

탈지 및 지방산 첨가가 쌀전분의 이화학적 특성에 미치는 영향

최형택 · 이신영* · 양 용 · 오두환

연세대학교 식품공학과, *강원대학교 발효공학과

Effects of Defatting and Reincorporation with Fatty Acid on the Physicochemical Characteristics of Rice Starch

Hyeong-Taeg Choi, Shin-Young Lee*, Ryung Yang and Doo-Whan Oh

Department of Food Engineering, Yonsei University, Seoul

**Department of Fermentation Technology, Kwangweon National University, Chunchun*

Abstract

Physicochemical properties of defatted and 1% palmitic acid reincorporated rice starch were investigated comparing with nondefatted starch. Amylose content of defatted starch was higher than that of nondefatted and reincorporated starch. Transmittance, swelling power and solubility of nondefatted and reincorporated starch exhibited two stage behavior but these behaviors were disappeared by defatting. All starches showed a typical A type in X-ray diffraction but relative crystallinity was decreased by defatting. Also by defatting, peak viscosity and break down of amylogram were disappeared and set back was increased.

Key words: physicochemical properties, defatting, reincorporation, rice starch

서 론

전분은 그 기원에 따라 소량의 지질을 함유하며 이들 지질은 주로 전분립 표면에 붙어 있는 surface starch lipids 또는 전분립내에 단단하게 결합되어 있는 internal starch lipids로 존재한다⁽¹⁾.

일반적으로 곡류전분에서의 지질은 대부분 internal starch lipids로 존재하며 주 구성성분은 유리지방산 또는 lysophosphatidyl choline 및 monoglycosyl monoglyceride 등과 같은 monoacyl lipid이다⁽²⁾. 이들 internal starch lipids는 85% methanol, 1, 4-dioxane 등과 같은 극성의 친수성 지방용매에 잘 추출되며 아밀로오스와는 나선상의 복합체를 형성하여 전분의 물리화학적 성질에 크게 영향을 주므로 지금까지 각종 연구가 보고되었다⁽³⁻⁵⁾.

그러나 쌀 또는 쌀전분에 관하여는 지질조성이나 분포 특성에만 국한하여 연구^(6,7)되어서 물리화학적 특성과 관련된 연구로는 쌀의 지질이 취반미의 조직에 영향을 준다는 Ohashi들⁽⁸⁾의 연구 및 탈지에 의해 쌀의 수화속도가 증가하고 아밀로그램의 점도가 증가하며 밥의 경도가 감소한다고 한 김들⁽⁹⁾의 보고가 있을 뿐 매우 미미한 실정

이다. 따라서 본 연구에서는 쌀 전분 지질의 영향에 관한 기초적 연구의 일환으로서 탈지 또는 탈지후 지방산을 첨가한 시료의 이화학적 특성을 생전분과 비교하면서 조사 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 재료는 경기도 강화에서 1984년도에 수확, 9분도로 도정한 아끼바레 쌀이며, 100 mesh로 분쇄하여 5°C로 보관하면서 실험에 사용하였다.

전분의 조제

쌀의 생전분(nondefatted starch, NDFS)은 Yamamoto들⁽¹⁰⁾의 알칼리 침지법을 다소 수정하여 조제하였다. 탈지전분(defatted starch, DFS)은 생전분을 Schoch⁽⁵⁾의 방법에 따라 85% 메탄올로 2시간(DFS-2), 4시간(DFS-4) 및 6시간(DFS-6) 탈지처리하여 그리고 지방산 첨가전분은 6시간 탈지한 탈지전분에 Ohashi들⁽⁸⁾의 saponification법으로 쌀전분의 주 지방산인 palmitic acid를 1% 첨가하여 각각 조제하였다.

성분분석

각 시료의 수분, 조지방, 조단백질 및 조회분의 함량은 AOAC법⁽¹¹⁾, 아밀로오스함량은 Juliano⁽¹²⁾의 방법으로 분석하였다.

이화학적 특성

팽화력과 용해도는 Schoch 등⁽¹³⁾의 방법으로 그리고 광투과도는 0.1% 각 전분현탁액을 가열관 교반기상에서 1.5°C/min의 가열속도로 120rpm으로 교반하면서 온도상승에 따른 광투과도의 변화를 372nm에서 측정하여 각각 구하였다⁽¹⁴⁾.

전분의 표면구조는 주사형 전자현미경(Phillips model SEM 501)을 사용하여 각 시료전분을 양면 접착 테이프에 얇게 분산시킨 후 금으로 진공증착(100Å)하고 전압 6KV, 시료경사 30°C에서 3,000배로 촬영하여 관찰하였다. 또 X-ray 회절영상은 X-ray diffractor meter(JEOL Co. model JD XII P3A)로 전압 40KV 및 전류 20mA에서 대음극으로 동관을 사용하고 발생 X선의 K β 선을 nickle filter로 제거하여 2°C/min의 주사속도로 2 θ 8-35°C까지 회절시켜 얻었다.

한편 전분의 호화영상은 각 8% 전분현탁액을 조제하여 Brabender Visco-Amylograph로 조사하였고, 이로부터 호화개시온도, 최고점도, 92.5°C를 30분간 유지시킨 후의 점도변화, set back, break down 및 최고점도 온도 등의 특성값을 구하였다.

결과 및 고찰

성분변화의 검토

탈지 및 지방산 첨가에 따른 일반성분과 아밀로오스 함량의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

탈지하지 않은 생전분의 일반성분은 보고된 일반적인 쌀전분의 조성값 범위이었으며⁽¹⁵⁾, 아밀로오스 함량도 다

른 연구자들의 보고⁽¹⁶⁾ 사실과 잘 일치하였다. 탈지처리에 의하여 조지방함량은 감소하여 탈지 6시간 후에는 초기 0.60%에서부터 0.21%까지 감소하였으며, 지방산의 첨가로 0.73%까지 증가하여 탈지 및 지방산 첨가 조작이 잘 이루어졌음을 보였다. 아울러 Fig. 1의 주사형 전자현미경에 의한 표면구조에서 볼 수 있는 바와 같이 각 처리시료 모두 전형적인 쌀전분의 성상을 보여 탈지 또는 지방산 첨가과정에서 전분립의 손상이 없었음을 알 수 있었다.

한편 아밀로오스 함량에서는 탈지하지 않은 생전분의 경우, 19.50%이었으나 탈지시간에 따라 증가경향을 보여서 6시간 탈지 후에는 20.60%로 다소 증가하였으며, 지방산의 첨가로 다시 생전분과 비슷한 19.07%까지 감소하였다.

이는 Maningat 등⁽¹⁷⁾ 및 Ohashi 등⁽¹⁸⁾의 보고 사실과 잘 일치하며, 이와같이 탈지처리에 의하여 아밀로오스 함량이 증가한 것은 전분중의 지질이 아밀로오스와 복합체를 형성하여 존재하다가 탈지로 지질이 제거됨에 따라 유리 아밀로오스 함량이 증가되었기 때문이라 생각한다. 아울러 지방산의 첨가시에는 첨가 지방산이 아밀로오스-지방산 복합체를 형성하여 아밀로오스-요오드 복합체를 저해하므로 아밀로오스 함량의 감소결과를 보인 것으로 추측된다.

이화학적 특성의 검토

시료 전분의 광투과도 Fig. 2와 같다. 광투과도는 호화개시온도 이전까지는 온도가 증가함에 따라 거의 일정한 값을 보이다가 호화개시온도 (57-60°C) 부근에서 지상전분의 특징적 현상인 일시적인 광투과도의 저하현상⁽¹⁸⁾을 보인 후 급격한 광투과도의 증가를 보였다. 호화온도는 탈지전분에서 약 57°C, 생전분 및 지방산 첨가전분에서 약 60°C로 탈지에 의하여 호화온도가 저하하고 지방산 첨가로 회복됨을 보였으며, 탈지로 호화가 촉진된다

Table 1. Effect of defatting and reincorporation on chemical compositions of rice starch

	Moisture (%)	Crude protein (%)	Strach lipid (%)	Crude ash (%)	Amylose (%)
No defatting	11.80	0.28	0.60	0.1	19.50
Defatting					
for 2hrs	11.95	-	0.38	-	20.00
for 4hrs	12.00	-	0.30	-	20.50
for 6hrs	11.70	-	0.21	-	20.60
Reincorporation	11.88	-	0.73	-	19.70

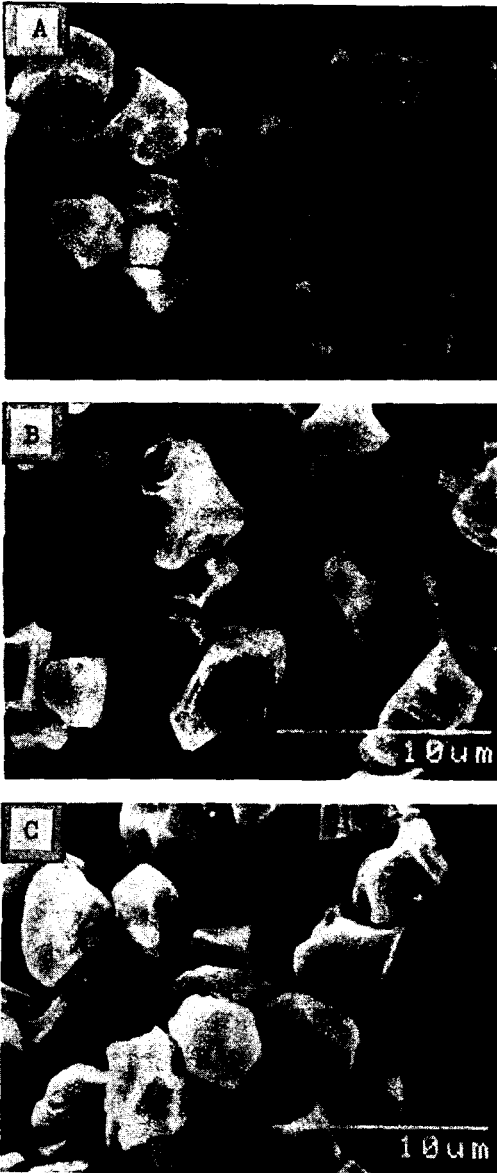


Fig. 1. Scanning electron micrographs of rice starches($\times 3,000$).
 A: Nondefatted starch
 B: Defatting for 6hrs
 C: Reincorporated starch

는 보고⁽¹⁹⁾ 사실과 잘 일치하였다. 한편, 생전분의 경우는 64-78°C 사이에서 완만한 투광도의 증가를 나타내는 어깨(shoulder)가 관찰되었으나 지질함량이 0.3%이하

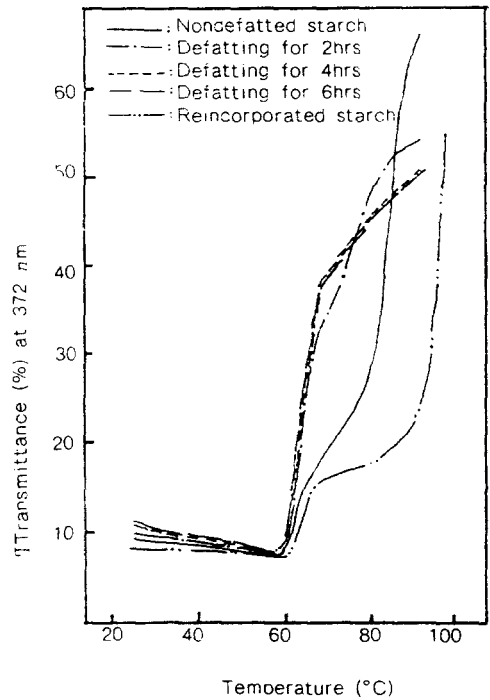


Fig. 2. Transmittance patterns of 0.1% rice starch solutions.

인 4시간 이상 탈지한 경우는 어깨현상은 소멸되어 급격한 투광도의 증가 양상을 보였다. 또, 지방산의 첨가로 다시 회복되었으나 지방산 첨가시료는 생전분의 75°C보다도 약 10°C가 더 높은 85°C에서부터 급격한 투광도의 증가를 보였다.

Kainuma 등⁽¹⁴⁾은 밀과 옥수수전분에서 각각 70-80°C 및 75-85°C에서 투광도의 완만한 증가를 나타내는 어깨 현상을 보이며 surface starch lipids 만을 갖는 옥수수, 감자 및 고구마전분 등은 온도 상승에 따라 어깨현상을 보이지 않고 계속적으로 투광도가 증가한다고 보고하였다.

따라서 이러한 어깨현상은 internal starch lipids 가 아밀로오스와 결합하여 복합체를 형성하고 이 복합체가 전분의 호화를 억제하기 때문에 나타나는 것으로 생각되었다. 그러므로 탈지에 의해 internal starch lipids 가 제거되어 지질함량이 0.3% 이하가 된 경우에는 이러한 현상이 소실되었다가 지방산의 첨가로 아밀로오스-지방산 복합체가 형성되면서 어깨가 다시 회복되는 것으로 생각된다.

시료의 팽화력과 용해도를 측정된 결과는 각각 Fig. 3 및 4와 같다. 생전분의 경우 팽화력(Fig. 3)은 60°C까지 급격한 증가를 보인 다음 77°C까지 서서히 증가하였으며 이후 다시 급격히 증가하는 2단 거동의 형태를 나타내었다. 이러한 거동은 일부 다른 곡류전분에서도 나타나는 현상⁽¹³⁾이며 이는 전분입자 내에 서로 다른 온도에서 완화되는 2종의 내부결합이 존재하기 때문이라고 알려져 있다. 그러나 탈지에 의해 2단거동은 소실되었으며 지방산 첨가로 2단거동의 형태는 다시 나타났다.

이러한 결과는 지질이 전분의 팽화력을 억제하기 때문에 나타난 것으로 생각되며 Goshima 등⁽¹⁹⁾의 보고와도 잘 일치한다. 용해도(Fig. 4) 역시 팽화력과 마찬가지로 2단거동의 양상을 나타내었으나 탈지전분은 생전분 보다는 측정온도 범위에서 매우 높은 용해도를 나타내었다. 그러나 지방산을 첨가한 전분에서는 낮은 용해도를 나타내었다.

이러한 낮은 용해도는 지방산이 아밀로오스와 복합체를 형성하여 아밀로오스의 용출을 억제하기 때문인 것으로 생각된다.

시료의 X-선 회절도는 Fig. 5와 같다. 시료에 상관없이 모두 회절각도 2θ 가 15.0-15.2°, 16.9-17.2°, 17.8-18.2° 및 22.9-23.0에서 비교적 강한 피크강도를 나타내어 A형의 전형적인 형태를 보였다⁽²⁰⁾.

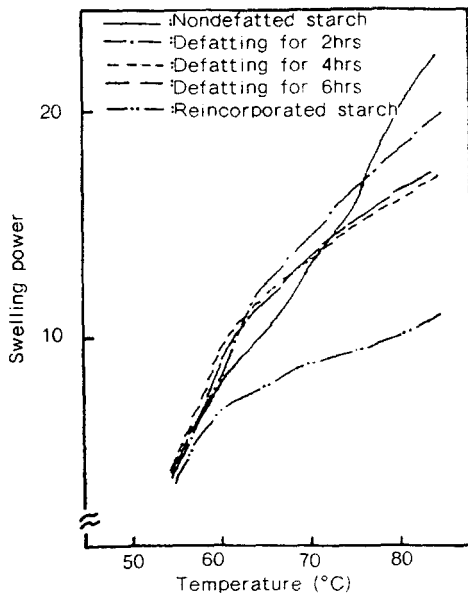


Fig. 3. Swelling patterns of rice starches.

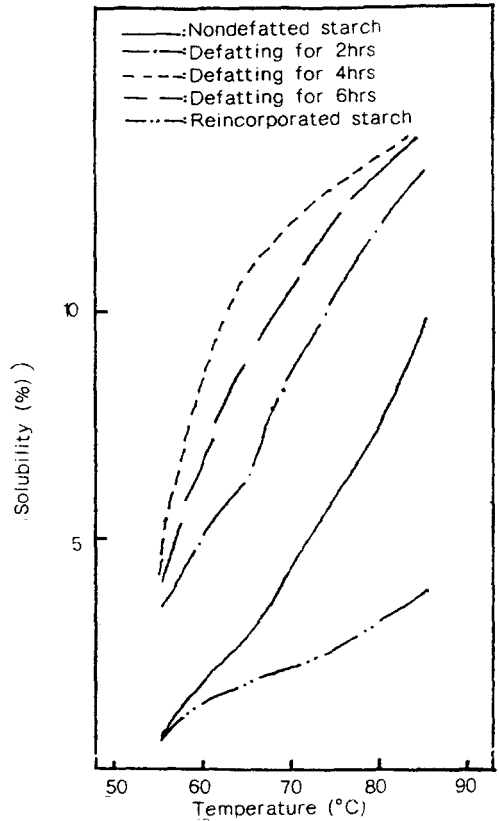


Fig. 4. Solubility patterns of rice starches.

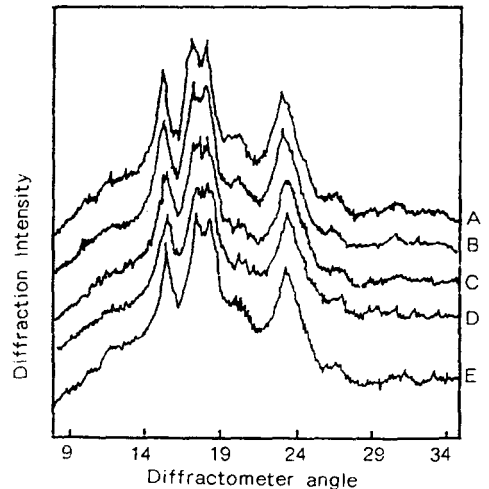


Fig. 5. X-ray diffraction patterns of rice starches.
 A: Nondefatted starch D: Defatting for 6hrs
 B: Defatting for 2hrs E: Reincorporated starch
 C: Defatting for 4hrs

그러나 회절각도 23°에서 구한 전분의 상대결정도⁽²¹⁾는 탈지시간이 길어질 수록 감소하여 생전분의 피크높이를 100%로 하였을 때 탈지시간에 따라 감소하여 6시간 탈지 후는 83.1%까지 감소하고 탈지에 의해 상대결정도가 크게 감소하는 경향을 보였다.

Lorenz 등⁽²²⁾도 밀전분에서 80% 메탄올에 의한 탈지로 상대결정도는 93.2로 감소하였다고 보고하였고 김 등⁽²³⁾도 아끼바레와 밀양 30호를 에칠에테르로 탈지시켰을 때 상대결정도가 각각 92.7 및 85.7%로 감소하였다고 하였다.

한편 6시간 탈지한 탈지전분에 지방산을 첨가한 시료의 경우는 무첨가의 83.1%에서 다시 93.3%까지 상대결정도가 증가하여서 지방산이 전분의 상대결정도 증가에 영향을 주는 것으로 생각되었다.

각 시료 전분의 아밀로그래프 결과는 Fig 6과 같으며 이로부터 구한 점도 특성값을 Table 2에 나타내었다. 호화개시온도는 생전분에서 64.9°C였으나 탈지전분은 61.9°C로 탈지에 따라 낮아졌으며 지방산 첨가시 다시 65.5°C로 높아져서 앞서 살펴본 광투과도의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 생전분의 경우 최고점도는 720 B.U.였으나 탈지정도에 따라 감소하여 2시간 탈지 후 500 B.U.로 감소하였고 4시간 이상 탈지한 경우는 최고 점도값을 나타내지 않는 현상을 보였다. 지방산을 첨가한 시료에서는 다시 최고 점도값을 나타내었으나 그 값은 생전분보다 작았으며 이러한 결과는 Ohashi 등⁽¹⁸⁾의 보고결과와 잘 일치하였다. 탈지에 따른 또다른 현저한 변화는 최고 점도에 도달한 이후 점도의 감소, 즉 break down에서도 관찰되어서 생전분의 경우 340 B.U.에서 2시간 탈지로 100 B.U.까지 감소하였고 4시간 이상 탈지한 경우는 break

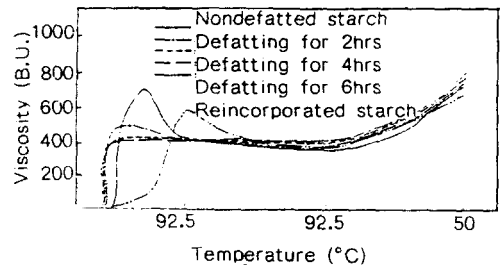


Fig. 6. Amylographic viscosity curves of rice starches.

down 현상을 관찰할 수 없었다. 또 지방산을 첨가하였을 때는 다시 break down을 나타내었으나 그 값은 생전분보다 작았다.

한편 set back 값도 탈지정도에 크게 의존하여서 탈지 처리에 의해 증가경향을 보였으며 무탈지시료의 360 B.U.에서 6시간 탈지 후에는 410 B.U.까지 증가하였고, 지방산의 첨가로 다시 320 B.U.까지 감소하였다.

Break down은 열 및 전단력에 대한 저항력의 척도이며⁽²⁴⁾, set back 값은 전분의 노화특성과 밀접한 상관성을 갖는 값이다⁽¹⁶⁾.

따라서 이상의 결과는 탈지에 의해 열 및 전단에 대한 저항력이 커지고 노화가 더욱 쉽게 일어남을 지적하며 지방산의 첨가로 생전분과 비슷한 특성을 갖게 되므로 전분 중 지질의 존재가 각종 이화학적 특성에 큰 영향을 주는 것으로 판단하였다.

Table 2. Characteristic value of rice starch amylogram

	Non defatted starch (NDFS)	2hrs defatted starch (DFS-2)	4hrs defatted starch (DFS-4)	6hrs defatted starch (DFS-6)	1% palmitic acid reincorporated starch
Pasting temp. (°C) (20 B.U.)	64.9	61.9	61.7	61.9	65.5
Peak viscosity (B.U.)	720	500	-	-	590
Temperature at maximum viscosity (°C)	79.2	73.9	-	-	92.5
Viscosity at 92.5°C (B.U.)	440	425	435	430	590
Viscosity after 30 minute at 92.5 °C (B.U.)	380	400	430	440	370
Break down (B.U.)	340	100	-	-	220
Viscosity at 50°C (B.U.)	740	780	830	850	690
Set back (B.U.)	360	380	400	410	320

요 약

쌀전분에 미치는 쌀지질의 영향을 살펴보기 위하여 극성용매인 85% 메탄올로 탈지처리한 전분 시료 및 탈지 후 1% palmitic acid를 첨가한 시료를 제조하여 이화학적 성질을 생전분과 비교 검토하였다. 탈지에 의해 아밀로오스 함량이 다소 높게 나타났으며, 광투과도, 팽화력 및 용해도는 생전분과 지방산 첨가전분은 2단거동을 나타내었으나 탈지에 의해 소실되었다. X-선 회절양상은 전형적인 A형을 나타내었으나, 탈지처리에 의해 상대결정도는 감소하였으며, 지방산 첨가로 상대결정도는 증가하였다. 아밀로그라프에 의한 호화양상은 탈지에 의해 최고점도와 break down이 소실되었으며 set back은 증가하는 경향을 보였고 지방산 첨가로 다시 생전분과 비슷한 특성을 나타내었다.

문 헌

- Morrison, W.R. : Starch lipids, a reappraisal. *Stärke*, **33**, 408(1981)
- Baisted, D.J. : Starch lipids in barley and malt. *In Lipids in Cereal Technology*, Barnes, P.J. (ed), Academic Press, New York, p.94(1983)
- Ito, S., Sato, S. and Fujino, Y. : Internal lipid in rice starch. *Stärke*, **31**, 217(1979)
- Meredith, P., Dengate, H.W. and Morrison, W.R. : The lipids of various sizes of wheat starch granule. *Stärke*, **30**, 119(1978)
- Schoch, T.J. : Non-carbohydrate substances in the cereal starches. *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 2954(1942)
- 신효선·이종용 : 멧쌀과 찰쌀중의 지방질 함량 및 증성지방질의 조성에 관한 비교. *한국식품과학회지*, **18**, 137(1986)
- 신효선·양주홍 : 멧쌀과 찰쌀중의 극성 지방질의 조성에 관한 비교. *한국식품과학회지*, **18**, 143(1986)
- Ohashi, K., Goshima, G., Kusuda, H., and Tsuge, H. : Effect of embraced lipid on the gelatinization of rice starch. *Stärke*, **32**, 54(1980)
- 김순미·김광옥·김성근 : 탈지가 아끼바레(Japonica)와 밀양 30호(J/Indica) 쌀의 녹말호화 및 조리 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **18**, 393(1986)
- Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T. : Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku*, **20**, 99(1973)
- AOAC : "Official methods of analysis", 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.211(1980)
- Juliano, B.O. : A simplified assay for milled rice starch. *Cereal Sci. Today*, **16**, 334(1971)
- Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J. : Structure of the starch granule, I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, **36**, 534(1959)
- 鈴木繁男·中村道徳 : 澱粉科學實驗法, 朝倉書店, p. 146(1979)
- Horiuchi, H. and Tani, T. : Studies on the cereal starches, part V, Rheological properties of the starch of rices imported into Japan. *Agr. Biol. Chem.*, **30**, 475(1966)
- 김성근·한태룡·이양희·비.엘.다포르니아 : 통일 및 팔달 쌀 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **10**, 157(1978)
- Maningat, C.C. and Juliano, B.O. : Starch lipids and their effect on rice starch properties. *Stärke*, **32**, 76(1980)
- 中村道徳·鈴木繁男 : 澱粉科學 Hand book, 朝倉書店, p. 138(1979)
- Goshima, G., Abe, M., Sato, N., Ohashi, K. and Tsuge, H. : Amylographic reproducibility of defatted potato starch by the re-introduction of lipid. *Stärke*, **37**, 10(1985)
- Zobel, H.F. : X-ray analysis of starch granules. *In Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L. (ed), Academic Press, New York, Vol. 4, p.109(1964)
- Priestley, R.J. : Moisture requirements for gelatinization of rice. *Stärke*, **27**, 416(1975)
- Lorenz, K. : Physicochemical properties of lipid free cereal starches. *J. Food Sci.*, **41**, 1357(1976)
- 김순미·김광옥·김성근 : 탈지에 따른 아끼바레 및 밀양 30호 쌀의 수화속도, *한국식품과학회지*, **18**, 110(1986)
- Schoch, T.J. : Microscopic examination of modified starches. *Anal. Chem.*, **28**, 382(1956)

(1988년 8월 3일 접수)