

국내산 자두 주요 품종의 일반성분 및 이화학적 성분 특성

성윤정 · 김영찬 · 김미연 · 이주백¹ · 정신교*

경북대학교 식품공학과, ¹대구보건대학 보건식품계열

(2002년 5월 4일 접수, 2002년 8월 22일 수리)

자두 후무사(포마사)와 대석조생 품종의 일반성분 및 이화학적 성분을 조사하였다. 일반성분으로 후무사와 대석조생의 조지방과 가용성무질소물은 약간의 차이가 있었고 수분, 조단백, 조섬유와 조회분은 비슷하게 나타났다. 식이섬유의 함량은 품종간에 차이를 보이지 않았고, 가용성과 불용성 식이섬유의 비율이 유사한 것으로 확인되었다. 자두의 무기질 총 함량은 후무사가 30 mg%, 대석조생이 17.99 mg%로 후무사가 조금 많았고, 주된 무기질은 황(S), 칼륨(K), 마그네슘(Mg) 순이었다. 유리당 중 후무사는 fructose의 함량이 높았고, 대석조생이 sucrose의 함량이 가장 높았다. 유기산의 총합량은 대석조생이 높았으며, 과육에 있어서 주된 유기산은 malic acid였고, 과피에 있어서는 후무사는 citric acid, 대석조생종은 malic acid가 주된 유기산이었다. 유리아미노산은 두 품종 모두, glutamic acid, alanine, γ -aminoisobutyric acid, serine의 순으로 높은 함량을 보였으며, 총 아미노산 함량은 두 품종이 비슷하였다.

Key words: 자두, 후무사, 대석조생, 영양성분

서 론

자두(*Prunus salicina*)는 장미과 벚나무속 자두아속에 속하는 과수로서 전 세계적으로는 30 여종이 분포되어있으나 경제적 재배가치가 인정되는 것은 3종으로, 원산지에 따라 동북아시아의 동양계 자두(*Prunus salicina*), 서부아시아에서 태어나 유럽에서 재배중인 유럽계 자두(*P. domestica*) 및 대목용으로 주로 사용중인 북미원산의 미국 자두(*P. americana*)가 대표적이다. 우리나라에서 재배하는 자두나무는 대부분 동양계 자두로서 미국이나 유럽계 자두와는 달리 맛이 좋고, 유용성분을 많이 함유하고 있어¹⁻³ 생식용이나 가공용으로 사용되고 있다. 자두의 생산은 1970년대 후반기부터 급성장하여 2001년도에는 재배면적이 5,000여 ha까지 도달하였다. 지역별 자두 생산량은 경북이 70.3%로 대부분을 차지하고 있으며 충북과 경남이 그 다음을 차지하고 있다⁴. 또한 경상북도 내에서는 김천, 의성 등지가 주산지이며, 이들 지역은 기후, 토양 조건이 자두 재배에 적합하고 교통이 편리하여 생과로 소비되는 자두의 유통 및 수송에 유리한 조건을 갖추고 있어 앞으로 재배면적과 생산량은 더욱 늘어날 전망이다. 자두의 유용성분으로는 pectin 등의 식이섬유, malic acid와 같은 유기산, 유리아미노산, 카로티노이드, 칼슘, 인, 철 등이 함유되어있으며^{4,7}, 돌연변이 억제작용⁸, 소화기능 촉진, 스트레스 해소 및 피로회복에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다⁹. 그러나 국내에서 자두에 관한 연구는 거의 되어있지 않는 실정이므로 본인 등은 국내에서 재배되고 있는 자두의 소비확대와 가공제품화를 위하여 국내에서 재배되고 있는 자두의 주요 품종에 대하여 일반성분과 무기질, 유기산,

아미노산과 같은 이화학적 성분을 조사하였으므로 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료. 본 실험에 사용한 자두는 의성에서 생산되고 있는 것으로, 대석조생종은 2001년 7월 초순, 후무사(포마사) 완숙과는 7월 하순에 각각 수확하였다. 후무사는 중량 70~80 g, 대석조생은 55~65 g의 것으로 크기와 색깔이 비슷한 것을 선별하여 사용하였고, 자두의 과육과 과피를 각각 분리하여 동결건조한 후 분쇄하여 성분 분석용으로 사용하였다.

일반성분. 자두의 일반성분은 다음의 방법으로 분석하였다. 수분은 적외선 수분측정기(Kett, FD-240, Japan)로 3회 측정하였고, 조단백질은 단백질 자동분석기(Kjeltec Auto sampler System 1035 Analyzer, Tecator Co., Sweden)로 분석하였고, 조지방, 조섬유, 조회분은 AOAC법에 따라 측정하였다^{9,11}. 가용성 무질소물은 100에서 수분, 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분의 값을 제한 값으로 하였다.

식이섬유. 자두의 식이섬유는 Johansson 등¹²의 방법에 따라 정량하였다. 동결건조분말에 α -amylase를 가하여 끓는 물에서 15분 가열처리 후 0.2 N 염산(pH 1.5)을 가하고 펩신을 처리하여 40°C에서 6시간 가수분해하였다. 효소처리 후 수산화나트륨을 가하여 중화한 후 판크레아틴을 가하여 40°C에서 1시간 진탕하였다. 분해가 끝난 반응액에 95% 에탄올을 가하여 1시간 동안 정치시켰다. 정치동안 생성된 불용성 침전물을 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 총식이섬유를 분리하였다. 침전물을 증류수에 용해한 후 3,000 rpm에서 원심분리하여 침전물을 105°C에서 건조하여 불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber)로 하고, 상정액에는 95% 에탄올을 가하여 1시간동안 재 정치시켜 형성된 침전물을 원심분리하여 분리한 후 건조하여

*연락처

Phone: 82-53-950-5778; Fax: 82-53-950-6772

E-mail: kchung@knu.ac.kr

가용성 식이섬유(Soluble dietary fiber)로 하였고 불용성 및 가용성 식이섬유소의 합계를 총식이섬유(Total dietary fiber)량으로 하였다.

$$\text{불용성 식이섬유 (IDF)(\%)} = \frac{D1 - A1 - P1}{W} \times 100$$

$$\text{가용성 식이섬유 (SDF)(\%)} = \frac{D2 - A2 - P2}{W} \times 100$$

W: 시료무게

D1: 불용성 식이섬유의 건조중량

D2: 가용성 식이섬유의 건조중량

A1: 불용성 식이섬유중 회분함량

A2: 가용성 식이섬유중 회분함량

P1: 불용성 식이섬유중 단백질 함량

P2: 가용성 식이섬유중 단백질 함량

무기질. 자두의 무기질 중 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 구리(Cu), 철(Fe), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 망간(Mn), 나트륨(Na), 황(S), 규소(Si), 아연(Zn)의 함량은 동결건조시료에 70% 질산 및 30% 과산화수소를 가하여 마이크로웨이브 오븐(Microwave lab-station 1200 MEGA, Milestone Co., USA)로 가수분해 한 후¹³⁾ 유도쌍플라즈마분석기(IRIS/AP, Jarrell Ash Co., USA)로 분석하였다.

유리당. 자두의 동결건조분말 시료 5g에 diethylether를 가하여 4시간 탈지한 탈지시료를 얻은 후 70% 에탄올을 가하여 80°C의 항온수조에서 2시간 환류추출하였다. 추출액을 여지(Toyo No. 2)로 여과한 후 여액을 감압농축하여 에탄올을 제거한 다음, 증류수를 이용하여 50 ml로 정용하였다. 여액의 색소 제거를 위해 활성탄 칼럼을 통과시킨 다음 Sep-pak C₁₈ cartridge를 통과시키고 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다¹⁴⁾. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

유기산. 자두의 과육 및 과피 분말 시료를 유기산 자동분석기에 넣고 전처리한 시료 1 ml를 감압건고시켰다. 여기에 14% 메탄올성 트리플로로보론(BF₃/methanol) 용액 4 ml를 넣고 밀봉

하여 80°C에서 30분간 반응 후 냉각시켰다. 포화 황산암모늄 용액 4 ml를 첨가한 후, 클로로포름 4 ml를 가하여 메칠화된 유기산을 추출하였다. 유기산이 추출된 클로로포름층을 무수황산 나트륨으로 탈수한 후 GC(HP 5890 Series II, Hewlett Packard Co., USA)로 분석하였다. 이 때, column은 DB-1701, 분석조건은 70°C에서 1분 유지하고 220°C까지 분당 8°C씩 승온시킨 후 220°C에서 10분간 유지하였으며, 주입구 온도는 230°C, 검출기 온도는 250°C, 운반가스는 질소를 사용하였다.

유리아미노산. 자두의 동결건조분말 시료 5g에 diethylether를 가하여 4시간 탈지한 탈지시료에 75% 에탄올을 가하여 수욕상에서 30분간 추출하고 여과한 다음 잔사를 2회 반복 추출하였다. 여액을 모두 감압농축하여 건조물을 얻고 이를 구연산 완충액(pH 2.2)에 녹인 후 Sep-pak C₁₈ cartridge를 통과시키고 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 아미노산분석기(Pharm Asia Biotech 20, Biotech. Co., Swiss)로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분. 후무사 및 대석조생종의 자두의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 수분의 함량은 후무사 92.36%, 대석조생 89.32%이며, 수분을 제외한 일반성분의 함량은 가용성 무질소물, 조섬유, 조단백, 조지방, 조회분의 순으로 함량이 높았고, 후무사와 대석조생종이 유사한 조성을 보였다.

식이섬유. 후무사 및 대석조생종의 식이섬유 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 총식이섬유는 후무사가 6.74 g%, 대석조생이 7.60 g%이었으며, 이 중 cellulose와 불용성 pectin이 주를 이루는 불용성 식이섬유는 후무사 3.62 g%, 대석조생 3.64 g%이었고, 가용성 pectin과 gum류가 주를 이루는 가용성 식이섬유는 후무사 3.12 g%, 대석조생 3.96 g%이었다. 식이섬유의 함량은 품종간에 차이를 보이지 않았으며, 가용성과 불용성 식이섬유가 거의 같은 비율을 차지하는 것으로 확인되었다.

무기질. 자두 두 품종의 무기질 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 측정된 11종의 무기질 중 황(S)의 함량이 가장 높은 경향은 두 품종에서 동일하였으며, 후무사는 황(S) 9.77 mg% 다음으로 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 나트륨(Na)의 순으로 나타났다. 대석조생은 황(S) 6.14 mg% 다음으로 칼륨(K),

Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis of free sugar in plum

Item	Condition
Instrument	Sykym Model S2100 (Germany)
Column	Sugar-pak I (30 cm×3.9 mm i.d.)
Column temperature	90°C
Mobile phase	500 mg Ca-EDTA / H ₂ O
Flow rate	0.4 ml/min
Detector	RI

Table 2. Proximate composition of plum

Cultivar	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	N-free soluble extract
<i>Humoosa</i>	92.36±1.21	0.74±0.06	0.64±0.07	1.65±0.04	0.32±0.03	4.29±1.41
<i>Daeseok</i>	89.32±1.86	0.87±0.07	0.34±0.06	1.92±0.18	0.31±0.02	7.24±2.17

values present the mean±SD (n=3).

Table 3. Contents of dietary fiber in plum (Unit: g%, wet basis)

Cultivar	IDF	SDF	TDF
<i>Humoosa</i>	3.62	3.12	6.74
<i>Daeseok</i>	3.64	3.96	7.60

IDF: Insoluble Dietary Fiber
SDF: Soluble Dietary Fiber
TDF: Total Dietary Fiber

(Unit: %, wet basis)

Table 4. Contents of mineral in plum (Unit: mg%, wet basis)

Mineral	Humoosa	Daeseok
Al	0.20	0.09
Ca	3.72	2.11
Cu	0.01	0.03
Fe	1.04	0.71
K	6.80	3.12
Mg	4.75	3.11
Mn	0.16	0.05
Na	3.47	2.55
S	9.77	6.14
Si	0.07	0.04
Zn	0.02	0.04
Total	30.0	17.99

Table 5. Contents of free sugar in plum (Unit: g%, wet basis)

Cultivar	Sucrose	Glucose	Fructose	Total
<i>Humoosa</i>	0.82	0.89	1.20	2.91
<i>Daeseok</i>	2.70	0.85	0.91	4.46

마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼슘(Ca)의 순으로 주된 무기질로 나타나 후무사와 비교적 비슷하였으며, 각 무기질의 함량은 후무사에 비하여 다소 낮은 경향을 보여주고 있다. 박¹⁶⁾의 연구에서도 칼륨의 양이 나트륨보다 많은 것으로 나타나 본 연구와 동일한 경향이었다. 이외에 알루미늄(Al), 구리(Cu), 망간(Mn), 아연(Zn)이 미량 함유되어 있었다.

유리당. 후무사 및 대석조생의 구성 유리당을 HPLC로 조사한 결과는 Table 5와 같다. 후무사와 대석조생 두 품종 모두 sucrose, glucose, fructose가 확인되었으며, 세가지 구성당의 총 함량은 후무사가 2.91 g%, 대석조생이 4.46 g%로 대석조생이 높게 나타났다. 후무사에서는 fructose의 함량이 sucrose나 glucose에 비하여 높았고, 대석조생종에서는 sucrose의 함량이 다른 당에 비하여 2배 가량 높은 함량을 보였다. Wilford 등¹⁷⁾에 의하면 저장기간에 따라 다소 차이는 있으나 유리당 함량이 glucose, fructose, sucrose의 순으로 나타났고, Catadi 등¹⁸⁾의 연구결과는 sucrose 45.6 g/kg, glucose 12.13 g/kg, fructose 3.24/kg의 순으로 나타나, 유리당의 함량이나 조성에 있어서 차이를 보였다.

유기산. 후무사 및 대석조생의 구성 유기산을 GC로 조사한 결과는 Table 6과 같다. 후무사와 대석조생종 모두 과육에 있어서 주된 유기산은 malic acid로 그 함량이 각각 16.6 mg%, 17.0 mg%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 succinic acid, citric acid의 순이었고, 과피에 있어서는 품종간의 차이를 보여 주었다. 후무사는 citric acid의 함량이 12.1 mg%로 가장 높게 나타난 반면, 대석조생은 과육과 같은 경향으로 malic acid의 함량이 15.8 mg%로 가장 높았다. 이들 세 구성 유기산의 총합량을 살펴보면, 대석조생종이 49.5 mg%, 후무사가 40.2 mg%로 대석조생이 후무사보다 높게 나타났다.

유리아미노산. 후무사 및 대석조생종의 유리아미노산의 조성을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 두 품종 모두 glutamic acid가 각각 1474.2 ng/100g, 1448.1 ng/100g으로 가장 높게 나

Table 6. Contents of organic acids in plum (Unit: mg%, wet basis)

Organic acid	<i>Humoosa</i>		<i>Daeseok</i>	
	Flesh	Peel	Flesh	Peel
Malic acid	16.6	3.6	17.0	15.8
Citric acid	0.4	12.1	0.3	3.0
Succinic acid	6.9	0.6	10.1	3.3
Total	23.9	16.3	27.4	22.1

Table 7. Contents of free amino acids in plum (Unit: ng%, wet basis)

Amino acid	<i>Humoosa</i>	<i>Daeseok</i>
Phosphoserine	2.21	3.20
Taurine	5.14	2.16
Urea	661.60	312.71
Aspartic acid	43.66	41.53
Threonine	29.44	23.75
Serine	73.32	72.92
Glutamic acid	1474.17	1448.08
Glycine	12.11	8.02
Alanine	132.56	132.44
α -aminoisobutyric	-	2.22
Cystine	29.73	57.20
Cystathionine	1.89	0.77
β -alanine	9.27	5.36
β -aminoisobutyric acid	0.87	0.63
γ -aminoisobutyric acid	70.99	110.44
DL+allohydroxylysine	1.61	1.94
Ornithine	0.66	0.90
Lysine	0.58	1.66
Histidine	10.07	3.99
Arginine	-	0.46
Total	2,545.00	2,201.74

타났으며, 그 다음으로 alanine, γ -aminoisobutyric acid, serine, aspartic acid의 순으로 높은 함량을 보였다. 품종간의 함량 차이는 나타나지 않았고, α -aminoisobutyric acid와 arginine은 대석조생에서만 미량 검출되었다. 이 등⁸⁾의 연구에 의하면, 자두는 aspartic acid를 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났고, 주¹⁹⁾의 연구에서는 나무딸기가 arginine을 148.2 mg%로 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 이 결과들로 보아, 유리아미노산의 조성은 과실의 종류 및 품종에 따라 다를 것으로 사료된다.

참고문헌

- Hertog, M. G. L. and Hollman, P. C. H. (1992) Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of 28 Vegetables and 9 Fruits Commonly Consumed in The Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 2379-2383.
- Donovan, J. L. and Meyer, A. S. (1998) Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Prune Juice (*Prunus domestica*). *J. Agric. Food Chem.* **46**, 1247-1252.
- Ahn, S. Y. (1973) Studies on the Identification of the Anthocyanins in Plum. *J. Korean Agricultural Chemical*

- Society*. **16**, 53-59.
4. Chung, K. H. (1999) Morphological characteristics and principal component analysis of plums. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **17**, 23-28.
 5. Lee, K. S. (1993) In Analysis of Dietary Fiber Content in Korean Vegetable Foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **3**, 225-231.
 6. Kim, J. Y. (1973) In *Home Fruit Tree* Oseung press, Seoul, p. 207.
 7. Lee, H. B. (1972) Studies on the Chemical Composition of Some Fruit Vegetables and Fruits in Korea (I). *Korea J. Food Sci. Technol.* **4**, 36-43.
 8. Ham, S. S. (1987) Desmutagenicity of the Enzymatic Browning Reaction Products Which Obtained from *Prunus salicina* (yellow) Enzyme and Polyphenolic Compounds. *J. Korean Agricultural Chemical Society* **30**, 71-76.
 9. AOAC (1990) In *Official method of analysis* p. 770. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
 10. AOAC (1990) In *Official method of analysis* p. 80. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
 11. AOAC (1990) In *Official method of analysis* p. 70. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
 12. Johansson, C. G. and Hallmer. H. (1983) Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *J. Agric. Food Chem.* **31**, 476-482.
 13. Korean Food Industry Association (1999) Official book of food. MoonYoung Press, Seoul. p. 964.
 14. AOAC (1990) In *Official method of analysis* p. 789. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
 15. Yakugakkai. N. (1983) In *Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists* Pharmaceutical Society of Japan, Tokyo, p. 191.
 16. Park, C. S. (1974) Study on the mineral contents in Korean Foods. Dept. of Nutrition, Duk Sung Women's College.
 17. Wilford, L. G. and Price, W. E. (1997) Kinetics of carbohydrate change during dehydration of d'Agen prunes. *Food Chemistry*. **59**, 149-155.
 18. Catadi, T. R. I. and Zambonin, C. G. (1998) Determination of sugars and alditols in food samples by HPAEC with intergrated pulsed amperometric detection using alkaline eluents containing barium or strontium ions. *Food Chemistry*. **62**, 109-115
 19. Joo, K. J. (1978) In Studies on Chemical Composition of Raspberry. Dept. of Food and Nutrition, Keimyung Vocational Junior College.

Approximate Composition and Physicochemical Properties of Plum (*Prunus Salicina*)

Youn-Jung Sung, Young-Chan Kim, Mi-Yeon Kim, Joo-Baek Lee¹ and Shin-Kyo Chung* (Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu, 702-701, Korea; ¹Department of Health Food, Taegu Health college, Taegu, 702-722, Korea)

Abstract: Approximate composition and physicochemical properties of 2 cultivars of plum (*P. salicina*), *Humoosa* and *Daeseok*, were examined. The contents of crude fat and N-free extract were different between 2 cultivars. Total mineral contents of *Humoosa* and *Daeseok* were 30.00 and 17.99 mg% respectively, and S, K and Mg were major minerals in both cultivars. *Humoosa* has higher contents of fructose whereas *Daeseok* has higher contents of sucrose. Major organic acid in flesh was malic acid. While citric acid was major organic acid in the peel of *Humoosa*, malic acid was major in the peel of *Daeseok*. Glutamic acid, alanine and γ -aminoisobutyric acid were major free amino acid in both cultivars and their total contents were about the same.

Key words: plum, cultivars, physicochemical properties, approximate composition