

高麗人蔘 (*Panax ginseng* C.A.Meyer) 澱粉의 理化學的 特性에 관한 研究 제 1 보. 澱粉의 함량 및 일반성상

金海中 · 曹哉統*

株式會社一和 · 慶熙大學校食糧資源開發研究所*

(1984년 11월 7일 접수)

Studies on the Physicochemical Properties of Korean Ginseng

(*Panax ginseng*, C.M. Meyer) Root Starch

1. Starch Content and General Features

Hae-Jung Kim and Jae-Sun Jo*

*Il Hwa Company, Institute of Food Development,
Kyung Hee University**

(Received November 7, 1984)

Abstract

This study was conducted to investigate the morphology and distribution of starch granule in ginseng root. The results obtained are as follows;

The starch contents of main and lateral ginseng root were 29-32% and 14-16%, respectively, and it was varied significantly with growing season, namely 15-37% in Summer (May to August) and 3-6% in Winter (November to March). Thus the starch content of ginseng root was different depending on the portion of ginseng root and growing seasons, but a significant difference was not observed by a growing period of ginseng.

The starch granules showed nearly round or oval shape having the diameter 2-8 μ and their size were increased with a growing period of ginseng.

The crystalline structure of starch granules was found to be B-type by X-ray diffraction study.

I. 緒 論

人蔘의 成分에 관한 연구는 대부분이 유효성분으로 알려진 Saponin을 중심으로 연구되었으나¹⁻⁴ 우리가 경험적으로 인정하고 있는 효능과 Saponin 함량간에는 다소 상반된 결과를 나타내고 있다.⁵⁻⁷⁾

따라서 인삼의 효능은 Saponin 이외에도 여러가지 未知의 物質이 복합적으로 약리작용을 하는 것으로 추정된다. saponin이외의 성분에 관한 연구로서는 당류⁸, 지방질⁹, 탄백질 및 아미노산^{10,11} 비타민¹², 무기질¹³ 및 유기산¹⁴ 등이 함유되었다고 밝혀졌다.

한편 인삼성분의 주요성분인 전분에 대해서는 金¹⁵, 吳¹⁶ 등의 단편적인 연구가 보고되어 있을뿐이다. 이에 인삼의 재배시기별, 생육연군별, 부위별 및 지역별에 따른 전분함량 및 전분입자의 성장등에 관하여 검토하였다.

II. 材料 및 實驗方法

1. 材 料

본 실험에 사용된 人蔘은 年根別試料로 2, 3, 4, 5 및 6年根은 충남 금산삼포에서 83년 8월에 채취하고, 월별시료는 4년근을 82년 12월부터 83년 11월에 걸쳐서 각각 같은지역 삼포에서 채취한후 즉시 처리하여 실험에 사용하였다.

2. 實驗方法

1) 澱粉의 抽出 및 定量: 人蔘根을 물로 세척하여 흙, 모래 등의 이물을 제거한후 약 1cm 길이로 절단하고 Waring blender를 사용하여 마쇄하였다. 이것을 꺼즈로 걸러 粕을 제거하고 170mesh체로 다시 걸른 다음 6,000rpm으로 10분간 원심분리하였다. 상등액과 澱屑을 1차 제거한후 증류수를 加하여 침전물을 다시 현탁시키고 원심분리하여 삼층을 제거하는 조작을 3회 반복 실시하였다. 여기에서 얻어진 粗澱粉을 99.9% methanol에 분산시켜 10분간 정치하여 침전되는 불순물을 분리제거하는 조작을 3회 되풀이하여 정제 전분을 얻어 풍건한 다음 시료로 사용하였다.^{17,18}

한편 전분의 정량은 인삼을 유리당의 추출이 용이하도록 0.5cm 입방체의 크기로 절단한 후 50g을 칭량하여 80% ethanol 300ml씩 3시간 80°C에서 환류 추출하는 조작을 5회 반복하여 유리당을 제거한 다음 40°C로 Dry oven에서 건조하여 80mesh로 분쇄하였다. 그중에서 50mg을 정확히 取하여 50ml 시험관에 넣은 다음 증류수 10ml씩을 加해 잘 분산시키고 비등수욕중에서 30분에 비호화시킨것을 Autoclave에서 130°C로 30분간 호화하였다. 이호화액을 냉각후 glucoamylase와 maltase혼합 효소액(glucoamylase 6mg, maltase 6mg을 0.1M 초산완충액 50ml에 분산용해) 6ml을 加해 42°C에서 60분간 糖化시킨후 1000ml가 되도록 증류수로 희석하였다. 이액 1ml를 시험관에 取하여 ABTS (2,2'-Azino di [3-ethylbenzthiazoline sulfonate) 시약(glucose oxidase 60mg, peroxidase 6mg, ABTS 50mg을 0.12M 인산완충액으로 250ml로 정용) 5ml를 加해 잘 혼합한후 실온에서 30분간 방치하고 438nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선으로 부터 glucose량을 산출한 다음 0.9를 곱하여 전분량으로 계산하였다.^{19,20}

2) 澱粉粒子的 형태와 構造 (1) 현미경 관찰: 인삼조직내의 전분입자의 분포형태를 관찰하기 위해서 인삼을 Fig. 1과 같이 심부(center), 중간부(middle), 외측부(side)의 3부위로 절단하여 Transmission electron microscope(TEM) 및 Scanning electron microscope(SEM)으로 관찰하였다.

TEM관찰: 각각 1m³ 정도로 잘라낸 人蔘조적을 0.1M 인산완충액으로 조정된 pH7.4의 3%

glutaraldehyde용액에 4℃에서 2시간 동안 前固定 하였으며 같은 완충액으로 2회 세척한 후 1% osmium tetroxide (OsO_4)로 약 2시간동안 後固定 하였다. alcohol농도를 상승시키면서 무수

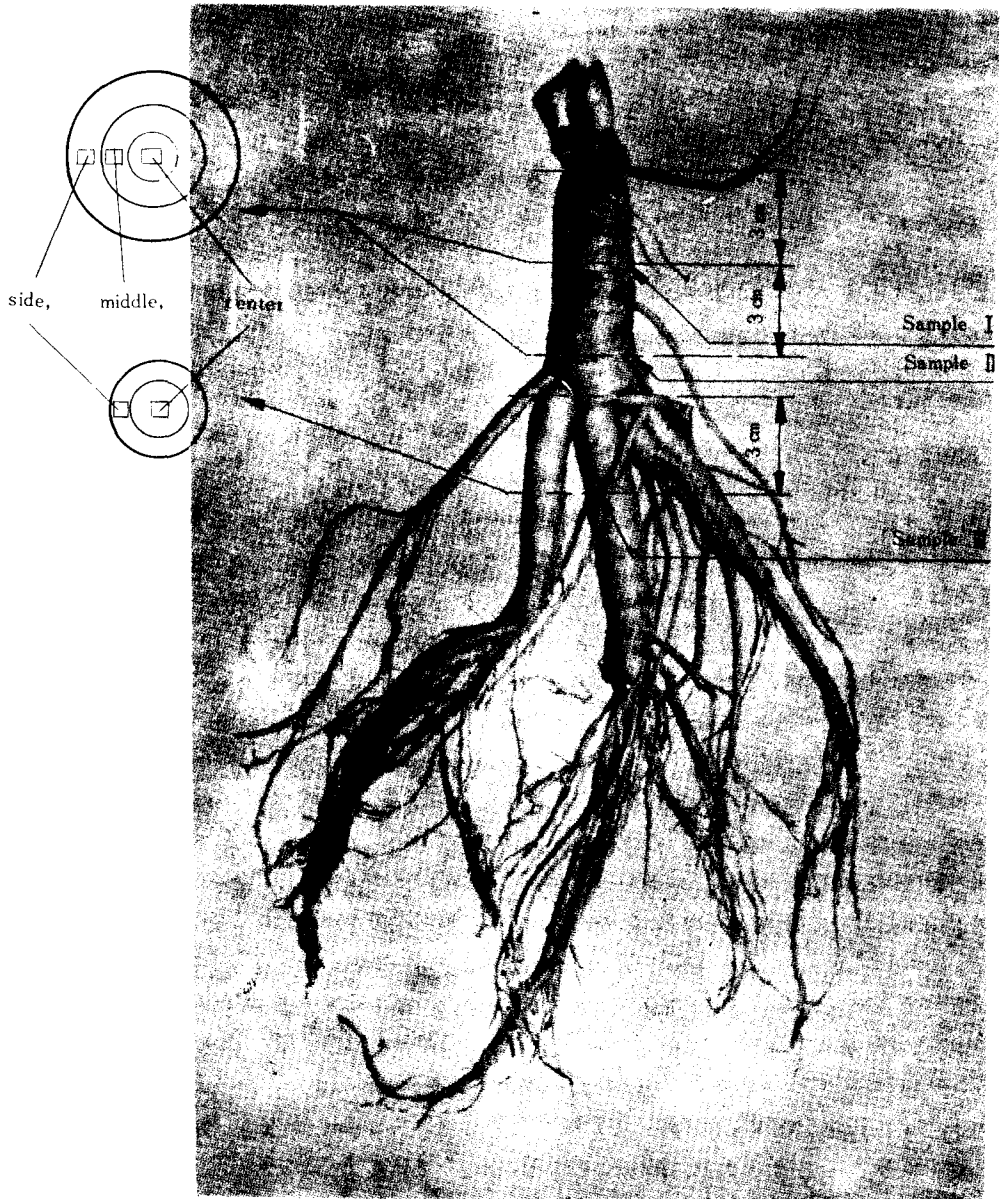


Fig. 1. Shape of ginseng root and nomenclature of cross sections and portion

alcohol까지 탈수한 후 propylene oxide로 치환하여 epoxy resin에 包埋하였다. 包埋된 시료는 Ultramicrotome(Sorvall MT-2B형)에 유리칼을 사용하여 500~600Å의 두께로 超薄切片을 만들어 uranyl acetate 및 lead citrate로 이중 염색한 후 전자현미경 (Hitach H-500형)으로 관찰했다.⁽²¹⁾

SEM관찰: TEM의 경우와 같이 人蔘根을 잘라낸 조직을 3%glutaraldehyde에서 6시간 전고정하고 0.1M 인산완충액으로 2시간 세척한 후 1% OsO₄에 침지하여 2시간 후고정 하였다. 이것을 탈수과정을 거쳐 capsule에 넣고 액체질소로 급냉시킨 다음 조직을 급냉절단하였고 isoamyl acetate에 침지 후 CO₂를 이용하여 임계온도에서 건조한것을 시료대에 고정하여 금으로 증착한후 전자현미경 (Hitach S-450 15KV)으로 관찰하였다.⁽²²⁾

한편 전분입자의 형태를 관찰하기 위해 순수 분리한 전분입자를 양면 tape에 붙인다음 잔여물은 질소가스를 사용하여 날려보내고 ion coater를 사용하여 금으로 증착시킨후 SEM으로 관찰하였다.

② 입경분포: 전분시료를 50% glycerine 수용액에 약 5%가 되도록 분산시키고 0.02% 요오드로 염색하여 광학현미경(Olympus Co.)을 이용하여 600배의 배율로 입자의 크기를 관찰하였다.

③ X-線回折: 연근별 인삼전분의 X-線回折圖는 diffractor meter (Philips Co)을 이용하여 다음과 같은 조건으로 회절도를 얻어 전분의 결정성을 관찰하였다.

Model : Geiger flex IIIA

Angle zoom : 55×0.1mm step

Target/filter (monochro) : Cu/ monochrometer

Slits : Ds/ss : 1deg, RS : 0.3mm

Voltage/current : 30kv/20mA

Chart speed : 10mm/min

Step with : 0.02deg

Scanning speed : 1°/min

Preset time : 0.1sec

Ⅲ. 結果 및 考察

2 澱粉의 含量

인삼을 부위별, 계절별, 생육연수별 및 재배지역별로 각각의 시료를 채취하여 전분함량을 조사한 결과는 Table 1, 2 및 Fig. 2와 같다.

Table 1. Starch contents of various portion of ginseng root.

(%, dry basis)

Sample	Portion	Center	Middle	Side
Sample I		26.28	32.95	36.62
Sample II		25.16	33.41	36.93
Sample III		16.30		23.39

Sample I, II and III are portions same as indicated in Fig. 1

Table 1에서 보는바와 같이 부위별로는 外側部가 中間部나 心部보다 전분함량이 많음을 알 수 있다. 즉 뇌두로부터 (Fig. 1 참조) 3cm되는 부위 (Sample I)에서는 外側部가 36.62%로 心

部の 26.28%보다 10%정도 많았으며 6cm되는 중간부위(Sample II)의 경우도 外側部가 心部보다 11.8%정도 높았다.

그리고 尾蔘부위 역시 전분함량이 외부쪽이 중심부쪽 보다 높아 결과적으로 중심부위 보다는 외부쪽이 전분함량이 많음을 보여주었다.

藤本등^{23,24}은 감자를 피층부, 형성층부, 내부로 구분하여 전분함량을 조사하였던바 외측 부분인 피층부는 형성층부나 내부에 비해서 1/2이하로 많은 차이가 있음을 지적하였다. 또한 같은 감자라하여도 전분함량은 성장기간이 길수록, 중량이 클수록 증가한다고 하였다.

인삼의 전분함량은 外側部에 많은 반면 감자의 경우는 내부쪽이 많아 서로 상반되는데, 인삼의 경우 부위별 입경의 크기는 心部보다 外側部가 큰 반면 감자는²³ 皮層部보다 内部의 입경이 큰 것으로 나타났다. 이는 입경과 전분함량간의 상관관계로 양자가 같은 경향을 보여 입경이 큰 부위는 전분함량이 많고 입경이 작은 부위는 전분함량이 적음을 알수있다.

한편 성장월별로 인삼을 채취하여 胴体和 尾蔘部의 전분함량을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 즉, 部位別로는 胴体部位가 尾蔘部位보다 2배 정도 높았고, 계절별로는 10월부터 4월까지의 동체가 5%인데 반해서 하절기인 6~7월에는 35~38%로서 현저히 상승하였다. 미삼의 경우도 같은 경향을 나타내고 있다, 이것은 탄소동화작용이 가장 왕성한 6~8월에는 전분이 많이 합성되므로 전분함량의 증가와 더불어 개체 중량도 증가하지만 지상부위가 고사한 겨울철에는 전분이 sucrose등 당으로 분해되어 함량이 감소되는 것으로 생각된다.

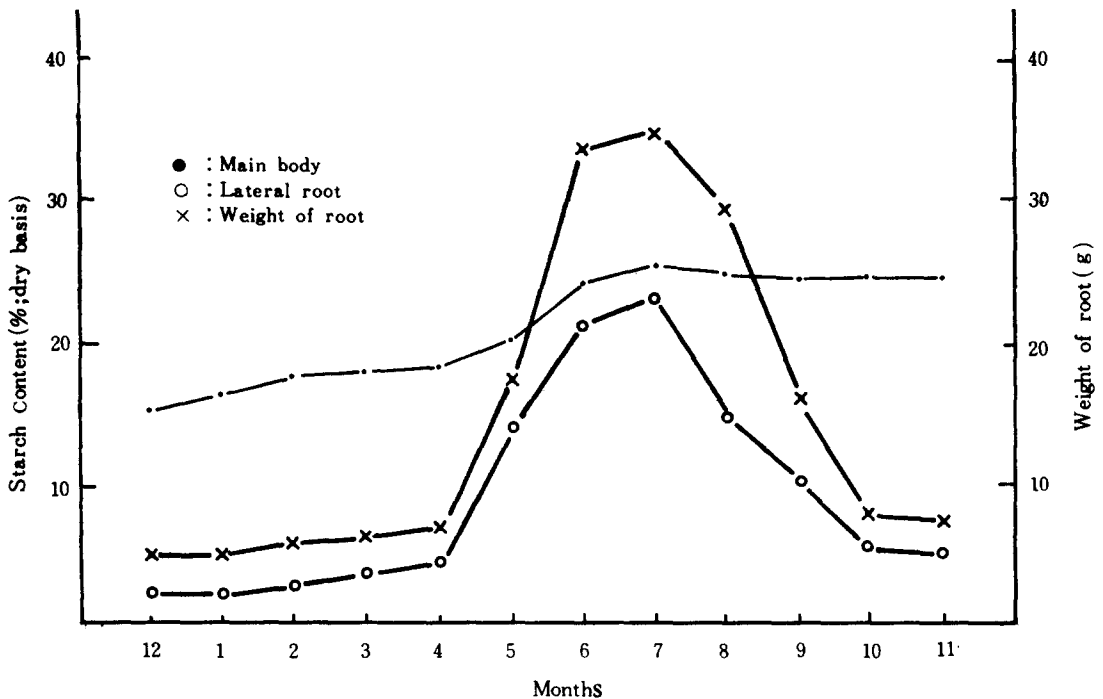


Fig. 2. Seasonal variations of starch content in ginseng root

이것은 고사리뿌리 전분의 경우 동절기에는 전분함량이 30%이상으로 높고 하절기인 5~6월은 약 5%로 낮은 함량을 보인 경우¹⁸와는 반대 현상으로 나타났다.

Table 2. Starch contents in ginseng root at various cultivated years. (% , dry basis)

Cultivated years	2	3	4	5	6
Main root	29.3	32.3	29.5	31.6	32.5
Lateral root	15.0	14.1	13.9	15.6	16.9

또 연근별 전분함량은 Table 2에서 보는바와 같이 동체 29.3~32.5%, 비삼 13.9~16.9%로 생육연수에 따라 별차이가 없었으며 부위별로는 전출한 바와 같이 동체부위가 비삼부위에 비하여 약 2배정도 많이 함유되어 있다. 지역별로는 4년근(83년 8월) 인삼의 경우 풍기 28.6%, 금산 28.5%, 강화 29.5%, 진안 31.2%, 무주 31.4%로 큰 차이가 없었다.

2. 澱粉粒子的 形態와 構造.

1) 조직학적 관찰; 인삼조직중의 전분입자의 형태와 분포를 관찰하기 위해 인삼뿌리를 상부에서 3cm되는 곳을 절단하여 TEM 및 SEM으로 미세 구조를 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 즉, TEM 관찰 결과에 의하면 心部에는 타원형의 전분입자가 한곳에 모여 있고 세포액의 모양은 불규칙하였다(Fig.3A), 또한 中間部에서의 세포질은 전반적으로 세포벽 가까운 곳에 위치해 있었으며 전분입자는 형태가 비교적 균일하지 않았고 전자밀도가 높은 부분이 나타난 것으로 보아 미셀 내부에 치밀한 구조를 이루고 있을 듯하며, 油滴과 mitochondria도 들어 있음을 볼 수 있었다. (Fig.3B). 또한 外側部의 전분입자는 心部나 中心部에 비해 큰 것을 알 수 있다.

한편 TEM으로 관찰한 자료와 같은 부위를 SEM으로 관찰한 결과는 Fig. 4와 같다. 즉, 心部에서는 세포내에 수 많은 전분입자가 원형질막으로 둘러 싸여 있으며 대부분이 球形이고 일

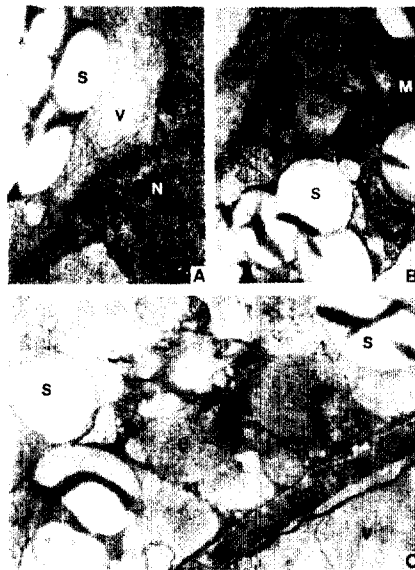


Fig. 3. Transmission electron micrograph of cross sections of the ginseng root.

A : center(25000X) B : middle(20000X)
 C : side(20000X) S : starch granule CW : cell well
 V : Vacuole L : lipid droplet
 N : nucleus M : mitochondria e

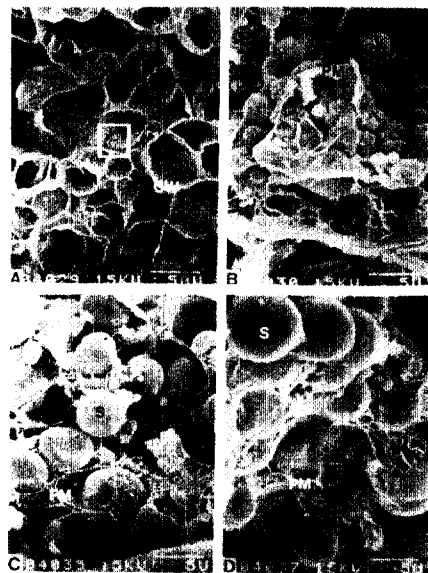


Fig. 4. Scanning electron micrographs of cross section of the gineng root.

A : center(400X) B : center(4000X)
 enlargement of "A" C : middle(4000X)
 D : side(4000X) S : starch granule CW : cell well
 PM : plastid membrane

부는 角을 이룬 球形이었다. 크기는 대체로 外側部의 것이 가장크고 中間部 및 心部の 순으로 작았지만 中間部나 外側部에서도 극히 작은 입자들을 더러 볼수 있었다.

藤本등⁽²⁴⁾은 감자조각 부위에 따른 전분입자 크기는 피층부, 형성층부, 내부의 順으로 갈수록 커진다고 하였으나 인삼전분의 경우는 이것과 정반대되는 경향이였다. 이는 식물의 종류나 환경조건에 따른 차이 때문인 것으로 생각된다.

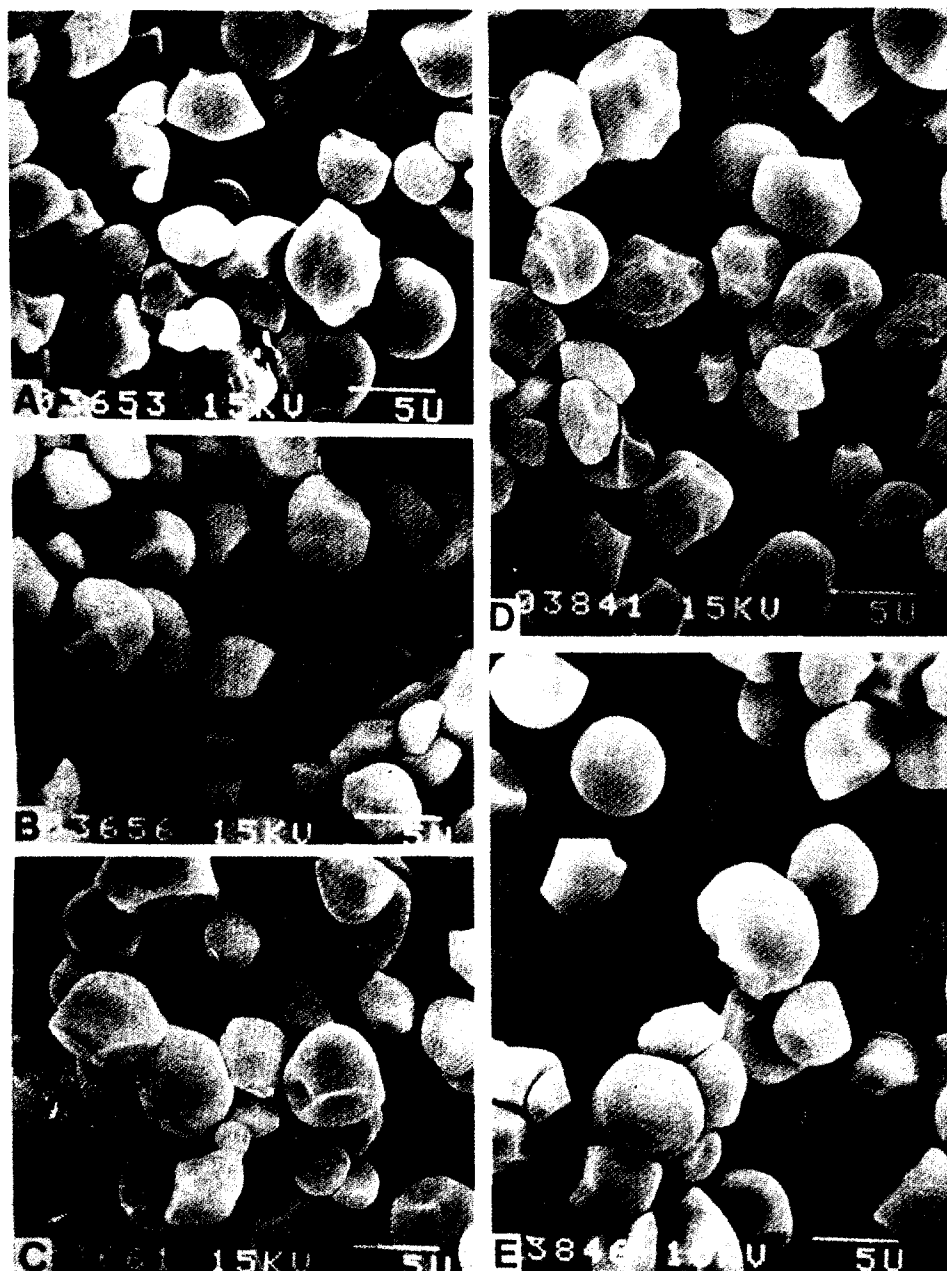


Fig. 5. Scanning electron micrographs of starch granules isolated from ginseng root(3000X)
 A: 2years B: 3years C: 4years D: 5years E: 6years

2) 형태 및 크기: 연근별(2~6년) 전분입자의 크기와 형태를 관찰한 결과는 Fig.5와 같다.

이들 입자의 모양은 식물조직중에서 관찰된 구형 또는 타원형이 보인 반면 분리된 전분에서는 손상받은 모양의 입자도 볼수 있었다. 이들 손상받은 전분입자들은 전분제조시 물리적으로 파손되거나 검경용 시료처리 과정중 금으로 증착시 기계적인 파손 또는 현미경 관찰중 전자선 조사에 의해 손상된 것으로 생각된다.⁽²⁵⁾

손상받지않은 전분입자들의 형태는 구형으로 감자전분입자⁽²⁶⁾ 처럼 표면이 평활하고 매끄럽게 보였다. 한편 전분입자중에서 일부 평활하게 함몰된 전분입자가 보이는데 이것은 조직내에서의 전분입자간 또는 조직과 전분입자 사이에 밀착되었다가 떨어진 부분으로 추정된다.

한편 전분입자의 입경을 측정하기 위해 1,250개의 입자를 현미경으로 관찰한 입경분포는 Fig. 6과 같다. 즉 입자의 크기는 2~8 μ 로서 대체적으로 쌀전분입자의 크기⁽²⁷⁾와 비슷하고 15~100 μ 인 감자전분이나 15~55 μ 인 고구마 전분입자 보다 훨씬 작아 지하전분중에서 작은것이 특색이었다.

그리고 생육연근별 전분입자의 크기는 2년근 1.8~6.5 μ , 3~5년근 2~7.5 μ 6년근 2.8~8 μ 로 생육기간에 따라 약간씩 증가하였다.

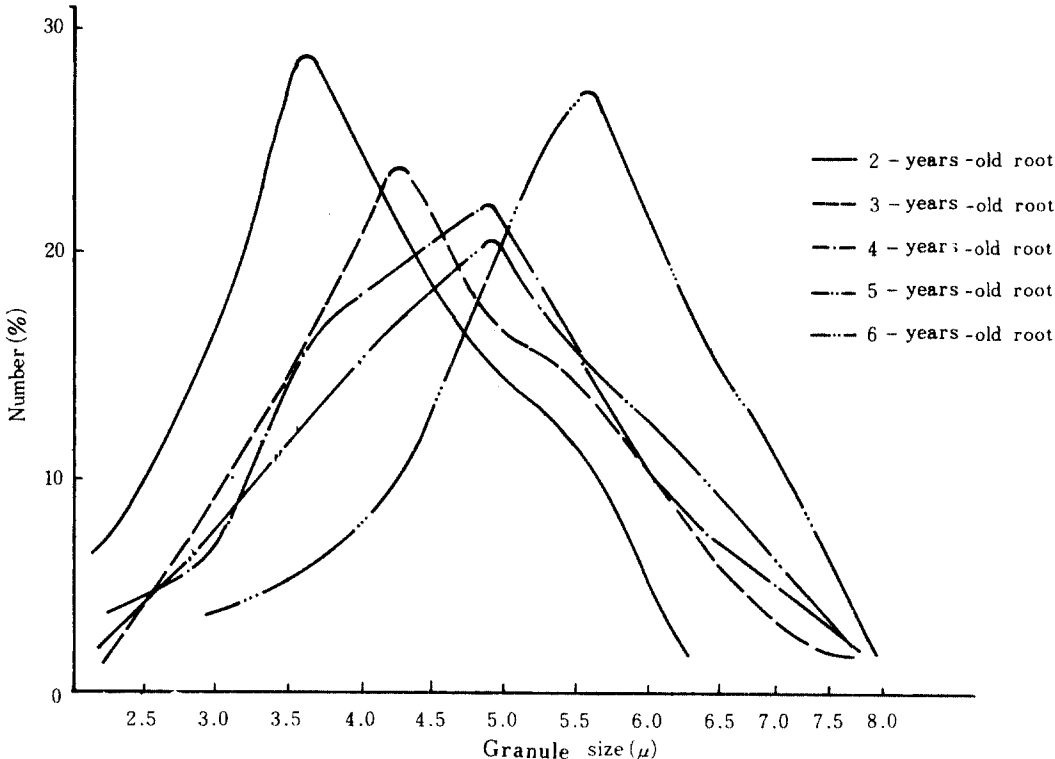


Fig. 6. Granule size distribution of ginseng root starch

3) 결정성; 전분의 X-線回折圖는 Fig. 7과 같고 각환의 面間隔은 Table 2와 같다. 즉, 생육연수에 따라 약간의 차이는 있지만 회절각(2θ) 5~6사이에서 1환을, 14~15에서 3a, 3b 환을 볼수있으며 4b와 6c환이 없고 4a환의 회절강도가 강한것으로 보아 감자전분⁽⁷⁵⁾과 같이 B도형인 것으로 판단된다.

Table 2. Interplanar spacings of ginseng root starch by X-ray diffraction.

(unit : Å)

Name of ring Cultivated years	1	2 a	2 b	3 a	3 b	4 a	4 b	5 a	5 b	6 a	6 b	6 c	7	8
2	16.03	9.77	8.14	6.29	5.93	5.29		4.60		3.77			3.43	
3	16.09		7.75	6.34	5.91	5.17		4.43	4.23	4.05	3.70		3.36	
4	16.78	8.05	7.39	6.38	5.86	5.13		4.60		4.07	3.89		3.36	
5	15.91	8.70	7.73	6.10	5.80	5.49		4.41		4.11	3.72		3.45	2.88
6	15.75	8.89	7.82	6.19	5.95	5.24		4.61	4.43	4.06	3.73		3.31	3.04

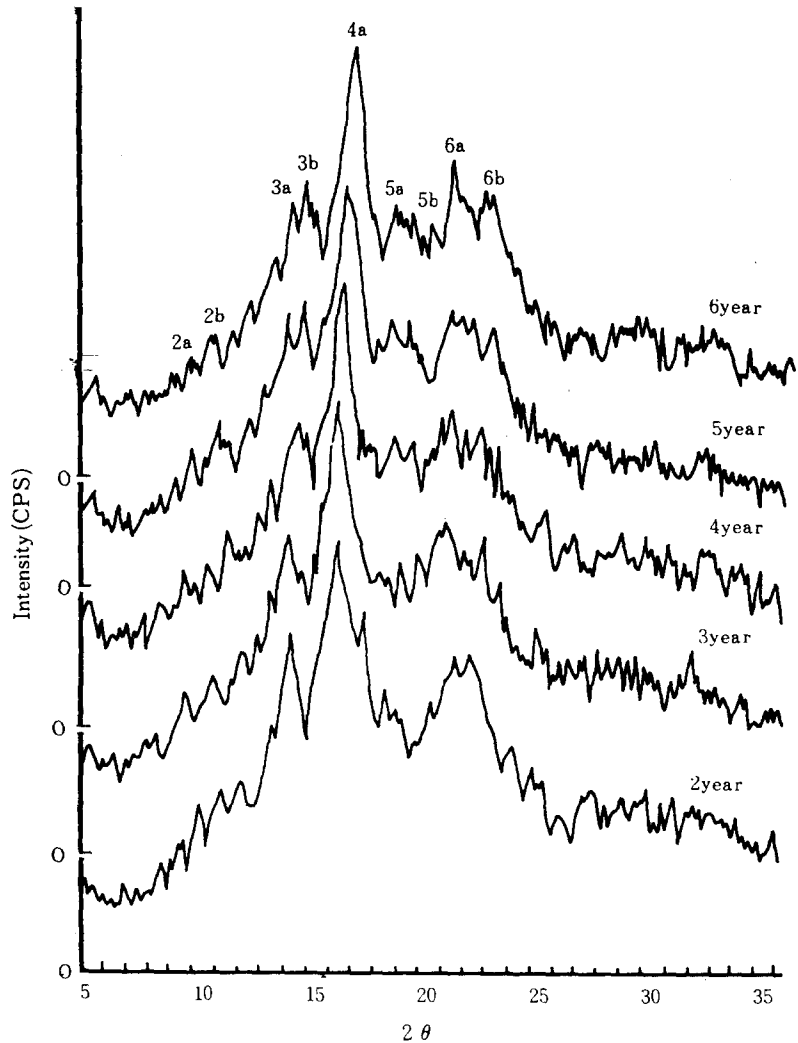


Fig. 7. X-ray diffraction patterns of ginseng root starch.

IV. 要 約

인삼중의 전분의 분포, 전입자의 크기와 형태를 관찰한 결과는 다음과 같다.

인삼근의 전분은 중간부나 심부보다는 외측부에 많고 또 동체부위가 미삼부위에 비해서 동체부위에 2 배정도 많았다.

한편 계절별로는 동절기인 11~3월에 3~6%, 하절기인 6~7월에 35~38%로 현저한 차이가 났다.

또한 8월에 채취한 1~4년근의 전분함량은 동체 29.3~32.5%, 미삼 13.9~16.9%였고, 풍기, 금산, 강화, 진안, 무주에서 8월에 채취한 4년근의 전분함량은 28.5~31.4%로서 생육기간과 재배지역간에는 별차이가 없었다.

인삼 전분입자의 형태는 구형내지는 원형이고 외측부 중간부 심부순으로 갈수록 커지는 경향이었으며, 생육기간이 길수록 그 크기가 다소 증가하였다.

X-선분석에 의한 전분입자의 결정구조는 B도형이었다.

References

1. Shibata, S., Tanaka, O., Soma, Y., Iida, T., Ando, T. and Nakamura, H.: *Tetrahedron Letters*, No. 3, 207 (1965).
2. tanaka, O., Nagai, M. and Shibata, S.: *Chem. Pharm. Bull.*, 14 (10), 1150 (1966).
3. Shibata, S., Fujita, M., Itokawa, H., Ishii, T. and Tanaka, O.: *Chem. Pharm. Bull.*, 11 (6), 759 (1963).
4. Shibata, S., Tanaka, O., Ando, T., Sado, M., Tsushima, S. and Pjsawa, T.: *Chem. Pharm. Bull.*, 14 (6), 595 (1966).
5. Kim, J.Y. and E. John Staba: *Korean J. Pharmacog.*, 5 (2), 85 (1974).
6. Kim, H.J., Nam, S.H., Fukura, Y. and Lee, S.K.: *Korean J. Food Sci. Technol.* 9 (1), 24 (1977).
7. 金萬旭, 崔康注, 李貞淑: 人蔘研究報告書, 韓國人蔘煙草研究所, 300(1981)
8. Lee, T.Y. and Kwon, T.W.: *Korean J. Chemical Society*, 5, 73 (1961).
9. Cook, C.H. and An, S.H.: *Korean J. Pharmacog.*, 6 (1), 15 (1975).
10. Joo, H.K. and Cho, K.S.: *Korean J. Ginseng Sci.*, 3 (1), 40 (1979).
11. Tanaka, O.: *Metabolism and Disease*, Jung San Book Center. 10 (114), 548 (1973).
12. Juhn, K.S.: *Insam Munhun Teukjip*, 2, 27 (1962).
13. Cho, H.O., Lee, J.H., Cho, S.H. and Choi, Y.H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 8 (2), 95 (1976).
14. Kim, D.Y.: *J. Korean Agricultural Chemical Society*, 16 (2), 60 (1973).
15. Kim, H.J., Nam, S.H. and Lee, S.K.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 9 (1), 19 (1977).
16. Oh, H.I., Lee, S.J., Kim, S.D. and Hong, S.K.: *Korean J. Ginseng Sci.*, 5 (2), 114 (1981).
17. Sugimoto, Y., Takaya, T. and Fuwa, H.: *J. of the Japanese Society of Starch Science*, 22 (4), 103 (1975).
18. Jo, J.S.: Doctorial thesis, The graduate school of Seoul National university, (1977).
19. Hase, S. and Yasui, T.: *Rept. Natl. Food Res. Inst.*, 36, 98 (1980).
20. Hase, S., Kawamira, S., Tada, M., Yoneyama, S. and Kanaya, K.: *Rept. Natl. Food. Res. Inst.*, 36, 110 (1980).
21. Hahn, K.J., Ko, K.S., Choi, C.K. and Choe, R.S.: *Korean. J. Electron Microscopy*, 13 (1), 41 (1983).
22. Kang H.S. and Yoo, K.S.: *Korean J. Electron Microscopy*, 13 (1), 41 (1983).
23. Frgimoto, S., Nagahama, T. and Kame, M.: *Japan J. Agri. Chemical Soc.* 45 (2), 68 (1971).
24. Fujimoto, S., Nagahama, T. and Kanie, M.: *Japan J. Agri. Chemical Soc.*, 45 (3), 107 (1971).
25. Kiribuchi, S. and Nakamura, M.: *J. Japanes. Soc. Starch Sci.*, 20 (4), 206 (1973).
26. Tada, M.: *Japan Starch Soc. Technol.*, 19 (2), 64 (1972).
27. 金東勳: 食品化學, 探求堂, pp 190(1979)