

한국의 녹말 산업 발달사

History of Korean Starch Industry

박연성

Yeon-Sung Park

전 (주)삼양제넥스

Former Samyang Genex Corporation

Abstract

The starch industry in Korea had been based on sweet potato and potato for long time to produce starches which were used for mainly starch noodle such as cellophane noodle. Because of the poor storage stability, high price, and fluctuation of production by year and year of potatoes, the raw material for the production of starch had been changed to corn in 1970s. Along with this, the mass production system had been established, which enabled the production of various starch-related products including modified starches for food, textile, paper, and other industrial uses, starch sweeteners, high fructose corn syrup, and gelatinized starch. In this paper, a brief background of corn industry in Korea has been described. The production of starch from corn has been emphasized

and the future of corn industry in relation with GMO has been suggested.

Key words: starch, corn starch, modified starch, starch sweetener, GMO

서론

녹말(starch)은 녹색 식물이 엽록체 안에서 광합성 작용으로 만들어 뿌리, 줄기, 씨 따위에 저장하는 탄수화물로서 매우 중요한 열량 자원이며 예로부터 인간 생활에 없어서는 안 되는 식품 재료 중 하나이다. 단백질, 지방질과 더불어 3대 영양소의 하나이나 비교적 근년에 와서야 그의 생리학적, 영양학적인 연구가 체계적으로 이루어지고 있다. 신기술 발달에 따라 녹말을 이용한 각종 녹말당 제품, 올리고당을 비롯한 여러 기능 식품과 다양한 변성 녹말 제품의 개발에 따른

*Corresponding author: Yeon-Sung Park

Dae Seung FA -Solution Partner of Emerson Process Management-
302-1104, 19, Cheongsong-ro, Gimpo-si, Gyeonggi-do 10082, Korea

Tel: +82-31-984-0554

Fax: +82-31-984-0542

E-mail: 123yspark@hanmail.net

Received November 21, 2017; revised January 15, 2018; accepted January 16, 2018

각종 산업에 중요 소재 제공 등 그 이용 영역을 넓혀가고 있다. 녹말은 포도당 단위가 글루코사이드 결합(glycosidic linkage)한 고분자이므로 앞으로도 물리적 또는 화학적 처리에 따른 연구 개발의 발전에 따라 식품 분야는 물론 제지 분야, 섬유 분야에 이르기까지 무한히 그 영역을 넓혀갈 수 있는 아주 중요한 소재로 자리매김을 하고 있다.

곡물의 주 저장 영양소는 녹말이다. 따라서 녹말의 주요 원료는 지구상의 거의 모든 곡물이 대상이 될 수 있다. 우리가 흔히 일상으로 섭취하는 옥수수, 밀, 콩, 벼, 수수 따위의 곡물 이외에도 서류(고구마, 감자, 카사바 등)와 사고 야자나무(sago palm tree)에서도 녹말을 얻을 수 있다. 카사바에서 얻는 녹말을 타피오카라고 하며, 사고 야자나무에서 얻는 것은 사고라고 한다. 녹말의 세계적인 생산 분포를 보면 미국, 중국 등지에서는 옥수수 녹말과 밀 녹말이 많고 한국과 일본은 거의가 옥수수 녹말이며, 동남아에서는 타피오카와 쌀 녹말이, 유럽에서는 옥수수 녹말, 밀 녹말, 감자 녹말 순으로 많이 생산된다.

이 논고에서는 많은 종류의 녹말 중에서 가장 광범위하고 대량 생산되며 용도가 가장 다양한 옥수수 녹말을 중심으로 한국 녹말 산업의 개략적인 발달사를 서술하고자 한다.

본론

1. 녹말 산업의 태동

한국에서는 처음에는 소규모로 고구마 녹말(주로 제주도)이나 감자 녹말(강원 지역)이 생산되어 오다가 원료 조달 문제, 저장성 문제, 가격 경쟁력 문제 등 여러 요인으로 점차 원료 수급이 용이한 옥수수로 바뀌면서 공장 규모의 대량 생산 체제로 된 것은 1960년대 후반이다. 이 당시의 녹말과 녹말당 업체를 보면 원풍그룹 계열의 사료 제조 업체였던 천일곡산, 국내 조미료업체 선두인 미원, 경기도 안산의 풍진화학, 금성산업(충청도에서 물엿 생산)에서 출발하여 인천(부평)에 자리

잡은 방일산업, 제주도에서 고구마와 밀가루를 원료로 녹말과 포도당을 생산해왔던 선일포도당 등이 있었다.

이들 회사들의 이후 변천사를 보면 1978년 천일곡산을 인수한 두산이 두산곡산으로 사명을 변경하고 인천 공장으로 이전 증축했으며, 방일산업은 미국 CPI(Corn Products International)의 한국 자회사에 인수되어 콘프로덕츠코리아(Corn Products Korea)로 사명을 변경하였다. 이 회사(CPI)는 나중에 두산의 녹말당 사업 부문까지 함께 인수 합병하고 이름을 두산 콘프로덕츠코리아로 변경한 후 다시 Ingredion Korea(미국계 회사)로 사명을 바꿔 현재에 이르고 있다.

조미료의 선두 회사인 미원은 1964년 부산 공장에서 녹말과 녹말당 사업에 진출한 후 1976년은 김포(현재 강서구 가양동)에 새로운 녹말당 공장을 설립하였다. 두 공장 모두 도심에 위치하게 되면서 주민과의 환경 문제 등 어려움을 겪다가 미원그룹과 세원그룹을 합병한 후 모든 설비를 군산 산업 단지로 옮기고 사명도 대상(주)으로 바꾸고 국내에서 가장 큰 규모의 녹말당 설비를 갖추게 되었다.

경기도 안산의 풍진화학은 신동방 그룹에 인수되어 사명을 신동방으로 바꾼 후 다시 CJ그룹에 인수 되어 신동방 CP라는 사명으로 현재에 이르고 있다.

1965년 농어촌 개발공사와 제주도 서귀포에 공장을 설립한 선일포도당도 최초 설립 시에는 대한합성당공업으로 시작, 선일홍업으로 이름이 바뀌었다가 1965년 농어촌 개발공사와의 합작으로 선일포도당으로 사명을 변경하였다. 처음에는 농어민 소득 증대와 국내 감미자원 개발의 명분으로 제주도에서 많이 생산되는 고구마를 원료로 녹말과 녹말당을 생산하여 왔다. 그러나 고구마는 저장 기간이 짧아 원료 수급에 문제가 많았고 수매 가격의 조정 난이, 경제적 비용의 증가 등으로 운영에 많은 어려움을 겪어 오던 중 제당협회가 이를 인수하기에 이르렀다. 제당협회는 이후 원료 수급에 문제가 없고 가격이 상대적으로 저렴한 옥수수(주로 수입산)로 원료를 바꾸고 현대적인 가공 설비를 갖춘 인천 공장을 1976년에 신축하였다. 선일포도당은 1985년도에 공동운영을 해왔던 제당협회 3사 중 삼양사에 단독

인수 되었고 1988년도엔 최신식의 울산공장까지 신축 가동에 들어감으로써 대상(주)과 동급 규모의 대량 생산 체제로 가게 되었으며 현재는 삼양홀딩스에 흡수합병 되어 삼양사로 명칭을 통합한 후 오늘에 이르고 있다.

밀(소맥) 녹말의 경우에는 신송산업이 거의 독점적으로 생산해오고 있으나 그 양은 옥수수 녹말에 미치지 못하며, 또한 타피오카도 수입한 원료를 가공하여 소량 생산하고 있다. 해외에는 캄보디아에 카사바 녹말 공장 설립을 추진 중에 있다. 국내에 유통 중인 고구마 녹말, 감자 녹말은 대부분을 중국에서 수입 판매하고 있고 국내산 고구마 녹말과 감자 녹말은 가격 경쟁력 관계로 극히 일부분만 생산하고 있다.

2. 녹말 특성

모든 녹말은 단당류인 포도당의 중합체로서 아밀로스(α -1,4 결합)와 아밀로펙틴(α -1,4 + α -1,6 결합)으로 이루어져 있는데 두 성분의 함량에 따라 호화특성, 젤화 속도, 점성 등에 차이가 있으며 아밀로펙틴이 주 성분(대략 98% 이상)으로 이루어진 찰녹말은 호화 때 점성이 높고 호화 상태가 오래 지속되며, 노화가 느리며 소화가 잘되는 이점이 있다. 쌀 녹말은 녹말 자체 보다는 주로 쌀가루 형태로 사용된다. 벼는 크게 태국, 인도네시아, 베트남 등 동남아에서 주로 재배되는 인디카형(indica type)과 한국, 일본, 미국(캘리포니아) 등지에서 생산되는 자포니카형(japonica type)이 있다. 주식인 쌀을 제외하면 쌀 녹말은 주로 다른 녹말이나 곡물에 첨가되는 재료로서 사용된다. 아밀로펙틴이 주 성분인 찹쌀도 주로 가루형태로 사용되어 찹쌀떡 제조나 고급 유아식으로 사용되고 있다.

옥수수 녹말은 주로 식품용이나 공업적인 용도로 가장 많이 사용 되는데 아밀로펙틴이 주성분으로 이루어진 찰옥수수 녹말은 찹쌀 녹말과 같이 호화 점성이 높고 노화가 더디어 유아식 등 특수식품 소재로서 많이 사용되는 반면 아밀로스 함량이 높은(대략 20% 이상) 일반 옥수수 녹말은 광범위한 식품 재료로 쓰일 뿐만 아니라 특성에 맞게 각종 변성 녹말로 가공되어 제지

용, 섬유용, 접착제 등 산업 전반에 걸쳐 많은 용도로 사용되고 있다.

밀가루로부터 단백질 성분인 글루텐(gluten)을 분리 제거하고 제조되는 밀녹말은 녹말 특성의 차이로 어묵이나 소시지 등의 제조에 많이 사용된다. 밀가루에서 분리한 글루텐(활성 글루텐)은 점탄성이 다른 제품에 비해 매우 높아 구운 빵과 롤빵의 품질 개량을 위한 첨가제로 사용하거나 시리얼(breakfast cereals)과 애완동물 사료(pet foods)의 증강제, 육류, 어류와 닭고기 제품의 증량제로 이용된다. 글루텐은 노란 색깔 성분을 함유하고 있어 노란 계란을 생산하기 위한 닭 사료로 사용하기도 한다.

고구마나 감자는 역사상 최고의 구황 작물이었으나 옥수수 녹말, 밀 녹말 등 지상 녹말과는 달리 고구마나 감자 녹말은 지하 작물인 관계로 생육 특성상 조직이 연하고 수분이 높아, 녹말 분리가 용이하나 원료 자체가 장기 저장과 수송이 어렵고 상대적으로 가격이 높아 국내에서는 이들의 녹말 생산은 미미하며 주로 수입해서 사용한다.

고구마 녹말은 주로 당면 제조에 사용되며, 감자 녹말은 점성이 높아 탕수육 등의 제조에 적합하다. 유럽 등지에서는 감자 녹말의 특성을 이용한 각종 변성 녹말을 제조하여 제지용, 섬유용 등의 첨가제로 많은 각광을 받고있다.

카사바는 고구마, 감자와 같은 덩이뿌리 식물로서 열대지방의 주요한 식량원이다. 나이지리아와 태국이 카사바 생산의 1, 2위를 점하고 있다. 국내재배가 안 되는 우리나라는 주로 태국, 인도네시아, 베트남 동남아로부터 카사바 칩이나 타피오카를 수입하여 사용해 오고 있다.

카사바 칩은 주정(알코올)생산에 주로 사용되며, 타피오카는 가공이 쉽고 물성이 좋아 값비싼 고구마 녹말이나 찰옥수수 녹말 대신에 많이 사용되고 있는데 주로 깨찰빵, 양과자 제조나 이유식 제조 등에 사용된다.

그 밖의 녹말 함유 작물로는 아프리카나 아시아에서 재배되는 마(yam)도 있으나 상세한 서술은 생략 하겠다.

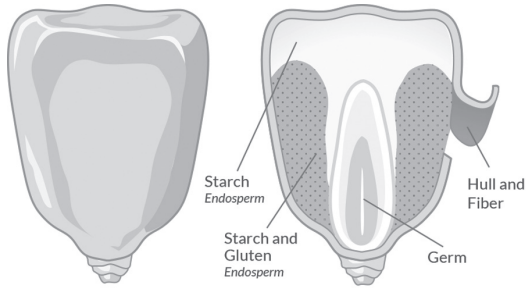


그림 1. 옥수수 구조

3. 옥수수(corn 또는 maize) 성분

옥수수는 강냉이라고 부르기도 하는데, 이는 중국의 양자강 이남 강남(江南) 지역에서 건너왔다는 뜻이라고도 한다. 또한, 황해도 지방에서 ‘강냉이, 강내미’라고 하기도 하며, 강원도 지방에서는 ‘옥시기’라고 부르기도 한다.

옥수수는 종실의 모양과 성질에 따라 여러가지로 구분 될 수 있는데 말이씨(dent종), 경립종(flint종), 단씨(sweet corn), 폭열종(pop corn), 찰옥수수(waxy corn)등이 있으며 국내 식품가공용으로는 대부분이 말이씨가 많으며 팝콘의 원료인 폭열종, 아밀로펙틴이 98% 이상인 찰옥수수는 찌서 먹거나 떡을 만들어 먹기도 한다.

옥수수의 구조는 그림 1과 같다. 유통되는 옥수수의 수분은 대략 15.5% 내외이고 알갱이의 구성 성분 비율은 씨젓(endosperm) 부분이 82.3%, 배아(germ) 11.5%, 껍질(pericarp) 5.3%, 말단부분(tip cap)이 0.8% 정도로 되어 있다. 이를 다시 건량 기준으로 보면 녹말질이

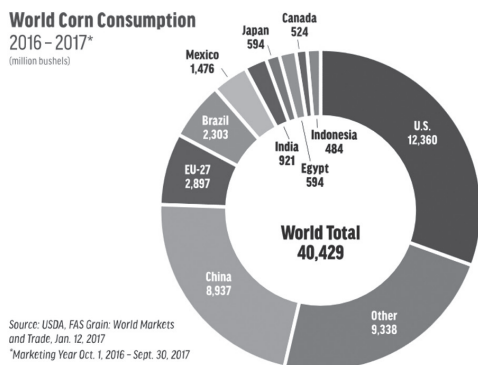


그림 3. 세계 옥수수 소비량(2016-2017)

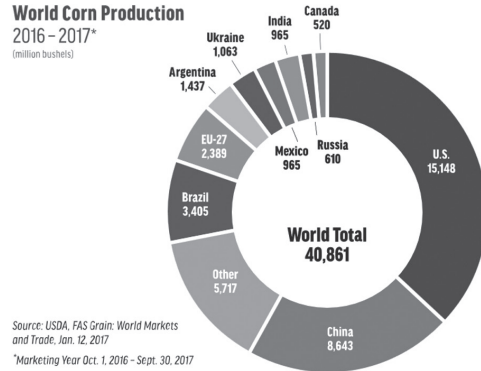


그림 2. 세계 옥수수 생산량(2016-2017)

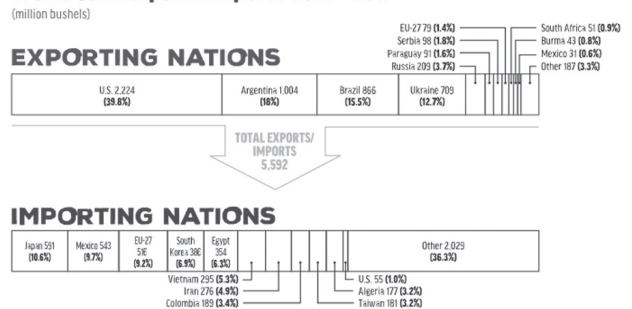
81.5%, 단백질이 10.3%, 지방질이 4.8%, 당분이 2%, 회분이 1.4%로 되어 있다.

4. 옥수수 생산량과 용도별 사용량

전세계 곡물 중 가장 많이 생산되는 옥수수의 경우 2016-2017 회계년도 기준으로 보면 생산량은 약 10억톤(옥수수 1bushel은 25.5 kg임)이며, 주요 생산국은 미국(37%), 중국(21%), 브라질(8.3%), 유럽 연합, 아르헨티나, 멕시코, 인도 순이다(그림 2). 반면 주요 소비 국가는 미국, 중국, 유럽 연합, 브라질, 멕시코 인도 등이다(그림 3).

반면 세계 전체의 수출 물량은 1억 4천 2백만 톤이다. 주요 수출국은 미국(40%), 아르헨티나(18%), 브라질(15.5%), 우크라이나(12.7%) 등(그림 4)이다. 한국

World Corn Exports/Imports 2016 - 2017*



Source: USDA, FAS Grain: World Markets and Trade, Jan. 12, 2017
*Marketing Year Oct. 1, 2016 - Sept. 30, 2017

그림 4. 주요 옥수수 수출국과 수입국(2016-2017년)

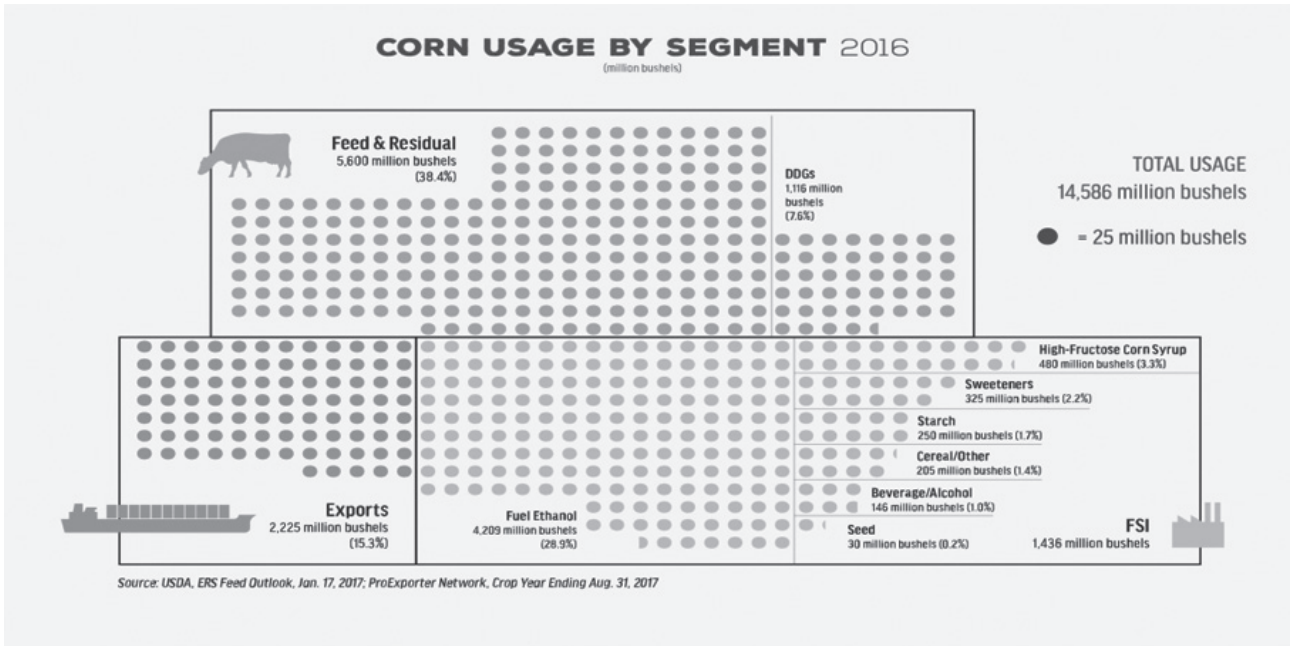


그림 5. 미국의 옥수수 용도별 사용량(2016년)

의 수입량은 총 980만 톤으로 전체 수출 물량의 6.9%에 해당하며 일본, 멕시코, 유럽 연합에 이어 제4위의 수입국이다(그림 4).

국내에서의 수입한 옥수수의 용도는 크게 사료용이 약 80%, 녹말과 녹말당 제조에 사용되는 식품가공용이 약 20%를 차지하고 있다. 미국의 경우 분야별 옥수수 사용 비율을 보면 사료용이 38.4%로 1억 4천 2백만 톤, 에탄올 생산에 28.5%인 1억 톤, 고과당시럽 (high fructose corn syrup) 제조에 3.3%인 1200만 톤, 녹말당(sweeteners) 생산에 2.2%인 8백만 톤, 녹말 생산에 1.7%인 6백만 톤, 시리얼 생산에 1.4%인 5백만 톤, 그 밖에 음료, 종자용 등 다양한 용도로 사용되고 있다(그림 5).

2016년도 한국의 경우 사료용을 제외한 식품가공용 옥수수 약 2백 20여만 톤을 주로 미국, 러시아, 브라질로부터 수입하였다(표 1). 대상그룹이 72만 톤, 삼양사 60만 톤, Ingredion Korea사가 56만 톤, 신동방CP가 27만 톤을 사용하였으며, 생산된 제품으로 보면 녹말 50만톤, 물엿 44만 톤, 포도당 6만 5천 톤, 과당(이성화

당) 40만 톤이었다. 한국에서 녹말과 녹말당 수입 추이를 보면 표 2와 같다.

5. 옥수수 등급과 규격

미국 농무성에서 정한 옥수수 등급별 규격은 표 3과 같다. 등급은 1-5등급으로 구분하고 이 등급 밖의 것은 시료 등급(sample grade)으로 한다. 등급이 낮아 질수록 부피당 중량(1 부셀당 무게)이 작아지며, 열 손상

표 1. 한국의 가공용 옥수수 수입량(2016년)

산지	수량 (톤)	비고
미국	649,955	
러시아	941,684	
브라질	316,546	
세르비아	92,346	
아르헨티나	100,500	
기타	100,313	우크라이나, 호주, 프랑스, 헝가리 등
계	2,201,344	



표 2. 한국의 연도별 녹말과 녹말당 수입 현황

(단위: 톤)

구분	일반녹말	변성녹말	타피오카	물엿류	포도당	소비톨	과당(HFCS)		덱스트린	합계
							42%	55%		
2007	65,895	43,406	34,487	85,958	10,077	5,075	102	142	9,400	254,542
2008	67,648	38,334	20,467	122,009	14,477	4,826	429	1,619	11,954	281,763
2009	26,556	21,515	35,030	99,393	41,446	3,261	653	3,201	12,292	243,347
2010	15,768	28,222	9,243	82,522	47,528	3,379	1,261	1,504	11,879	201,306
2011	15,234	25,188	20,561	86,095	49,427	3,287	1,357	1,438	13,765	216,352
2012	2,711	26,909	44,619	82,306	21,967	4,580	1,094	2,051	22,744	208,981
2013	3,441	33,983	30,835	87,509	17,651	4,294	674	2,439	27,973	208,799
2014	2,906	20,333	28,407	77,699	20,259	5,145	603	2,525	29,435	187,312
2015	1,392	11,372	26,604	59,471	22,009	6,241	773	2,895	19,480	150,237
2016	9,337	13,898	29,650	65,823	82,207	7,217	454	3,060	5,382	217,028

립, 전체 손상립, 파쇄립과 이물 함량은 증가한다. 식품 가공용은 주로 2등급을 사용하나 수급 상황에 따라 간혹 3등급을 사용하기도 한다. 사료용으로는 주로 3~4 등급을 사용하는데 그 이유는 등급별로 가격 차이가 있어 사용 목적에 따라 경제 가치를 고려하기 때문이다.

옥수수는 등급에 따라 품질 차이는 물론 가격 차이는 당연한 것이다. 그렇다고 식품용과 사료용이 따로 있는 것은 아니다. 한 때 국내 옥수수 가공업체들이 2 등급 옥수수 수급이 원활치 못하자 부득이 3등급 옥수

밝혀져 사건이 무마되었던 일도 있어 실소를 금치 못한 일도 있었다.

마치 1989년도의 삼양라면 우지 파동을 연상케 하는 사건으로 소비자들에게 자극적인 잘못된 보도를 하기 전에 앞서 전문적인 과학 지식과 사전의 충분한 조사를 통해 정확한 사실의 보도가 이루어져야 건전한 식품 문화가 발전되고 정착될 것으로 보인다. (참고로 1989년 삼양라면의 우지 파동 사건을 요약 정리 해보면 옥수수 등급 차이와 같은 개념으로 1등급 우지 바로 아래 등급의 우지를 라면 제조에 사용했으나 공업용으로 분류된 것은 아니었으나 국내에서 “공업용”이란 딱지를 붙여 소비자들에게 오도 함으로서 많은 국민이 불안에 빠졌었으며 업계 또한 많은 고초를 겪은 사건이다. 그 후 이는 법적으로 삼양라면의 잘못이 없음이 밝혀졌다.)

표 3. 미국 옥수수 등급과 규격

Grades and Grade Requirements

§ 810.404 Grades and grade requirements for corn.

Grade	Minimum test weight per bushel (pounds)	Maximum limits of:		
		Damaged kernels		Broken corn and foreign material (percent)
		Heat damaged kernels (percent)	Total (percent)	
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

U.S. Sample Grade
U.S. Sample grade is corn that:
(a) Does not meet the requirements for the grades U.S. Nos. 1, 2, 3, 4, or 5; or
(b) Contains stones with an aggregate weight in excess of 0.1 percent of the sample weight, 2 or more pieces of glass, 3 or more crotalaria seeds (*Crotalaria spp.*), 2 or more castor beans (*Ricinus communis L.*), 4 or more particles of an unknown foreign substance(s) or a commonly recognized harmful or toxic substance(s), 8 or more cockleburrs (*Xanthium spp.*), or similar seeds singly or in combination, or animal filth in excess of 0.20 percent in 1,000 grams; or
(c) Has a musty, sour, or commercially objectionable foreign odor; or
(d) Is heating or otherwise of distinctly low quality

6. 녹말과 변성 녹말 제조

6-1 일반 녹말 제조

감자나 고구마 녹말의 경우에는 수분이 비교적 많은 지하 녹말로서 마쇄기로 곱게 마쇄 한 후 체로 치고 여러 번의 정제를 거침으로서 순도 높은 녹말을 얻을 수 있는 단순하고 물리적인 처리로 제조되나 옥수수나 밀

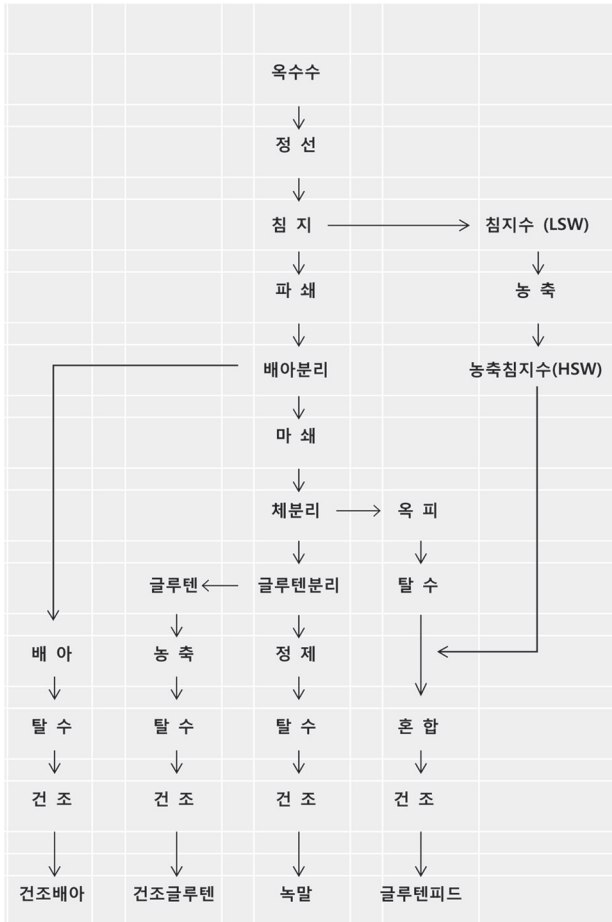


그림 6. 옥수수 녹말 제조 공정도

녹말 등은 곡립이 단단하고 또한 녹말과 단단히 결합되어 있는 단백질을 효과적으로 분리 제거 시켜야 순도 높은 녹말을 얻을 수 있으므로 공정이 간단하지는 않다. 먼저 밀 녹말(소맥 녹말)의 경우에는 원료로서 주로 밀가루를 사용하게 되는데 믹서에서 물에 풀어서 형성된 글루텐을 먼저 제거해야 한다. 분리된 글루텐이라는 단백질은 옥수수 단백질과는 달리 점탄성이 높고 조직이 단단하여 활성루텐의 원료가 되며 건조 분말로 제조하여 빵 제조에서 품질 개선제, 사료의 증강제 등에 사용된다.

글루텐이 제거된 밀 녹말은 정제, 탈수, 건조 공정을 거쳐 생산되며, 고유 특성을 이용하여 주로 어묵이나 소시지 제조 등에 사용된다.

옥수수 녹말의 제조 공정은 그림 6과 같다. 옥수수는 곡립 중에 녹말과 단백질(자인, zein)이 비교적 단단히 결합되어 있는 부분이 있다(그림 1 참조). 이러한 단백질(자인, zein)을 후 공정에서 효과적으로 분리하기 위하여 먼저 침지(steeping) 공정을 거치게 된다. 묽은 아황산용액(0.1~0.2%)에서 50℃ 전후의 온도로 40~48 시간 정도 담가두면(침지) 젖산 발효가 일어나며 단백질과 녹말의 결합이 느슨해져서 후 공정의 단백질 분리 공정에서 분리가 용이해진다.

침지 공정에서 용출된 침지수(LSW=light steep water) 속에는 젖산, 환원당, 단백질, 무기질, 피트산 등의 유효 성분이 많으므로 이를 농축시켜(heavy steep water) 분쇄와 체가름 공정 이후 분리된 옥수수 껍질(옥피)에 첨가, 건조시켜 단백질 강화 피드(gluten feed)를 제조하여 사료(소 사료)로 사용한다. 침지수(LSW)는 조미료나 아미노산 등 여러 발효 제품의 제조 때 발효 배지 영양제로서 아주 유용하게 쓰이기도 한다.

침지 공정은 옥수수 녹말 제조에 있어 녹말 수율이나 품질을 좌우하는 매우 중요한 공정으로 이 공정은 젖산 발효를 이용하는 유일한 생물학적 처리 공정이기도 하다. 침지 공정을 거친 팽윤된 옥수수는 이후 파쇄 공정을 거쳐 씨눈을 분리시켜 제거한 후 다시 미분기로 곱게 분쇄 후 여러 단계의 체(fiber screening)를 거쳐 껍질인 옥피(fiber)를 분리시킨다. 분리된 옥피는 압착기로 수분을 일부 제거 후 별도로 농축된 침지수(HSW)를 첨가, 건조시켜 단백질이 강화된 자인피드를 생산하여 소 사료로 사용된다.

껍질이 제거된 녹말유(starch milk) 중에는 단백질(자인)이 함께 혼합되어 있으므로 원심 분리 공정(비중 차이를 이용한 분리)을 거쳐 자인을 분리한다. 자인은 또한 별도로 농축, 탈수 단계를 거쳐 건조시켜 단백질 원료로 사용한다. 단백질이 분리 제거된 녹말유는 사이클론방식(Dorrcon)이나 원심분리기를 이용하여 최대한 단백질 성분을 분리 제거시켜 정제 녹말유(단백질 함량은 0.35% 이하)를 얻는다. 이 녹말유를 탈수, 건조시켜 건조 녹말을 제조하며, 각종 변성 녹말을 제조하기 위해서는 건조를 하지 않은 물녹말 상태로 별

도 공정인 변성 녹말 제조 공정으로 보내어 2차 가공에 들어가게 된다.

이같이 옥수수 가공으로부터 분리되어 얻는 부산물은 앞에서 서술한 자인피드와 자인(단백질)외에도, 분리된 씨눈을 따로 모아 건조후 압착 또는 추출 방법에 의해 옥수수기름을 제조하는 등 옥수수로부터는 거의 100%로 모든 성분이 회수 사용되고 있다.

이와 같이 물에 불리고(침지공정), 파쇄, 미분 공정을 거쳐 체(screen)로 치고 원심 분리를 하는 등 물리적인 처리 방법으로 녹말을 제조하는 것을 습식 도정(wet-milling)이라 한다. 이와 대비되는 명칭으로 건식 도정(dry-milling)이 있는데 이는 옥수수를 건조되어 있는 낱알 그대로를 씨눈 제거, 제분 롤러기, 체가름 등 기계적이고 물리적인 제조 방법으로 용도에 맞는 입자로 부수어 시리얼(대용식)이나 콘플레이크(corn flake), 스탁 제조용인 호미니, 그릿츠 등을 생산하는 제조 방식이다. 밀(소맥)로부터 밀가루를 제조하는 공정과 매우 유사한 공법으로 볼 수 있다.

6-2. 변성 녹말 제조

녹말은 앞에서도 언급했듯이 단당류인 포도당의 중합체로서 고분자로 볼수 있다. 구조 중에는 다른 화학 물질과의 반응성이 있는 CHO-(알데하이드기)나 COOH-(카복실기)가 있어 사용 목적에 적합하도록 각종 산(염산, 아세트산 등)이나 차아염소산소듐(하이포)과 같은 산화제 등 여러 가지 화학물질을 첨가 반응 시킴으로써 본래의 녹말과는 다른 특성을 부여함으로써 수많은 변성 녹말을 제조할 수 있다.

일반 녹말은 비교적 단순한 식품 재료나 식품 증강제, 단보르상자용 호제(糊劑)등으로 쓰이는 반면, 변성 녹말은 용도에 맞춘 다양한 특성을 이용하여 유아용 식품제조, 제지용 사이징제나 코팅제, 섬유산업용 호제(접착풀)등 실로 그 용도가 다양하다. 변성 녹말의 종류로는 텍스트린, 호화 녹말, 가용성 녹말, 아세트산 녹말, 저항 녹말, 산화 녹말, 산처리 녹말, 에테르화 녹말, 에스터화 녹말 등 종류가 많다.

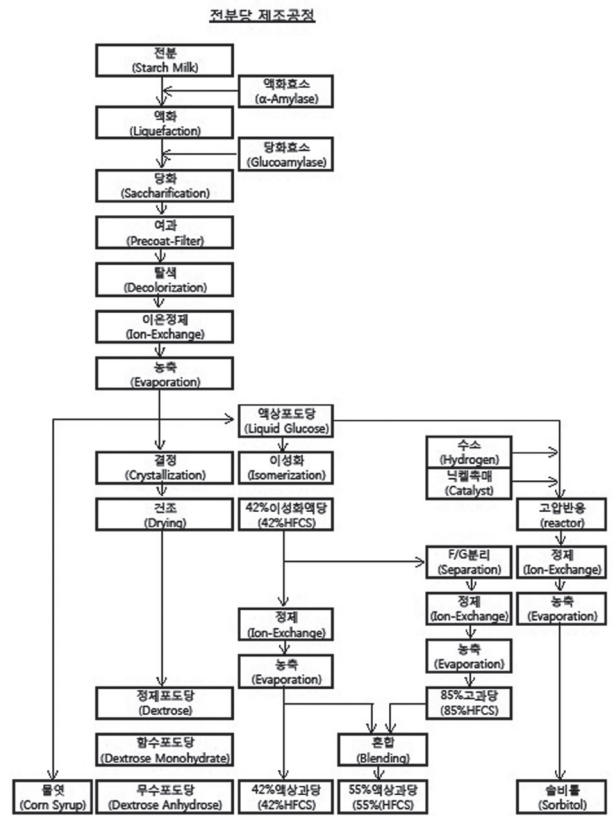


그림 7. 녹말당 제조 공정도

7. 녹말당 제품의 제조

여러 녹말당의 제조 공정을 보면 그림 7과 같다.

녹말을 산(염산, 옥살산 등)이나 효소(알파아밀레이스, 글루코아밀레이스, 말테이스 등)로 처리하면 저분자로 분해되어 각종 당류를 제조할 수 있는데 이를 통틀어 녹말당(sweeteners)으로 부른다. 당의 구성을 기준으로 탄수화물을 분류하면 표 4와 같고 녹말로부터 생산할 수 있는 다양한 제품을 정리하면 그림 8과 같다.

대표적인 녹말당 제품으로는 물엿, 맥아엿, 포도당 등 각종 녹말당과 이들 녹말당을 2차 가공하여 과당(이성화당), 당알코올류(소비톨, 말티톨, 에리트리톨 등)도 제조하며, 소비톨로부터는 바이타민 C도 제조하고 있다.

당류의 감미도는 표 5에 정리하였다.

표 4. 당의 구성에 따른 탄수화물 분류

탄수화물		
일반	알도스 · 케토스 · 푸라노스 · 피라노스	
기하 구조	아노머 · 에피머 · 변광회전	
단당류	삼탄당	알도트리오스(글리세르알데하이드) · 케토트리오스(다이하이드록시아세톤)
	사탄당	알도테트로스(에리트로스, 트레오스) · 케토테트로스(에리트룰로스)
	오탄당	알도펜토스(아라비노스, 릭소스, 리보스, 자일로스(옥당, 목재당)) · 케토펜토스(리불로스, 자일룰로스) · 디옥시당(디옥시리보스)
	육탄당	알도헥소스(알로스, 알트로스, 갈락토스, 글루코스(포도당), 글로스, 이도스, 만노스, 탈로스) · 케토헥소스(프럭토스(과당), 프시코스, 소르보스, 타가토스) · 디옥시당(푸코스, 푸클로스, 람노스)
	칠탄당	케토헵소스(만노헵툴로스, 세도헵툴로스)
	7탄소 초과	팔탄당 · 구탄당(뉴라민산)
이당류 이상	이당류	셀로비오스 · 이소말토스 · 락토스(젖당, 유당) · 락툴로스 · 말토스(엿당, 맥아당) · 수크로스(설탕, 자당) · 트레할로스 · 투라노스
	삼당류	말로트리오스 · 멜레지토스 · 라피노스
	사당류	아카보스 · 스타키오스
	기타 올리고당류	프락토올리고당(FOS) · 갈락토올리고당(GOS) · 이소말토올리고당(IMO) · 말토덱스트린 · 만난올리고당(MOS)
	다당류	베타-글루칸 (en:Oat beta-glucan · 렌티난 · 시조피란 · 자이모산 · 셀룰로스 · 키틴) · 키토산 · 덱스트린(호정) / 덱스트란 · 프럭토스 / 프락탄 (이눌린) · 갈락토스 / 갈락탄 · 글루코스 / 글루칸(글리코젠) · 헤미셀룰로스 · Levan beta 2→6 · 리그닌 · 마난 · 펙틴 · 녹말 (아밀로펙틴 · 아밀로스) · en:Xanthan gum
생체분자: 탄수화물 (알코올 · 당단백질 · 글리코사이드) · 지질 (에이코사노이드 · 지방산 · 인지질 · 스펅고지질 · 스테로이드) · 핵산 (구성 성분 / 뉴클레오타이드 대사 중간생성물) · 단백질 정보 (표준 아미노산) · 테트라피롤		

주요 당 제품의 제조 공정을 간단히 서술하면 다음과 같다.

7-1 물엿류와 포도당의 제조

물엿이나 포도당의 제조는 액화(liquefaction)→당화(saccharification)→거르기(filtering)→탈색(decolorization)→이온교환정제(ion exchange)→농축(evaporation)→건조(drying)→포장(packaging)공정을 거치게 되는데 분말상태의 가루엿을 제조하는 경우에는 분무 건조를 이용하나 대부분의 물엿은 농축한 상태의 액상 제품으로 포장한다.

포도당과의 다른 점은 물엿은 당화 공정에서 최종 구성 당인 포도당 단위까지 완전 분해시키지 않고 중간 단계에서 분해를 종료 시킴으로써 당의 구성을 보면 단당류는 물론, 2당류~10당류의 혼합당으로 구성되어 있으며 감미는 설탕의 약 40% 정도이고, 물엿 고유의

점조성이 있어 캔디, 아이스크림, 제과, 제빵, 조림 요리 등 광범위한 용도로 쓰이고 있다.

물엿과 포도당의 제조 공정을 간단히 설명하면 다음과 같다.

액화공정(Liquefaction) : 과거에는 옥살산(C₂H₂O₄)을 투입하여 고온, 고압하에서 콘버터(converter)라는 액화기를 사용하여 녹말을 분해시켰었으나 최근에는 내열성 액화 효소(알파아밀레이스)를 사용하여 Jet-Cooker라는 고온, 고압 액화기를 이용, 액상 상태의 저분자물로 액화시킨다.

당화공정(Saccharification) : 당화용 효소를 2차로 투입하는데 맥아엿을 제조하는 경우에는 말테이스(maltase)라는 효소를 사용하여 이당류인 맥아당의 함량을 높인 맥아엿을 제조하며, 포도당을 제조하는 경우에는 글루코아밀레이스(glucoamylase)라는 당화 효소를 투입하여 최종 구성 당인 포도당까지 분해시키게 된다.

대개 82Bx정도까지 농축한 후 포장하나 포도당은 생산 하려는 제품의 종류에 따라 농축도를 달리한다.

결정공정(Crystallization) : 포도당의 경우 제품 종류에 따라 결정 방법을 달리하는데 정제 포도당과 함수결정 포도당의 경우에는 냉각 정출 방식의 결정관(crystallizer)를 사용하는 반면 무수결정 포도당은 전당판(vacuum pan)이라는 가열농축 방식의 결정관을 사용한다.

건조공정(Drying) : 정제 포도당의 건조에는 주로 분무건조 방식의 건조기(spray dryer)를 사용하며, 함수결정 포도당이나 무수결정 포도당의 경우에는 원심 탈수기를 사용하여 결정, 석출된 제품만을 회수한 후 회전 건조기(rotary dryer)라는 회전식 열풍건조기 또는 유동층 열풍조기를 사용하여 건조하게 된다.

정제포도당은 순수포도당의 함량이 97~98% 정도로서 제과, 제빵, 유제품 등의 범용적인 용도로 사용되나, 결정포도당인 경우에는 순도가 거의 100%에 이르는 고순도의 제품까지 제조할 수 있어 포도당주사제 등 의약용으로도 사용된다. 함수결정포도당($C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$)은 결정구조 격자 내에 물 1분자를 갖고 있는 반면, 무수결정포도당($C_6H_{12}O_6$)은 물 분자가 없는 무수상태의 순수한 포도당이다.

7-2 액상과당(이성화당, HFCS, High Fructose Corn Syrup)의 제조

여기서 흔히 말하는 액상과당은 엄밀히 말하면 포도당과 과당이 혼합된 당으로서 순수한 과당만을 말하는 것은 아니며 “포도당, 과당 혼합당”으로 불려야 맞으나 통상 과당으로 통용되고 있다. 분자식은 같으나 결합구조가 다른 것을 이성질체(isomer)라고 하는데 포도당과 과당의 경우도 이성질체 관계이므로 이를 이성화당으로 부르기도 한다. 분자식은 모두 $C_6H_{12}O_6$ 로 같으나 특성은 달리하고 있다. 특히 감미도의 차이가 큰데 포도당은 설탕의 70% 수준이나 순수과당은 설탕의 150% 수준이므로 두 가지 당의 배합비율에 따라 용도에 따른 감미도를 조정하여 제조할 수 있다.

제법을 간략히 서술하면 포도당용액을 이성질화효소(isomerase)가 충전된 탑에 통과 시키면 포도당의 일

부(약 42%)가 과당으로 전환(이성화)되는데 이 혼합당은 감미가 설탕보다는 다소 떨어지는 것으로 나타나 설탕에 가까운 감미를 갖게 하기 위해서는 과당의 함량을 상대적으로 높여야 할 필요가 있다. 이성질화 효소에 의한 이성질화 전환율은 한계가 있으므로 과당의 함량을 높이기 위해서는 특수한 이온교환수지가 충전된 장치(F/G분리탑)에 42% 과당 액을 순환, 통과시켜 혼합액중의 과당 함량을 85~90% 수준까지 끌어 올려야 하는데 크로마토그래피(chromatography) 방식의 흡착, 분리 능력을 이용한 원리라고 볼 수 있다. 여기에서 F는 fructose(과당)와 G는 glucose(포도당)을 의미한다.

따라서 42%HFCS와 85%HFCS의 혼합비율을 조정함으로써 과당함량을 원하는 비율까지 맞출 수 있게 되었는데 설탕과 가장 유사한 감미를 갖도록 맞춘 제품이 55%HFCS (통칭 55% 과당)이다. 이 제품이 설탕에 비해 값이 저렴하고 액상수송이 가능하여 설탕의 대체감미료로서 크게 각광을 받아 콜라, 사이다, 주스, 드링크제 등 각종 음료제품에 널리 사용되고 있다. 42%HFCS (통칭 42% 과당) 제품도 용도에 따른 별도의 수요가 있다.

7-3 소비톨 등 당알코올류의 제조

소비톨(Sorbitol) : 포도당을 환원시켜 제조되는 소비톨은 고온, 고압상태의 반응기(reactor)에서 니켈과 같은 촉매를 이용, 수소를 첨가 반응시켜(환원반응) 제조하게 되는데 상쾌한 청량감과 자연의 감미를 가진 식품첨가물로서 습윤조정효과, 단백질 변성방지, 저칼로리, 저감미, 난충치성, 인슐린 비의존성 등의 다양한 특성을 가지고 있어 제과, 식품산업, 수산물가공업, 치약과 화장품공업, 의약품제조 등에 광범위하게 사용되고 있다.

말티톨(Maltitol) : 엿당 시럽(맥아물엿)을 소비톨과 같은 방식인 수소환원 반응을 거쳐 제조하는데 환원 맥아물엿이라고도 부르며 보습성이 좋고, 저칼로리, 저감미 등 당알코올류의 특징을 가지고 있어 다이어트 식품, 제과, 캔디 등의 제조에 사용된다.

에리트ρί톨(Erythritol) : 포도당을 발효시켜 제조하는데 감미는 설탕의 약 80%정도, 저칼로리(0.2 Kcal/g)

표 6. 당알코올류의 열량 비교표

당알코올	열량(Kal/g)	당알코올	열량(Kal/g)
설탕	4.0	소비톨	2.6
말티톨	3.0	아이소말트	2.0
자일리톨	2.4	마니톨	1.6
락티톨	2.0		
에리트리톨	0.2		

(출처 : 한국 미생물. 생물 공학회 소식지 (1998.11))

이며, 상쾌한 뒷맛이 특징으로 청량음료, 과자, 탁상 감미료 등에 사용된다. 또한 충치의 원인이 되는 뮤탄스균의 증식을 억제하며, 당지수(GI, Glycemic Index)는 2로 매우 낮아 혈당치와 인슐린분비에 영향을 주지 않으므로 당뇨병자에 유효한 설탕대체 감미제이다.

마니톨(Mannitol) : 꾀감, 말린 다시마, 버섯, 포도표피의 하얀 가루 성분인데 녹말이나 설탕의 분해물로 얻어진 과당(fructose)을 수소첨가 반응시켜 제조하거나 미생물로 발효시켜 제조한다. 혈당을 급격히 높이지 않기 때문에 당뇨병자의 감미제로도 쓰이며 수분흡수가 낮아 사탕의 표면코팅용으로도 사용된다. 삼투압과 이뇨작용을 통해 혈압과 뇌압을 강화시키는 역할을 하여 급성신부전증, 뇌부종, 고혈압 치료제로도 사용된다.

그 밖에 젓당(lactose)을 환원시킨 락티톨(lactitol), 5탄당인 자일로스(xylose)를 환원시켜 만든 자일리톨(xylitol) 등도 있다. 여러 당 알코올의 열량을 보면 표 6과 같다.

7-4 올리고당류(Oligosaccharide)

포도당(glucose), 과당(fructose), 갈락토스(galactose)와 같은 단당류(mono saccharide)가 2~8개 정도 결합한 당으로 감미를 가진 수용성의 결정성 물질이다. 기존의 감미제인 설탕, 포도당, 젓당 등이 가진 건강상, 물성상의 결점을 개선할 목적으로 효소 합성에 의해 만들어진 당으로 구성되어 있다.

당에는 분자구조에 따라 단당류, 이당류, 다당류로 구분되는데 포도당과 과당은 분자가 하나로 이루어진 단당류이고, 설탕(포도당+과당)은 분자가 2개인 이당류이고, 올리고당은 3~7개 분자가 뭉쳐진 다당류이다.

다당류인 올리고당은 소화가 빨리 진행되는 단당류나 이당류인 설탕과 달리 소화·흡수 되지 않고 대장까지 내려가 비피두스 세균이나 젓산세균 등 유익한 세균의 증식을 촉진시켜 장의 환경을 개선하고(변비해소 등) 소화를 촉진시켜주는 수용성 식품섬유와 같은 역할을 한다. 올리고당은 설탕의 75% 밖에 안 되는 낮은 칼로리이고, 설탕의 당도와 비교하면 약 20~40%의 당도를 지니고 있다. 올리고당은 원료에 따라 다양한 종류가 있는데 설탕이 원료인 프럭토올리고당, 녹말이 원료인 아이소말토올리고당, 식물에서 추출한 자일로올리고당 등이 있다.

프럭토올리고당(Fructo-Oligosaccharide) : 설탕을 원료로 과당전달효소로 처리하여 제조하는 대표적인 올리고당이다. 소화·흡수가 어려우나 장내의 비피두스 세균 증식, 변비해소, 충치 방지 등의 효과가 있다. 당도는 설탕의 60% 정도이다. 식품 섬유가 33% 함유되어 있으며 열량은 2 kcal/g의 저칼로리로 다이어트 식품에 많이 사용되고 있다. 부드러운 단맛과 저칼로리로 음료, 건강보조식품, 과자류, 제빵 등에 사용되고 있으며 각종 요리에도 물엿처럼 사용할 수 있다.

아이소말토올리고당(Isomalto-oligosaccharide) : 주로 옥수수녹말을 효소로 분해하여 얻는데 당도는 설탕의 50%, 열량은 4 kcal/g로 설탕과 비슷하다. 낮은 온도에서 잘 얼고, 점성이 높아 음료, 아이스크림, 빙과류, 캐러멜, 분말음료, 분말수프 등의 제조에 많이 사용되고 있다.

갈락토올리고당(Galacto-Oligosaccharide) : 젓당(lactose)과 갈락토스가 결합된 형태로 2~6개 정도의 당이 결합된 것으로 설탕의 40% 당도를 가지고 있으며 낮은 칼로리로 다이어트 목적으로 하는 식품에 많이 사용되고 있다. 모유나 초유에도 포함되어 있는데 열과 산에 강하다. 올리고당 중 유일하게 동물성 젓당을 사용하여 제조한다. 갈락토올리고당 역시 장내에서 서식하고 있는 유용균인 비피두스 세균이나 젓산 세균을 증식시키고 유해세균을 억제하는 기능을 갖고 있으며 인체 내에서는 거의 분해·흡수되지 않는다.

자일로올리고당(Xylo-Oligosaccharide) : 자일로올리고당은 식물섬유인 옥수수심(芯)과 나무섬유(hemicel-

lulose)를 효소 분해하여 제조된 것으로 내산성과 내열에 대한 안정성이 매우 높은 올리고당이다. 다른 올리고당과 같이 인체에서 소화 또는 흡수되지 않고 대장으로 전달되어 비피두스세균과 그 밖의 유익한 세균의 증식을 활성 시킨다. 내산성과 내열성이 높기 때문에 초(醋)음료에도 사용되며, 위산에도 견디어 대장까지 도달한다고 한다. 또한, 소량의 섭취만으로도 무기질 흡수를 도와주고 혈중 암모니아 농도를 저하시키며 임신부의 경우 변비 개선에 도움을 줄 수 있다고 한다.

감미도는 설탕의 25~45%의 당도를 지니고 있으며 식품의약품안전처에서 규정한 일일 섭취 권장량은 0.7~7.5 g/day이다.

8. 국내가공기술(녹말과 녹말당)의 시대적 변천사

한국 최초의 옥수수 녹말당 회사는 1931년 CPC(미국)가 북한에 설립한 평양곡산이었다고 하나 그 이후의 상황은 알려져 있지 않다. 남한에서의 시대적 변화는 대략 다음과 같다.

1960년대 말 : 고구마 녹말 (제주도)과 감자 녹말(강원도)의 소규모적 생산

1970년대 전반 :

- 1) 선일포도당의 제주도 고구마 가공 설비로 녹말과 포도당의 상업적 규모 생산
- 2) 한국옥수수가공협회 설립(1973년)
- 3) 미원, 선일포도당, 풍진화학, 두산곡산 등 대기업에서 현대적 옥수수 가공설비에 의한 포도당, 물엿의 대량생산 시작
- 4) LG화학의 액상 소비톨 생산 시작(울산공장)

1970년대 후반 :

- 1) 두산그룹에서 천일곡산 인수(1978년)
- 2) 고정화된 이성질화효소에 의해 설탕대체 감미료인 1세대 액상과당(42% HFCS)의 연속적 생산 개시
- 3) 옥분(옥수수 가루)을 막걸리제조용으로 사용하라는 정부지시(1973)로 옥분 제조설

비 증가. (4년만에 사용금지로 산업위축)

1980년대 전반 :

- 1) 선일포도당 기술연구소 설립.(1982년)
- 2) 제2세대 액상과당(55%HFCS)의 대량생산(풍진, 미원 중심)으로 설탕시장의 잠식(코카콜라 등 음료업계에서 설탕대신 55%HFCS 사용시작으로 수요폭발)
- 3) 선일포도당(삼양제넥스)의 55%HFCS 제조기술 해외수출 (1982년, 인도네시아)
- 4) 산화녹말, 산처리녹말 등 변성녹말의 국내개발로 수입품 대체. (제지업계의 사이징제, 섬유업계의 경사호부제 등)
- 5) 저당도물엿(LowDE물엿)의 분말화로 가루엿 대량생산 개시 (커피프리마의 제조와 식품소재로 사용)

1980년대 후반 : LG화학에 이어 삼양제넥스의 액상 소비톨 생산시작(1989년)

1990년대 :

- 1) 기능성 당류인 올리고당의 개발 (선일포도당의 FOS, 미원의 아이소말토올리고당)등 개발로 새로운 기능성 식품의 시장 개척
- 2) 대상그룹의 Family Company인 백광산업에서 1996년부터 액상소비톨 생산시작
- 3) LG화학에 이어 삼양제넥스에서도 분말 소비톨 생산 시작
- 4) 신동방의 폴리덱스트로스(polydextrose) 개발생산

2000년대 :

- 1) 로케트코리아가 LG화학의 소비톨사업 인수(2001년)
- 2) 삼양제넥스에서 제지용 양성전분 국내개발로 수입대체
- 3) 신동방, 대상에서 분말 엿당 생산
- 4) 미원그룹과 세원그룹을 군장산업단지로 확장 이전하고 대상그룹으로 사명 변경 (2004년)

- 5) 콘프로덕츠코리아(구 방일산업)와 두산 녹말당 사업부를 흡수 합병한 두산콘프로덕츠코리아를 Ingredion Korea로 사명 변경(2012년)

9. GMO Issue에 대하여

9-1 GMO Issue 발단

GMO(Genetically Modified Organism)란 유전자변형 생물체를 말하며 1900년대부터 다국적 식량기업인 몬산토사(Monsanto)가 병충해에 강하고 생산성이 높은 작물개발을 위해 식물세포의 유전자변형 종자를 팔기 시작하면서 비교적 GMO에 관대한 미국과 브라질을 중심으로 퍼지게 되었다. 이후 농업, 생명공학 회사로 전환한 몬산토는 종자와 제초제를 수출하여 현재에는 매출100억불(약 11조 원)이 넘는 거대한 회사가 되었다. 세계 GMO특허의 90%를 갖고 있으며 미국산 대두(콩)의 97%, 옥수수의 80% 이상이 몬산토의 종자일 정도로 시장지배력이 크다. 세계의 많은 씨앗회사를 인수/합병했으며 우리나라도 예외가 아니다. 흥농종묘, 동몽종묘, 중앙종묘 등 우리나라의 토종 종묘회사가 거의 모두 몬산토에 인수되어서 한동안 국내 종묘회사는 없는 실정이었다(흥농종묘는 동부가 2012년에 다시 인수 하였다).

GMO작물이 논란이 된 배경은 프랑스에서 발발 되었는데 2008년 1월 특정 벌레만을 죽이는 살충성분이 유전자에 들어가 있는 변형 옥수수인 몬산토의 MON810이란 종자로 실제 독성 실험을 한 결과, 당초 설계보다 더 많은 벌레들이 죽었다는 것이다. 당시 안전성 심사 위원회에 참여한 프랑스의 한 학자는 “몇 년에 걸쳐 반복적으로 먹으면 사람에도 영향을 미칠 수 있다”고 밝혔다. 그러나 이것은 개인의 의견이었고 재배가 금지된 것은 생태계에 대한 우려 때문이었다. 또 다른 GMO 옥수수 MON863에 대해서도 2007년 3월 프랑스에서 이 GMO 옥수수를 먹은 쥐의 콩팥이 손상됐고, 성별에 따라 체중과 혈당이 눈에 띄게 변했다는 연구 결과가 발표되기도 했다. 그러나 프랑스에서 재배가 금지된

(재배물의 수입은 허용) MON810은 미국, 중국 같은 농산물 대국은 물론, 환경에 까다로운 캐나다, 오스트레일리아, 스위스 등에서는 별다른 문제 없이 재배되고 있다. 프랑스 보건 안전 기구는 또 다른 GMO 옥수수인 NK603이 인체에 유해하다는 논문에 대하여 표본의 수가 적고 통계적으로 의미 있는 차이가 있지 않아 과학적으로 미흡한 논문이라 결론 내렸다. 2000년대 초반에 프랑스를 주축으로 한 유럽 연합에서 수년에 걸친 대규모 역학조사와 광범위한 실험을 통해 GMO의 유해성을 입증하려고 했지만 GMO가 유해하다는 증거를 찾지 못했던 전력이 있으므로, 사실 연구소에서 개인이 실험한 결과에 신뢰를 줄만한 상황이 아니었던 것으로 보여진다. 현재 국내에서 안전성 심사를 통과하여 수입이 허용된 유전자변형농산물과 그 가공식품은 콩, 옥수수, 면화, 카놀라, 사탕무, 알팔파 등 6종이다.

9-2 GMO 표시대상 문제

식품의약품안전처가 최근에 밝힌 새 GMO 표시제의 구체적인 내용을 정리해보면 유전자변형 DNA가 남아 있을 경우에만 GMO라고 표시하도록 하였는데 그 이유로서 식용 기름 등은 열처리, 발효, 추출, 거르기 등 고도의 정제과정으로 유전자변형 DNA 성분이 남지 않으므로 이런 제품에 GMO 표시를 하면 현재 기술로는 사실 여부를 확인할 수 없기 때문이다. 다만, GMO 표시에 대한 사회적 합의가 이루어진다면 표시를 확대하겠다는 입장이다.

또한 GMO표시가 제외되는 사례로 식용 기름, 당류(포도당, 과당, 엿류, 당시럽류, 올리고당류), 간장, 변성 녹말, 주류(맥주, 위스키, 브랜디, 리큐어, 일반증류주, 그 밖의 주류) 등이 있는데 이들 제품들도 식용 기름에서와 같이 고도의 정제과정을 거치므로 DNA검출이 불가능 하기 때문인 것으로 보인다. 가공보조제, 부형제 등도 GMO 표시대상에서 제외하고 있는데 그 이유는 식품제조 시 일시적으로 사용되거나 극미량 사용한 경우 GMO 표시가 불합리하기 때문이다.

반면에 Non-GMO 표시는 콩, 옥수수 등 유전자변형 식품 표시 대상에만 할 수 있도록 하였는데 이는 GMO

로 개발 또는 승인되지 않은 쌀, 사과, 바나나, 오렌지 등에 Non-GMO 표시를 하게 될 경우, 소비자는 Non-GMO 표시를 하지 않은 농산물 또는 그 가공식품을 GMO로 오인할 소지가 생기기 때문으로 보인다. 수입 농산물은 GMO가 들어있지 않음을 입증할 경우에만 Non-GMO 표시를 한다.

9-3 국가적 비의도적 혼입치 기준

우리나라는 수입 농산물에 대해 비의도적 혼입치를 3%까지 허용 하기로 하였는데 비의도적 혼입치는 농산물의 재배·유통과정에서 불가피하게 GMO가 혼입될 수 있는 비율을 말한다. 국내에서는 GMO를 재배하고 있지 않기 때문에 국내산 농산물에 대하여 비의도적 혼입치를 인정해줄 필요가 없다.

혼입치 인정비율은 국가별로 다르다. 유럽은 0.9%, 일본은 5%, 대만 3%, 호주·뉴질랜드 1%, 미국은 미설정 상태이다. 혼입비율을 낮추는 문제는 국내 농산물의 자급도, Non-GMO의 수입물량 확보 여부, 소비자의 편익과 경제 효과성 비교, 외국의 비의도적 혼입치 인정비율 등 면밀한 검토가 필요한 사항으로 보인다.

9-4 GMO 수입 규모

2015년 기준 우리나라에 수입된 식용 GMO농산물은 214만 톤이었다. 옥수수(111만 6천 톤)와 콩(102만 9천 톤)이 대부분으로 주로 미국과 브라질, 아르헨티나 등에서 수입됐다. 유전자변형 농산물은 식용 기름, 간장, 녹말당으로 가공되고, Non-GMO 농산물은 두부, 콩나물, 된장, 녹말, 팥콘 등에 쓰인다.

그러나 이러한 식품의약품안전처의 조치에도 불구하고 일부 환경단체, 시민단체들은 이러한 조치가 미흡하다고 여전히 논란을 삼고 있는 현실이어서 앞으로의 귀추가 주목 되고 있으나 막연한 두려움이나 추측으로 판단하기 보다는 어디까지나 과학적으로 접근한 전문가의 의견이나 다른 선진국의 사례를 보아가며 수정 보완해 나가야 할 것으로 보인다.

또한 유전자변형 농산물을 사용하지 않은 경우 'Non-GMO', '비(非) GMO', '무(無) GMO' 등의 표시

를 할 수 있도록 했으나, 한국이 수입하고 GMO 표시대상으로 지정한 콩, 옥수수, 유채(카놀라), 알팔파, 면화, 사탕무 이외의 작물은 이 표시를 사용할 수 없어 사실상 적용될 만한 제품이 없을 것이라는 지적도 나온다.

10. 녹말산업 발전을 위한 과제와 향후 전망

한국은 옥수수 가공산업은 미국, 일본에 이어 세계 3대 가공능력을 가지고 있으며 기술력 또한 어깨를 나란히 하고 있다. 가공기술에 있어 각 사는 1980년대부터 외국과의 기술교류나 제휴를 통하여 함께 발전하여 왔으며 더구나 현재에는 외국 거대기업까지 한국에 진출해 있는 상황이다.

일찍이 삼양제넥스(현재 삼양사)는 미국의 옥수수가공 기업인 A.E Staley (현재는Tate & Lyle사)와 녹말관련 기술제휴를 10여년 이상 해왔었으며, 미원(현재 대상)도 일본의 일본식품화공 회사와 기술교류를, 풍진화학(현재 신동방CP)은 일본의 가토화학(加藤化學)과 기술교류를 해왔었다. 방일산업과 두산곡산도 현재 미국회사인 Ingredion Korea에 인수됨에 따라 국내 녹말 가공업계 전반적으로 보면 선진기술의 도입이나 신제품 개발이 활발히 전개되어 나날이 기술이 발전되어가고 있다. 특히 최근에는 국민의 건강관련 관심이 고조됨에 따라 여러 가지 종류의 올리고당이나 기능성 대체감미료 소재 등의 개발도 활발한 편이다. 또한 녹말로부터도 용도에 맞춘 각종 변성 녹말의 신제품이 개발되고 있어 앞으로도 끊임없이 이러한 추세가 이어질 것으로 보인다. 또한 대상, CJ 등은 인도네시아나 필리핀 등 녹말자원이 풍부한 동남아 국가에도 진출해서 관련제품을 생산, 국내에 조달하는 등 해외시장 개척에도 활발한 움직임을 보이고 있다.

다만 국내 녹말 가공산업이 더욱 발전하기 위해서 풀어나가야 할 숙제는 여러 가지가 있겠으나 무엇보다 한국은 기술자간의 교류기회도 적고 만남의 장이 많지 않은 것은 앞으로 개선해 나가야 할 과제로 필자는 제안하고 싶다. 한국에도 한국전분당 협회가 1973년 설립되어 현재에 이르고 있으나 주로 업계상호간의 친목도모



나 대정부 관련 정책적 업무, 원료의 수입량 쿼터 배정 등의 업무가 주이며 학회나 기술 세미나 개최 활동 등은 많이 미흡한 실정이다. 일본의 예에서 보면 동종업계의 공동관심사에 대한 의견교환이나 기술의 상호교류를 하기 위한 학회의 결성, 학회지의 발간 등을 통해 기술자간의 교류가 활발한 실정으로 우리가 본받아야 할 것이다.

일찍이 녹말이나 발효관련 기술이 발달한 일본은 1952년 전분공업학회를 창립하였으며 1972년에는 일본전분학회로 개칭하였다가 1993년부터 일본응용당질과학회로 다시 개칭하여 창립65주년을 맞이할 정도로 역사가 깊으며 매년 학술대회를 개최하며 학회지도 발간하고 있다(일본에서는 전분이란 용어는 더 이상 사용하지 않으며 영어 발음대로 스타치로 하고 있다). 이 학회는 산업계, 대학 그리고 여러 연구 기관과의 밀접한 협력 하에 녹말을 중심으로한 탄수화물 산업과 관련 연구분야에서 크게 발전하여 왔다. 또한 스타치연구간담회(Japan Starch Round Table)나 당질과학간담회와도 긴밀한 관계를 연대하여 1997년에는 아미레이스연구회와의 통합도 이끌어낸바 있다. 미국은 말할 것도 없이 CRA(Corn Refiner's Association)나 National Corn Growers Association, 미 농무성(United States Department of Agriculture, USDA)과 같은 협회나 당국에서 많은 모임과 학술지, 소책자 등을 발간하고 있다. 유럽에서도 Starch Europe, International Starch Institute(Danish Starch Industry) 등을 통하여 많은 녹말 관련 기술자료와 함께 유용한 통계자료도 공개하고 있다. 한국에서는 이 같은 사례를 찾아보기 힘들고 업계간의 다소 폐쇄적(?)인 경쟁 속에 머물러 있는 것은 아닌지 한번쯤 반성해보고 점차 개방적이고, 좀더 과학적인 기술토대 위에서 상생발전 하는 협력적인 분위기로 바뀌어 나가기를 기대해본다.

결론

이상과 같이 국내 녹말산업의 발자취와 함께, 녹말을 이용한 여러 종류의 제품에 대하여도 그 제조공정과 각 제품의 특성이나 용도와 함께 최근 유전자 기술의 발전과 함께 사회적 문제로 떠오른 유전자변형 생물체(GMO)에 대해서도 살펴보았다. 또한 인간의 수명 연장에 대한 관심증대와 함께, 인체의 건강이나 실생활에 도움이 되는 갖가지 신제품의 연구개발이 발 빠른 생명공학 기술의 발전과 함께 지속적으로 전개되어 이의 결과물이 끊임없이 시장의 문을 두드릴 것으로 보인다. 앞으로도 이 분야에 대한 과학자들의 관심이 더욱 증대 되고 많은 성과가 기대되므로 적극적인 참여가 바람직할 것으로 보이며 관련기관과 당국의 협력이 더욱 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- International Starch Institute- Danish Starch Industry (www.starch.dk)
- Starch Europe (www.starch.eu)
- World of Corn (www.worldofcorn.com)
- 경향비즈 (http://biz.khan.co.kr/) (2012.8)
- 농촌경제연구원 발행- 해외곡물시장정보 (http://grains.krei.re.kr)
- 몬산토 - 나무위키 (2017.9) (http://namu.wiki)
- 미국 CRA(Corn Refiner's Association) 자료 (http://corn.org)
- 미국 National Corn Growers Association (www.ncga.com)
- 미 농무성 (USDA-United States Department of Agriculture)(www.usda.gov) & (https://data.ers.usda.gov/FEED-GRAINS)
- 보건복지포럼 - 유전자 식품 논란 및 정책제언(2008.9)
- 식품기술과학 대사전 - 지식인백과
- 식품음료신문 - 한국소비자운동의 허와 실 (2009. 7)
- 일본 응용당질과학회 (http://jsag.jp)
- 일본 전분연구간담회(Japan Starch Round Table)자료
- 한국 미생물. 생물공학회 소식지(1998.11)
- 화학과학물 VOL.50 - 日本の澱粉科学と産業の発達史を辿って(2012)