

발아 옥수수 전분의 이화학적 성질

梁 榮 國 · 李 神 榮 · 崔 國 智

江原大學校 醱酵工學科
(1986년 5월 12일 수리)

Physicochemical Properties of Germinated Corn Starch

Young-Kook Yang, Shin-young Lee and Kook-Chi Choi

Department of Fermentation Engineering, Kangweon National University, Chuncheon, Korea

Abstract

Physicochemical properties of starch isolated from germinated corn were investigated and compared with those of nongerminated corn starch. Amylose content and initial gelatinization temperature of germinated starch were lower than those of nongerminated starch. Swelling power and solubility of both starches exhibited two stage behavior, however germinated starch revealed lower swelling power and higher solubility compared to those of nongerminated starch. Both starches showed a typical A type X-ray diffraction and irregular oval shape including partly polygon with the size of 10-25 μ m. However, germinated starch showed many holes with the size of 1-2 μ m on the surface of granule.

서 론

최근 각종 조립식품 및 간편식품의 개발과 이의 산업적인 생산체제가 확대 되어감에 따라 전분을 소재로 한 신제품 개발이나 새로운 용도개발이 매우 활발히 진행되고 있다.

옥수수는 비교적 값이 저렴하여 전분의 주요 소재로 널리 이용되는데, 수분, 온도 및 산소 등의 조건이 적당하면 그 잠재 생명력이 활성화되어 배아의 성장이 일어난다^{1,2)}. 이 배아의 주요 저장물질은 전분으로 발아중 생성 또는 활성화되는 아밀라제의 작용을 받아 전분의 일부가 분해되어 변형된 전분으로 존재한다. 이러한 발아곡류로부터 분리한 전분은 다소의 이화학적 성질 차이를 보이므로 이에 대한 일부의 연구가 진행되어 왔다³⁻⁶⁾. 지금

까지 발아전분에 관한 연구로는 대맥의 당화과정 중 전분의 변성⁷⁾, 맥아전분의 이화학적 성질 및 전분입자의 제성상^{8,9)}, 발아전분의 표면구조에 관한 연구¹⁰⁾, 발아곡류 전분의 이화학적 성질¹¹⁾ 등이 있다. 그러나 이들 연구대상은 대부분이 맥아 전분이며 발아 옥수수 전분의 연구는 매우 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 옥수수발아 전후의 전분 특성차이의 이해 및 발아로 인한 전분의 변성과 같은 새로운 기능성 탐색을 위한 기초연구로서 발아 옥수수 전분의 이화학적 성질을 생육수 전분과 비교 검토하여 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용한 재료는 1984년에 강원도에서

수확한 황옥 2호 품종의 옥수수이며, 강원도 농촌진흥청에서 분양받아 사용하였다.

2. 발아 옥수수의 제조

옥수수의 발아는 통상법¹²⁾에 준하여 전보¹³⁾와 동일하게 행하였다.

3. 전분의 제조

옥수수 전분의 제조는 Watson¹⁴⁾들의 방법에 의하여 다음과 같이 제조하였다. 생옥수수와 발아옥수수를 선별한 후 박피하고 0.3% NaHSO₄ 용액에서 50°C로 24시간 침지하였다. 침지한 옥수수는 마쇄하여 100 mesh체로 의피 및 박을 제거하고 다시 200 mesh 체로 섬유질을 제거하였다. 이를 1000 rpm에서 30분간 원심분리하여 단백질을 제거한 후 침전물을 회수하여 실온에서 2일간 건조하고 100 mesh 체로 쳐서 시료로 하였다.

4. 이화학적 성질의 측정

전분의 일반성분 중 수분, 조단백질, 조지방 및 회분은 AOAC법¹⁵⁾, 당은 Anthrone¹⁶⁾법에 따라 정량하였다. 아밀로즈 함량은 McCready¹⁷⁾들의 방법에 의하여 정량하였으며 표준곡선은 옥수수의 아밀로스와 아밀로펙틴을 표준시약으로 하여 작성하였다. 팽화력과 용해도는 Schoch¹⁸⁾의 방법에 따라 시료전분 0.5g에 증류수 70ml을 가하여 잘 분산시킨 다음 이를 50~90°C의 각 온도에서 200rpm으로 교반하면서 30분간 가열한 후 100ml로 희석하고 1000rpm에서 30분간 원심분리하여 상등액(건조중량) 및 침전물의 무게를 측정하여 팽화력과 용해도를 계산하였다. 한편 광투과도는 Wilson¹⁹⁾들의 방법에 따라 0.1% 전분현탁액을 비색계(spectronic 20)로 630nm에서 투광도를 측정하여 구하였다.

5. 결정구조의 관찰

전분의 결정구조는 X-ray diffractometer(Philips

model NORELCO)로 관찰하였다. 조작조건은 전압 35kV, 전류 15mA, 대음극 Cu-K α , 주사속도 2°/min, 기록지속도 2cm/min, 시간정수 2sec로 하였다. 회절각도(2 θ)는 5~30°까지 회절시켰다.

6. 표면구조의 관찰

전분의 표면구조는 주사형 전자현미경(Philips model SEM 501)를 사용하여 관찰하였다. 시료 전분을 양면접착테이프에 얇게 분산시킨 후 금으로 진공증착(100Å 두께)하여 전압 6kV, 시료경사30°의 조건에서 1,500배로 촬영하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 및 아밀로즈 함량

생 및 발아옥수수 전분의 일반성분 및 아밀로즈 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다.

발아전분은 생전분보다 수분, 단백질, 지방함량 등에서 다소 낮은값을 보였으나 모두 전분의 일반적인 값 범위이었다¹¹⁾. 그러나 가용성 당은 발아전분의 경우가 생전분보다 약 9배이상 높았다²⁰⁾. 발아전분의 높은 가용성 당함량은 발아 과정에서 전분의 분해에 기인한다고 보고되어 있다¹¹⁾.

한편 아밀로즈 함량은 생옥수수 전분의 경우는 26%로 지금까지 보고된 사실과 잘 일치하는 값의 범위이었다. 일반적으로 생옥수수 전분의 아밀로즈 함량은 품종간의 차이를 보여서 23~28%인 것으로 보고되어 있다^{21,22)}. 그러나 발아옥수수 전분의 경우는 21%로서 생전분보다 낮은 경향을 보였다. 이는 발아과정 중 주로 amylase 작용에 의한 전분의 분해에 기인하는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 보리전분으로 실험한 Manners⁷⁾들의 결과와는 서로 다른 경향이었다. Manners⁷⁾들은 발아에 의하여 보리의 전분함량은 64%에서 58%로 감소하며, 아밀로즈 함량은 22%에 26%로 증가한다고 하였다. 그러나 이들 결과는 보리의 small starch granule을 제거한 large starch granule만을

Table 1. Chemical composition of nongerminated and germinated corn starches

Source of starch	Moisture (%)	Protein* (%)	Fat (%)	Ash (%)	Amylose (%)	Glucose (mg)
Nongerminated corn starch	14.8	0.147	0.163	0.13	26	1.02
Germinated corn starch	11.5	0.116	0.157	0.13	21	9.7

*N×6.25

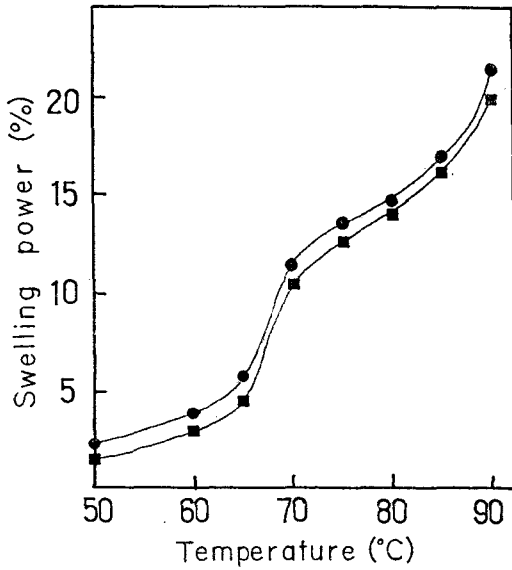


Fig. 1. Swelling patterns of nongerminated and germinated corn starches.

●—● Nongerminated corn starch
■—■ Germinated corn starch

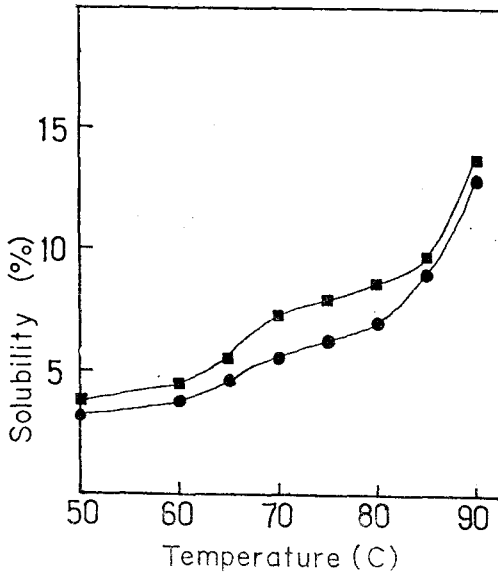


Fig. 2. Solubilization patterns of nongerminated and germinated corn starches.

●—● Nongerminated corn starch
■—■ Germinated corn starch

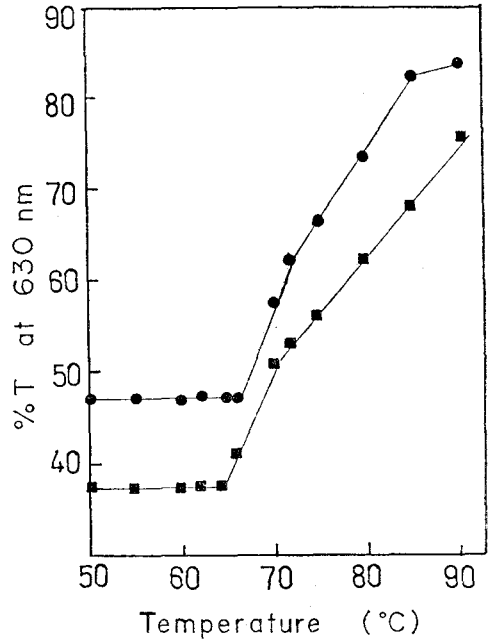


Fig. 3. Transmittance patterns of nongerminated and germinated corn starches.

●—● Nongerminated corn starch
■—■ Germinated corn starch

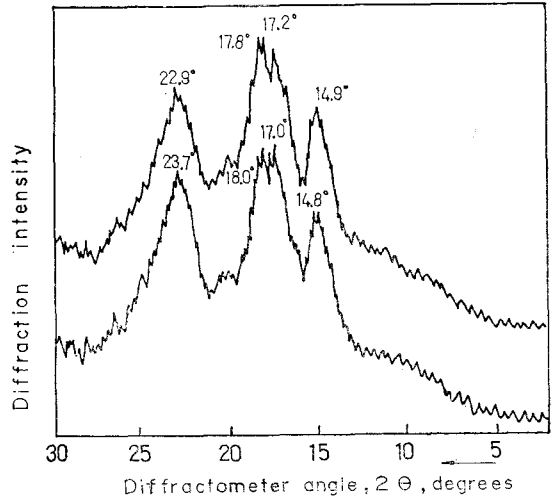


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of nongerminated and germinated corn starches

Top : germinated corn starch
Bottom : nongerminated corn starch

대상으로써 얻어졌다. small starch granule과 large starch granule은 이화학적성질이 크게 다른 것으로 알려져 있다⁷⁾.

2. 팽화력 및 용해도

생 및 발아옥수수 전분의 물 흡수능의 지표인 팽화력을 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. 팽화력은

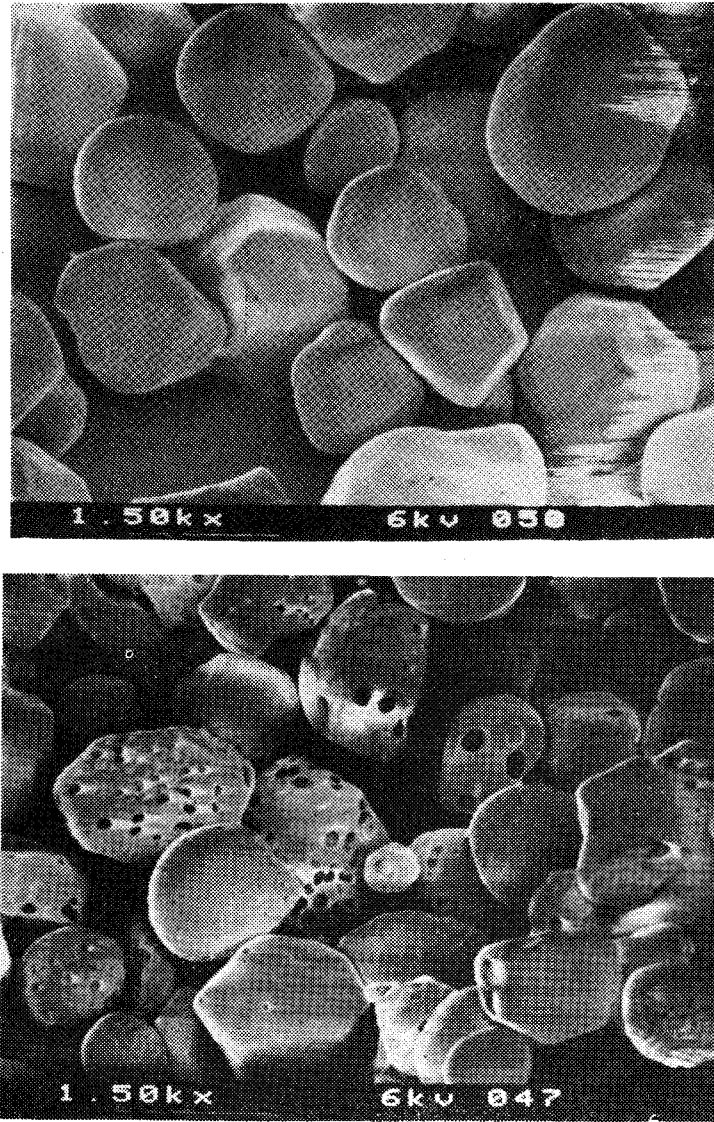


Fig. 5. Scanning electron micrographs of nongerminated and germinated corn starches
 Top : nongerminated corn starch
 Bottom : germinated corn starch

시료에 상관없이 50°C부터 서서히 증가하여 65°C에서 급격히 증가를 보인 후 다시 75°C까지 서서히 증가한 다음 85°C에서 급격히 증가하는 2단 거동 형태를 나타내었다. 그러나 같은 온도에서의 팽화력은 발아전분이 생전분보다 낮았다. 2단 거동은 전분입자내의 결합이 서로 다른 온도에서 완화하는 2종의 내부결합이 존재함을 의미하며²³⁾ 이러한 2단 거동은 일부 다른 곡류 전분에서도 나타나는 현상이다¹¹⁾. 또 발아전분의 낮은 팽화력은 발

아과정 중에 생성되는 당 함량에 기인하는 것으로 생각된다. Lorenz¹¹⁾들에 의하면 당은 가열중 팽화를 크게 억제한다고 하였으므로 발아전분이 생전분에 비하여 약 9배의 높은 당을 함유하고 있었음은 (Table 1 참고) 이를 잘 반영하는 사실이라 볼 수 있다.

한편 시료전분의 용해도는 Fig. 2와 같다. 용해도는 팽화력에서와 마찬가지로 2단계 거동의 양상을 나타내었다. 그러나 발아전분의 용해도는 생전

분보다 더욱 증가하는 경향이였다. 이는 α -amylase에 의한 미셀구조의 손상때문인 것으로 보이며 Lorenz¹¹⁾들도 이와 일치하는 결과를 얻은바 있다.

3. 광투과도

생 및 발아 옥수수 전분의 광투과도는 Fig. 3과 같다. 생전분은 66°C, 발아전분은 64°C에서 광투과도의 급격한 증가를 나타내었다. 또 같은 온도에서의 광투과도는 발아전분이 생전분보다 낮았다. 따라서 생 및 발아전분의 호화개시온도는 각각 66°C 및 64°C로 발아전분의 호화개시온도가 낮았으며 Lorenz¹¹⁾들의 보고 사실과 잘 일치하였다. 일반적으로 호화온도는 아밀로즈 함량과 정의 상관관계²⁴⁾를 나타내므로 이러한 호화개시온도 차이는 전술한 아밀로즈 함량 차이를 잘 반영하는 사실이라 생각된다.

4. 결정 구조

생 및 발아옥수수 전분의 X-ray 회절양상을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 두 시료 모두 시료형태 양상의 주요지표는 2θ 가 14.9°, 17.5° 및 22.9°가 되는 부근에서 나타났으며 전형적인 A형의 회절양상을 보였다. 또 두 시료의 회절도의 폭은 좁고 예리하여 결정자의 크기가 큰 것을 보였다. 그러나 두 시료 사이에는 2θ 가 17.8°되는 부근에서 약간의 차이가 있었을 뿐 서로 비슷한 결정구조를 보였다. Lorenz¹¹⁾들도 발아전분의 결정화도는 생전분보다 약 2~3% 낮을뿐 발아전분과 생전분의 결정구조는 비슷하다고 하였다.

5. 표면 구조

생 및 발아 옥수수 전분의 표면구조를 주사형 전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 5와 같다. 전분의 입자크기는 시료에 상관없이 10~25 μ m이었고 입자형상은 일부 다각형을 포함한 불규칙한 타원형 구조로서 보고된 사실과 잘 일치하였다. 그러나 발아전분의 경우는 입자표면에 1~2 μ m의 구멍이 베틀의 전부위에 존재하는 것을 볼 수 있었다. 이는 Nikuni¹⁰⁾들을 포함한 다른 연구자⁹⁾들에 의해서도 관찰된 현상으로 발아과정중 amylase의 작용에 의해 전분립이 손상된 것을 보여 주는 사실이며 발아전분의 특성이라 볼 수 있다.

요 약

발아 옥수수로부터 분리한 전분의 이화학적 성질을 생옥수수 전분과 비교검토하면서 조사하였다. 발아옥수수 전분의 아밀로즈 함량 및 호화개시온도는 생전분보다 다소 낮았다. 팽화력 및 용해도는 2단거동을 보였으며 발아로 인하여 팽화력은 감소하였으나 용해도는 증가하였다. X-ray 회절양상은 생전분과 마찬가지로 전형적인 A형구조를 나타냈고, 입자형태는 10~25 μ m 크기의 일부 다각형을 포함한 불규칙한 타원형으로 생전분과 차이가 없었다. 그러나 발아전분의 입자표면에는 1~2 μ m의 구멍이 다수 존재하였다.

참 고 문 헌

1. 大塚謙一(編) : 醸造學, p. 72, 養賢堂(1982).
2. 森田雄平(編) : 植物酵素 蛋白質研究法, p. 49, 共立社(1976).
3. Vose, J. R. and Youngs, C. G. : Cereal Chem., 55 : 280(1978).
4. Kano, Y. : Bull. Brew., 23 : 9(1977).
5. Leach, H. W. and Schoch, T. J. : Cereal Chem., 38 : 34(1961).
6. Mussulman, W. C. and Wagoner, J. A. : Cereal Chem., 45 : 162(1968).
7. Manners, D. J. : Brewing Digest, 49 : 56(1974).
8. 桐淵滋雄, 中村道徳 : 日本農藝化學會誌, 41 : 341(1973).
9. 桐淵滋雄, 中村道徳 : 澱粉科學, 20 : 193(1973).
10. Nikuni, Z. : Starke, 30 : 105(1978).
11. Lorenz, K., Collins, F, and Kulp, K. : Starke, 33 : 183(1981).
12. 최국지 : 한국농화학회지, 27 : 107(1984).
13. Kasugai, A : Nippon Nogeikagakuishi, 36 : 784(1962).
14. Watson, S.A. : In "Methods on Carbohydrate Chemistry", Vol. 4, p. 3~5, by R. L. Whistler, Academic Press, New York, (1964).
15. Association of Official Analytical Chemists : Official Methods of Analysis, 13th ed., (1980).
16. McCready, R. M., Guggolz, J., Silveira, V.

- and Owens, H. S. : Anal. Chem., 22 : 1156 (1950).
17. McCready, R. M. and Hassid W. : J. Am. Chem. Soc., 65 : 1154(1943).
18. Schoch, T. J. : In "Method in Carbohydrate Chemistry", Vol. 4, Ed, by R. L. Whittler, Academic Press, New York, p.106~108(1964).
19. Wilson, L. A., Birmingham, V. A., Moon, D. D. and Snyder, H. E. : Cereal Chem., 55 : 661(1978).
20. 桐淵滋雄, 中村道徳 : 日本農藝化學會誌, 47 : 333(1973).
21. Hoeyman, J. : Recent Advance in The Chemistry of Cellulose and Starch, p.65(1959).
22. Waldt, L. M. and Kehoe, D. : Food Technol., 13 : 1(1959).
23. Leach H.W., McCowen, and Schoch, T. J. : Cereal Chem., 36 : 534(1959).
24. Lorenz, K., Collins, F. : Starke, 33 : 73(1981).