

# 농촌소득 증대를 위한 특용작물 백하수오의 재배 촉진을 위한 연구

이대원

(동국대학교 생물학과)

## Investigation for Improvement of Cultivation of *Cynancum wilfordii*(Maxim.)Hemsley to Increase Income of Farmer in Korean Countryside

Dae-Won Lee

Associate Professor of Dongguk University

### 적 요

농가에서 약용식물로 재배하고 있는 백하수오에서 탁월한 항산화 효과를 갖고 있는 gagamine이라는 물질을 HPLC를 이용하여 정량 분석하여 식물체 여러 조직별, 재배 시기별, 광도 및 명암조건 또는 품종별 함량변화를 조사하여 향후 작물 이용의 효율성을 높이는데 참고하고자 하였다. 재배시기별 gagamine의 함량변화는 잎의 경우 6, 7, 9월로 갈수록 함량이 뚜렷이 증가하였다. 뿌리와 줄기도 시일이 경과함에 따라 다소 함량이 증가하는 경향을 보였다. 잎의 경우는 약한 빛(150 lux)에서 3일 동안 처리한 것이 가장 함량이 높았고, 밝은 빛(2000 lux)에서는 낮게 나타난다. 뿌리는 이와는 반대로 약한 빛(150 lux)에서는 함량이 낮았으나 밝은 빛(2000 lux)에서는 높게 나타났다. 또한 줄기는 중간정도의 빛 (500 lux)에서 함량이 가장 높았다. 명·암 조건에 따른 gagamine 농도 변화 결과는 500 lux에서 24 h동안 빛을 조사 하였을 때는 큰 변화가 일어나지 않았고 암조건의 경우에는 잎, 줄기, 뿌리가 각각 다른 양상을 보여주고 있다. 잎의 경우에는 암상태에서 gagamine함량이 증가하였으며, 4일, 혹은 6일 암상태에서 가장 최대치를 나타내었다. 품종별 뿌리조직에 대한 분석에서는, 중국산에서 국내산보다 2배 이상 gagamine이 검출되었고 속 조직보다는 겉 조직에 많이 들어있었다.

### 1. 서론

현재 전세계적으로 약 300,000여종의 식물들이 알려져 있는데 이 들로부터 합성되는 2차대사산물은  $2 \times 10^4$ 여종에 이르고 매년 1,500여종의 물질을 식물체로부터 추출, 분리하고 있다. 이들은 또한 다양한 생리활성을 나타내고 있어 예로부터 약용, 천연염료, 향

료, 살충제 등으로 사용되고 있다. 의학이 고도로 발달된 현대에 와서도 천연물은 화학합성물보다 인체에 해가 적다는 장점 때문에 점차 그 수요와 이용 범위가 증가되고 있는 추세이다.

전통적으로, 식물의 재배에 의한 유용천연물질의 생산은 식물체의 번식률 재배법 및 재배기간 동안의 기후 등에 의하여 생산량이 좌우되므로 안정적인 공급이 어려운 실정이다. 뿐만 아니라 대부분의 천연유

용물질은 구조가 복잡한 관계로 인공적인 합성이 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 그러므로 장기적인 측면에서 식물에서 유래하는 이차대사산물의 안정적인 공급과 가격의 합리화를 위해서는 2차대사산물의 생산을 위한 혁신적인 기술개발이 필수적이다. 그리고 2차대사산물의 생산성을 높이기 위해서는 유용물질의 함량이 높은 품종의 선발과 적절한 배양조건의 규명이 선결 과제이며 이들의 함량은 식물체의 발달 단계 및 기관에 따라 차이가 나기도 하고 배양시의 광 조건 및 재배지 혹은 서식환경에 따라 상당한 차이를 나타내고 있다. 특히, 빛은 식물의 중요한 생장 조절 요인으로써 광량(light intensity), 광질(phytochrom, cryptochrome 및 UV-receptor) 그리고 광주기(photoperiod)로 나눌 수 있으며, 식물 호르몬과 같이 형태발생이나 분화과정에서 중요한 조절인자로 작용하므로 2차대사산물의 합성에 많은 영향을 미칠 수 있다. 그럼에도 불구하고 antocyanin, betanin 그리고 shikonin 등과 같은 천연색소에 주로 한정되어 연구가 되었을 뿐 다른 2차대사산물과의 관계에 관한 연구는 아직까지 초보적인 수준에 있다.

본 과제에서 대상으로 삼고 있는 은조롱(일명: 하수오, *Cynancum wilfordii*)은 박주가리(Asclepiadaceae)과에 속하는 덩굴성 다년초로서 한방에서는 그 뿌리를 백하수오라고 하며 동의보감에 따르면 노화방지에 특효가 있는 약용식물로서 혈관질환, 당뇨병, 혈관수축에 의한 국소 빈혈과 노화 등 노인병 치료제로 알려져 왔다(Kim, 1996; Huh 1613). 이 식물의 뿌리

로부터는 sarcosrin, deacylcynanchogenin, wilforine, caudatin 등이 추출되었으며(Hayashi et al 1972; Mitsuhashi et al 1966). 또한 이 식물체에서는 steroidal glycoside와 benzophenone 등이 함유되었다고 보고되었다(Gong et al, 1988; Zhu et al 1988). 최근 이 식물체의 뿌리로부터 steroidal alkaloid인 gagaminine을 분리하여 추출한 바 있으며(Lee et al, 1996), 이는 노화라든가 혈관질환 당뇨병 등에 탁월한 효과가 있는 항산화제로서 알려졌다(Lee et al, 1994). 또한 이것은 cholestan이라는 steroid 구조에 cynamic acid와 nicotinic acid가 ester결합을 하고 있는 형태로서, 구조적으로 매우 복잡하여(Fig. 1), 인공적인 합성이 까다로운 것으로 알려졌다. 현재 하수오 재배 농가에서는 그 뿌리만을 한약의 재료로서 판매하고 있으나 최근 연구 결과에 의하면 줄기에서도 노화 방지와 혈관질환 당뇨병 등에 탁월한 효과가 있는 유용성분인 Gagaminine이 다량 함유된 것으로 알려졌다(Kim 1998, Shin 1999).

Gagaminine은 예로부터 한방에서 노화방지와 관련된 신비의 영약으로 알려진 백하수오로부터 추출된 현재까지 보고된 유일한 항산화제이다. 실제로 백하수오의 노화방지에 대한 약리효능은 gagaminine과 같은 항산화제의 작용에 의해서 이루어질 가능성이 많다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 유용자원 식물의 효율적인 이용을 위해 은조롱의 각 조직별, 시기별 또는 건조 및 추출 방법별 gagaminine의 함량을 HPLC를 통하여 조사하여 효율적으로 생산할 수 있는 조직이나 시기 또는 cell line을 선발하고 gagaminine의 생산을 위한 최적 재배조건을 규명하여 gagaminine의 대량생산을 위한 기초 정보를 수립함으로써 향후 효율적인 백하수오의 유용물질 생산과 아울러 이 작품의 다양한 이용 가능성을 알아보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 식물조직

식물재료는 98년 9월말 영주 농촌지도소를 통하여 한약 재배농가로부터 은조롱(*C. wilfordii*)을 분양받았

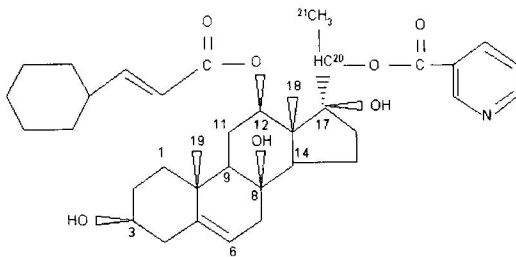


Fig. 1 Structure of gagaminine

으며, 줄기, 잎, 뿌리를 채취하여 실험에 사용하였으며, 조건별 gagaminine 함량 분석을 위해 뿌리와 종자를 파종하여 발아된 줄기, 잎, 뿌리를 아래와 같은 실험에 동일하게 사용하였다.

가. 각 조직별 / 재배 기간별 gagaminine 함량 분석  
은조롱(*Cynanchum wilfordii*)의 종자 발아 후, 6월, 7월, 9월에 잎, 줄기, 뿌리를 각각 3-12개의 sample을 채취하여 조직별 gagaminine 함량을 분석하여 평균값을 구했으며, 재배기간별 함량차이를 비교 분석하였다.

나. 명·암 조건에 따른 gagaminine 함량분석  
재배기간을 달리한 각각의 식물체를 사용하여, 명·암조건하에서의 gagaminine 함량 분석을 실시하였다. 식물체에 일정기간(2일, 4일, 6일)동안 암상태를 유지하여 재배한 식물체와 광원으로 백열램프를 24시간동안 500 lux로 조사한 식물체를 자연상태에 있는 식물체와 비교 분석하였다.

다. 광조건에 따른 gagaminine 함량 분석  
재배기간을 달리한 각각의 식물체를 사용하여 광량 변화에 따른 gagaminine 함량 분석을 실시하였다. 광원으로 형광 램프를 사용하여 광량을 150 lux, 500 lux, 2000 lux의 조건을 사용하여, 3일동안 조사하여 gagaminine 함량을 비교 분석하였다.

## 2. 구근 조직

99년 12월초, 영주의 한 재배 농가로부터, 약재로 사용되고 있는 은조롱(*C. wilfordii*)의 구근 조직을 중국산과 재래종을 각 1종씩 분량을 받았으며, 중국산의 품종은 판매용으로 사용되는 굵은 뿌리(구근의 직경: 1.0cm~3.0cm)와 이듬해 식재용으로 사용하는 1.0cm미만의 구근을 구분하여 실험에 사용하였다. 구근조직의 내피 안쪽(속질부위)만이 약재로 사용되고 있는 점에 착안하여 내피 안쪽(속질)과 바깥쪽(겉질)을 분리 채취하였고, 뿌리의 굵기에 따른 성분 비교를 위해, 통통한 부위와 가는 부위를 구분하여 사용하였다.

## 3. 건조방법

### 가. 급속 동결 건조

식물재료를 부위별로 채취하여, 즉시 액화질소를 이용하여 급속 동결한 후, 막자 사발을 이용하여 미세한 분말형태로 분쇄하였다. 분쇄된 분말은 Centra Vacuum System을 이용하여 약 3 h 동안 건조하였다.

### 나. Dry oven에 의한 고온 건조

식물재료를 채취하여, Dry Oven(55°C)에서 24시간 건조시켜, 막자 사발을 이용하여 미세한 분말형태로 분쇄하였다. 자연 건조 식물재료를 채취하여, room temp. (24°C)에서 72h~168h 건조시켜, 막자 사발을 이용하여 미세한 분말형태로 분쇄하였다.

## 4. HPLC분석

### 가. 검액 제조 및 HPLC용 시료제조

각 조건별, 조직별 제조되어진 분말의 sample에 추출용 메탄올 50ml 첨가하여 coolingextract에서 추출(40°C, 3hours)한 후, Evaporator(50°C)에서 메탄올을 농축하였다. 농축된 액은 filtration(in 0.2  $\mu$ m pore)한 후, HPLC용 메탄올 5ml를 첨가하여 벽면의 농축되어진 잔여 sample을 재용해하였다. 그리고 이를 HPLC용 분석용 시료로 사용하였다.

### \* Operating conditions of HPLC

Column	XDB-C18 (4.6×250 mm)
전개용매	MeOH-H <sub>2</sub> O (70 : 30 vol%)
용매유속	1 ml/min
시료주입량	10 $\mu$ l
측정흡광도	UV 흡광도 (254 nm)
Stop time	30min
LC stop time	30min
column temp.	40°C

HPLC: CLASS - LC 10, SPD-10A UV-VIS Detector, LC-10A D A B Pump system(Shimadzu corporation, KYOTO, JAPAN).

## 나. HPLC 분석조건

Gagaminine의 Standard는 알칼로이드 분획추출법 (Lee et al, 1996)에 의하여 추출된 시료를 사용하였으며 매 시료마다 standard와 비교 분석하였으며 HPLC분석 조건은 다음과 같다.

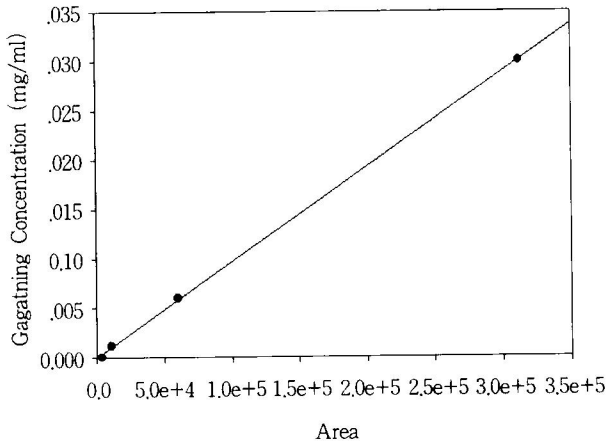


Fig. 2. Regression Curve  
(Gagaminine Concentration vs Area)

## 5. 검량선 측정

Gagaminine의 정량적 분석을 위해, standard의 농도를 0.03, 0.006, 0.0012, 0.000048mg/ml로 변화시켜 HPLC를 이용하여 다음과 같이 검량선을 측정하여

농도를 산출하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 식물체 각 조직별 gagaminine의 농도 변화

식물체 각 조직별 gagaminine의 함량변화는 식물체의 sample에 따라 상당한 편차를 나타내었다. 따라서 실험구중 잎의 경우 6~7월보다 9월에 조사한 sample의 gagaminine의 함량이 6배 이상 높았으며, 따라서 6, 7월의 경우, 잎이 뿌리보다 gagaminine의 함량이 낮았으나 9월에는 줄기나 뿌리의 함량보다 2배정도 많은 것으로 조사되었다(Fig. 3). 이는 많은 종류의 2차대사산물이 잎의 엽록체에서 합성된다는 것을 감안할 때, gagaminine도 잎에서 생성되지 않나 여겨진다. 따라서 생육 초기인 6월에는 잎에서의 gagaminine의 함량이 낮다가 성숙기인 9월에는 뚜렷이 증가하는 현상을 보이고 있다.

줄기나 뿌리 또한 7월보다는 9월에 gagaminine함량이 증가한 것으로 나타났다. 따라서 수확기가 가까운 9월로 갈수록 식물체 조직에서의 gagaminine함량이 높아졌다(Fig. 3).

이밖에도 잎, 줄기, 뿌리조직 이외에도 10월에 재배지에서 열매를 채취하여 열매 속과 겉의 gagaminine의 함량을 분석하였으나 지극히 미량(속: 0.005 mg

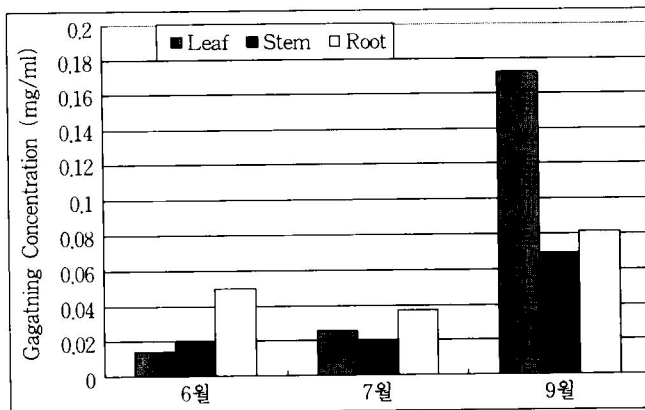


Fig. 3 Comparison of the gagaminine concentrations in the tissues of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) Hemsley.

/ml, 길: 0.003 mg/ml)이 검출되었다(data not shown).

## 2. 건조 방법별 gagamineine 농도 변화

건조방법에 따른 gagamineine의 함량은 식물조직에 따라 상당히 큰 차이를 보이고 있다. 잎의 경우에는 Dry oven(55°C)에서 건조시킨후 추출하는 것이 다른 경우보다 약 3배 정도 높은 양이 추출되었으며, 그 밖에 줄기나 뿌리등 다른 조직들에서는 건조방법에 따라 크나큰 차이를 보이지 않았으며 자연건조의 경우에는 모든 조직에서 가장 적은 양이 추출되었다(Fig. 4).

건조방법별 gagamineine의 함량 변화를 비교하면 식물이 생존당시의 gagamineine 함량과 건조되는 과정에서 gagamineine 함량의 변화를 알아볼 수 있다고 판단된다. 실제로 2차대사산물이 다량 포함되어 있는 약용식물의 다양한 건조방법은 식물에 따라서는 약의 효능을 극대화 할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 액화질소에 의한 추출은 일반적으로 식물이 생존하고 있는 동안에 함유하고 있는 물질을 그대로 나타내준다고 볼 수 있다. Dry oven(55°C)이나 실온(24°C)에서의 자연건조는 식물조직들이 살아있는 동안 건조되면서 gagamineine함량이 자연에서의 생존시와 어떻

게 변화하는지를 알아볼 수가 있다.

이 실험에서, 잎의 경우에는 Dry oven(55°C)에서 건조한 sample들에서 다량의 gagamineine이 검출되는 것으로 나타났다. 이는 잎이 gagamineine의 합성장소라면 당연히 나타날 수 있는 결과라고 여겨진다. 왜냐하면 잎을 채취한 후 50°C이상의 고온에서는 온도에 의한 스트레스를 초래해 세포내에서 항산화 물질의 증가를 가져 올 수 있다고 보여지기 때문이다. 반면에 커다란 온도 변화가 없는 실온(24°C)의 건조나, 식물체 생존당시의 gagamineine함량을 추정할 수 있는 액화 질소에서의 경우에는 어떠한 외부적 스트레스도 식물체에 미치지 않았다고 볼 수 있고, 본 실험 결과에서도 줄기나 뿌리에서는 gagamineine의 함량이 더 이상 증가하지 않고 있다. 줄기나 뿌리에서는 gagamineine의 생성이 일어나지 않는다면 추출전 처리가 별다른 영향을 미치지 않는다고 보여진다.

## 3. 광조건별 gagamineine 함량변화

광조건별 gagamineine의 함량변화를 보면, 잎, 줄기, 뿌리에서의 함량이 각각 다르게 변화하였다. 잎에서는 150 lux에서 500 lux, 2000 lux로 갈수록 gagamineine의 농도가 감소하는 것으로 나타났으며, 줄기는 150 lux보다 500 lux에서 증가하다가 2000 lux에서 다시

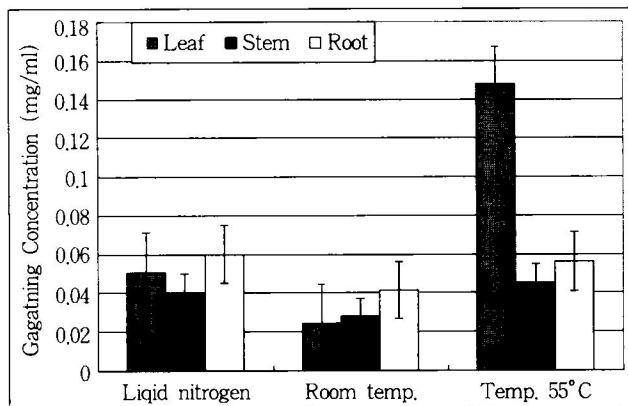


Fig. 4 Comparison of the gagamineine concentrations on the drying methods in the tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley.

감소하였다. 반면에 뿌리에서는 150 lux, 500 lux, 2000 lux로 갈수록 gagaminine의 함량이 증가하는 것으로 나타났다(Fig 5).

잎의 경우는 약한 빛(150 lux)에서 3일 동안 처리한 것이 가장 함량이 높았고, 밝은 빛(2000 lux)에서는 낮게 나타났다. 뿌리는 이와는 반대로 약한 빛(150 lux)에서는 함량이 낮았으나 밝은 빛(2000 lux)에서는 높게 나타났다. 또한 줄기는 중간정도의 빛(500 lux)에서 함량이 가장 높았다. 따라서 gagaminine

은 약한 빛에서는 잎에서 많이 생성되며, 빛이 좀더 강할 경우에는 줄기를 통해서 뿌리로 이동하지 않는가 보여진다.

#### 4. 명/암 조건에 따른 gagaminine의 함량 변화

명/암조건에 따른 gagaminine 농도 변화 결과는 500 lux에서 24 h동안 빛을 조사하였을때는 큰 변화가 일어나지 않았다. 그러나 암조건의 경우에는 실험

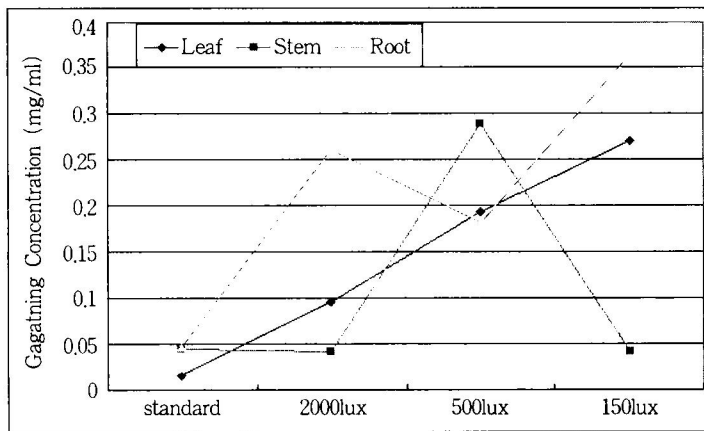


Fig. 5 The Effects on the different Light Intensity of the gagaminine concentrations in the stem, leaf and root disk of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley.

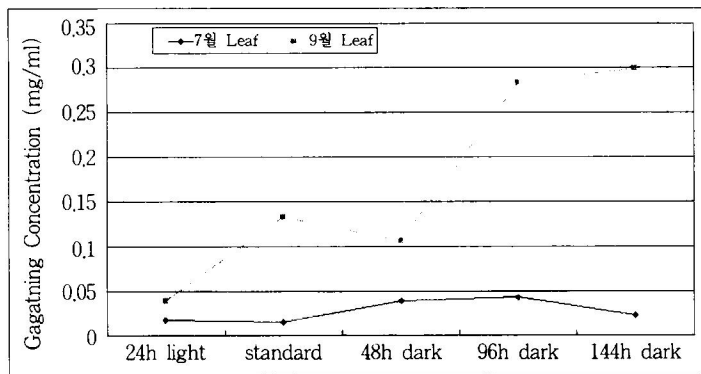


Fig. 6 Comparison of the gagaminine concentrations on the Light and Dark Conditions in the Leaf Tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley

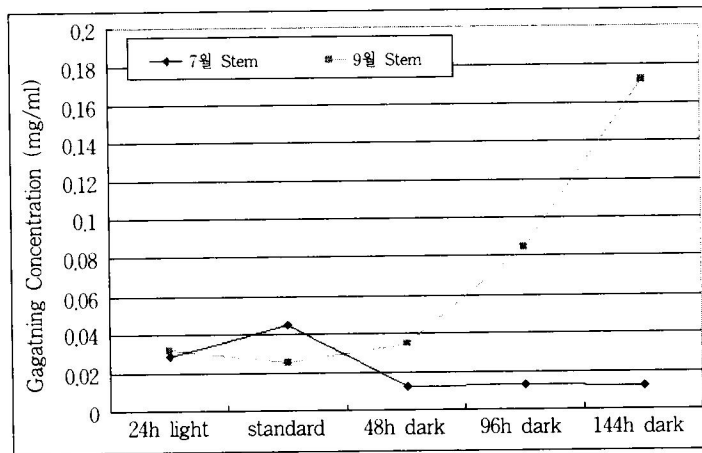


Fig. 7 Comparison of the gagamine concentrations on the Light and Dark Conditions in the Stem Tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley

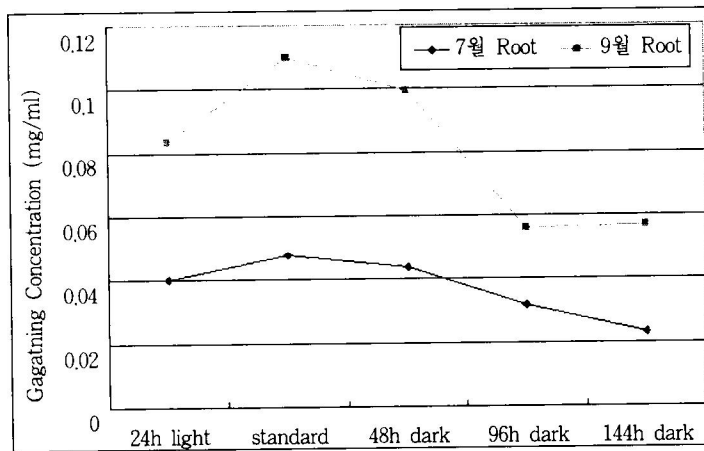


Fig. 8 Comparison of the gagamine concentrations on the Light and Dark Conditions in the Root Tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley

시기에 따라 잎, 줄기, 뿌리가 각각 다른 양상을 보여 주고 있다(Fig. 9, 10). 잎의 경우에는 암상태에서 gagamine 함량이 증가하였으며, 4일, 혹은 6일 암상태에서 가장 최대치를 나타내었다(Fig. 6). 이는 약한 빛(150 lux)에서 gagamine의 함량이 증가하였던 결과와 일치하였다(Fig. 5). 줄기와 뿌리의 경우에는 약한 빛에서와 마찬가지로 암상태에서 대체적으로

gagamine의 함량이 감소하였다(Fig. 7, 8). 단지 줄기의 경우에만 9월에 실험한 줄기에서 암상태가 4일, 6일로 가면서 gagamine의 함량이 급격히 증가하였다(Fig. 7, 10).

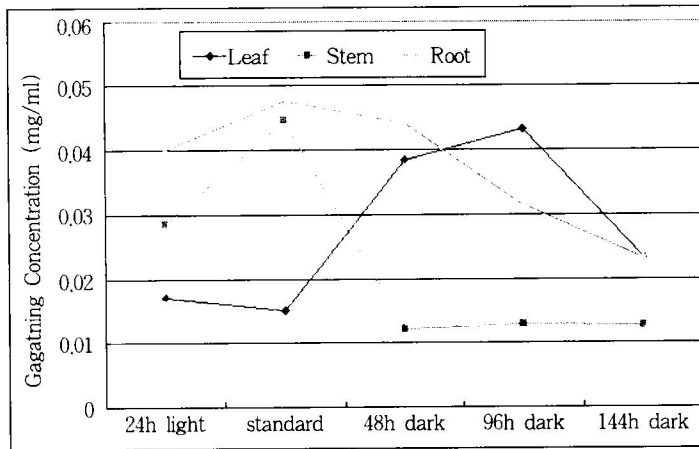


Fig. 9 Comparison of the gagamine concentrations on the Light and Dark Conditions in the Leaf, Stem and Root Tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley(in July)

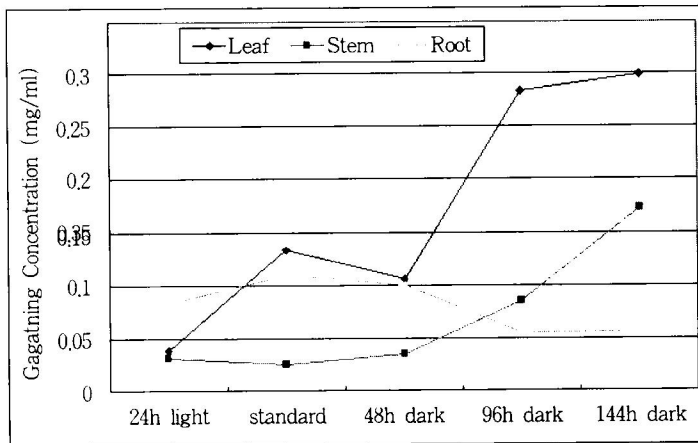


Fig. 10 Comparison of the gagamine concentrations on the Light and Dark Conditions in the Leaf, Stem and Root Tissues of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley(in September)

##### 5. 뿌리조직에서의 품종별 gagamine의 함량변화

품종별 뿌리조직에 대한 분석은, 최근 경북 영주에서 주로 재배되고 있는 중국산과 재래종을 비교하였으나 중국산에서 국내산보다 2배 이상 gagamine이 검출되었다(Fig. 11). 중국산이 재래종보다 성장속도가 빠르고 수확량이 많아 농민들이 중국산을 선호하는 경향으로 있다. 현재 절대다수의 농가가 중국산으

로 재배품종을 바꾼 상태이며 다만 일부에서 재래종의 효능에 대한 막연한 기대감으로 수확량이 다소 떨어져도 재래종을 재배하고 있는 상태이다.

또한 백하수오의 재배 및 수확시 껍질을 제거하고 흰 속질만 재료로 사용하는 점에 착안하여 뿌리의 겉부분과 속부분으로 나누어서 gagamine의 함량 변화를 알아보았다. 뿌리내에서는 속보다는 겉에 많이 들어있어(Fig. 12) 제조시 껍질을 제거하지 않고 재

료를 사용하는 것이 이러한 유용물질을 손실시키지 않는 방법이라고 사료된다. 뿌리조직에서의 건조방법은 생산지에서 건조시키는 방법과 마찬가지로 온도(55°C)를 설정하여 dry oven에서 24h 동안 건조시키는 것보다는 액화질소를 이용하여 추출하는 것에서 더 많은 gagamine이 검출되었다(Fig. 13).

## N. 결론

재배시기별 백하수오에서 gagamine의 함량변화는 잎의 경우 6, 7, 9월로 갈수록 함량이 뚜렷이 증가하였다. 뿌리와 줄기도 시일이 경과함에 따라 다소 함량이 증가하여 전체적으로 수확기가 가까워짐에 따라 gagamine의 함량이 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 9월에 잎에서의 gagamine의 함량은 줄기나 뿌리보다 많은 양이 추출되었다. 따라서 10월쯤 백하수오의 수확기가 되면 잎이나 줄기가 버려진다는 것을 감안 할 때 향후 gagamine의 대량생산과 관련하여 잎이 유용한 재료로서 활용될 수 있을 것이라 전망된다.

건조방법에 따른 gagamine의 함량변화는 잎에서는 dry oven에서 건조했을 경우 뚜렷이 증가하는 양상을 보여주었다. 줄기나 뿌리와 같은 다른 조직에서

는 건조방법에 다른 차이는 그다지 크게 나타나지 않았으며 뿌리의 경우 오히려 dry oven에서 건조했을 경우 함량이 다소 떨어지는 것으로 조사되었다.

잎의 경우는 약한 빛(150 lux)에서 3일 동안 처리한 것이 가장 함량이 높았고, 밝은 빛(2000 lux)에서는 낮게 나타났다. 뿌리는 이와는 반대로 약한 빛(150 lux)에서는 함량이 낮았으나 밝은 빛(2000 lux)에서는 높게 나타났다. 또한 줄기는 중간정도의 빛(500 lux)에서 함량이 가장 높았다.

명/암조건에 따른 gagamine 농도 변화 결과는 500lux에서 24h동안 빛을 조사하였을 때는 큰 변화가 일어나지 않았다. 그러나 암조건인 경우에는 실험 시기에 따라 잎, 줄기, 뿌리가 각각 다른 양상을 보여주고 있다. 잎의 경우에는 암상태에서 gagamine함량이 증가하였으며, 4일, 혹은 6일 암상태에서 가장 최대치를 나타내었다.

암조건이나 약한 빛에서는 잎이 가장 민감하게 반응하는 기관이라는 것이 입증되었다. 이들 조건에서는 잎에서 gagamine의 함량이 뚜렷이 증가하는 양상을 보였으며 뿌리는 함량이 오히려 감소하고 있다. 잎은 건조 방법 중 50°C 이상의 고온에서 건조할 경우 역시 함량이 증가하였다.

품종별 뿌리조직에 대한 분석에서는, 중국산에서

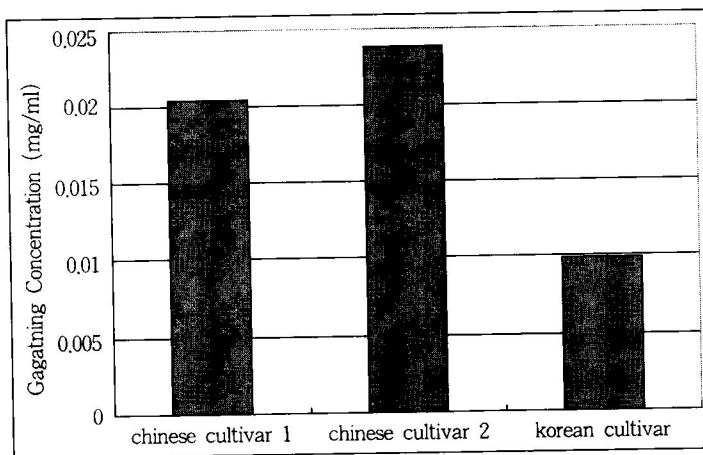


Fig. 11 Comparison of the gagamine concentrations in the Root tissues between Korean and Chinese Cultivars of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley.

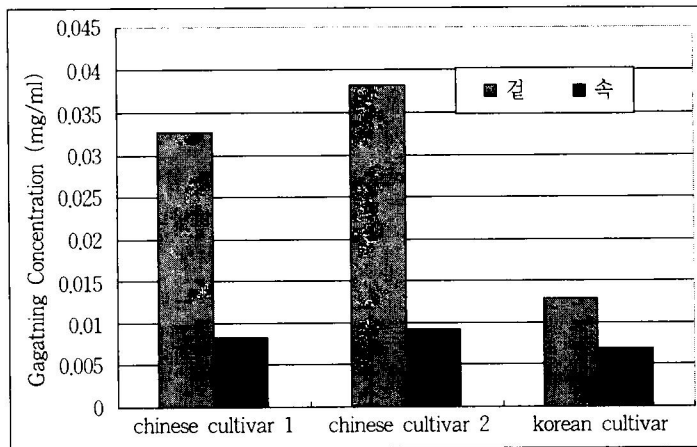


Fig. 12 Comparison of the gagaminine concentrations in the out-and inside of Root tissues between Korean and Chinese Cultivars of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley.

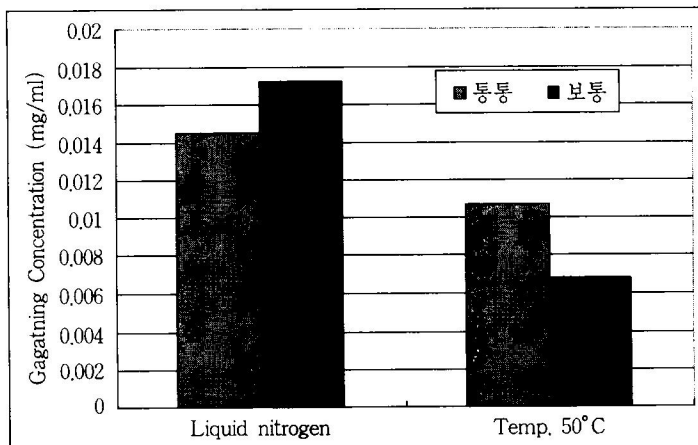


Fig. 13 Comparison of the gagaminine concentrations on the different diameter of Root Disk of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley.

국내산보다 2배 이상 gagaminine이 검출되었다. 따라서 향후 중국산의 재배도 농가에 권장할 수 있거나 생각되며, 뿌리 내에서는 속보다는 겉에 많이 들어있어(3배) 제조시 껍질을 제거하지 않고 재료를 사용하는 것이 이러한 유용물질을 손실시키지 않는 방법이라고 사료된다.

#### 인용문헌

- 1) Gong, S S, Liu, C. D., Liu, S. L., Du, Y. R., Kang, W. and X. Q. Dong(1988), China, YaoxueXuebao 23:276.
- 2) Hayashi, K. and Mitsuhashi H(1972), On the

- Tentative of Wilforine, *Chem. Pharm. Bull.* 20: 2065~2067
- 3) Huh J(1613), Dongeuibogam, Vol. 2, p. 735, Korea.
  - 4) Kim, C. H.(1997), Identification and Quantitative Analysis of gagaminine from *In Vitro* Cultures of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hemsley, Master thesis of Dongguk University.
  - 5) Lee D. U., Shin U. S., Yi S. J. and Huh K. (1994), Yakhak Hoeji(published by the *Pharmaceutical Society of Korea*) 38, 786-190: *Chem. Abstr.* 122, 230746q.
  - 6) Lee D. U., Shin U. S. and Huh K.(1996), Inhibitory Effects of gagaminine, a steroidal alkaloid form *cynanchum wolfordii*, on Lipid Peroxidation and Aldehyde Oxidase Activity, *Planta Medica* 62: 485~487.
  - 7) Mitsuhashi, H., Sakurai K., Nomura T. and Kawahara, N(1966), *Components of cynanchum wilfordii Hemsley, chem. pharm. Bull.* 14: 712~717.
  - 8) Shin, G.H.(1999), The effects of the Nutrients and Culture Conditions on the Cell Growth and Gagaminine Production in Cell Culture of *Cynanchum wilfordii*(Maxim.) Hensley, Master thesis of Pukyong University.
  - 9) Zhu, L., Xhang, P. and S. Gong.(1988), China *Zhongguo Mianyixue Zazhi* 4: 291.