

고령인삼과 장뇌삼의 유리 아미노산 비교

이 호 재 · 유 병 삼 · *변 상 요
아주대학교 공과대학 화학 · 생물공학부
(접수 : 2000. 4. 17., 게재승인 : 2000. 6. 15.)

Differences in Free Amino Acids between Korean Ginsengs and Mountain Ginsengs

Ho Jae Lee, Byoung Sam Yoo and Sang Yo Byun*
School of Chemical Engineering and Biotechnology, College of Engineering,
Ajou University, Suwon, Kyunggi, 442-749, Korea
(Received : 2000. 4. 17., Accepted : 2000. 6. 15.)

Free amino acids were extracted and analyzed from Korean mountain ginsengs, Chinese mountain ginsengs and Korean white ginsengs by HPLC. The highest total free amino acid content was 12.46 mg/g in Korean white ginseng (P), and the lowest total free amino acid content was 6.86 mg/g in Korean mountain ginseng (KM6). The content of arginine in a Korean white ginseng (Y) was 8.77 mg/g. Arginine was 77.80% of total free amino acids in a Korean mountain ginseng (KM2). The amount of histidine and methionine in Korean mountain ginsengs were higher than any other ginsengs. The highest amount of threonine and lysine were observed in Korean white ginseng and Chinese mountain ginseng, respectively. The contents of glycine in Korean mountain ginseng and Korean white ginseng were higher than Chinese mountain ginseng. There is no significant difference between two mountain ginsengs and Korean white ginseng.

Key Words : mountain ginseng, free amino acid, korean white ginseng

서 론

인삼의 성분 분석과 약리 효능에 대한 연구는 주로 사포닌 및 다당체를 중심으로 이루어졌다. 이에 비해 인삼에서 효소를 포함하는 단백질 및 펩타이드에 대한 연구는 지극히 미흡한 실정이다(1). 인삼에 포함되어 있는 성분 중 주요 질소 화합물은 수용성 단백질, 펩티드, 유리 아미노산이고, 미량 함유 성분으로는 당단백질, 아민, 알칼로이드, 비타민, 유리 뉴클레오사이드 및 핵산염기 등이 있다. 1966년에 Gstimer 등은 인삼의 수용성 액기스로부터 5종의 펩티드 분획들을 얻어 이들 분획의 구성 아미노산은 20여종 이상으로 다양한 아미노산 조성을 가지고 있다는 것을 밝혔다(2). 인삼에는 약 2% 정도의 유리 아미노산이 함유되어 있으며, 인삼의 총 아미노산 함량 중 arginine (Arg)이 약 60%의 비율을 차지하고 있다. Arg 외에 asparatic acid (Asp), glutamic acid (Glu), histidine (His), alanine (Ala) 등이 많이 함

유되어 있다. Arg는 생장호르몬의 분비를 촉진하고, 또한 생체 내에서 여러 가지 생리조절 기능을 가지고 있는 NO (Nitric Oxide)를 합성하는 효소의 기질로 이용된다고 알려져 있다(3). 그리고 유아의 필수 아미노산일 뿐만 아니라 근육에 의한 아미노산 흡수를 자극하고, 여러 조직에서 단백질 합성을 증가시키는 somatotrophin 유리의 가장 강력한 아미노산 자극물질이다(4). 그래서 인삼 및 그 가공품들은 단백질의 가수분해물뿐만 아니라 유리 아미노산 중에서 Arg의 함량이 다른 식품에 비하여 월등히 높은 특이적인 모습을 보여주고 있는 바 Arg의 공급원으로서 아주 바람직하다(5). 유리 아미노산은 유리 당중 환원당과 amino-carbonyl 반응을 일으켜 melanoidin 색소를 생성하는 작용을 하고, lysine (Lys), histidine (His), arginine (Arg)들이 이런 반응을 크게 촉진한다고 하고, 홍삼의 품질을 결정하는 중요한 작용을 한다(6).

본 연구에서는 *Panax ginseng* C.A. Meyer 종에 속하는 한국산 재배인삼과 장뇌삼 그리고 중국산 장뇌삼을 재료로 하였다. 이 등은 인삼의 뿌리 내부와 외부 부분을 구별하여 유리 아미노산을 분석하여 부분별로 아미노산의 함량이 다르다고 보고하였다(7). 그래서 본 연구에서는 동일하게 뿌리 동체 전 부분을 재료로 사용하게 되었다. 인삼은 식물학적으로는 한국, 중국, 일본산 등이 같은 종(species)에 속하지만, 약리 활성과 성분

*Corresponding Author : School of Chemical Engineering and Biotechnology, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Kyunggi 442-749, Korea

Tel : 0331-219-2451, Fax : 0331-214-8918

E-mail : sybyun@madang.ajou.ac.kr

서는 같다고 할 수 없다. 왜냐하면 자생 지역의 토양 상태와 기후 환경 조건에 따라 같은 식물 종이라도 유효 성분들이 반드시 차이가 나기 때문이라고 할 수 있다. 예로부터 내려오는 중국의 역사적 문헌 등에 의하면 우리나라의 고려인삼이 중국 인삼보다 약성이 강한 것으로 기술되어 좋게 평가되어 있고, 실제로 중국 인이나 일본인들은 우리나라의 고려인삼의 품질을 인정하고 선호하는 경향을 보이고 있는 추세다. 장뇌삼이란 인공적으로 인삼의 씨앗이나 묘목이 산 속에 야생적으로 자생한 삼을 말한다. 이런 장뇌삼은 약리 활성 면에서 재배인삼보다 효과가 더 높은 것으로 알려져 있다. 한약 처방전에서 장뇌삼을 천연자연 산삼 다음으로 그 효능을 인정받고 있다. 그래서 유통시장 가격이 일정하지 않고, 가격도 매우 비싸서 구하기가 어려운 형편이며, 이러한 문제들 때문에 약리 활성 및 성분 연구가 미진한 상태에 있다. 또한 많은 농산물에서 문제가 되고 있는 중국산의 반입으로 가짜가 성행하는 혼란을 주고 있다. 따라서 한국산 장뇌삼과 중국산 장뇌삼을 구별할 수 있는 기준이 필요한 상태이다. 본 연구에서는 여러 가지 유리 아미노산을 탐색하고 품질 지표로서 아미노산의 가능성 모색, 그리고 시료 성분의 비교를 통한 약리 효능과 인삼 성분의 상관 관계를 규명하려는 장기적인 목표 아래 생화학적 연구 초기 단계로써 한국산 재배인삼과 장뇌삼, 그리고 중국산 장뇌삼에 포함된 성분들을 정량적으로 분석하여 차이점을 조사하게 되었다.

재료 및 방법

시료 및 시약

한국산 장뇌삼(KM1 : Korean mountain ginseng No1~KM7)은 강원도 인제 지역에서 채취한 것이고, 중국산 장뇌삼(CM1 : Chinese mountain ginseng No1, CM2)은 연변 지역에서 채취된 것으로 수명은 두 종류 모두 약 15년의 수령을 갖는 것들로써 강원도 춘천에 소재한 판매업소에서 제공받았다. 재배인삼은 강원도 홍천(H : Hongchun)의 6년근 재배삼과 포천(P : Pochun)의 6년근 재배삼을 수확 현장에서 직접 제공받았고, 영주(J : Youngju), 금산(K : Kumsan), 무주(M : Muju), 상주(S : Sangju), 음성(U : Umsung), 영동(Y : Youngdong) 등은 4-5년근 재배삼으로 산지에서 직접 제공받았다. 아미노산 성분 추출에 사용된 모든 시약은 EP급 시약을 사용하였고, 아미노산 *Ortho*-phthalaldehyde (OPA) 유도체화 반응에 사용되는 OPA는 merck사 제품을 사용하였고, 아미노산 표준품들은 sigma사 제품을 사용하였다.

유리 아미노산 성분의 추출

현재 확보하고 있는 한국산·중국산 장뇌삼의 시료 양이 적은 관계로 시료량이 충분한 한국산 재배인삼을 가지고 소량(건조중량 0.1 g)의 추출 조건에서도 아미노산의 분석이 가능한지 먼저 검토한 후 추출 방법과 분석 방법을 최적화 하였다. 유리 상태로 있는 아미노산의 추출 방법은 다음과 같은 방법을 이용하였다. 종류별로 건조된 백삼 분말 0.1 g을 75% ethanol 20 ml에 넣어 초음파 분쇄기로 5분간 분쇄하여 추출하였다. 그리고 70°C에서 30분 동안 환류 추출을 한 후에, 원심분리기를 이용해서 상등액을 얻었다. 이 과정을 2번 더 반복해서 모든 상등액을 40°C 감압 증류해서 농축된 상태에서 5 mL 0.2M Na-Citrate

buffer(pH 2.2)에 녹여 최종 아미노산 분석용 시료를 제조하였다(7).

유리 아미노산 성분의 분석

아미노산의 분리 정량에는 가스 크로마토그래피(Gas Chromatography), 이온교환수지를 이용하여 ninhydrin에 반응해서 발색하는 자동분석기(Autoanalyzer)와 고속액체 크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatography)가 주로 사용된다. HPLC 방법은 dansyl chloride, fluorescamine, *Ortho*-phthalaldehyde(OPA) 등을 사용하여 유도체화 시킨 후 분석을 하게 된다. 본 연구에서는 OPA를 사용하여 아미노산을 분석하였다. 개별 유리 아미노산 성분들의 분리 정량에는 HPLC 방법을 이용하였다.

OPA 유도체에 사용되는 용액은 OPA 0.1 g을 MeOH 7.5 mL에 녹인 후, 0.4M bor-ic acid buffer(pH9.5) 2 mL와 2-mercaptoethanol 0.1 mL 첨가하여 OPA 원액 제조한다.

OPA 원액 0.2 ml에 0.1M boric acid buffer (pH4.5) 2 ml을 넣어 OPA-2Me 용액을 제조한다. 미리 준비된 Na-Citrate buffer (pH2.2)에 포함되어 있는 시료와 제조된 OPA-2Me 용액과 1 : 1로 10분 동안 반응 후에 HPLC에 주입하였다.

OPA 유도체화된 아미노산은 Fluorescence detector (Model TSP사의 FL2000 USA)를 이용한 HPLC chromatography (Model TSP사의 P4000, USA)로 측정하였고, 분석용 컬럼은 C18 column (Shiseido사의 UG 120 Å 5 µm, 4.6 mm × 250 mm)을 사용하였다. 전개용매 조성은 methanol : THF : 0.02M sodium acetate buffer(pH 5.9)를 (A) 20 : 2.5 : 77.5(v/v) (B) 80 : 2.5 : 17.5(v/v)로 나누어 Gradient 방법을 이용하여, 파장은 Ex=360 nm Em=455 nm, 컬럼 온도 40°C, 용매 속도 1.5 ml/min, 주입량 10 µL로 분석하였다(8).

결과 및 고찰

인삼 종류별 유리 아미노산의 총함량 비교

한국산 재배인삼과 장뇌삼, 그리고 중국산 장뇌삼에 포함된 유리 아미노산을 추출하여 비교하였다. OPA를 이용한 HPLC 방법으로 aspartic acid (Asp), glutamic acid (Glu), histidine (His), serine (Ser), arginine (Arg), glycine (Gly), threonine (Thr), alanine (Ala), tyrosine (Tyr), methionine (Met), valine (Val), isoleucine (Ile), leucine (Leu), lysine (Lys) 등을 비교 분석하였다(Table 1, 2, 3, Figure 1, 2). 총 유리 아미노산 함량이 가장 낮은 시료는 KM6로 6.86 mg/g이고, 가장 높은 시료는 P로 12.29 mg/g이었다. 시료별 유리 아미노산 총 함량을 비교해보면, P>M>KM4>CM1>KM7>Y>S>K>KM5>J>U>CM2>H>KM2>KM1>Km6 순이었다. 이, 고, 박 등의 연구에 의하면, 유리 아미노산 가운데 Arg이 함량이 가장 많았다고 보고하였다(3, 9, 10). 이번 연구에서도 같은 결과가 나왔으며, 총 유리 아미노산에서 Arg가 차지하는 비율은 최저 51.38%, 최고 77.78%로 나타났으며, 이, 최 등과 비슷한 결과를 보였다(9, 12). 고 등에 연구에 의하면, 한국산 인삼에서 15개의 유리 아미노산을 검출하였고, 양적 순위는 Arg>Lys>Ala>Asp>Ser 순이었다고 보고하였다(12). 또한 다른 이 등에 의하면 Arg>Ala>Lys 순서로 포함되어 있다고 보고하였다(5). 본 연구 결과와 비교해 보면, 유사한 경향을 보이는 시료는 없었다(Table 4). 각 시료마다 Arg이 다른 유리

Table 1. Amino acid contents in various Korean mountain ginseng

(Unit:mg/g)

Amino acid	KM1	KM2	KM3	KM4	KM5	KM6	KM7
Asp	0.29	0.35	0.36	0.16	0.19	0.17	0.15
Glu	0.08	0.29	0.12	0.34	0.56	0.19	0.92
His	0.61	0.30	0.58	0.73	0.27	0.33	0.44
Ser	0.22	0.14	0	0.21	0.1	0.22	0.12
Arg	5.46	6.95	5.21	6.14	7.46	3.77	7.25
Gly	0.14	0.14	0.19	0.23	0.11	0.13	0.14
Thr	0.11	0.07	0.07	0.29	0.41	0.18	0.54
Ala	0.39	0.23	0.33	0.91	0.15	0.3	0.19
Tyr	0.13	0.06	0.05	0.42	0.46	0.08	0.33
Met	0.10	0.07	0.05	1.07	0.14	0.91	0.39
Val	0.06	0.04	0.06	0.08	0.06	0.1	0.09
Ile	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.08	0.08
Leu	0.12	0.10	0.10	0.23	0.15	0.21	0.21
Lys	0.38	0.20	0.16	1.08	0.38	0.19	0.62
Total	8.13	8.97	7.31	11.95	10.49	6.86	11.47

Table 2. Amino acid contents in various Chinese mountain ginsengs

(Unit:mg/g)

Amino acid	CM1	CM2
Asp	0.35	0.58
Glu	0.58	0.50
His	0.31	0.39
Ser	0.18	0.19
Arg	8.09	5.56
Gly	0	0
Thr	0.06	0.11
Ala	0.55	0.44
Tyr	0.08	0.20
Met	0.08	0.15
Val	0.06	0.08
Ile	0.04	0.04
Leu	0.16	0.15
Lys	1.05	0.87
Total	11.59	9.26

Table 3. Amino acid contents in various Korean white ginsengs

(Unit:mg/g)

Amino acid	H	J	K	M	P	S	U	Y
Asp	0.31	0.20	0.25	0.29	0.31	0.15	0.33	0.19
Glu	0.28	0.31	0.42	0.67	0.91	0.35	0.44	0.39
His	0.35	0.19	0.17	0.15	0.24	0.19	0.42	0.22
Ser	0.20	0.15	0.19	0.14	0.27	0.19	0.27	0.15
Arg	5.48	6.32	7.00	7.67	8.42	6.57	5.65	8.77
Gly	0.21	0.51	0.86	0.43	0.16	0.58	0.31	0.10
Thr	0.12	0.95	0.67	0.98	0.66	0.97	0.12	0.70
Ala	0.82	0.33	0.27	0.26	0.24	0.31	1.20	0.15
Tyr	0.27	0.39	0.18	0.36	0.09	0.69	0.23	0.13
Met	0.17	0.21	0.17	0.20	0.19	0.23	0.14	0.11
Val	0.12	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08	0.11	0.05
Ile	0.11	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07	0.09	0.03
Leu	0.34	0.21	0.20	0.27	0.24	0.24	0.30	0.10
Lys	0.34	0.37	0.46	0.54	0.58	0.58	0.41	0.25
Total	9.12	10.27	10.97	12.13	12.46	11.20	10.02	11.34

Table 4. Comparison of amino acid contents in various ginsengs

Ginsengs	1	2	3	4	5
KM1	Arg >	His >	Ala >	Lys >	Asp
KM2	Arg >	Asp >	His >	Glu >	Ala
KM3	Arg >	His >	Asp >	Ala >	Gly
KM4	Arg >	Lys >	Met >	Ala >	His
KM5	Arg >	Glu >	Tyr >	Thr >	Lys
KM6	Arg >	Met >	His >	Ala >	Ser
KM7	Arg >	Glu >	Lys >	Thr >	His
CM1	Arg >	Lys >	Glu >	Ala >	Asp
CM2	Arg >	Lys >	His >	Ala >	Asp
H	Arg >	Ala >	His >	Lys >	Leu
J	Arg >	Thr >	Gly >	Tyr >	Ala
K	Arg >	Gly >	Thr >	Lys >	Glu
M	Arg >	Thr >	Glu >	Lys >	Gly
P	Arg >	Glu >	Thr >	Lys >	Asp
S	Arg >	Thr >	Tyr >	Gly >	Lys
U	Arg >	Ala >	Glu >	His >	Lys
Y	Arg >	Thr >	Glu >	Lys >	His

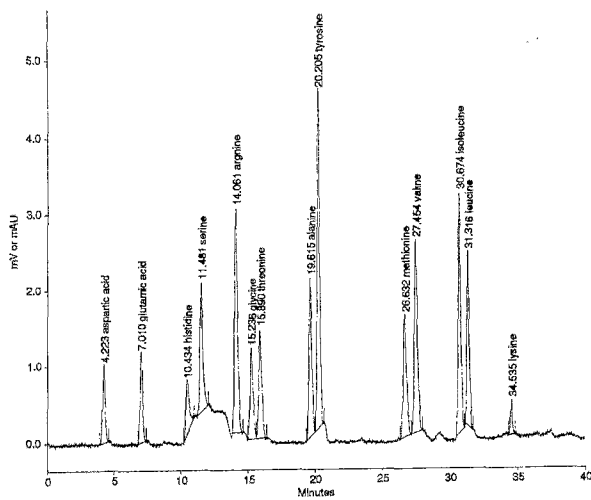


Figure 1. HPLC separation of authentic amino acids (methanol : THF : 0.02M sodium acetate buffer(pH 5.9) ; <A> 20 : 2.5 : 77.5(v/v) 80 : 2.5 : 17.5(v/v), flow program ; 0→2 min : <A> 100%, 0%, 2→15 min : <A> 100~73%, 0~27%, 15→35 min : <A> 73~0%, 27~100%)

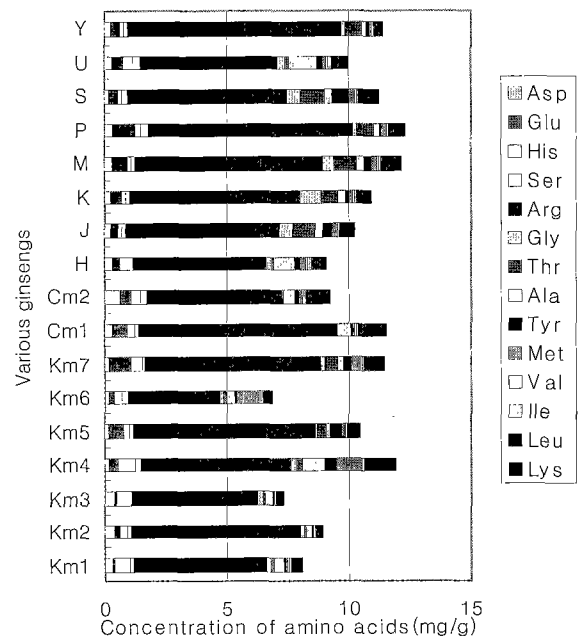


Figure 2. Contents of total amino acids in various ginsengs

아미노산에 비해 적게는 6배, 많게는 800배 이상 차이가 나는 것으로 나타났고, 나머지 유리 아미노산의 함량은 각각 다른 결과를 보였다. 그러나 모든 시료에서 대부분 Asp, Glu, His, Arg, Thr, Ala, Tyr, Lys 등이 다른 유리 아미노산에 비해 높은 함량을 보였다.

인삼 종류별 유리 아미노산에 대한 함량 비교

한국산 장뇌삼의 유리 아미노산 함량을 비교하였다. Basic side chain을 가지고 있는 His 함량은 KM2, KM5, KM6를 제외

한 KM1, KM3, KM4, KM7에서 각각 0.61 mg/g, 0.58 mg/g, 0.73 mg/g, 0.44 mg/g으로 다른 시료보다 약 1.5 배 정도 높은 것으로 나타났다(Figure 3). 총 유리 아미노산에서 Arg가 차지하는 비율과 함량을 보면, 가장 높은 시료는 KM2이고 77.78%로 6.95 mg/g을 포함하고 있었고, 가장 낮은 시료는 KM4로써 51.38%로 6.14 mg/g을 포함하고 있었다. Sulfur를 포함하고 있는 Met의 함량은 KM4, KM6, KM7에서 각각 1.07 mg/g, 0.91 mg/g, 0.39 mg/g을 나타냈으며, 중국산 장뇌삼과 한국산 재배 인삼에 비해 월등히 많은 양을 나타냈다(Figure 4). Met는 식물의 연령

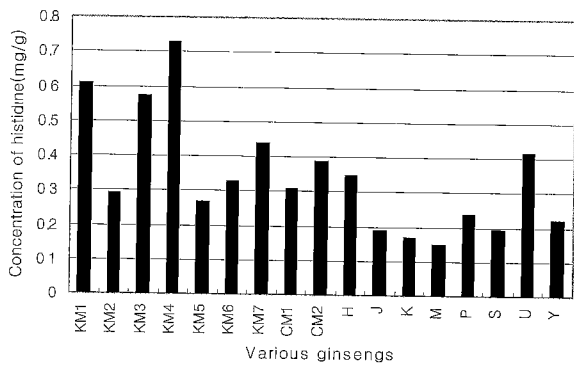


Figure 3. Contents of histidine in various ginsengs

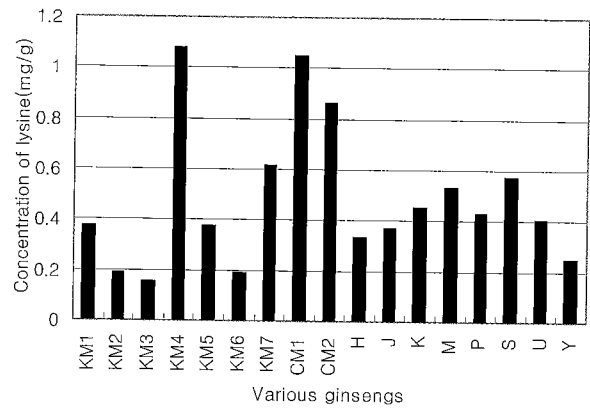


Figure 5. Contents of lysine in various ginsengs

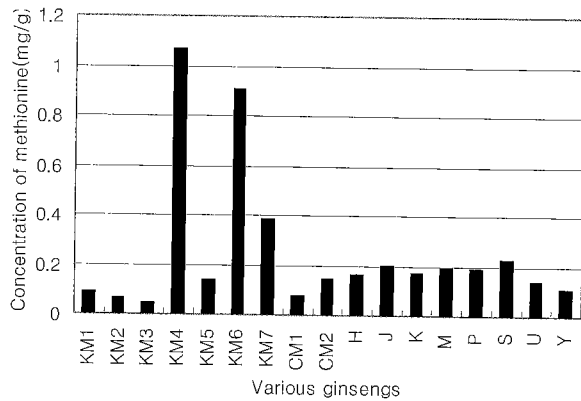


Figure 4. Contents of methionine in various ginsengs

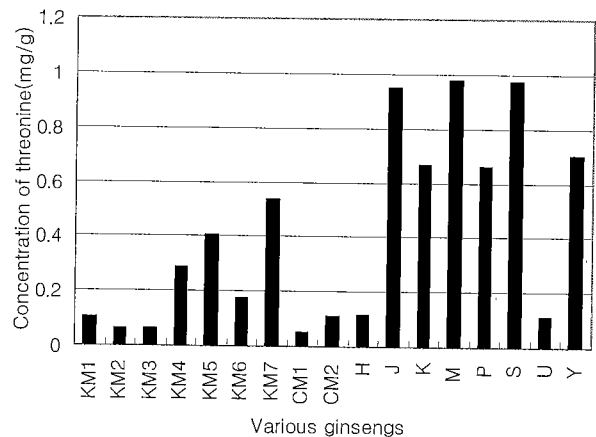


Figure 6. Contents of threonine in various ginsengs

에 관계된 노후(Senescence)와 관련하여 Ethylene Biosynthesis의 전구체로도 이용된다(11). 시료마다 제 각기 다른 결과를 나타냈지만, 이것은 연령이 적은 한국산 재배 인삼과 구별되는 아주 중요한 특징이라고 볼 수 있다. 총 유리 아미노산 누적 그래프를 보면 KM1, KM2, KM3가 유사한 경향을 KM5, KM7가 유사한 경향을 보였다.

중국산 장뇌삼의 경우, 총 유리 아미노산에서 Arg가 차지하는 비율과 함량은 CM1에서 69.98%로 8.09 mg/g이었고, CM2에서 60.15%로 5.56 mg/g을 나타냈다. Lys의 함량은 CM1에서 1.05 mg/g, CM2에서 0.87 mg/g을 나타냈으며, KM4를 제외한 다른 시료에 비해 약 2배 정도 높게 나타냈다(Figure 5). Lys은 다른 아미노산들과의 사이에 교체 경로가 없다는 점에서 영양학적으로 중요한 의미를 갖는 성분이다. 두 가지 중국산 장뇌삼에는 Arg 다음으로 Lys이 많은 공통된 결과를 나타내었다. 총 유리 아미노산 누적 그래프를 보면 거의 유사한 경향을 나타냈다(Figure 2).

한국산 재배인삼에서 Thr의 함량은 J, K, M, P, S, Y에서 각각 0.95 mg/g, 0.67 mg/g, 0.98 mg/g, 0.66 mg/g, 0.97 mg/g, 0.70mg/g 다른 시료들에 비해 약 2배 정도 많은 함량을 나타냈다(Figure 6). J, M, S, Y 등은 Arg 다음으로 Thr의 함량이 높은 결과를 나타냈다. 총 유리 아미노산 누적 그래프를 보면 J, K, M, P, S가 유사한 경향을 보였다(Figure 2). 총 유리 아미노산에서 Arg이 차지하는 비율과 함량은 최고 Y에서 77.25%로 8.77 mg/g을 나타냈으며, 최저 U에서 56.59%로 5.65 mg/g을 포함하고 있었다.

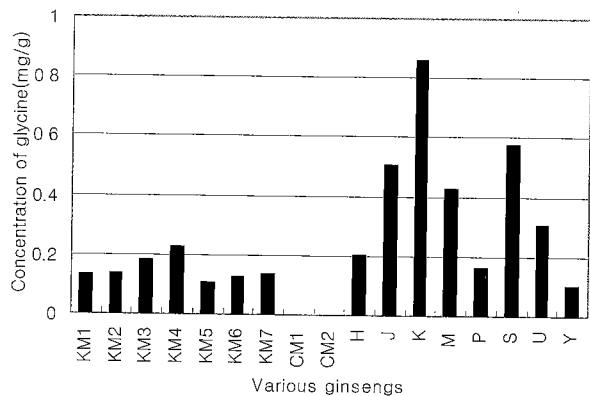


Figure 7. Contents of glycine in various ginsengs

한국산 재배인삼과 장뇌삼이 중국산 장뇌삼과 다른 특성을 살펴보았다. Gly은 두 가지의 중국산 장뇌삼에서는 검출이 되지 않았다(Figure 7). Thr은 한국산 장뇌삼과 재배인삼에서 중국산 장뇌삼보다 높은 함량을 보였다. 시료들 모두가 같은 *Panax ginseng* C.A. Meyer 중임을 고려해 볼 때 이렇게 재배 지역에 따라 다르게 나오는 결과는 Gly와 Thr이 그 지역의 토양 상태나 기후에 많은 영향을 받기 때문이라고 생각한다. 실제로 이 등에 의하면 종과 산지가 다른 3가지 인삼을 가지고 유리 아미노산을 분석한 결과를 보면, Gly와 Thr이 지역과 종에 따라 틀린 결과

를 보였다(5).

장뇌삼이 재배인삼과 다른 특성을 비교하였다. 원료삼 중에 수용성 단백질이 많을수록 홍삼의 최고 등급인 천삼(天蔘)에 제조 수율이 높다고 알려져 있다. 현실적으로 재배인삼보다는 장뇌삼이 천삼에 더 가까운 조건으로 생육되었기 때문에, 일반적인 생각으로 1차 대사 산물이고, 단백질의 구성분인 유리 아미노산도 많을 것을 예상했지만, 재배인삼보다 전체적으로 눈에 띄게 장뇌삼이 총 유리 아미노산 함량이 높다고 단정지을 수 없었다. 한국산 장뇌삼과 중국산 장뇌삼을 개별적으로 한국산 재배인삼과 비교해 보면 특징이 있지만, 산지를 고려하지 않고 보면, 장뇌삼과 재배인삼의 구별되는 특징은 찾을 수 없었다. 이러한 결과는 시료들의 채취 시기, 자연 환경, 연령 등에 많이 좌우되며 같은 *ginseng* C.A. Meyer 종이라도 서로 다른 결과가 나타나게 되는 것이라고 생각된다.

요 약

한국산 장뇌삼과 재배인삼, 그리고 중국산 장뇌삼으로부터 유리 아미노산을 추출하여 HPLC를 이용하여 14가지의 유리 아미노산을 분석하였다. 전체적인 총 유리 아미노산의 크기를 비교해 보면, P>M>KM4>CM1>KM7>Y>S>K>KM5>J>U>CM2>H>KM2>KM1>KM6 순이었다. 한국산 재배인삼 P의 아미노산 총 함량은 12.46 mg/g으로 가장 높았고, KM6가 6.86 mg/g으로 가장 낮았다. 유리 아미노산 중에서 Arg는 Y에서 8.77 mg/g 함량을 보였다. 총 유리 아미노산 중 Arg의 함량 비율은 KM2에서 77.78%로 가장 높게 나타났으며, 산지를 고려하지 않고 보면, 장뇌삼이 재배인삼과 구별되는 특징은 없었다. 한국산 장뇌삼은 His, Met에서 한국산 재배인삼은 Thr이 특이적으로 다른 시료들에 비해 다량 함유되어 있었고, 중국산 장뇌삼은 Lys만이 높은 함량 수치를 보였다. 특히 Gly은 한국산 시료에서 중국산 시료에 비해 특이적으로 많이 함유하고 있었고, Lys은 중국산 장뇌삼에 다른 한국산 시료에 비해 대체적으로 많이 함유되어 있었다.

감 사

본 연구는 한국학술진흥재단의 선도연구자지원(과제번호: KRF-99-041-E00379)에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Park, H., T. H. Kwon, and K. H. Kim (1996), Comparison of Protein Patterns of the Root Pith from *Panax ginseng* and *Panax quinquefolium*, *Korean J. Ginseng Sci.*, **20**(1), 49-53.
2. Gstirner, F. and J. H. Vogt (1966), Peptide in white Korean ginseng, *Arch. Pharm.*, **299**, 936-944.
3. Moncada, S., R. M. J. Palmer and E. A. Higgs (1991), Nitric oxide : physiology, pathophysiology and pharmacology, *Pharmacol. Rev.*, **43**, 109-142.
4. Goodhart, R. S. and M. E. Shils (1980), Modern nutrition in health and Disease(6th ed. Lea and Febiger, Philadelphia) 1210.
5. Lee, S. W., T. Kurozaki, S. K. Woo, and T. H. Yoon (1982), High performance Liquid Chromatographic Analysis of Free Amino Acids in Various Ginseng Products, *Korean J. Nutrition & Food*, **11**(3), 37-40.
6. Kim, D. Y. (1973), Studies on the Browning of Red Ginseng, 60-75.
7. Lee, M. K. and H. Park (1996), Free Amino Composition of Tap Root in *Panax* species, *J. Ginseng Sci.*, **3**, 291-298.
8. Barrett, G. C. (1985), Chemistry and biochemistry of the Amino acids, Oxford polytechnic., U. K., 434-441.
9. Lee, M. K. and H. Park (1987), Free Amino Acids of Xylem-Pith in *panax ginseng* Root, *Korean J. Ginseng Sci.*, **11**(1), 494-500.
10. Ko, S. R., K. J. Choi and K. W. Han (1996), Comparison of Proximate Composition Mineral Nutrient, Amino acid and Free Sugar Contents of Several *Panax* Species, *Korean J. Ginseng Sci.*, **20**(1) 36-41.
11. Nooden, L. D. and A. C. Leopold (1988), Senescence and Aging in plants. ACADEMIC PRESS INC, London. 246-247.
12. Choi C., S. H. Yoon, M. J. Bae and B. J. An (1985), Protein and Amino Acid Composition of Korean Ginseng Classified by years, *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**(1), 1-4.