

자원식물인 비수리의 유용물질 분석 및 기능성 식품으로써의 활용

안철현^{1*}

¹한국농수산대학 교양공통과

Analysis of Useful Materials of Resource Plant, *Lespedeza cuneata*. G. don and Utilization as Functional Food

C. H. Ahn^{1*}

¹Korea National College of Agriculture and Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea

Abstract

It is *Lespedeza cuneata*. G. don used as a remedy for cough, asthma, premature ejaculation and so on, though it has been used for a long time. In order to investigate the possibility of using *Lespedeza cuneata*. G. don as a raw material for functional food, we examined useful substances through analysis.

In the study, 124 useful substances were analyzed and 84 of them were found to be functional. In 6 species, 6 of them were found to be functional and 5 of them were functional.

In the present study, the other useful substance, D-pinitol, also confirmed its functionality. Potassium isolespedezate and Potassium lespedezate act as antibiotics, Trifolin acts as an antibiotic and hepatoprotectant, and Vitexin acts as a hepatoprotectant. D-pinitol has shown excellent efficacy in patients with prediabetic and insulin-resistant diabetes. As it contains a large amount of useful substances, it can be utilized as a highly functional food.

Key Words : *Lespedeza cuneata*. G. don, Functional food, Anti-diabetic, D-pinitol

^{1*}교신저자 한국농수산대학 ach0405@gmail.com

I. 서론

경제성장과 더불어 식생활의 서구화 및 다양화로 음식으로 섭취하는 영양상태가 꾸준히 향상되었으나 운동 부족등 이유로 각종 성인병이 날로 증가하고 있으며 그중에서도 당뇨병이 증가 추세에 있다. 최근 당뇨병의 발병 연령대가 소아단계까지 내려가 심지어는 소아당뇨병 환자가 증가하는 추세이다. 이러한 질병을 치료하기 위한 많은 치료법과 약재가 연구 및 개발되고 있는데 특히 부작용이 적거나 없는 식물 유래 천연물 재료를 이용한 치료제의 개발에 많은 집중이 이루어지면서 더욱 선호 되고 있다. 식물체에 함유된 다당류의 활성에 관해서는 혈당강하(Hikino et al., 1986 ;Kato and Miura,1994), 항암(Medina et al., 1994), 면역증강(Ohno et al., 1985) 및 항바이러스 작용(Zhang et al., 1997) 등이 보고되고 있으며 항암치료의 면역요법제로서 임상에 응용되고 있다. 우리나라의 5대 사망원인 중 하나인 당뇨병은 비만과 운동부족의 증가로 인해 전 세계적으로 유병률이 증가하고 있다. 우리나라에서도 2003년 전 인구의 5.9%에 불과했던 당뇨병 유병률이 2030년 10.85%로 급격히 증가할 것으로 예상된다(Park et al., 2013).

당뇨병은 제 1형 당뇨병과 제 2형 당뇨병으로 나눌 수 있는데 췌장 베타세포의 인슐린 분비량이 부족하거나 결핍되어 발생하는 대사성 질환이 제 1형 당뇨병으로써 열량원의 대사를 변형시켜 고혈압, 고지혈증, 비만 및 동맥경화성 혈관 장애를 일으킨다(Ido et al. 2005; torres et al., 2006). 인슐린이 충분히 분비되도 인식하지 못하여 발생하는 것을 제 2형 당뇨병이라 할 수 있고 1형과 당뇨병과 마찬가지로 망막증, 신증, 신경장애, 감염증 등이 당뇨 합병증으로 나타날수 있다. 면역체계에도 영향을 주게 되어 세포매개성 면역에 더 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Zhao et al., 2005).

당뇨병을 완전히 치료할 수 있는 치료법은 아직 개발되어 있지 않고 주로 혈당이 정상적인 수준으로 유지되도록 하는 것이 최선의 치료법으로 알려져 있다(Park and Cho, 2007). 당뇨병의 개선을 위한 방안으로는 식이요법, 운동요법을 기본으로 하며 (Koivisto, 1993), 추가적으로 경구 혈당 강하제나 인슐린을 사용되고 있다(Lee et al., 1998). 그러나 이 약제들은 저혈당의 위험이 높고 체중증가, 오심, 구토, 소화불량 등의 소화기장애와 같은 부작용을 발생시킬 수 있음이 보고되었다(Dillmann, 1980).

따라서 최근 천연물 의약품 및 기능성 식품에 관한 시장이 확대됨에 따라 천연소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데(Katsube et al., 2004). 주로 기능성 소재물질에 관한 탐색 연구는 주로 민간요법이나 한방에서 이미 효능이 검증된 소재를 활용하고 있으며, 식이가 가능하고 부작용이 적은 천연물을 대상으로 연구가 이루어지고 있다(Wang et al., 2013).

비수리는 콩과(Leguminosae) 싸리속(*Lespedeza*)에 속하는 식물로서 야생에서는 주로 산기슭이나 강가의 모래땅에서 자라며 농업분야에서는 황폐지의 지피물 조성과 지력증진식물 그리고 녹화용 식물로 연구되고 있으며, 그 종류는 비수리(*Lespedeza cuneata*), 호비수리(*Lespedeza daurica*), 땅비수리(*Lespedeza juncea*), 청비수리(*Lespedeza inschanica*)로 나눌 수 있다(Fig. 1). 잎 모양이 찌꺼기 모양으로 절두인 것은 비수리, 잎의 양쪽이 둥근 것은 호비수리, 잎 모양이 찌꺼기 모양으로 절두인 것은 비수리, 잎의 끝 쪽이 넓은 도란형 또는 도피침형인 것은 청비수리, 땅비수리이며 청비수리는 땅비수리에 비해 엽장과 엽폭의 비가 3 : 1 정도이다. 비수리는 예로부터 민간요법으로 기침, 천식, 조루 등의 치료제로 사용되어왔다. 특히 당뇨병 치료에도 탁월한 효능이 있다고 밝혀졌다(Kee, 1993). 이러한 다양한 약리작용과 풍부한 천연 생물자원임에도 불구하고 비수리에 관한

국내의 연구는 아직까지 그 효능과 생리활성물질에 관해 구체적인 연구가 미비하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 부작용이 없는 천연물 생물소재 개발을 위한 목적과 식물내 함유하고 있는 유효 성분을 분석하여 기능성 식품소재로서의 가능성을 확인하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 비수리 (*Lespedeza cuneata*, G. don)은 강원도 원주지역에서 자생하고 있는 것을 2015년 9월에 채취하였으며 자연조건에서 풍건한 건조품을 단정바이오에서 구입하였다. 건조된 비수리는 분쇄기로 10분간 5회를 분쇄하고 동결건조는 분쇄된 비수리를 동결건조기 (PVTFD 100R, ILSHINLAB, Yangju, Korea)를 이용하여 진공도 10mm Torr, -70°C 조건에서 72시간 동안 동결건조 하였고 이를 시료로 사용하였다.



Fig. 1. *Lespedeza cuneata*, G. don

2. 실험방법

가. 비수리 유효성분 에탄올 추출

분쇄된 비수리를 추출액으로 30% ethanol

(Merck, Germany)과 멸균된 증류수를 사용하였다. 30% ethanol로 추출한 비수리 추출물은 분쇄된 비수리 1kg을 100 ml의 30% ethanol에 넣은 후 70°C 에서 3h 교반하여 추출하였다. 추출액은 filter paper No. 2(Whatman, USA)로 여과하였으며 총 3회 반복 추출하였다. 추출 후 동결건조 30% ethanol과 열수 추출액은 회전감압농축기(n-1100, EYELA, Japan)로 감압 농축 한 후 동결건조기(Bondiro FD8508, Ilshinbiobase, Korea)를 이용하여 동결 건조하였다.

나. 초고분해능 질량분석기 '15T FT-ICR MS'

1). (Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer) 이용한 분석 비수리 추출물에 대한 분석을 하기 위해 한국기초과학지원연구원에 있는 질량분석기(15T FT-ICR MS)를 사용 하였다.



Fig. 2. Fourier transform Ion cyclotron resonance mass spectrometer

농축된 비수리 추출물을 50% 메탄올을 사용하여 질량분석기(Fig. 2) MS의 결과를 분자식 필터링 및 대량의 천연물 데이터베이스 검색을 통해 주요 유효 성분의 화학적 정보를 분석 확인하고 미량(1mg 이하)의 천연물 추출물에 대한 FT-ICR-Mass 분석을 통해 주요 성분 에 대한

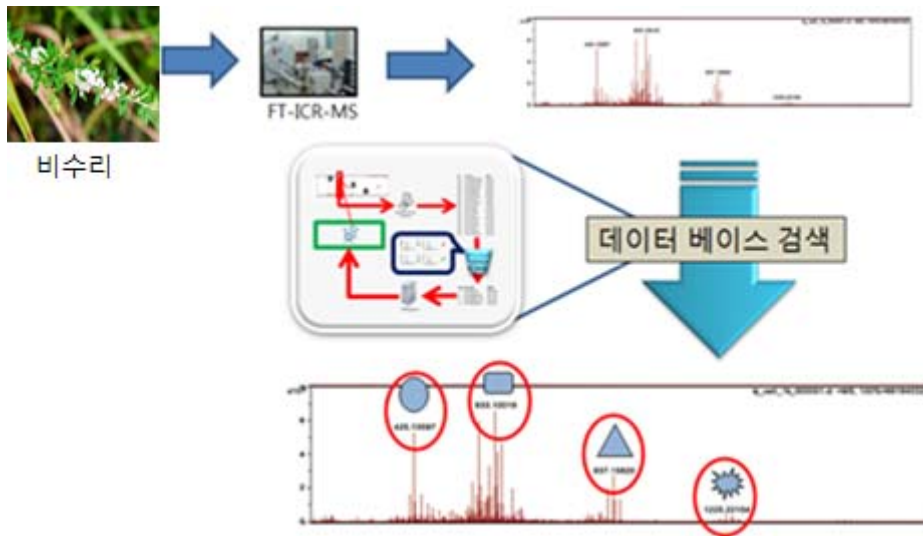


Fig. 3. Use of FT-ICR-Mass and analysis

Mass/Charge 피크들을 확보하였다(Fig. 3).

각 피크에 해당되는 분자식 및 이온화 정보를 (MolecularFormula + Ionization Adducts) 계산하고 천연물 DB 에서 Ionization-Adducts를 뺀, 나머지 Molecular-Formula 에 해당하는 화학분자 구조가 있는지 탐색하였다. 천연물 추출물의 생물 분류체계 (Taxonomy) 와 알려진 주요 구성 성분에 대한 정보를 활용하고, 이성질량체 (Isotopic-Mass) 에 대한 정보를 종합적으로 분석하여 필터링한 데이터 중 분자설계연구소에서 보유한 35만종의 천연물 데이터 베이스를 이용하여 유효 성분의 구조를 찾아냈다.

다. 가스크로마토 그래피(Gas chromatography-FID) 전처리과정

비수리 조직을 액체질소로 급속 냉각시키고 조직 분쇄기로 마쇄하여 준비된 시료를 H₂O : C₂H₅OH(1:1, v/v) 비율로 제작한 추출 용액 40 ml에 첨가하였다. 증탕기(100°C)에서 1시간을 처리하여 시료에서 모든 cyclitols을 추출하였다. 이

후 4,000 rpm 원심분리하여 cyclitols이 용출된 상등액을 취하고 이를 다시 고온 원심증발기(80°C)에서 6시간 처리하여 C₂H₅OH를 완전히 제거하였다. 식물조직용 nanosep 3K 필터에 용출된 상등액을 원심분리하여 남겨진 식물조직과 불순물을 제거하고 cyclitols이 녹아있는 추출 용액을 얻어냈다. 이를 저온 원심증발기(-20°C)에서 24시간 동안 처리하여 수분을 완전히 제거하고 순수한 cyclitols을 얻었다. 얻어진 각각의 시료를 작은 유리관으로 옮긴 후 잔여 수분을 완전히 제거하기 위하여 phosphorus pentoxide (P₂O₅)가 담긴 유리 상자에 넣은 후 잔여 수분을 증발시켰다

라. 가스크로마토 그래피(Gas chromatography-FID)를 이용한 pinitol 정성분석

준비된 reaction sample은 Gas Chromatography HP6890을 사용하여 분석하였으며 gas chromatography에 사용된 column은 DB-1 capillary column (30 M length, 0.25 mm ID,

0.25 um film thickness)를 사용하였으며 split mode injector (1:50)에 reaction sample 1 ul 를 injection하였다.

Gas chromatography의 초기온도는 150°C에서 3°C/min의 속도로 200°C까지 맞추어 5 분간 유지한 다음, 다시 7°C/min의 속도로 300°C로 맞추어 10분으로 total 20분 실시했다. injector의 온도는 280°C, detector의 온도는 300°C에서 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 초고분해능 질량분석기를 이용한 비수리에 유용 성분 구조 및 종류 분석

질량분석기를 사용하여 비수리내 총 유용성분을 분석한 결과 <Table 1>의 결과처럼 싸리속 (*Lespedeza*)에서는 Reference DB compound가 124개 분석 되었고 그중 기능을 알려진 Matching reference compound가 85개가 분석되었고 39개는 아직 기능을 알려지지 않았다. 비수리 (*Lespedeza cuneata*)에서는 6개가 분석되었고 그중 기능을 알려진 Matching reference compound가 5개가 분석되었고 1개는 아직 기능이 알려지지 않았다.

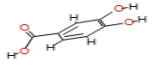
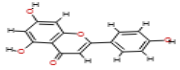
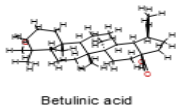
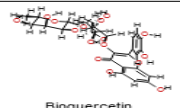
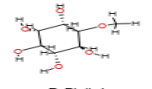
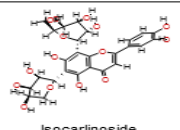
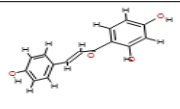
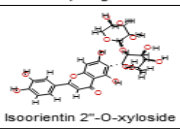
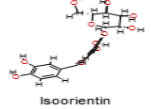
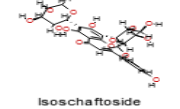
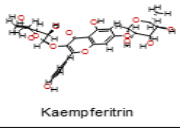
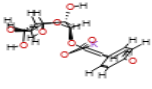
비수리 분석 결과 비수리 속에서 알려진 기능이 유효성분과 알려지지 않은 성분을 살펴보면 <Table 2>와 같이 싸리속(*Lespedeza*)에서는 Api- genin이 유효성분으로 함유되어 있지만 기

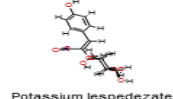
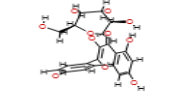
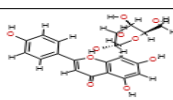
능이 밝혀지지 않았고 비수리(*Lespedeza cuneata*)에서는 D-Pinitol이 기능이 밝혀지지 않았다. 비수리내에 함유된 D-Pinitol의 기능을 기존 연구로 확인하였다. D-Pinitol은 당뇨병 환자 중에서도 95%에 해당하는 제 2 형 당뇨병 환자의 치료에 이용된다. 일반인들과는 달리 제 2 형 당뇨병 환자들에게는 *myo*-inositol을 *D-chiro*-inositol로 전환하는 기능이 결핍되어있어 소변 내의 *D-chiro*-inositol 농도가 낮다고 보고되었다 (Kim et al., 2005). 이 때 *D-chiro*-inositol 투여시 *D-chiro*-inositol은 혈관 내 세포에서 galactosamine과 인슐린 신호전달체를 형성하여 insulin mediator로 작용함으로써 혈당을 조절할 수 있다(Ortmeyer et al., 1993). 이러한 *D-chiro*-inositol을 외부에서 투여하기 위해 *D-pinitol*을 사용한다. 이는 인슐린과 유사한 역할을 하여 당뇨병 환자의 혈당 조절을 도와 체내의 혈당을 감소시킨다. *D-Pinitol*은 자연상태에서 *D-pinitol* 형태로 존재하지만 체내에 들어가면 *D-chiro*-inositol과 같은 역할을 하게 되어 당대사를 정상화 시키게 된다. *D-Pinitol*은 이미 세계 각국의 당뇨병 환자들에게서 유효한 물질로 인식되어져왔고 민간요법으로 많이 이용되었다. 남아프리카에서는 African Ginseng 이라고도 불리는 *Sutherlandia sp.* 식물의 잎을 이용하여 당뇨병을 치료하는 민간요법으로 사용하여 왔는데 그 유효 성분 중의 하나가 *D-pinitol*로 밝혀졌다(Sia, 2004).

Table 1. Analysis result bullet

Sample	Matching reference compound	Reference DB compound	학명
비수리 (<i>Lespedeza cuneata</i> G. don)	5	6 (Species)	<i>Lespedeza cuneata</i>
	85	124 (Genus)	<i>Lespedeza</i>

Table 2. Major materials included in *Lespedeza cuneata*. G. don

Molecule	Exact Mass	Chemical name	Molecular Formula	Predicted Activity
 3,4-Dihydroxybenzoic acid	154.0266	3,4-Dihydroxybenzoic acid	C ₇ H ₆ O ₄	Antacid
 Apigenin	270.0528	Apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	
 Betulinic acid	456.3603	Betulinic acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	Hepatoprotectant
 Bioquercetin	610.1533	Bioquercetin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Hemostatic Antiinfective Antioxidant
 D-Pinitol	194.0790	D-Pinitol	C ₇ H ₁₄ O ₆	
 Isocarlinoside	580.1428	Isocarlinoside	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₅	Vasodilator, coronary Hepatoprotectant Vasodilator
 Isoliquiritigenin	256.0735	Isoliquiritigenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	Antacid
 Isoorientin 2''-O-xyloside	580.1428	Isoorientin 2''-O-xyloside	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₅	Hepatoprotectant Vasodilator
 Isoorientin	448.1005	Isoorientin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	Hepatoprotectant
 Isoschaftoside	564.1479	Isoschaftoside	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₄	Hepatoprotectant Vasodilator, coronary Vasodilator
 Kaempferitrin	578.1635	Kaempferitrin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	Hemostatic Antiinfective Antioxidant
 Potassium isolespedezate	380.0509	Potassium isolespedezate	C ₁₅ H ₁₇ KO ₉	Antiinfective

 Potassium lepedezate	380.0509	Potassium lepedezate	C ₁₅ H ₁₇ KO ₉	Antiinfective
 Trifolin	448.1005	Trifolin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	Hemostatic Hepatoprotectant Vasodilator Antiinfective Antioxidant
 Vitexin	432.1056	Vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	Hepatoprotectant

*Species matching compound는 붉은 색으로 표기

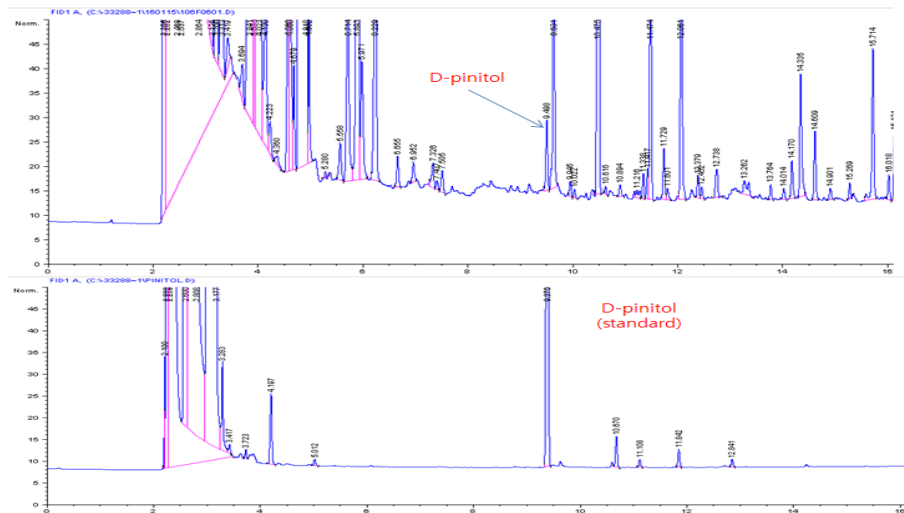


Fig. 4. Analysis of the D-pinitol by gas chromatography.

2. 비수리 내 항당뇨 기능을 하는 D-pinitol 정량 분석.

Gas-chromatography를 이용하여 질량분석기에서 확인된 항당뇨 기능을 하는 D-pinitol의 정량분석을 확인하였다. 기준물질인 D-pinitol을 retention time 9.395 에서 peak를 확인 하였고 비수리를 전처리하여 GC-FID를 이용하여 비수리 내 D-pinitol을 확인한 결과 기준물질과 같은

retention time에 높은 peak가 존재하는 것을 확인하였다. 이것은 질량분석기에서 분석 된 D-pinitol이 비수리 내에서도 측정만 가능한 양이 아닌 충분한 양이 함유 되어있는 확인하였다. 비수리에 여러 가지 유효성분이 존재하지만 항당뇨 기능을 하는 D-pinitol이 다량 함유된 것은 성분에 의한 기능성이 나타난다고 볼 수 있다.

IV. 적 요

비수리는 자원식물로서 농업분야에서는 황폐지의 지피물 조성과 지력증진식물 그리고 녹화용 식물로서 연구되고 있었으며 최근에 기능성 물질에 많은 관심을 받고 연구 중에 있다. 또한 비수리는 오래전부터 민간요법으로 많이 사용되었는데 이것은 여러 가지 기능이 알려지면서 주로 기침, 천식, 조루 등의 치료제로 사용되어왔다. 하지만 정확히 물질에 의해 효능이 발생하는지 연구가 미진한 부분에 있다. 따라서 본 연구는 기능성 식품 소재 개발을 위한 목적으로 비수리를 분석하였고 함유된 물질과 유효성분은 분석하여 조사한 결과 <Table. 2>에서 같이 결과가 나타났다. 싸리속에서는 밝혀진 124개 물질 중에 84개의 물질이 성분이 확인되었고, 비수리에서는 밝혀진 6개 중에 5개가 성분이 확인되었고 본 연구를 통해서 나머지 물질의 기능도 확인하였다. 비수리에 함유된 주요 물질과 기능으로는 Potassium isolespedezate, Potassium lespedezate는 항생제 역할을 하는 것으로 나타났고, Trifolin는 항생제와 간 보호제 역할, Vitexin는 간보호제 역할하는 것으로 나타났다. 질량분석기데이터에서 찾지 못한 D-pinitol은 기능을 최근에 D-chiro-inositol, D-pinitol이 체내 당 대사를 조절하는 능력을 가진다는 연구결과가 발표되었으며 D-chiro-inositol의 섭취로 인하여 혈당강하 효과가 나타나는 것이 확인 되었다(Larner, 2001; Pak et al., 1993). 작용기작으로는 D-chiro-inositol에서 유도되는 inositol phosphoglycan이 인슐린작용에 잠재적으로 중요한 postreceptor mediator (인슐린receptor에서 신호를 전달한 후 세포 내로의 downstream 신호 전달에 관여하는 신호전달 중재자)로서, 생리적 농도의 인슐린에 반응하여 빠르게 생성되며 in vivo에서 인슐린과 유사한 효과를 나타낸다고 보고된 바 있다(Hong and Pak, 2005; Kennigton

et al., 1990; Ortmeier et al., 1993). 이러한 결과들은 D-pinitol이 당뇨병 전증(prediabetic) 환자 및 인슐린 저항성 당뇨병에 걸린 환자에 탁월한 효과가 있을 것으로 사료되는 바이다. 따라서 싸리(*Lespedeza*)속 식물 중 비수리(*Lespedeza cuneata*), 호비수리(*Lespedeza daurica*), 땅비수리(*Lespedeza juncea*), 청비수리(*Lespedeza inschani-ca*) 중에서 비수리만 주요 기능이 있는 것으로 나타났고 비수리(*Lespedeza cuneata*)를 이용하여 성분 추출하여 활용한다면 식품 생산에 적용한다면 기능성 식품으로 기능을 할 수 있는 가능성이 높다고 판단되는 바이다.

V. 참고문헌

1. Dillmann, W. H. (1980). Diabetes mellitus induced changes in cardiac myosin of the rat. *Diabetes* 29: 579-582.
2. Hikino, H., Takahashi, M., Otake, K., and Konno, C. (1986). Isolation and hypoglycemic activity of eleutherans A, B, C, D, E, F, and G : Glycans of *Eleutherococcus senticosus* root, *J. Nat. Prod.* 49, 293-297.
3. Hong, Y., and Pak, Y. (2005). Effect of chiroinositol from soybean on reducing hyperglycemia and its role for nutraceutical supplement for insulin resistance. *Journal of Life Science* 15,197-201.
4. Ido, W., Siegal, S., Raphael, C., Avraham, K., Bella, K. (2005). Diabetes mellitus and breast cancer. *Lancet Oncol* 6: 103-111.
5. Kato, A., and Miura, T. (1994). Hypoglycemic action of the rhizomes of *Polygonatum officinale* in normal and diabetic

- mice. *Planta Med.* 60, 201-206.
6. Katsube, T., Tabata, H., Ohta, Y., Yamasaki, Y., Anuurad, E., Shiwaku, K., Yamane, Y.. (2004). Screening for antioxidant activity in edible plant products: Comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. *J Agric Food Chem* 52: 2391-2396.
 7. Kee, C. H. (1993). The pharmacology of Chinese herbs, CRC Press. pp.222.
 8. Kennigton, A. S., Hill, C. R., Craig, J., Bogardus, C., Raz, I., Ortmeier, H. K., Hansen, B. C., Romero, G., and Larner, J. (1990). Low urinary chiro-inositol excretion in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *New Eng. J. Med.* 323, 373-378.
 9. Kim, J. I., Kim, J. C., Kang, M. J., Kim, J. J., and Cha, I. J. (2005). Effects of pinitol isolated from soybeans on glycaemic control and cardiovascular risk factors in Korean patients with type II diabetes mellitus: a randomized controlled study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59, 456-458.
 10. Koivisto, V. A. (1993). Insulin therapy on type II diabetes. *Diabetes Care* 16: 29-39.
 11. Larner, J. (2001). D-chiro-inositol in insulin action and insulin resistance. *IUBMB Life* 51, 139-148.
 12. Lee, H. A., Sim, H. S., Choi, K. J., Lee, H. B. (1998). Hypoglycemic action of red ginseng components (II): Investigation of effect of fat soluble fraction from red ginseng on enzymes related to glucose metabolism in cultured rat hepatocytes. *Korean J Ginseng Sci* 22: 51-59.
 13. Medina, F. S., Gamez, M. J., Jimenez, J., Osuna I., and Zarzuelo A. (1994). Hypoglycemic activity of Juniper Berries. *Planta Med.* 60, 197-203.
 14. Ohno, N., Suzuki, I., Sato, K., Oikawa, S., Miyazaki, T., and Yadomae, T. (1985). Purification and structural characterization of an antitumor β -1,3-glucan isolated from hot water extract of the fruitbody of cultured *Grifola frondosa*. *Chem. Pharm. Bull.* 33, 4522-4527
 15. Ortmeier, H. K., Huang, L. C., Zhang, L., Hansen, B. C., and Larner, J. (1993). Acute effects of D-chiro-inositol administration in streptozotocin-diabetic rats, normal rats given a glucose load, and spontaneously insulin-resistant rhesus-monkeys. *Endocrinol.* 132, 646-651
 16. Park, I. B., Kim, J., Kim, D. J., Chung, C. H., Oh, J. Y., Park, S. W., Lee, J., Choi, K. M., Min, K. W., Park, J. H., Son, H. S., Ahn, C. W., Kim, H., Lee, S., Lee, I. B., Choi, I., and Baik, S. H. (2013). Diabetes epidemics in Korea: Reappraise nationwide survey of diabetes "Diabetes in Korea 2007". *Diabetes Metab J* 37: 233-239
 17. Pak, Y., Paule C. R., Bao Y. D., Huang L. C., and Larner J. (1993). Insulin stimulates the biosynthesis of chiro-inositol obtaining phospholipids in a rat fibroblast line expressing the human insulin receptor. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 7759-7763
 18. Park, H. R., Cho, J. S. (2007). Effects of

- natural medicinal multiplantextract on blood glucose, insulin levels, and serum-malondialdehyde concentrations in streptozotocin-induceddiabetic rats. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 205-212.
19. Sia, C. (2004). Spotlight on ethnomedicine: Usability of *Sutherlandia flutescens* in the treatment of diabetes. *Rev. Diabetic Stud.*, 1, 145-149.
20. Torres, N., Torre-Villalvazo I., Tovar, A. R. (2006). Regulationof lipid metabolism by soy protein and its implication indisease mediated by lipid disorders. *J Nutr Biochem* 17:365-373.
21. Wang, Q., Kuang, H., Su, Y., Sun, Y., Feng, J., Guo, R., Chan, K. (2013). Naturally derived anti-inflammatory compounds from Chinese medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 146: 9-39.
22. Zhang, Z., Kiyohara, H., Matsumoto, T., and Yamada ,H. (1997), Fractionation and chemical properties of immunomodulatingpolysaccharides from roots of *Dipsacus asperoides*, *Planta Med.* 63,393-398.
23. Zhao, G., Kan, J., Li, Z., Chen, Z. (2005). Structural features andimmunological activity of a polysaccharide from *Dios-coreaopposita* Thumb roots. *Carbohydr Polym* 61: 125-131.