

韓國産 고구마 전분의 이화학적 특성에 관한 연구

申 末 湜 · 安 承 堯

서울대학교 家政大學 食品營養學科
(1983년 5월 10일 수리)

Studies on Physicochemical Properties of Starches from Sweet Potatoes of Korea Cultivars.

Mal-Shick Shin and Seung-Yo Ahn

Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul.

Abstract

Starch granules of sweet potatoes, the *Suwon 147* and the *Chunmi* were observed by photomicroscope and scanning electron microscope were round and polygonal. Granule sizes of the *Suwon 147* and the *Chunmi* were 14~30 μ m, 16~34 μ m, respectively.

X-ray diffraction pattern of starch granules resulted weak crystallinity at 2θ 14.8, 17.2, 22.5. Starch granules were of the Ca crystalline type.

The blue values of the *Suwon 147* and the *Chunmi* were determined to be 0.342 and 0.279, amylose contents 27.6% and 23.6%, and water binding capacity 178.7% and 185.5%.

Swelling of the starches negligible until 50°C thereafter it increased rapidly. Swelling power of the *Suwon 147* was more slightly than that of the *Chunmi*. Optical transmittance of 0.2% starch suspensions was increased rapidly from 65°C and the gelatinization at 65~80°C was of single stage. Amylogram patterns of 4% starch solutions were similar to no peak viscosity. Viscosity of the *Suwon 147* was increased, but that of the *Chunmi* was decreased at 92.5°C.

序 論

고구마는 메꽃과에 속하는 유일한 식량작물이며, 주로 그의 괴근을 이용하게 되고 단위면적당 수확량이 높은 전분식품으로서, 그 전분은 식용, 양조용, 그밖의 식품가공용에 많이 사용된다.¹⁾ 고구마의 화학적 조성은 품종, 토양, 환경요인에 의해 달라지며 전분도 많은 영향을 받는다.²⁾ 고구마에 대한 식품학적 연구로서는 조리 및 저장에 따른 당의 변

화^{3~6)}, 펙틴물질의 변화^{7~8)}에 대한 연구가 주로 되어 있으며 고구마전분에 대한 연구는 일본^{9~10)}과 필리핀¹¹⁾등에서 몇편 있을 뿐이고 국내에서는 이 방면에 관한 연구가 없는 실정이다.

Rasper 등은 열대작물의 전분의 화학적 조성 및 물성에 대해 보고하였으며,¹²⁾ 특히 고구마 전분의 팽윤상(swelling pattern)과 용해도 곡선은 single stage process를 보여 준다고 하였다.¹³⁾ Madamba¹⁾는 품종이 다른 필리핀산 고구마 전분의 몇가지 성질을 비교하여 팽윤되는 정도가 감자 전분보다

느리다고 하였다. Hall 등¹⁴⁾은 고구마 전분의 scanning electron microscopy를 관찰하여 입자 성상이 둥글고 다각형이며 표면이 매끈하다고 보고하였다.

본 연구에서는 우리나라에서 생산되는 고구마 중에서 분질인 수원 147호와 점질인 천미(千美)의 전분을 분리하여 두 가지 전분의 입자 성상과 이화학적 성질을 비교 검토하고자 하였으며 그 결과를 보고하는 것이다.

實驗材料 및 方法

1982년에 작물시험장에서 수확한 고구마, 수원 147호와 천미를 구하여 겉의 흙을 제거한 뒤 껍질을 벗겨 실험재료로 사용하였다.

전분의 제조 및 일반성분 분석: 껍질을 제거하여 잘게 자른 고구마에 0.2% NaOH 용액을 가하고 Waring blender에서 5분간 마쇄한 후 100과 400 mesh 체로 반복하여 걸러 잔사를 제거하고 체통과부분을 냉장고(4°C)에 방치하여 상등액을 제거하고 침전물에 노란층이 없어 질 때까지 0.2% NaOH 용액으로 반복 처리한 후 증류수로 중성이 될 때까지 세척하였다. 회수된 전분은 실온에서 2~3일 풍건한 후 100 mesh 체로 쳐서 전분시료로 하였다¹⁵⁾. 고구마 전분의 수분, 조회분, 조지방 및 질소는 A.O.A.C 방법¹⁶⁾에 따라 분석하였다.

전분 입자의 성상: 전분 입자의 형태와 크기는 Nikon photomicroscope(Nippon KOGAGU, K.K. Japan) 및 JEOL JSM-35 Scanning Electron Microscope를 사용하여 각각 600배 및 3000배로 확대하여 관찰하였다.

X-선 회절도: 전분의 X-선 회절도는 X-Ray Diffractometer(Rigaku Co. Japan)를 이용하여 target Cu, filter Ni, scanning speed 4°/min, chart speed 40mm/min, time constant 2 sec, range 1000cps로 2θ가 10°~5°까지 회절시켜 분석하였다.¹⁷⁾

전분의 이화학적 특성: 고구마 전분의 물결합 능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법¹⁸⁾에 따라, 아밀로즈 함량은 McCready 및 Hassid 방법¹⁹⁾에 따라 측정하였으며, 아밀로스의 표준곡선은 고구마 전분을 아밀로즈와 아밀로펙틴으로 분리¹⁹⁾, 동일방법으로 작성하였다. 고구마 전분의 blue value는 Gilbert 및 Spragg 방법²⁰⁾에 따라 680 nm에서 측정하여 계산하였다. 광화력과 용해도는 25°~80°C

의 온도 범위내에서 Schoch의 방법²¹⁾에 따라 조사하였다. 호화온도는 전분 현탁액(0.2%)을 18°~97°C의 온도 범위에서 분광광도계로 625nm에서 광투과도를 측정하였다.²²⁾ 호화양상은 Brabender/Visco/Amylograph를 이용하여 Medcalf 및 Gilles의 방법²³⁾에 따라 조사하였으며 전분농도는 건물중으로 4%를 사용하였다. 온도의 변화는 1.5°C/min로 조절하였고 최고온도 92.5°C에서 15분간 유지시킨 후 냉각하였다.

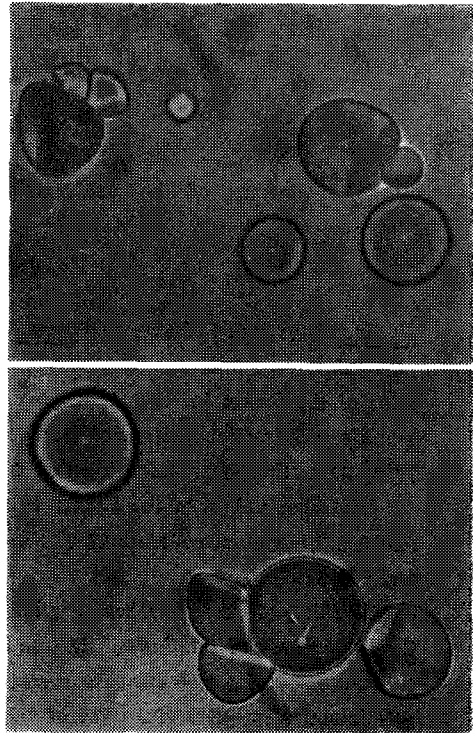


Fig. 1. Photomicrographs of Suwon147(up) and Chunmi(down) sweet potato starches (×600)

結果 및 考察

전분입자의 성상

광학 현미경하에서의 두 품종의 고구마 전분 입자의 모양은 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서와 같이 전분 입자는 hilum이 중앙에 위치하는 둥근형과 다각형을 보이며 크기는 입자에 따라 약간의 차이를 보이고 있다. 수원 147호는 14~30μm, 천미는 16~34μm의 범위에 있으며 입자의 크기는 재배지 및 품종에 따라 다르다고^{11,20,24)} 알려져 있다. 일반적으로 고구마 전분은

7~38 μ m 크기에, hilum 이 중앙에 있는 둥글거나 다각형의 형태를 유지한다고 하였다.¹¹⁾ 품종에 따른 전분 입자의 크기 차이는 입자의 분포도를 비교하는 것이 바람직하다고 생각되어진다.

Scanning Electron Microscopy(SEM)에 의한 전분의 형태는 Fig. 2 와 같다. 전분 입자의 표면은 매끄러우며 수원 147 호의 경우 입자내에 약간의 검은 선이 나타났다. Hall 등¹⁴⁾은 고구마 전분을 SEM 으로 관찰한 결과 둥근 것과 다각형이 존재하며 표면은 둥글고 부드럽다고 보고하였다.

X-선 회절도

전분은 일반적으로 결정성이 낮기 때문에 X-선 회절선의 강도가 비교적 작으며 전분의 결정구조는 품종이나 생육조건에 따라 다르다.^{25,26)} 고구마 전분의 X-선 회절 양상은 2 θ 가 30~100°인 부분

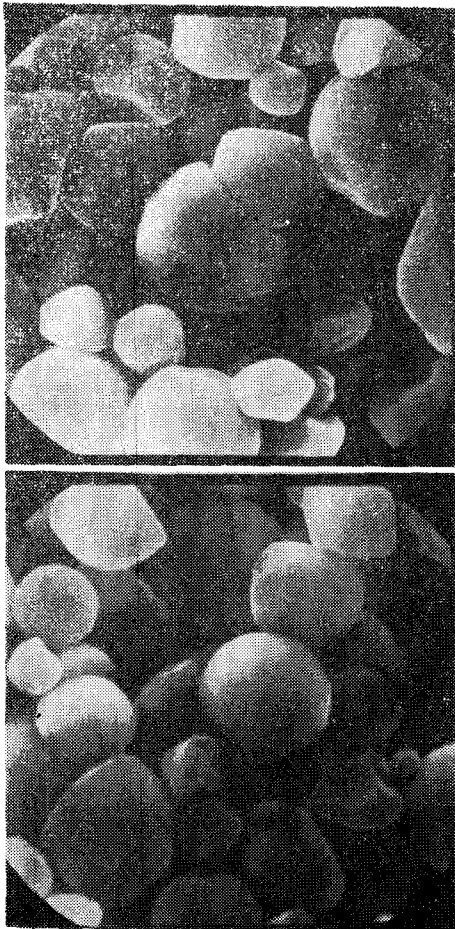


Fig. 2. Scanning electron micrographs of Suwon 147(up) and Chunmi(down) sweet potato starches(\times 3000).

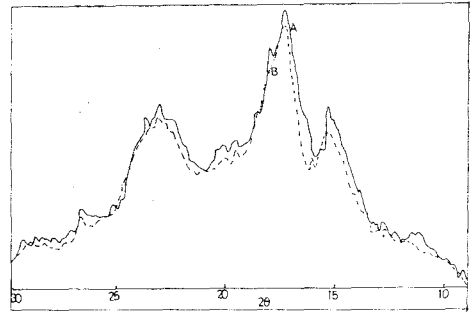


Fig. 3. X-Ray diffraction patterns of Suwon 147(A) and Chunmi(B) sweet potato starches.

에서는 강도가 거의 나타나지 않으며, 이는 전분의 비정질 부분에 해당된다.

Hizukuri 등²⁷⁾은 X-선 회절양상이 쌀등의 곡류 전분은 A형, 감자등의 피경류 전분은 B형, 두류나 피근류 전분은 A형과 B형의 혼합형인 C형을 이룬다고 하였다. Fig. 3 에서와 같이 고구마 전분은 품종에 관계없이 2 θ 가 14.8, 17.2, 22.5°에서 정점을 보였으며, A형에 가까운 혼합형인 Ca형의 회절 양상을 보였다. 이 결정형은 Suzuki 등이 킨전분이 Ca 결정형을 이루며 고구마전분과 같다는 보고와 일치하였다.²⁸⁾ 결정성의 강도는 수원 147호가 천미보다 큰 것으로 보였다. 藤本滋生 등²⁹⁾은 고구마를 중심에서부터 조직을 나누어, 각 조직에서 얻은 전분의 X-선 회절 양상은 내부는 A형에 가깝고 형성층 부분은 B형에 가깝다고 보고하였다. 또한 고구마 전분은 생육 재배지의 온도에 따라서도 결정형이 다른 C형의 결정구조를 갖는다고 알려져 있다.^{25,10)}

전분의 특징

전분의 일반성분은 Table 1 과 같다. 고구마 전

Table 1. Chemical and physicochemical data on sweet potato starches.

Contents	starches	
	Suwon 147	Chunmi
moisture content	13.78%	13.97%
ash	0.12%	0.11%
fat	0.053%	0.083%
nitrogen	0.027%	0.032%
water binding capacity	178.7%	185.5%
amylose content	27.6%	23.6%
blue value	0.342	0.279

분의 지방 함량은 0.05~0.08%로 이것은 탄수화물에 지방이 느슨하게 흡착되어 있기 때문이라고 보고하였다.¹¹⁾ 고구마 전분의 물결합 능력은 수원 147호가 178.7%, 천미가 185.5%로 두류 전분의 83.92%,²⁰⁾ 또는 밥전분의 85%³⁰⁾에 비해 2배이상 크며 쌀 전분의 134~100%^{15,31)} 비해서도 매우 컸다. 이것으로 보아 곡류 전분보다 고구마 전분의 물결합 능력이 강함을 알 수 있었다. 고구마 전분의 아밀로즈 함량은 수원 147호가 27.6%, 천미가 23.6%로 품종에 따라 차이를 보였다.

고구마 전분의 아밀로즈 함량은 Rasper 등의 14~23%¹²⁾, Madamba 등의 29.6~32%와 차이가 있으며 Naivikul 등은 전분의 아밀로즈함량이 측정방법, 품종, 토양에 따른 생육조건에 따라 다소 차이를 보인다고 하였다.³²⁾

팽화력

두 품종의 고구마 전분의 온도에 따른 팽화력의 변화는 Fig. 4와 같다. 고구마 전분은 모두 50°C까지는 팽윤이 거의 일어나지 않았으나 65°C에서 70°C 사이에 증가정도가 커졌으며 그 후에 증가는 완만하였다. Fig. 4와 같이 수원 147호의 경우 50~70°C 사이에 비교적 완만한 증가를 보였으나 천미는 65~70°C 사이에 급격한 증가를 나타냈다.

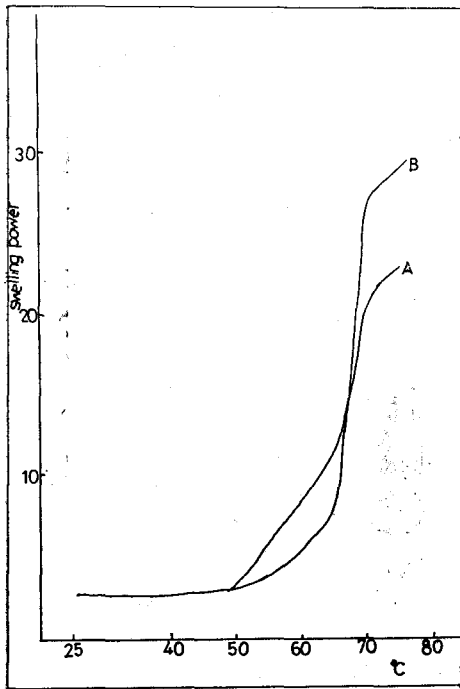


Fig. 4. Swelling patterns of Suwon 147(A) and Chunmi(B) sweet potato starches.

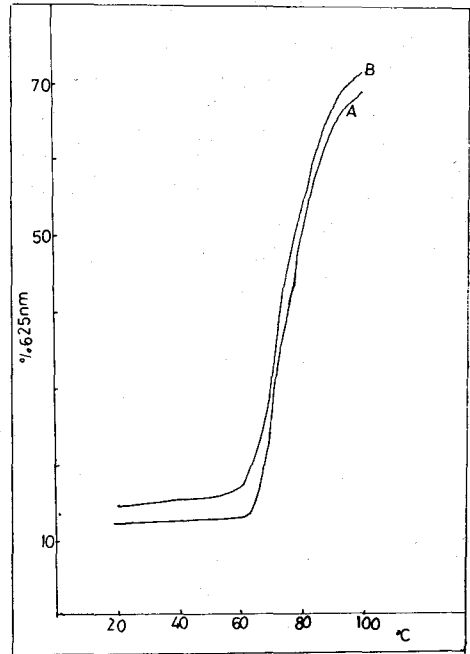


Fig. 5. Change in transmittance of 0.2% sweet potato starch suspensions Suwon 147(A), Chunmi (B).

전분의 팽화력이 높은 것은 입자 내의 결합력이 약하다는 것을 나타내므로³³⁾ 천미 전분 입자 내의 결합력이 약하다는 것을 의미하였다. 이 팽윤상은 전분 중의 아밀로스와 아밀로펙티의 비율과 입자 내의 미세구조에 따라 달라지고 고구마 전분의 경우 온도에 따라 점차 증가하였다.¹³⁾ 또 전분의 품종에 따라 가장 높은 팽화력을 나타내는 온도가 다르며 대체로 65°C 이상에서 팽윤이 급격히 증가한다고 하였다.¹¹⁾

호화온도

고구마 전분 (0.2% 현탁액)의 호화는 Fig. 5와 같다. 광투과도는 두 전분 모두 65°C까지는 큰 변화가 없었으나 그후 입자가 수화되면서 급격히 증가하였다. 같은 농도의 현탁액에서 광투과도는 호화되기 전과 그 후에도 계속 수원 147호보다는 천미가 더 크게 유지되었으며 모두 single stage의 호화양상을 보였다. 수원 147호, 천미 전분의 호화는 60~65°C에서 시작되며 65°C 이상에서 빨리 진행하였다. 전분의 호화온도는 품종에 따라 차이가 있으며 대체로 63.6~70.7°C¹¹⁾의 범위에 속하고 아밀로즈 함량과 정상관계가 있다고 하였다.¹¹⁾

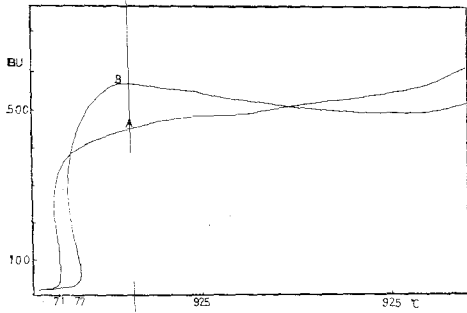


Fig. 6. Brabender amylograms of Suwon 147(A) and Chunmi(B) sweet potato starches.

호화양상

고구마 전분의 아밀로그래프의 분석 결과는 Table 2와 같다. 호화 개시 온도는 수원 147호가 71°C,

Table 2. Amylograph datas on sweet potato starches(4%)

Starch	Initial pasting temperature°C	Height at 92.5°C (B.U.)	15min Height (B.U.)	Height at 50°C (B.U.)
Suwon 147	71	470	530	710
Chunmi	77	550	500	620

천미가 77°C 로써 천미 전분이 높았으며 최고 온도인 92.5°C 에서의 점도는 천미가 약간 높았으나 모두 호화 정점을 볼 수 없었다. 92.5°C 에서 15분간 유지한 후의 점도는 수원 147호가 증가한 반면 천미는 감소하였고, 그 후 냉각함에 따라 점도는 계속 증가하였다. 수원 147호의 최고 온도에서의 점도증가는 두류전분³¹⁾ 및 칩전분²⁸⁾에서 흔히 볼 수 있는 양상이었다. 고구마 전분의 호화양상은 재배온도나 품종에 따라 다르게 나타났으며 같은 품종의 경우에는 재배온도가 높으면 호화개시 온도가 높게 보고되었다.¹⁰⁾

품종에 따른 고구마 전분의 이화학적 특성의 차이는 위의 전분 입자의 크기의 분포도, 전분을 구성하는 아밀로즈나 아밀로펙틴의 결합 정도 및 전분현탁액의 여러 조건에 따른 물성을 비교검토함으로써 좀 더 자세한 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

要 約

한국산 고구마의 두 품종, 수원 147호와 천미의 전분을 분리하여 전분입자의 성장과 이화학적 특

성을 조사·검토하였다.

광학현미경과 scanning electron microscopy로 관찰한 고구마 전분은 둥근형과 다각형이었으며, 그 크기는 수원 147호가 14~30 μ m, 천미가 16~34 μ m이었다. X-선회절도는 2 θ 가 14.8, 17.2, 22.5에서 약한 결정성을 보이므로 실험한 고구마 전분은 Ca결정형으로 생각된다. Blue value는 수원 147호가 0.342, 천미가 0.279, 아밀로즈 함량은 27.6%, 23.6%, 물결합 능력은 178.7%, 185.5%이었다.

전분의 팽화력은 50°C까지는 변화가없다가 그후 급격히 증가하였으며 수원 147호가 천미보다 완만한 증가를 보였다. 전분 현탁액(0.2%)의 팽투파도는 두 전분 모두 65°C부터 급격히 증가하였고 65°C~80°C까지 single stage의 호화 양상을 보였다. 아밀로 그래프에 의한 4% 전분 용액의 호화는 모두 최고 점도가 나타나지 않았으며 92.5°C에서 수원 147호의 점도는 증가하였으나 천미 전분의 점도는 감소하였다.

參 考 文 獻

1. 金浩植, 李春寧, 金載勳 : 한국농화학회지, 4 : 1(1963).
2. Madamba, L.S.P. and Sanpedro, E.L.: The Philippine Agriculturist J., 59 : 350(1976).
3. Walter, W.M. Jr., Purcell, A.E. and Nelson, A.M.: J. Food Sci., 40 : 793(1975).
4. Lambou, M.G.: Food Tech., 12 : 150(1958).
5. Sistrunk, W.A., Miller, J.C. and Jones, L.G.: Food Tech., 8 : 223(1954).
6. Sistrunk, W.A.: J. Food Sci., 36 : 39(1971).
7. Ahmed, E.M. and Scott, L.E.: Ameri. Soci. Horti. Sci., 80 : 376(1962).
8. Baumgardener, R.A. and Scott, L.E.: Ameri. Soci. Horti. Sci., 83 : 629(1965).
9. 藤本滋生, 永浜伴紀, 蟹江松雄 : 日農化誌, 45 : 68(1971).
10. Nikuni, Z., Hizkuri, S., Fujii, M., Doi, K., Hasegawa, H., Moriwaki, T., Nara, S. and Maeda, I.: 日農化誌, 37 : 673(1963).
11. Madamba, L.S.P., Bustrillos, A.R. and Sanpedro, E.L.: The Philippine Agriculturist J., 58 : 338(1975).
12. Rasper, V. and Coursey, D.G.: J. Sci. Fd.

- Agri., 18 : 240(1967).
13. Rasper, V.: J. Sci. Fd. Agric., 20 : 642(1969).
 14. Hall, D.M. and Sayre, J.G.: Textile Res. J., 39 : 1044(1969).
 15. 김성곤, 한태룡, 이양희, 비엘다포르니아 : 한국식품과학회지, 10 : 157(1978)
 16. A.O.A.C.: Methods of Analysis of A.O.A.C. 13th ed. The Association: Washington, D.C. (1980).
 17. Cullity, B.D.: Elements of X-Ray Diffraction, Addison-Wesley Publing Co. (1959).
 18. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Cereal Chem., 42 : 558(1965).
 19. McCready, R.M. and Hassid, W.Z.: J. Am. Chem. Soci., 65 : 1154(1963).
 20. Gallent, D.J. and Sterling, C.: Examination and Analysis of Starch and Starch Products, ed. by J. A. Radley, p.33, Applied Science Publishers Ltd., London. (1976).
 21. Schoch, T.J.: Methods in Carbohydrate Chemistry, ed. by R.L. Whistler, Vol 4, p.106, Academic Press: New York N.Y. (1964).
 22. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Snyder, H.E.: Cereal Chem., 55 : 661(1978).
 23. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Die Stärke, 4 : 101(1966).
 24. Rasper, V.: J. Sci. Fd. Agric., 22 : 572(1971).
 25. 김정옥, 이만경 : 한국식품과학회지, 8 : 230 (1976).
 26. Suzuki, H., Hizukuri, S. and Nikuni, Z.: 日農化誌 37 : 63(1963).
 27. Hizukuri, S., Fuji, M. and Nikuni, z., Nature, 192 : 239(1961).
 28. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Cereal Chem., 58 : 286(1981).
 29. 김완수, 이혜수, 김성곤 : 한국농화학회지, 23 : 166(1980).
 30. 박인순, 김성곤, 김춘수 : 한국농화학회지, 25 : 218(1982).
 31. 정혜민, 안승요, 김성곤 : 한국농화학회지, 25 : 67(1982).
 32. Naivikul, O. and D'Appolonia, B.L.: Cereal Chem., 56 : 24(1979).
 33. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T. J.: Cereal Chem., 36 : 534(1959)
 34. Wada, K., Takahashi, K., Shirai, K. and Kawamura, A.: J. Food Sci., 44 : 1366(1979).
 35. Schoch, T. J. and Maywald, E.C., Cereal Chem., 45 : 564(1968).