

3. 탄수화물의 변화 (The Change of Carbohydrate)

목 차

3-1. 전분의 형태

3-2. 전분의 호화

3-3. 전분의 노화

3-4. 전분의 호정화

3-5. 전분의 당화 및 당의 캐러멜화

3-6. 펙틴물질

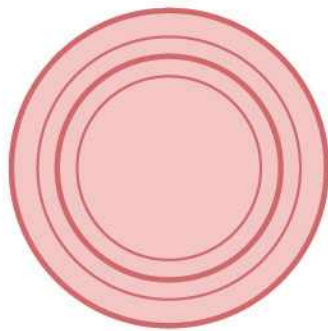
3-7. 펙틴의 겔화

3-8. 키틴질

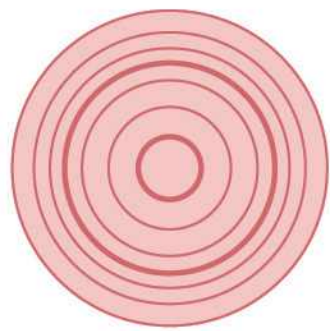
3-1. 전분의 형태

- 전분(starch)
- 전분의 형태
- 전분 : 고등식물의 종자, 근경(뿌리) → 쌀, 옥수수 등의 곡류와 감자, 고구마 등의 서류에 분포
- 곡류전분 : 지상전분 → 입자크기가 작고 일정
- 서류전분 : 지하전분 → 입자크기가 크고 불규칙
- 전분의 결정구조 : X선 회절도형
- A형 : 쌀, 옥수수, 밀(곡류) 전분
- B형 : 감자(근경류) 전분(노화 전분)
- C형 : 고구마, 칩 전분
- V형 : 호화 전분

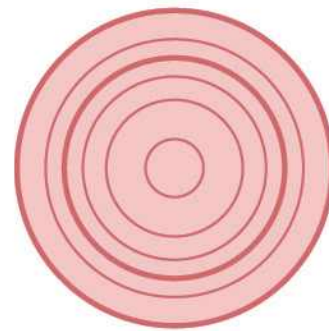
3-1-1. 전분의 X선 회절도형



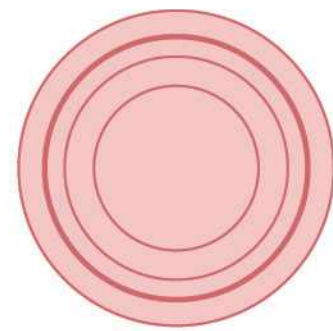
A형



B형



C형(A형+B형)



V형(호화전분)

< 전분의 X-선 회절도형 >

자료: 조신호 외(2014). 식품화학.

3-2. 전분의 호화

❖ 전분의 전환 : β -전분 $\rightarrow$ 호화 $\rightarrow$ α -전분 $\rightarrow$ 냉각 $\rightarrow$ β -전분

❖ 전분의 호화 : α 화(젤라틴화)

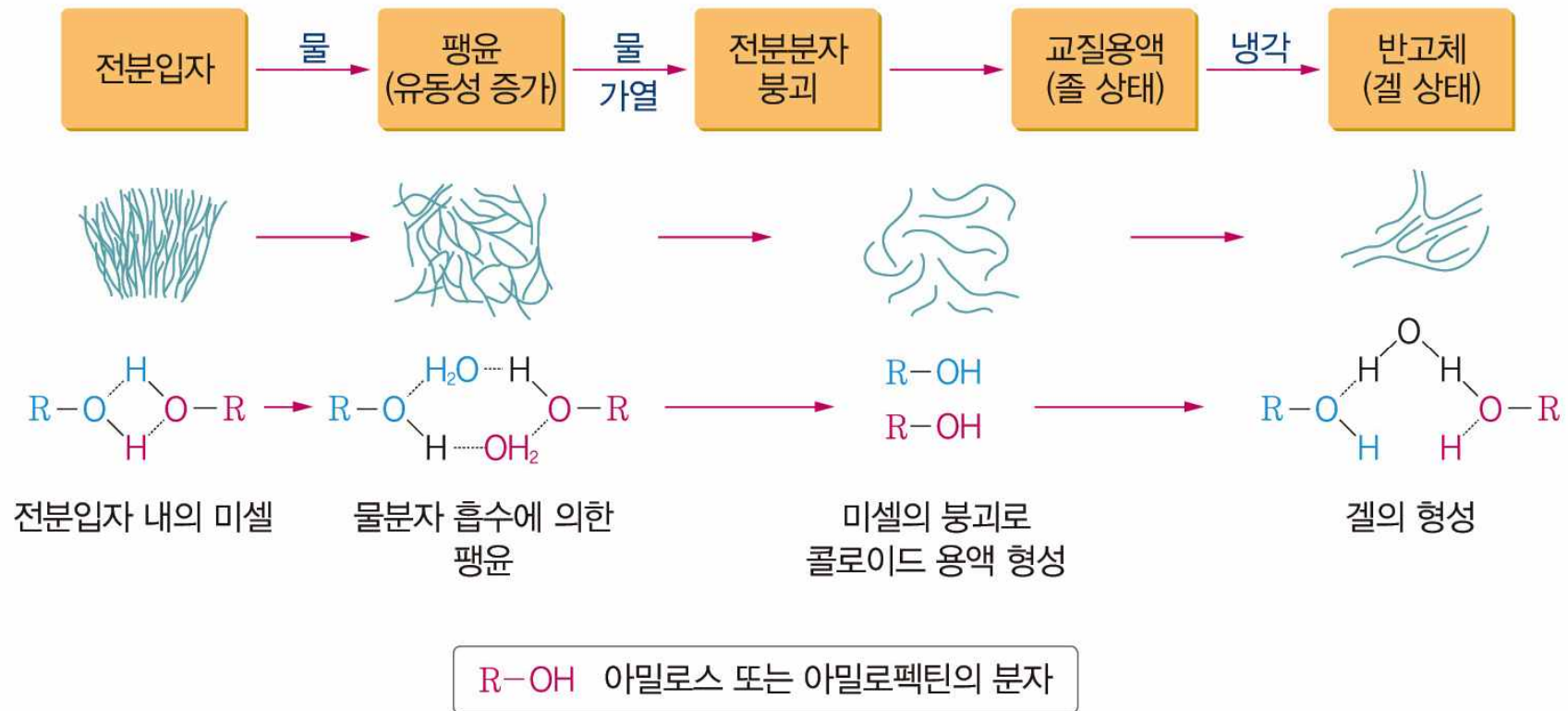
물 + 열 $\rightarrow$ 수소결합 X $\rightarrow$ 미셀 X

- 수화 $\rightarrow$ 팽윤 $\rightarrow$ 콜로이드(교질)
- 호화 : 아밀로오스 $\rightarrow$ 졸(sol), 아밀로펙틴 $\rightarrow$ 겔(gel)
- 호화전분의 종류 : 쌀 $\rightarrow$ 밥, 쌀가루 $\rightarrow$ 떡, 밀가루 $\rightarrow$ 국수

• **호화 촉진**

- 전분의 종류 : 아밀로펙틴 감소(입자크기가 클수록)
- 서류전분 > 곡류전분 $\rightarrow$ 내부 미셀구조 안정
- 전분의 수분함량 : 60% 이상(수분함량이 높을수록)
- pH : 알칼리성(pH가 높을수록) $\rightarrow$ OH⁻ : 호화촉진
- 온도 : 60°C 이상(온도가 높을수록)
- 염류 : 수소결합에 영향

3-2-1. 전분의 호화과정



< 전분의 호화과정 >

자료: 조신호 외(2014). 식품화학.

3-2-2. 전분 호화의 영향인자

❖ 전분의 호화에 영향을 미치는 인자

종 류	요 인
전분의 종류	▪ 입자의 크기가 작은 전분(쌀, 수수 등)이 입자의 크기가 큰 전분(감자, 고구마 등)보다 호화온도가 높음 ▪ 아밀로펙틴의 함량이 높을수록 호화속도는 느림
수분함량	물분자가 전분입자 안으로 흡수되면 전분입자가 팽윤되므로 수분함량이 높으면 호화가 촉진됨
pH	전분분자들 사이의 수소결합은 산·알칼리에 의해서 크게 영향을 받는데, 특히 알칼리성일수록 호화는 촉진되고 노화는 지연됨
온 도	호화 최적온도는 전분의 종류나 수분의 양에 따라 60℃ 전후이며 온도가 높으면 호화시간은 단축됨
염 류	염류는 수소결합에 영향을 주므로 거의 대부분의 염류는 전분의 호화를 촉진함. 그러나 황산염은 호화를 억제시킴

자료: 조신호 외(2014). 식품화학.

3-3. 전분의 노화

❖ 전분의 노화 : β 화

- β -전분 $\rightarrow$ α -전분 $\rightarrow$ 노화
- 호화된 전분 $\rightarrow$ 냉각시 불용성의 결정

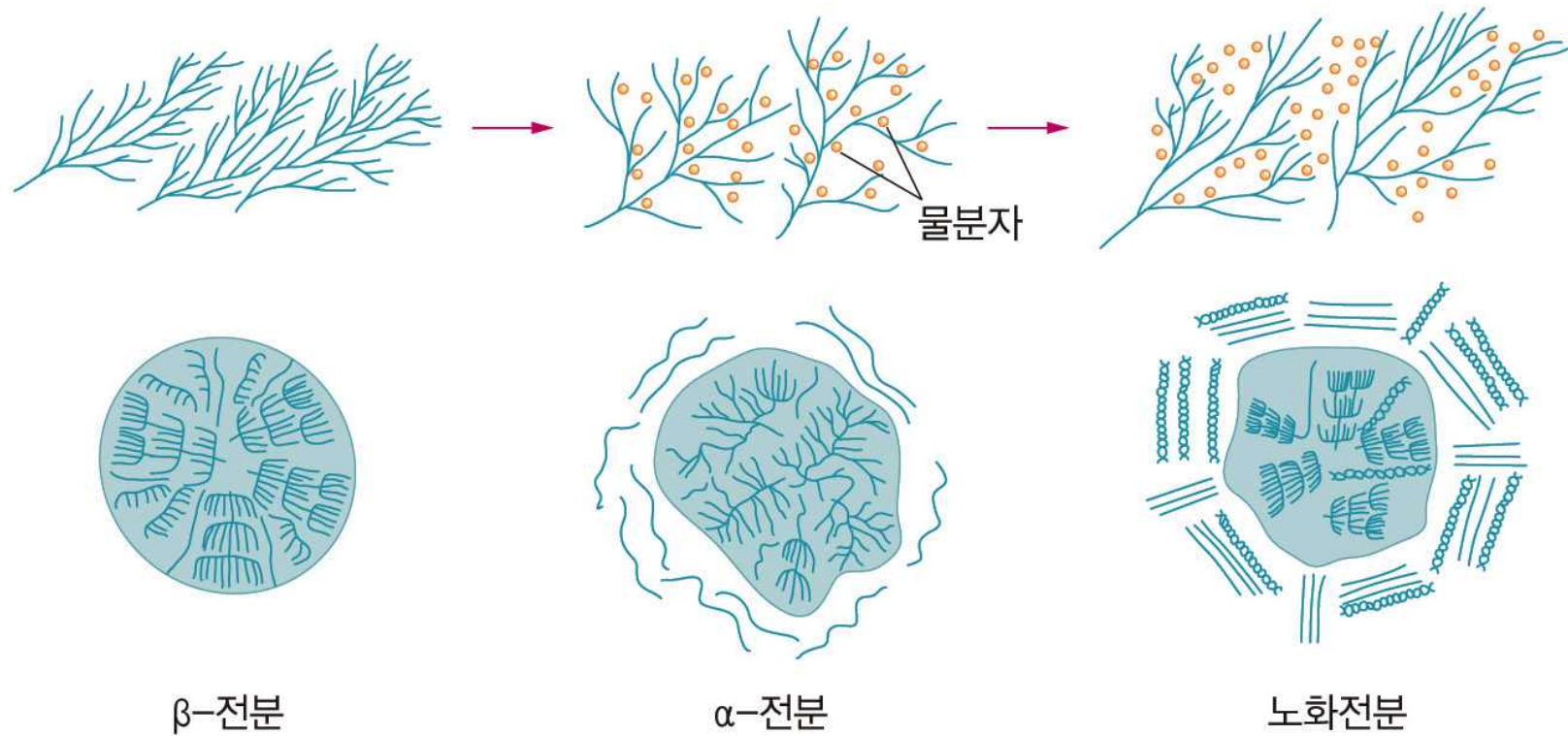
❖ 노화 촉진

- 전분의 종류 : 아밀로오스 증가 $\rightarrow$ 전분입자 크기 감소
- 전분의 수분함량 : 30-60%
- pH : 산성
- 온도 : 0-5°C

❖ 노화 억제

- 전분의 종류 : 아밀로펙틴 증가 $\rightarrow$ 전분입자 크기 증가
- 전분의 수분함량 : 30% 이하, 60%이상
- 온도 : 0°C 이하, 80°C 이상
- 설탕 및 유화제

3-3-1. 전분의 호화 및 노화



< 전분의 호화 및 노화 모형 >

자료: 조신호 외(2014). 식품화학.

3-4. 전분의 호정화

❖ **호정화** : 전분에 물을 가하지 않고 150 ~ 190°C 정도의 **열로 분해** → 호정
호정화의 종류 : 쌀, 보리, 옥수수튀김, 베이킹, 비스킷, 토스트

호정 : 전분을 산, 열, 효소 등을 이용하여 분해한 수용성 덱스트린
전분의 가수분해산물, (α 1 → 4) 결합

호정의 종류 : 분자량크기(요오드반응)

아밀로덱스트린(청색) >

에리스로덱스트린(적갈색) >

아크로덱스트린(연노랑색) >

말토덱스트린(무색)

수용성, 겔 형성 X, 단맛

덱스트란 : 전분의 가수분해산물, (α 1 → 6) 결합

3-5. 전분의 당화 및 당의 캐러멜화

- ❖ **당화** : 산, 알칼리, 효소 등에 의한 전분의 가수분해
- ❖ 당화의 종류 : 물엿, 식혜, 포도당

전분 분해효소

α -amylase : 액화효소, (α 1 $\rightarrow$ 4) 결합 무작위(내부) 분해, 인체
 β -amylase : 당화효소, (α 1 $\rightarrow$ 4) 결합 순차적 (외부) 분해, 식물
glucoamylase : 아밀로펙틴 분해, (α 1 $\rightarrow$ 6) 결합 분해, 동물(미생물)

❖ 당의 캐러멜화

- 당을 고온에서 가열시 열분해에 의한 갈색색소 생성 $\rightarrow$
- 독특한 맛과 냄새 생성
- 캐러멜 촉진 : 고온
- 과당
- 약알칼리성

3-6. 펙틴물질

펙틴물질의 종류 :

불용성 : 프로토펙틴

수용성 : 펙틴
 펙틴산
 펙트산

펙틴물질의 구조 :

갈락투론산(galacturonic acid, GalUA)단위의 직쇄구조(나선형)
 $\text{GalUA}(\alpha 1 \rightarrow 4)\text{GalUA}$

메톡실기($-\text{OCH}_3$) 함유량 : 최대 14%

고메톡실펙틴(HMP) : 7% 이상 메톡실기

저메톡실펙틴(LMP) : 7% 이하 메톡실기

3-7. 펙틴의 겔화

① 메톡실기(-OCH₃) 함유량

고메톡실펙틴(HMP) : 7% 이상

저메톡실펙틴(LMP) : 7% 이하

② 펙틴의 겔화

겔화의 3요소 : 펙틴, 설탕, 산

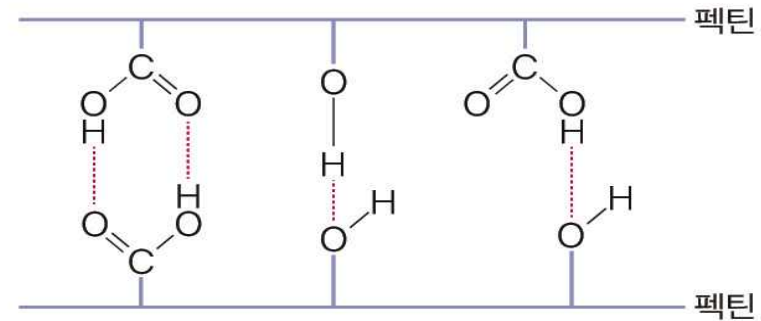
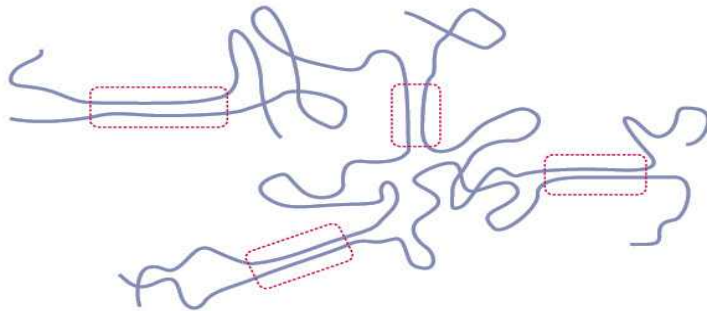
겔 형성 : 7% 이상 메톡실기의 펙틴에 산을 가하여 pH 낮추어 펙틴의 음전하 중화 → 첨가된 당이 펙틴에 수화되어 있는 물 제거 → 펙틴끼리 결합하여 겔 형성

pectin-HMP(1 ~ 1.5%) + acid(0.3%, pH 3.0 ~ 3.5) → pectin-COOH + sugar(60 ~ 65%) → pectin-H₂O → pectin-pectin → gel

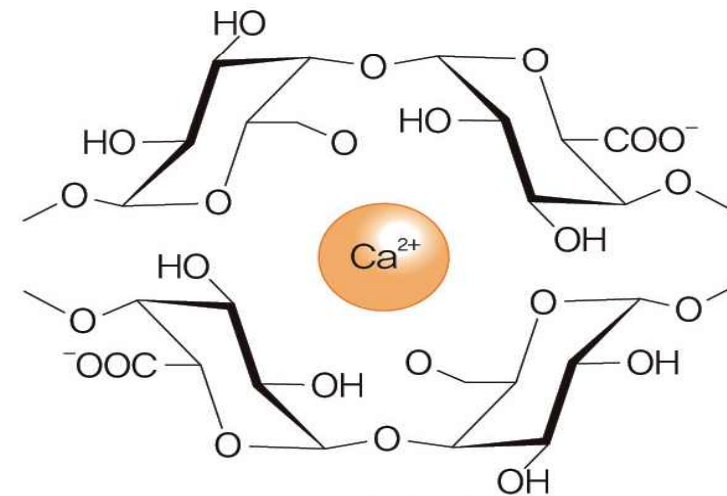
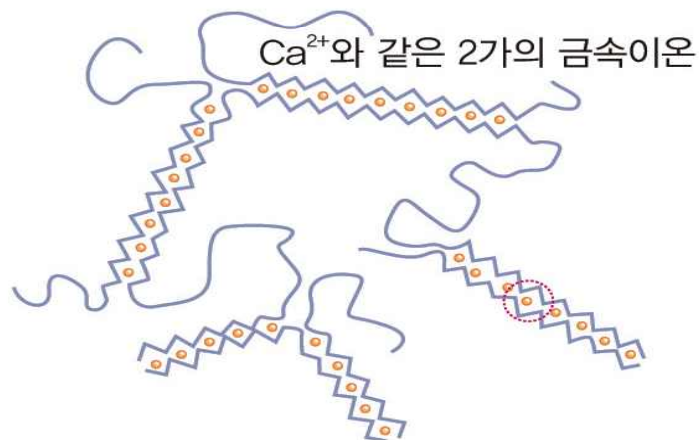
③ 펙틴의 변화 및 분해효소

펙틴분해효소(protopectinase) : 불용성의 프로토펙틴 → 성숙 → 수용성의 펙틴 → 겔화 → 당, 산 첨가 → 젤리 생성

3-7-1. 펙틴의 겔화



고메톡실펙틴



저메톡실펙틴

< 펙틴의 겔화 모형 >

자료: 조신호 외(2014). 식품화학.

3-8. 키틴질

키틴질 : 난소화성 동물성 식이섬유

종류 : 키틴

키토산

키토올리고당

키틴 : 구성성분 N-Acetyl glucosamine(GlcNAc)

불용성

키토산 : 키틴의 탈아세틸화

구성성분 Glucosamine(GlcN)

수용성

키토올리고당 : 10개 당단위 이하(분자량 200- 3,000)의 키토산

수용성