

마이크로웨이브 공정을 이용한 당귀 유용성분의 추출조건 설정

이선영 · 신승렬* · 김광수[†] · 권중호**

영남대학교 식품영양학과

*경산대학교 생명자원공학부

**경북대학교 식품공학과

Establishment of Extraction Conditions for Effective Components from *Angelica gigas* Nakai Using Microwave-Assisted Process

Seon-Young Lee, Seung-Rueul Shin*, Kwang-Soo Kim[†] and Joong-Ho Kwon**

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

*Faculty of Life Resources Science, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract

Microwave-assisted process (MAP, 2,450 MHz), which is known as a more environmental-friendly process with economic advantages than the current extraction methods, was investigated to extract effective components from *Angelica gigas* Nakai. The MAP extractions of effective components from *Angelica gigas* Nakai showed optimum conditions, such as 60 mesh in particle size, 1 : 10 (g/mL) in the sample to solvent ratio, and 80 W in energy efficiency. Soluble components including decursin were mostly extracted by repeating 3 times of microwave-assisted process for 5 time using 50% ethanol.

Key words: *Angelica gigas* Nakai, microwave-assisted process, decursin

서 론

최근 합성의약품의 부작용 발생으로 인하여 전통적으로 사용되어 온 생약재의 건강보조식품 및 의약품으로의 이용에 관심이 높아지고 있다(1). 당귀(*Angelica radix*)는 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 다년생 초본으로서(2) 신농본초경에 수재되어 있는 약재이며(3), 한방에서는 빈혈치료와 혈액순환 장애로 인한 어혈증과 혈전증, 반신불수 등에 처방되는 중요한 생약재로 사용되고 있다(4,5). 특히 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 다른 종류에 비하여 decursin과 decursinol의 함량이 많아서 주요 유효성분으로 이용되고 있다(6) Ryu 등(7)은 참당귀로부터 decursin을 분리하였고, 참당귀의 decursin 약리작용으로는 토끼의 적출장관을 마비시키며, 개구리 적출심장에 대하여는 억제작용을 하고 토끼의 호흡억제와 혈압강하 작용 등이 알려져 있다(8). 또한 decursin은 생쥐의 수면작용 변동 효과(9), 자발작용 억제효과(10), *in vitro* 실험에서의 항암활성(11), protein kinase C의 활성을 증진시키는 작용이 있음이 밝혀졌다(12)

이와 같은 유용한 효능과 함께 당귀는 맛이 달고 자극

적이며 한약의 특유한 냄새로 인하여 널리 알려짐에 따라(3) 참당귀의 잎을 이용한 샐러드(13), 각종 혼합차류(14), 사료의 원료(15), 당귀주(16) 및 당귀차(17)로서 그 수요가 증가되고 있으며, 동시에 수입개방 대응작물로 유망시되고 있다(18-20). 따라서 당귀제품의 효율적 생산 관리를 위하여 산지별, 생육시기 및 부위별 성분 등 다각적인 방향으로 연구되고 있다(21-23). 특히 당귀는 생약재이기 때문에 유효성분을 일정한 기준에 따라 가공처리될 수 있도록 추출조건의 확립이 이루어져야 한다. 그러나 현재 주로 이용되고 있는 방법은 압착법, 수증기증류법, 환류추출법 등의 전통적인 방법들과 최근 실용화되고 있는 초임계유체추출법이 많이 사용되고 있다. 압착법은 장치와 조작이 간단하지만 수율이 낮고, 수증기증류법은 주로 100°C에서 추출하기 때문에 열에 민감한 성분은 분해되기 쉽고 고온 용매 추출법은 추출용매의 소모량이 많아 비효율적이다. 초임계 유체 추출법은 추출속도가 빠르며 용매의 소비도 적지만 작동 비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다. 최근 이러한 추출방법의 문제점을 보완하기 위하여 마이크로웨이브를 이용한 추출공정 microwave-assisted process(MAP)가 개발되었다(24). MAP는 기존

[†]To whom all correspondence should be addressed

전자렌지 등에서와 같이 air steam상의 에너지가 아니라 시료 혼합물 전체가 집중적으로 마이크로웨이브 에너지에 노출됨으로써 대상물질의 목표성분이 국소적인 과열 현상으로 용리된다(25). 이 방법은 용매 추출에 있어서 가장 중요한 요소인 신속성과 효율성을 극대화한 특성을 지니고 있을 뿐만 아니라 용매도 기존의 추출법보다 훨씬 적게 소비되어 순도높은 유효성분을 추출할 수 있다(26). 이와 같은 가열원리를 이용하여 인삼을 추출했을 때 현재 이용되고 있는 방법인 8시간 추출이 MAP방법에서 6분간 추출한 것과 추출효율이 유사했으며(27), 마늘은 MAP에 의해 올레오레진을 추출하였을 때 현행방법에 의한 것보다 훨씬 우수한 양질의 수율 및 생리활성기능을 얻을 수 있었다(28). 또한 파프리카를 MAP에 의해 추출한 결과, 일반적으로 이용되고 있는 디클로로메탄 용매추출법으로 얻어낸 추출물보다 질적인 면에 있어서 훨씬 우수한 색소를 추출해 낼 수 있었다(29).

따라서 본 연구는 건강 및 기능성 식품재료로 이용되고 있는 당귀로부터 유용성분을 효율적으로 추출하고자 MAP를 활용하여 가용성 당귀성분의 추출조건을 설정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 경상북도 봉화에서 재배되어 건조된 것이었다. 일반성분을 AOAC 방법(30)에 따라 분석한 결과, 수분 10.0%, 조단백질 18.0%, 조지방 9.0%, 조섬유 7.2%, 회분 8.0%이었으며, 가용성무질소물은 앞에서 열거한 성분들의 값을 100%에서 제한 값으로 46.7%이었다.

추출장치 및 추출물 제조

본 실험에 사용된 마이크로웨이브 추출장치는 Microdigest 3.6(Prolabo, France)였다. 이 장치는 2,450 MHz 주파수로 fiber optic system을 사용하며 IR sensor를 통해 정확한 온도제어가 가능하고, microwave power는 25~250 W(watt)까지 조사할 수 있다. 추출공정에서 추출물의 온도변화를 측정하기 위하여 Digital Megal 500 thermometer(Prolabo, Paris, France)를 사용하였다.

MAP에 의한 당귀 유용성분 추출조건을 설정하기 위하여 시료 5g에 50 mL 용매(50% 에탄올)를 가하고 마이크로웨이브를 조사하여 일정량으로 여과 및 정용하여 시험용액으로 사용하였다.

조건별 추출물 품질분석

당귀의 유용성분 추출조건을 설정하기 위하여 Table 1의 조건 즉, microwave power, 에탄올 농도, 입자크기,

Table 1. Extraction conditions of *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process

Extraction parameter	Extraction condition
Microwave power (W)	40, 60, 80, 100, 120, 140
Extraction time (min)	1, 3, 5, 7, 9
Particle size (mesh)	20, 60, 100, 140
Solvent ratio (g/50 mL)	2.5, 5, 10, 15, 20
Extraction step (times)	1, 2, 3, 4, 5
Ethanol concentration (%)	0, 25, 50, 75, 100

용매비, 추출횟수 및 추출시간에 따른 추출효율을 조사하였다. 각 조건에서 제조한 당귀추출물의 품질은 가용성 고형분 수율과 decursin 함량으로 하였다. 가용성 고형분 수율은 식품공전에 준하여 측정하였고(31), Decursin 함량은 Ryu 등(7)의 방법에 준하여 검량선에 의한 내부표준법으로 계산하였다. 이때 GC(Hewlett Packard 5890 Series II) 분석조건은 3% OV-1 column, FID, N₂(40 mL/min), column 온도 250°C, injector 및 detector 온도는 각각 270°C로 사용하였다.

결과 및 고찰

추출물의 마이크로웨이브 가열특성

마이크로웨이브 용량에 따른 추출물 (5g/50 mL, 50% 에탄올)의 가열특성을 조사하여 본 결과, Fig. 1과 같이 microwave power가 높을수록 온도 상승속도가 빠르고 최종 유지온도는 높게 나타났다. 120 W와 140 W로 조사하였을 때 온도상승경향이 유사했으며, 100 W는 3분 내외, 60 W와 80 W는 5분 이내, 40 W는 8분에 끓는점에 도달하였다. 또한 200 W에서는 120초 이내에 끓는점으로 상승하여 200 W 이상의 microwave power는 당귀추출물 제조에 부적당한 것으로 생각되었다. Fig. 2는 에탄올 농도에 따른 heating curve를 조사한 결과로서 에탄올 농도

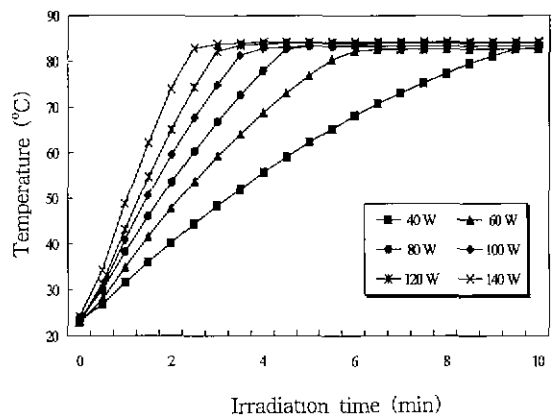


Fig. 1. Heating curves of 50% ethanol (50 mL) containing 5 g of *Angelica gigas* Nakai powder (60 mesh) in different microwave powers.

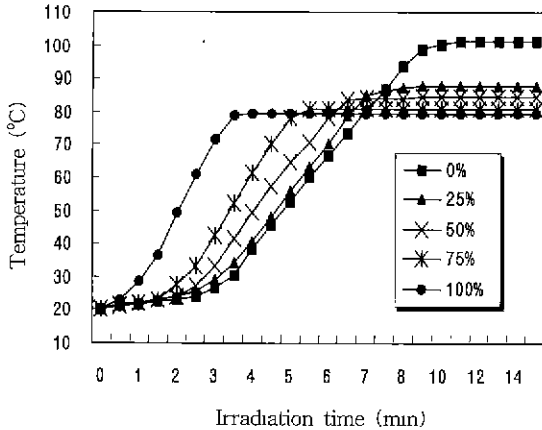


Fig. 2. Heating curves of different concentrations of ethanol containing 5 g of *Angelica gigas* Nakai at 80 W microwave power.

가 증가할수록 끓는점 및 끓는점에 도달하는 시간은 감소하였다. 물과 25% 에탄올의 온도상승경향은 유사하였으나 끓는점은 10°C 이상으로 가장 큰 차이를 보였다. 100% 에탄올은 240초 이내에, 물은 9분이 경과하였을 때 끓는점에 도달하였다. 에탄올 농도에 따른 끓는점 및 끓는점에 도달하는 시간의 차이가 아주 크기 때문에 당귀추출물 제조시 에탄올 농도에 대한 영향은 높았다. 당귀추출물의 끓는점에 도달하는 시간 및 끓는점은 microwave power와 에탄올 농도에 따라 다른 양상을 보였으나 모두 9분 이내에 도달하였으므로 이와 같은 조사범위에서 추출실험을 실시하였다.

에너지 효율 비교

Microwave power에 의한 당귀추출물의 가용성 성분

변화를 조사한 결과, Table 2와 같다. 가용성 고형분 수율 및 decursin 함량은 microwave power가 높아짐에 따라 증가하는 경향이였다. 가용성 고형분 수율은 120 W에서 43.47%로 가장 높았으나 100 W에서 43.38%으로 120 W에서와 거의 차이가 없었다. Microwave power의 강도에 따른 에너지소비를 감안할 때 100 W 이하가 좋을 것으로 생각된다. Decursin 함량은 80 W에서 1.73%로 가장 높게 나타났다. Microwave power당 추출효율 면에서는 40 W에서 가용성 당귀성분의 효율이 가장 높았고, microwave power가 높을수록 단위 에너지 당 추출효율은 감소하는 경향이였다. 이와 같은 현상은 지나친 microwave power의 조사는 에너지 효율을 저하시킬 수 있을 것으로 추정되었다.

에탄올 농도의 영향

마이크로웨이브 조사시 당귀의 추출용매로써 에탄올 농도가 유용성분 용출에 미치는 영향을 조사한 결과, Fig 3과 같이 가용성 고형분 수율은 50% 에탄올 농도에서 42.80%로 가장 높았으며, 그 이상의 에탄올 농도에서는 감소되었다. Decursin 함량은 0~2.47%의 범위로 에탄올 농도에 따라 추출율의 차이가 나타났다. 즉, decursin 함량은 에탄올 농도를 증가할수록 증가하였으며, 75%까지는 증가율이 컸으나 그 이상의 에탄올 농도에서는 완만하였다. 이와 같이 추출용매인 에탄올의 농도에 따른 추출율에서 가용성 고형분 수율과 decursin 함량은 50% 에탄올 농도범위에서 가장 우수한 추출율을 나타내었다. 마이크로웨이브 조사시 추출하려는 성분은 반드시 마이크로웨이브를 흡수하는 높은 유전체 상수를 가지는 산재된 요소를 함유하고 있어야 하며, 시료내 수분 등이 대부분 이러한 역할을 한다(32) 그러나 목표 성분에 수분이 없거나

Table 2. Effects of microwave power on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process¹⁾ (dry base)

Power (W)	Total yield (% w/w)	Total yield (%/watt)	Decursin (% w/w)	Decursin (%/watt)
40 (% RSD) ³⁾	40.42 ± 0.002 ²⁾ (0.005)	1.011	1.50 ± 0.001 (0.067)	0.038
60 (% RSD)	41.81 ± 0.000 (0.001)	0.697	1.66 ± 0.018 (1.084)	0.028
80 (% RSD)	42.80 ± 0.008 (0.200)	0.535	1.73 ± 0.157 (9.075)	0.022
100 (% RSD)	43.38 ± 0.008 (0.018)	0.433	1.70 ± 0.069 (1.059)	0.017
120 (% RSD)	43.47 ± 0.002 (0.005)	0.362	1.65 ± 0.285 (17.273)	0.014
140 (% RSD)	43.36 ± 0.001 (0.002)	0.300	1.47 ± 0.108 (7.347)	0.011

¹⁾Microwave-assisted process was performed on a mixtures of 5 g *Angelica gigas* Nakai (60 mesh) powder and 50 mL of 50% ethanol for 5 min.

²⁾Mean of triplicates ± standard deviation.

³⁾Percent relative standard deviation (SD/mean × 100)

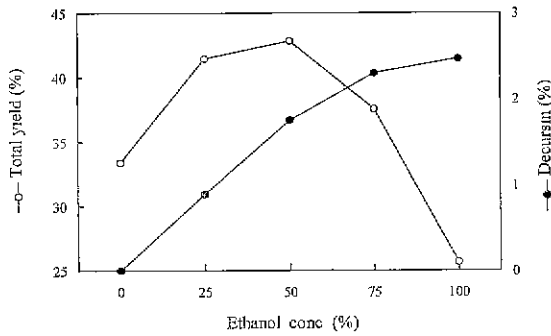


Fig. 3. Effect of ethanol concentration on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process.

적은 경우에는, 마이크로웨이브의 흡수가 가능한 추출용매를 선택하여 사용하여야 하며, 용매는 추출하려는 성분을 녹이는 용매로서 뿐만 아니라 냉각제로써 작용하기도 한다(24).

추출시간의 영향

추출시간이 추출효율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 가용성 고형분 수율과 decursin 함량은 5분 동안 조사하였을 때 43.20%와 1.70%로 그 이상 시간을 연장하였을 때는 소폭 감소하였다. 시간당 추출효율에서는 1분 동안의 추출이 최대의 추출효율을 보였으나 추출효율만을 고려하여 추출시간을 너무 짧게 하는 것은 비효율적이었다. Pare 등(24)은 목표성분이 내부 요소에 의해서 어느 정도 흡수가 가능하다면 microwave power의 어느 power라도 사용할 수 있으나 조사시간은 마이크로웨이브 흡수량의 변화를 보완하기 위해 조정되어야 한다는 결과와 유사하였으며, Lee 등(27)은 인삼추출물 실험에서와 같은 경향을 보였으며, 추출시간이 길어질수록 가용성 성분의 수율이 증가하다가 일정시간 이상이 경과하

면 가용성 성분의 불용화와 부분적인 휘발가능성도 있다는 결과와도 비슷하였다.

입자크기와 용매비의 영향

일반적으로 생약재를 추출할 경우 절편으로 추출물을 제조하지만, 마이크로웨이브 조사시 원통형이나 평판형에 비해 구형일 경우 에너지를 집중시켜 중심부를 가열하기 용이하나 적경이 크면 직접적인 중심부의 가열이 불가능하여 열전도에 의지하므로 입자크기에 따른 성분의 변화양상이 달라질 수 있다(32). 따라서 당귀성분의 손실을 최소화하기 위하여 당귀시료의 입자크기에 따른 추출효율을 조사한 결과는 Fig 4와 같다. 당귀의 입자크기가 작을수록 마이크로웨이브가 조사되는 면적과 용매에 접촉되는 부분이 넓어져 가용성 성분은 증가하는 경향을 보였으며, 60 mesh일 때 가용성 고형분 수율은 42.64%, decursin 함량은 1.829%로 가장 높았다. 60 mesh 이상으로 분쇄할 경우 가용성 성분함량의 변화는 거의 없었으며, 너무 작은 입자크기에서는 여과 효율성 등에 문제가

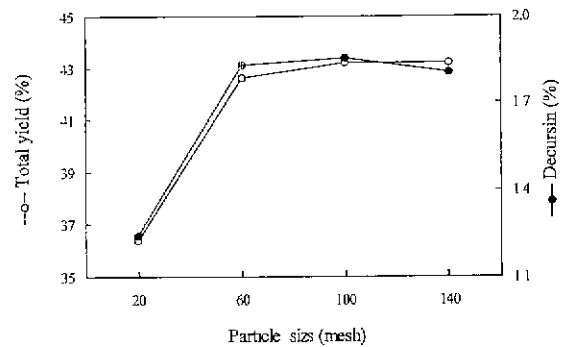


Fig. 4. Effect of particle size on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process.

Table 3. Effect of extraction time on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process¹⁾ (dry base)

Extraction time (min)	Total yield (% w/w)	Total yield (%/min)	Decursin (% w/w)	Decursin (%/min)
1 (% RSD) ³⁾	36.59±0.000 ²⁾ (0.001)	36.492	1.40±0.024 (1.714)	1.400
3 (% RSD)	41.55±0.001 (0.002)	13.850	1.67±0.071 (4.251)	0.557
5 (% RSD)	43.20±0.002 (0.005)	8.640	1.70±0.187 (11.000)	0.340
7 (% RSD)	42.66±0.002 (0.005)	6.094	1.65±0.142 (8.606)	0.340
9 (% RSD)	40.50±0.001 (0.002)	4.500	1.52±0.330 (22.000)	0.167

¹⁾Microwave-assisted process was performed at 80 W on a mixtures of 5 g *Angelica gigas* Nakai (60 mesh) powder and 50 mL of 50% ethanol.

²⁾Mean of triplicates±standard deviation

³⁾Percent relative standard deviation (SD/mean×100).

Table 4. Effect of extraction step on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process¹⁾ (dry base)

Extraction step	Total yield (%w/w)	Rel content (%)	Decursin (%w/w)	Rel. content (%)
1 st (% RSD) ³⁾	42.69±0.001 ²⁾ (0.002)	86.260	1.68±0.130 (7.738)	69.136
2 nd (% RSD)	6.00±0.004 (0.067)	12.123	0.60±0.024 (4.060)	24.691
3 rd (% RSD)	0.80±0.400 (5.00)	1.617	0.15±0.012 (8.000)	6.173
Total	49.49	100.000	2.43	100.000

¹⁾Microwave-assisted process was performed at 80 W on mixtures of 5 g *Angelica gigas* Nakai (60 mesh) powder and 50 mL of 50% ethanol from 5 min.

²⁾Mean of triplicates±standard deviation.

³⁾Percent relative standard deviation (SD/mean×100).

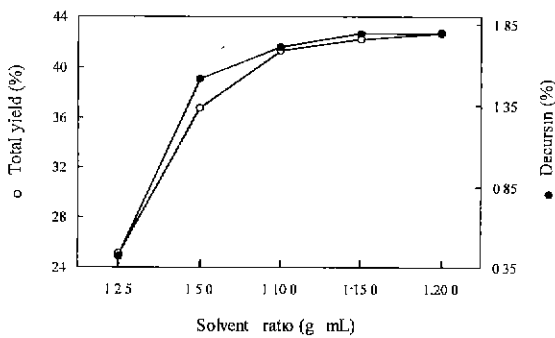


Fig. 5. Effect of solvent ratio on total yield and decursin content of extracts from *Angelica gigas* Nakai by microwave-assisted process.

지적되었다(27).

추출용매량은 목적성분을 충분히 용해할 수 있을 뿐 아니라 최소량으로 추출효율을 높이기 위하여 시료와 용매비에 따른 가용성 성분의 변화를 조사한 결과는 Fig 5와 같다. 가용성 고형분 수율은 1:2.5이었을 때 25.20%였으나, 1:5, 1:10, 1:15 및 1:20까지 증가함에 따라 36.75%, 41.30%, 42.20%, 42.72%로 증가하였으며, 구간 별 증가된 함량은 11.55%, 4.55%, 1.7%, 0.52%였다. Decursin 함량도 용질에 대한 용매비가 높아짐에 따라 증가하였으며, 구간별 증가 함량은 1.10%, 0.19%, 0.086%, 0.07%로 1:10 (5 g/50 mL)까지 급격히 증가하였으나 그 이상에서는 완만한 경향을 보였다.

추출횟수의 영향

가용성 당귀성분의 3회 반복 추출결과는 Table 4와 같다. 총 49.49%의 가용성 고형분은 3회 추출과정에서 각각 86.26%, 12.12% 및 1.67%로 용출되었으며 총 2.43%의 decursin은 각각 69.14%, 24.69%, 6.17%씩 용출되어 가용성 고형분 및 decursin은 2회까지 90%이상 추출되었다.

추출조건의 설정

이상의 실험 결과에서 가용성 당귀성분의 마이크로웨

이브 추출조건은 에탄올 농도 50%, 에너지 용량 80 W내외, 입자크기는 60 mesh 범위, 시료와 용매비는 1:10(g/mL), 1회 추출시간은 5분 이내가 적당하였으며 5분간 3회 반복 추출로써 대부분의 가용성 당귀 성분이 추출되는 것으로 나타났다.

감사의 말

본 연구는 1998년도 과학기술기초 중점연구(과제번호 1998-024-G0094) 지원비에 의하여 수행되었으며, 감사드립니다

요 약

당귀 유용성분의 신속한 추출방법을 개발하기 위한 기초연구로써, 기존 추출방법들에 비하여 환경친화적이고 경제적인 장점이 알려진 마이크로웨이브의 추출조건을 검토하였다. 가용성 당귀성분의 MAP추출에서 당귀의 입자 크기는 60 mesh, 시료와 용매의 비는 1:10(g/mL)이 적당하였고, microwave power는 80 W에서 당귀성분의 추출효율이 높았다. 가용성 고형분과 decursin 함량을 동시에 가장 많이 추출할 수 있는 50% 에탄올을 용매로 하였을 경우 5분간 3회 반복 추출로써 decursin을 포함한 대부분의 가용성 성분을 추출할 수 있었다.

문 헌

1. 김현구: 생약재를 이용한 가공식품 및 생리활성 연구 현황. 생명자원과 산업(경산대학교), 2, 81-97 (1998)
2. Yoon, C.H.: A taxonomic study on the genus *Angelica* L. in Korea and the adjacent regions. Ph.D. Dissertation, Korea Univ., Korea (1994)
3. 오진: 신농본초경. 한림사. 서울, p.40 (1971)
4. Yamada, H.: Pharmacological and clinical effects of *Angelicae radix*. J. Traditional Sino-Japanese Medicine, 13, 102-109 (1992)
5. Kano, Y.: Physiological actions of *Angelicae* and *Cnidii*. J. Traditional Sino-Japanese Medicine, 2, 43-48 (1981)

- 6 Konoshuma, M., Chi, H. and Hata, K. : Coumarins from the root of *Angelica gigas* Nakai. *Chem. Pharm. Bull.*, **16**, 1139-1140 (1968)
- 7 Ryu, K.S., Hong, N.D., Kim, N.J. and Kong, Y.Y. . Studies on the coumarin constituents of the root of *Angelica gigas* Nakai. Isolation of decursinol angelate and assay of decursinol angelate and decursin. *Kor J Pharmacogn.*, **21**, 64-68 (1990)
- 8 Chi, H.J. and Kim, H.S. . Studies on the components of Umbelliferae plants in Korea Pharmacological study of decursin, decursinol and nodakenin. *Kor J Pharmacogn.*, **1**, 25-32 (1970)
- 9 Woo, W.S., Shun, K.H. and Ryu, K.S. . Annual Report of Natural Products Research Institute *Seoul National Univ.*, **21**, 59-64 (1982)
- 10 Kim, H.S. , Park, H.J and Chi, H.J. . A study of the effects of the root components of *Angelica gigas* *Kor. J. Pharmacogn.*, **11**, 11-14 (1980)
11. Ahn, K.S, Shim, W.S and Kim, I.H. : Detection of anti-cancer activity from the root of *Angelica gigas* *in vitro*. *J Microbiol Biotechnol.* **5**, 105-109 (1995)
- 12 Ahn, K.S., Sim, W.S. and Kim, I.H. . Acytotoxic agent and protein kinase C activator from the root of *Angelica gigas* *Planta Med.* **62**, 7-9 (1996)
13. 박길려, 안상득, 장병선, 함승시 산야초의 이해 강원대학교 출판부, p.103 (1995)
- 14 김현구, 이부용, 전문정 . 당귀를 이용한 건강 음료의 개발. 한국식품개발원 최종보고서 (1994)
15. Cho, S.K. : Effect of dietary root powder of *Angelica gngantis* on growth performance, organ weight and serum components in broiler chicken. *Kor J Poult. Sci.* **22**, 145-153 (1995)
- 16 Min, Y K and Jeong, H.S . Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 210-215 (1995)
- 17 홍거표 . 당귀의 과립차 제조방법. 특허공보, 제 4941호, p.51-54 (1997)
18. 농촌진흥청 . 작물생산과 연구의 국내외 동향(하) 특작편, p 381-385 (1983)
19. 문조종, 안상세, 이종옥, 광인신, 류순영 국산치류의 제비규정에 관한 연구. 국립보건원보, **20**, 299-385 (1983)
20. Pang, H.A., Lee, Y.W., Such, N.J. and chang, I.M . Toxicological study on Korean tea materials, screening of potential mutagenic activities by using SOS chromotest. *Kor. J. Pharmacogn.*, **21**, 83-87 (1990)
21. Chang, S.M and Choi, J . Effect of the contents of inorganic nutrients in soils on the available constituents contents of *Angelica gigas* Nakai by the cultivating locations *J. Korean Agric Chem Soc*, **29**, 381-391 (1986)
22. Chang, S.M and Choi, J : Vanation mode of the absorption contents of N, P and K and contents of available constituents of *Angelica gigas* Nakai at different growth stages. *J Korean Agric Chem Soc*, **29**, 392-398 (1986)
- 23 김관수 . 주요 약용작물 부위별 성분특성조사 농촌진흥청 작물시험장 시험연구보고서. p.28-30 (1997)
24. Pare, J.R.J, Sigoun, M and Lapointe, J Microwave-assisted natural products extraction. US Patent 5,002. Various international counterparts. **26**, 784 (1991)
25. Pare, J.R.J., Belanger, J.M.R. and Stafford. M.R . Microwave-assisted process : a new tool for the analytical laboratory. *Trends in Analytical Chemistry*. **13**, 176-184 (1994)
26. Kwon, J.H. and Kim, K.E . Comparative effects of microwave-assisted process under atmospheric pressure condition and conventional process on extraction efficiencies of effective ginseng components *J Korean Soc Food Sci. Nutr.*, **28**, 586-592 (1999)
27. Lee, S.B., Lee, G.D. and Kwon, J.H. . Optimization of extraction conditions for soluble ginseng components using microwave extraction system under pressure. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* , **28**, 409-416 (1999)
28. Kim, H.K, Kwon, Y.J., Kwak, H.J and Kwon, J.H. . Oleoresin content and functional characteristics of fresh garlic. *Korean J. Food Sci Technol.*, **31**, 329-335 (1999)
29. Pare, J.R.J and Belanger, J.M.R. . Microwave-assisted process (MAP™) applications to the extraction of natural products *Proc. 28th Microwave Power Symposium*, International Microwave Power Institute, Manassas, USA, p.62 (1993)
30. AOAC : *Official Methods for Analysis* 15th ed.. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C (1990)
- 31 KMHW : *Korean food standard code*. The Korean Ministry of Health and Welfare. Vol. 1, p507-510 (1997)
32. 홍석인 : 마이크로파 가열특성. 식품기술, **9**, 144-147 (1996)

(2000년 4월 10일 접수)