로 섭취해야 한다. 이들은 항산화 효소와 함께 산화적 스트레스(oxidative stress)를 유발하는 활성산소(reactive oxygen species) 등과 같은 산화제를 중화시키는 제거제(scavenger)로서의 역할을 할 수 있다(23). 매실의 성숙도에 따라 매실주의 성분과 맛이 달라지고, 매화의 개화시기 및 과실의 수확시기, 과실 크기 역시 매실과 매실주의 성분, 항산화능에 영향을 미친다고 연구된 바 있다(24,25).

#### 매실음료의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능

매실은 다른 과일과 달리 대부분 가공하여 섭취하는 가공전용

**Table 6. Levels of total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacities of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*)**

Products	Brands	Total phenolics (mg GAE <sup>1)</sup> /L)	Total flavonoids (mg CE <sup>2)</sup> /L)	Antioxidant capacities (mg VCE <sup>3</sup> /L)	
				DPPH <sup>4)</sup>	ABTS <sup>5)</sup>
Alcoholic drinks	A	225.0±14.3 <sup>b6)</sup>	48.0±5.4 <sup>b</sup>	148.6±4.4 <sup>a</sup>	237.6±15.3 <sup>a</sup>
	B	256.6±7.3 <sup>a</sup>	51.9±3.1 <sup>a</sup>	126.6±2.5 <sup>b</sup>	204.9±20.6 <sup>b</sup>
	C	183.9±7.1 <sup>c</sup>	38.1±2.6 <sup>c</sup>	113.0±4.0 <sup>c</sup>	245.6±34.7 <sup>a</sup>
	D	128.4±4.5 <sup>d</sup>	14.3±0.9 <sup>d</sup>	86.2±4.1 <sup>d</sup>	178.8±9.5 <sup>c</sup>
Soft drinks	E	195.7±30.5 <sup>b</sup>	6.0±0.6 <sup>b</sup>	109.9±2.8 <sup>b</sup>	102.0±8.4 <sup>b</sup>
	F	243.1±4.2 <sup>a</sup>	9.0±1.1 <sup>a</sup>	194.5±34.4 <sup>a</sup>	226.3±42.1 <sup>a</sup>
Concentrate	G	882.4±45.4 <sup>b</sup>	157.0±7.2 <sup>c</sup>	724.1±42.6 <sup>b</sup>	1,015.1±39.8 <sup>b</sup>
	H	1,768.3±112.4 <sup>a</sup>	222.5±6.7 <sup>a</sup>	913.6±27.8 <sup>a</sup>	1,853.3±93.5 <sup>a</sup>
	I	938.6±41.3 <sup>b</sup>	131.2±5.9 <sup>d</sup>	613.6±16.2 <sup>d</sup>	984.2±92.3 <sup>b</sup>
	J	806.6±46.5 <sup>c</sup>	189.1±10.2 <sup>b</sup>	650.1±32.4 <sup>c</sup>	956.4±34.1 <sup>b</sup>
Mean					
Alcoholic drinks		198.5	38.1	118.6	216.7
Soft drinks		219.4	7.5	152.2	164.2
Concentrate		1,099.0	175.0	725.4	1,202.2

<sup>1)</sup>GAE stands for gallic acid equivalents.

<sup>2)</sup>CE stands for catechin equivalents.

<sup>3)</sup>VCE stands for vitamin C equivalents.

<sup>4)</sup>Antioxidant capacities were evaluated by using DPPH.

<sup>5)</sup>Antioxidant capacities were evaluated by using ABTS.

<sup>6)</sup>Data are shown as mean±standard deviation ( $n=3$ ). Different superscripts on means in each column indicate significant difference by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$ .

과실이다. 다양한 매실의 효능으로 인하여 많은 연구에서 매실음료를 단순한 과실음료가 아닌 기능성 음료로 보고 있으며, 2010년 기준 전체 매실가공품의 약 36%로 높은 비중을 차지하고 있다(26).

매실음료의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능은 Table 6과 같다. 매실음료 F가 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 항산화능 모두 매실음료 E보다 높게 나타났다. 일본에서 상업적으로 판매되는 매실주스의 총페놀 함량은 108.3 mg GAE/L, 총플라보노이드 함량은 9.1 mg quercetin equivalents/L로 나타났고, ABTS 라디칼을 이용한 항산화능은 129.7 mg Trolox equivalents/L로 보고되었다(27). 매실음료의 총페놀 함량은 한국에서 상업적으로 판매되는 블루베리 주스(481.47 mg/L)와 석류 주스(878.12 mg/L)의 함량에 비해 낮고, 파인애플 주스(101.09 mg/L)와 토마토 주스(98.29 mg/L)에 비해 높은 수준이며, 오렌지 주스(184.69 mg/L)와 비슷하게 나타났다(28).

매실음료 F가 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 더 높았던 것처럼, ABTS와 DPPH 라디칼을 이용한 항산화능에서도 매실음료 E보다 높게 나왔다. 이는 매실음료의 항산화능에 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량이 기인한 결과로 보이며, 총페놀 함량 또는 총플라보노이드 함량과 항산화능 사이에 양의 기울기를 갖는 상관관계가 있음이 보고된 바도 있다(29,30).

#### 매실원액의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능

매실원액의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능의 결과는 Table 6과 같다. 총페놀 함량의 범위는 806.6-1,768.3 mg GAE/L이고, 함량은 H>I>G>J 순서로 감소하였다. 가장 높은 함량을 나타낸 H는 가장 낮은 함량을 나타낸 J에 비하여 약 2배 가량 높았다. 총플라보노이드 함량의 범위는 131.2-222.5 mg CE/L이고, 총페놀 함량과 마찬가지로 H가 가장 높은 함량을 나타냈으며, H>J>G>I 순서로 감소하였다. DPPH 라디칼을 이용한 항산화능의 범위는 613.6-913.6 mg VCE/L이고, ABTS 라디칼을 이

용한 항산화능의 범위는 956.4-1,853.3 mg VCE/L로 나타났다.

DPPH법과 ABTS법은 라디칼 소거능에 기반한 항산화능 측정법이다. DPPH 측정법은 저렴한 비용과 간편하다는 장점 대비 pH에 민감하고 반응이 느리다는 단점이 있고, ABTS 법은 수용상(aqueous phase)과 유기상(organic phase)에서 사용이 가능하지만 온도, 빛에 민감하고 ABTS 라디칼 생성을 위한 단계가 필요하다는 단점이 있다(31). 같은 시료를 두 가지 실험법으로 측정하였을 때, 매실주와 매실원액과 같이 항산화능의 값의 차이가 존재하기도 하며, 매실음료처럼 비슷한 값을 나타내기도 한다. Floegel 등(32)의 연구에서도 아보카도는 값의 차이를 보였으나, 승도복숭아(nectarine)는 두 가지 실험법의 항산화능 거의 차이가 없었다. 그러므로 항산화능 분석법은 최소 2가지 이상의 방법을 이용하여 평가하는 것이 바람직하다.

DPPH와 ABTS 라디칼을 이용한 항산화능 모두 H가 가장 높았다. 일반적으로 매실원액은 매실과 설탕을 1:1 또는 1:2의 비율로 발효시켜 만든다. 매실원액의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능은 다른 매실가공품인 매실주나 매실음료보다 월등히 높는데, 이는 매실주나 매실음료와 같은 가공품에 비하여 매실원액은 매실의 높은 함량과 농축에 의한 결과라 판단된다.

본 연구에 사용된 매실원액 4종 중 G를 제외한 나머지 3가지는 매실과 설탕의 함량이 각각 50%였으며, G만 매실 함량이 70%로 가장 많이 포함했다. G가 가장 많은 매실의 함량을 포함하고 있었지만, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능 모두 H가 가장 높았다. 일반적으로 과실의 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능은 같은 과실이라 하여도 과실의 유전자형(genotype), 재배조건(기후, 토양 등), 수확시기, 과즙추출방식, 재배방법 등에 의하여 차이가 난다(33). 매실의 함량을 가장 많이 함유하였다고 하더라도 재배조건, 재배방법 등을 달리한 매실의 품종의 차이에 의하여 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여준 결과라 생각한다.

매실은 다양한 생리활성을 보유하는 caffeoylquinic acid 같은

**Table 7. Daily per capita intakes of total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacities of various products of Japanese apricot (*Prunus mume*) in the Korean diet**

Products	Brands	Total phenolics (mg GAE <sup>1)</sup> /capita/day)	Total flavonoids (mg CE <sup>2)</sup> /capita/day)	Antioxidant capacities (mg VCE <sup>3</sup> /capita/day)	
				DPPH <sup>4)</sup>	ABTS <sup>5)</sup>
Alcoholic drinks	A	0.04	0.01	0.03	0.04
	B	0.04	0.01	0.02	0.03
	C	0.03	0.01	0.02	0.04
	D	0.02	0.00	0.01	0.03
Soft drinks	E	0.27	0.01	0.15	0.14
	F	0.34	0.01	0.27	0.31
Concentrate	G	0.57	0.10	0.47	0.65
	H	1.14	0.14	0.59	1.19
	I	0.60	0.08	0.39	0.63
	J	0.52	0.12	0.42	0.61
Mean					
Alcoholic drinks		0.03±0.01 <sup>b6)</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>c</sup>
Soft drinks		0.31±0.05 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.21±0.08 <sup>a</sup>	0.23±0.12 <sup>b</sup>
Concentrate		0.71±0.29 <sup>a</sup>	0.11±0.03 <sup>a</sup>	0.47±0.09 <sup>b</sup>	0.77±0.28 <sup>a</sup>
Total		1.05	0.13	0.70	1.04

<sup>1)</sup>GAE stands for gallic acid equivalents.

<sup>2)</sup>CE stands for catechin equivalents.

<sup>3)</sup>VCE stands for vitamin C equivalents.

<sup>4)</sup>Antioxidant capacities were evaluated by using DPPH.

<sup>5)</sup>Antioxidant capacities were evaluated by using ABTS.

<sup>6)</sup>Data are shown as mean±standard deviation ( $n=3$ ). Different superscripts on means in each column indicate significant difference by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$ .

페놀 화합물을 포함하고 있다(34). 항산화능을 갖는 페놀성 화합물은 생체 내에서 건강 증진 및 보호 효과를 가지고 있어 암, 치매 등과 같은 퇴행성 만성 질환 등을 예방해주는 효과가 있다(35). 다양한 연구에서 매실을 기능성 음료로 보고 있으며 이온 음료 대신 매실음료를 섭취하여 운동 수행 능력이 향상되는 효능을 입증하거나 운동선수들의 경기력을 향상시켜주는 스포츠 음료로서의 매실의 효능을 입증한 연구들을 보고하였다(36,37). 높은 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량을 지닌 매실원액을 다양하게 활용하여 섭취함으로써, 이들을 통한 생체 내의 항산화능을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 총페놀, 총플라보노이드 및 항산화능의 일인당 하루 섭취량 추정

매실가공품을 통하여 섭취할 수 있는 총페놀, 총플라보노이드 및 항산화능의 일인당 하루 섭취량 추정은 2010년 국민건강영양조사 자료로부터 산출된 하루 매실가공품 섭취량(Table 3)과 매실가공품의 총페놀, 총플라보노이드, 항산화능 함량에 대한 정량 분석 결과(Table 6)를 조합하여 추정하였다(Table 7). 매실가공품 섭취에 따른 일인당 하루 총페놀 섭취량은 매실원액>매실음료>매실주 순서로 감소하였다(Table 7). 매실원액의 총페놀 함량은 매실주와 매실음료의 총페놀 함량보다 각각 약 5.5배, 5배로 더 높게 나타났다(Table 6). 매실가공품의 총페놀 함량과 매실가공품 섭취에 따른 일인당 하루 총페놀 섭취량 모두 매실원액이 가장 높게 나타났지만(Tables 6,7), 하루 매실가공품의 섭취량은 매실음료>매실원액>매실주 순서였다(Table 3). 비록 매실원액이 매실음료보다 적은 섭취량을 갖는다 하더라도 상대적으로 높은 총페놀 함량으로 인하여 일인당 하루 총페놀 섭취량이 높게 나타났다. 즉, 일인당 하루 총페놀 섭취량은 매실가공품의 섭취량뿐만 아니라 매실가공품 자체의 총페놀 함량도 중요하다는 것을 시사한다. 매실가공품 섭취에 따른 일인당 하루 총플라보노이드 섭취량

은 매실원액이 가장 높았다(Table 7). 매실원액에 의한 일인당 하루 총플라보노이드 섭취량은 매실음료와 매실주에 비해 약 10배 정도 높게 나타났다. 매실주는 매실음료에 비해 높은 총플라보노이드 함량을 나타냈지만, 매실음료와 매실주의 일인당 하루 총플라보노이드 섭취량은 0.01 mg CE/L로 같은 수치로 나타났다.

매실가공품을 통해 얻는 항산화능의 일인당 하루 섭취량은 일인당 하루 총페놀, 총플라보노이드 섭취량과 비슷한 경향을 보였다(Table 7). DPPH와 ABTS 라디칼을 이용한 항산화능 평가에서 일인당 하루 항산화능 섭취량은 매실원액>매실음료>매실주 순서로 감소하였다(Table 7). 매실주의 경우 낮은 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량뿐 아니라 낮은 섭취량으로 인하여 매실주를 통한 일인당 하루 항산화능 섭취량도 가장 적었다. 매실원액은 높은 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 항산화능으로 인해 매실가공품 중 가장 높은 일인당 하루 항산화능 섭취량을 나타냈다.

우리나라 시중에서 판매되고 있는 매실가공품의 섭취로부터 얻어진 국민 일인당 하루 섭취량의 경우, 총페놀 섭취량은 1.05mg GAE/capita/day, 총플라보노이드 섭취량은 0.13mg CE/capita/day, 그리고 DPPH 라디칼을 이용한 항산화능은 0.70mg VCE/capita/day, ABTS 라디칼을 이용한 항산화능은 1.04mg VCE/capita/day로 추정되었다. 비록 본 연구는 24시간 회상법을 바탕으로 작성한 국민건강영양조사 자료의 한계성과 작은 규모의 조사대상자들의 이유로 식이 섭취 행태를 정확하게 반영하지 못한다 할지라도, 기존의 국민건강영양조사의 원시자료 분석에서 도출된 매실가공품 소비량을 적절히 조합하여 총페놀, 총플라보노이드, 항산화능의 일인당 하루 섭취량을 추정하였다는데 의의가 있다고 본다.

## 요 약

본 연구에서는 시중에서 판매 중인 매실가공품 중 매실주 4종,

매실음료 2종, 매실원액 4종을 선정하여 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능을 정량 분석하고, 2010년도 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 매실가공품 섭취를 통하여 얻어지는 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화능을 추정하였다. 2010년에 실시한 국민건강영양조사의 원시자료 분석을 통해 매실주 (0.17 g/capita/day), 매실음료(1.39 g/capita/day), 매실원액(0.81 g/capita/day)의 일인당 하루 섭취량을 산출하였다. 매실가공품 섭취를 통해서 얻어진 일인당 하루 섭취량의 경우, 총페놀 섭취량은 1.05 mg GAE/capita/day, 총플라보노이드 섭취량은 0.13 mg CE/capita/day, 항산화능은 0.70 mg VCE/capita/day (DPPH법), 1.04 mg VCE/capita/day (ABTS법)였다. 일인당 하루 총페놀 섭취량, 총플라보노이드 섭취량 및 항산화능 섭취량 추정은 매실가공품의 섭취량뿐만 아니라 매실가공품 자체의 생리활성 성분의 함량에도 영향을 받는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 기술사업화지원사업에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

### References

- Lee DS, Woo SK, Yang CB. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea on non-volatile organic acid and sugar contents of apricot (maesil), peach, grape, apple and pear and its seasonal variation. Korean J. Food Sci. Technol. 4: 134-139 (1972)
- Yeo H-K. A study on ways to activate tourism through Gwangyang maesil. Food Sci. Ind. 45: 10-19 (2012)
- Song B-H, Choi K-S, Kim Y-D. Changes of physicochemical and flavor components of *ume* according to varieties and picking date. Korean J. Food Preserv. 4: 77-85 (1997)
- Sheo H-J, Lee M-Y, Chung D-L. Effect of *Prunus mume* extract on gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 19: 21-26 (1990)
- Lim J-W, Lee G-B. Studies on the antimicrobial activities of *Prunus mume*. J. East Asian Soc. Diet. Life 9: 442-451 (1999)
- Choi SY, Chung MJ, Sung NJ. Volatile *n*-nitrosamine inhibition after intake Korean green tea and maesil (*Prunus mume* SIEB. et ZACC.) extracts with an amine-rich diet in subjects ingesting nitrate. Food Chem. Toxicol. 40: 949-957 (2002)
- Ko B-S, Park SK, Choi SB, Jun DW, Jang JS, Park S. Hypoglycemic effects of crude extracts of *Prunus mume*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 951-957 (2004)
- Jeong JT, Moon J-H, Park K-H, Shin CS. Isolation and characterization of a new compound from *Prunus mume* fruit that inhibits cancer cells. J. Agr. Food Chem. 54: 2123-2128 (2006)
- Kim BJ, Kim JH, Kim HP, Heo MY. Biological screening of 100 plant extracts for cosmetic use (II): anti-oxidative activity and free radical scavenging activity. Int. J. Cosmet. Sci. 19: 299-307 (1997)
- Chuda Y, Ono H, Ohnishi-Kameyama M, Matsumoto K, Nagata T, Kikuchi Y. Mumeifural, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrate of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). J. Agr. Food Chem. 47: 828-831 (1999)
- Jo S-C, Nam K-C, Min B-R, Ahn D-U, Cho S-H, Park W-P, Lee S-C. Antioxidant activity of a methanolic extract from *Prunus mume* byproduct in cooked chicken breast meat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 10: 311-315 (2005)
- Hwang J-Y, Ham J-W, Nam S-H. The antioxidant activity of maesil (*Prunus mume*). Korean J. Food Sci. Technol. 36: 461-464 (2004)
- Singleton VL, Rossi JA, Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16: 144-158 (1965)
- Jia Z, Tang M, Wu J. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 64: 555-559 (1999)
- Kim D-O, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. J. Agr. Food Chem. 50: 3713-3717 (2002)
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci. Technol. 28: 25-30 (1995)
- The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1), Korea Centers for Disease Control and Prevention, Osong, Korea (2010)
- Shon MY, Lee SW, Park SK. Antioxidant activity of Korean traditional liquors, kukhwaju, yoolju and maesilju. Food Ind. Nutr. 11: 38-43 (2006)
- Heinonen IM, Lehtonen PJ, Hopia AI. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. J. Agr. Food Chem. 46: 25-31 (1998)
- Podsèdek A, Wilska-Jeszka J, Anders B, Markowski J. Compositional characterisation of some apple varieties. Eur. Food Res. Technol. 210: 268-272 (2000)
- Lee CH, Shin SL, Kim NR, Hwang JK. Comparison of antioxidant effects of different Korean pear species. Korean J. Plant Res. 24: 253-259 (2011)
- Shin SC. Changes in components of Ume fruit during development and maturation. Korean J. Plant Res. 8: 259-264 (1995)
- Kanter MM, Nolte LA, Holloszy JO. Effects of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and postexercise. J. Appl. Physiol. 74: 965-969 (1993)
- Kaneko K, Otaguro C, Yoshida N, Utada M, Tsuji K, Kikuchi S, Cha H-S. Influence of the maturity of the fruit material on various components and taste of ume liquor. Food Sci. Technol. Int. Tokyo 4: 59-65 (1998)
- Oe T, Kuwabara A, Negoro K, Yamada S, Sugai H. Between the time of blooming and harvest and compositions of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Nanko' fruit, and effects of those factors to qualities of processed ume liquor. Hort. Res. 5: 141-148 (2006)
- Lim S-J, Eun J-B. Processing and distribution of *maesil*, Japanese apricot in Korea. Food Sci. Ind. 45: 2-9 (2012)
- Lee SC, Chang WJ, Lu KT, Lo D, Wu MC. Antioxidant capacity and hepatoprotective effect on ethanol-injured liver cell of lemon juice concentrates and its comparison with commercial Japanese apricot juice concentrates. Res. J. Pharm. Sci. 2: 7-14 (2013)
- Chung H-J. Comparison of physicochemical properties and physiological activities of commercial fruit juices. Korean J. Food Preserv. 19: 712-719 (2012)
- Cho EJ, Ju H-M, Jeong CH, Eom SH, Heo HJ, Kim D-O. Effect of phenolic extract of dry leaves of *Lespedeza cuneata* G. Don on antioxidant capacity and tyrosinase inhibition. Korean J. Hort. Sci. Technol. 29: 358-365 (2011)
- Chun OK, Kim D-O, Moon HY, Kang HG, Lee CY. Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. J. Agr. Food Chem. 51: 7240-7245 (2003)
- Yoo KM, Kim D-O, Lee CY. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. Food Sci. Biotechnol. 16: 177-182 (2007)
- Floegel A, Kim D-O, Chung S-J, Koo SI, Chun OK. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. J. Food Compos. Anal. 24: 1043-1048 (2011)
- Scalzo J, Politi A, Pellegrini N, Mezzetti B, Battino M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. Nutrition 21: 207-213 (2005)
- Ina H, Yamada K, Matsumoto K, Miyazaki T. Effects of benzyl glucoside and chlorogenic acid from *Prunus mume* on adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and catecholamine levels in plasma of experimental menopausal model rats. Biol. Pharm. Bull. 27: 136-137 (2004)
- Stanner S, Hughes J, Kelly C, Buttriss J. A review of the epidemiological evidence for the 'antioxidant hypothesis'. Public

- Health Nutr. 7: 407-422 (2003)
36. Kim K-J, Bae J-H. Effects of sports drink including the extract from *Prunus mume* on the changes of respiratory variables, heart rate, and blood lactate concentration in submaximal exercise. J. East Asian Soc. Diet. Life 9: 177-187 (1999)
37. Min B-i, Bae C-u, Choi Y-s. Effect of ion beverage substitution to maesil-beverage on the exercise performance. Korea Sport Res. 14: 868-878 (2003)