

## 하늘타리 (*Trichoxanthes Kirilowii*) 의 資源化에 관한 基礎 研究

高 正 三

濟州大學 農化學科  
(1981년 2월 28일 수리)

A Study on the Utilization of *Trichoxanthes Kirilowii* Root Starch

**Jeong-Sam Koh**

Department of Agricultural Chemistry, Jeju National University, Jeju, Korea

### Abstract

*Trichoxanthes kirilowii* with high starch-content was investigated to utilize as a food source.

The weight and starch content of *Trichoxanthes kirilowii* roots increased rapidly in proportion to the growth period. The seasonal variations of the starch content were 36.5~48.0% (dry basis) from June to December. The chemical properties of natural growth soils of *Trichoxanthes kirilowii* contained more organic matter and total nitrogen content than citrus orchard soils, but less mineral; P, K, Ca and Mg.

To prepare starch with the plant root, the centrifugal method(3,000 rpm, 20 min) obtained the highest yield. The industrial-scale method, was similiar to the processing of sweetpotato starch (tank precipitation method), and was good in quality. The starch granules were mainly spherical with diameters ranging from 5~16 $\mu$ . The density of the starch was 1.535 and amylose content was about 26.7%. The X-ray diffraction pattern showed that the granules were of the B-type. The blue value of starch, amylose and amylopectin was 0.46, 0.80 and 0.18, respectively. The starch contained 0.05% ash, 0.35% crude protein and 34 mg% phosphorus, and had an initial pasting temperature of 63. 5°C. The color intensity of the starch which iodine gave rise to absorption maxima at 670nm. The starch paste showed high stability during cold storage at 5°C.

### 緒 論

인구증가에 따른 食糧生產이 뛰어르지 못하여 食糧難을 비롯한 資源難의 解結에 부심하고 있는

현실을 볼 때, 부존자원의 개발 및 活用이 무엇보

다 요구되고 있다. 이에 野生植物의 濟粉質利用

에 대하여 日本에 自生하는 野生植物에 관한 기초 연구<sup>1)</sup>와 국내에서는 고사리뿌리전분<sup>2)</sup>, 도토리전분<sup>3,4)</sup>등의 理化學的 性質에 관한 보고가 있다.

하늘타리(括樓, *Trichosanthes kirilowii* Maxim)는 東南亞 일대에 널리 분포되어 있는 外科植物로서 특히 제주도의 山野樹林중에 自生하는 만성 다년생초본으로 雌雄異株이며 7~8월에 개화하고 10월에 원형의 황색과실이 달리는데 종자는括樓仁이라 하여 利尿, 催乳, 해열, 중풍, 해소등 한약재로서 일부 이용하여 왔고 종자에 약 26%정도 함유된 지방유는 點燈用으로 사용했다 한다. 또한 지하에 큰 괴근을 형성하여 다량의 전분을 함유하고 있어 구황식물로서 이용되었고 피부의 살포약으로 이용되었다 한다<sup>5~8)</sup>.

그러나 전분함량이 많은 하늘타리 뿌리전분에 관한 연구는 일본에 자생하는 하늘타리 뿌리전분에 대한 기초적 연구보고가 있으며<sup>9)</sup>, 국내에서는 뿌리전분의 일반성분분석<sup>10)</sup>과 저자동<sup>11)</sup>이 뿌리전분의 이화학적 성질에 관한 일부 보고이외는 발표된 바 없다. 본 연구는 하늘타리의 자원화를 위한 기초적 연구로서, 生育相 및 전분의 제조방법에 따른 비교와 성분분석, 그리고 食糧資源으로서 활용을 위한 天花粉의 理化學的 諸特性에 대한 실험을 실시하게 되었다.

## 材料 및 方法

### 1. 공시재료

1979년 6월부터 12월까지 제주도 남제주군 남원읍 한남리 일대에 야생하는 하늘타리 뿌리를 채취하여 사용하였다.

### 2. 生育相 및 自生群落地 土壤分析

종자로 파종한 하늘타리의 生育狀態와 野生種의 生育相을 조사하였으며, 토양분석은 自生群落地에서 토심 5~15cm의 토양을 채취, 풍건시킨 후 40 mesh체를 통과시켜 시료로 사용하였고 농업기술연구소 토양화학분석법<sup>12)</sup>에 준하여 분석하였다.

### 3. 시료전분의 조제

하늘타리 뿌리를 물로 세척하여 흙, 모래를 제거한 다음, 공업적 제조공정에 의해 고구마전분분리<sup>13)</sup>와 동일하게 원통형 마쇄 roller로 마쇄한 후 진동식 평사로 100 mesh와 200 mesh체로 치고 tank 침전법에 의해 삽액과 토육을 분리한 후 자연건조시켜 분쇄하여 粗澱粉試料로 하였고, 조전분을 0.2% NaOH용액에 분산시켜 4°C에서 하룻밤 방치한 후 원심분리(3,000 rpm, 30 min)시켜除

蛋白하고 85% methanol로 Soxhlet 추출, 탈지한 다음 건조 분쇄하여 100mesh로 친 후 理化學的諸特性를 검토하였다.

### 4. 전분입자의 형태학적 관찰

#### 1) 현미경 관찰<sup>2)</sup>

50% glycerine 수용액에 적분농도 5% 티도록 전분시료를 분산시키고 0.22% I<sub>2</sub>용액으로 염색하여 광학현미경으로 입자의 크기 등을 관찰하였다.

#### 2) X-선 회절<sup>14,15)</sup>

전분시료를 10×20×2mm의 알미늄상자에 충전하여 Diffractometer(North American Philips Co.)를 사용하여 Cu, Ka, 30 Kv, 15mA, full scale 100cps, time constant 5 sec, scanning speed 1°/min. 조건으로 회折시켰다.

#### 3) 비중측정<sup>16)</sup>

Pycnometer를 사용하여 30°C에서 측정하였다.

### 5. 전분의 성분분석

常法에 따라 수분은 적외선 수분 측정기로, 총질소는 semimicro-Kjeldahl法으로, Ca과 Mg은 EDTA 측정법<sup>17)</sup>, K는 Flame photometer로 total P는 습식분해한 후 그리고 inorganic P는 시료 5g(무수불)을 1N HCl로 추출한 후 Allen의 中村變法<sup>18)</sup>에 의해 각각 분석하였으며, 전분은 직접 산분해법<sup>19)</sup>에 의해 생성한 환원당을 Somogyi 변법에 의해 정량하였다.

### 6. 전분의 이화학적 특성

1) Amylose와 amylopectin의 분획 Schoch의 butanol 분별침전법<sup>20,21)</sup> 및 Montgomery<sup>22)</sup> 방법을 절충하여 Fig. 1과 같이 분획하였다.

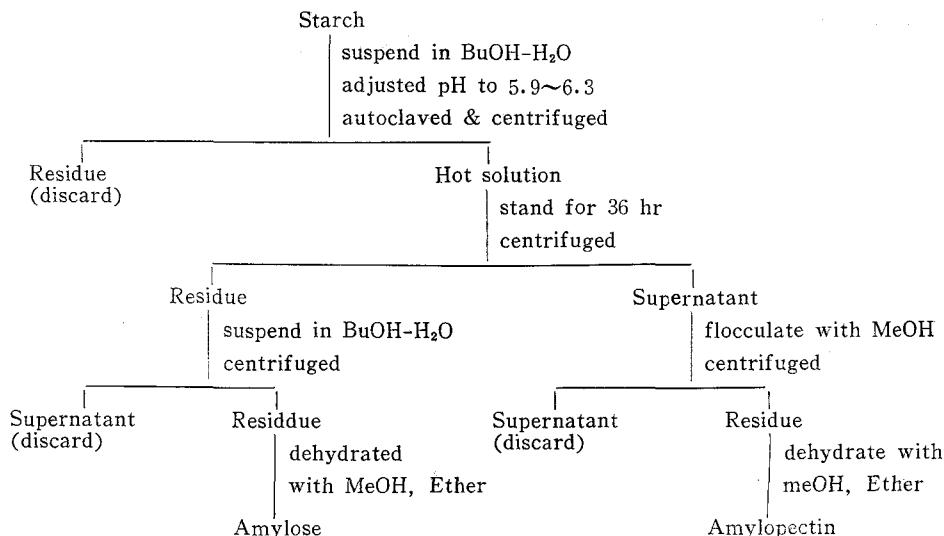
#### 2) 호화특성

전분시료를 4% 수용액으로 하고 30°C에서 93°C까지 1°C/min로 승온시키면서 Ostwald viscometer로 유하속도를 측정하였고, 비중은 각 온도에서 pycnometer로 측정하였으며 물에 대한 비중 및 점도는 hand book<sup>23)</sup>을 인용하여 시료용액의 점도를 환산하였다.

Amyrogram은 시료농도를 8%로 하여 1.5°C/min로 상승시키면서 25°C에서 92.5°C까지 가열하여 30분간 유지시킨 후 50°C까지 하강하였으며 동일 조건에서 시판 옥수수 전분의 amyrogram과 비교하였다.

#### 3) 요오드 정색도 및 amylose함량

요오드 정색도는 倉澤방법<sup>24)</sup>에 따라 비색계로 측정하였으며 amylose 함량은 二國二郎방법<sup>25)</sup>에 따라 spectrophotometer로 610mμ에서 흡광도를

**Fig. 1.** A schematic procedure for the fractionation of *Trichoxanthes kirilowii* root starch.

측정하고 amylose와 amylopectin의 분획을 각각 일정비율로 혼합하여 얻어진 표준곡선으로부터 구하였다.

#### 4) Blue value

Gilbert and Spragg의 방법<sup>26)</sup>에 따라 Spectronic-20를 사용, 680m $\mu$ 에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{Blue value} = \text{absorbance} \times 4/C$$

C : 전분용액의 농도 (mg/100ml)

#### 5) 저장증의 투광도 변화

具沼<sup>27)</sup>의 방법에 따라 시료농도를 1%로하여 1

시간동안 煮沸 糊化시킨 후 Spectrophotometer에 넣고 5°C의 냉장고 중에 보존하면서 测定時は 실온에 1시간 방치한 후 600m $\mu$ 에서 측정하여 淀粉糊의 노화에 대한 지표로 삼았다.

## 결과 및 고찰

### 1. 하늘타리 生育相 및 自生群落地 土壤分析

하늘타리는 耐乾性, 耐凍性과 樹林中 半陰地에 많이 서식하는 生育的 特性을 가지고 있으며<sup>5)</sup> 일년생 食用作物에 비해 생육속도가 늦고 種子로 파종시의 生育狀態는 표 1과 같다.

**Table 1.** Growth state of *Trichoxanthes kirilowii* Max.

Growth period (month)	Length of stalk(cm)	Area of leaves(cm <sup>2</sup> )	Length of root (cm)	Width of root(cm)	Weight of root (g)	
18	123	38	22	2.2	9.6	Seeding
30	212	5,100	65	5.6	557	Seeding
12	360	6,360	25	1.2	6.5	Root translation

전분-공업원료로서 이용하려면 종자 파종후 3년 이상이 소요되며 野生種 뿌리를 결단하여 移植하였을 때는 상처부위가 치유되고 새로운 球根形成을 위한 뿌리가 생성되나 當年에 이용 가능한 형태는 아니지만 종자파종시 보다는 생장이 빨라 염연적의 증가는 매우 커다. 생육기간이 길수록 뿌리 무게는 급격히 증가하며 표 2에서 보는 바와 같이 전분함량도 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 Fig. 2에서 보면 生育期間에 따라 球根形成이 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다.

**Table 2.** Starch content of *Trichoxanthes kirilowii* root

Growth period (year)	Starch content (dry basis %)
1	18.6
2	27.2
3	32.1
Perennation	44.3

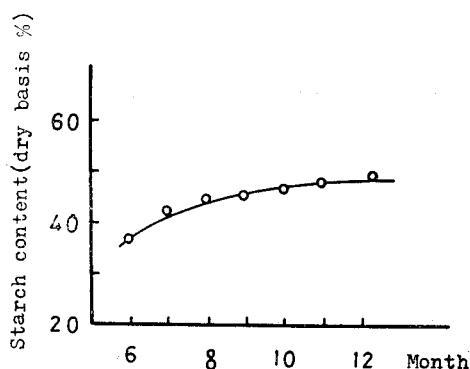


Fig. 2. Seasonal variations of starch content in *Trichoxanthes kirilowii* root.

제주도의 전분공업은 최근 감귤 식재면적의 증가로 고구마 식부면적이 상대적으로 감소하였고

수확시기에 따른 가동의 계절적 제한과 자본의 영세성 등으로 경영상의 어려움을 가지고 있어, 이에 대한 자원개발로서 하늘타리를 약 12,089 ha<sup>28)</sup>에 이르는 감귤 식재면적중에서 약 1할을 차지하는 방풍림 주변과 목야지 및 野山일대의 유휴지에 재배하므로써 원료의 장기적 공급이 가능할 것으로 보이며, 시비 및 재배관리가 필요없이 防風效果의 증대와 개화기 및 결실기에 관광자원으로 부차적인 효과가 기대된다.

대표적인 自生群落地 토양을 분석한 결과는 표 3과 같으며, 화학적 조성은 제주도 과수원토양의 평균치<sup>29)</sup>에 비해 전질소와 유기탄소를 제외하고는 모자다. 이는 하늘타리가 일반적으로 樹林중에 自生하여 낙엽등의 퇴적으로 기인한 것으로 추정되며, 自生地보다 비옥한 과수원 방풍림 사이에

Table 3 Chemical properties of natural growth soils

Location	pH	Organic C	Total N	Available P	Exchangable base(m·e/100g)		
					Ca	Mg	K
Hannamri, Namwonup	5.6	7.1%	0.52%	22.0ppm	1.8	1.2	0.49
Sanghyori, Segwiup	5.9	3.6	0.13	11.5	2.8	1.9	0.41
Hoesuri, Chungmunmyon	6.0	4.9	0.49	17.5	2.8	2.0	0.38
Sancheondan, Jejusi	5.5	5.2	0.30	31.0	3.4	2.3	0.64
Wolpyungdong, Jejusi	5.6	6.5	0.59	20.4	2.3	1.5	1.12
Citrus orchard <sup>29)</sup> (average)	6.3	4.4	0.43	57.9	10.7	2.5	1.00

식재할 경우 생장이 촉진될 것으로 보이며 유휴지를 활용하므로써 토지이용도를 높일 것으로 여겨진다.

야생하는 하늘타리뿌리에 대한 월별 전분함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 고사리뿌리의 전분함량이 계절적으로 심한 차이를 보여<sup>20)</sup> 채취시기가 제한되는데 비해 전분함량이 큰 차이를 나타내지 않아

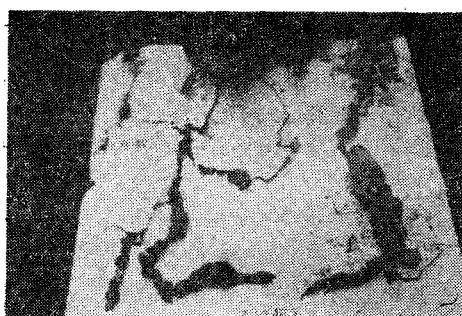


Fig. 3. Growth state of *Trichoxanthes kirilowii* with seeding.

전분체조원료로서의 이용은 연중 가능할 것으로 보인다.

## 2. 전분제조방법에 따른 비교

실험적인 전분제조방법으로서 시료 100g을 약 1cm크기로 절단한 후 Waring blender로 100초동안 마쇄한 다음 물 4l를 사용하면서 10mesh와 200mesh체를 통과시킨 후 전분분리방법을 달리하여 비교하였다. 즉 tank침전법, 원심분리법(3,000rpm, 20min), 마쇄시에 0.5% Ca(OH)<sub>2</sub>를 사용하여 pH를 8.0~8.5로 조절하여 처리하는 방법과 0.2% NaOH용액을 가하여 pH를 8.6으로 조절한 다음 0.2M NaCl용액에 분산시켜 원심분리하고 95% ethanol로 탈수하는 방법, 그리고 정제과정을 거쳐서 조제한 시료등에 대한 분석결과는 표 4와 같다.

마쇄시에 석회수 사용은 전분입자의 침전을 용이하게 하여 전분분리가 빨리 이루어지나 회록색으로 착색되어 품질이 좋지 않았고 회분함량도 다른 방법에 비해 많았다. 전질소는 토란전분에 비

**Table 4.** Chemical constituents of *Trichoxanthes kirilowii* root starch in different methods of starch preparation (dry basis)

Method of starch preparation	Moisture (%)	Yield (%)	Ash (%)	Total N (%)	Ca (mg %)	Mg (mg %)	Total P (mg %)	Inorganic P (mg %)
Tank precipitation	13.6	15.3	0.30	0.14	6.5	11.5	37.0	1.2
Centrifugation	12.9	18.5	0.53	0.11	6.9	4.9	34.4	2.5
Addition of Ca(OH) <sub>2</sub>	11.9	18.4	1.05	0.19	5.5	7.4	56.4	8.3
Treatment of NaCl	11.2	15.6	0.10	0.08	5.0	10.7	33.0	0.7
Purified starch	10.9	—	0.05	0.06	6.5	7.4	34.0	0.2

해 적었으며<sup>30)</sup>, P 함량은 품질에 따라 차이가 있으나 감자전분<sup>31,32)</sup>에 비해 적게 함유하고 있으며 토란전분<sup>30)</sup>과 비슷하다. 다른 전분에 비하여 비교적 많은 양의 P를 함유하고 있으며, 제조방법에 따라 큰 차이를 나타내지 않아 제거하기 어려운 것으로 보여진다. 고구마전분 제조방법과 동일한 tank침전법에 의해서도 전분백도가 높고 비교적 양질의 전분제조가 가능하였다.

### 3. 전분입자의 형태

광학현미경으로 본 전분입자의 형태는 비교적 등근도양으로 입경분포는 Fig. 4와 같으며, 대체로 직경은 4~26μ에 걸쳐 있으나 90% 이상의 입자가 5~16μ, 평균직경은 10μ이었다.

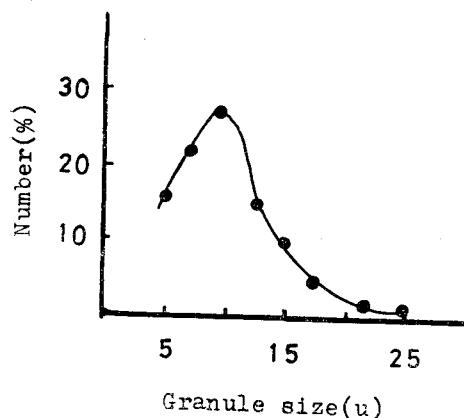


Fig. 4. Granule size distribution of *Trichoxanthes kirilowii* root starch.

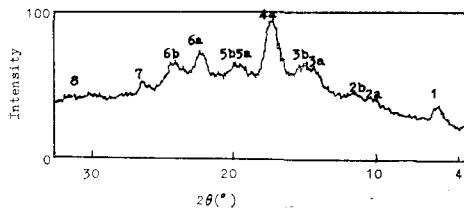


Fig. 5. X-ray diffraction pattern of *Trichoxanthes kirilowii* root starch Cu K<sub>α</sub> radiation.

입자의 비중은 1.535로서 다른 전분의 비중 1.52~1.54<sup>33)</sup>와 비슷하였다.

X-선 회절법으로 전분의 결��構造를 살펴 본 회절곡선은 Fig. 5와 같고, 다른 전분과 비교해 보면 표 5와 같다. 天花粉은 4b와 6c환이 없고 1환의 면간격이 크며 4a환의 회절강도가 강하여 저하전분의 전형적인 결정구조인 B형입을 알 수 있다.

### 4. 전분의 理化學的 持性

#### 1) 호화온도와 점도

Ostwald 점도계로 각 온도에서 점도를 측정한 결과는 Fig. 6과 같으며 호화개시온도는 60~61°C였으며 최고점도에 도달하는 온도는 80°C로서 고구마나 감자전분보다 낮았고<sup>34)</sup>, 점도는 비교적 높은 편이었다.

Table 5. Interplaner spacings of *Trichoxanthes kirilowii* root starch and other starches

Name of ring	<i>Trichoxanthes</i> root starch	Bracken root starch <sup>2)</sup>	Potato starch <sup>34)</sup>	Corn starch <sup>34)</sup>
1	16.04	14.73	15.70	—
2 a	8.60	8.20	8.80	8.80
2 b	7.90	7.40	7.80	7.80
3 a	6.27	6.37	6.28	—
3 b	6.03	5.88	5.92	5.88
4 a	5.19	5.10	5.19	5.18
4 b	—	—	—	4.93
5 a	4.63	4.85	4.56	4.48
5 b	4.50	4.51	4.36	—
6 a	4.00	4.00	4.04	3.85
6 b	3.71	3.80	3.70	3.74
7	3.38	3.35	3.40	3.39

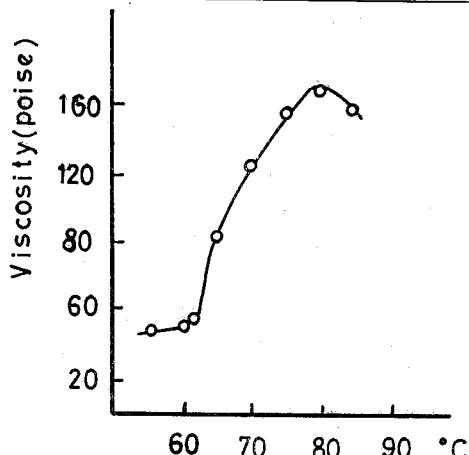


Fig. 6. Gelatinization temperature of *Trichoxanthes kirilowii* root starch.

Amylograph에 의한 호화특성은 Fig. 7과 같으며 호화시온도는  $63.5^{\circ}\text{C}$ 이며 8% amylogram에서 최고점도는 580 B.U.로서 같은 조건하에서 시판 우수수전분 380 B.U. 보다 높았으며 호화온도 다른 전분에 비해 낮았다.

### 2) 요오드정색도와 Amylose함량

요오드정색도를 측정한 결과는 Fig. 8과 같으며  $570\text{ }\mu\text{m}$ 에서 극대파장을 나타내었다. 倉澤 등<sup>24)</sup>이 쌀전분의 요오드정색도에서 얻은 값  $610\sim 625\text{ }\mu\text{m}$ 에 비해 낮으며, 이는 amylose중합도가 낮아 쉽게 용출되는 것으로 생각되며 끈기 및 점착성이 강하여 식용, 제과용외에 糊料로서 이용이 가능할 것으로 보인다.

Amylose함량은 26.7%로 밀전분보다 적고 도토리전분<sup>3)</sup>과 비슷하며, 다른 전분에 비해 비교적 많은 양을 함유하고 있었다.

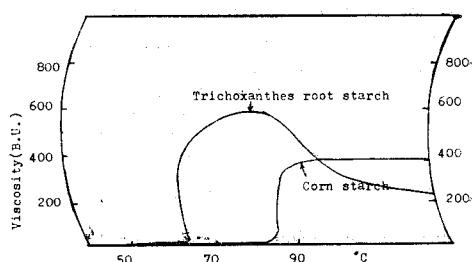


Fig. 7. Brabender's amylograms of *Trichoxanthes kirilowii* root and commercial corn starch (8% starch slurry).

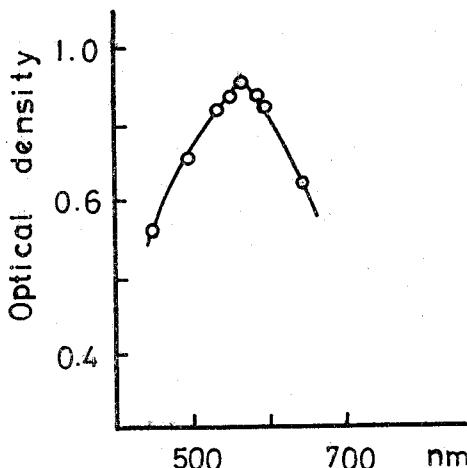


Fig. 8. Absorption curve of *Trichoxanthes kirilowii* root starch.

### 3) Blue value

요오드와의 친화성을 보는 방법의 하나인 Blue value는 amylose가 0.80, amylopectin이 0.18, 그리고 전분은 0.46으로서 고사리뿌리전분, 쌀전분과 비슷하였다.

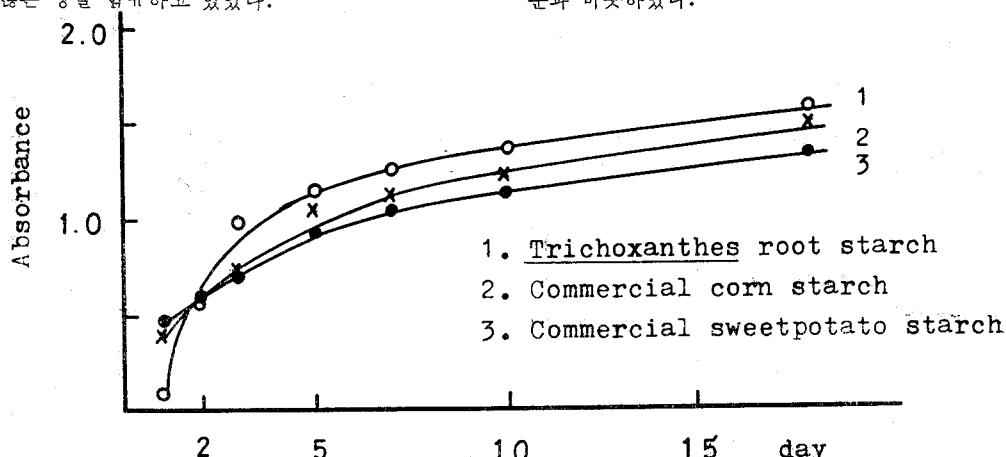


Fig. 9. Change in absorbance at 600 nm of *Trichoxanthes kirilowii* root starch during cold storage at  $5^{\circ}\text{C}$ .

## 4) 저온저장증의 투광도변화

전분을 호화시켜 저온에 보관하면서 투광도 변화를 측정한 결과는 Fig. 9와 같다. 시간의 경과에 따라 투광도는 증가하여 天花粉은 20일 경과시에도 매우 안정한 상태를 유지하나 시판하는 고구마전분과 옥수수전분은 5일후부터 濉粉糊의 침전이 생기기 시작하여 15일 이후에는 수분분리가 일어나 상등액이 투명하게 되었다. 天花粉은 다른 전분에 비해 저온저장에 안정성을 가지고 있어 수산연제품, 냉동식품의 첨가제로 활용시에 좋은 효과가 있을 것으로 여겨진다. 유용한 야생식물의 개발이 용은 유휴지 활용과 아울러 농업생산성을 높이고 농가소득증대에 기여할 수 있으며, 전분공업 원료의 보조자원으로서 하늘타리의 활용이 기대되고 있다. 하늘타리뿌리 전분은 점도가 높고 저온저장시에도 濉粉糊의 安定性을 가지고 있어 냉동식품, 수산연제품등 특수식품의 첨가제나 糊料등 여러 분야에 활용이 가능할 것으로 기대된다. 따라서 產業의 活用을 위해서는 무엇보다도 재배방법의 개선, 품종개량, 유휴지 활용등으로 生產性을 높이고 뿌리전분을 이용한 관련제품의 개발도 요구된다.

## 要 約

전분함량이 높은 야생식물(하늘타리)의 자원화를 위한 기초적 연구를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 종자과종시 생육기간이 길수록 뿌리무게와 전분함량의 증가가 급격하였으며, 시기별 전분함량은 36.5~48.0%(전물량)으로 타 전분원료에 비하여 변화가 적었으며 3년후부터 연중 채취 가능하며 유휴지를 활용 장기적 원료공급을 할 수 있다.
2. 自生地 土壤은 갑골원 토양에 비해 유기물 및 천질소함량이 많으나 유효인산, K, Ca, Mg 등 무기물함량이 적었다.
3. 전분제조시 원심분리법(3,000 rpm, 20 min)이 가장 수율이 높았고, pH조절 및 제 단백처리한 전분의 품질이 우수하였으며 tank침전법에 의한 고구마전분 분리와 동일한 공업적 제조방법으로도 良質의 전분을 얻을 수 있었다.
4. 전분입자의 외형은 비교적 둥근 모양으로 적경이 대부분 5~16 $\mu$  범위였으며 입자의 비중은 1.535였으며 X-선 회절법에 의한 결정구조는 B형이었다.
5. Amylose함량은 26.7%, blue value는 0.46,

인은 34mg%를 함유하고 있었다.

6. Ostwald점도계법에 의한 호화온도는 60~61°C였으며, 호화온도는 63.5°C로 다른 전분에 비하여 낮았고 점도는 높았다.

7. 요오드정색도는 570m $\mu$ 에서 극대 파장을 나타내었고 전분풀의 저온저장시에 매우 안정성을 가지고 있었다.

## 謝 意

본 연구는 1979년도 농업신학협동 기금의 지원에 의한 것으로 농촌진흥청에 감사드리며, 시료를 제공하여준 오병국씨와 실험에 도움을 준 康順善教授, 고태빈군과 오종수군에 감사드립니다.

## 參 考 文 獻

1. 藤本滋生：澱粉科學，24：148(1977)
2. 조재선：韓食科誌，10：57(1978)
3. 정동호, 유태종, 최명규：韓農化，18：102(1975)
4. 金正玉, 李萬正：韓食科誌, 8 : 230(1976)
5. 宋柱釋, 朴萬奎, 金鏞喆：韓國資源植物總覽, p.714 國策文化社 (1974)
6. 村越三千男：原生植物大圖鑑, p.89 誠文堂(1963)
7. 利米達夫：藥用植物圖譜, p.20 金原出版社(1962)
8. 鄭台鉉：韓國植物圖鑑 下卷 p.633. 理文社(1974)
9. 藤本滋生：昭和 46 年度 澱粉工業學會大會講演 (1971)
10. 윤인화, 송정춘：시험연구보고서, 농촌진흥청 농공이용연구소, p.297(1976)
11. 高正三, 金澤玉：韓農化 20 : 292(1977)
12. 農業技術研究所 土壤化學分析法：농촌진흥청 (1974)
13. 横井芳人編：總合食料工業 p.144 恒星社 (1971)
14. 檜作進, 二國二郎：日農化 31 : 371 (1957)
15. 浅田榮一, 貴家惣夫, 大野勝美：基礎分析化學 講座 24 卷, X線分析 p.62 共立出版 (1969)
16. 延世大 工學部 食品工學科：食品工學實驗 1 卷 p.107 探究堂 (1975)
17. 東京大學 農學部：實驗農藝化學 上卷 p.14 (1966)
18. 中村道德：日農化 1 : 24 (1951)
19. 小原哲二郎編：食品分析 ハンドブック p.229

- 建帛社 (1974)
20. Schoch T.J.: *Adv. Carbohydrate Chem.* 1: 247 (1945)
21. Lansky S., Kooi M., Schoch T.J.: *J. Am. Chem. Soc.* 71: 4066 (1949)
22. Montgomery E.M., Senti F.R.: *J. Polymer Sci.* 1: 28 (1958)
23. Perry J.H.: *Chemical Engineer's Handbook* 3-201, 4th ed., McGraw-Hill (1963)
24. 倉澤文夫, 伊賀上郁夫, 早川利郎, 大上宏: 日農化 33: 225 (1959)
25. 二國二郎編: *デンブンハンドブック* 朝倉書店 p.214 (1961)
26. Gilbert L.M., Spragg S.P.: *Methods in Carbohydrate Chemistry* 4: 168 (1964)
27. 具沼圭二, 宮本成彦, 吉岡真一, 鈴木繁男: 濑粉科學 23: 59 (1976)
28. 제주연감: 제주도, p.132 (1980)
29. 金澄玉: 韓農化 17, 219 (1974)
30. 東原昌孝, 梅木公雄, 山本武彦: 濑粉科學 22: 61 (1975)
31. 田端司郎, 檜作進: 濑粉科學 22: 27 (1975)
32. 宮本成彦, 堤忠一, 具沼圭二: 濑粉科學. 23: 9 (1976)
33. 奈良省三, 山口獻三, 戸嶋進: 濑粉工業學會誌 5: 16 (1968)
34. 檜作進: *デンブンハンドブック(二國二郎編)* p. 58 朝倉書店 (1966)