

저출력 및 Pulse 마이크로파 건조 후 인삼의 품질 특성

금준석 · 박광장 · 이창호 · 김용환*

한국식품개발연구원, *경기대학교 식품공학과

Physicochemical Properties of Korean Ginseng Dried with Lower Power and Pulse Microwave

Jun-Seok Kum, Kwang-Jang Park, Chang-Ho Lee and Yong-Hwan Kim*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Biotechnology, Kyounggi University

Abstract

Quality changes of Korean ginseng on microwave drying were determined in terms of water activity, crude protein, crude lipid, crude ash, dielectric properties, content of sugar, ginsenoside composition, microstructure. Korean fresh ginseng were subjected to four different processing: 3 min microwave drying and 2 min holding-24 hrs drying (MW1), 5 min microwave drying and 2.5 min holding-24 hrs drying (MW2), 3 min microwave drying and 2 min holding-12 hrs after hot air drying for 12 hrs drying at 45°C (MWH1), 5 min microwave drying and 2.5 min holding-12 hrs drying after hot air drying for 12 hrs at 45°C (MWH2). Water content was decreased 14.33% without shrinkage and water activity was 0.57 after microwave drying. Permittivity was increased as water content increased. As temperature increased, permittivity was increased until 40°C and fast decreased over 40°C. Content of ginsenoside for MW1 and MW2 was higher than that of MWH1 and MWH2. Data of free sugar showed that there was no significant difference in each treatment. The MW2 dried ginseng showed a more compact structure than the MWH2 ginseng.

Key words: ginseng, microwave, saponin

서 론

오래 전부터 전통적인 생약으로 사용되고 있는 인삼은 가공방법에 따라서 다양한 제품으로 소비되고 있다. 인삼 제품은 가공하지 않은 수삼, 백삼, 태극삼 등과 함께 이를 가공하는 2차 가공품으로 나눌 수 있다⁽¹⁾. 수삼을 건조하여 백삼을 제조하는데 백삼의 종류는 크게 본삼류, 미삼류, 잡삼류로 분류된다. 본삼류에는 직삼, 곡삼 등이 있으며 미삼류에는 백대미, 백중미 등이 포함되고 잡삼류는 생전삼, 춘미삼, 파삼 등이 있다. 직삼은 체형이 직립 형태인 백삼의 표피를 제거하고 건조한 것으로서 5년근 이상의 수삼을 원료로 제조한다⁽²⁾. 인삼의 2차 가공품의 형태는 드링크류, 삼차, 캡슐 등 소비자의 기호도에 따라 다양한 형태로 시판되고 있다⁽³⁾. 또한 인삼은 국내의외에서도 그 약리적

효과가 널리 인식되어 계속적으로 소비가 증가하고 있는 추세이다⁽⁴⁾. 그러나 인삼은 신선한 채소류와 같이 수확 후 저장 중에 호흡을 계속 함으로써 내부에 저장된 영양분을 소모하게 되어 이화학적인 변화를 초래하게 된다. 따라서 저장 중에 상품적 가치가 떨어지며 유통과정에서도 토양미생물이나 세균에 의하여 오염이 쉽게 일어나고 표피의 수분 증발로 원래상태를 유지하기 어렵다⁽⁵⁾. 이와 같은 이유 때문에 인삼 건조품 및 가공품이 널리 보급되고 있다. 백삼의 제조는 1987년 이후부터 농가에서도 별도의 제조 장치 없이 건조할 수 있지만 반면에 시설이 낙후하므로 식품이나 의약품 원료로 이용된다는 측면에서 위생적인 건조 시설의 개발과 현대화가 매우 시급한 실정이다. 또한 건조 시간이 오래 걸리며 설비에 따른 시설비가 부담되고 있다. 특히 백삼의 생산이 집중되는 9월부터 11월까지의 농번기와 중복되기 때문에 인건비가 높아 지므로 효율적인 기계화가 절실하다. 예를 들어 홍삼을 제조할 때 평면식 태양열건열기를 사용한 경우⁽⁶⁾는

Corresponding author: Jun-Seok Kum, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

있으나 마이크로파 설비를 이용한 경우는 전무한 형편이다. 또한 백삼의 경우 건조실에서 연탄 등을 이용하여 건조하거나 열풍기를 이용하여 건조하였을 때 백삼 내부에 기공이 생기거나 색깔이 변색되고 수축 현상이 일어나 상품가치가 매우 떨어지게 되는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 수삼을 건조하여 건조 형태로 직접 이용하거나 2차 가공품으로 사용할 수 있도록, 건조시 품질을 안정화시키면서 건조비용도 줄일 수 있는 새로운 마이크로파 건조 공정을 이용하여 수삼 건조 후에 나타나는 이화학적인 품질 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 시료는 국내에서 재배된 일정한 크기의 5년근 수삼을 구입하여 수세한 후 잔뿌리를 제거하여 사용하였다.

건조방법

수삼의 건조 방법은 자체 제작한 마이크로파 건조기를 이용하여 가열된 시료가 50°C를 넘지 않게 100 Watt의 출력과 2450 MHz 주파수를 사용하였다. 건조 방법은 3분 건조-2분 정지(3분 power on, 2분 power off)를 반복하여 24시간 건조하는 방법(MW1), 5분 건조-2.5분 정지를 반복하여 24시간 건조하는 방법(MW2), 열풍 건조기를 이용하여 45°C에서 12시간 예비 건조 후 마이크로파 건조기를 이용하여 각각 3분 건조-2분 정지를 반복하여 12시간 건조하는 방법(MWH1)과, 5분 건조-2.5분 정지를 반복하여 12시간 건조하는 방법(MWH2)으로 건조하였다.

유전상수

수삼의 유전상수는 open-ended coaxial probe 법⁶⁾으로 300 MHz~3 GHz 범위에서 load/air/short방법을 이용하여 장비 보정을 한 network analyzer (Hewlett packard, HP8753C), S-parameter test set (Hewlett packard, HP 85046A) 및 Dielectric Probe kit (Hewlett packard, HP 85070A)를 이용하여 측정하였으며 침투깊이는 (1)의 식 (6)에 의하여 계산하였다.

$$d_p = \frac{\lambda}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{2\epsilon'(\sqrt{1 + (\epsilon''/\epsilon')^2} - 1)}} \quad (1)$$

여기서 d_p : 침투깊이(penetration depth), λ : 12.2 cm (2450 MHz), ϵ' : 유전상수(dielectric constant), ϵ'' : loss

factor(유전손실계수)를 나타낸다.

일반성분

수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조지방 함량은 soxhlet법, 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl법 (Kjeltec 1030 Auto analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정된 질소량에 질소환산계수 6.25를 곱하여 산출하였으며 조회분은 직접회화법으로 산출하였다⁷⁾. 식이섬유는 가용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF)와 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber, IDF)로 나누어서 함량을 측정하였다⁸⁾.

수분활성도

수분활성도는 시료를 사면이 2 mm의 두께로 절단한 후에 수분활성도 측정장치인 Thermoconstanter (Novasina, Swiss)를 이용하여 측정하였다.

총 사포닌(Total saponin)

사포닌 총량의 측정은 Fig. 1과 같이 시료를 80% MeOH를 사용하여 추출한 후 추출액을 여과지(Toyou No.2)에 통과시켜 감압건조 및 동결 건조한 시료를 사용하여 바닐린-황산 비색법⁹⁾으로 정량하였다. 표준 검량선은 ginsenoside-Re를 이용하여 작성하였다.

Ginsenoside

80% MeOH의 추출물을 Fig. 1과 같이 전처리한 후 membrane filter (0.2 μ m pore size)로 여과한 후 HPLC (Jasco 980, Jasco Co., Japan)로 ginsenoside-Rb1, Rc, Rd,

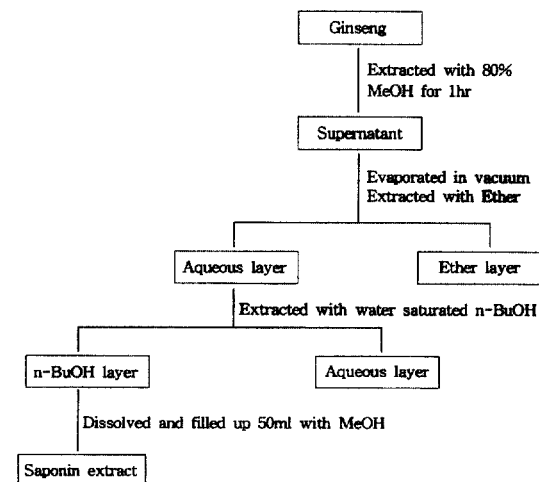


Fig. 1. Procedure of sample preparation for total saponin determination.

Re, Rg1을 분석하였다⁽⁶⁾. 사용한 column은 Lichrosorb-NH₂ (4.6 mm I.D.×25 cm), 용매는 acetonitrile : water : n-butanol=80 : 20 : 10 (V/V), 용매의 이동속도는 1.0 mL/min, 검출기는 UV검출기(Jasco UV975, Jasco Co., Japan)를 사용하였다.

유리당

유리당의 조성은 Fig. 2와 같이 전처리 한 후 HPLC (Waters 510, Waters Co., U.S.A.)로 최 등⁽¹¹⁾의 방법으로 유리당 함량을 분석하였다. Column은 carbohydrate analysis column을 사용하였고 용매는 acetonitrile : water =80 : 20, 용매의 이동속도는 1.0 mL/min, 검출기는 RI검출기(Waters 410, Waters Co., U.S.A.)를 사용하였다.

미세구조

건조된 인삼을 일정한 크기로 절단한 후 gold-palladium으로 코팅하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopoe, S2380N, Hitachi, Japan)으로 미세구조를 관찰하였다.

결과 및 고찰

유전특성

유전특성은 마이크로파 건조시 건조 특성을 파악하는데 필요하며 유전특성에 영향을 미치는 인자는 수분함량, 온도, 구성성분 등이 있으며 그 중에서도 수분함량은 유전특성에 직접적인 영향을 나타낸다⁽¹²⁻¹⁴⁾. 따라

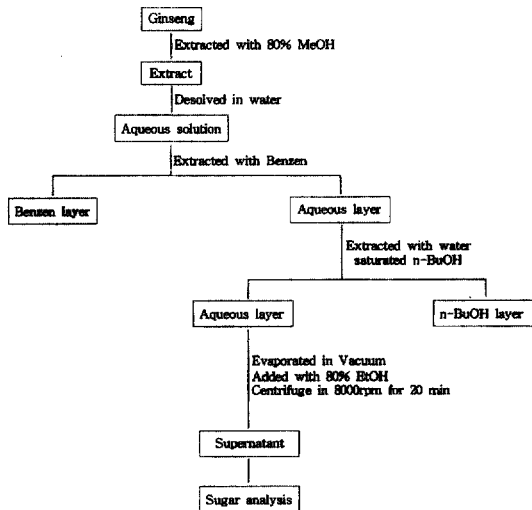


Fig. 2. Procedure of sample preparation for free sugar analysis

Table 1. Effect of moisture content on dielectric properties and microwave penetration depth of fresh ginseng

Moisture content (%)	Dielectric constant	Loss factor	Penetration depth (cm)
50	24.2	17.0	1.82
55	29.5	17.3	1.87
60	35.3	17.6	1.92
65	41.8	17.8	1.97
70	47.3	18.1	2.01
75	49.1	18.5	2.08
80	51.5	19.1	2.14

서 Table 1에서수삼의 유전특성을 주파수 2450 MHz에서 수분함량에 따라 측정된 결과, 수분함량이 50%에서 80%로 증가함에 따라 유전상수값은 24.2에서 51.5로 증가하였으나 유전손실계수는 수분함량에 따라서 17~19로 거의 일정한 값을 나타내어 홍 등⁽¹⁵⁾의 결과와 일치하였다. 이는 일반적으로 과채류가 가지는 수분함량에 따라서 유전상수가 비례적으로 증가하는 것과 같은 경향을 보여주었다. 수삼의 수분함량에 따른 침투깊이는 수분함량이 증가함에 따라서 약간의 증가를 나타내었다. 침투깊이는 마이크로파가 1/e로 감소되는 거리로서 마이크로파 가열양상을 나타내는 중요한 인자이며 일반적으로 주파수가 증가함에 따라, 즉 915 MHz에서 2450 MHz로 증가함에 따라 침투깊이는 감소한다. 따라서 수삼을 건조하는 가공단계에서는 침투깊이에 따라서 수삼의 직경을 고려해야 한다고 판단된다. 온도변화에 따른 유전특성을 측정 한 결과는 Table 2에 나타내었다. 온도 증가에 인해서 유전손실값과 침투깊이는 수분함량의 증가와 같은 결과를 나타내었으며, 유전상수값은 40°C에서 53.4로 높은 값은 나타낸 후 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 홍 등⁽¹⁵⁾의 결과와 유사한 결과를 나타내고 있는데 온도가 상승함에 따라서 수삼의 내부에 있는 수분과 전분의 결합구조에 호화가 일어나면서 변화가 일어난 것으로 보고되어 있다. 따라서 마이크로파를 이용하여 수삼을 건조하는 경우 마이크로파의 출력과 가공시간을 적절히 조절해야 한다고 생각된다.

Table 2. Effect of temperature on dielectric properties and microwave penetration depth of fresh ginseng¹⁾

Temperature (°C)	Dielectric constant	Loss factor	Penetration depth (cm)
20	47.6	17.2	2.24
40	53.4	20.1	2.07
60	48.4	23.0	1.91
80	49.3	15.4	2.94

¹⁾moisture content=75.0%

일반성분, 식이섬유 및 총 사포닌 함량

마이크로파 처리 조건에 따라서 건조한 수삼의 일반 성분은 Table 3과 같다. 각 처리구에 따른 수분 함량, 단백질, 지방, 회분의 함량은 큰 차이를 나타내지 않았으며, 수분함량에 따른 수분활성도에 있어서도 처리 조건에 따른 차이가 크게 나타나지 않았다. 식이섬유의 함량에 있어서는 MW1과 MWH1 처리구가 MW2와 MWH2 처리구보다 다소 낮은 함량을 나타내었다. 일반적으로 가열시 가용성 식이섬유의 증가가 예상되나 본 연구에서는 저출력 및 pulse를 이용하여 낮은 온도에서 건조한 결과 가용성 식이섬유의 큰 증가는 없었다. 총 사포닌의 함량은 원료 수삼을 마이크로파로 처리하였을 경우 함량에는 큰 차이를 나타내지 않았으며 각 처리구간에도 큰 차이를 나타내지 않아 마이크로파로 건조할 때 건조과정에서 유실되는 사포닌의 양은 매우 적은 것으로 나타났다. 조⁽⁶⁾는 사포닌의 함량에 대한 연구로 산지별, 부위별, 재배기간, 홍삼 가공 등에 대한 변화를 조사하여 차이가 있다고 보고하였다.

Ginsenoside의 조성

사포닌은 14종의 ginsenoside의 구조로 밝혀져 있으며 인삼 사포닌은 triterpenoid의 dammarane 골격을

가진 aglycone에 대하여 당이 결합된 bisdesmosides로 보고되었다⁽⁷⁾. 따라서 온도에 민감한 이유는 C-3과 C-20 (diol saponin) 및 C-6와 C-20 (tritol saponin)에 glycoside 결합을 하고 있는 bisdesmosides이기 때문에 수용액 상태에서는 열에 매우 불안정한 것으로 알려져 있다. 인삼의 약리작용을 나타내는 물질로서 알려져 있는 ginsenoside을 함량을 건조 방법에 따라 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. Ginsenoside의 총 함량은 MW1 처리구가 가장 높게 나타났고 MW1과 MW2 처리구가 ginsenoside-Rb1에서 각각 0.70, 0.67로서 MWH1과 MWH2 처리구 각각의 함량 0.09, 0.34보다 높은 함량을 나타내어 45°C에서 예비건조한 MWH1와 MWH2의 경우 흥분작용을 나타내는 ginsenoside-Rb1의 함량이 예비건조에 의해서 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 중추신경 억제작용을 나타내는 ginsenoside-Rg1의 함량은 MWH1 처리구의 경우 0.08로 다른 처리구보다 2배 정도 낮은 함량을 나타내었다. 전체적인 ginsenoside의 함량을 보면 예비건조하여 마이크로파로 건조하는 방법보다는 수삼을 직접적으로 마이크로파를 이용하여 건조하는 방법이 더 효율적임을 보여주었다. 최 등⁽⁸⁾은 총사포닌의 함량은 처리온도가 증가함에 따라서 분해정도가 심하여 100°C에서는 38%, 80°C에서는 76%가 존재하고 나머지는 다른 ginsenosides의

Table 3. Approximate composition of dried ginseng on microwave treatment (dry basis %)

	Control	MW1	MW2	MWH1	MWH2
Moisture content (%)	74.92	14.33	16.00	15.65	15.90
Water activity	0.92	0.66	0.68	0.65	0.67
Crude protein (%)	15.24	15.01	13.73	15.16	13.67
Crude lipid (%)	1.83	0.67	0.69	0.60	0.68
Crude ash (%)	5.53	4.07	4.08	4.15	4.42
SDF (%)	15.11	14.43	15.03	14.64	18.81
IDF (%)	2.98	2.04	3.21	2.42	3.02
Total saponin (%)	2.82	2.84	2.79	2.53	2.68

Control: Fresh ginseng

MW1: 3 min microwave drying/2 min holding-24 hr operation

MW2: 5 min microwave drying/2.5 min holding-24 hr operation

MWH1: 3 min microwave drying/2 min holding-12 hr operation after hot air drying for 12 hr

MWH2: 5 min microwave drying/2.5 min holding-12 hr operation after hot air drying for 12 hr

SDF: Soluble dietary fiber

IDF: Insoluble dietary fiber

Table 4. Ginsenoside content of dried ginseng on microwave treatment (dry basis, mg/g)

Ginsenoside	Control	MW1	MW2	MWH1	MWH2
Rb ₁	0.65	0.65	0.64	0.09	0.34
Rc	0.22	0.17	0.07	0.08	0.05
Rd	0.17	0.12	0.12	0.10	0.10
Re	0.07	0.02	0.05	0.08	0.07
Rg ₁	0.17	0.16	0.16	0.08	0.17

MW1, MW2, MWH1, MWH2: Refer to the comment in Table 3

Table 5. Free sugar content of dried ginseng on microwave treatment (dry basis, mg/g)

	Control	MW1	MW2	MWH1	MWH2
Fructose	0.34	0.34	0.36	0.46	0.36
Glucose	0.36	0.36	0.48	0.52	0.32
Sucrose	12.77	12.77	13.33	13.56	7.39
Maltose	0.64	0.64	1.39	0.69	0.68

MW1, MW2, MWH1, MWH2: Refer to the comment in Table 3

생성 및 다른 물질의 생성에 관여한다고 보고하였다. 즉 ginsenoside-Rc 및 ginsenoside-Rg1이 감소하였다. 박 등⁽⁶⁾은 인삼차에 대하여 사포닌의 조성을 보고하였는데 온도에 따라 건조시켰을 때 사포닌의 조성비는 거의 변화되지 않았으나 함량에는 다소 변화가 있었다고 보고하였다.

유리당 함량

마이크로파를 이용하여 건조한 수삼의 유리당(fructose, glucose, sucrose, maltose)의 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 각 처리조건에 따른 유리당의 함량에는 차이가 없었으며 처리군 MW2의 경우에는 maltose가 다른 처리군과 비교하여 1.39로 2배 정도의 높은 함량을 나타내었다. 이 등⁽⁹⁾은 가공한 수삼의 종류별로 유리당 함량을 조사하여 sucrose, maltose의 함량이 높게 나타남을 보고하였지만 본 실험에서의 유리당 함량은 sucrose의 경우 이 등의 실험과 같이 비교적 높은 함량을 나타냈지만 maltose의 경우에는 다소 낮은 경향을 나타냈다. 손 등⁽²⁰⁾에 의하면 rhamnose, fructose, glucose, sucrose, maltose 등이 1년근에서 6년근까지 검출되었으며 그 중에서 sucrose 함량이 가장 많은 비율을 차지하였으나 2년근 부터는 점차 감소하는 것으로 보고하였다. 홍삼 등에서는 rhamnose가 열처리하는 과정에서 생성되어 검출되기도하나 본 연구에서는 검출되지 않았다. 박 등⁽⁶⁾은 열처리하지 않은 시료보다 열처리한 시료가 다소 총 유리당 함량이 증가되었다고 하였으나 105°C 건조에서는 glucose와 maltose가 감소되었다고 보고하여 건조 중에 색도 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다.

미세구조 관찰

마이크로파를 이용하여 인삼을 건조한 후 각 처리구에 따른 미세구조를 Fig. 3에서 관찰한 결과, MWH 2 처리구의 경우 조직이 치밀하지 못함을 나타내지만 MW2의 경우에는 건조 후에도 조직이 치밀함을 나타내어 마이크로파만 처리한 경우가 열풍처리를 병행한 경우보다 내부 구조의 큰 변화 없이 건조되었음을 나타내었다.

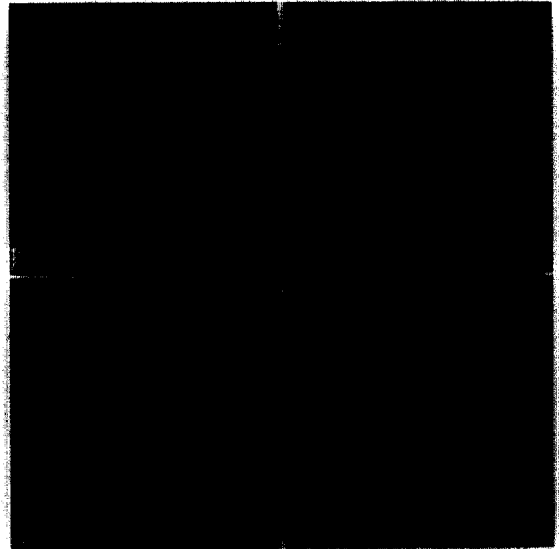


Fig. 3. Scanning electron micrographs of dried ginseng with various treatment (bar indicates 50 μ m). a: MW1, b: MW2, c: MWH1, d: MWH2

요 약

저출력 및 pulse를 이용한 마이크로파 건조 방법을 달리하여(3분 건조-2분 정지를 반복하여 24시간 건조하는 방법: MW1, 5분 건조-2.5분 정지를 반복하여 24시간 건조하는 방법: MW2, 열풍 건조기를 이용하여 45°C에서 12시간 예비 건조 후 마이크로파 건조기를 이용하여 3분 건조-2분 정지를 반복하여 12시간 건조하는 방법: MWH1, 5분 건조-2.5분 정지를 반복하여 12시간 건조하는 방법: MWH2) 인삼을 건조한 후 품질특성을 검토하였다. 수분함량과 온도에 따른 수삼의 유전특성은 수분함량이 높을수록 유전상수값이 증가하였으며 유전손실계수와 침투깊이는 약간의 증가만 나타내었다. 온도에 따른 유전특성은 온도가 증가함에 따라서 40°C에서 53.4로 유전상수값이 급격히 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며 유전손실계수와 침투깊이는 수분함량과 비슷한 증가의 경향을 나타내었다. 건조 후 일반성분의 차이는 조단백질, 조

지방, 회분, 수분활성도 등은 차이가 없었으며 식이섬유(SDF)의 경우 MWH2 처리구를 제외하고는 차이가 없었다. Ginsenoside-Rb1의 함량은 MW1과 MW2 처리구에서 각각 0.65, 0.64로 MWH1과 MWH2 처리구 보다는 높은 함량을 나타내었으며 유리당의 함량은 각 처리구에 따라서 비슷한 경향을 나타내었다. 미세구조 관찰에서 MW2 처리구가 건조 후 가장 치밀한 내부 구조를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발연구과제(현장애로기술개발)로 수행한 결과의 일부로 이에 감사사를 드립니다.

문헌

- Lee, K.S., Do, J.H., Jang, J.K., Noh, K.B., Lee, S.K., Han, J.S. and Lim, S.B.: Development of processing technique for red ginseng products (in Korean). Report of Korean Ginseng & Tobacco Research Institute. p.249 (1990)
- Korean Ginseng & Tobacco Research Institute: *Korean Ginseng*. Chun Il Co., Dae Jeon, p.63 (1994)
- Jeon, B.S., Sung, H.S., Yang, J.W., Park, C.K. and Chang, K.S.: Effect of control atmosphere and modified atmosphere storage on the apparent quality and saponin component of fresh and red ginseng (in Korean). *Korean J. Ginseng Sci.*, **19**, 62-72 (1995)
- Chang, K.S., Kim, S.D., Hong, S.K. and Yoon, H.K.: Drying of red ginseng by flat-plate solar collector (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **25**, 111-118 (1982)
- Hewlett Packard: Basics of measuring the dielectric properties of materials. Application Note 1217-1. Hewlett Packard Corp., Palo Alto, CA. (1992)
- Buffler, C.R.: *Microwave Cooking and Processing*, AVI publishers, NY, p.47 (1993)
- A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1980)
- Prosky, L., Asp, N.G., Schewizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I.: Determination of insoluble and total dietary fiber in food product interlaboratory study. *J. AOAC*. **71**, 1017 (1988)
- Korean Ginseng & Tobacco Research Institute: *Analysis method of ginseng composition*. Cheil Il Co., Dae Jeon, p.59 (1991)
- Korean Ginseng & Tobacco Research Institute: *Analysis method of ginseng composition*. Cheil Il Co., Dae Jeon, p.65 (1991)
- Choi, J.H., Kim, W.J., Hong, S.K., Oh, S.K. and Oura, H.: Isolation of ginsenoside-Rh1 and -Rh2 by High Performance Liquid Chromatography. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 57-66 (1981)
- Nelson, S.O.: Microwave dielectric properties of fresh onions. *Trans. ASAE*, **35**, 963-971 (1992)
- Nelson, S.O., Forbus, W. and Lawrence, K.: Permittivities of fresh fruits and vegetables at 0.2 to 20 GHz. *J. Microwave Power & Electromagnetic Energy*, **29**, 81-89 (1994)
- Tran, V.N., Stulchy, S.S. and Kraszewski, A.: Dielectric properties of selected vegetables and fruits 0.1~10.0 GHz. *J. Microwave Power*, **19**, 251-256 (1984)
- Hong, S.I., Lee, B.Y., Park, D.J. and Oh, S.Y.: Dielectric properties of fresh ginseng determined by an open-ended coaxial probe technique (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 470-474 (1996)
- Cho, S.H.: Saponins of Korean ginseng *panax ginseng* C.A. Meyer-part III (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **20**, 188-204 (1977)
- Choi, J.H., Kim, D.H., Sung, H.S., Kim, W.J. and Oh S. K.: Kinetic studies on the thermal degradation of ginsenosides in ginseng extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 197-202 (1982)
- Park, K.D., Choi, J.H., Kim, O.C. and Park, T.K.: The effect of drying temperature and time on ginseng tea quality (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 202-208 (1981)
- Lee, B.Y., Kim, E.J., Park, D.J., Hong, S.I. and Chun, H.S.: Composition of saponin and free sugar of some white ginseng with processing conditions (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 922-927 (1996)
- Sohn, K.M., Sung, T.S., Cho, Y.J., Lee, K.S. and Choi, C.: Lipids and free sugar composition in ginseng classified by years (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **31**, 169-176 (1988)

(1998년 9월 25일 접수)