

## 왕둥굴레의 生藥學的研究

金 正 圭\* · 李 容 柱

成均館大學校 藥學大學

### Pharmacognostical Studies on the Rhizome of *Polygonum robustum* Nakai

Joung-kyu KIM and Yong-joo LEE

College of Pharmacy, Sung-kyun-gwan University

The rhizome of *Polygonatum robustum* Nakai (Liliaceae) has been used as a crude drug for the purpose of tonic and thirst cure in Korea. The dried rhizomes were extracted with hot ether, then the residue was extracted with hot alcohol. 1) The three kinds of chemical constituents, substance, I, II and III were isolated by silicagel column chromatography from ether and alcohol extracts of the rhizomes. Substance I was confirmed as  $\beta$ -sitosterol,  $C_{29}H_{50}O$  by mass and IR spectroscopy. Substance II was identified as stigmasterol by GLC. 2) Substance III was obtained by crystallization from the column chromatography of alcohol fraction. It was suggested as diosgenin based on chemical and spectral discussions. 3) The concentration of blood sugar was significantly decreased in the group administered the ether extract with 20% dextrose and adrenaline in comparison to that of 20% dextrose and adrenaline along.

### 緒 論

왕둥굴레 *Polygonatum robustum* Nakai(Liliaceae)는 우리나라에서 黃精의 資源植物의 하나로 쓰이고 있는 韓國特産植物이다. 왕둥굴레는 둥굴레 *Polygonatum officinale* Allioni에 비하여全體가 크고 잎뒤에 細剛毛가 있으며 한 花梗에 2~5花가 着生하고 全南, 慶北, 江原 地方에 自生하고 있다.<sup>1)</sup>

黃精은 古來로 止消渴, 滋養強壯, 病後虛弱, 補中益氣, 久服輕身, 助筋骨, 潤心肺, 補諸虛, 止寒熱등에 有效하다 하여 널리 供用되어 왔었고 일찍이 名醫別錄 上品에 收載된 이래 여러 本草古典에 記載된 중요한 漢藥이다.<sup>2-6)</sup> 黃精의 起源植物은 나리과(Liliaceae)의 *Polygonatum*屬

植物의 根莖으로서 현재 우리나라에서는 엄밀히 區別하지 않고 있으나 中國과 日本에서는 黃精과 菱蕤로 구분하고 있다.<sup>1,7-18)</sup> 우리나라에서는 黃精으로서 分布가 넓은 둥굴레를 주로 하여 眞黃精 *Polygonatum falcatum* A. Grey 그리고 왕둥굴레 등의 根莖을 사용하고 있고<sup>1,8,9,15)</sup> 우리나라에 自生하는 *Polygonatum*屬 植物은 16種 2變種의 18種類가 기재되어 있다.<sup>20)</sup> 韓國에서의 黃精의 資源으로는 *Polygonatum officinale* Allioni, *P. falcatum* A. Grey, *P. robustum* Nakai等<sup>1,15)</sup>이 있고 中國에서의 菱蕤의 資源으로는 *Polygonatum macropodium* Turcz., *P. sibiricum* Red. 등이 쓰이며, 또한 中國에서의 黃精의 資源으로는 *P. officinale* Allioni, *P. stenophyllum* Max., *P. inflatum* Kom, 등이 있고 日本에서의 菱蕤는 *P. officinale* Allioni이고 *P. falcatum* A. Grey이

\* 藥學博士 學位論文

供用되고 있다. 黃精에 관한 剖見은 報告되었으나<sup>10,11,12)</sup> 그 含有成分과 藥物學의 研究는 근래에 이르러 判明되기 시작하였다. 즉 *Polygonatum*屬의 成分研究에 대하여는 進황정 *P. falcatum* A. Grey 뿌리에서 Nakada, Sakai등(1964)이 polygonaquinone을 분리하였고<sup>22)</sup>, Yoshihira, Natori(1966)에 의하여 이 성분이 합성되었으며<sup>23)</sup>, Tomoda, Satoh등(1973)은 mucose polysaccharide에 대하여 발표하였다.<sup>24)</sup> 또 Okanishi, Takeuchi등(1975)은 進황정에서 hecogenin을, 등굴레 根莖에서 diosgenin을 각각 單離하였고<sup>25)</sup>, 등굴레 잎에서는 Sung 및 Fowden(1969)에 의하여 azetidine-carboxylic acid를 분리하여 그 化學構造를 밝혔다.<sup>26)</sup>

한편 藥物學의 研究에 대하여는 *P. officinale* All., *P. multiflorum* (L) All.의 抽出物을 사용한 動物實驗에서 血糖을 降下시키나 이 作用의 本體는 아직 未知의 것으로 記述되어 있다.<sup>21)</sup>

이에 저자는 等동굴레의 成分 및 藥物學의 研究에 대한 報告가 없고 또 等동굴레가 우리나라 특산식물이며 그 分布가 全國的인 等굴레보다는 좁으나, 進황정(제주도, 울릉도에 분포)보다는 광범위 하고, 더구나 그 根莖이 다른 2種보다 肥大하며, 試驗栽培의 結果 量産이 가능하다고 사료되어 實驗部에 記載한 方法으로 에틸 엑기스로부터 物質 I, II를, 알코올 엑기스에서 物質 III, IV를 각각 분리하고 融點, 元素分析, IR, GLC, mass-spectra 및 諸理化學的 試驗등으로 그 組成을 추궁하였다. 藥物學의 실험에 있어서는 家兎에 adrenalin를 투여하여 過血糖을 形成시키고 等동굴레 에틸 엑기스, 알코올 엑기스를 각각 투여한 바 에틸 엑기스에서 뚜렷한 血糖降下作用이 認定되었고, 또한 이 식물이 滋養強壯藥으로 使用되고 있음을 檢討하기 위하여 아미노산의 含量, 含有糖의 種類를 分析하여 그 知見을 報告하고자 한다.

## 實驗方法

### 實驗材料

實驗에 供用한 等동굴레는 全北, 十二洞波島

에서 1977~1978年 6~7월에 採集하여 分類學의 으로 正確히 鑑定된 植物의 根莖을 陰乾하여 使用하였다.

### 物質의 抽出 및 單離

가) 에틸 엑기스: 等동굴레의 根莖 약 800g을 粗末로 하여 에틸로 24시간씩 3회 抽出하여 에틸 엑기스 7g을 얻었다. 에틸 엑기스를 常法에 의하여 silica gel column chromatography로 溶離(n-Hexane : EtOAc=(3 : 1)하여 TLC, PLC에서 同一 Rf值들의 fraction을 모아 각각 MeOH로 再結晶하여 結晶性 物質 I, II를 얻었다(Scheme 1).

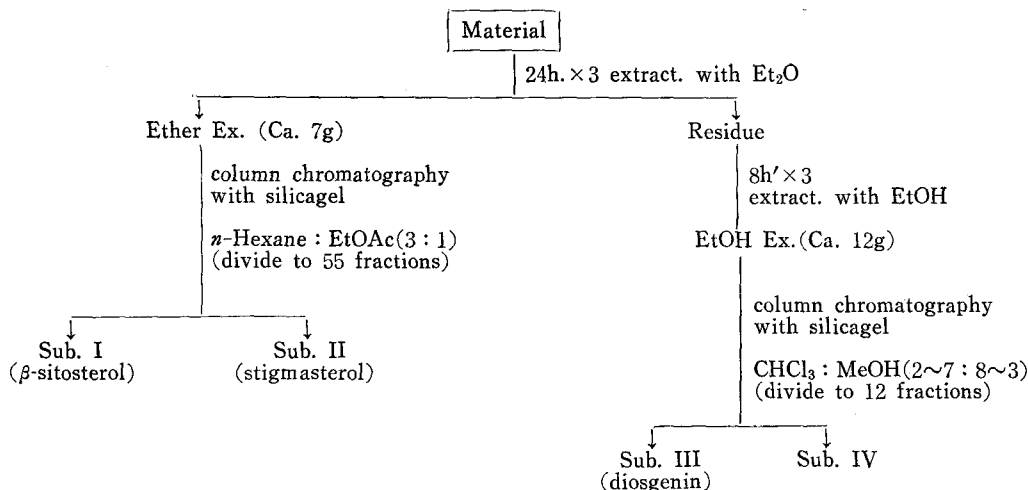
나) 에탄올 엑기스: 에틸抽出殘渣를 EtOH로 8시간씩 3회 抽出하여, 에탄올 엑기스 12g을 얻었다. 에탄올 엑기스를 常法으로 silica gel column chromatography로 溶離(CHCl<sub>3</sub>; MeOH : CHCl<sub>3</sub>=(2 : 8); MeOH : CHCl<sub>3</sub>=(4 : 6); MeOH : CHCl<sub>3</sub>=(5 : 5); MeOH : CHCl<sub>3</sub>=(7 : 3); MeOH)하여 同一 Rf值들의 fraction을 따로 모아 MeOH로 再結晶하여 物質 III, IV의 結晶을 각각 單離하였다(Scheme 1).

### 物質의 同定

가) 物質 I ( $\beta$ -sitosterol): 白色針狀結晶, mp. 135~136°, IR KBr/max cm<sup>-1</sup>: 3,400cm<sup>-1</sup>(—OH), 1,670cm<sup>-1</sup>, 790cm<sup>-1</sup>  $\left(\frac{R}{R'}\right)C=C\left(\frac{R''}{H}\right)$ , 1,450cm<sup>-1</sup>(=CH<sub>2</sub>), 1,050cm<sup>-1</sup>(steroidal—OH). m/e: 414(M<sup>+</sup>), Anal. Calcd. C<sub>29</sub>H<sub>50</sub>O : C, 83.89 : H, 12.15 Found. : C, 83.55 : H, 12.12, Liebermann-Bürchard, Salkowsky, SbCl<sub>3</sub>反應 陽性,  $\beta$ -sitosterol의 標品과 混融한바 融點降下가 없었다. IR spectrum에서도 一致하였다.

나) 物質 I의 아세틸화: 試料 100mg을 pyridine 2ml, Ac<sub>2</sub>O 1ml과 함께 30分間 加熱한후 反應生成物을 EtOH로 再結晶하여 mp. 125~126°의 無色鱗片狀結晶 45mg을 얻었다.<sup>27)</sup>

다) 物質 II (Stigmasterol): Homberg<sup>28)</sup> 등의 方法에 따라 preparative TLC(n-Hexane : EtOAc=3 : 1)로 Liebermann-Bürchard反應 陽性인 sterol分劃을 取하고 CHCl<sub>3</sub>에 溶解하여 Vandenberg<sup>29)</sup> 등의 方法에 따라 標品 및 試料를 同一條件下에서 각각 作成한 calibration curve와 比



Scheme 1. Isolation of the constituents from rhizome of *Polygonatum robustum*

較하여 stigmasterol로 同定하였다.

Shimadu model-CG: column; 1.5% OV-1 Shimadit W(60~80 mesh), Carrier gas: N<sub>2</sub> 40ml/min, FID detector, Column temp.: 240°C, Detector temp.: 260°C, Recorder chart-speed: 1cm/min.

라) 物質 III (Diosgenin): mp. 203~205°, Liebermann-Bürchard, Tschugaieff, Rosenheim 反應에 陽性, IR KBr/max cm<sup>-1</sup>: 3,400cm<sup>-1</sup>(-OH), 2,980, 2,930, 1,390cm<sup>-1</sup>(-CH<sub>3</sub>), 1,670cm<sup>-1</sup>, 790cm<sup>-1</sup>  $\left( \begin{matrix} R \\ R \end{matrix} \right) C = C \left( \begin{matrix} R'' \\ H \end{matrix} \right)$ , 1,080cm<sup>-1</sup>(C-O-C) 2,850cm<sup>-1</sup>(=CH<sub>2</sub>) m/e: 414(M<sup>+</sup>), Anal. Calcd.: C<sub>27</sub>H<sub>42</sub>O<sub>3</sub>, C, 78.31, H, 10.21, Found.: C, 78.15, H, 10.19.

이 物質은 TLC(CHCl<sub>3</sub>:EtOH=95:5, Silicagel, 250μ plate, temp. 20°C)에서 R<sub>f</sub> 0.58로써 標品 diosgenin의 R<sub>f</sub>值와 一致하였다.<sup>30)</sup>

마) 物質 III의 아세틸화: 試料 80mg을 pyridine 1.5ml, Ac<sub>2</sub>O 1ml과 함께 30분간 가열, 氷水에 加하여 生成된 物質을 濾取하고 MeOH로 再結晶하여 mp. 196~197°의 結晶을 얻었으며, 이것의 融點은 文獻上的 diosgenin acetate의 融點과 一致하였다.<sup>31)</sup>

血糖降下作用試驗

가) 實驗動物: 體重 2.5~3.0kg의 家兔를 固形사료로 21°, 溫度 50~60%에서 10日이상 飼育하고, 實驗前 16時間은 絶食시켰다.

나) 血糖測定: 各 實驗群을 10마리씩으로 하여 基礎血糖量을 測定한후 對照群 A에는 20% dextrose 5ml/kg靜脈注射하고 採血하여 血糖量變化를 測定하였다. 對照群 B에는 20% dextrose 5ml/kg 投與한후 즉시 l-adrenalin을 0.1mg/kg 靜脈注射하고 10分, 1, 2, 3, 4, 5時間후의 血糖量變化를 測定하였다. 藥物投與群은 對照群 B와 同一하게 處置한 후 1分以內에 에틸엑기스 및 에탄올 엑기스를 각각 50mg/kg씩 經口投與후 血糖量의 變化를 測定하였다(Table 1, Fig. 4). 血糖量測定은 Rapid Blood Analyzer (RaBa system)를 사용하였다. 卽 血清中の glucose를 glucose-

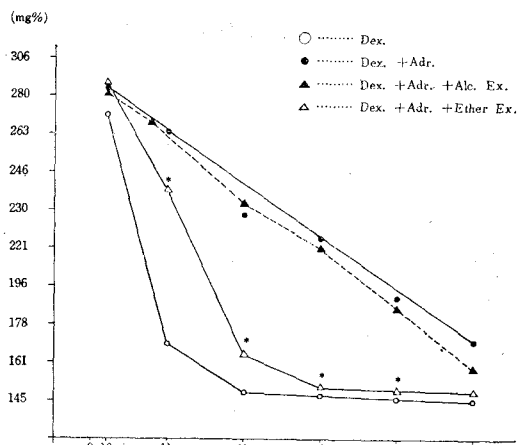


Fig. 1. The pattern of hypoglycemic activity by extracts of the rhizome of *Polygonatum robustum* in rabbit.

**Table 1.** Effect of extract of the rhizom of *Polygonatum robustum* on hypoglycemic activity in rabbit.

Group	Time	0	10min.	1hr.	2hr.	3hr.	4hr.	5hr.
Control A		146.9±3.0	272.4±3.7	170 ±3.6	147.9 ±1.9	146.1 ±2.5	145.8 ±3.0	146.1±2.9
Control B		147.1±3.1	284.1±3.4	264.6 ±1.6	227.0 ±2.1	216.7 ±1.8	191.2 ±1.9	153.3±1.8
Alcohol Ex.		146.7±2.9	280.5±3.4	267.8 ±3.0	229.5 ±2.2	212.5 ±2.3	187.0 ±2.9	151.3±2.4
Ether Ex.		147.0±2.9	285.3±2.5	239.6*±2.01	165.8*±2.0	150.3*±2.5	146.9*±3.1	146.1±3.0

Unit: Serum glucose mg%; Values are mean ±S.E. from 10 rabbits;

\*P<0.01 when compared with the response of control group B.

oxidase로 酸化시켜 gluconic acid와 過酸化水素를 定量的으로 生成시키고 이때 生成하는 過酸化水素를 酵素液중에 含有된 4-aminoantipyrine과 發色液中的 phenol로 縮合시켜 peroxidase 存在下에 酸化되므로써 生成하는 赤色 色素를 光學比色計로 測定하였다.

**아미노산의 分析**

試料를 粉末 5g을 captube에 넣고 6N-HCl 10ml를 加하여 窒素가스를 充填하고 110°C에서 22時間 加水分解시켜 濾過하였다. 이濾液을 濃縮, sodium citrate buffer(pH 2.20) 10ml로 稀釋하였다. 이 液을 long column, short column에 각각 1.0ml씩 注入시키고, 아미노산 自動分析器(Beckmann model 116)을 使用하여 定量하였다(Table 2).

**糖類의 同定**

에탄을 抽出液에서 析出한 物質을 濾取하여 TLC 및 PPC하여 그 chromatogram을 anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 發色시켜 糖類를 標準品과 Rf值로써 比較 同定하였다(Table 3).

**結果 및 考察**

化學成分에 있어서 왕둥굴레 (*Polygonatum robustum* Nakai) 根莖의 에틸 엑기스에서 單離한 物質 I은 白色針狀結晶, mp. 135~135°, 分子式 C<sub>29</sub>H<sub>50</sub>O, 分子量 414이며 β-sitosterol의 標品과 混融할때 融點降下가 없었고, 物質 I의 acetate는 mp. 125~126°로 文獻上的 β-sitosterol acetate와 合致되었으며, IR spectrum에서도 標品 β-sitosterol과 一致하였다. 즉 3,400cm<sup>-1</sup>은 -OH, 1,670 및 790cm<sup>-1</sup>은 三置換二重結合의

**Table 2.** The amino acid composition of the rhizome of *Polygonatum robustum*

Amino acids	mg%/mg
Lysine	0.1348
Histidine	1.5237
Arginine	1.2687
Aspartic Acid	0.6644
Threonine	0.2509
Serine	0.3222
Glutamic Acid	3.1084
Proline	0.4028
Glycine	0.3010
Alanine	0.2824
Valine	0.3230
Methionine	0.0792
Isoleucine	0.1977
Leucine	0.4797
Tyrosine	0.2245
Phenylalanine	0.1834
Total	9.7468

**Table 3.** Identification of monosaccharides in the rhizome of *Polygonatum robustum*

Mono-saccharides	Rf value		Color
	standard	sample	
Glucose	0.17	0.71	pale blue
Fructose	0.25	0.25	violet
Rhamnose	0.62	0.62	green
Arabinose	0.28	0.28	yellowish green
Mannose	0.23	0.23	green

Developer; BuOH : HAc : H<sub>2</sub>O(4 : 1 : 5), TLC Plate; Silicagel 60F 254(Merck) 0.25mm, Temp.; 27°C, Standard sugars; Merck standard PPC: Watman No. 1, Temp.; 22°C

C—H,  $1,450\text{cm}^{-1}$ 은 cyclohexane部位의  $=\text{CH}_2$ ,  $1,050\text{cm}^{-1}$ 은 steroidal —OH로 同定되는 吸收가 나타난다. 따라서 物質 I은  $\beta$ -sitosterol로 確認되었다.

왕둥굴레 근경의 에틸 엑기스에서 얻은 物質 II는 Liebermann-Bürchard反應 陽性으로 stigmasterol의 標品과 同一條件下에서 GLC를 實施한 結果 retention time 14分에서 stigmasterol과 一致하였다. 따라서 物質 II는 stigmasterol로 同定하였다.

위와같이 同定한  $\beta$ -sitosterol과 stigmasterol은 Polygonatum屬 植物에서는 最初로 發見된 것이다.

왕둥굴레 根莖의 알코올 엑기스에서 單離한 物質 III은 白色無晶形, mp.  $203\sim 205^\circ$ , 分子式  $\text{C}_{27}\text{H}_{42}\text{O}_3$ , 分子量 414이었으며 sterol反應에서 陽性이었다. IR spectrum에서  $3,400\text{cm}^{-1}$ 는 —OH,  $2,980, 2,930\text{cm}^{-1}$ 는 — $\text{CH}_3$ 이고  $2,850\text{cm}^{-1}$ 의 單—吸收帶는 일반 steroidal sapogenin인 hecogenin, manogenin, similagenin, sarsasapogenin의 吸收帶가  $2,850\text{cm}^{-1}$ 에서 두개로 분리되는데 반하여 本物質은  $2,850\text{cm}^{-1}$ 에서 單—吸收帶로 나오는 것으로 볼때 이것은 diosgenin의 特殊吸收帶로서 이 物質을 diosgenin으로 同定할 수 있으며<sup>32,33)</sup>  $1,670\text{cm}^{-1}, 790\text{cm}^{-1}$ 는 三置換二重結合의 C—H,  $1,390\text{cm}^{-1}$ 는 — $\text{CH}_3$ ,  $1,080\text{cm}^{-1}$ 는 環式 ether로 確認되며  $1,715\text{cm}^{-1}$ 에서 keton吸收帶가 없는것으로 보아 hecogenin이 아닌 diosgenin으로 해석된다. 또한 이 物質의 acetate의 融點은  $196\sim 197^\circ$ 로 文獻上의 融點과 一致하였으므로<sup>31)</sup> 物質 III은 diosgenin으로 確認하였다. 이 diosgenin은 진황정 *P. falcatum* A. Grey에서 hecogenin<sup>25)</sup>이, 둥굴레 *P. officinale* Allioni에서 diosgenin<sup>28)</sup>이 含有되고 있어 成分上으로 왕둥굴레와 둥굴레 사이에 類緣性이 있다고 생각되어 化學的分類의 關點에서 볼때 興味있는 事實이다.

血糖量의 降下作用은 왕둥굴레 根莖의 에틸 엑기스 및 알코올 엑기스를 adrenalin 過血糖을 일으킨 家兔에  $5\text{mg}/\text{kg}$ 씩 經口投與한 血糖量試驗에서 에틸 엑기스가 血糖量降下作用을 나타내었다 (Table 2, Fig. 4). 즉 dextrose만을 투여한 群

은 즉시 血糖值가 최고에 達한후 2時間후에 正常值로 回復되었고 dextrose와 adrenalin을 前處置한 對照群은 5時間 후에 正常值로 回復되었으나 前處置한 對照群에 에틸 엑기스를 투여한 實驗群은 3時間 후에 正常值로 回復되어 血糖量의 顯著한 抑制作用을 나타냈고 알코올 엑기스 投與群은 對照群과 別 差異가 없었다.

이로 미루어 보아 本草古典에 記述된 黃精의 效能인 止消渴이 糖尿病의 症狀을 輕減케 하는 表現으로 볼때 왕둥굴레의 에틸 엑기스가 血糖降下作用이 있음은 黃精의 效能에 關한 하나의 科學的인 뒷받침이 될 수 있는 것으로 생각되며 진황정의 엑기스가 adrenalin過血糖을 抑制하였다는 報告<sup>13)</sup>와도 關連하여 興味있는 事實로 思料된다.

아미노酸의 構成에 있어서 왕둥굴레 根莖 엑기스를 아미노酸 自動分析器로 分析한 結果 16種의 아미노酸을 分離 確認하니 (Table 2) tryptophan을 除外한 必須아미노酸이 모두 含有되어 있었다. 16種의 아미노酸중 glutamic acid含量이 가장 많았고 準必須아미노酸인 histidine, arginine이 두번째로 含量이 많았다. 또한 強壯劑로 쓰이고 있는 人蔘에 含有된 16種의 아미노酸 含量에 있어 arginine, glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine의 順으로 含有되어 있는데<sup>34)</sup> 왕둥굴레에서도 이와 類似하게 glutamic acid, histidine, arginine, aspartic acid, leucine, lysine 順으로 含量이 나타나므로 그 構成比와 含量이 人蔘中の 아미노酸과 近似하여 強壯劑로 供用되는 漢藥사이의 共通의인 連關性을 示唆하는 것으로 推定된다. 含有糖을 定性的으로 檢計한 바 왕둥굴레 根莖의 에탄올 抽出液을 試料로 써서 TLC에 依하여 glucose, fructose, rhamnose, arabinose, mannose를 確認하였다.

왕둥굴레는 韓國特產植物로서 南部 地方에 比較的의 廣範圍하게 分布되어 있고, 馳化栽培 結果 中部 地方에서도 成育狀態가 良好하며<sup>35)</sup> 그 根莖이 둥굴레보다 肥大할뿐만 아니라 현저한 血糖降下作用과 必須 아미노酸의 存在등으로 보아 黃精의 資源植物로서의 應用價値가 크다고 思料된다.

## 結 論

1) 韓國特産植物인 *Polygonatum robustum* Nakai(Polygonaceae)의 根莖 에텔 엑기스에서  $\beta$ -sitosterol과 stigmasterol을, 에탄올 엑기스에서 diosgenin을 單離 確認하였다.

2) 에텔 엑기스는 adrenalin過血糖 家兎에서 顯著한 血糖降下作用을 나타냈다.

3) 16種의 아미노酸을 分離 確認하였고 tryptophan이외의 모든 必須 아미노酸이 含有되어 있었다. glucose외에 4種의 遊離糖을 單離 確認하였다.

4) 왕둥굴레의 栽培化가 可能하며 그 藥用部位인 根莖이 肥大하여 黃精의 資源植物로서의 價値가 있다.

本 研究를 行하는데 있어 助言하여 주신 本大學의 劉 承兆 教授와 實驗材料를 提供하여 주신 慶熙大學校 藥學大學 陸 昌洙 博士에게 感謝드립니다.

## 參 考 文 獻

- 鄭台鉉：韓國植物圖鑑(下) 947 (1956)
- 陶弘景：名醫別錄 18(梁, 452~536)
- 唐慎微, 芑晟校：經史證類大觀本草(崇文社復刊) 129 (1976)
- 李時珍：本草綱目(高文社復刊) 417~420 (1973)
- 許 浚：東醫寶鑑(南山堂復刊) 湯液篇 719 (1974)
- 鄉藥集成方：卷七十八, 草部上品之上世宗 15年 (1433)
- 中尾, 木村：上海自然科學研究所彙報 1, 34 (1929)
- 石戶谷 勉：北支那の藥草(同仁會) 74 (1931)
- 鄭台鉉：林業試驗場報告(朝鮮總督府刊) 22, 55 (1936)
- 木村雄四郎：植物研究誌 15, 504 (1939)
- 東, 那：日生藥誌 3, 11 (1949)
- 東丈夫：日生藥誌 9, 6 (1955)
- 刈米達夫：和漢藥用植物 390 (1959)
- 佐藤潤平：漢藥の原植物 264 (1959)
- 林基興：藥用植物學 各論(東明社) 66 (1961)
- 藥用植物大事典(廣川書店) 258 (1963)
- 刈米達夫：和漢生藥(廣川書店) 297 (1970)
- 申信求：申氏本草學 各論(壽文社) 122 (1973)
- 齊木保久：藥用植物學(廣川書店) 276 (1976)
- Takenosin Nakai; *The Vascular Plants Indigenous to Korea, Arranged in a New Natural Order* 142, (1952)
- E. Steinegger, R. Hanssel; *Lehrbuch der Pharmakognosie* 488 (1972)
- Nakada, Sakai; *Tetrahedron* 20, 2319 (1964)
- Yoshihira, Natori; *Chem. Pharm. Bull.* 14, 1052~1053 (1966)
- Tomoda, Satoh; *Chem. Pharm. Bull.* 21, 2511~2516 (1973)
- Okanishi, Takeuchi; *Chem. Pharm. Bull.* 23, 575~579 (1975)
- Sung, Fowden; *Phytochem.* 8, 2095 (1969)
- 村上孝夫：日藥誌 89, 1056~1060 (1969)
- Homberg; *Zeitschrift für Leb. und Forsch.* 148, 133 (1972)
- Vandel, Heuvel; *Biochem. Biophys. Acta*, 64, 416 (1960)
- 田中治：薄戸クロマトグラフィー(第1集) 56 (1962)
- Wall. M.E. Eddy; *Anal. Chem.* 24, 1337 (1952)
- Wall Krider, Rothman Eddy; *J. Biol. Chem.* 198, 533 (1952)
- K. Yamaguchi; *Spectral Data of Natural Products Vol. I*, 214 (1970)
- 李容柱, 元道喜：成均論文集, 23 97 (1976)
- 陸昌洙：私信