

연구노트

야콘 K-23의 항균성 및 기능성 야콘잼의 제조

김 영 숙

아시아대학교 한방식품영양학과

Antimicrobial Activity of Yacon K-23 and Manufacture of Functional Yacon Jam

Young-Sook Kim

Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Asia University

Yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepping & Endlicher), which contains fructo-oligosaccharide, is low calorie functional food. Yacon is efficacious against cholesterol, obesity, and diabetes. Yacon K-23 has antibacterial activity against Gram-positive (*Listeria monocytogenes* KCTC 3710 and *Staphylococcus aureus* KCTC 1927) and-negative (*Salmonella typhimurium* KCTC 2514, *Escherichia coli* KCCM 11591, *Proteus vulgaris* KCTS 2512, and *Pseudomonas aeruginosa* KCCM 11803). Yacon A (water extract) and B (crushed juice) showed clear zone of 10 mm, while *Cassiae Semen*, *Acanthopanax Cortex*, *Angelica gigas* showed 7-10 mm. Yacon jam showed good sensory attributes, suggesting it could be utilized as food ingredient. Hardness, adhesiveness, and strength of strawberry jam with or without aloe vera were higher than those of yacon jam with or without aloe vera.

Key words: yacon K-23, aloe vera, antimicrobial activity, yacon jam

서 론

야콘(yacon)은 학명이 *Polymnia sonchifolia* Poepping & Endlicher이고, 국화과에 속하는 쌍자엽 식물이며 다년생 괴근 식물로서 남아메리카 안데스 산맥의 중부고지대가 원산지이다(1). 야콘의 명칭은 liacon(페루, 볼리비아, 아르헨티나), jiguima(베네주엘라, 아르헨티나), arboloco(콜롬비아), aricum(페루, 볼리비아), 야콘(일본)으로 부르고 있다(2). 형태는 다알리아와 비슷하며 식용부위는 주로 괴근을 사용하며 생식이 가능하며 디저트용으로 사용되어 왔다. 야콘의 맛은 배 맛이 나며, 어린잎은 나물로 이용되기도 한다. 현대인들은 탄수화물과 지방의 섭취가 많으므로 육체노동이 적은 도시인의 경우 야콘과 같은 저칼로리 섬유질식품의 섭취는 과일처럼 섭취할 수 있는 기호성 및 기능성 식품으로 가치가 높다(3).

야콘은 수확 직후 무게의 10% 가량 올리고당을 함유하고 있어서 우유에 비해 3배 정도 올리고당이 많이 함유되어 있다. Fructose, glucose, sucrose, fructo-oligo 당, inulin이 다량 함유되어 있으며, fructo-oligo 당은 무독성 감미물질이며 장내세균의 개선, 혈청콜레스테롤 저하, 변비개선 등의 생리작용을 갖는다. 야콘의 괴근에 포함된 탄수화물 중에는 fructose와 glucose의 함

량이 sucrose의 함량보다 많은 것으로 보고되고 있다(4,5). 야콘에 함유된 fructose나 fructo-oligo 당은 중요한 기능성 천연감미 성분으로 활용되며, fructose는 주요 감미원인 sucrose에 비해 1.5-2.0배 감미가 더 높고, sucrose 보다 장내 흡수속도가 느리며, fructo-oligo 당은 체내에서 흡수 및 이용이 되지 않기 때문에 비만증, 동맥경화, 당뇨병 등에 효과적인 감미원이 된다. 야콘의 괴근에는 다량의 fructo-oligo 당이 함유되어 있는데 1g 건물 중 fructose가 154 mg으로서 sucrose의 59 mg에 비하여 2.6 배 이상 함유하고 있으므로 식이요법에 의한 당뇨병 예방과 치료에 이용되며, 기능성 식품으로 개발할 가치가 높다(6). 야콘에 많이 함유되어 있는 올리고당은 제과제빵, 빙과류, 잼, 음료, 건강 보조식품 등에 응용되고 있다. 올리고당의 첨가는 감미료 및 흡습성, 설탕보다 높은 점도, 다른 당류에 비해 낮은 수분활성, 전분질 식품의 노화방지와 식품 재료의 분해와 색을 증강시키는 효과가 있다.

우리나라에는 1985년에 일본으로부터 도입되어 농촌진흥청에서 시험 재배를 실시하였으며, 경기도 강화, 충북 괴산, 강원도 횡성, 경북 상주, 제주도에서 재배하고 있는데 월동이 어려운 단점이 있다(7,8). 야콘은 수확 후 저장성에 관한 연구가 아직 미흡하며, 식품으로 활용하는 종류는 김치, 샐러드, 주스, 깍두기, 술, 냉면, 국수, 약용 등을 예로 들 수 있다. 현대인들이 빵과 야콘 잼을 이용할 때 식사시 저칼로리를 요구하는 사람과 당뇨환자에게 중요한 급원식품이 될 수 있다. 영양성분 및 효능으로는 알칼리성 식이섬유, 저칼로리, Ca(14.2 me/mg), Mg(1.5 me/mg), K(0.96 me/mg) 등 알칼리성 원소들이 다른 채소류, 과일류보다 많이 함유되어 있다(7).

*Corresponding author: Young-Sook Kim, Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Asia University, 240-3, Yecheon-Dong, Kyungsan-si, Kyongbuk 712-220, Korea
Tel: 82-53-819-8204
Fax: 82-53-819-8135
E-mail: 2004yskim@naver.com

본 연구는 일시적 수확으로 저장에 어려운 야콘을 가공 저장하며, 또한 저장성을 연장할 수 있는 식품을 개발하는 것이 필요하므로, 야콘 잼에 sucrose를 첨가하지 않아도 당도가 높은 기능성 잼을 보고하고자 한다. 또한 항균성을 조사하여 야콘 특이 성분의 효능성과 기능성을 확인하고자 하였으며, 신선한 야콘을 가공하여 기능성 식품으로 제품화시켜 일상식품으로 응용할 것에 그 목적을 두었다.

재료 및 방법

재료

경상북도 영주에서 야콘을 구입하였으며, 결명자(*Cassiae Semen*), 가시오가피(*Acanthopanax Cortex*), 당귀(*Angelica Gigas*)는 대구 약령시장에서 구입하였고 Bifidus 균주는 시중 N 사 제품을 구입하였다. 딸기는 대구백화점에서 구입하였으며, aloe vera는 영남농원에서 구입하여 껍질을 제거하고 혼합기에 갈아서 사용하였다. Oligosaccharide, HM(high methyl ester) pectin, LM(low methyl ester) pectin, citric acid은 CJ사, RZBC Co.에서 구입하였다. 결명자, 가시오가피, 당귀는 건조상태의 것을 수세 후 건조시킨 다음 재료에 20배의 물을 첨가하여 100°C에서 2시간 동안 진탕기로 열탕추출 후, 감압압과기(rotary vacuum evaporator, EYELA, Japan)를 사용하여 1/20로 감압 농축하였다(9). 추출한 약제는 membrane filter(0.45 µm)로 정제하여 실험에 사용하였다. 야콘은 열탕으로 추출(Yacon A)한 것과 실온에서 생 야콘을 균질기로 분쇄 추출(Yacon B)한 것을 Whatman(No. 2) 여과지로 여과한 후 용액을 20배 농축하였다.

사용균주 및 배지

항균성 실험에 사용한 균주는 식품의 저장 중 부패 및 식중독에 관계하는 균주를 한국생명공학연구원에서 분양받아 총 7가지 균주를 실험에 사용하였다. 그 중 Gram positive strain은 *Listeria monocytogenes* KCTC 3710, *Staphylococcus aureus* KCTC 1927, *Bacillus subtilis* KCTC 1021이며, Gram negative는 *Salmonella typhimurium* KCTC 2514, *Escherichia coli* KCCM 11591, *Proteus vulgaris* KCTS 2512, *Pseudomonas aeruginosa* KCCM 11803 이다. 배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco Laboratories, USA)를 사용하였으며, slant에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 냉장보관하면서 사용하였다.

항균성 측정

항균성 측정은 paper disc agar diffusion 법을 이용하였다(10). 실험용 균주는 4°C에 보관하고 1백금이씩 취해 50 mL씩 TSB에 접종하였다. 접종된 균주를 37°C에서 24시간 배양하였다. 항균활성 plate는 TSB와 1% soft agar를 멸균하여, 여기에 생육된 균주를 넣어서 petri dish에 이중층하여 평판배지를 만들었다. 항균활성 확인 실험을 위해 6 mm paper disc를 plate 표면 위에 올려놓고 시험용액을 25 µL 흡수시켜 37°C에서 24시간 배양하였다. 공시 균주에 대한 clear zone 생성 유무로 항균활성을 측정하였다.

잼 제조 및 방법

야콘 잼(yacon, pectin, citric acid), 딸기 잼(딸기, oligosaccharide, pectin, citric acid), 야콘 알로에 베라 잼(yacon, aloe vera, pectin, citric acid), 딸기 알로에 베라 잼(딸기, aloe vera, oligosaccharide, pectin, citric acid)으로 구분하여 시료를 제조하였

Table 1. Materials and manufacture method of yacon jam

Materials: yacon, strawberry, yacon + aloe vera, strawberry + aloe vera, oligosaccharide 1-4%, HM pectin 1.0% (w/w), LM pectin 1.0%, citric acid 0.3% (w/w)

Method: crushed yacon

→ boiling, 15 min at 95°C

→ aloe vera addition, 15 min at 100°C

→ addition of pectin and citric acid

→ boiling, 15 min at 85°C

→ yacon + aloe vera jam (yellow green)

Yacon jam (yacon, pectin, citric acid), strawberry jam (strawberry, oligosaccharide, pectin, citric acid), yacon + aloe vera jam (yacon, aloe vera, pectin, citric acid), strawberry + aloe vera jam (strawberry, aloe vera, oligosaccharide, pectin, citric acid).

다. Yacon 0.4 kg, aloe vera 0.1 kg, oligosaccharide 0.4 kg, pectin 0.1 kg을 사용하였으며, HM pectin 1.0%(w/w), LM pectin 1.0%, citric acid 0.3%(w/w)를 첨가하였다. Yacon은 껍질 제거 후 균질기에 갈아서 95°C에서 15분간 가열한 후 부재료로 aloe vera를 첨가하여 100°C에서 15분 동안 가열하였다. 이후 pectin과 citric acid를 첨가하여 다시 15분 동안 가열하고 85°C로 온도를 조절하면서 최종적으로 잼 시료를 완성하였다. 딸기가 함유된 잼은 설탕을 첨가하였으며, 그 외 제조 방법은 야콘 잼과 동일하였다(Table 1). 부재료로 알로에 베라는 면역을 상승시키는 효과가 있으며, 또한 설탕을 첨가하지 않으므로 발생되는 제품의 수렴작용과 잼의 부드러운 질감을 높이기 위하여 첨가하였다.

관능평가 및 기계적 특성

관능 평가원은 훈련시킨 식품영양학과 4학년 학생 37명으로 하였으며, 가장 많이 사용되는 딸기잼을 대조군으로 하여 5점 척도법으로 외관, 향기, 맛, 색, 조직감, 기호성을 평가하여 평균을 나타내는 순위검사(ranking test)를 실시하였다. 야콘잼의 기계적 조직감 측정은 Rheometer(Model COMPAC-100, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)를 이용하여 2회 반복 측정하였다. 시료를 일정크기의 원통형 용기(직경 35 mm, 높이 30 mm)에 담아 Rheometer를 작동하여 force-deformation 곡선을 얻고, 이로부터 자동 계산된 젤 강도(gel strength), 경도(hardness), 점착성(adhesiveness) 등의 기계적 특성 값을 얻어 데이터로 활용하였다.

결과 및 고찰

한방물질에 대한 1차 항균성 screening

분리한 여러 한방시료에서 목표로 하는 병원균에 대하여 항균성 물질을 생산하는 시료를 선택하기 위하여 screening test를 실시하였다. 야콘의 항균성을 비교하기 위하여, 이전에 약제의 효능이 보고된 살균, 혈압 강하, cholesterol 저해, 항암, 당뇨, 진통해열, 스트레스 피해감소, 항균작용(9-13) 등의 특성이 있는 결명자(*cassiae semen*), 가시오가피(*acanthopanax cortex*), 당귀(*angelica gigas*)를 열수 추출하여 항균성을 비교하였다. Yacon A는 열수추출하였으며, Yacon B는 생야콘을 균질기로 갈아서 여과한 후 농축하였다.

결명자, 가시오가피, 당귀, Yacon A, Yacon B는 Gram positive와 Gram negative strain에서 골고루 영향을 나타내었으나(결과 생략), 특히 *staphylococcus aureus* KCTC 1927에 대해서는

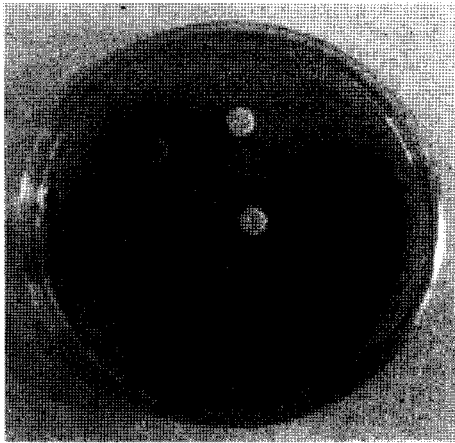


Fig. 1. Antimicrobial activity of medicinal plant extracts on the *Staphylococcus aureus* KCTC 1927 in vitro.

A: Control, B: *Cassiae Semen*, C: *Acanthopanax Cortex*, D: *Angelica gigas*, E: Yacon A, F: Yacon B, G: *Bifidobacterium* Incubation at 35°C for 20 h (Czaopek Dox solution agar, Difco, USA).

사용한 약재 성분이 높은 항균활성을 나타내었다. Fig. 1에서 A는 control이며 B-D는 결명자(*Cassiae Semen*), 가시오가피(*Acanthopanax cortex*), 당귀(*Angelica gigas*) 순으로 7-10 mm의 항균력을 나타내었다. Gram 음성균인 *E. coli* KCCM 11591, *P. aeruginosa* KCTC 1750, *Salmonella typhimurium* KCTC 2514에서는 야콘 A와 야콘 B가 10 mm의 강한 항균력을 나타내었다. G는 시중에서 판매 되는 N회사의 *Bifidobacterium* 제품을 사용하였으나 같은 농도에서 항균력 효과가 나타나지 않았다. 7 종류의 사용 균주에서 결명자, 가시오가피, 당귀, Yacon A, Yacon B가 항균성을 나타낸 것은 *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli* KCCM 11591, *P. aeruginosa* KCTC 1750으로 조사되었다.

야콘잼의 관능평가 및 기계적 특성

야콘은 껍질을 제거하여 섭취할 때 달콤하고 시원한 배 맛을 주지만 갈변속도가 빠르며 저장성이 나쁘다. 야콘은 껍질 제거시 갈변이 되지만 잼으로 가공하면 연초록의 아름다운 색을 나타내어서 상품 가치가 높다고 볼 수 있다. 야콘잼(야콘, pectin, citric acid), 딸기잼(딸기, oligosaccharide, pectin, citric acid), 야콘 알로에 베라 잼(야콘, aloe vera, pectin, citric acid), 딸기 알로에 베라 잼(딸기, aloe vera, oligosaccharide, pectin, citric acid)으로 구분하여 시료를 제조하였다. 특히 야콘, 알로

에 베라가 첨가된 잼은 야콘에 함유된 fructo-oligo 당, inulin과 알로에 베라의 성분 특성인 수렴성 때문에 생체의 면역기능 및 방어 작용을 촉진시키므로 정장작용을 높여 준다.

Table 2에는 5점 척도법으로 1 점(나쁘다), 2 점(약간 나쁘다), 3 점(보통), 4 점(약간 좋다), 5 점(좋다)로 시료를 관능평가하여 그 결과를 나타내었다. 관능평가원 및 일반인에게 익숙해져 있는 딸기잼을 대조구로 하여 순위검사를 실시한 결과, 조직감은 야콘잼이 4.71로서 좋다 범위에 가까웠으며 딸기잼의 4.07보다 높게 나타났다. 야콘과 알로에 베라를 혼합한 잼은 조직감 4.54로 우수하였으나, 색에 있어서는 4.25로 야콘이나 딸기 단독으로 만든 잼에 비해서는 조금 낮았다. 알로에 베라와 딸기를 혼합한 잼은 조직감이 4.61로 우수하게 나타났으나, 맛에 대한 기호도는 조금 낮았다. 전체 평가로서는 야콘이 4.59을 나타내었으며 딸기는 약간 높은 4.63을 나타내었다. 전체 평가에서 야콘 잼이 딸기 잼보다 약간 낮게 평가된 것은 딸기 잼에 익숙해진 입맛이 반영되었다고 볼 수 있다. 야콘 잼의 관능평가 결과 기호도에서 식빵과 크래카 등에 발라서 먹을 때 그 맛이 우수하였으며 조직감과 색이 특히 우수하였다.

야콘의 성분과 특성을 볼 때 저 칼로리, 변비개선 등의 효과와 당도가 높아서 설탕을 첨가하지 않는 야콘 잼을 앞으로 일반화시키면 사람들의 선호도는 더욱 높아질 것이다. 더구나 보통 우리가 섭취하는 과일 잼은 설탕의 첨가가 60-80% 가량 되는 것을 고려할 때 당뇨 환자 및 비만개선을 고려하는 사람들에게는 기능성 야콘잼이 될 것이다. 무엇보다 현재 야콘을 접하지 못한 사람이 대부분이며, 더구나 야콘 잼을 섭취할 기회는 없었음에도 맛있는 야콘 잼은 기호성이 높게 나타났다. 일반적으로 잼은 당도가 높기 때문에 당뇨환자와 식이를 조절해야 하는 사람에게는 주의를 요하는 식품이다. 야콘에 함유된 fructose, fructo-oligo 당은 기능성 천연감미료 성분으로 활용되며, fructose는 감미원인 sucrose에 비해 1.5-2.0배 당도가 더 높고 장내 흡수속도가 느리다.

잼의 견고성과 젤 강도를 Table 3에 나타내었으며, 딸기, 딸기 + 알로에 베라, 야콘 + 알로에 베라, 야콘 잼 순으로 나타났다. 딸기잼의 젤 강도가 야콘잼 보다 높은 것은 딸기와 야콘의 어떤 차이점보다는 oligosaccharide의 영향이라 볼 수 있다. 특히 야콘잼, 야콘 알로에 베라잼을 빵에 바를 때 부드러운 퍼짐성의 효과를 나타냈다. 앞의 기호도 평가에서 야콘 잼의 맛은 우수하였으며, sucrose를 첨가하지 않는 기능성 식품으로 볼 때 우수한 잼으로 평가된다. 특히 야콘은 열에 의하여 약한 녹색으로 변화되어 시각적인 효과 또한 우수하였다.

금후의 연구는 다이어트 식품 개발 및 항당뇨에 관한 실험

Table 2. Sensory evaluation of yacon and strawberry on the various material properties

Ranking test	Yacon	Strawberry	Y+Av ¹⁾	S+Av ²⁾
Appearance	4.43 ± 0.54 ³⁾	4.61 ± 0.35	4.31 ± 0.39	4.25 ± 0.16
Taste	4.64 ± 0.58	4.68 ± 0.28	4.48 ± 0.71	4.23 ± 0.74
Flavor	4.54 ± 0.67	4.82 ± 0.34	4.53 ± 0.28	4.21 ± 0.36
Color	4.86 ± 0.35	4.93 ± 0.52	4.25 ± 0.32	4.15 ± 0.54
Texture	4.71 ± 0.78	4.07 ± 0.54	4.54 ± 0.53	4.61 ± 0.62
Palatability	4.36 ± 0.97	4.65 ± 0.12	4.26 ± 0.51	4.15 ± 0.53
Overall	4.59 ± 0.65	4.63 ± 0.36	4.39 ± 0.45	4.31 ± 0.22

Each value indicates that average of the sensory scores with the range from 1 (inferior) to 5 (good) that 37 panels recorded.

¹⁾Y+Av: yacon + aloe vera.

²⁾S+Av: strawberry + aloe vera.

³⁾Mean ± standard deviation.

Table 3. Texture profile analysis of various plant jams

Mechanical parameter	Yacon	Strawberry	Y+Av ¹⁾	S+Av ²⁾
Hardness ($\times 10^6$ dyne/cm ²)	1.04	1.52	1.25	1.49
Adhesiveness (g force)	7.14	7.46	7.32	7.50
Gel strength (dyne/cm ²)	33.29	46.32	37.12	43.17

¹⁾Y+Av: yacon+aloe vera.

²⁾S+Av: strawberry+aloe vera.

을 필요로 한다. 또한 야콘의 면역질화에 관련된 장내세균을 억제하는 성분과 야콘 비피더스균의 균체 성분이 면역기능에 영향을 미치는 그 mechanism을 밝히는 연구가 필요하다.

요 약

식중독 원인균에 대해 결명자(*Cassiae semen*), 가시오가피(*Acanthopanax cortex*), 당귀(*Angelica gigas*)는 7~10 mm의 항균력을 나타내었으며, 야콘 추출물은 10 mm의 항균력을 나타내었다. 특히 *Staphylococcus aureus* KCTC 1927에 대해서는 사용한 약재 성분들이 전반적으로 높은 항균활성을 나타내었다. 또한 야콘 잼을 제조한 결과, 연초록색의 상품가치가 높은 맛 있는 잼을 얻을 수 있었다. 관능평가에 있어서 야콘잼은 조직감이 우수하여 딸기잼 보다 높게 평가되었으며 또한 색도 우수한 것으로 평가되었다. 잼의 견고성과 젤 강도는 딸기, 딸기 + 알로에 베라, 야콘 + 알로에 베라, 야콘 잼의 순서로 나타났고, 이는 oligosaccharide 첨가의 영향이라 볼 수 있다. 야콘 잼의 기능성과 효능을 감안해 볼 때 앞으로 일반화되면 소비자의 선호도가 높을 것으로 추측되며, 비만과 당뇨병 환자도 안심하고 섭취할 수 있는 기능성 식품이라고 생각된다.

문 헌

1. Novel V. The lost crops of the Incas. *Ceres*. 17: 37-40 (1984)

- Asami T, Kubota M, Minamisawa K, Tsukihashi T. Chemical composition of yacon, a new root crop from andean highland. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 60: 122-126 (1989)
- Kang YK, Ko MR. Effect of transplanting date on growth and yield of yacon. *Korean J. Crop Sci.* 49: 188-193 (2004)
- Doo HS, Li HL, Kwon TO, Ryu JH. Changes in sugar contents and storability of yacon under different storage conditions. *Korean J. Crop Sci.* 45: 300-304 (2000)
- Ohyame T, Ito O, Yasuyoshi S, Ikarashi T, Minamisawa K, Kubota M, Tsukihashi T, Asami T. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sanchifolia*). *Soil Sci. Plant Nutr.* 36: 167-171 (1990)
- Doo HS, Kang CS, Ryu JH. Induced mutation by gamma-ray irradiation on crown bud of yacon (*Polymnia sonchifolia* poeppig & endlicher). *Korean J. Breed.* 33: 1-6 (2001)
- Doo HS, Li HL, Park CH, Ryu JH. Growth characteristics of yacon according to growing days. *Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University* 32: 26-34 (2001)
- Doo HS, Ryu JH, Choo BK. Growth and yield responses of yacon according to fertilize the nitrogen, phosphate and potassium. *Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University* 33: 51-60 (2002)
- Kang SA, Han JA, Jang KH, Choue RW. DPPH radical scavenger activity and antioxidant effects of cham-dang-gui (*Angelica gigas*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1112-1118 (2004)
- Park UY, Change DS, Cho HR. Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 21: 91-96 (1992)
- Kim JM, Kim HT, Hwang SM. Instant tea preparation from *Cassia tora* seeds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 242-247 (1990)
- Ko SK, Kim JS, Choi YE, Lee ST, Park KS, Chung SH. Antidiabetic effect of mixed water extracted from ginseng radix rubra, acanthopanax cortex, and cordyceps. *Korean J. Pharmacogn.* 33: 337-342 (2002)
- Kang YG, Lee JH, Chae HJ, Kim DH, Lee SH, Park SY. HPLC analysis and extraction methods of decursin and decursinol angelate in *Angelica gigas* roots. *Korean J. Pharmacogn.* 34: 201-205 (2003)

(2005년 10월 7일 접수; 2005년 11월 30일 채택)