

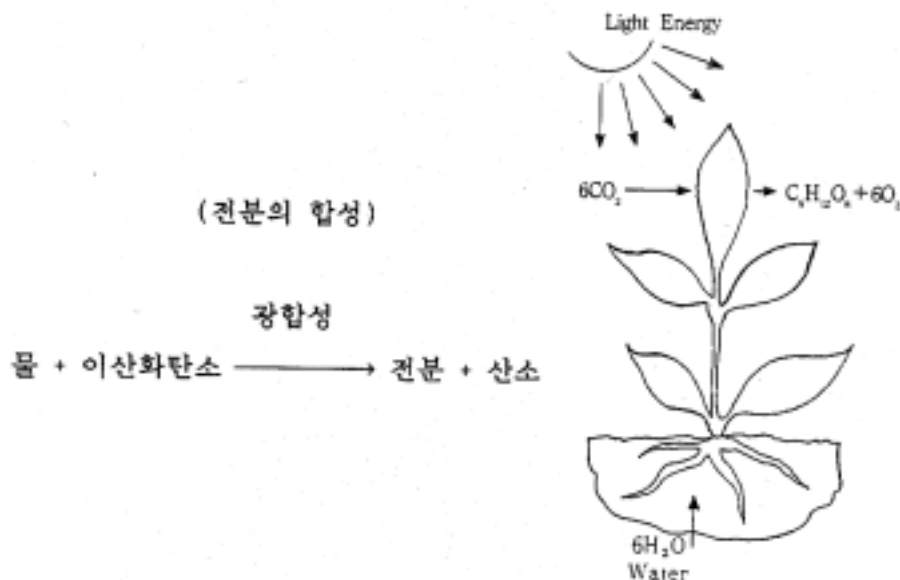
전분류 호제(糊劑)의 특성 및 사용법(1)

1. 전분(Starch)의 개요

현재까지 인류의 생존을 위해 가장 유용하게 사용되고 있는 천연자원으로
는 석유와 녹색식물로부터 얻을 수 있는 전분을 들 수가 있다.

석유자원은 앞으로 20~30년 후면 현재 지구상에 매장되어 있는 양의 대부분이 고갈될 것으로 예상되어지나 전분은 현재, 미래에 걸쳐 녹색식물이 존재하는한 무궁하게 공급될 수 있는 천연 고분자 자원이다.

전분은 식물의 H_2O 와 공기중의 CO_2 를 흡수하여 태양에너지를 고정시켜
합성, 축적한 에너지 저장체로서 오래전부터 인류가 중요한 생활에너지원으로
이용하여 왔다.



<그림 1> 전분의 합성

전분은 합성 고분자에 비해 극히 경제성이 높고 수년전 석유화학 제품의

공황 즉 오일쇼크 이후부터 공업원료로서의 중요성을 새롭게 인식하게 되었다.

전분은 그대로 이용되는 경우도 있으나 많은 양이 화학적 또는 물리적으로 처리되어 변성전분의 형태로 사용된다.

최근에는 고도의 기술인 합성이나 생화학적 변성을 이용하여 극히 유용한 형태의 물성을 유도, 이용가치를 높이는 방법도 실용화되고 있다.

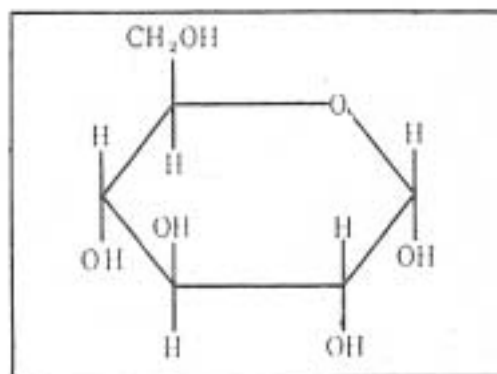
2. 전분의 구조

전분은 <그림 2>에 표시된 것과 같이 D-Glucose Unit 수백 수만개가 강력하게 결합되어 있으며, 이 포도당의 결합방식이 전분내에서는 2종류로 되어 있다.

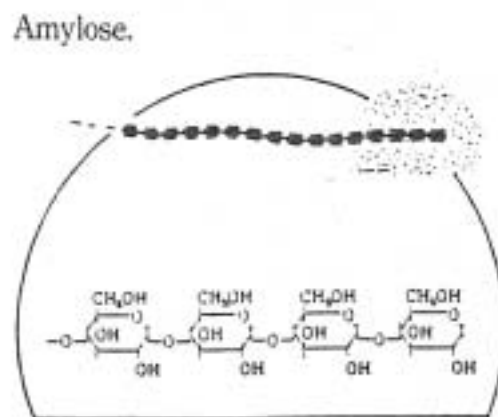
즉, 직쇄상으로 결합되어 있는 α-1, 4 결합과 직쇄상 결합에서 분기되어 있는 α-1, 6결합으로 구성되어 있다.

직쇄결합으로 된 전분을 아밀로스, 분기결합을 가진 전분을 아밀로펙틴이라 부른다.

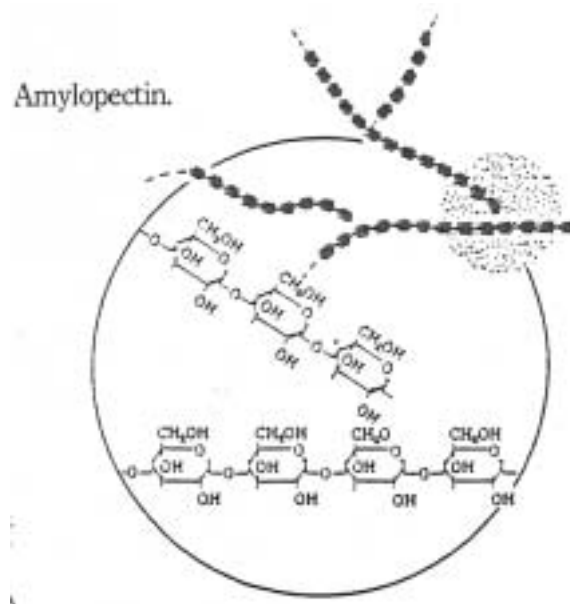
아밀로스와 아밀로펙틴의 구조는 <그림 3, 4>와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 2> 포도당 분자구조



<그림 3> Amylose의 분자구조



<그림 4> Amylopectin의 분자구조

※ 아밀로스와 아밀로펙틴의 성상 및 성질 비교

구 분	아밀로스	아밀로 펙틴
성 질		
분자량	15 - 25만	16 - 35만
분자구조	직쇄상	분기상

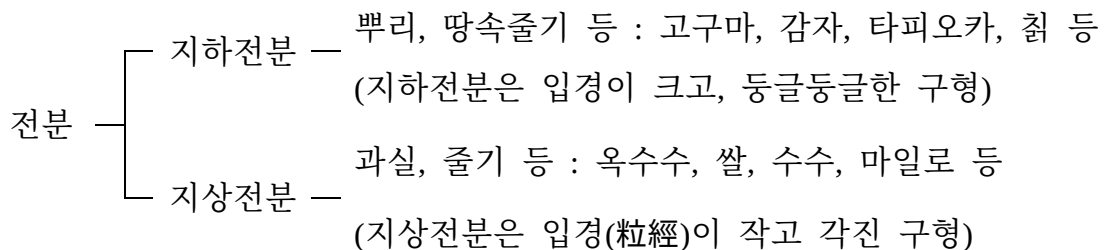
입자내역할	미셀구조를 단단하게 함 입자의 팽윤을 억제	미셀구조를 형성함 팽윤이 용이
요오드반응	청색	적갈색
요오드친화력	19 - 20%	1%
용해성	불용해	용해
겔화성	겔화되기 쉬움	겔화되기 어려움
용액안정성	불안정	안정
노화성	높음	낮음
보수성	낮음	높음
물성	탄성적 필름 강도 좋고 투명	점성적

3. 전분의 종류 및 특성

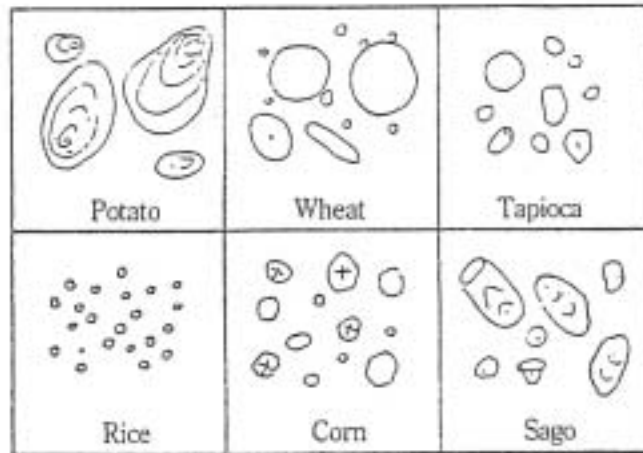
1) 종류

전분은 식물의 종자, 뿌리, 줄기 등 특정 부위에 저장된 에너지로서 각각의 식물의 종류에 따라 그 구조 및 성질이 다소 다르다.

이들 전분은 그 저장 부위에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.



이러한 저장 부위의 위치에 따라 혹은 식물 종류에 따라 저장된 전분의 입자 형태, 크기가 다르며, 전분을 관찰해 봄으로써 그 식물의 종류를 판단할 수 있다.



<그림 5> 전분입자의 현미경 사진

<표 1>에 각종 전분의 아밀로스와 아밀로펙틴의 함유율을 나타내었다.

<표 1> 전분의 아밀로스와 아밀로펙틴의 구성비

전분 종류	아밀로스 : 아밀로펙틴
옥수수 전분	25 : 75
고구마 전분	19 : 81
감자 전분	25 : 75
소맥 전분	30 : 70
쌀 전분	19 : 81
왁시콘 전분	0 : 100

2) 전분의 특성

① 각종 전분의 특성치

전분종류 \ 구분	입경(μ)		아밀로스 함량(%)	호화온도(°C)		요오드 반응	용해도
	범위	평균		개시 온도	종류 온도		

옥수수 전분	6-25	15	25-26	64.0-67.0	73.5-75.0	청자색	25
소맥 전분	2-40	6-25	23-24	54.5-58.5	65.0-65.5	청자색	41
고구마 전분	8-36	30	21	58.0	66.0-68.0	청색	-
감자 전분	2-100	40	22	57.0-59.5	67.0-69.0	청색	82
타피오카 전분	4-35	18	20	60.5	69.5-72.0	청색	48
약시 전분	6-25	15	0	61.5	72.0	적갈색	-

② 각 전분별 Amylose 및 Amylopectin의 분자량

Starch	Amylose		Amylopectin
	Molecular Weight	Av. No. of glucose units per molecule	Molecular Weight
Tapioca	210,000	1,300	3,000,000
Wheat	140,000	860	4,000,000
Corn	130,000	800	4-5,000,000
Sago	120,000	740	1,000,000
Easter Lily	100,000	620	3,000,000
Potato	150,000	930	

③ 주요 전분의 판별방법 및 호액특성

옥수수의 종류 및 산지등에 따라 물성이 차이를 보이는 전분들을 구별하기 위하여 요오드 염색에 의한 현미경 판정법을 사용하고 있으며 X선 회절법에 의해서도 구별이 가능하다.

구분 전분종류	요오드 염색에 의한 현미경 판정 방법	호액의 특성
옥수수 전분	청자색 : 다각형으로 중심부에 명료하게 입중심이 보이고 입의 크기가 일정함.	백색, 불투명한 호액 예사성은 없고 고농도에서 겔화됨.
소맥 전분	청자색 : 편평한 구형으로 입중심이 명확하지 않고, 소립과 대립이 혼재해 있음.	백색, 불투명한 호액 예사성은 없고 고농도에서 겔화됨.

고구마 전분	청색 : 등금띠를 가진 입으로 입중심이 있고 소립부터 대립까지 연속해서 분포되어 있음.	반투명한 호액으로 약간 예사성이 있고 또 약간 겔을 형성한다.
감자 전분	청색 : 편평한 타원형으로 입중심이 한쪽으로 치우쳐 있는 동심원이 보임.	투명한 호액으로 약간 예사성을 나타냄. 산, 강교반에 대해 점도 저하가 크다.
타피오카	청색 : 깨끗한 낚시모양의 종형으로 입중심은 명료하고 입의 크기가 일정함.	투명한 호액으로 예사성이 있고 감자전분에 비해 약간 저점도임.
옥시콘 전분	적갈색, 기타 특징은 일반 옥수수 전분과 동일	투명한 호액으로 예사성이 있고 산, 열에 대해 약간 불안정하나 내노화성이 큼.

4. 전분의 물리적 성질

전분은 냉수에는 용해하지 않으며 물과 함께 일정 온도까지 열을 가하게 되면 팽윤을 시작하여 전도를 나타내는 호액(糊液)이 되기 시작하며 호가 되는 온도, 호액의 점도 등이 식물종류에 따라 다르다.

1) 전분의 호화

① 호화의 정의

전분립에 물을 가해 가열하면 입자는 물을 흡수하여 팽윤하고 계속해서 가열하면 입형이 붕괴되어 전분호액이 되는 일련의 현상

② 호화에 영향을 주는 요인

가. 전분의 종류 : 지하전분(감자, 고구마) > 지상전분(소맥, 옥수수)

나. 성장시의 온도 : 수분조건

다. 입자 크기 : 큰 입자 > 작은 입자

라. 인위적인 처리 : 산·알칼리 처리 > 일반전분 > 포르말린 처리

마. 제조시의 침지 조건

바. 전분중의 미량 성분(예 : 조지방 함량)

③ 소화 과정

가. 미셀(Micelles)이란?

전분은 아밀로스와 아밀로펙틴의 2종류로 구성되어 있으므로 생전분의 경우 아밀로펙틴의 직쇄부분과 아밀로스의 분자쇄가 밀착되어 수분도 들어갈 수 없을 정도의 좁은 잔격이 형성된 채로 방사상으로 나열되어 입형을 형성하는데 이다발 하나하나를 미셀(Micelles)이라 한다.



<그림 6> 전분의 미셀(Micelles) 구조

나. 소화 Mechanism

ㄱ.1 단계 : 전분 입자의 물 흡수 과정

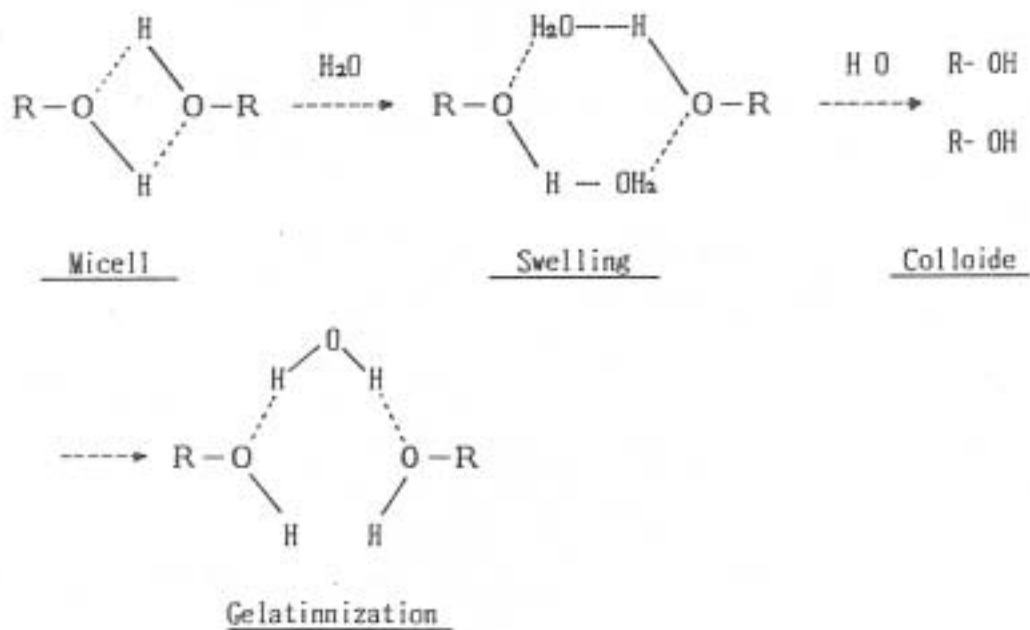
- 찬물속에서의 물 분자 흡수(수화 현상)
- 외관상 모양 불변
- 점차적인 온도 상승에 의해 25-30%의 물을 흡수
- 가역적인 과정

ㄴ.2 단계 : 전분 입자의 팽윤 과정

- 현탁액의 온도 상승에 따른 물 흡수량 증가
- 입자의 형태를 유지하며 급속한 팽윤(Swelling)
- 전분의 수용성 성분이 물에 용해됨
- 비가역적인 과정

ㄷ.3 단계 : 전분입자의 붕괴 및 교질용액의 형성 과정

- 임계온도에 도달, 최고의 팽윤을 나타낸뒤 붕괴
- 형태 상실, 투명한 교질용액 형성
- 광선 투과율 및 점도 급증
- 방향 부동성, 불굴절성 상실



<그림 7> 전분의 호화 Mechanism

④ 호화에 따른 물성변화

가. 외관의 변화 - 30% 이상의 수분, 호화온도 이상 가열조건에서 호액상태 형성

팽윤 및 붕괴

방치

입자 —————→ 호액상태 —————→ 젤리상태로 굳어짐

나. 결정 구조의 변화 - 전분입자의 비결정구조 파괴로 인한 불굴절성 상실

- 편광현미경에 의한 관찰

H₂O, Heating

다. 점도의 변화 - 전분입자 —————→ 최대 팽윤 —————→ 균질한 호액
(최소 점도) (최대 점도) (안정 점도)

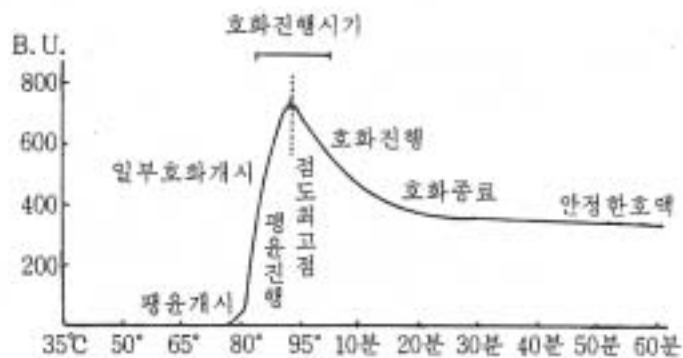
측정 : Amylogram, B형 점도계 이용

라. 투명도의 변화 - 완전한 호액상이 됨에 따라 투명도 상승

- 영향 요인 : 전분의 종류, 농도, PH, 염류, 기타 첨가물의 존재

⑤ “호화 온도”의 의미

호화 과정은 큰 입자가 먼저 시작되고 작은 입자는 늦게 시작되므로 전체적인 호화개시 온도, 또는 호화종료 온도를 하나의 점으로 나타내는 것은 어려우며 측정방법, 측정상태에 따라 차이가 있으므로 통상 호화개시와 종료의 양 온도로 표시한다.



<그림 8> 옥수수 전분의 Amylograph (8% 농도)

⑥ 호화 온도의 변경

전분의 호화온도는 전분의 종류에 따라 결정되며 같은 종류일지라도 입자의 크기, 품종, 재배지의 기후, 생육기간 등에 따라 호화온도가 영향을 받으나 이러한 호화온도는 어느 정도까지는 변경이 가능하다.

가. 호화온도 상승

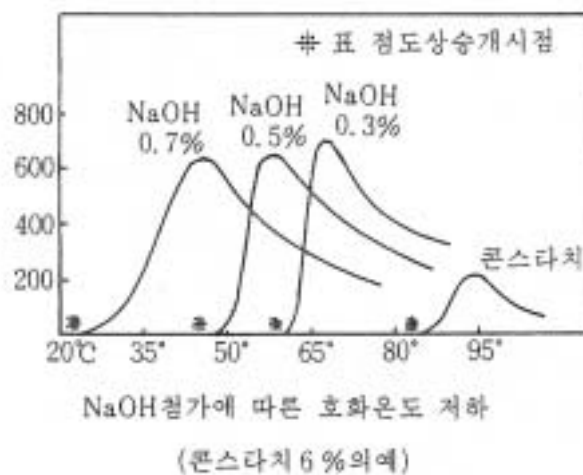
전분입자의 미셀(Micelles) 결합을 강하게 또는 상호 엉키는 정도를 조밀하게 하는 방법 → 알데히드(Aldehyde)처리나 기타 반응기(functional group)를 이용하여 가교시키는 방법.

예) 포름알데이드 가교전분, 인산 가교전분, 아디핀산 가교전분 등

나. 호화온도 저하

전분입자의 미셀(Micelles) 결합을 느슨하게 또는 Amylose나 Amylopectin의 직쇄부분을 짧게 절단하는 방법

예) NaOH 첨가(접착제로 전분 이용시), 산처리전분, 산화전분, 인산전분 등



<그림 9> NaOH 첨가에 따른 호화온도의 저하 (옥수수전분 6%)