

www.foodsecurity.or.kr

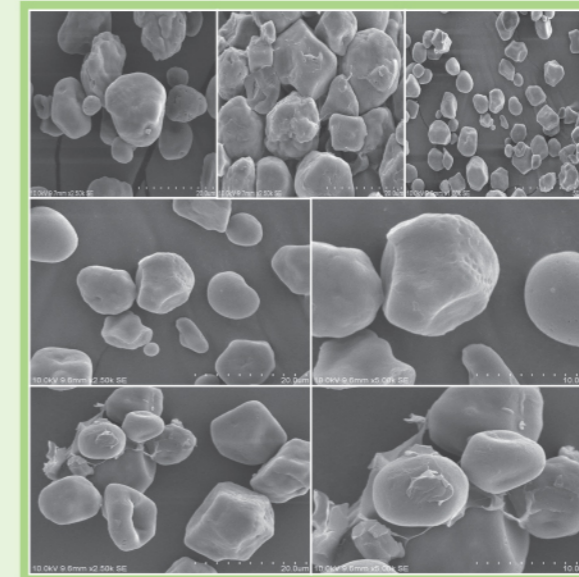


### 한국식량안보연구재단

- 주소 : 서울시 성북구 안암로145 고려대학교 생명과학관(동관) 109A호
- TEL : 02-929-2751 • FAX : 02-927-5201
- E-mail : foodsecurity@foodsecurity.or.kr
- Homepage : www.foodsecurity.or.kr

# 전분산업의 현황과 지원육성 방안

(재)한국식량안보연구재단



2024년 9월



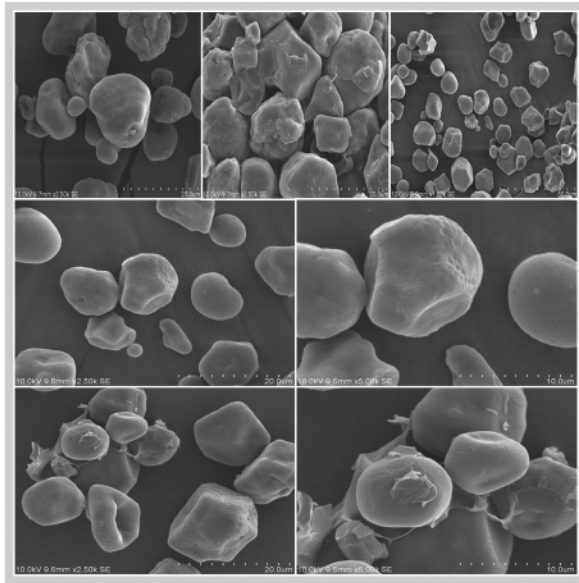


---

# 전분산업의 현황과 지원육성 방안

---

(재)한국식량안보연구재단



2024년 9월



이 보고서를 한국식량안보연구재단

2024년도 지정연구과제의 결과보고서로 제출합니다.

총괄 연구책임자 : 이철호 명예이사장

세부과제 책임자 : 박현진 이사장

박은영 교수

안병일 교수

이광호 감사

2024년 9월

(재)한국식량안보연구재단



## 머 리 말

전분(starch)은 곡류(쌀, 옥수수, 밀 등)와 구근류(감자, 고구마, 카사바 등)의 주성분으로, 인간의 식량 에너지원으로 가장 중요한 성분이다. 전분을 다량 함유하고 있는 이들 원료로부터 전분을 분리하여 식품뿐만 아니라 포장재, 건축재료 등 산업용으로 널리 사용되고 있다. 식품 산업에서는 전분당을 비롯하여 라면, 과자 등 다양한 제품의 원료로 사용되며, 그 사용량이 크다. 전분은 포도당의 중합체이므로 중요한 에너지원인 동시에 팽윤, 호화, 젤(gel)화, 팽화, 노화 등의 기능성으로 식품가공 원료 중에서 양적으로 가장 많이 사용되는 소재이다.

세계적으로 볼 때 전분 생산량은 옥수수전분이 전체의 절반을 차지하며, 카사바전분이 약 1/3, 그리고 나머지 감자전분, 밀전분, 고구마전분 등이 생산된다. 세계 시장에서 거래되는 전분의 판매량은 카사바전분이 전체의 절반 이상(55%)을 차지하며 옥수수 전분(21%), 감자전분(11.6%), 밀전분(8.7%) 순으로 거래되고 있다. 국가별 전분시장 규모는 중국이 68만 톤, 미국이 36만 톤, 인도 31만 톤, 일본이 25만 톤 수준이며 한국은 7만 3천 톤으로 세계 7위를 기록하고 있다. 천연전분에 화학적, 물리적 및 효소적 처리를 가한 변성전분은 전분의 물성을 다양하게 조절하여 라면을 포함한 면류, 과자류, 냉동식품 등에 널리 사용되고 있으며, 시장 규모는 미국이 28만 톤으로 2위인 중국의 11만 톤보다 2.5배의 시장규모를 가지고 있다.

한국은 세계 10위 전분 생산국이며, 현재 국내에서 생산되는 전분은 대부분 수입 옥수수를 원료로 하여 대기업에서 생산하고 있으며, 고구마와 감자 전분이 중소기업에서 소량 생산되고 있다. 옥수수 전분 제조사들은 전분당을 동시에 생산하고 있으며 삼양사, 대상, CJ제일제당 3사가 주를 이루고 있다. 80년대 백여 곳을 넘던 고구마 전분 공장은 중국의 저가 공세에 밀려 대부분 폐쇄되었다. 국내 고구마 전분산업은 가격 경쟁력뿐만 아니라 전분 생산 공정에서 나오는 폐수에 대한 엄격한 환경규제와 전분박 폐기물의 높은 처리비용 등으로 국내 생산이 어려운 여건에 몰리고 있다. 그러나 식량안보 차원에서 볼 때 국내 전분산업의 지원 육성은 절실히 보인다.

필자는 1980년대 초에 (주)조흥화학 연구팀과 공동으로 효모엑기스(yeast extract) 국산화 연구를 수행하여 고효율의 생산 공정을 수립하여 특허를 받았다. 국내 생산이 시작되자 전적으로 수입에 의존하던 효모엑기스의 수입가격이 절반으로 떨어지는 것을 경험했다. 식품소재는 국내 생산 여부에 따라 수입가격이 크게 달라지는 것이다. 식품산업의 중요한 소재인 전분의 국내 생산을 포기할 수 없는 이유이다.

한국식량안보연구재단은 2024년도 재단 연구과제로 ‘전분산업의 현황과 지원육성 방안’을 수행하였다. 재단은 네 분의 전문가에게 아래와 같이 연구용역을 의뢰했다.

제1 세부과제- 전분의 용도와 국내외 생산 이용 현황 (고려대학교 식품공학과 박은영 교수)

제2 세부과제- 전분의 생산 가공과 신기술 개발 (고려대학교 식품공학과 박현진 교수)

제3 세부과제- 전분의 국산화와 용도개발에 대한 경제성 분석 (고려대학교 식품자원경제학과 안병일 교수)

제4 세부과제- 우리나라 고구마 전분산업의 현황과 지원 육성방안 (재단 감사 이광호 박사)

상기 연구과제에 대한 연구 중간발표회 (제26차 식량안보간담회)를 재단 이사 및 자문위원을 모시고 2024년 3월 15일 고려대학교 생명과학대학에서 개최하였다. 연구 최종 결과 발표회는 2024년 6월 25일 고려대학교 생명과학대학에서 제30회 식량안보세미나로 개최되었다. 네 분의 주제발표 이후 서동희 교수(고려대 식품자원경제학과), 서형수 회장(영흥식품(주)), 이군호 사장(식품음료신문), 한정숙 팀장(삼양사 식품연구소)이 지정 토론자로 참석했다.

본 보고서는 재단의 연구과제 최종 결과보고서를 편집하여 제작되었다. 제1 세부과제에서 고려대 박은영 교수는 전분의 원료와 구조적 특성, 용도 등을 소개하고, 옥수수, 카사바, 감자, 밀, 고구마 전분별 특성과 변성전분에 대해 자세히 설명하였다. 또한 국내외 주요 전분생산 기업을 소개하고 개발 전망을 논하였다.

제2 세부과제는 고려대 박현진 교수가 국내외 전분 제조 시장에 대해 소개하고 전분 제조 공정과 새로운 생산기술 현황을 소개하였다. 특히 전분 생산의 신기술로 관심을 모으는 공기 분류 방법(Air classification), 정전기적 분리 방법(Electrostatic separation)과 여러 가지 기술의 병용 조합에 대해 설명하였다.

제3 세부과제는 식품자원경제학과 안병일 교수가 국내 전분산업의 특징을 생산량, 사업체수, 수출입 동향, 다른 산업과의 연관관계 등 다양한 측면으로 살펴보고, 국내 전분산업 활성화를 위해 수요 진작 정책이 실시될 경우 이것이 미치는 효과를 전분의 원료가 되는 농산물 시장과의 상호 작용이라는 틀 속에서 파악하였다. 시나리오 분석결과, 고구마전분 생산이 각각 5%, 10%, 15%, 20% 증가하게 되면, 고구마 생산농가의 소득은 61.8억 원, 123.6억 원, 185.4억 원, 247.2억 원 증가할 것으로 예상되었다.

제4 세부과제는 본 재단의 이광호 박사가 우리나라 고구마 전분산업의 역사와 1992년에 수행된 한국농촌경제연구원의 고구마전분 관련 산업 발전방향 연구 내용을 검토하고, 일본의 고구마 전분산업 지원 육성 정책을 소개하였으며 우리나라 고구마 전분산업 활성화 방안을 제안하였다. 저자는 국내 고구마 전분산업 활성화 방안으로 1) 국내산 고구마전분 구입량에 따른 실적배분 제도 유지, 2) 전분용 고구마의 종자개발, 3) 전분용 고구마 대규모 재배단지 육성, 4) 전분용 고구마 계약재배 제도시행, 5) 고구마 전분산업 시설 현대화 자금지원, 6) 공공기관 구매용의 국내산 우선구매, 7) 한국전분공업협동조합 위상 재확립 등을 제시하고 있다.

이어서 제30회 식량안보세미나에 지정토론자로 참석하여 발표한 토론문을 실었다.

식량안보는 건강보험이나 재해보험과 같은 것이다. 평상시에 식량을 충분히 비축하고 국내 생산 능력을 제고하는 법과 제도를 확립하고 일관성 있게 시행함으로써 위기상황에서 국민의 생명을 보존하고 보호하는 것이다. 세계화 시대에 국산 식량자원에만 의존할 수는 없겠으나 최소한의 마지노선을 정하고 위기에 대비하는 능력을 키워야 한다. 농지를 투기의 대상으로 방치하거나 조장하는 토지정책, 물가를 잡는다고 수입식량의 저율관세할당(TRQ)을 남발하는 경제정책, 수입곡물에 전적으로 의존하면서도 사료곡물을 제외하고 식량자급률을 공표하는 안이한 식량정책 등이 국민을 불안하게 하고 있다. 급변하는 신냉전 세계정세 속에서 일본이나 중국 등 주변 국가들은 식량안보정책을 서둘러 강화하고 있는데 아무런 대책을 내지 못하고 있는 우리 사회를 걱정하지 않을 수 없다. 전분산업에 관심을 두는 이유는 국내에서 생산 조달할 수 있는 최소한의 전분 생산 능력을 식량안보 차원에서 확보해야 하기 때문이다.

한국식량안보연구재단은 지난 15년간 우리나라의 식량안보 상황을 조사 분석하고 식량위기에 대처하기 위한 국민적 관심과 정책 개발에 일조하기 위해 노력해 왔다. 돌이켜 보면 많은 노력에도 불구하고 가시적인 성과가 별로 보이지 않는다. 다만 '식량안보'라는 용어가 생소한 시기에 연구재단을 설립하여 식량위기의 위험을 우리 사회에 알리고 이를 대비하기 위한 국가적 노력을 촉구해 왔다. 특히 이 일의 중요성을 인식하고 적극적으로 동참해온 식품산업계의 노력이 돋보인다. 우리나라 식품산업은 국내 생산이 턱없이 부족한 열악한 상황에서 필요한 식품을 국내에 원활히 공급할 뿐만 아니라 세계시장에서 식품 한류를 이끌고 있는 첨병의 역할을 하고 있다. 본 재단의 이사로 참여한 우리나라 식품 대기업 최고경영자들과 자문위원을 맡아온 식품 학계와 언론계 지도자 분들의 식량안보에 대한 관심과 노력에 감사드린다. 또한 농림축산식품부, 한국과학기술한림원, 한국농촌경제연구원, 농업협동조합 등 많은 기관에서 재단의 연구사업에 참여하고 귀중한 자료들을 도서출판 식안연을 통해 출판하였다. 재단은 그 동안 수집한 자료를 새로이 신설되는 고려대학교 식량안보연구소에 이관하여 고려대학교가 이 분야의 연구사업을 연속적으로 수행하도록 도움을 주고자 한다.

2024년 9월  
한국식량안보연구재단  
명예이사장 이철호



## 목 차

- 전분의 용도와 국내외 생산 이용 현황 ..... 1  
박은영 교수(고려대학교 식품공학과)
- 전분의 생산 가공과 신기술 개발 ..... 21  
박현진 교수(고려대학교 식품공학과)
- 전분시장의 특징과 수요 증대의 효과 ..... 53  
안병일 교수(고려대학교 식품자원경제학과)
- 우리나라 고구마 전분산업의 현황과 지원육성 방안 ..... 79  
이광호 박사(한국식량안보연구재단)

### 토론자 발표내용:

- ▶ 서동희 교수(고려대학교 식품자원경제학과) ..... 113
- ▶ 서형수 회장(영흥식품(주)) ..... 114
- ▶ 이군호 사장(식품음료신문) ..... 115
- ▶ 한정숙 팀장(삼양사 식품연구소 소재개발팀) ..... 116



## 전분의 용도와 국내외 생산 이용 현황

연구책임자 : 박은영 교수 (고려대학교 식품공학과)

### 약 력

- 고려대학교 생명과학대학, 생명과학 학사
- 고려대학교 생명과학대학, 식품공학 석사
- Washington State University, Food Science 박사
- 前) 고려대학교 생명과학대학 BK21 Plus BT사업단 연구교수
- 前) 중앙대학교 생명공학대학 식품공학부 조교수
- 現) 고려대학교 생명과학대학 식품공학과 부교수



## 목 차

I. 서론 .....	3
1. 전분의 원료 .....	3
2. 전분의 구조 .....	4
3. 전분의 특성 .....	6
4. 전분의 활용 .....	8
II. 전분별 특성 .....	9
1. 옥수수전분 .....	9
2. 카사바전분 .....	11
3. 감자전분 .....	11
4. 밀전분 .....	12
5. 고구마전분 .....	12
6. 변성전분 .....	13
III. 국내외 전분 생산 .....	16
1. 국외 전분 생산기업 .....	16
2. 국내 전분 생산 기업 .....	18
IV. 국내 전분의 개발 전망 .....	19
V. 결론 .....	20

## I. 서론

### 1. 전분의 원료

전분은 식물의 곡립, 괴경, 뿌리 및 구근의 구성성분으로 저장되어 있으며, 글루코스가 중합된 천연 고분자 물질로서 탄수화물의 주된 형태이다. 전분은 옥수수, 밀, 감자, 카사바, 쌀, 보리, 고구마 등에서 추출되며, 곡류의 경우 무게의 60-75%가 전분에 해당된다. 또한 전분은 인간과 동물의 에너지원으로 사용되는 소재이므로 전세계적으로 인간이 소모하는 칼로리의 70-80% 정도가 전분으로부터 부여된다. 전분은 여러 가지 식품 분야에서 활용되고 있으며, 전분의 팽윤, 호화, 겔화, 노화, 평화 등의 성질을 바탕으로 식품의 식미나 기호성을 높이고 점도나 조직감을 향상하는 역할을 한다. 전분은 적은 사용량에도 식품의 품질에 큰 영향을 미치게 되므로 중요한 식품 소재로서 역할을 가지고 있다. 하지만, 천연 전분은 활용에 있어서 여러 한계를 가지고

있으므로 전분을 변성하여 사용되기도 한다. 변성전분은 화학적, 물리적, 효소적, 유전적 방법으로 전분의 구조를 변형하여 제조되는 전분이다. 법 제도 안에서 화학적 변성에 대한 내용을 규정하고 있으며, 국내법에서는 여러 가지 곡물이나 근경에서 유래한 전분을 소량의 화학물질로 처리하여 전분의 히드록시기와 반응물질 사이의 반응에 의해 화학적으로 변형시킨 것 또는 이를 호화한 것으로 전분 본래의 물리적 특성을 변형시킨 것을 변성전분이라 한다(식품의약품안전처 식품첨가물공전). 전분의 원료, 변성의 종류, 변성의 정도, 병행되는 물리적 처리 등에 따라서 변성 전분의 물리적 특성이 영향을 받게 된다.

세계 전분 시장은 2022년 기준으로 2% 이하의 수준으로 약한 성장률을 보이며 안정적인 수준으로 유지되고 있다(GlobalData, 2023). 전분 생산의 원료로 사용되는 옥수수, 타피오카, 밀, 감자 중에서 옥수수가 전체 생산량의 75.5%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 뒤로 카사바, 밀, 감자의 순서로 많이 생산되고 있다. 전분의 세계적인 생산분포를 살펴보았을 때, 미국, 중국 등지에서는 옥수수전분과 밀전분의 생산이 많고, 한국과 일본은 대부분 옥수수전분 위주로 생산이 일어나고 있다. 유럽에서는 옥수수전분, 밀전분, 감자전분의 순으로 생산이 많이 되고 있으며, 동남아시아는 카사바전분과 쌀전분이 주로 생산된다. 전분 소비량을 기준으로 옥수수전분, 카사바전분, 변성전분, 밀전분, 감자전분의 순으로 전 세계적으로 소비되고 있다(GlobalData, 2023). 각 원료별 전분의 가격은 원료에 따라서 가격변동이 크게 나타나고 있으며, 2023년 10월을 기준으로 유럽 감자전분, 태국 카사바전분, 유럽 밀전분, 미국 옥수수 전분 순으로 가격이 형성되어 있다. 특히, 카사바전분은 여러 원료별 전분 중에서 가장 큰 성장률을 보이고 있으며, 이는 동아시아 지역과 중국에서의 큰 수요가 원인이 된다.

## 2. 전분의 구조

전분은 전분의 원료에 상관없이 기본적으로 여섯 개의 탄소로 이루어진 당인 D-글루코스의 중합체로 이루어져 있다. 전분이  $\alpha$ -1,4 및  $\alpha$ -1,6 글리코시드 결합으로 연결된 D-글루코스 중합체로 만들어 질 때 D-글루코스의 첫 번째 탄소는 인접한 D-글루코스의 네 번째 탄소 또는 여섯 번째 탄소와 반응을 한다. 이러한 글리코시드 결합은  $\alpha$ 형태로 전분 중합체가 나선형 구조를 형성할 수 있게 한다. 전분 중합체의 나선형 기하학적 구조는 전분의 독특한 특성과 효소에 의한 소화 정도에 영향을 주게 된다. 전분이 셀룰로스라 비교되었을 때, 전분이  $\alpha$ 결합을 가진 반면, 셀룰로스는  $\beta$ -1,4 결합을 가진 글루코스 중합체이다.  $\alpha$ 결합과  $\beta$ 결합이라는 차이는 전분과 셀룰로스 중합체 사이의 구조적 특성, 물리화학적 특성, 특정 효소에 대한 민감성에서 큰 차이를 유발한다. 예를 들어 아밀레이즈 효소는 전분의  $\alpha$ 결합을 분해할 수 있지만, 셀룰로스의  $\beta$ 결합은 아밀레이즈 효소에 의해 분해되지 않아 대부분의 동물이 셀룰로스를 소화할 수 없게 된다.

전분의 글루코스 중합체는 아밀로스와 아밀로펙틴의 두 가지 형태로 구분될 수 있다. 아밀로스는 글루코스가  $\alpha$ -1,4 결합으로 연결된 직쇄상의 구조를 보이는 반면, 아밀로펙틴은  $\alpha$ -1,4의 직쇄상의 구조에  $\alpha$ -1,6 결합으로 가지가 연결되는 가지형 구조이며 아밀로스에 비해 분자량이

훨씬 크다. 전분의 원료에 따라서 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율이 다르다. 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율에 따라 전분의 물리화학적 특성을 결정하게 되며, 전분 식품의 식감에 큰 영향을 주게 된다. 특히, 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율에 따라, 필름이나 젤 형성능이 다르게 나타나며, 필름과 젤에 서로 다른 물성을 부여하게 된다. 또한, 아밀로스의 경우 나선형의 구조를 가지고 있어 내부가 소수성의 특성을 가지고 있으므로, 요오드 분자가 아밀로스의 내부로 들어가 포접화합물을 형성하게 되면 푸른색을 나타내게 된다. 이에 반해 아밀로펙틴은 분지사슬의 길이가 아밀로스에 비해 짧기 때문에 요오드와 포접화합물을 형성하기가 어려우므로, 요오드와의 반응 시 적갈색을 보인다. 아밀로스와 아밀로펙틴 분자의 특성 비교는 표 1에 정리되어 있다.

표 1. 아밀로스와 아밀로펙틴 분자의 특성 비교

	아밀로스	아밀로펙틴
구조 형태	직쇄상 구조	분지형 구조
결합	$\alpha$ -1,4(일부 $\alpha$ -1,6)	$\alpha$ -1,4와 $\alpha$ -1,6
분자량	50만 이하	5천만~5억
필름	강함	약함
젤 형성	단단함	젤 형성하지 않거나 부드러움
요오드 반응의 색	푸른색	적갈색

전분의 원료에 따라서 아밀로스의 함량과 아밀로펙틴의 함량이 표 2와 같이 다르게 나타난다. 옥수수전분의 경우, 아밀로스와 아밀로펙틴의 함량에 따라서 일반옥수수전분, 찰옥수수전분, 고아밀로스옥수수전분으로 구분할 수 있으며, 젤의 식감 및 투명도, 점도 등 모든 물리화학적 특성이 다르게 나타난다. 그러므로 전분의 원료에 따라서 각 전분의 활용이 다르게 나타나며, 산업적으로 식품, 제지, 접착, 섬유 분야에서 옥수수나 밀전분보다는 감자, 타피오카, 찰옥수수 전분의 특성에 따라 활용력이 더 크다고 알려져 있다. 이는 각 전분의 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율이나 구조적 특성에 따라, 높은 팽윤력, 조리 후의 특유의 조직감이 영향을 주게 된다.

표 2. 전분 원료별 아밀로스와 아밀로펙틴의 함량

	아밀로스 함량(%)	아밀로펙틴 함량(%)
옥수수전분	25	75
찰옥수수전분	<1	>99
고아밀로스옥수수전분	55-70	45-30
타피오카전분	17	83
감자전분	20	80
밀전분	25	75
쌀전분	19	81

아밀로스와 아밀로펙틴은 천연상태로 자유롭게 존재하지 않고 전분 입자라는 반결정성 물질로 존재한다. 이 입자의 크기, 형태, 구조는 전분의 원료에 따라서 다른 특성을 보인다. 입자의 직경은 일반적으로 1  $\mu\text{m}$  미만에서 100  $\mu\text{m}$  이상까지 다양하며, 형태는 구형, 타원형, 각진 형태 등 규칙적인 형태부터 매우 불규칙한 형태까지 다양하다. 밀, 보리, 감자 등의 전분 입자는 두 가지 다른 크기 분포와 형태를 보인다. 예를 들어, 밀전분은 약 35  $\mu\text{m}$ 의 큰 타원형 입자(A-type)과 약 3  $\mu\text{m}$ 의 더 작은 구형 입자(B-type)으로 두 가지 다른 입자 특성을 가지고 있다. 이러한 전분 입자의 주요 구성 요소는 아밀로스와 아밀로펙틴 중합체이지만, 천연 전분 입자의 구조와 특성은 전분 원료에 따라서 큰 다양성을 보인다. 감자전분의 입자는 타원형의 형태를 가지며 100  $\mu\text{m}$ 이상의 아주 큰 입자 크기를 보이지만, 옥수수 전분은 직경이 약 5-30  $\mu\text{m}$  정도로 둥글거나 다각형의 입자를 가지고 있다. 이러한 입자의 특성 또한 전분의 물리화학적 특성을 결정하는 중요한 인자이다.

### 3. 전분의 특성

천연전분의 입자는 차가운 물에 불용성이며, 전분의 많은 특성은 전분이 물과 함께 가열될 때 일어나는 변화로부터 기인한다. 또한 전분 원료에 따라서 천연전분은 다른 특성을 가지게 된다.

#### 1) 호화(Gelatinization)

전분의 호화는 입자 내 분자구조의 붕괴로 이는 입자의 팽창, 결정 구조의 파괴, 복굴절 현상의 상실, 전분 용해와 같은 특성의 비가역적 변화로 나타난다. 초기의 호화시점과 그 과정이 발생하는 범위는 전분 농도, 입자 유형, 입자의 불균일성에 의해 결정된다. 호화는 아래의 특성을 보여준다(Thomas & Atwell, 1997).

- 분자 질서의 붕괴
- 온도와 수분의 영향
- 비가역적 반응
- 초기 호화 과정중에 전분 입자 팽창
- 점도 증가
- 조리 조건(pH, 농도)의 영향
- 전분 원료에 따른 입자 유형으로 인한 다른 호화특성 유도

전분이 위와 같은 변화를 보이기 시작하는 온도를 호화온도라고 한다. 전분의 모든 입자는 정확히 동일한 온도에서 호화가 시작되지는 않기 때문에 호화온도는 특정 온도라기 보다는 비교적 좁은 온도 범위로 정의된다. 이러한 호화온도는 전분의 구조에 따라서 달라지므로, 전분의 원료에 따라서 서로 다른 호화온도를 보이게 된다. 전분을 물과 함께 가열하면, 중합체 사슬 사이의 수소결합이 파괴되어 입자가 약해진다. 초기의 입자 팽창은 수소 결합이 적고

중합체가 용해되기 쉬운 무정형 영역에서 주로 이루어지게 되며 구조가 약해지면서 입자는 물을 흡수하고 팽창하게 된다. 가열이 계속되고 더 많은 전분입자가 팽창하면서 전분 페이스트의 점도가 증가하게 된다. 페이스트의 점도는 팽창된 입자의 비율이 최대일 때 최고점에 도달하며 이를 최고점도라고 하며, 이후 가열이 계속되면 입자가 붕괴되고 중합체가 용해되면서 점도가 감소하게 된다. 이는 전분 입자가 물에서 가열될 때 더 작고 선형의 구조인 아밀로스 분자는 용해되고 입자로부터 침출되기 시작하고, 이후 추가적으로 아밀로스와 아밀로펙틴이 입자에서 방출된다. 호화 후 냉각이 일어나게 되면 아밀로스 함량에 따라서 점탄성 페이스트 또는 젤이 형성된다. 일반적으로 아밀로스 함량이 높을수록 페이스트가 단단하고 절단 가능한 젤로 만들어지며, 이는 선형 아밀로스 분자의 비공유 재결합의 결과이다. 따라서 전분 원료에 따라 다른 아밀로스와 아밀로펙틴의 함량은 전분의 호화특성과 젤의 유변학적 특성을 결정하게 된다. 예를 들어 아밀로펙틴으로만 구성된 찰옥수수전분은 최고점도가 높고 가열이 계속되면 점도가 낮아지며 냉각 후 페이스트는 응집성과 점탄성을 보이지만 젤의 형태로 굳어지지 않는다. 하지만 일반 옥수수전분은 아밀로스를 함유하고 있기 때문에 최고 점도가 상대적으로 낮고 가열 중 점도 감소 정도가 작다. 또한 냉각 후에 일반옥수수전분은 절단 가능한 단단한 젤이 형성 가능하다.

## 2) 노화(Retrogradation)

전분의 노화는 전분 분자 사슬이 정렬된 구조로 다시 결합하기 시작할 때 발생하는 과정이다. 초기 단계에서는 두 개 이상의 전분 사슬이 단순히 접합점을 형성할 수 있으며, 이후 더 광범위하게 정렬된 영역으로 발전하여 결정 구조가 생성된다(Thomas & Atwell, 1997). 전분의 노화는 특히 아밀로스를 포함한 전분이 냉각될 때 뚜렷하게 나타난다. 아밀로펙틴도 냉각시 노화가 일어날 수 있지만, 선형의 아밀로스가 가지형의 아밀로펙틴보다 수소결합을 형성하며 재결합할 가능성이 크다. 노화 과정이 진행됨에 따라 전분 페이스트는 점점 불투명해지고 절단 가능한 젤을 형성한다. 저장 시간이 늘어나면 젤은 더욱 단단해지고 전분 페이스트로부터 수분이 배출되는 이수(syneresis) 현상이 일어난다. 이러한 노화 과정은 가열된 전분이 냉각될 때 증대되므로, 냉장 및 냉동 제품에서 수분이 배출되는 현상이 많이 발생한다. 냉장 및 냉동 식품을 제조할 때 수분이 배출되는 현상은 부정적인 영향을 주게 되므로, 냉해동 안정성은 식품에서 중요한 고려사항이다. 또한 서로 다른 원료에서 추출된 전분은 다른 노화 속도와 정도를 가지고 있다. 예를 들어, 타피오카 전분은 시간이 지나면서 부드러운 젤을 형성하지만, 높은 아밀로스 함량을 가진 옥수수전분은 아밀로스의 강한 결합으로 인하여 가열 및 냉각 후 비교적 빠르게 매우 단단한 젤을 형성한다.

#### 4. 전분의 활용

전분은 식품산업에서 널리 사용되는 소재일 뿐 아니라, 제지, 플라스틱, 세제, 바이오 연료, 건축, 화장품 등 산업 전반에서 여러 가지 제품 또는 중간재로 생산되어 사용되고 있다. 전분의 활용을 식품군과 비식품군으로 분류할 때, 식품군에서는 제과 및 음료(23%), 제빵(5%), 가공식품(4%), 유제품(4%), 기타 식품(15%)에 사용되고 있으며, 비식품군에서는 제지(34%), 의약(7%), 사료(2%), 기타 비식품(6%)분야에서 사용되고 있다. 식품 분야(표 3)에서 전분은 빵, 케이크, 페스트리, 비스킷 등에 사용되며, 제품의 수분을 유지하고 유통기한을 연장하는 기능을 갖는다. 또한 음료에 사용될 때, 전분의 발효과정을 통해 술, 과일주, 음료 등으로 생산이 가능하게 된다. 또한, 전분은 단맛, 강도, 점성 등을 강화하는데 사용되며, 푸딩, 커스터드 크림, 아이스크림 등의 질감을 향상하는 기능을 갖고 있다. 과일 통조림이나 잼을 만들 때 단맛, 질감, 점성 등을 향상시킬 수 있으며, 산화와 변색을 방지하는 역할을 하고 있다. 전분은 스낵, 파스타, 유아식품, 편이식품, 수프, 소스, 면, 육류 등 가공식품 전분에 걸쳐 다양하게 사용되고 있다. 비식품분야(표 4)에서는 옥수수전분과 텍스트린이 종이의 접착제로 우표, 봉투, 라벨 등에 사용되고 있으며, 콘크리트 블록의 접착제, 페인트 필러, 내열보드 등에 사용되고 있다. 화장품 분야에서는 전분은 로션과 파우더 등에 사용되고 있으며, 제약분야에서 알약의 코팅용이나 다른 성분들의 결합제로 사용되고 있다. 또한 변성전분은 제지산업에 넓게 사용되고 있으며, 냅킨, 여성청결제, 종이 코팅 등에 이용된다(최지현, 2013).

표 3. 전분의 식품분야 활용 및 기능

기능	
증점제	전분과 물을 혼합하게 되면 점도가 상승하게 되므로 수프, 소스, 푸딩과 같은 제품의 점도를 높이는데 활용 가능.
안정제	드레싱, 아이스크림, 유제품 등의 제품들의 질감을 유지하고 재료가 분리되지 않고 균질하게 유지 가능
겔화제	젤리, 푸딩 등의 식품에서 겔을 형성하여 특정한 질감을 제공
결합제	육가공품, 소시지, 햄버거 패티 등에서 여러 재료들을 결합하는 역할 제공
지방 대체제	지방을 대체하여 저지방 마요네즈나 저지방 디저트에서 지방 대체제로 사용 가능
당 제조	전분을 가공하여 글루코스 시럽, 말토 텍스트린, 고과당 시럽 등 다양한 당류를 생산

표 4. 전분의 비식품분야 활용 및 기능

	기능
제지 산업	전분은 표면 사이징과 코팅에 사용되어 종이의 표면을 매끄럽게 하고 내구성을 높이며 잉크의 흡수성을 개선하여 인쇄 품질 향상
섬유 산업	섬유의 강도를 높이고 직조과정에서 실이 엉키지 않도록 사용되어 천의 질감을 개선하고 주름을 방지
접착제	전분 기반 접착제는 친환경적이고 생분해 가능하여 포장재, 벽지, 목공, 라벨 등에 사용
제약 산업	알약과 캡슐의 충전제 및 결합제로 사용되며 알약의 붕해제로 사용되어 약물의 흡수를 촉진
화장품 및 퍼스널 케어	전분은 파우더 제품에서 흡수제 및 질감 개선의 역할을 하며, 액체 상태의 화장품 점도를 조절하고 사용감 향상 가능
생분해성 플라스틱	전분 기반의 생분해성 플라스틱 제조에 사용되어, 포장재, 일회용 식기, 쇼핑백 등에 활용 가능
건축자재	콘크리트 및 석고 보드의 첨가제로 강도와 작업성을 개선하고 건축용 접착제와 실런트에 사용 가능
농업	종자 코팅제로 사용되어 씨앗의 발아율을 높이고 병충해로부터 보호하는 역할을 하며 농업용 접착제와 비료의 성분으로 사용
화학 공정	다양한 화학 공정에서 원료로 사용 가능하며, 에탄올 생산에서 발효과정을 통해 바이오 연료 생산 가능
위생 용품	기저귀, 생리대, 위생 패드 등의 흡수제로 전분이 사용 가능하며, 습기를 흡수하며, 피부에 자극을 주지 않는 친환경적인 소재로 사용

## II. 전분별 특성

### 1. 옥수수전분

옥수수전분은 전분 원료 중 가장 높은 비중(50.5%)으로 사용되고 있는 소재이며, 옥수수 작물의 특성에 따라서 가장 많은 생산량을 차지하고 있다. 옥수수는 재생산성이 가장 우수한 작물 중의 하나로, 높은 종자 번식율, 용이한 경작, 광범위한 재배지역, 장기간 저장성, 높은 전분 함량, 가공의 용이성, 낮은 원료비 등의 여러 가지 이점으로 인해 전분 생산의 원료, 동물성 사료, 바이오 연료 등으로 널리 사용되고 있다. 옥수수로부터 전분을 추출하기 위해서는 습식 제분 과정을 많이 적용하게 되며, 정선 → 침지 → 파쇄 → 배아 분리 → 옥피 분리 → 글루텐 분리 → 전분 정제의 과정을 거치게 된다. 특히 옥수수의 경우에는 곡립 내부에 전분과 제인 단백질이 강하게 결합되어 있으므로 침지 공정을 거쳐 전분을 효율적으로 분리할 수 있다. 묽은 아황산 용액(0.1-0.2%)에서 50도 전후의 온도로 40-48시간 정도 침지하게 되면 젖산발효가 일어나

전분과 단백질의 결합이 느슨해지게 된다. 이러한 침지 과정은 옥수수전분 수율이나 품질을 좌우하는 매우 중요한 공정이다. 침지공정에서 용출된 침지수에는 젖산, 환원당, 단백질, 무기질, 피트산 등의 유효성분이 많으므로 단백질 강화 사료로 사용되기도 한다. 이에 더하여, 옥수수 전분 분리 과정에서 제인단백질과 씨눈이 생산되어 부산물로 활용된다. 옥수수로부터 분리된 옥수수전분은 일반적인 증점, 증량제로 사용되며, 호화하여 점도를 나타내며 소량으로 바디감을 부여할 수 있는 특성을 가지고 있다. 옥수수전분의 주요 생산국은 중국, 미국, 인도, 스페인, 일본, 한국의 순서이며, 소비국도 중국, 미국, 인도, 인도네시아, 일본, 한국의 순서로 생산지와 소비지가 거의 유사하다. 2023년 식품산업 원료소비 실태조사 보고서에 따르면, 주류(49.4%), 밀가루/분말류(12.9%), 과자류 또는 캔디/초콜릿/껌(10.6%), 육류 및 알 가공품(7.1%), 조미식품(5.8%), 면류(4.4%)가 옥수수전분을 이용한 주요 가공품이며 주로 원재료제조업체(29.7%), 중간도매/벤더업체(수입산)(24.6%), 직수입(22.4%), 수입상사(12.3%), 기타(6.4%), 산지직구매(2.2%)로 구매되고 있으며 국산의 구입비중이 65%, 수입산의 경우 35%를 차지하고 있다(한국 농수산물유통공사, 2023).

### 1) 일반옥수수전분

일반옥수수전분은 아밀로스를 약 20% 이상 함유하고 있으며 광범위하게 식품 재료로 쓰이며, 특성에 맞추어 여러 가지 변성 방법을 적용하여 변성전분으로 가공되어 식품, 제지, 섬유, 접착제 등 산업 전반에 걸쳐 많은 용도로 사용되고 있다. 일반옥수수전분 페이스트는 반투명한 외관을 형성하며, 냉각 시 불투명하고 탄력있는 짧은 질감의 젤을 형성한다. 따라서 일반옥수수 전분은 소스, 푸딩 및 파이 필링에 일반적인 점증제로 사용 가능하다.

### 2) 찰옥수수전분

찰옥수수전분은 천연전분이나 변성전분으로 사용된다. 찰옥수수전분은 약 99%의 높은 아밀로펙틴 함량으로 감자나 카사바와 같은 서류 전분과 유사한 호화특성을 가지며 다른 곡물 전분과는 다른 특성을 가지고 있다. 선형의 아밀로스가 거의 존재하지 않기 때문에 노화가 지연되어 냉장 보관시 젤 형성에 대한 저항성이 개선된다. 또한 찰옥수수전분 분자의 구조에 따라 가지의 빈도나 사슬 길이의 차이가 존재하여 냉해동 안정성이 높은 증점제로 사용 가능하다. 따라서 찰옥수수전분은 찹쌀전분과 같이 호화점성이 높고 노화가 더디게 일어나므로 유아식 등 특수 식품 소재로서 많이 사용된다.

### 3) 고아밀로스옥수수전분

고아밀로스옥수수전분은 50-60%와 70-80%의 아밀로스 함량을 가진 품종이 존재하며, 높은 아밀로스 농도로 인하여 일반옥수수전분에 비하여 젤화가 빠르게 일어나며 강한 결합을 형성한다. 이러한 고아밀로스옥수수전분의 젤링 특성을 활용하여 다양한 응용이 가능하며, 튀김

식품에 바삭한 식감을 부여하거나 기름의 흡수를 줄일 수 있으며 압출 전분의 팽창성과 전단 강도를 향상시킬 수 있다.

## 2. 카사바전분

카사바전분은 열대지방에서 자라는 뿌리채소인 카사바에서 추출되며, 타피오카 또는 마니옥이라는 이름을 갖는다. 카사바전분은 주로 식품용으로 많이 사용된다. 카사바전분은 옥수수전분에 이어 많은 생산을 보이는 전분이며(37.6%), 높은 수출 비중을 가지고 있는 전분이다. 카사바전분은 일반적인 곡물 기반의 전분에 비해 높은 점도를 가지고 있으며, 이러한 특성으로 인해 빵, 과자, 쿠키 등 많은 식품에서 밀가루 대체물로 사용되므로, 많은 글루텐 프리 제품에 활용 가능하다. 타피오카 전분은 약 17-18% 정도의 아밀로스 함량을 가지나, 옥수수전분의 아밀로스보다 분자량이 크고 가지가 많은 분자구조를 가지고 있으므로, 노화가 억제되어 냉각시 상대적으로 안정적이고 투명한 겔이 형성 가능하다. 높은 저온 안정성을 가지고 있으므로, 냉동식품 및 편의식품의 안정성과 품질을 향상하는데 사용되고 있다. 육가공품에 사용되었을 때 제품의 질감을 향상시키고 수분을 유지하는데 기여할 수 있다. 카사바는 열대성 작물로 동남아시아나 아프리카 지역에서 주로 재배되고 있으며, 카사바전분은 태국, 베트남, 인도네시아, 브라질, 인도 중국 등에서 생산하고 있다. 카사바전분은 가공이 쉬우며, 물성이 우수하며 가격이 저렴하여 고구마전분이나 찹옥수수전분 대신에 사용되기도 한다.

## 3. 감자전분

감자전분은 감자의 주 탄수화물 성분으로 감자의 재배 특성상 비교적 서늘한 곳에서 재배되기 때문에 카사바와는 재배 지역이 다르다. 하지만, 감자는 카사바와 함께 서류에 속하기 때문에 감자전분은 높은 점도와 특유의 조직감을 가지고 식품의 두께, 부드러움, 또는 식감을 조절하는데 사용된다. 이는 감자전분의 큰 용해도와 팽윤력과 관련이 있으며 이로 인해 점도가 높은 투명하고 유연한 겔을 형성하게 된다. 또한 식품 산업 외에도 제약, 화장품, 제지 산업에 활용되고 있다. 특히, 유럽지역에서는 감자 전분의 특성을 이용한 여러 변성 전분을 제조하여 제지 산업과 섬유 산업등에 첨가제로 사용되고 있다. 감자전분의 주요 생산지는 중국, 덴마크, 독일, 네덜란드, 폴란드 등의 유럽지역이다. 2023년 식품산업 원료소비 실태조사 보고서에 따르면, 감자전분을 이용한 주요 가공품은 면류(62.3%), 과자류 또는 캔디/초콜릿/껌(17.5%), 밀가루/분말류(14.7%), 수산가공품(1.8%), 즉석식품류(0.8%), 비식품류(0.7%)이며, 국산 감자전분은 산지 직구매, 중간도매/벤더업체, 원재료 제조업체, 원청업체, 기타를 통해 구매되며, 수입 감자전분은 직수입, 수입상사, 중간도매/벤더업체, 수입추천대행기관을 통해 구매되고 있다(한국농수산물유통공사, 2023).

#### 4. 밀전분

밀전분은 밀가루에서 글루텐을 분리하는 과정에서 생산이 가능하며, 밀가루를 물에 분산하여 글루텐을 제거하는 공정이 선행된다. 분리된 글루텐은 점탄성이 높아 활성글루텐으로 분말화되어 활용된다. 밀가루에서 글루텐이 제거된 후, 정제, 탈수, 건조 공정을 거쳐 밀전분이 생산된다. 밀은 주로 중국, 미국과 유럽지역에서 재배되므로, 밀전분의 생산도 이들 나라에 집중되어 있다. 밀전분은 두 가지의 다른 입자 크기 분포를 보이며, 큰 전분의 직경은 25  $\mu\text{m}$ 이고, 작은 구형의 입자는 약 10  $\mu\text{m}$ 의 직경을 보인다. 밀 전분 페이스트의 유변학적 특성은 옥수수전분과 유사하지만, 점도와 젤 강도는 옥수수전분보다 낮은 값을 보인다. 밀전분은 밀가루의 일부를 대체하기 때문에 여러 베이킹 공정에 사용된다. 밀전분은 식품 분야에서는 제빵/제과/제면 산업에 사용되며, 소스, 수프, 음료, 분말 혼합물, 냉동식품에 사용된다. 이외에도 밀전분은 제약, 화장품, 제지산업에도 사용되며 생분해성 소재로도 사용이 가능하다.

#### 5. 고구마전분

고구마는 밀, 쌀, 옥수수, 감자, 보리, 카사바에 이은 주요 식량 작물이며, 분말, 스낵, 젤리, 음료, 전분, 에탄올, 천연 색소 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 하지만, 고구마와 감자는 곡류 기반의 작물에 비해 지하 작물이기 때문에 생육 특성상 조직이 연하고 수분함량이 높아 원료의 장기저장과 수송이 어렵고 상대적으로 가격이 높은 단점을 가지고 있다. 연한 조직과 높은 수분함량과 같은 고구마의 원료적 특성은 순도 높은 녹말을 추출하기 용이하게 한다. 고구마를 마쇄기로 곱게 분쇄하여 체로 치고 정제를 거치는 단순하고 물리적인 처리로 고구마 전분의 생산이 가능하다. 고구마로부터 추출된 전분은 당면, 물엿, 주정의 제조를 위한 식품 가공용 소재로 이용되며, 의약품, 제지산업 및 섬유산업에 사용 가능하다. 고구마전분은 다른 전분과는 다르게 옅은 회갈색을 보이게 되는데, 이는 고구마 조직 내의 폴리페놀산화효소의 활성이 강하기 때문에 효소적 갈변반응이 쉽게 일어나기 때문이다. 또한 일반 곡류전분과는 다르게 고구마전분은 A형과 B형이 혼합된 형태인 C형의 결정형을 가지고 있다. 2023년 식품산업 원료소비 실태조사 보고서에 따르면, 고구마전분을 이용한 주요 가공품은 면류(72.9%), 밀가루/분말류(24.3%), 즉석식품류(0.8%), 당류 및 잼류(0.7%), 조미식품(0.6%), 곡물 가공품(0.3%)이며, 국산 고구마전분은 산지 직구매, 중간도매/벤더업체, 원재료 제조업체, 원청업체에서 구매되고 있으며, 수입산 고구마전분은 직수입, 수입상사, 중간도매/벤더업체, 수입추천대행기관, 원청업체를 통해서 구매되고 있다(한국농수산물유통공사. 2023).

## 6. 변성전분

다양한 식물원료에서 생산되는 천연전분은 각각 고유의 특성을 가지고 있으며, 전분이 활용될 때 이러한 고유의 특성을 바탕으로 특정한 기능을 만족시킬 수 있도록 한다. 하지만, 천연전분은 모든 식품 제품의 범위 안에서 모든 요구사항을 충족하기는 어려우므로, 현대 식품 산업의 다양성에 맞추어 전분을 활용하기 위해서 다양한 가공 기술을 적용할 수 있다. 변성전분은 천연전분을 원료로 하여 다양한 변성방법(물리적, 화학적, 효소적, 유전적)을 통하여 제조된다. 천연전분은 호화했을 때 여러 가지 단점이 나타나는 반면에 변성전분은 내노화성, 내산성, 내열성, 내전단성, 보수성이 강하므로 물성을 향상시킬 수 있다. 특히 전분의 가장 일반적인 변성 방법은 승인된 화학 시약을 소량 사용하여 천연전분을 처리하는 것이다. 전분의 화학적 변성의 정도는 일반적으로 치환도(Degree of substitution, DS)로 표현 가능하며, 변성에 사용된 화학물질이 D-글루코피라노실 단위의 히드록실기와 반응할때의 정도를 나타낸다. 2023년 식품산업 원료소비 실태조사 보고서에 따르면, 변성전분은 면류(36.5%), 과자류 또는 캔디/초콜릿/껌(15.9%), 조미식품(14.2%), 밀가루/분말류(11.5%), 수산가공품(7.0%), 드레싱/소스류(4.6%)등의 가공품에 사용되고 있다. 국산 변성전분은 산지 직구매, 도매 및 농수산물통센터, 재래시장, 중간도매/벤더업체, 원재료 제조업체, 원청업체에서 구매되고 있으며, 수입산 변성전분은 직수입, 수입상사, 중간도매/벤더업체, 수입 추천 대행기관에서 구매되고 있다(한국농수산물유통공사, 2023).

### 1) 전분의 에스테르화/에테르 반응

에스테르화 또는 에테르 반응을 통하여 전분의 치환반응이 일어나며, 단일 기능기를 갖는 화학물질을 하나의 전분 사슬에 도입하여 치환전분을 생성할 수 있다. 치환전분은 전분의 호화온도를 낮추고 재결합을 방지하여 전분의 노화를 억제할 수 있다. 또 다른 반응은 전분의 가교결합을 유도하는 것으로 두 개 이상의 다른 전분 고분자에 존재하는 히드록실 그룹과 반응할 수 있는 두 개 이상의 기능기를 갖는 화학물질을 이용하여 전분을 변성할 수 있다. 두 개 이상의 전분 분자 사이의 공유결합은 가교 구조를 유도하여 입자 팽창을 억제하고, 열, 산, 전단력에 견딜 수 있는 전분이 생성된다. 일반적으로 극단적인 pH 범위에서 전분 입자의 분자구조가 손상되고 결합을 가수분해하여 점도에 부정적인 영향을 미쳐 전분의 점도 프로필을 바꾼다. 특히 산 가수분해는 전분을 낮은 분자량으로 전환시켜 점도 손실을 초래한다. 또한 전단력은 고속 믹서, 펌프, 균질기 등 다양한 처리 장비에서 발생할 수 있으며, 전분은 높은 전단력의 조건에서 입자의 붕괴와 점도 손실이 일어나게 된다. 따라서 열, pH, 전단력에 대한 가교전분의 높은 안정성은 가교전분의 활용 가능성을 증대시킨다.

- 아세틸화: 전분을 에스테르화반응을 통해 아세틸화하면 전분 아세테이트 또는 아세틸전분이 생산된다. 식품에서 허용되는 최대 아세틸화(치환도 0.09)를 적용하게 되면 호화 온도를

낮추고 페이스트의 투명도를 개선하며, 전분질 식품의 노화 및 냉해동안정성을 부여하게 된다. 아세틸화는 천연전분에 비해 높은 호화점도를 가지며, 냉각 후에는 낮은 점도를 보이게 된다.

- 인산화: 전분을 일인산화하면 안정적인 페이스트가 생성되며, 점착성이 높은 질감을 가지고 높은 냉해동안정성을 가지게 된다. 일인산 전분의 점도는 일반적으로 시약농도, 반응 시간, 온도 및 pH를 변화시킴으로써 조절이 가능하다. 인산이전분은 전분 분자 사이의 가교가 일어나게 되어 전분입자를 강화하며, 가열에 의한 입자 팽윤과 붕괴 속도와 정도를 감소시킬수 있다. 따라서 인산화로 가교된 전분은 천연전분보다 고온, 산, 물리적 교반 등에 대한 처리에 대해 민감하지 않으며 안정적이다.
- 옥테닐석시닐화: 옥테닐석시닐화를 통해 전분 분자에 탄소수화물 사슬을 결합하는 것이 가능하며 안정적인 분산체나 에멀전을 형성하는 역할을 한다. 이러한 결합 에멀전 안정제 및 에멀전 안정화제는 소수성/친수성 물질이 혼재하는 시스템에서 다양하게 사용될 수 있다.
- 히드록시프로필화: 전분의 히드록시프로필화는 에테르반응으로 전분을 변성하는 방법으로 안정적인 에테르 결합을 가지고 있다. 히드록시프로필 전분은 호화온도가 감소되고, 투명도와 냉해동안정성이 개선된 전분이며, 인산기를 통한 가교와 함께 적용되어 히드록시프로필인산이전분이 형성되기도 한다.

## 2) 전분의 산화반응

전분은 여러 산화제를 이용하여 변성될 수 있으며, 사용되는 시약의 종류와 양에 따라 표백 또는 산화로 분류할 수 있다. 전분이 표백되었을 때, 전분 분말의 백색도가 개선되며 이는 전분에 존재하는 카로틴, 잔토필과 같은 색소 물질들을 산화하여 일어난다. 전분 분자를 산화할 때는 염소산 나트륨과 같은 화학물질과 전분을 반응시켜 산화전분을 생성할 수 있으며, 전분의 6번째 탄소를 알데히드기로 산화시키고, 2와 3번째 탄소를 케톤으로 산화시킨다. 또한 2와 3번째 탄소 사이를 분해하여 두 개의 알데히드기를 생성하거나 일부 2, 3, 6번째 탄소의 알데히드기는 카르복실기로 추가적으로 산화하기도 한다. 산화전분은 일반적으로 낮은 점도, 뛰어난 투명성, 그리고 낮은 온도 안정성을 가지고 있으므로 치킨, 생선 등과 같은 다양한 식품에 코팅용 반죽 및 빵가루로 사용되어 점착성을 개선하고 바삭한 질감을 제공한다. 또한, 산화전분은 백색도가 더 높으며 호화점도를 낮추고 노화가 억제되는 안정적인 전분이다.

## 3) 글리코시드 결합의 가수분해

전분은 높은 분자량을 가지는 고분자 물질이기 때문에 일반적으로 우수한 증점 성능을 갖는다. 그러나 고형물 함량이 높은 제품으로 활용되기 위해서는 고분자 물질의 분자량을 감소시켜 점도를 낮추어야 한다. 전분 산업에서 사용되는 가수분해 방법으로는 산성, 열, 효소를 이용하는 것을 포함한다.

- 산성 가수분해: 산성 가수분해 과정의 화학적 반응은  $\alpha$ -1,4 및  $\alpha$ -1,6 글리코시드 결합의 산 촉매 가수분해를 포함한다. 가수분해는 전분입자의 무정형 영역에서 주로 일어나기 때문에 결정도가 높은 영역만이 반응 후에 남게 된다. 전분의 가수분해 정도는 분자량, 점도, 환원당 등을 통해 분석할 수 있다.
- 열 변환: 산이 첨가된 전분을 건열 처리하여 덱스트린을 생성할 수 있다. 열 변환의 반응 조건(pH, 수분, 온도, 처리시간)에 따라 다양한 점도, 저온 용해도, 색상, 환원당 함량 및 안정성을 가진 전분이 만들어 진다.
- 효소적 변환: 효소적 변환은 주로 호화된 전분 분산액에서 수행되며, 가수분해도가 높아질수록 전분의 점도는 낮아지고 환원당 함량은 높아진다. 효소와 반응 조건에 따라 전분은 덱스트로스까지 완전히 변환하거나 다양한 중간 크기의 변환 제품으로 만들어 진다. 가수분해정도에 따라 흡습성, 용해도, 단맛, 점도, 젤 형성 및 수분 결합성 등의 전분의 기능성이 변화한다. 여러 효소가 전분 중합체의 글리코시드 결합을 가수분해 할 수 있다.  $\alpha$ -아밀레이즈는 아밀로펙틴의 가지점을 형성하는  $\alpha$ -1,6 글리코시드 결합을 가수분해할 수 없으며, 주로  $\alpha$ -1,4 결합만을 가수분해 한다.  $\beta$ -아밀레이즈는 전분 분자의 비환원 말단에서 한번에 하나의 맥아당 단위를

표 5. 식품첨가물공전 상의 변성전분 종류 (식품의약품안전처 식품첨가물공전)

명칭	영문	생성반응
산화전분	Oxidized Starch	차아염소산나트륨에 의한 산화반응
아세틸아디핀산이전분	Acetylated Distarch Adipate	무수아디핀산 및 무수초산에 의한 에스테르화반응
아세틸인산이전분	Acetylated Distarch Phosphate	산화염화인 또는 메타삼인산나트륨과 무수초산 또는 초산비닐에 의한 에스테르화 반응
옥테닐호박산나트륨전분	Starch Sodium Octenyl Succinate	무수옥테닐호박산에 의한 에스테르화 반응
인산이전분	Distarch Phosphate	산화염화인 또는 메타삼인산나트륨에 의한 에스테르화 반응
인산일전분	Monostarch Phosphate	인산일전분반응 및 인산이전분반응
인산화인산이전분	Phosphated Distarch Phosphate	폴리삼인산나트륨 및 메타삼인산나트륨에 의한 에스테르화반응
초산전분	Starch Acetate	무수초산 또는 초산비닐에 의한 에스테르화반응
히드록시프로필전분	Hydroxypropyl Distarch Phosphate	프로필렌옥시드에 의한 에테르화반응
히드록시프로필인산이전분	Hydroxypropyl Starch	산화염화인 또는 메타삼인산나트륨에 의한 에스테르화 반응 및 프로필렌옥시드에 의한 에테르화반응

제거하면서 매 두 번째  $\alpha$ -1,4 글리코시드 결합을 가수분해한다. 글루코아밀레이즈는 전분 분자의 비환원 말단에서 글루코스를 제거하는 효소이며  $\alpha$ -1,4 및  $\alpha$ -1,6 결합을 모두 가수분해 할 수 있다. 이러한 효소적 변환을 통하여 특정 결합을 분해하는 전분을 만들어 낼 수 있다.

### Ⅲ. 국내외 전분 생산

#### 1. 국외 전분 생산기업

국가별 생산량을 기준으로, 중국은 세계에서 가장 많은 천연 전분을 생산하는 국가이다. 그 다음으로 태국과 EU의 전분 생산량이 크다. 미국의 경우는 전분의 최대 소비국이지만, 생산량으로는 4위를 차지하고 있으며, 한국은 세계 10위의 전분 생산국이다. 각 전분 생산지역(북미, EU, 남미, 아시아)의 5대 기업 시장 점유율을 살펴보았을 때, 북미, EU, 남미지역은 5대 기업의 시장 점유율이 69-88% 정도로, 대기업이 전분 생산의 주도적인 역할을 하고 있다. 미국의 경우, 초기에는 중소규모 전분 생산 기업들이 있었으나, 차츰 대기업에 흡수되어 현재는 대기업 위주의 전분 생산을 하고 있다. 하지만, 아시아의 경우 전분 생산에 있어서 5대 기업의 생산 비중이 13%에 그쳐 아시아에서는 중소기업이 전분 생산에 있어서 주요한 역할을 하고 있다고 할 수 있다.

국외 전분 생산기업 중 대표적인 기업은 잉그레디언(Ingredion), 카길(Cargil), 테이트앤라일(Tate & Lyle), 에이디엠(Archer Daniels Midland, ADM), 지피씨(Grain Processing Corporation, GPC) 등이다.

1) **잉그레디언**: 미국 일리노이주 웨스트체스터에 본사를 둔 다국적 식음료 성분 생산기업이며, 주로 전분을 생산하며 이외에도 비유전자변형 감미료와 콩 단백질 생산하고 있다. 변성 전분 생산 1위이며 제품 품질과 신뢰성이 우수하다고 평가받는 기업이다. 잉그레디언은 옥수수, 카사바, 감자, 식물기반 스테비아, 곡물, 과일, 견 및 기타 야채를 식품, 음료, 양조, 제약 산업 및 여러 산업 부문에 필요한 성분으로 전환/가공하여 생산하여 다양한 식품 및 산업용 성분을 공급하고 있다.

- 전분 및 감미료: 옥수수전분, 타피오카전분, 감자전분, 비유전자변형 감미료, 스테비아, 고과당 옥수수 시럽, 말토덱스트린, 텍스트로스
- 단백질: 완두콩 단백질, 콩 단백질, 식물성 단백질 제품으로 대체 육류 및 유제품에 사용
- 기능성 성분: 식이섬유, 프리바이오틱스, 영양 강화 성분
- 산업용 제품: 종이, 섬유, 접착제 등 다양한 산업용 전분 제품

2) **카길**: 미국 미네소타를 본사로 둔 다국적 기업이며, 농업 및 식품가공 기업이다. 세계적인

농산업 기업으로 다양한 전분과 변성전분을 생산할 뿐 아니라 동물영양, 육류 단백질, 바이오산업 등 여러 소재를 생산하고 있다.

- 전분: 제약, 화장품, 산업용 전분
- 식품 가공: 육류 및 가공류 제품, 가공 식품 및 성분, 제빵 및 제과 성분, 식물성 기름
- 농업: 곡물 및 오일시드 무역, 농업 자재 및 서비스 제공, 축산 사료

3) **테이트앤라일:** 영국 런던을 본사로 둔 다국적 식음료 제품 공급업체로, 옥수수과 카사바와 같은 원료를 가공하여 맛, 질감, 영양소를 개선하는 성분을 제조하여 다양한 식품 및 산업 시장에 제공한다. 또한 다양한 전분 제품과 비유전자변형 전분을 보유하고 있다.

- 전분: 변성전분, 기능성 전분
- 감미료: 고과당 옥수수 시럽, 수크랄로스, 기타 저칼로리 및 무설탕 감미료
- 식이섬유 및 기타 성분: 섬유소, 프리바이오틱스, 안정제 및 유화제

4) **에이디엠:** 미국 일리노이주 시카고에 본사를 가지고 있는 미국의 식품 가공 및 상품 무역 기업이며, 곡물과 식물성 기름으로 전 세계적인 식품, 음료, 기능성 식품, 동물 사료 시장에서 사용되는 가공 제품을 생산한다. 전분, 단백질, 식용유, 사료, 바이오 원료 등의 다양한 제품을 생산하며, 세계적인 농업 및 식품 공급망을 운영하고 있다. 에이디엠의 경우, 산업용 전분 생산량이 크지만, 말토텍스트린 분야는 생산량이 크지 않다.

- 전분 및 감미료: 옥수수전분, 고과당 옥수수 시럽, 말토텍스트린, 텍스트로스, 다양한 감미료 제품
- 단백질: 대두 단백질, 완두콩 단백질, 밀 단백질
- 오일류: 식용유(대두유, 카놀라유 등), 특수 오일 및 지방
- 동물 사료: 가축 사료, 애완동물 사료, 수산 사료
- 영양 및 건강 제품: 비타민 및 미네랄 프리믹스, 프로바이오틱스, 식이섬유
- 바이오 연료: 바이오디젤, 에탄올

5) **지피씨:** 미국 아이오와에 본사가 있는 곡물 가공 기업이며, 전분 및 관련 제품을 제조하여 식음료, 제약, 사료, 산업용 등 다양한 분야에 제품을 공급한다. 원료로는 주로 옥수수를 사용하며, 전분, 옥수수 시럽, 알코올, 단백질 등 다양한 제품을 생산한다.

- 전분 제품: 옥수수전분, 변성전분, 특수 전분
- 옥수수 시럽: 고과당 옥수수 시럽, 말토 텍스트린, 텍스트로스
- 알코올 및 산업용 제품: 에틸 알코올(음료 및 산업용), 다양한 산업용 화학 제품
- 사료 및 영양제품: 동물 사료용 단백질 및 섬유질 제품, 단백질 제품
- 제약용 제품: 제약용 전분, 바인더 및 충전제

## 2. 국내 전분 생산 기업

### 1) 초기 전분 산업

초기의 국내 전분 산업은 제주도에서 생산되는 고구마전분과 강원지역에서 생산되는 감자전분의 소규모 생산으로 시작되었다. 고구마와 감자는 연한 조직과 높은 수분함량을 가지고 있기 때문에 이러한 원료의 특성은 비교적 간단한 물리적 처리로 전분을 분리하는 것을 가능하게 했다. 하지만, 고구마전분과 감자전분의 원료 조달 문제, 저장성 문제, 가격 경쟁력 문제 등의 원인으로 1960년대 후반 옥수수전분 위주의 대량생산 체제로 전환되었다(박연성 2018). 이 시기의 전분 관련 업체는 천일곡산, 미원, 풍진화학, 선일포도당 등이 있었으며, 이후 사명 변경, 인수 합병 등의 과정을 거쳤다. 1970년대 선일포도당의 제주도 고구마 가공 설비로 전분과 글루코스의 상업적 규모의 생산이 시작되었으며, 미원, 선일포도당, 풍진화학, 두산곡산 등 대기업에서 현대적 가공 설비를 구축하여 옥수수를 사용하여 글루코스, 물엿의 대량생산이 가능하게 되었다. 1980년대에는 산화전분 및 산처리전분 등 변성전분이 국내에서 개발되어 수입품을 대체하게 되었다.

### 2) 전분 산업의 현황

현재의 국내 전분 산업은 대기업과 중소기업이 전분 생산에 참여하고 있다. 대기업들은 대규모 생산 라인을 가지고 옥수수를 재료로 하여 천연전분과 변성전분을 제조하고 있다. 국내에서 옥수수전분은 삼양사, 대상, 제일제당에서 주로 생산하고 있으며, 옥수수와 찰옥수수 천연전분과 다양한 변성전분을 생산하고 있다. 옥수수 기반의 천연전분과 변성전분은 제과, 제빵, 제면, 육가공품, 어육가공품, 냉장/냉동제품 등에 광범위하게 사용되고 있으며, 산업용 전분은 제지공업, 골판지 제조, 섬유, 건축, 화장품 등 다양한 산업군에서 활용된다.

밀전분의 경우에는 신송산업이 대부분 독점적으로 생산해왔으나, 여러 가지 이슈로 인하여, 현재는 밀전분을 생산하지 않는다.

국내에서 옥수수를 제외한 감자나 고구마전분의 경우는 주로 중소기업에서 생산하고 있다. 고구마와 감자전분의 경우, 상품성이 떨어지는 국산 감자와 고구마를 가공하여 전분으로 생산하는 국산 전분업체들이 있다. 2015년부터 2018년까지 매년 고구마는 전체 생산량의 약 5%, 감자는 2%가 전분용으로 수매되어 사용되었다. 하지만, 중국과 유럽산 저가 전분이 유입되면서 가격 경쟁력이 떨어지고 있으며, 전분 생산과정에서 나오는 전분박과 폐수에 대한 환경규제로 인한 기업의 부담이 커지고 있다. 하지만, 중소기업에서 생산하는 전분의 경우, 특정 시장을 목표로 하거나 맞춤형 제품을 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

## IV. 국내 전분의 개발 전망

### 1. 새로운 전분 작물의 개발

전통적인 전분 작물인 옥수수, 감자, 밀과 같은 작물을 대체할 수 있는 카사바, 고구마, 양과 같은 열대성 작물은 고유의 물리화학적 특성으로 인하여 관심을 받고 있다. 하지만 이러한 열대성 작물은 성분 및 생육적 특성과 가격적인 측면으로 경쟁력이 부족하므로 국제적인 수준의 경쟁력을 증대할 필요가 있다. 특히, 고구마전분의 경우는 최근 10년간 국제적으로 많은 관심을 받으며 연구출판 논문수의 급격한 증가를 보였다. 국제적으로는 중국(38.4%), 일본(11.8%), 미국(6.2%), 한국(5.9%), 인도네시아(5.1%), 인도 (5.0%)의 국가에서 연구 논문을 출판하고 있으며, 식품첨가제, 영양, 고구마전분 생산요인, 물리화학적 특성, 화학적 변성, 화학적 구조, 생화학적/유전적 특성에 대한 연구 주제로 출판되었다. 이러한 경향을 바탕으로 고구마전분 소재의 잠재력과 활용가능성을 증대하는 것을 기대할 수 있다.

### 2. 제약과 화장품 영역으로의 확대

기존의 전분 활용 영역을 확대하여 새로운 영역으로의 활용 가능성을 증대할 수 있으며, 특히 천연 고분자로서의 전분의 특성을 강조하여 제약과 화장품 영역에 활용될 수 있다. 전분이 제약 산업에서의 응집제로 사용될 시 약의 형태를 고정하고, 복용 시 방출 속도를 조절하여 다른 제약 소재에 비해 활용 잠재력이 크다. 또한 전분은 수분을 흡수하고, 매끈한 감촉을 가지고 있어 질감을 개선하고 흡수를 촉진하는 기능이 있으므로 화장품 원료로 사용이 가능하다.

### 3. 친환경 소재로의 개발

전분은 자연에서 생산되는 소재로 화석연료 기반의 소재를 대체할 수 있는 생분해 소재로 사용이 가능하다. 특히 고구마 전분은 특유의 물리화학적 특성으로 가식성 필름의 제조에 용이한 특성을 보인다는 연구가 보고되었다.

### 4. 새로운 변성 방법의 적용

소비자들의 기피가능성이 있는 화학적 물질을 활용한 전분 변성 방법을 대체할 수 있는 친환경/지속가능한 변성 방법을 개발할 필요가 있다. 이러한 변성 방법을 새로운 전분 작물이나 품종에 적용하여 새로운 물리화학적 특성을 가지는 전분 소재를 개발하는 것이 가능하다.

## V. 결론

전분은 식품을 포함한 다양한 산업 분야에서 여러 기능을 가지고 있으므로 중요한 천연 소재로 여겨진다. 전분은 옥수수, 밀, 감자, 카사바, 쌀, 보리, 고구마 등의 원료로부터 추출이 가능하며, 이러한 전분 원료에 따라서 다른 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율을 보이며, 다른 구조적 특성으로부터 독특한 물리화학적 특성을 가지게 된다. 또한 천연상태의 전분을 변형하여 원하는 물리화학적 특성을 부여할 수 있는 다양한 변성 방법이 존재하여 상업적으로 활용되고 있다. 따라서 이러한 전분 원료의 다양성은 각 전분 소재의 활용도와 잠재력에 큰 영향을 미치게 된다. 기존에 가장 보편적으로 사용되는 전분 작물은 옥수수이며, 옥수수는 은 종자 번식율, 용이한 경작, 광범위한 재배지역, 장기간 저장성, 높은 전분 함량, 가공의 용이성, 낮은 원료비 등으로 많은 양이 옥수수전분으로 활용되어 왔다. 하지만, 이러한 전통적인 전분 작물을 대체할 수 있는 카사바, 고구마, 양과 같은 원료로부터 추출된 전분은 특유의 물리화학적 특성으로 다양한 분야에서의 활용 가능성을 가지고 있다. 특히 고구마 전분은 최근 많은 과학자들의 연구주제로 발표되고 있으며, 가식성 필름으로의 응용 등 친환경 소재로서의 활용 될 수 있다. 또한 이러한 전분 소재는 응용범위를 확장하여, 제약과 화장품 영역에서의 활용이 기대되며, 다양한 친환경 변성 방법으로 적용되어 새로운 물리화학적 특성을 가지는 소재로서 사용 가능 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 식품의약품안전처. 식품첨가물공전. Available from:  
<https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FA?searchNm=%EB%B3%80%EC%84%B1%EC%A0%84%EB%B6%84&itemCode=FA0A024003004A180>. Accessed Dec. 21, 2023
- 한국농수산식품유통공사. 2023 식품산업 원료소비 실태조사
- 박연성(2018) 한국의 녹말 산업 발달사. 식품과학과 산업, 51 (1), 45-60
- 최지현(2013) 세계 전분산업의 동향. 세계농업 150, 1-17
- GlobalData (2023), Starch Report 2023
- Thomas, D. J. & Atwell, W. A. (1997) Starches. Eagan Press

## 전분의 생산 가공과 신기술 개발

연구책임자 : 박현진 교수 (고려대학교 식품공학과)

### 약 력

- 고려대학교 식품공학 학사, 석사
- 미국 Univ. of Georgia 식품공학 박사
- 前) 한국식품과학회 회장
- 前) 고려대학교 생명과학대학 학장
- 現) 세계식품공학회 Fellow
- 現) 미국식품과학회 Fellow
- 現) 미국 클렘슨대학교 식품·영양·포장학과 겸임교수
- 現) 한국과학기술원한림원 정회원
- 現) 고려대학교 식품공학과 정년후 석학교수
- 現) 한국식량안보연구재단 이사장



## 목 차

1. 서론 .....	23
1.1. 국내 전분 제조 시장 .....	25
1.2. 해외 전분 제조 시장 .....	26
2. 본론 .....	28
2.1. 전분 제조공정 .....	28
2.2. 전분 생산의 신기술 .....	34
2.2.1. 공기 분급 (Air classification) .....	35
2.2.2. 정전 선별 (Electrostatic separation) .....	39
2.2.3. 여러 기술의 조합 .....	45
3. 전망 .....	48
4. 결론 .....	49

## 1. 서론

전분은 곡물, 채소, 과일 등의 식품에서 발견되는 복합 탄수화물로, 식품의 광합성 작용으로 생산된 포도당 분자가 중합하여 형성된 천연 고분자 물질이다. 주로 곡류, 괴경, 뿌리, 구근 등에 저장되며, 이러한 식물 조직에서 에너지원으로 사용된다. 추출 및 건조 후에는 백색의 무미, 무취의 가루로, 찬물이나 알코올에는 녹지 않는다. 전분이 풍부한 식품은 좋은 에너지원이며 대부분 사람들의 주된 탄수화물 공급원이다. 전분이 풍부한 식품은 신체에 포도당을 제공하여 영양가 있는 균형 잡힌 식단에 필수적이다. 포도당은 인간의 모든 세포에 주된 에너지원이다. 이러한 식품은 또한 다양한 비타민, 미네랄, 섬유질 및 기타 영양소를 제공한다. 식품 용도 외에도 전분은 제약, 제지, 사료 등 다양한 산업의 제조 공정에서 사용된다. 전분은 아밀로오스와 아밀로펙틴이라는 두 가지 형태로 존재하는 포도당 분자로 구성된다. 전분은 셀룰로오스와 함께 중요한 바이오매스 자원으로 인식되며, 식품, 제약, 화장품, 종이 제조 등 다양한 산업 분야에서 활용된다.

전분이 추출되는 주요 작물로는 옥수수, 밀, 감자, 카사바가 있으며, 그 외에도 고구마, 쌀, 보리 등이 있다. 특히 카사바는 동남아시아, 남미 지역 등 열대지방에서 생산되는 작물로 최근 몇 년간 수요가 크게 증가하고 있어 향후 지속적인 성장이 전망되고 있다. 전분은 식품 산업에서 점증제, 안정제, 증점제 등으로 광범위하게 사용되며, 제약 산업에서는 정제의 부형제 및 캡슐의 원료로 활용된다. 화장품 산업에서는 피부 보호 및 보습 기능을 제공하는 원료로 사용

되고, 종이 제조 산업에서는 종이의 강도를 높이고 인쇄 품질을 개선하는 데 기여한다. 이러한 다양한 응용 분야는 전분의 물리적, 화학적 특성에 기반하며, 원료의 종류와 가공 방법에 따라 다양한 제품이 생산된다.

국내 전분 제조 시장은 다양한 원료와 기술을 바탕으로 발전하고 있으며, 특히 식품 산업, 제약 산업, 바이오 연료 및 바이오 플라스틱 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 국내에서 생산되는 주요 전분 원료로는 옥수수, 감자, 고구마 등이 있다. 원료별로 주 사용되는 용도도 달라지는데, 옥수수 전분의 경우 식품 첨가물, 제지, 바이오 연료 등으로 광범위하게 사용되고, 감자 전분은 높은 점성으로 인해 소스, 스프, 푸딩 등에 주로 사용된다. 또한 고구마 전분은 당면과 같은 전통 식품 제조에 많이 사용된다. 아래 표 1과 표 2는 전분의 다양한 산업에서의 활용 분야와 각 원료별 주요 용도를 정리한 것이다.

표 1. 전분의 식품분야 이용 (최지현, 2013)

용도	제품
제빵	빵, 케이크, 페스트리, 비스킷 등은 전분의 주요 소비처임. 변성전분은 제품의 수분을 보전하고 유통기한을 연장
음료	전분은 발효과정을 통해 술, 과실주, 음료 등으로 생산
과자	전분은 gum과 페이스트 등 다양한 사탕으로도 생산, 이러한 단맛은 과자를 만들 때 설탕 대용으로 쓰임
유제품 및 디저트	전분은 단맛, 강도, 점성 등을 강화하는데 쓰이며 푸딩, 커스터드 크림, 플레인 아이스크림 등의 질감을 향상
과일 첨가물	과일 통조림, 잼, 마멀레이드 등을 만들 때 단맛, 질감, 점성 등을 향상시키는데 쓰이며, 산화와 변색을 방지하는데 도움.
가공식품	전분은 스낵, 파스타, 유아 식품, 편이식품, 스프, 소스, 면, 육류 등 가공식품 전반에 걸쳐 다양하게 사용

표 2. 전분의 비식품분야 이용 (최지현, 2013)

용도	제품
접착제	옥수수전분과 덱스트린은 종이접착제로써 우표, 봉투, 라벨 등 활용
건축	콘크리트 블록의 접착제, 페인트 필러, 플라이우드 접착제, 내열보드 등
화장품	로션, 파우더 등
화약	성냥의 화약 바인더
채광	석유, 가스 등 천연 자연의 채굴 시 드릴에 발생하는 열을 식히기 위한 쿨링제 또는 광물의 부유와 침전에 활용
종이	변성전분은 종이제품에 넓게 사용되고 있음. 냅킨, 여성철경제, 종이코팅 제품의 생산 등에 활용
제약	알약의 코팅과 다른 성분들의 결합, 호르몬, 비타민 생산에 사용
섬유	섬유의 마감, 프린팅 등 섬유의 후처리 공정에 활용

또한, 앞서 언급했듯이 식품산업 외에도 산업용 전분으로 제약, 식물, 접착제, 바이오 플라스틱 등의 분야에서 중요한 원료로 활용되고 있다. 최근 몇 년간 환경친화적이고 지속 가능한 제품에 대한 수요가 증가함에 따라 바이오 플라스틱과 같은 분야에서도 전분의 활용이 확대되고 있다. 이는 전분의 다양한 응용 가능성을 높이고 있으며, 향후 시장 성장의 중요한 요인이 될 것이다.

### 1.1. 국내 전분 제조 시장

국내 전분 생산 업체는 1990년만 해도 100여 개 업체 정도 있었지만, 현재는 중국과 유럽의 저가 전분 수입에 밀려 대상, 삼양사, 사조대림, CJ제일제당 4개 사밖에 남지 않은 실정이다. 이러한 급격한 변화는 글로벌 시장에서의 가격 경쟁력 부족과 국내 생산 비용 증가가 주요 원인으로 작용하였다. 특히 국내 전분 생산업체는 여러 가지 도전 과제에 직면하고 있다. 예를 들어, 생산량에 대해 모두 팔지 못하고 남은 재고 물량은 기업의 재정적 부담을 가중하고 있으며, 전분 생산 공정에서 나오는 폐수에 대한 엄격한 환경 규제는 추가적인 비용을 발생시키고 있다. 또한, 전분박 폐기물 처리비용은 계속해서 증가하고 있어 이는 국내 전분 업체에 큰 부담이 되고 있다. 이러한 문제들은 국내 전분 산업의 경쟁력을 저하해, 이를 해결하기 위한 새로운 전략과 기술 개발이 시급히 요구되고 있다.

2021년 기준, 통계청에 따르면 그림 1과 같이 국내 전분 생산업체는 종사자 10인 이상의 사업체 기준으로 총 362개이며 출하액은 6.6조 원에 달한다. 곡물도정업의 경우 2020년 기준으로 정부가 운영하는 도정공장은 123개, 가공 능력은 161만 톤 정도이다. 민간 부문의 경우, 미곡종합처리장이 196개(농협 132개, 민간 64개)이며, 가공 능력은 255만 톤이었다.

한편, 옥수수 전분의 경우 2023년 기준 약 0.59백만 톤을 생산했으며, 2032년까지 연평균 성장률(CAGR) 2.30%를 기록할 것으로 예상된다(Expert Market Research, 2024). 또한, 변성 전분 시장은 2024년부터 2030년까지 연평균 성장률 7.5%를 기록할 것으로 예상된다(6Wresearch, 2024).

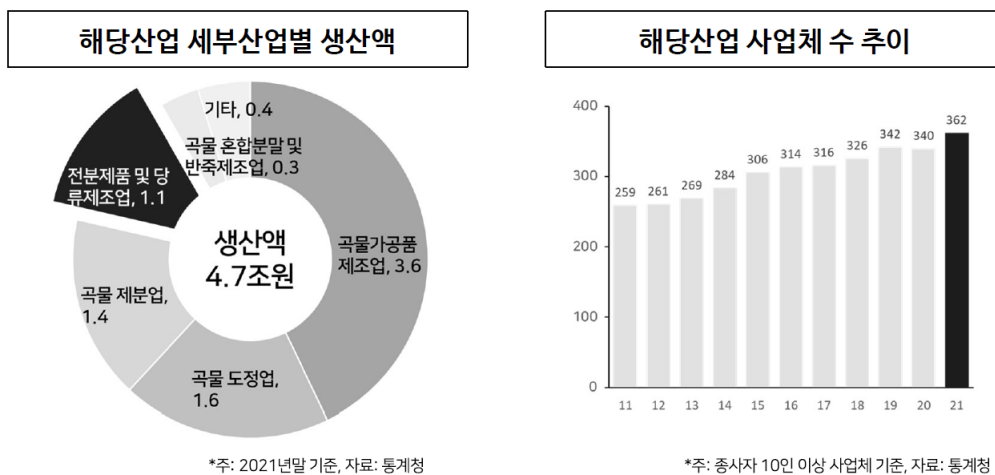


그림 1. 전분제조시장 생산액 및 사업체 수 추이 (김기환 외, 2023)

## 1.2. 해외 전분 제조 시장

세계 전분 시장은 지역별로 다양한 특성을 보이며 성장하고 있다. 2022년 기준으로 한국의 전분시장은 세계 전분 시장의 약 2.6%를 차지하고 있다. 글로벌 전분 생산량은 2,861,080톤이며, 주요 생산국으로는 중국과 미국이 있다. 2021년 기준으로 중국은 371억 달러, 미국은 128억 달러 규모의 전분을 생산하고 있다. 중국은 전분 수입의 최대국으로, 2018년에서 2022년 사이에 연평균 성장률(CAGR) 23%를 기록하며 전 세계 수입의 거의 3분의 1을 차지했다. 그 뒤를 이어 미국, 독일, 인도네시아, 프랑스가 상위 다섯 개 전분 수입국에 올랐다. 멕시코는 중국 다음으로 높은 성장률을 보였으며, 2018년에서 2022년 기간 동안 22.7%를 기록했고, 2022년에는 32%의 성장률을 보였다.

북미 지역은 전분 시장에서 주요한 역할을 하고 있다. 특히 미국, 캐나다, 멕시코가 중요한 시장을 형성하고 있다. 2023년 북미의 산업용 전분 시장 규모는 약 240억 5천만 달러에 달하며, 2032년까지 연평균 성장률(CAGR) 6.7%를 기록할 것으로 예상된다(Expert Market Research, 2024). 이 지역의 전분 수요는 주로 가공식품 및 제약 산업에서 비롯되며, 옥수수가 주요 원료로 사용된다. 주요 기업으로는 카길(Cargill), 아처 다니엘스 미들랜드(ADM), 인그리디언(Ingredion)이 있다 (Mordor Intelligence, 2024). 유럽은 클린 라벨 전분과 같은 자연 친화적인 제품에 대한 수요가 높다. 주요 생산국으로는 독일, 프랑스, 영국, 이탈리아 등이 있으며, 특히 제약, 화장품, 종이 제조업에서 전분의 수요가 증가하고 있다. 유럽의 전분 시장은 2024년부터 2030년까지 연평균 성장률 5.7%를 기록할 것으로 예상된다(Maximize Market Research, 2024). 주요 기업으로는 테이트 앤 라일(Tate & Lyle), Agrana, Roquette가 있다(Mordor Intelligence, 2024).

아시아 태평양 지역은 빠르게 성장하는 전분 시장 중 하나다. 중국, 인도, 일본, 한국이 주요 시장이며, 특히 식품 및 제약 산업에서 전분의 사용이 증가하고 있다. 2024년부터 2032년까지 이 지역의 전분 시장은 연평균 성장률 6.5%를 기록할 것으로 예상된다(Expert Market Research, 2024; Grand View Research, 2024). 인그리디언, 카길, Roquette 등의 글로벌 기업들이 인도와 중국에 투자를 확대하고 있다.

남미에서는 브라질이 주요 전분 시장을 형성하고 있으며, 아르헨티나도 중요한 역할을 하고 있다. 이 지역은 가공식품과 생명공학 산업에서의 수요 증가로 전분 시장이 성장하고 있다. 브라질에서는 소비자들의 가처분 소득 증가와 도시화가 시장 성장을 견인하고 있다. 카길은 브라질에 말토덱스트린과 변성 전분 생산을 위한 투자를 확대하고 있다. 중동 및 아프리카 지역은 상대적으로 작은 시장이지만, 특히 남아프리카공화국과 이집트에서 전분 수요가 증가하고 있다. 이 지역에서는 주로 감미료와 가공식품 산업에서 전분이 사용되며, 앞으로도 성장 잠재력이 높다 (Grand View Research, 2024).

한편, 카사바 혹은 타피오카 전분은 2022년 기준 전 세계 전분 수입의 50% 이상을 차지하여 가장 인기 있는 전분 원료이다. 카사바 전분은 아시아-태평양 및 남미 지역에서 인기가 많으며,

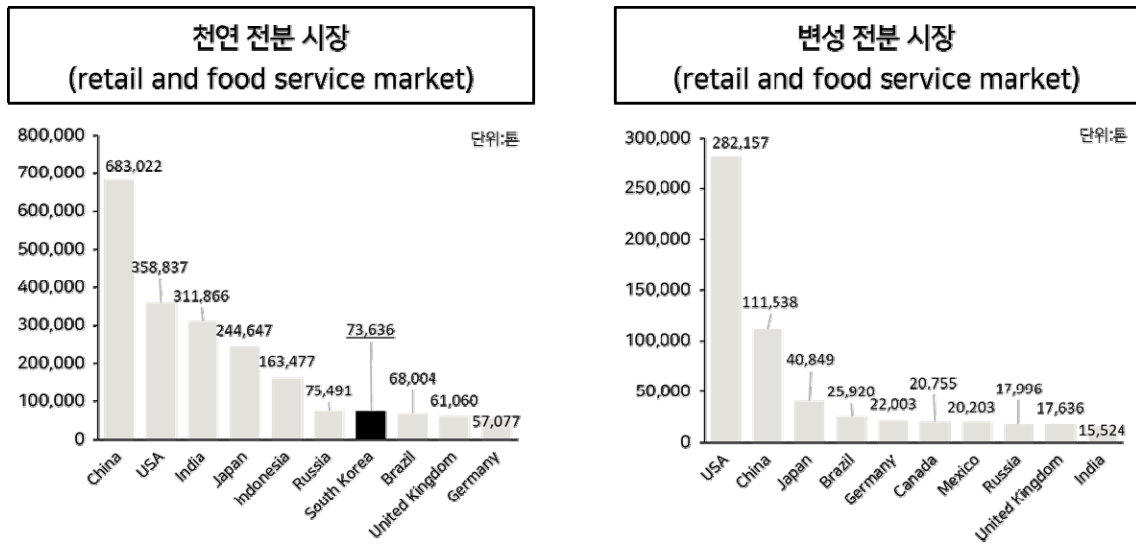


그림 2. 글로벌 천연 전분 및 변성전분 시장 (Euromonitor, 2023)

다양한 식품 제품과 산업 응용 분야에서 사용된다. 그 뒤를 이어 옥수수 전분, 감자 전분, 밀 전분, 이눌린 전분이 각각 21.0%, 11.6%, 8.7%, 1%를 차지한다. 옥수수 전분의 경우 옥수수는 전 세계적으로 널리 재배되는 작물이기 때문에 전분의 대량 생산이 가능하고, 이 때문에 비교적 저렴한 가격으로 생산이 가능하다. 또한 옥수수전분은 점도, 투명도, 젤 형성 능력 등 다양한 기능적 특성을 가지고 있어 식품, 제지, 화학 등 다양한 산업에서 널리 사용되며 시장을 주도하고 있다. 또한, 포 포도당 시럽, 말토덱스트린, 고과당 옥수수 시럽 등과 같은 옥수수 전분 유도체로 가공될 수 있어 활용 가치가 높다.

밀 전분은 아밀로펙틴 함량이 높아 우수한 증점 특성을 가지고 적절한 탄성을 가지고 있어 파스타, 케이크, 페이스트리 등의 반죽을 만들 때 사용된다. 또한, 높은 온도에서도 증점 능력을 유지할 수 있어 베이커리 제품에 많이 이용되고, 이를 포함한 식품 응용 분야와 섬유 및 제지

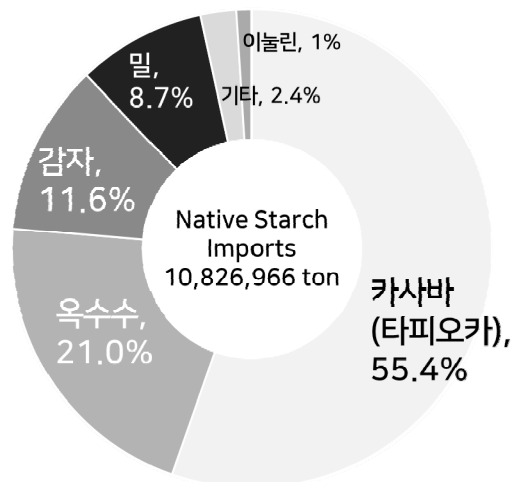


그림 3. 2022 원료별 일반 전분 거래량 (Global trade tracker, 2023)

산업에서 사용된다. 감자전분의 경우 단백질과 지방함량이 거의 없는 순백색의 색상을 띠고 전분 입자가 크고 매끄러워 물에 가열했을 때 점성이 커서 소스나 수프에 점도를 부여하는 증점제로도 많이 활용되고 있다. 또한, 식품산업 외에도 제약 산업에서 정제의 바인더로, 화장품 산업에서 크림과 로션의 증점제 등 다양한 산업에서 이용되고 있다.

지역별 전분 시장 동향은 각 지역의 특성과 소비자 요구에 따라 다양한 변화를 보이고 있다. 특히 지속 가능한 생산 방법과 클린 라벨 제품에 대한 수요 증가는 전 세계적으로 공통된 트렌드이다. 이러한 변화는 전분 산업의 발전 방향을 제시하며, 기업들이 경쟁력을 강화하는 데 중요한 요소로 작용하고 있다.

## 2. 본론

### 2.1. 전분 제조과정

전분은 콩류의 주성분으로 전체 질량의 35~60%를 차지하며 단백질 함량은 14.9~39.4%이다 (Singh, 2017). 일반적인 전분의 제조공정은 다음과 같다. 전분으로 추출하여 이용되는 전통적인 원료로는 옥수수, 감자, 밀, 고구마 등이 있다. 원료의 선택은 최종 제품의 특성과 용도에 따라 결정된다. 전분을 제조하기 전에 먼저 원료의 세척 과정을 거쳐 불순물을 제거한다. 그 후, 원료를 작은 입자로 분쇄하여 전분을 추출하기 쉽게 만든다. 예를 들어, 옥수수는 물과 함께 분쇄하여 껍질을 분리하고, 감자는 세척 후 으깨어 작은 조각으로 만든다. 분쇄된 원료는 물을 이용하여 단백질과 섬유 등 여러 물질로부터 침지를 통해 분리하고 필요에 따라 건조시켜 추출하여 생산된다. 이 과정에서 주로 물이 용매로 사용되며, 필요한 경우 저농도의  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  및 소듐 하이드록사이드와 같은 용제 용액이 사용될 수 있다. 침지 과정을 통해 분리된 전분은 여러 번의 물 세척과 여과 과정을 거쳐 불순물을 제거하고 순도 높은 전분을 얻는다. 이 과정에서는 원심분리기나 하이드로사이클론과 같은 장비가 사용된다. 정제된 전분은 탈수 과정을 거쳐 수분을 제거하고 건조시킨다. 건조된 전분은 분말 형태로 최종 제품으로 사용될 준비가 된다. 이 과정에서는 일반적으로 열풍 건조기나 스프레이 드라이어가 사용된다. 일부 전분은 특정 용도에 맞추기 위해 추가적인 화학적 처리를 거친다. 당화 과정을 통해 전분당을 만들거나, 발효 등으로 부산물, 바이오에탄올을 생산할 수 있고, 변성 전분으로 만들기도 한다.

변성전분은 다양한 화학적 혹은 물리적 처리를 통해 전분입자의 구조를 변화시켜 원래 전분이 갖지 않는 특정 기능을 부여받아 식품, 제약, 화장품 등 다양한 산업에서 사용된다. 예를 들어, 산 처리, 알칼리 처리, 효소 처리를 통해 전분의 점도, 투명도, 안정성 등을 조절할 수 있다. 화학적 처리를 하여 만든 전분의 대표적 사례가 무수초산을 반응시켜 만든 초산전분, 인산을 첨가한 인산 전분, 최근에는 하이드로필기를 결합시킨 하이드로프로필 전분도 있다. 이외에도 가열, 압출, 건조 등의 물리적 처리를 통해 전분을 변성시킬 수 있는데, 호화전분이 대표적이다.

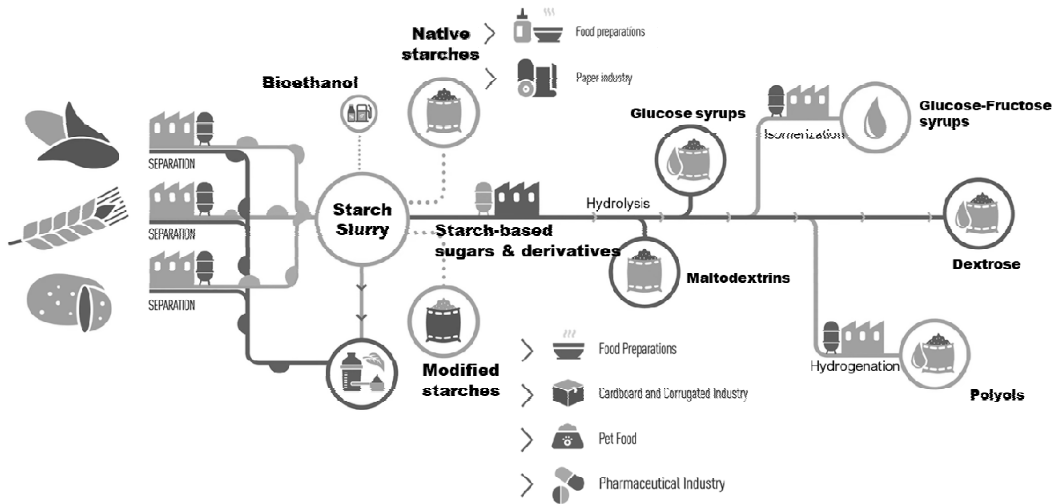


그림 4. 전분 제조과정 모사도 (Starch Europe, 2022)

호화전분은 호화를 시킨 후 급속 냉각하면 전분이 채 노화되기 전에 그대로 구조가 굳게 되고 이에 물을 넣고 가열하면 다시 호화전분이 될 수 있다. 또한, 전분을 효소로 분해하거나 변형하여 원하는 특성을 부여하는 효소적 처리를 통한 변성전분도 있다. 이러한 변성 전분은 물에 빨리 녹고 온도가 떨어져도 호화상태를 유지하는 것을 목표로 한다. 따라서 천연전분보다 변성전분은 다양한 기능성을 가질 수 있어 식품 산업 외에도 다양한 산업 분야에서 활용도가 높다. 식품에서는 점성 조절제, 안정제, 증점제, 유화제 등으로 사용될 수 있는데, 예를 들어, 소스, 수프, 드레싱 등의 제품에서 점도를 조절하거나 안정성을 높이기 위해 사용된다. 또한, 제약 산업에서는 정제의 붕해제, 결합제 등으로 사용되며, 약물의 방출 속도를 조절하는 데 기여하고, 종이의 강도와 내구성을 향상시키기 위해서도 사용된다. 전분의 코팅은 인쇄 품질을 높이는 데도 기여한다. 또한, 변성전분은 온도, pH, 저장 조건 등에 높은 안정성을 가지므로 제품의 품질을 유지하는데 도움이 되고, 물에 잘 용해되거나 분산되어 처리와 사용이 용이하다. 이를 통해 완제품의 맛 개선, 완제품의 조직 상태 개선, 제품 가공 성능 향상, 식품 내성 강화 등 일반 전분보다 더 나은 특성을 가져올 수 있다.

그 외에 전분을 제조할 때 나오는 부산물로는 전분박(Starch pulp)이 있다. 전분박은 고구마, 감자, 옥수수 등에서 전분을 추출하고 남은 부산물이다. 주로 고구마, 감자, 옥수수 등의 원료에서 전분을 빼내고 남은 찌꺼기 형태로 남게 된다. 전분박은 전분을 추출하는 과정에서 나오게 되는데, 원료를 세척한 후 마쇄하여 물을 첨가하여 죽 모양이 되게 한 후 체를 이용하여 전분유와 전분박으로 분리할 수 있다. 또한, 분리된 전분유를 침전지에서 침전분리하고, 다시 원심분리한 후 전분을 정제한다. 이 때 생산되는 전분박은 원료의 약 5~6%가 생산되는데, 수분이 80% 이상이나 되어 저장 및 취급이 불편하여 공장 주변의 양축가들은 이용할 수 있으나 원거리에서는 사료로 이용하기가 어렵다. 또한, 전분박의 주요 성분은 가용무질소물(60-70%)이며, 단백질 함량은 5-11%, 지방 함량은 매우 낮아, 단독으로는 가축 사료로서의 가치가 높지 않다. 하지만 건조하거나 발효시켜 사용할 경우, 영양소의 이용률이 높아져 사료로 활용할 수 있다.

따라서 이를 가축 사료로 사용할 때는 추가적인 영양소 보충이 필요합니다. 특히 소나 돼지에게 적합하며, 사료로 사용하기 전에 건조시키거나 사일리지 형태로 가공하여 가축사료로 활용하게 된다. 또한, 전분박은 발효 과정을 통해 사료 효모를 생산할 수도 있다. 옥수수 전분박을 이용한 효모 생산 연구에서는, 염산을 사용한 가수분해 방법이 효과적이며, 이를 통해 사료 효모를 생산할 수 있는 배양 조건이 확인되었다(홍재식 외, 1984).

한편, 전분을 분리하기 전에 원료 식물을 분쇄하여 구성 요소를 물리적으로 분산시켜야 하는데, 이 과정에서 전분 입자가 과도하게 손상되지 않도록 주의해야 한다. 원료를 분쇄하는 방식에는 습식 제분 (wet milling)과 건식 제분 (dry milling)이 있다. 습식 제분은 전분, 유지, 부산물로 가축 사료 등을 주요 생산물로 얻으며, 세척 → 담금 → 분쇄 → 분리 → 정제 → 탈수/건조 단계로 진행된다. 이러한 습식제분은 가수를 통해 곡물의 껍질이 잘 분리될 수 있도록 한다. 이를 통해 곡물 알갱이에 있는 셀룰로오스, 유지, 단백질, 기타 물질을 분리하여 가루형 전분을 얻을 수 있다. 건식 제분은 불순물 제거 후 수분 조정, 껍질 제거 후 분쇄로 가루형태로 얻게 된다. 습식 제분은 물에 침지하여 알맹이를 분쇄하는 방식으로 주로 고순도의 전분, 유지 등을 생산할 때 이용되며, 건식제분은 침지 없이 수분 조정 및 껍질 제거로 분해 후 가루 형태로 얻게 되는 것으로 밀가루 등이 이러한 방식으로 만들어진다. 그림 5는 옥수수의 습식제분과 건식제분을 통해 얻게 되는 결과물을 표현한 모식도이다.

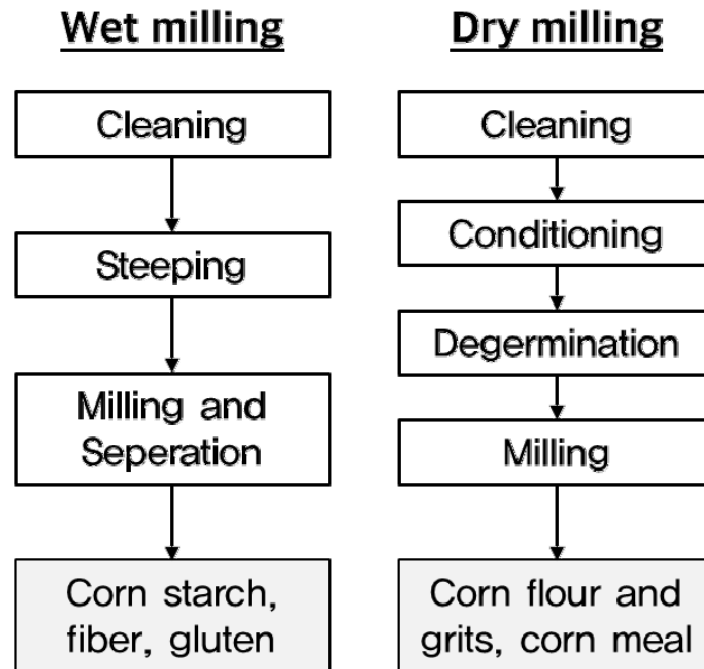


그림 5. 옥수수의 습식제분 (wet milling)과 건식제분 (dry milling)

한편, 전통적인 전분의 생산은 원료에 따라 달라지게 된다. 전분으로 많이 활용되고 있는 옥수수는 아밀로펙틴으로 구성된 찰옥수수, 아밀로오스가 약 27%정도 구성되어있는 일반옥수수,

그 이상의 아밀로오스 함량을 갖고 있는 고아밀로오스 옥수수 등이 있다. 옥수수는 배아가 8~10.2%, 단백질 9%, 전분질 70%로 구성되어 있어 전분 수율이 높은 곡물이다. 즉 옥수수에서 전분을 얻으려면 배아와 단백질과 같은 불순물을 제거함으로써 순수한 전분을 얻을 수 있다. 일반적인 경우 옥수수는 전분을 추출하기 위해 세척 과정을 먼저 거치게 된다. 세척된 옥수수는 물과 함께 분쇄하여 껍질을 분리하고, 옥수수를 가루상태로 만든다. 분쇄된 옥수수와 물의 혼합물은 여러 부분으로 분리되고 추출하여 전분을 얻는다. 특히 옥수수를 연화시킴으로써 마쇄 공정을 쉽게 하고 단백질과 가용성 성분을 추출하여 전분 분리를 쉽게 하기 위해 아황산 침지를 하기도 한다. 이는 세균 번식 방지의 기능도 한다. 이때 이렇게 침지하여 얻은 침지액은 진공농축액으로 만들 수 있는데, 이 농축액은 용출된 가용성 단백질, 펩타이드, 가용성 당질, 비타민류, 무기성분 등을 함유하게 된다. 이는 글루텐 피드 (feed)와 혼합하여 미생물 배지로 이용할 수 있다. 남은 옥수수 침전물은 미분쇄, 사별 과정을 거쳐 파쇄 후 비중의 차이를 이용하여 전분을 분리하게 된다. 분리된 전분에는 글루텐과 옥수수 껍질 함유되어 있으므로 사별(진동체)하여 전분과 글루텐은 통과(조전분)된다. 한편, 사별 후 체위에 남는 섬유질은 건조하여 탄산칼슘, 무기질 첨가 글루텐 피드로 제조하여 사료로 사용할 수 있다. 또한, 조전분유는 글루텐을 함유하기 때문에 비중의 차이와 입자의 크기에 따라 분리하도록 고안된 원심분리기에 의하여 연속적으로 전분을 분리하거나 테이블에서 흘러내려 분리된다.

밀은 물을 먼저 첨가하지 않고 우선 분쇄하여 가루 상태로 만든다. 이후, 분쇄된 밀 가루에 물 첨가. 밀가루를 수용액으로 만들어 다음 단계 처리를 용이하게 한다. 밀가루와 물이 혼합된 수용액은 원심분리기를 통해 분리된다. 감자는 먼저 세척을 한 후 미세한 작은 조각으로 으개야 한다. 이후 으갠 미세한 감자가루에서 전분알갱이를 추출할 수 있다.

또한, 전분은 위와 같이 원료별로 분쇄 방법 등 추출공정도 다르고, 이에 따라 영양학적 특성도 다양하다. 옥수수, 감자, 고구마 등 서류 (뿌리 및 줄기류)는 낮은 단백질 함량과 높은 탄수화물 함량을 보여 오래전부터 전분을 생산하는데 주원료로 이용되고 있으며, 정교한 과정 없이 간단한 절차로 전분을 추출할 수 있다. 콩류의 경우 높은 단백질 함량을 갖고 있으므로 전분 추출이 어려운데, 단백질 조각을 용해하고 전분을 회수하기 위해 염기성 또는 효소 처리와 산 침지, 고속 원심 분리와 같은 추가 공정이 필요로 한다.

전통적인 전분 원료 외에, 다양한 비전통적 원료에서 전분을 추출하려는 시도도 증가하고 있다. (Kringel et al, 2020). 이러한 원료는 나무, 허브/관목, 과일 등 다양한 식물에서 얻어지며, 그 전분은 독특한 특성과 기능을 지녀 다양한 산업적 응용 가능성을 가지고 있다. 현재 연구되고 있는 여러 원료 중 망고 커널(씨)의 경우 전분 함량이 높고(약 44.96%)과 함께 순도 또한 99.27%로 높다. 바나나 껍질 또한 전분으로 추출이 가능한데, 약 60% 정도의 높은 전분 함량을 가지고 있으며, 특히 바나나 전분은 저항성 전분 함량이 높아 산업적으로도 활용 가치가 높다. 그 외에도, 잭프루트 씨앗, 피냐오 씨앗, 대나무 줄기 등 다양한 원료에서 전분을 추출하기 위해 시도되고 있으며, 이는 앞으로 전분의 산업적 응용을 확대하고 전통적 전분 원료의 대체재로서 중요한 역할을 할 것이다.

표 3. 원료별 분쇄 방법 및 전분 추출 정도 (Kringel et al, 2020)

원료	밀링(분쇄) 방법	Starch purity [%]	Amylose [%]	Protein [%]
Bean	Wet-milling (0.16% NaHSO <sub>3</sub> )	Nd	Nd	0.43
Pea	Dry-milling	Nd	48.1	0.7
Grass pea	Wet-milling (0.1% NaOH)	Nd	38.0-39.0	0.15-0.18
Lentil	Wet-milling (1 mol L <sup>-1</sup> NaOH/HCl)	Nd	32.5	0.17-0.36
Potato	Wet-milling (distilled water)	Nd	18.8-22.9	Nd
Sweet potato	Wet-milling (0.1% NaHSO <sub>3</sub> )	>91	13.3-26.8	0.28-0.75
Cassava	Wet-milling (4.5% NaHSO <sub>3</sub> )	98.6	17	0.8
Amaranth	Wet-milling (0.3% NaOH)	86	22.3	4.9
Quinoa	Wet-milling (0.25% NaOH)	83.5-98.3	9.15-12.10	0.89-1.13

곡물 알갱이를 습식 및 건식 제분을 통해 분쇄하게 되면 사별한 전분유에는 미세섬유, 단백질 및 그 밖의 협잡물 등을 함유하게 된다. 따라서, 전분 입자를 분리하여야 하는데, 전분입자를 분리하는 원리는 비중 차이를 이용하는 것이다. 전분입자를 분리하는 전통적인 방법으로는 크게 탱크 침전법, 테이블 침전법, 원심분리법 등이 있다.

탱크 침전법은 재래식 방법으로 전분의 비중을 이용한 자연침전법으로 침전 탱크에 8-12시간 정치하여 장시간 침전시키고 물을 빼고 전분을 분리하는 방법이다. 하지만 이러한 방법은 공장의 처리 능력을 저해하고 혐기성세균 번식의 위험이 있다. 두 번째로 테이블 침전법은 경사진 목재나 콘크리트로 만든 홈통으로 흐르게 하여 비중차이로 전분입자를 분리하는 방법이다. 탱크 침전에 비해 짧은 시간 내에 침전이 가능하고, 폐액을 연속적으로 제거가능하다. 원심분리법은 원심력을 이용하여 연속식 원심분리기를 사용한다. 무거운 전분이 밖으로 나가고 가벼운 입자들이 안으로 모이면서 분리하는 방법이다.



그림 6. 전통적인 전분의 분리 방법

앞서 언급한 전통적인 전분의 분리방법 외에도 하이드로사이클론 기술이 있다. 하이드로 사이클론은 원심력을 이용하여 액체 속의 입자를 분리하는 장치이다. 전분슬러리는 일정한 압력 하에 원통형 부분으로 유입되며, 이때 원심력이 발생된다. 이 원심력은 무거운 입자들을 바깥 쪽으로 밀어내어 아래쪽으로 이동시키고, 가벼운 입자들은 중앙을 통해 위쪽으로 이동되게 하는 것이다. 이는 연속된 원심분리로 정제된 전분 슬러리를 추출하고 함유된 용해성 및 불용성 단백질 및 가능한 작은 섬유(fiber)를 제거할 수 있도록 한다.

그림 7은 실험실 규모의 소단위 하이드로사이클론을 활용한 전분 분리 모식도를 나타내는데, 원심력에 의해 밀도가 높은 전분슬러리는 원뿔의 외곽으로 이동하여 하부배출구(underflow tank)로 빠져나가게 된다. 밀도가 낮은 섬유질 등의 불순물 및 다른 용해성 물질들은 중심부로 이동하여 상부배출구(overflow tank)로 배출된다, 필터링된 슬러리는 다음 단계의 하이드로 사이클론 유닛에 들어가게 된다. 보통 전분의 분리과정은 단일 하이드로사이클론으로 충분한 분리가 이루어지지 않기 때문에 여러 개의 하이드로사이클론을 직렬 또는 병렬로 배치하여 6~12단계 정도 다단계 시스템을 통해 분리 추출하게 된다.

이러한 하이드로사이클론 분리 방법은 전통적인 탱크 침전과 비교하여 공간 절약이 되며, 전분을 추출하는데 시간을 절약할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 필터로 분리하는 것이 아니기 때문에 하이드로사이클론은 연속적으로 작동하고 자체 청소 기능이 있어 필터 청소나 교체가 불필요하다. 또한, 원심분리기와 비교하였을 때 원심분리기도 원심력을 사용하지만, 하이드로 사이클론은 설계가 더 간단하고 에너지 효율이 높다. 또한, 원심분리기는 이동 부품이 많아 유지 보수 비용이 더 많이 들어가는 편이다. 이외에도 하이드로사이클론은 전분 회수율이 높고 작은 입자까지 효과적으로 분리하여 불순물 제거 효율이 뛰어나다. 그리고 전분 분리에 이용된 물은 원물 세척 단계에서의 물로 재사용이 가능하다.

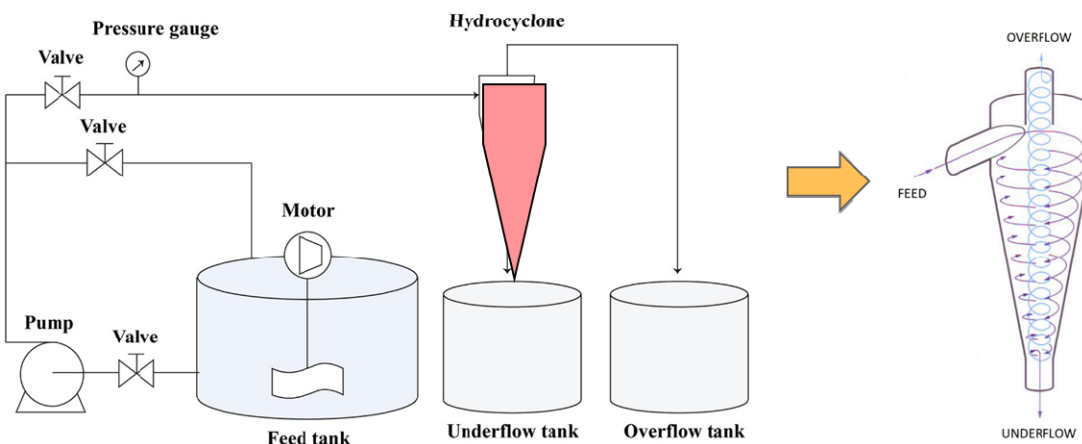


그림 7. 하이드로사이클론 디자인 모식도 (Saengchan et al., 2019)

## 2.2. 전분 생산의 신기술

전분 추출을 위한 새로운 기술 개발은 산업 수준에서 경쟁 우위를 얻기 위한 트렌드로 발전하고 있다. 산업적 차원에서 경쟁력을 갖추기 위하여 전분 추출을 위한 새로운 기술 개발에는 주로 전분 추출에 필요한 시간 감소, 전분 수율 향상 및 물 소비 감소를 목표로 할 수 있다. 이는 그림 8과 같이 알칼리성 또는 산 처리와 함께 효소 처리 결합된 방법, 고압, 초음파 및 적외선의 사용하는 방법 등이 있다. 그 외에도 물(용매)를 사용하지 않은 dry fractionation 기술도 연구되고 있다.

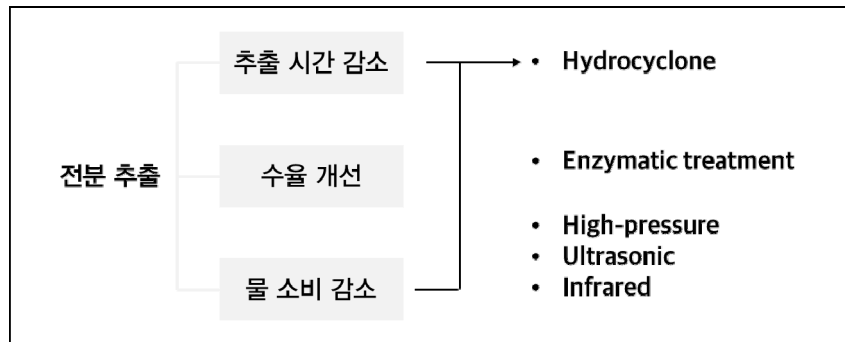


그림 8. 전분 생산 기술 개요

또한, 용제를 이용하지 않고 곡물 알갱이를 성분별로 분리하는 방법들이 연구되고 있는데, 이를 dry fractionation method라고 한다. 이 방법에는 크계, 밀도와 입자 크기 차이에 기초하여 성분을 분리할 수 있는 air classification과 높은 전하를 띠는 단백질과 그렇지 않은 전분을 전자기적 방법으로 분리해내는 electrostatic separation이 있다. 이러한 방법은 용제(solvent)와 물, drying(열)을 이용한 전통적인 추출방법에 비해 에너지 효율을 높이고, 전분 입자에 손상을 덜 입혀, 지속 가능하고 성분의 고유 기능이 보존되는 장점이 있다. 또한, 전분 입자를 분리하기 전 밀링방법에 따라 분리효율에 영향을 미치는데, 일반적으로 입자크기가 작을수록 표면적이 커져서 입자간 접촉이 증가하여 표면 전하가 커지는 반면 너무 작은 입자는 쉽게 응집되어 오히려 분리되기 어렵고 분리효율을 떨어뜨린다.

전분 생산의 수율을 높이기 위해 앞서 제시된 여러 기술을 조합하여 생산할 수 있다. 건식 분리 후 습식 정제 단계의 조합은 특히 단백질 함량이 높은 곡류의 전분생산에 있어 에너지 효율을 최소화하며 수율을 높일 수 있다. 또한, 공기분급(air classification)과 정전기 분리(electrostatic separation)을 함께 이용하는 방법도 연구되고 있다. 단백질은 정전기 과정에서 동일 극성을 띠기 때문에, 정전기적 분리를 통해 단백질에서 전분을 분리하는 것은 다소 어렵다. 따라서 공기 분류를 통해 대부분의 전분을 분리해내고, 그 다음 정전기 분리를 통해 섬유질 등 다른 물질을 제거할 수 있다.

### 2.2.1. 공기 분급 방법(Air classification)

공기 분급법은 입자의 크기, 밀도, 형상 등의 물리적 특성에 따라 입자를 건식으로 분리하는 방법이다. 이 방법은 공기 분류는 입자가 공기 흐름을 타고 이동하면서 밀도와 크기의 차이에 따라 서로 다른 경로로 분리되는 원리이다. 일반적으로 분말을 미세 분획과 거친 분획으로 분리하는 데 사용되며, 절단점이  $60\mu\text{m}$  이하이다. 이러한 분리는 식품 산업에서 공정 흐름에서 원하지 않는 미세하거나 거친 입자를 제거하고, 특정 성분을 미세 또는 거친 분획에서 농축하는 데 사용된다. 후자의 예로는 다양한 곡물과 콩류로부터 단백질과 전분이 농축된 분획을 생산할 수 있다.

이러한 분리 공정은 제분 단계와 그 후의 공기 분류 단계로 구성된다. 제분 단계에서는 이러한 성분의 파괴 거동 차이를 이용하여 단백질과 전분 입자의 크기 차이를 얻는다. 결과적으로 공기 분류 후 완두콩으로부터 단백질과 전분 분획의 회수율과 순도는 제분 성능에 따라 달라지는 것으로 나타났다. 얻어진 분획의 순도에 영향을 미치는 두 번째 요인은 공급물의 조성이다. 전분 함량과 그들의 입자 크기가 주요 요인이다.

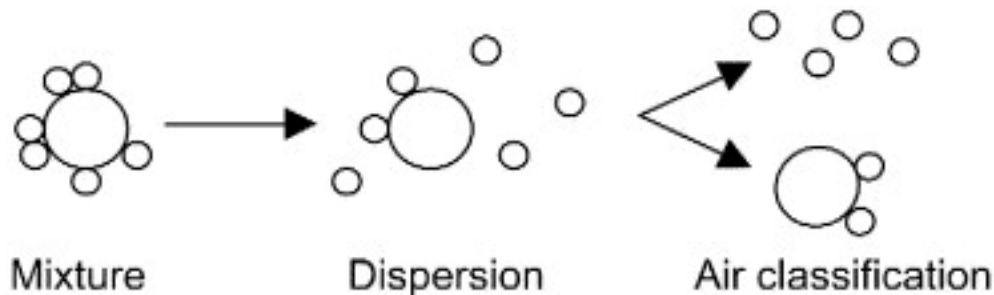


그림 9. 공기 분급법의 원리 (Dijkink et al., 2007)

공기 분류 중 두 가지 주요 요인이 분리 공정에 영향을 미칠 수 있다. 첫 번째는 공기 분류 중 분리의 절단점이다. 이 절단점은 입자가 거친 분획에 포함될 확률과 미세 분획에 포함될 확률이 동일한 입자 크기이다. 분류기의 공기 흐름이나 회전자 속도를 변경하여 절단점을 조정할 수 있다. 단백질-전분 분리를 위해 최적의 절단점은 대개 대부분의 전분 입자 크기보다 작은  $10\mu\text{m}$  정도이다. 더 낮은 절단점은 단백질 분획의 순도를 증가시킬 수 있지만, 수율이 낮아질 수 있다. 두 번째 요인은 분류기에서 분말의 분산 정도이다. 매우 큰 입자는 항상 거친 분획에 포함된다. 입자가 작아질수록 거친 분획에 포함될 확률은 감소한다. 절단점 이하에서는 입자가 작아질수록 거친 분획에 포함될 확률이 계속 감소해야 한다. 그러나 많은 경우, 매우 작은 입자의 경우 이 확률이 최소값에 도달한 후 다시 증가하는 것으로 나타났다. 이는 작은 입자가 큰 입자에 부착되기 때문으로 보고 있다.

그림 10은 분쇄된 완두콩가루의 현미경 사진이다. 크고 매끄러운 전분 과립에 부착된 작은 단백질 입자가 부착되어 있는 것을 볼 수 있다. 이렇게 단백질 입자가 큰 전분 입자에 부착되면

단백질 분획의 수율이 낮아지고 전분 분획의 순도도 낮아진다. 전분과 단백질 분획의 수율과 특히 순도는 공기 분류의 경제적 타당성에 큰 영향을 미친다. 따라서 단백질이 전분 성분에 부착되는 데 영향을 미치는 요인과 공기 흐름에서의 분산성은 전분의 공기 분류법에서 가장 중요한 핵심 중 하나이다.

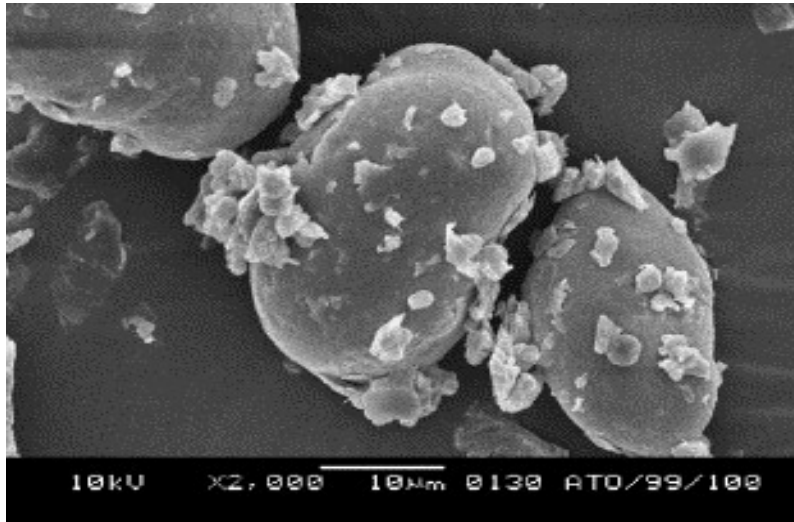


그림 10. 완두콩 가루의 주사전자현미경 사진 (SEM) (Dijkink et al., 2007)

Dijkink et al (2017)는 이러한 전분과 단백질 입자의 분산성과 공기 분류 성능 간의 강한 상관관계에 대해 연구하였다. 특히, 전분과 단백질의 부착 현상이 공기 분류 중 분리 효율에 미치는 영향을 이해하고자 했다. 이를 위해 전분과 미세 단백질 입자의 이분산 혼합물의 공기 흐름에서의 분산성을 연구하고, 단백질 분획에서 작은 전분 입자의 수를 교정하는 방법을 사용하여 단백질/전분 혼합물의 분산성을 결정했다. 그 결과 단백질과 전분의 종류가 분산성에 큰 영향을 미쳤다. 전분의 종류는 입자 크기뿐만 아니라 표면 거칠기와 같은 다른 특성도 영향을 미쳤다. 단백질 함량이 증가하면 분산성이 향상되었지만, 전분과 단백질 입자 사이의

표 4. 곡물 종류별 입자 크기와 밀도 (Dijkink et al., 2007)

전분 및 단백질	평균 입자 크기 ( $\mu\text{m}$ )	분획물 < 10 $\mu\text{m}$ (%)	겉보기 밀도 (kg/L)
밀 전분	20	8	0.90
작은 감자 전분	31	1	1.40
큰 감자 전분	53	0	1.40
밀 단백질	7	74	0.63
대두 단백질	8	70	0.64
완두콩 단백질	13	39	0.49
루핀콩	10	53	0.84

부착력에는 영향을 미치지 않았다. 상대 습도가 90%일 때 부착력이 증가하면 분산성이 감소했다. 또한, 저장 조건도 영향을 미칠 수 있는데, 높은 상대 습도에서 저장한 혼합물의 경우, 단백질과 전분 입자 사이의 부착력이 증가하여 분산성이 감소하고 분리 효율성이 낮아졌다.

또한, 전분의 종류가 분산 지수에 영향을 미치며, 다양한 전분 입자와 단백질을 부착하여 따라서 전분과 단백질 입자 사이의 부착력에도 영향을 미친다는 것을 표 5에 나타냈다. 상대적으로 작은 밀 전분 입자가 분산 지수를 가장 많이 감소시키지만, 더 큰 전분 입자가 더 나은 분산 특성을 제공한다고 결론지을 수는 없다. 대두 단백질과 밀 단백질 혼합물에서는, 거친 감자 전분을 첨가한 경우가 고운 감자 전분을 첨가한 경우보다 더 낮은 분산 지수를 보였다. 전분 입자의 크기 외에도 입자의 표면 거칠기가 단백질 입자와 전분 사이의 부착력에 중요한 역할을 할 수 있다. 그리고, 여러 혼합물에서 단백질의 종류도 분산 지수에 영향을 미친다. 그러나 그 영향은 명확하지 않다. 밀 전분 또는 거친 감자 전분을 사용한 대두 단백질과 밀 단백질 혼합물의 분산 지수는 유사했지만, 고운 감자 전분을 사용한 혼합물에서는 분산 지수가 달랐다.

표 5. 단백질과 전분의 혼합 전과 후 분산 지수 (Dijkink et al., 2007)

단백질 종류	분산지수			
	순수 단백질	전분의 종류		
		밀	고운 감자	거친 감자
밀	0.92	0.63/0.66	0.82	0.74/0.75
대두	0.83	0.63	0.67	0.73
완두콩	0.71	0.45		
루핀콩	0.22	0.29	0.33	0.30

Zhu et al (2020)은 건식 분리를 통해 얻은 녹두 단백질 농축물의 순도와 수율을 높이기 위해 분말 상태를 분쇄 및 공기 분류 과정에서 최적화하였다. 전체 규모의 공기 유동 충격 분쇄기를 사용하여 비교적 거친 분쇄(로터 주파수 40 Hz)를 통해 단백질을 충분히 분리시키면서 전분 과립에 과도한 손상을 주지 않도록 하였다. 그 후, 높은 분류기 휠 주파수(50-70 Hz), 유도 팬 주파수(50-70 Hz) 및 낮은 공급 속도(1.0-6.0 kg/h)를 사용하여 컷 포인트와 피쉬훅 효과를 줄임으로써 단백질 분리 효율을 향상시켰다. 즉, 분쇄 주파수가 높을수록 더 작은 입자가 생성되어 단백질 순도를 높였다. 또한, 공기 분류로 얻은 고운 분획(Fa-2)이 분리 효율이  $84.0 \pm 4.4\%$ 인 단백질 농축물과 원래 밀가루 및 단백질 분리물(습식)과 비교할 때 우수한 자유 라디칼 소거 능력을 가진 단백질 농축물이 얻어졌다.

Opazo-Navarrete et al (2018)은 퀴노아 씨의 공기 분급에 대해 연구하였다. 건식 도정 및 후속 분획은 기존의 퀴노아(*Chenopodium Quinoa* Wild.) 단백질 및 전분의 습식 추출에 대한 대안으로 평가했는데, 특히, 퀴노아 스위트 품종은 건식 분획화될 가능성이 있다. 퀴

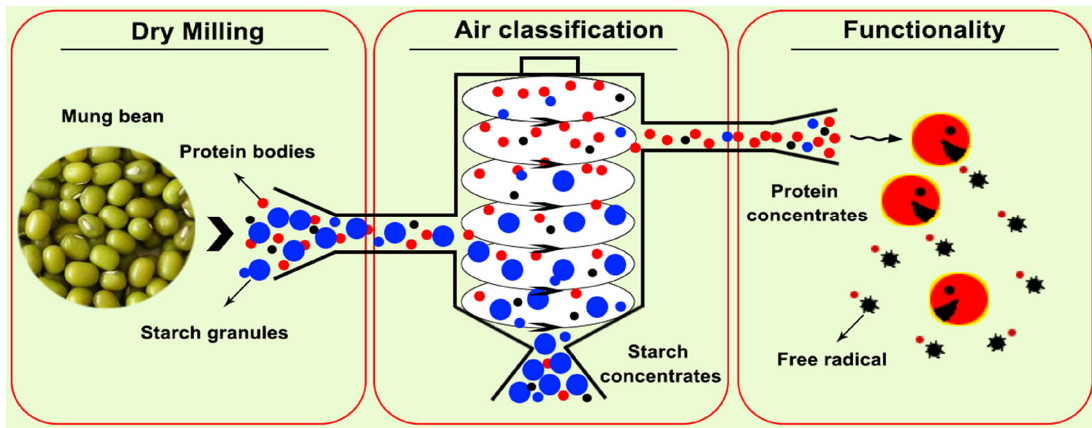


그림 11. 녹두콩의 공기 분급 예시 (Zhu et al., 2020)

노아의 건식 분획화는 기존의 습식 분획화보다 단백질이 풍부한 및 전분 분획을 생산하기 위한 대안적이고 보다 지속 가능한 경로이다. 퀴노아 종자를 조분쇄한 다음 다른 크기의 체를 사용하여 분획화하여 단백질 및 전분이 풍부한 분획을 얻었다.

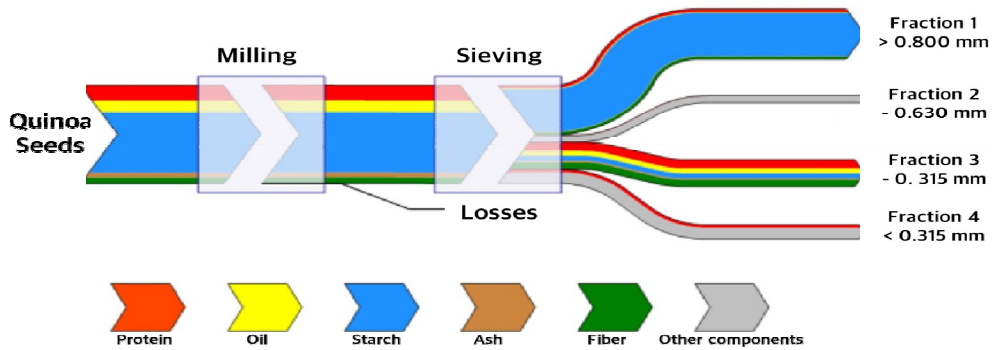


그림 12. 퀴노아 씨앗의 공기 분리 방법 예시 (Opazo-Navarrete, et al., 2018)

단백질이 풍부한 분획은 ~32%의 단백질(32g/100g 건조 고형분)을 함유한 반면, 전분이 풍부한 분획은 86-89%의 전분(86-89g/100g 건조 고형분)을 함유했다. 퀴노아 분획을 특성화하고 습식 분리된 전분 및 단백질과 비교했다. 전분이 풍부한 분획의 젤라틴화 온도는 단백질의 잔류 존재에 의해 영향을 받았다. 특히 전분이 풍부한 분획은 또한 전분 분리물과 다른 부착 특성을 가졌다. 한편, 습식 분획으로 얻은 전분은 건식 분획으로 얻은 전분에 비해 낮은 점도를 보였다. 또한, 표 6과 표 7에서, 분획 1(> 0.800 mm)은 전분 함량(86~89%)이 높고 단백질 함량(4~6%)이 낮아 식품의 제형에 직접 사용될 수 있다. 표 6에서 보는 바와 같이, 습식 분획법에 의한 단백질 추출에 필요한 물과 화학물질의 양은 비교적 많은 반면, 여기서 제안하는 건식 분획법은 물이나 화학물질을 전혀 사용하지 않는다. 이는 또한 폐수에서 어떤 원료도 손실될 수 없음을 의미한다. 이는 프리밀링 및 후속 분획에 의한 퀴노아 종자의 건식 분획이 보다 지속 가능하고 환경 친화적인 공정임을 의미한다.

표 6. 퀴노아 (아틀라스, 리오밤바 종)의 프리-밀링 및 체별 후 영양학적 조성

분획물	수분	단백질 (g/100g)	전분 (g/100g)	회분 (g/100g)	섬유 (g/100g)	
단백질 분리물	1.8 ± 0.03	86.7 ± 0.22	-	2.90 ± 0.10	8.90 ± 1.20	
전분 분리물	14.3 ± 0.10	0.40 ± 0.02	95.5 ± 0.82	0.50 ± 0.01	-	
아틀라스	단백질 농축	8.02 ± 0.55	32.7 ± 1.95	18.8 ± 0.15	4.78 ± 0.11	25.5 ± 1.54
	전분	11.0 ± 0.22	6.08 ± 0.17	86.3 ± 0.58	0.93 ± 0.08	5.29 ± 0.94
	밀가루	7.97 ± 0.35	15.6 ± 0.32	61.3 ± 0.75	4.73 ± 0.04	6.32 ± 1.22
리오밤바	단백질 농축	8.59 ± 0.22	32.0 ± 0.42	15.5 ± 1.80	6.25 ± 0.15	23.8 ± 2.45
	전분	12.3 ± 0.04	4.86 ± 0.13	89.0 ± 1.30	1.23 ± 0.10	3.45 ± 1.74
	밀가루	7.79 ± 0.44	14.1 ± 0.56	63.2 ± 0.24	4.54 ± 0.00	6.62 ± 0.96

표 7. 퀴노아 (아틀라스, 리오밤바 종)의 분획 구간별 단백질 함량, 수율 및 분리효율

Fractions	단백질 함량 % (db)		수율 (%)		단백질 분리 효율 (%)	
	아틀라스	리오밤바	아틀라스	리오밤바	아틀라스	리오밤바
1 > 0.800 mm	6.08 ± 0.17	4.86 ± 0.13	50.5 ± 0.23	51.6 ± 2.59	19.7 ± 0.09	17.7 ± 0.89
2 0.800-0.630 mm	7.32 ± 0.74	10.5 ± 0.34	7.40 ± 0.17	6.60 ± 0.09	3.50 ± 0.08	4.90 ± 0.06
3 0.630-0.315 mm	32.7 ± 1.95	32.0 ± 0.42	27.2 ± 0.25	29.6 ± 1.49	57.1 ± 0.53	66.9 ± 3.39
4 < 0.315 mm	21.0 ± 0.53	12.2 ± 0.55	14.4 ± 0.24	11.0 ± 1.33	19.5 ± 0.33	9.50 ± 1.13

정리하자면, 공기 분급법은 전통적인 습식 분리법에 비해 첫 번째 사이클에서 덜 정제될 수 있지만, 용제 및 열처리가 없기 때문에 단백질 및 전분 손상이 덜하다는 장점이 있다. 또한, 전분 입자와 단백질 크기에 따라 적절한 밀링의 정도 결정되며 cut point와 분산 정도가 단백질 및 전분 추출 수율의 주요인이다.

### 2.2.2. 정전기적 분리 방법 (Electrostatic separation)

식물 기반 단백질은 자원, 건강, 환경, 윤리적 문제로 인해 전 세계적으로 주목받고 있으며, 최근에는 대체육과 달걀 형태로 많이 상업화되고 있다. 전통적인 습식 분리 방법은 단백질을 손상시키고 환경에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 이유로 건식 분리 방법인 정전기적 분리 방법(electrostatic separation)에 대한 연구가 증가하고 있다. 전기분리 기술은 서로 다른 물질의 마찰 전기 충전 특성을 이용한 건식 분리 방법이며 이와 같이 단백질을 분리하는 방법으로 주로 연구되고 있지만, 전분을 추출하는데도 함께 이용될 수 있다. 세 가지 주요 정전기적 분리 유형(유도 충전, 코로나 방전, 마찰 충전)이 있으며, 이들은 전기장을 이용해 서로 다른 성분을 분리한다.

정전기적 분리 방법은 단백질은 높은 전하를, 전분은 상대적으로 낮은 전하를 띠는 특성을 활용하여 전분만 추출하는 방식이다. 앞서 언급한 공기 분급 방법과 병용하여 단백질 및 전분을 분리하는 방법이 연구되고 있다. 공장 스케일(plant scale)에서는 belt separation system으로, 배유(endosperm) 배아(germ), 겨(bran) 포함된 통밀가루에서 겉질을 분리하여 전분 추출하는데 적용할 수 있다.

정전기적 분리를 하기 위해서는 분리 전 전처리 과정이 필요하다. 전처리는 원료를 분쇄하여 물리적으로 분리하는 과정으로 이후 전기장을 통해 충전된 입자를 분리할 수 있다. 입자가 작을수록 표면적이 커지고 충전량이 증가하게 된다. 이에 따라 전기분리의 효율성은 재료의 전처리, 전기분리기의 설계, 프로세스 매개변수에 영향을 받을 수 있다. 순환 분리나 다른 방법과의 결합을 통해 분리 효율성을 더욱 향상시킬 수 있다.

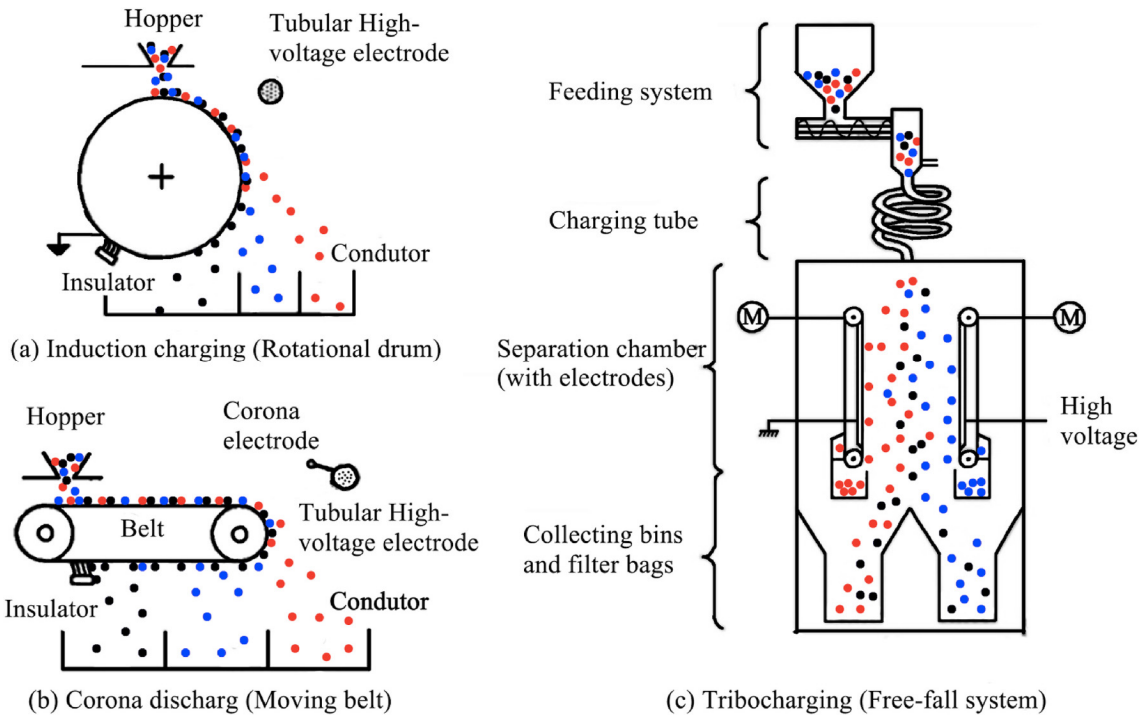


그림 13. 정전기 선별 원리 (Zhu et al., 2021)

정전기적 분리 방법은 에너지 소비량 측면에서 장점을 가지고 있다. 전통적인 습식 분리 방식으로는 물 용해, 알칼리 및 산 추출, 건조와 같은 여러 단계가 포함되고 주로 물을 첨가하고 최종 공정에서 에너지를 많이 소모하게 된다. Berghout 외 (2015)의 연구 결과에 따르면, 분무건조의 경우 평균 약 1333 kWh/톤을 소모한다. 반면, 건식 분리 공정에서 가장 많은 에너지를 소모하는 단계인 초미분 분쇄 (ultrafine milling)의 경우 138 kWh/톤을 소비하고 이는 분쇄된 곡물의 물리화학적 특성이나 목표 입자 크기, 사용 장비 등으로 어느 정도 차이가 있을 수 있다(Schutyser et al., 2015). 또한, 공기 분급 중 발생하는 에너지 소비는 주로 곡물의 수송과 분류기 휠의 회전으로 발생하는데, Schutyser와 van der Goot (2011)은 약

단백질 분리 효율이 80%인 1톤의 제품을 생산하는 데 공기 분류가 약 0.7~3kWh를 소모된다고 보고하였다. 정전 선별의 에너지 소비는 물질의 운반과 고전압 전기장 형성에서 주로 사용된다. 에너지 소비량은 마찰정전 분리로 각각 유채씨 약 6.90 kWh/톤(Basset et al., 2016)과 해바라기씨에서 10.83 kWh/톤(Barakat et al., 2015) 소비되어, 이는 앞서 언급된 공기 분류와 에너지 소비량이 비슷한 수치이다. 또한, 일부 연구에서는 공기 분류보다 에너지 소비량이 낮다고 결과를 보였는데, 벧짚의 분리에서 공기 선별에 필요한 에너지가 22.4 Wh/kg인 반면 정전 선별의 경우 12.5 Wh/kg 이었다(Chuetor et al., 2015).

정리하자면, 정전기 분리로 얻은 단백질 농축물은 원래의 기능성을 유지하며, 유기 용매에 의한 변성을 방지할 수 있다. 또한, 전기분리는 단백질-폐놀 복합체와 같은 기능성을 향상시킬 수 있는 조합물을 형성할 수 있다. 하지만, 전기분리로 얻은 단백질의 낮은 순도와 비영양 성분의 존재는 품질에 부정적인 영향을 미칠 수 있어 단독적 사용보다는 이후 추가 처리 과정이 필요하다. 정전기 분리 기술의 산업적 응용을 위해서는 전기장 세기, 분리 챔버 크기, 분리 효율성, 비용 등에 대한 심층 연구가 필요하다. 또한, 고전압 전기 사용으로 인한 전기 충격과 분말 폭발 위험을 줄이기 위한 안전 조치가 필요하다.

또한, 마찰전기를 이용한 분리 방법(triboelectrification separation)도 연구되고 있다. Tribocharging 현상은 “접촉 전기화” 또는 “마찰 전기화”로도 알려져 있으며, 물질이 서로 문지르거나 tribopipe의 내부 벽에 접촉할 때 발생한다. 따라서 이 과정은 충돌과 전자 교환이 발생하는 tribopipe의 재질에 의해 영향을 받는다. 마찰전기 특성을 특정짓는 순서는 주어진 입자가 순서에서 상위에 있는 물질과 문지르면 입자는 음전하를 띠게 되고, 순서에서 하위에 있는 물질과 접촉하면 양전하를 띠게 된다. 예를 들어, 입자가 triboelectric 순서의 음전하 끝에 위치한 테플론(폴리테트라플루오로에틸렌, PTFE)으로 만들어진 tribopipe와 문지르면, tribopipe의 내부 벽은 음전하를 띠게 되고 입자는 양전하를 띠게 된다(그림 14). 대부분의 식물 단백질은 전하를 잃고 양전하를 띠기 쉬운 점을 고려할 때, triboelectric 순서의 음전하 끝에 위치한 재료가 식물 단백질의 tribocharging에 적합할 것으로 예상된다. 이전 연구에 따르면, 대부분의 단백질이 풍부한 입자는 PTFE로 만든 tribopipe와 접촉할 때 양전하를 띠며,

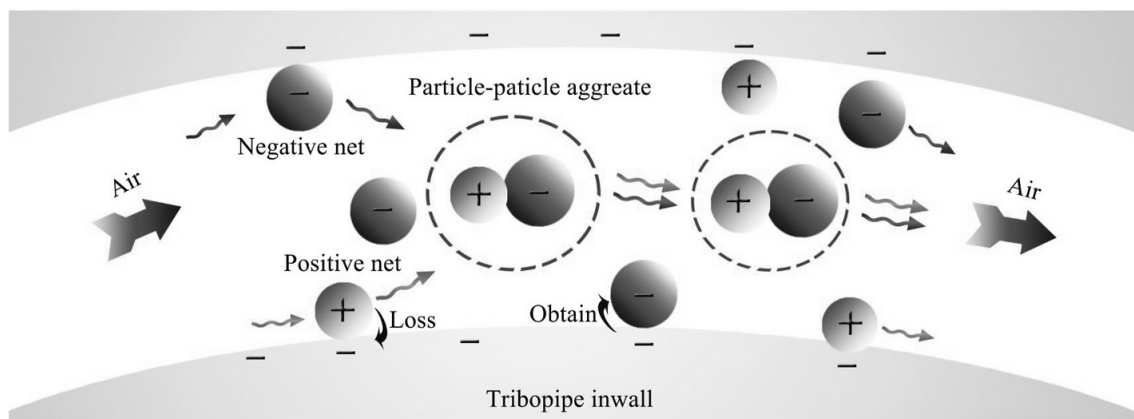


그림 14. 파이프라인 안에서 입자의 마찰전기 분리 모식도 (Zhu et al., 2021)

전분 입자는 양전하를 띠는 경우가 적거나 없고, 섬유는 음전하를 띤다고 한다(Landauer & Forest, 2018).

트라이보전기 분리를 이용한 네이비 빈 밀가루의 단백질 및 탄수화물 농축 분획 추출은 용매 없는 효율적이고 경제적인 대안으로, 단백질의 생체 기능성을 보존하면서 고품질의 단백질 분획을 생산할 수 있는 방법이다. 이 접근법은 기존의 체질 및 공기 분류 시스템보다 우수하며, 판 전압, 판 각도, 분리기 흐름 속도 및 트라이보 충전기 길이를 최적화하여 더 향상될 수 있다.

Tabtabaei et al (2016)은 흰강낭콩(navy bean)을 트라이보전기 분리하여 단백질 및 전분을 추출하는 연구를 하였다. 기존의 습식 분획 방법은 용매, 산, 알칼리를 사용하여 단백질의 변성과 용해도 손실을 초래할 수 있으므로, 새로운 용매 없는 분리 방법이다. 흰강낭콩은 25.4%의 단백질, 3.9%의 회분, 2.5%의 지방 및 6.6%의 수분, 나머지 68.2%는 탄수화물로 구성되었다. 흰강낭콩은 모든 접촉 물질에 대해 양전하를 띠었으며, PVC, 나일론, 구리와 비교하였을 때 PTFE가 가장 높은 트라이보 전기 효율을 보였다. 단백질 함량이 높은 분획물이 더 많은 전하를 획득하였으며, 이는 단백질이 다양한 이온화 가능한 작용기를 포함하고 있기 때문이다. 결과적으로는 단백질 함량이 40.3%인 단백질 농축 분획을 얻었다.

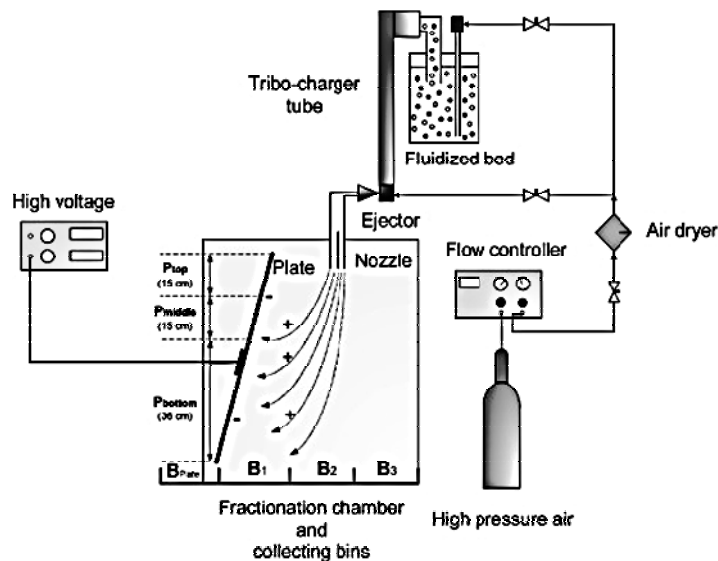


그림 15. Tribo-electrostatic separation 예시 (Tabtabaei et al., 2016)

일반적인 정전기 분리는 롤이나 플레이트 형태로 분리된다. 고전압 벨트 분리는 위에서 설명한 고전압 롤 분리의 변형이다. 공급된 입자들은 접지된 컨베이어 벨트의 너비에 걸쳐 고르게 분산된다. 입자들은 보통 음극 코로나에 의해 전하를 띠지만, 다른 충전 메커니즘도 가능하다. 도전성 입자들은 접지된 컨베이어 벨트에 전하를 전달하고, 비도전성 입자들은 전하를 유지한다. 도전성 입자들은 중력에 의해 벨트의 가장자리에서 떨어지지만, 전하를 띤 비도전성 입자들은 정전기력에 의해 벨트 표면에서 “들어올려진다”. 분리가 효과적이려면 각 입자가 벨트 표면에 접촉하여 도전성 입자가 벨트에 전하를 전달할 수 있어야 한다. 따라서 분리는

한 번에 단일 층의 입자만 운반할 수 있다. 공급 입자의 크기가 작아질수록 장치의 처리 속도가 감소한다.

평행판 정전기 분리기는 일반적으로 전도성이 아닌 마찰 접촉에 의한 전하 이동을 가능하게 하는 표면 화학의 차이를 기반으로 입자를 분리한다. 입자들은 다른 입자들이나 금속 또는 플라스틱과 같은 제3의 표면과 강하게 접촉하여 전하를 띠게 된다. 전기음성인 물질(tribo-electric 시리즈의 음전하 끝에 위치한 물질)은 tribo-charging 표면에서 전자를 제거하여 순 음전하를 띤다. 반대로 tribo-electric 시리즈의 양전하 끝에 있는 물질은 전자를 기부하여 양전하를 띤다. 충전된 입자들은 중력, 기압, 진동 등 다양한 운송 수단에 의해 두 개의 평행판 전극 사이에 생성된 전기장에 도입된다. 전기장의 존재 하에서 충전된 입자들은 반대 전하를 띤 전극 쪽으로 이동하여 해당 제품 호퍼에 수집된다. 다시 말해, 분리 장치의 구성에 따라 입자 혼합물이 포함된 중간 분획이 수집될 수도 있고, 안 될 수도 있다.

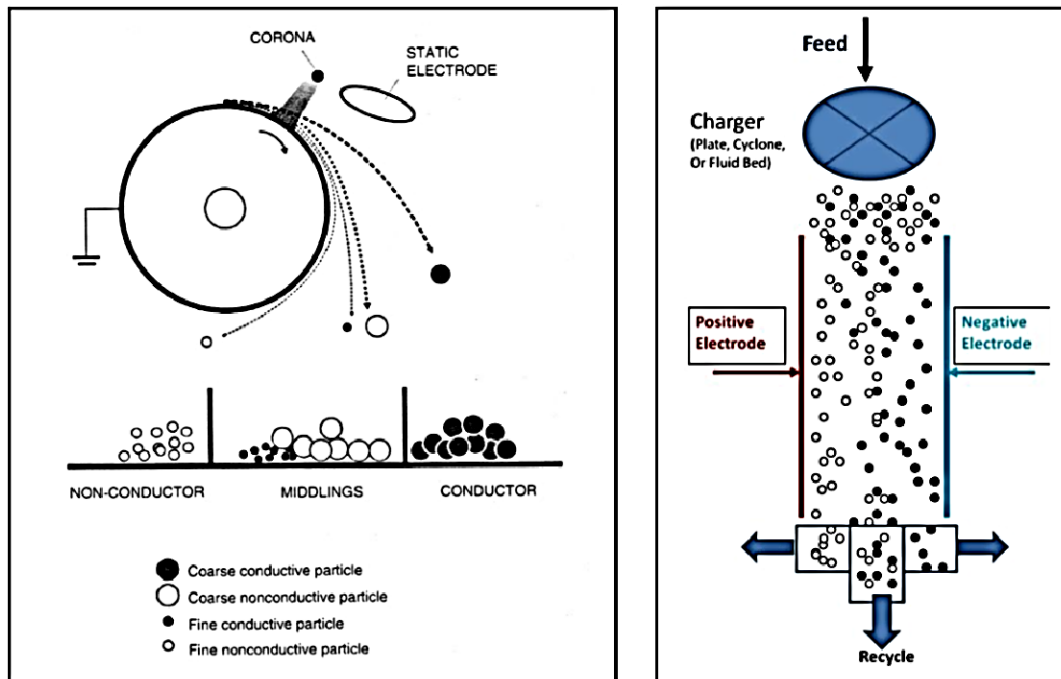


그림 16. 일반적인 정전기 분리 시스템 (롤과 평형상태)

컨베이어 벨트 시스템을 사용하여 정전기 분리된 입자를 수평적인 형태로 분리하는 시스템도 있다. STET(Stanford-TriboElectrostatic Technology) 트리보전기 벨트 분리기는 밀가루, 옥수수 가루, 콩류 등의 식물 재료에서 단백질과 전분을 효과적으로 분리할 수 있는 잠재력을 보여주었다. 이 시스템은 고속으로 미세 입자를 처리할 수 있다.

컨베이어 벨트 시스템의 기계적 원리는 다음과 같다. 우선 입자가 충돌을 통해 전하를 얻는 트리보전기 충전을 사용하여, 충전은 수평으로 배치된 전극판 사이의 좁은 간격 내에서 발생하고, 전극 간의 적용 전압 차이는 일반적으로 8에서 20 kV정도 된다. 컨베이어 벨트는 초당 4에서 20 미터의 속도로 작동하는 고속 개방형 메쉬 컨베이어 벨트가 분리 구역을 통해 입자를

운반하게 된다. 이 벨트는 입자를 운반할 뿐만 아니라 전극 표면에서 미세 입자를 쓸어내어 입자 축적으로 인한 성능 저하를 방지하는 역할을 하게 된다. 입자가 트리보정전기적으로 전하를 갖게 되면, 재료의 특성에 따라 양전하 또는 음전하를 갖게 되는데, 양전하를 띤 입자는 음전하를 띤 전극에 끌리며, 음전하를 띤 입자는 양전하를 띤 전극에 끌리면서 양쪽 전극으로 흡착이 된다. 분리된 입자는 각각의 끝에서 중력에 의해 수집되어 분리된다. 시스템은 중간 생성물을 생성하지 않지만, 제품 순도와 회수를 향상시키기 위해 여러 번의 패스를 구성할 수 있다. 이러한 분리 시스템은 기존의 평행판이나 롤 형태의 분리기 보다 훨씬 많은 양의 재료를 처리할 수 있는 장점이 있다. 또한, 일반적으로 다른 정전기 시스템에 어려움을 주는 미세하고 저밀도 입자를 효과적으로 처리하여 일관되고 효율적인 분리를 가능하게 한다.

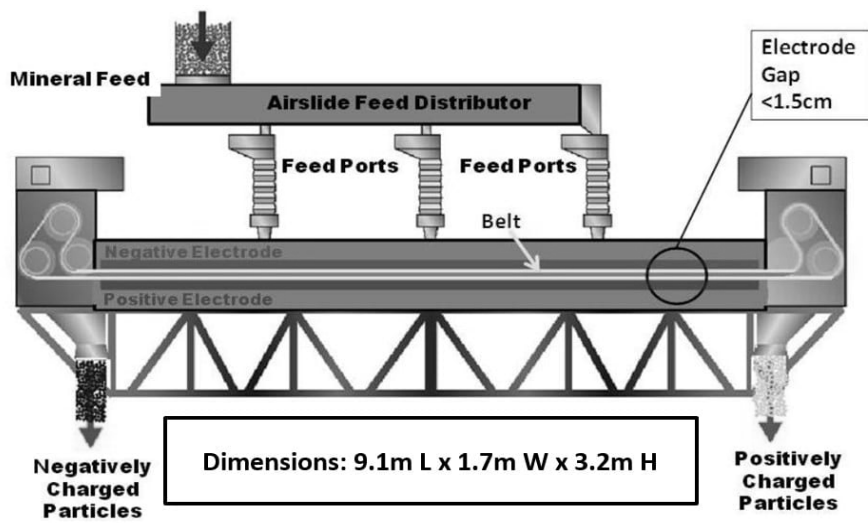


그림 17. STET triboelectric belt 시스템 (Flynn et al., 2017)

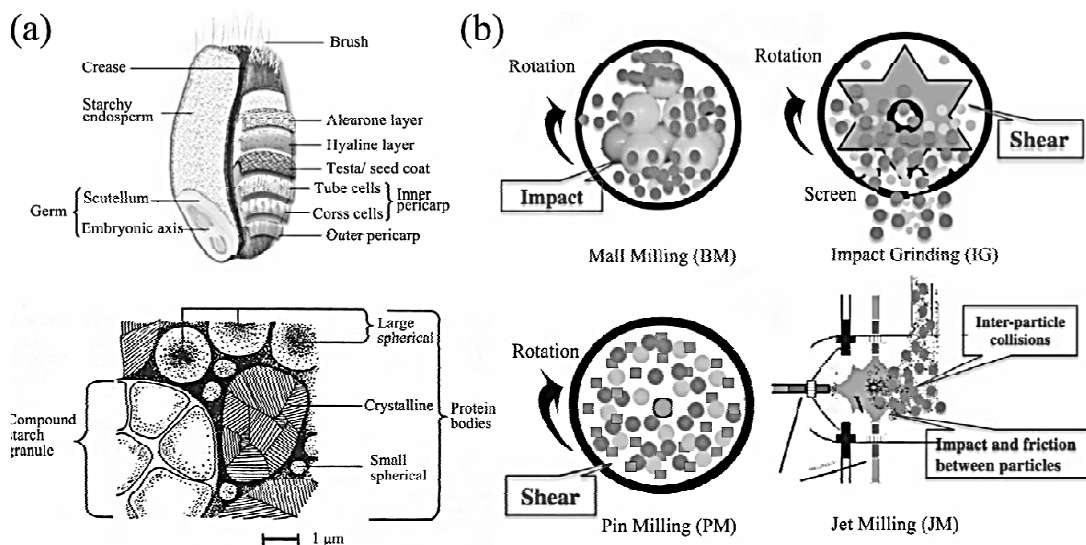


그림 18. 정전기적 분리방법에 이용되는 밀링 종류 (Zhu et al., 2021)

Electrostatic separation에서는 ball milling, impact grinding, pin milling, jet milling이 일반적으로 사용되며, 각각의 밀링 방법에 따라 전분 과립의 손상 정도와 분리 효율에 영향을 미친다. 이렇게 밀링, 즉 분쇄 후 전분 입자의 분리는 입자 크기와 수분함량이 주로 큰 분리 효율의 요인이 된다. 전분 입자가 작을수록 표면적이 커져서 입자 간의 접촉이 증가하여 표면 전하가 커진다. 그러나, 너무 작은 입자는 쉽게 응집되어 전기장에 의해 분리되기 어렵고 분리 효율을 떨어뜨리게 된다. 또한, 일반적으로 입자의 수분 함량이 낮을수록 입자 간 유동성이 좋아지고 전하를 더 잘 띠게 된다. 따라서 환경 습도를 조절하는 것도 중요하며, 탈지제를 사용하여 기름에 의한 입자 응집을 줄이는 것도 전기 분리 효율을 높일 수 있다.

### 2.2.3. 여러 기술의 병용

전분 생산의 수율을 높이기 위해 앞서 제시한 여러 분리 방법을 병행하여 전분의 분리를 더욱 효율적으로 할 수 있다. 제시된 여러 기술을 조합하여 생산할 수 있음.

#### 1) A dry and aqueous fractionation method

건식과 습식 정제 단계의 조합은 특히 단백질 함량이 높은 곡류의 전분생산에 있어 에너지 효율을 최소화하며 수율을 높일 수 있다.

Avila Ruiz et al. (2016)은 퀴노아의 단백질 및 전분을 효율적으로 분리하기 위해 기존의 습식 분획 방법보다 부드럽고 지속 가능한 방법으로 퀴노아에서 단백질 농축물을 얻기 위해 건식 및 수분 분획 방법을 병용하였다. 퀴노아는 모든 필수 아미노산, 미량 원소 및 비타민 (B6, 엽산, 리보플라빈, 니아신)을 포함하고 있는 독특한 영양적 특성을 가지고 있다. 우선, 퀴노아 씨앗을 분쇄하여 단백질이 풍부한 배와 단백질이 적은 배젓을 분리하였고, 이후 공기 분급을 통해 거친 배젓 분획물과 세밀한 배 분획물을 생성했다. 이때, 세밀한 분획물의 단백질 순도는 거의 두 배로 증가시켰다. 이후 습식 분리를 하였는데, 퀴노아 분말의 현탁물은 단백질, 전분 및 섬유질의 상 분리를 유도했다. 특히 세밀한 분획물에서는 단백질 용해가 증가하여

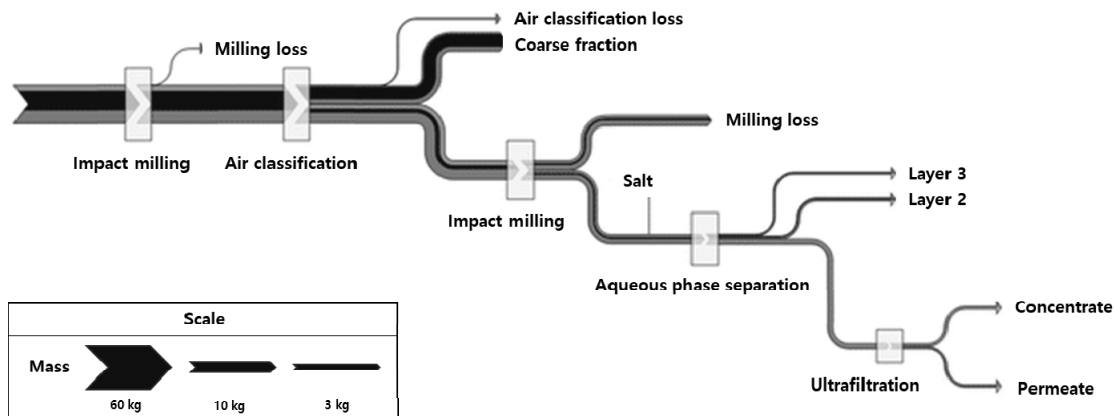


그림 19. 퀴노아의 혼합 건조 및 수성 분획 과정의 다이어그램. 화살표 두께는 흐름의 질량에 해당한다. 적색 단백질, 짙은 청색 전분 및 옅은 청색 휴지(Avila Ruiz et al., 2016)

단백질 농축이 더욱 효과적이었다. 마지막으로 초미세 여과를 통해 단백질 순도는 크게 증가했으며, NaCl 농도가 높을수록 단백질 용해가 증가했다. 이는 단백질 분자와 물 분자 사이의 상호 작용을 줄여 단백질 용해도를 높이는 염 효과에 기인한다.

퀴노아 분리 결과, 0.5 M NaCl을 사용한 수분 상 분리와 초미세 여과를 통해 최종 단백질 순도는 59.4 w/dw%, 단백질 수율은 62%에 도달하였다. 전통적인 습식 분획과의 비교하였을 때, 전통적인 습식 분획은 높은 단백질 순도를 제공하지만, 많은 물과 에너지를 소모하게 된다. 하지만, 제안된 병용 분획 방법은 물 소비를 크게 줄이면서도 비슷하거나 더 높은 단백질 수율을 달성할 수 있었다. 또한, 특정 전분 순도 값은 분획 과정의 각 단계에서 측정하였을 때, 초기 분말과 다양한 단계 후의 분획물 간에 현저한 차이를 보였는데, 공기 분류 후 거친 분획물에서 전분 순도가 가장 높게 나타났다. 이 방법은 물과 에너지 소비를 줄이면서도 높은 단백질 순도와 수율을 제공할 수 있었고, 앞으로의 연구는 공정 최적화를 통해 단백질 순도를 더욱 높일 수 있는 가능성에 대해 시사한다.

## 2) 공기 분급과 정전기적 분리 방법 병용

단백질은 정전기 과정에서 동일 극성을 띠기 때문에, 정전기적 분리를 통해 단백질에서 전분을 분리하는 것은 다소 어렵다. 따라서, 공기 분급을 통해 대부분의 전분을 분리해내고, 그 다음 정전 선별을 통해 섬유질 등 다른 물질을 제거할 수 있다.

예를 들어, 분쇄된 물질을 먼저 체로 다른 크기의 분획으로 나눈 다음, 공기 분류로 가벼운 분획과 무거운 분획으로 분리하면, 공기 분류만 사용하는 것보다 최종 조단백질의 순도에 더 긍정적인 영향을 준다고 한다(표 1 참고) (Hansen et al., 2017). 이 엘루시브(elusieve) 과정은 껍질이 있을 때 더 효과적인데, 이는 사이클론에서 단백질과 분리하기 어려운 가벼운 섬유질이 먼저 체를 통과해 제거될 수 있기 때문이다(Srinivasan et al., 2010).

전기분리로 전분을 단백질과 분리하는 것은 다소 어려운 일이다. 왜냐하면 마찰전기 과정에서 같은 극성을 가지기 때문이다. 대부분의 전분 입자는 먼저 공기 분류로 제거하고, 그 후 섬유질은 전기분리로 제거할 수 있다. 이 방법을 사용하면 루핀, 완두콩, 렌즈콩에서 더 많은 농축이 가능했지만, 병아리콩에서는 전분 입자가 작고 지방 함량이 높아서 잘 되지 않았다(Xing et al., 2020). 이 방법의 단점 중 하나는 공기 분류로 얻은 세밀한 (단백질이 농축된) 분획이 가스 흐름에서 잘 분산되지 않아서 응집되기 쉬우며, 그로 인해 후속 전기분리의 효율성이 감소한다는 점이다. 또한, 전기분리를 공기 제트 체질 전에 사용하는 것이 밀기울에서 아라비노실란을 분리하는 데 도움이 된다고 한다(Zhang et al., 2019).

수분 분리는 유기 용매를 사용하지 않는 부드러운 습식 분획 방법이다. 반건식 기술은 건식 분획(공기 분류나 전기분리)으로 얻은 단백질 농축 분획을 물에 현탁시키고, 상층의 수분층(주로 가용성 단백질을) 원심분리나 여과를 통해 정제하는 방법을 말한다. 반건식 기술은 단백질 농축물이 높은 순도를 가지며, 전통적인 습식 분획보다 에너지 소비가 적다는 장점이 있다. 하지만, 단백질이 농축된 분획만을 추가로 처리하기 때문에 반건식 기술은 많은 양의 밀가루가

필요하다(Schutyser et al., 2015).

첫 번째 분리 단계에서 얻어진 거칠거나 미세한 분획물의 두 번째 또는 세 번째 분쇄 및 분리 단계는 단백질 농축물의 수율을 증가시키기 위해 적용될 수 있다. 그러나 전분 입자와 같은 다른 구성 요소의 파괴로 인해 첫 번째 분리 과정에서 얻어진 가장 높은 단백질 순도를 초과하기는 여전히 어렵다(Wang & Maximiuk, 2019). 또한, 전기분리와 공기 분류로 얻은 식물 단백질 농축물의 순도에는 큰 차이가 없다. 전기분리는 입자 크기와 밀도의 영향을 덜 받기 때문에 공기 분류로 분리하기 어려운 물질을 분리하는 데 사용할 수 있다(Zhu et al., 2019). 또한, 전기분리에서는 “재활용(그림 18의 recycle)” 분리를 통해 단백질 농축물의 순도와 수율을 모두 개선할 수 있다. 그림 18에서 처럼 두 번째 또는 세 번째 분쇄 및 분리 단계는 첫 번째 분리 단계에서 얻은 거친 또는 미세한 분획은 단백질 농축물의 수율을 높이는 데 적용될 수 있다.

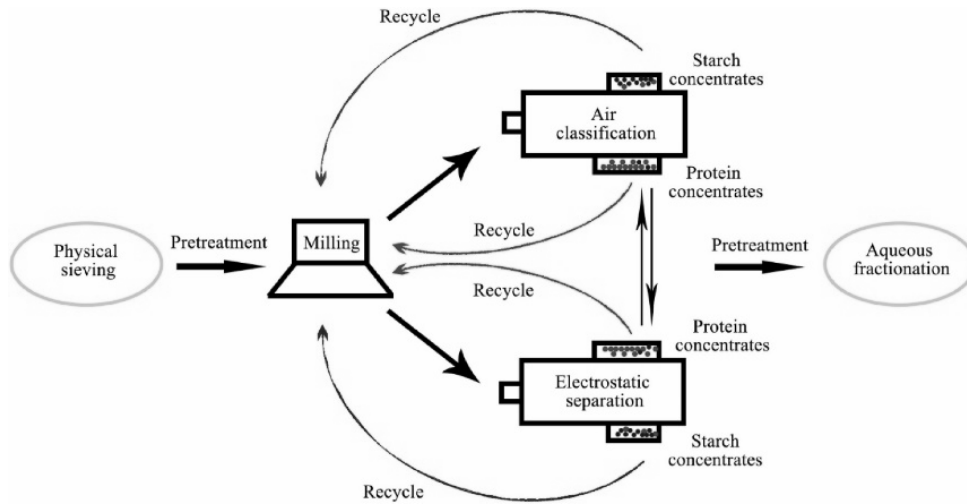


그림 20. 전분의 다양한 분리 방법의 병용 모식도 (Zhu et al. 2021)

Xing et al (2020)은 공기 분류와 전기 분리를 결합하여 완두콩, 병아리콩, 렌틸콩과 같이 전분이 함유된 콩류의 단백질 및 전분을 효율적으로 농축하는 건식 분획 방법을 개발하고 최적화하였다. 완두콩, 병아리콩, 렌즈콩과 같은 전분 함유 곡물 콩류는 전 세계적으로 중요한 식이 단백질 공급원이다. 이러한 콩류를 전통적인 습식으로 추출하는 방법은 에너지를 많이 소비하고 단백질의 고유 기능을 손상시키는 단점이 있다. 따라서 이 연구는 밀링 후 공기 선별을 통해 전분을 분리하고 이후 정전 선별을 통해 남은 섬유질을 분리하여 단백질을 추출하였다.

또한 정전기적 분리는 각 목적에 맞춰 그림 21과 같이 2단계에 나눠 진행되었다. 정전기적 분리 결과, 완두콩과 렌틸콩의 단백질 농축도는 6% 증가하였으나, 병아리콩은 전분 입자가 많아 단백질 농축도가 향상되지 않았다. 이는 병아리콩에서는 전분 입자가 작고 지방 함량이 높기 때문에 성공적으로 단백질을 추출까지 이어지지 못했다. 완두콩에 대한 최적 조건은 공기 선별기 회전 속도 공기 분류 속도를 6000, 8000, 10,000 rpm으로 설정하여 실험을 진행하였는데,

이중 최적의 속도는 8000 rpm이었다. 이 때 단백질 순도는 57.1 g/100 g, 단백질 회수율은 49.0%였으며, 전기 분리 후 단일 단계에서 단백질 순도는 67.1 g/100 g, 수율은 13.1 g/100 g 이었다. 전기 분리는 2단계에 걸쳐 최적화되었는데, 이를 통해 63.4 g/100 g 건조 기준의 단백질 순도와 15.8 g/100 g 건조 고형물의 수율이 얻었다. 전체 두 단계 건식 분획 공정에서는 4.0 g/100 g 완두콩의 단백질 농축 분획이 얻어져, 완두콩에서 총 단백질의 7.8%가 회수되었다. 이러한 방법은 전통적인 습식 추출이나 단일로 분리해내는 것보다 단백질의 고유 기능성을 유지하면서 에너지 효율적으로 추출 성능을 향상시킬 수 있다.

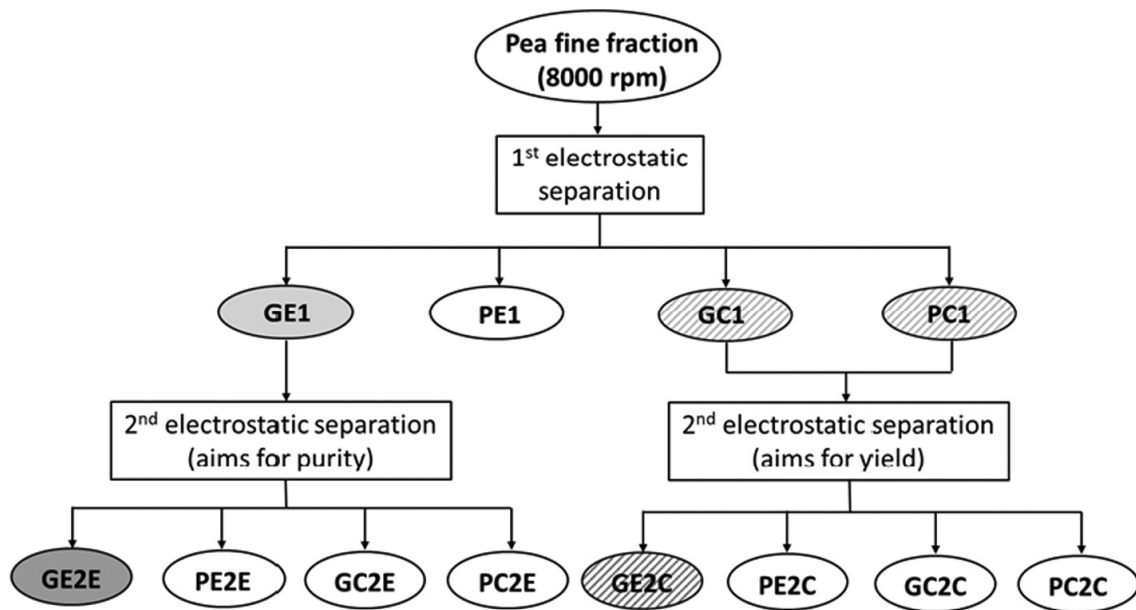


그림 21. 2단계 정전 분리 모식도 (Xing et al., 2020)

### 3. 전망

전분은 여전히 다양한 산업에서 필수적인 원료로 사용되며, 전분 생산 신기술은 산업의 지속 가능성과 환경 친화적 요구에 맞춰 중요한 역할을 하고 있다. 전통적인 전분 생산 방식인 습식 제분(Wet Milling)과 건식 제분(Dry Milling)은 최신 기술의 도입으로 더욱 효율적으로 변하고 있다. 습식 제분은 원료를 물에 담가 분쇄하고, 원심분리기와 하이드로사이클론을 사용하여 전분을 분리하는 방식이다. 이 기술은 특히 옥수수 전분 생산에 널리 사용된다. 반면, 건식 제분은 물을 사용하지 않고 원료를 직접 분쇄하여 전분을 추출하는 방식으로, 주로 밀가루 생산에 사용된다. 특히, 하이드로사이클론 기술은 전분을 신속하게 분리하고, 물을 재활용하여 물 소비를 줄일 수 있는 장점이 있다. 이는 전통적인 탱크 침전법에 비해 공간과 시간을 절약할 수 있으며, 전분 회수율을 높이고 불순물을 효과적으로 제거할 수 있다. 또한, 용제나 물을 사용하지 않는 건식 분리법은 에너지 효율을 높이고 전분 입자에 손상을 덜 준다.

초음파와 적외선을 활용한 기술도 전분 추출 시간을 단축시키고, 전분 수율을 높이며 물 소비를 줄일 수 있다. 이러한 신기술의 발전은 지속 가능성 및 환경 친화적 측면에서도 무시할 수 없다. 폐기물과 폐수를 효과적으로 처리하고 재활용하는 기술은 환경 규제를 준수하고 기업의 비용 부담을 줄이는 데 기여할 수 있다. 이는 전분 생산 공정이 더욱 친환경적이고 경제적으로 지속 가능하게 만드는 데 중요한 역할을 한다. 예를 들어, 전분 생산 과정에서 발생하는 폐수를 정화하여 재사용하거나, 생산 과정에서 발생하는 부산물을 재활용하는 방법 등이 있다. 또한, 전분 생산 기술의 혁신은 전분의 품질과 기능성 향상에도 기여하고 있다. 공기 분급(Air Classification)과 정전 선별(Electrostatic Separation)과 같은 첨단 기술은 전분과 단백질을 보다 정밀하게 분리할 수 있게 하여, 고품질의 전분을 생산할 수 있도록 한다. 이러한 기술들은 전분 생산의 효율성을 높이고, 다양한 산업에서 요구하는 전분의 특성을 맞출 수 있게 해준다.

미래에는 이러한 기술들이 더욱 발전하여 전분 생산 공정의 자동화와 디지털화가 이루어질 것으로 예상된다. 이는 생산 비용을 절감하고, 생산 과정의 정확성과 일관성을 높일 것이다. 또한, 클린 라벨 전분과 같은 자연 친화적인 제품에 대한 수요 증가에 따라, 지속 가능한 원료 조달과 친환경 생산 공정이 더욱 중요해질 것이다. 따라서, 전분 생산 신기술의 도입과 발전은 단순히 기술적 혁신에 그치지 않고, 산업 전체의 생태계를 변화시키는 중요한 요소로 작용할 것이다. 이를 통해 한국 전분 산업은 지속 가능한 성장과 발전을 이루며, 글로벌 시장에서의 입지를 더욱 강화할 수 있을 것이다. 정부와 기업 간의 협력도 중요한 요소로 작용할 것이며, 지속 가능한 발전을 위한 정책 지원과 규제 완화가 필요하다. 이러한 노력들은 한국 전분 산업이 글로벌 시장에서의 경쟁력을 강화하고, 장기적인 성장 동력을 확보하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

#### 4. 결론

전분 생산 신기술은 한국 전분 산업의 경쟁력 강화를 위해 필수적이다. 이러한 기술들은 에너지 효율성을 높이고 환경 영향을 최소화함으로써 지속 가능한 발전을 가능하게 한다. 특히, 하이드로사이클론 기술, 건식 분리법, 초음파 및 적외선 사용과 같은 혁신적인 기술들은 전통적인 전분 생산 공정에서 발생하는 물 소비와 폐기물 문제를 해결하는 데 큰 기여를 하고 있다. 이러한 기술의 도입은 생산 효율성을 높이고, 전분의 품질을 유지하며, 비용 절감 효과를 가져온다. 또한, 전분 생산 신기술의 발전은 글로벌 시장에서도 중요한 역할을 하고 있다. 클린 라벨 전분과 같은 자연 친화적인 제품에 대한 수요 증가에 따라, 지속 가능한 원료 조달과 친환경 생산 공정이 강조되고 있다. 이는 국제 시장에서의 경쟁력을 높이는 데 기여하며, 한국 전분 산업의 재도약을 위한 중요한 기반이 된다. 예를 들어, 공기 분급(Air classification)과 정전 선별(Electrostatic separation) 기술은 전분 추출 과정을 더욱 정밀하게 하고, 고품질의 전분을 생산할 수 있도록

도와준다.

앞으로도 전분 생산 공정의 혁신과 새로운 기술의 도입은 국내 전분 산업의 재도약을 위한 중요한 기반이 될 것으로 보인다. 특히, 연구 개발 투자와 기술 인프라 확충을 통해 한국 전분 산업은 더욱 발전할 수 있을 것이다. 정부와 기업 간의 협력도 중요한 요소로 작용할 것이며, 지속 가능한 발전을 위한 정책 지원과 규제 완화가 필요하다. 이러한 노력들은 한국 전분 산업이 글로벌 시장에서의 경쟁력을 강화하고, 장기적인 성장 동력을 확보하는 데 중요한 역할을 할 것이다. 따라서, 전분 생산 신기술의 도입과 발전은 단순히 기술적 혁신에 그치지 않고, 산업 전체의 생태계를 변화시키는 중요한 요소로 작용할 것이다. 이를 통해 한국 전분 산업은 지속 가능한 성장과 발전을 이루며, 글로벌 시장에서의 입지를 더욱 강화할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 김기환, 이소연, 최원준, 2023. 곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업, *NH농협금융지주 농식품 산업 분석보고서*, 12.
- 최지현, 2013. 세계 전분산업의 동향. *한국농촌경제연구원 기타연구보고서*, 150, 97-113.
- 홍재식, 고무석, 김정숙, 이극로. 1984. 느타리버섯 폐상퇴비 (廢床堆肥) 산가수분해액 (酸加水分解液) 을 이용 (利用) 한 효모생산 (酵母生産). *Applied Biological Chemistry*, 27(4), 231-237.
- Avila Ruiz, G., Arts, A., Minor, M., & Schutyser, M. (2016). A hybrid dry and aqueous fractionation method to obtain protein-rich fractions from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food and Bioprocess Technology*, 9, 1502-1510.
- Barakat, A., Jérôme, F., & Rouau, X. 2015. A Dry Platform for Separation of Proteins from Biomass-Containing Polysaccharides, Lignin, and Polyphenols. *ChemSusChem*, 8(7).
- Basset, C., Kedidi, S., & Barakat, A. 2016. Chemical-and solvent-free mechanophysical fractionation of biomass induced by tribo-electrostatic charging: Separation of proteins and lignin. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(8), 4166-4173.
- Berghout, J. A. M., Pelgrom, P. J. M., Schutyser, M. A. I., Boom, R. M., & Van Der Goot, A. J. 2015. Sustainability assessment of oilseed fractionation processes: A case study on lupin seeds. *Journal of Food Engineering*, 150, 117-124.
- Chuetor, S., Luque, R., Barron, C., Solhy, A., Rouau, X., & Barakat, A. 2015. Innovative combined dry fractionation technologies for rice straw valorization

- to biofuels. *Green Chemistry*, 17(2), 926-936.
- Dijkink, B. H., Speranza, L., Paltsidis, D., & Vereijken, J. M. 2007. Air dispersion of starch-protein mixtures: A predictive tool for air classification performance. *Powder technology*, 172(2), 113-119.
- Euromonitor, 2023, Starches and Starch Products
- Expert Market Research, 2024, North America Industrial Starch Market Size, Growth 2024-2032
- Expert Market Research, 2024, South Korea Corn Starch Market Size, Share & Growth 2032
- Flynn, K., Gupta, A., Hrach, F, 2017, Electrostatic Separation of Dry Granular Plant Based Food Materials, *ST Equipment & Technology LLC*.
- Grand View Research, 2024, Global Starch Derivatives Market Size, Industry Trends Report, 2024
- Kringel, D.H., El Halal, S.L.M., Zavareze, E.D.R., & Dias, A.R.G. 2020. Methods for the extraction of roots, tubers, pulses, pseudocereals, and other unconventional starches sources: a review. *Starch-Stärke*, 72(11-12), 1900234.
- Landauer, J., & Foerst, P. 2018. Triboelectric separation of a starch-protein mixture-impact of electric field strength and flow rate. *Advanced Powder Technology*, 29(1), 117-123.
- Mordor Intelligence, 2024, Industrial Starch Market Share, Size & Analysis
- Maximize Market Research, 2024, Starch Market: Global Industry Analysis and Forecast (2024-2030)
- Opazo-Navarrete, M., Freire, D. T., Boom, R. M., Janssen, A. E., & Schutyser, M. A. 2018. Dry fractionation of quinoa sweet varieties Atlas and Riobamba for sustainable production of protein and starch fractions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 74, 95-101.
- Saengchan, K., Nopharatana, A., & Songkasiri, W. (2019). New hydrocyclone design for high starch yield: Effect of cylindrical-conical length proportion on the starch, sulfur and protein separation efficiencies. *Powder technology*, 346, 1-8.
- Schutyser, M. A. I., Pelgrom, P. J. M., Van der Goot, A. J., & Boom, R. M. 2015. Dry fractionation for sustainable production of functional legume protein concentrates. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 327-335.
- Schutyser, M. A. I., & Van der Goot, A. J. 2011. The potential of dry fractionation processes for sustainable plant protein production. *Trends in Food Science & Technology*, 22(4), 154-1w64.

- Singh, N., 2017. Pulses: an overview. *Journal of food science and technology*, 54, 853-857
- Starch Europe, 2022, The Starch Production Process
- Tabtabaei, S., Jafari, M., Rajabzadeh, A. R., & Legge, R. L. 2016. Solvent-free production of protein-enriched fractions from navy bean flour using a triboelectrification-based approach. *Journal of Food Engineering*, 174, 21-28.
- Xing, Q., Utami, D. P., Demattey, M. B., Kyriakopoulou, K., de Wit, M., Boom, R. M., & Schutyser, M. A. 2020. A two-step air classification and electrostatic separation process for protein enrichment of starch-containing legumes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102480.
- Zhu, H. G., Tang, H. Q., Cheng, Y. Q., Li, Z. G., & Tong, L. T. 2021. Electrostatic separation technology for obtaining plant protein concentrates: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 66-76.
- 6Wresearch, 2024, South Korea Modified Starch Market (2024-2030)

## 전분시장의 특징과 수요 증대의 효과

연구책임자 : 안병일 교수 (고려대학교 식품자원경제학과)

### 약 력

- 서울대학교 농경제학과 학사, 석사
- 서울대학교 농경제학과 박사과정
- 미국 캘리포니아 주립대(데이비스) 농업 및 자원경제학과 석사, 박사
- 前) 한국농촌경제연구원 연구원, 전문연구원
- 前) 미국 캘리포니아 주립대 Agricultural Issues Center 박사후 과정 연구원
- 前) 경제인문사회연구회 연구윤리준수 평가위원
- 前) 감사원 FTA 국내대책추진실태 감사위원회 자문위원
- 前) University of Arkansas, Fulbright 연구 방문 교수
- 前) 한국농업경제학회 사무국장
- 前) University of California, Davis 대 방문교수
- 前) 한국농수산물유통공사 식량안보 CEO 자문위원
- 前) 경제인문사회연구회 연구윤리준수 평가위원
- 現) 한국농식품정책학회 이사
- 現) 농림축산식품부 수급조절 위원회 위원
- 現) 고려대학교 식품자원경제학과 교수



## 목 차

1. 서론 .....	55
2. 전분생산 동향 .....	55
3. 전분산업 동향 .....	57
4. 국산 전분 수요 확대가 미치는 영향 .....	70
5. 결론 .....	76

## 1. 서론

전분은 식물의 광합성작용으로 생산하는 포도당이 증착된 천연 고분자 물질로 주로 곡립, 괴경, 뿌리 및 구근 등에 저장되는 것으로, 전분이 추출되는 주요 작물로는 옥수수, 밀, 감자, 카사바가 등이 있으며, 이 외에도 고구마, 쌀, 보리로도 전분을 생산할 수 있다(최지현, 2012).

전분은 식품 가공 분야에서 식품 및 기호품의 제조, 가공이나 조리에 활용되고 있으며, 전분의 화학적 변형을 통해 제지, 플라스틱, 세제, 바이오연료, 건축, 화장품 등 산업 전반에서 여러 가지 제품 또는 중간재로 생산 및 활용되고 있다 (최지현, 2012). 특히 전분은 식품산업의 가장 중요한 중간재로 활용되고 있어 그 관련성이 매우 높다. 한국은행에서 발행하고 있는 산업연관표에 따르면, 전분산업의 생산물은 84%이상이 식품산업의 타 품목을 위한 중간재(투입재)로 활용되고 있을 만큼 그 중요성이 크다고 할 수 있다.

본 고에서는 국내 전분산업의 특징을 생산량, 사업체수, 수출입 동향, 다른산업과의 연관관계 등 다양한 측면으로 살펴보고, 국내 전분산업 활성화를 위해 수요 진작 정책이 실시될 경우 이것이 미치는 효과를 전분의 원료가 되는 농산물 시장과의 상호 작용이라는 틀 속에서 파악해 보고자 한다.

## 2. 전분 생산 동향

한국전분공업협동조합이 자체 집계한 자료에 따르면, 2022년 기준으로 고구마 전분의 국내 생산량 추정치는 3,000톤이며, 감자 전분의 국내생산량은 1,738톤으로 나타나 고구마 전분의 생산량이 감자 전분에 비해 월등히 높다(표 1, 표 2). 한편 <표 3>에서 확인할 수 있는 바와 같이, 무역협회가 집계하는 수출입 통계에 따르면 2023년 감자 전분의 수입량은 93,720톤에 이르고 있어 국내에서 생산하는 감자 전분의 비중은 수입산의 약 1.2% 수준에 그치고 있다.

고구마 전분의 경우 2023년 기준 국내 생산 전분량은 수입산의 약 14.1% 수준인 것으로 추정된다. 또한 수입산과의 가격 경쟁에 직면하고 있어 국내에서 생산된 전분의 재고율은 2022년 기준 고구마전분의 재고율은 19%, 감자전분의 재고율은 52.4%에 이르고 있다.

<표 1> 고구마 전분 생산 현황

(단위: 톤)

년도	생산 업체수	생고구마 수매량	전분 생산량	전분 판매량	재고량(재고율)
2018	5	14,077	2,856	2,787	933(32.6%)
2019	4	15,899	3,251	2,975	1,209(37.1%)
2020	4	12,291	2,128	2,893	444(20.8%)
2021	4	12,264	2,560	2,900	104(4%)
2022	4	14,233	3,067	2,587	584(19%)

자료: 한국전분공업협회

<표 2> 감자 전분 생산 현황

(단위: 톤)

년도	생산 업체수	생감자 수매량	전분 생산량	전분 판매량	재고량(재고율)
2019	5	12,060	2,277	2,230	545(23.9%)
2020	4	12,750	2,466	2,316	695(28.8%)
2021	3	10,485	2,097	1,772	1,019(48.5%)
2022	3	9,325	1,877	1,874	1,022(54.4%)
2023	2	6,346	1,738	1,849	911(52.4%)

자료: 한국전분공업협회

<표 3> 전분의 국내생산량과 수입량 비교

년도	제 품 명	국내생산량	수입량	비율(%)
2019	고구마전분	3,251	24,049	13.5
	감자전분	2,277	78,636	2.9
2020	고구마전분	2,128	23,587	12.7
	감자전분	2,466	94,566	2.6
2021	고구마전분	2,560	26,193	9.7
	감자전분	2,097	95,967	2.2
2022	고구마전분	3,069	25,349	12.1
	감자전분	1,877	94,599	2.0
2023	고구마전분	3,000(추정)	21,215	14.1
	감자전분	1,738	93,720	1.8

자료: 전분공업협회, 한국무역통계진흥원

〈표 4〉에 제시된 바와 같이 국내에서 전분 생산의 주원료가 되고 있는 고구마와 감자의 생산량은 2022년 기준 각각 337,153톤, 480,601톤임에 반해, 전분용으로 사용되는 고구마와 감자는 14,233톤 및 6,346톤에 그치고 있어 전분용으로서의 수요는 각각 4.2% 및 1.3%의 미미한 수준이다. 이러한 사실은 현재 국산 전분은 수입산에 비해 경쟁력이 크게 뒤지고 있는 상황이라는 점을 말하고 있으며, 또 다른 한편으로는 가격경쟁력이나 시장조건 등의 상황이 뒷받침 될 경우 국산원료를 이용하여 전분을 생산할 수 있는 잠재력이 크다는 점을 말하고 있다.

<표 4> 국내 생고구마·감자 생산 현황

년도	생 고구마		생 감자	
	면적(ha)	생산량(톤)	면적(ha)	생산량(톤)
2019	21,941	368,324	26,829	690,419
2020	22,262	329,927	23,599	553,194
2021	23,236	348,912	21,745	554,893
2022	21,345	337,153	20,088	480,601

자료 : 통계청 「농작물 생산조사」

국내에서 생산된 전분의 경쟁력이 수입산에 비해 뒤지고 있다는 사실은 수입산과 국내 생산 전분의 판매가격을 비교하면 쉽게 확인이 된다. 한국전분공업협회에 따르면, 〈표 5〉에서 볼 수 있는 바와 같이 국내에서 생산된 고구마 전분의 가격은 3,900원/kg임에 반해 수입전분 가격은 1,400원/kg 수준인 것으로 파악되고 있어 국산 전분의 가격 경쟁력은 매우 낮은 수준이다. 또한 국내에서 생산된 감자 전분의 가격은 3,100원/kg임에 반해 수입산은 1,000원/kg 수준으로 판매되고 있어 감자 전분의 가격 경쟁력 역시 수입산에 비해 낮은 수준이다.

<표 5> 국내산과 수입산 전분 가격 비교

(단위: 원/kg)

제 품 명	원 산 지	국내산	수입산
고구마전분		3,900	1,400
감자전분		3,100	1,000

자료: 한국전분공업협회(평균 판매단가를 적용하였으며, 수입산은 수입단가에 환율 1,200원을 적용하였음)

### 3. 전분 및 연관 산업 동향

#### 3.1. 사업체 수

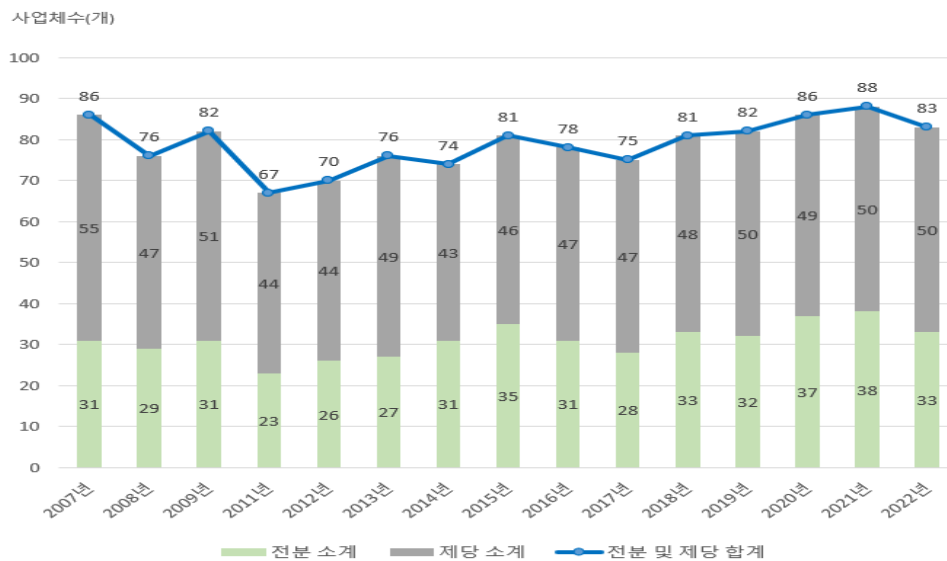
광업제조업조사보고서에 의하면, 전분 생산 업체는 매년 증감을 반복하지만, 2022년 31개소로 2007년 31개소와 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타난다(표 6). 동 조사보고서에 따르면 고구마전분 생산업체는 2022년 기준으로 5개소이며, 옥수수전분 생산업체는 2022년 기준으로

10개, 소맥전분 생산업체는 1개, 기타 전분생산업체는 17개인 것으로 나타난다. 1990년대에는 국내에서 전분을 생산하는 업체가 100여개에 이르렀으나, 값싼 수입산과의 경쟁으로 많은 업체가 폐업하였으며, 37개의 전분 생산업체 중에서도 국산 원료를 이용하여 전분을 생산하고 있는 업체는 소수에 불과한 실정이다.

<표 6> 전분 및 제당 생산업체 수

구분	전분					전분 소계	제당 소계	전분 및 제당 합계	전분 비율	제당 비율
	고구마 전분	옥수수 전분	소맥 전분	기타 전분 제품						
사업체 수 (개)	2007년	5	9	3	14	31	55	86	36.00%	64.00%
	2008년	3	9	3	14	29	47	76	38.20%	61.80%
	2009년	4	9	3	15	31	51	82	37.80%	62.20%
	2011년	5	6	2	10	23	44	67	34.30%	65.70%
	2012년	5	7	2	12	26	44	70	37.10%	62.90%
	2013년	6	9	3	9	27	49	76	35.50%	64.50%
	2014년	5	9	3	14	31	43	74	41.90%	58.10%
	2015년	7	8	4	16	35	46	81	43.20%	56.80%
	2016년	6	10	2	13	31	47	78	39.70%	60.30%
	2017년	8	9	1	10	28	47	75	37.30%	62.70%
	2018년	10	10	1	12	33	48	81	40.70%	59.30%
	2019년	9	10		13	32	50	82	39.00%	61.00%
	2020년	8	11	1	17	37	49	86	43.00%	57.00%
	2021년	8	11	1	18	38	50	88	43.20%	56.80%
	2022년	5	10	1	17	33	50	83	39.80%	60.20%
전체 기간 평균	6	9	2	14	31	48	79	39.10%	60.90%	

자료: 국가통계포털



<그림 1> 전분 및 제당의 사업체 수 변화 추이

### 3.2. 생산액

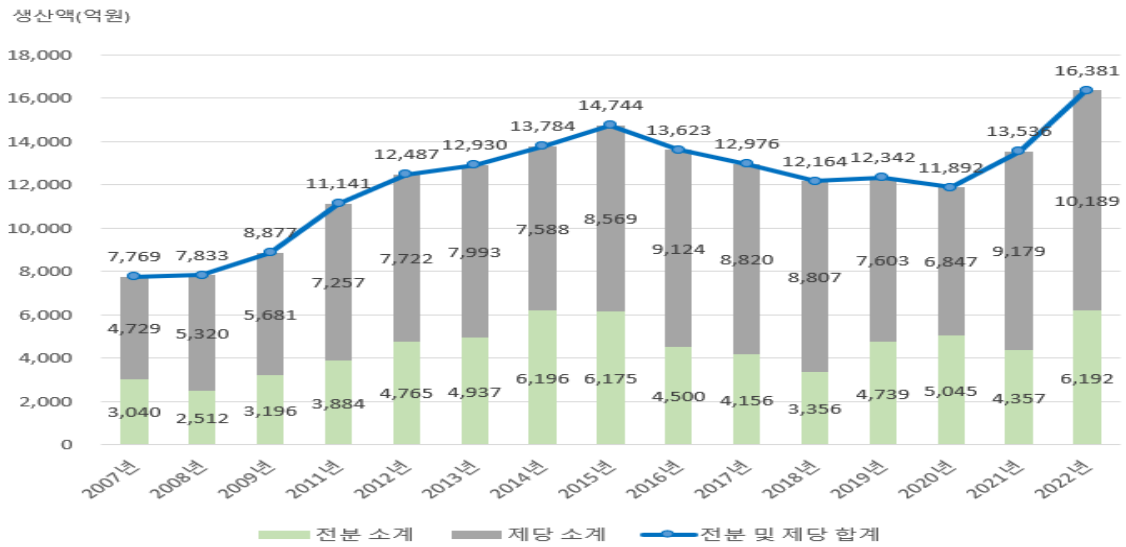
광업제조업조사보고서에 의하면, 전분 생산액은 2015년까지 상승한 이후 하락하는 추세를 보였지만, 2020년을 기준으로 다시 상승하여 2022년에는 최근 15년간 최고 생산액을 달성하였다. 2022년 기준으로 고구마 전분 생산액은 234억 원, 옥수수 전분 생산액은 4,244억 원, 기타 전분 생산액은 1,714억 원인 것으로 나타난다.

옥수수 전분, 소맥 전분과 같이 국내에서 생산되는 전분은 대부분 수입산 원료를 가공하여 만드는 것이고 사실상 고구마 전분과 감자 전분만이 국내산 원료를 이용하여 생산되는 전분이라고 할 수 있다.

<표 7> 전분 및 제당 품목의 생산액(억원)

구분	전분					제당	전분 및 제당 합계	전분 비율	제당 비율	
	고구마 전분	옥수수 전분	소맥전분	기타 전분 제품	전분 소계	제당 소계				
생산액 (억원)	2007년	66	2,279	490	205	3,040	4,729	7,769	39.10%	60.90%
	2008년	66	1,611	578	257	2,512	5,320	7,833	32.10%	67.90%
	2009년	108	1,696	687	706	3,196	5,681	8,877	36.00%	64.00%
	2011년	89	2,270	-	1,524	3,884	7,257	11,141	34.90%	65.10%
	2012년	99	2,516	-	2,150	4,765	7,722	12,487	38.20%	61.80%
	2013년	73	2,694	633	1,537	4,937	7,993	12,930	38.20%	61.80%
	2014년	65	3,376	596	2,160	6,196	7,588	13,784	45.00%	55.00%
	2015년	130	2,678	675	2,690	6,175	8,569	14,744	41.90%	58.10%
	2016년	159	2,882	-	1,459	4,500	9,124	13,623	33.00%	67.00%
	2017년	191	3,056	-	909	4,156	8,820	12,976	32.00%	68.00%
	2018년	145	2,870	-	341	3,356	8,807	12,164	27.60%	72.40%
	2019년	254	2,576	-	1,909	4,739	7,603	12,342	38.40%	61.60%
	2020년	274	2,803	-	1,968	5,045	6,847	11,892	42.40%	57.60%
	2021년	302	3,245	-	810	4,357	9,179	13,536	32.20%	67.80%
	2022년	234	4,244	-	1,714	6,192	10,189	16,381	37.80%	62.20%
전체 기간 평균	150	2,720	244	1,356	4,470	7,695	12,165	36.60%	63.40%	

자료: 국가통계포털



자료: 국가통계포털

<그림 2> 전분 및 제당의 생산액 변화 추이

### 3.3. 다른 산업과의 연관관계

전분산업과 다른 산업과의 연관관계를 파악할 수 있는 자료는 한국은행에서 제공하고 있는 산업연관표이다. 하지만 산업연관표에서는 전분 산업에 대한 별도 추정치를 제공하지 있지 않고, “제당 및 전분 산업”으로 통합한 자료가 제시되어 있어, 본 연구에서도 제당과 전분산업을 하나의 산업으로 묶어 산업연관관계를 파악해 보았다.

총투입 기준, 제당 및 전분산업의 생산액은 2017년부터 점차 증가하는 추세로 나타나지만, 2019년 생산액은 24,746억 원으로 2015년 25,552억 원보다 낮은 것으로 조사되었다(표 8). 중간투입계 기준의 생산액 추세도 총투입 기준의 생산액 추세와 유사한 패턴으로 나타나지만, 2019년 중간투입계 기준 생산액은 20,469억 원으로 2015년 19,837억 원 보다 다소 높은 수준이다.

<표 8> 제당 및 전분 산업의 총 생산액(공급측면) (단위: 억 원)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
중간투입계	19,837	19,856	18,184	18,756	20,469
부가가치계	5,714	6,059	5,215	5,539	4,276
총투입계	25,552	25,914	23,400	24,296	24,746
수입계	13,190	14,212	15,234	12,572	13,602
총공급계	38,742	40,126	38,634	36,868	38,348

자료: 한국은행 산업연관표

제당 및 전분산업의 생산을 위해 투입되는 산업을 살펴보면, 제당 및 전분 산업을 제외한 상위 5개 산업이 차지하는 비율은 2019년 기준 44.6%인 것으로 집계된다. <표 9>에서 확인

할 수 있는 바와 같이, 2015-2018년 기간 동안, 제당 및 전분산업에 투입되는 상위 5개 산업은 곡물 및 식량작물, 법무 및 경영지원 서비스, 도소매 및 상품중개서비스, 정곡 및 제분, 도로운송서비스였지만, 2019년에는 기타플라스틱제품과 전력 및 신재생에너지가 상위 5개 산업에 포함되었다.

<표 9> 제당 및 전분 생산을 위해 투입되는 타산업에서의 투입액

(단위: 억원)

2015년		2016년		2017년		2018년		2019년	
품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액
제당 및 전분	9,031	제당 및 전분	9,156	제당 및 전분	9,068	제당 및 전분	7,664	제당 및 전분	7,716
곡물 및 식량작물	3,392	곡물 및 식량작물	2,880	곡물 및 식량작물	2,731	법무 및 경영지원 서비스	3,050	법무 및 경영지원 서비스	4,312
법무 및 경영지원 서비스	2,240	법무 및 경영지원 서비스	2,632	법무 및 경영지원 서비스	1,884	곡물 및 식량작물	2,979	곡물 및 식량작물	2,800
도소매 및 상품중개 서비스	1,482	도소매 및 상품중개 서비스	1,357	도소매 및 상품중개 서비스	1,212	도소매 및 상품중개 서비스	1,248	도소매 및 상품중개 서비스	1,244
정곡 및 제분	498	정곡 및 제분	418	도로운송 서비스	364	정곡 및 제분	366	기타 플라스틱 제품	403
도로운송 서비스	375	도로운송 서비스	406	정곡 및 제분	356	도로운송 서비스	358	전력 및 신재생 에너지	368
기타	2,820	기타	3,006	기타	2,569	기타	3,090	기타	3,627
중간 투입계	19,837	중간 투입계	19,856	중간 투입계	18,184	중간 투입계	18,756	중간 투입계	20,469
제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	40.30%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	38.70%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	36.00%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	42.70%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	44.60%
제당 및 전분 품목의 비율	45.50%	제당 및 전분 품목의 비율	46.10%	제당 및 전분 품목의 비율	49.90%	제당 및 전분 품목의 비율	40.90%	제당 및 전분 품목의 비율	37.70%

자료: 한국은행 산업연관표를 이용하여 저자가 재작성

<표 10>의 전분 및 제당산업의 총수요를 살펴보면, 2017년 38,634억원으로 하락한 이후, 큰 변동은 없는 상태이며, 중간수요를 기준으로 살펴보면, 2019년 32,262억원인 것으로 나타나 2015년 31,786억원과 비교하여 소폭 상승하였다.

<표 10> 제당 및 전분 산업의 총 생산액(수요 측면)

(단위: 억원)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
중간수요계	31,786	32,303	31,487	31,066	32,262
최종수요계 (민간, 정부, 수출 등 포함)	6,956	7,824	7,147	5,802	6,085
총수요계	38,742	40,126	38,634	36,868	38,348

자료: 한국은행 산업연관표를 이용하여 저자가 재작성

다른 산업의 중간재로 제당 및 전분 산업에서 투입되는 금액을 살펴보면, 제당 및 전분 산업에 대한 자체 투입을 제외한 상위 5개 산업이 차지하는 비율은 2015년 48.0%에서 2019년 54.3%로 증가하였다. 2015-2019년 기간 동안, 제당 및 전분산업이 투입된 상위 5개 산업은 “떡, 과자 및 면류”, “음식점 및 주점”, “기타 식료품”, “조미료 및 유지”, “비알콜음료 및 얼음”으로 나타난다. 즉, 식품산업 중에서도 이들 품목을 생산하는 식품산업이 전분산업과 보다 더 밀접한 관계에 있다는 것을 알 수 있다.

<표 11> 타산업의 생산을 위해 투입되는 제당 및 전분 산업 투입액

(단위: 억원)

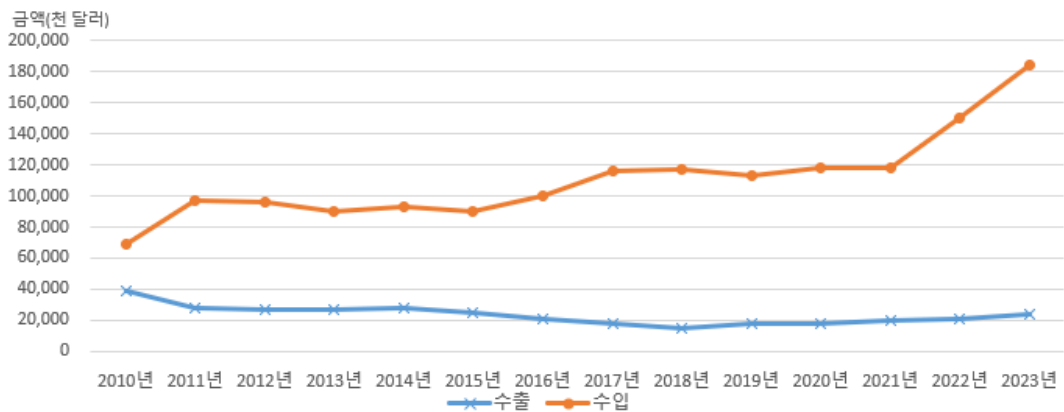
2015년		2016년		2017년		2018년		2019년	
품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액	품목	투입액
제당 및 전분	9,031	제당 및 전분	9,156	제당 및 전분	9,068	제당 및 전분	7,664	제당 및 전분	7,716
떡, 과자 및 면류	4,128	떡, 과자 및 면류	4,091	떡, 과자 및 면류	3,835	음식점 및 주점	4,055	떡, 과자 및 면류	4,377
음식점 및 주점	3,234	음식점 및 주점	3,662	음식점 및 주점	3,325	떡, 과자 및 면류	3,841	음식점 및 주점	4,277
기타 식료품	2,893	기타 식료품	3,256	기타 식료품	3,140	기타 식료품	3,433	기타 식료품	3,832
조미료 및 유지	2,749	조미료 및 유지	2,645	조미료 및 유지	2,838	조미료 및 유지	2,900	조미료 및 유지	2,930
비알콜음료 및 얼음	2,267	비알콜음료 및 얼음	2,187	사료	2,314	비알콜음료 및 얼음	2,167	비알콜음료 및 얼음	2,088
기타	7,484	기타	7,306	기타	6,966	기타	7,006	기타	7,043
중간수요계	31,786	중간수요계	32,303	중간수요계	31,487	중간수요계	31,066	중간수요계	32,262
제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	48.00%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	49.00%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	49.10%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	52.80%	제당 및 전분을 제외한 상위 5개 품목의 비율	54.30%
제당 및 전분 품목의 비율	28.40%	제당 및 전분 품목의 비율	28.30%	제당 및 전분 품목의 비율	28.80%	제당 및 전분 품목의 비율	24.70%	제당 및 전분 품목의 비율	23.90%

자료: 한국은행 산업연관표를 이용하여 저자가 재작성

### 3.4. 수출입

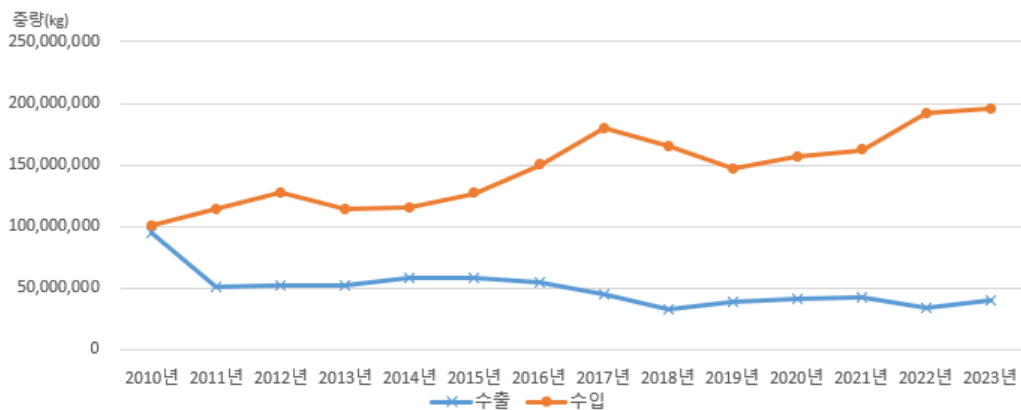
전분산업의 수출입 현황을 한국무역협회의 통계를 통해 살펴보면, 전분 (및 이눌린)의 수입액은 수출액에 비해 절대적으로 높은 것으로 나타나 우리나라의 전분 산업은 수입 의존도가 매우 높은 것을 알 수 있다(그림 3, 그림 4).

2023년 기준 전분 및 이눌린의 수출액은 23,924천 달러 임에 반해 수입액은 184,466천 달러인 것으로 나타나, 수출액이 수입액의 13%수준이며, 수출량은 40,327톤임에 반해 수입량은 195,248톤인 것으로 나타나 수출량이 수입량의 20.7%수준이다.



자료: 한국무역협회

<그림 3> 전분 및 이눌린(HS code: 1108)의 수출입액 추이



자료: 한국무역협회

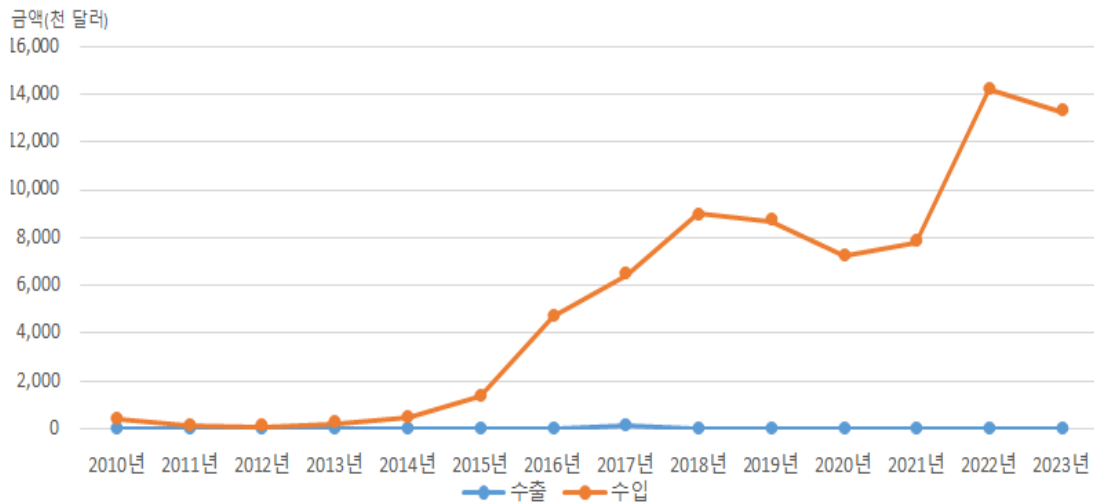
<그림 4> 전분 및 이눌린(HS code: 1108)의 수출입량 추이

이하에서는 전분의 종류별로 수출입 추이를 살펴보았다. 먼저 <표 12>는 밀전분의 연도별 수출입 현황을 나타낸 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 2023년 기준으로 수출량은 수입량의 0.04% 수준으로 매우 미미한 수준이다. 금액과 중량 모두 밀 전분의 수입은 증가하는 추세에 있는 것으로 나타난다.

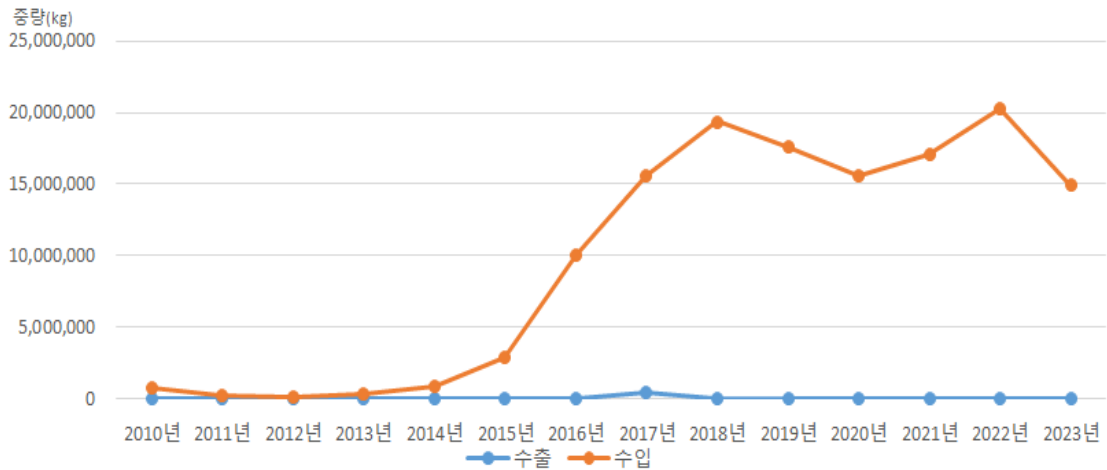
<표 12> 밀 전분의 연도별 수출입

연도	밀 전분(HS code: 110811)				
	수출		수입		
	금액	중량(kg)	금액	중량(kg)	수입단가
	(천 달러)		(천 달러)		
2010년	1	960	402	711,001	0.57
2011년	15	24,574	150	234,240	0.64
2012년	5	6,314	83	114,373	0.73
2013년	9	6,248	208	325,685	0.64
2014년	19	26,338	465	814,293	0.57
2015년	13	17,104	1,354	2,919,094	0.46
2016년	3	2,057	4,694	10,003,665	0.47
2017년	127	422,400	6,423	15,608,257	0.41
2018년	1	980	8,982	19,364,081	0.46
2019년	12	20,460	8,673	17,642,809	0.49
2020년	8	912	7,216	15,553,118	0.46
2021년	30	12,933	7,766	17,044,989	0.46
2022년	3	273	14,192	20,289,222	0.70
2023년	10	6,000	13,262	14,971,857	0.89

자료: 한국무역협회



<그림 5> 밀 전분 수출입액 추이



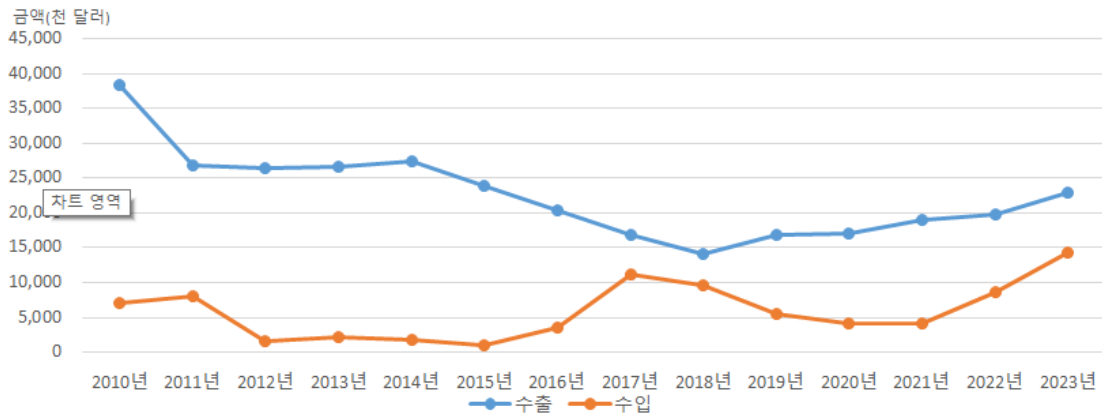
<그림 6> 밀 전분 수출입양 추이

<표 13>은 옥수수 전분의 연도별 수출입 현황을 나타낸 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 옥수수 전분의 수출은 수입에 비해 더 높은 수준이어서 2023년 기준 수출액은 수입액의 약 1.6배, 수출량은 수입량의 약 1.5배인 것으로 나타난다. 하지만 수출물량은 2010년 이후 감소 추세에 있다. 반면 수입량은 큰 폭의 등락을 거듭하고 있는 것으로 나타난다.

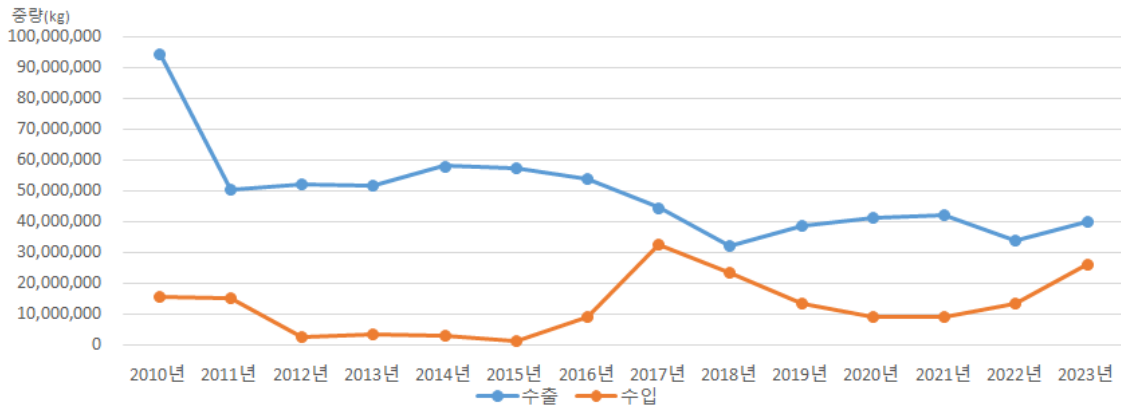
<표 13> 옥수수 전분의 연도별 수출입

연도	옥수수(HS code: 110812)				
	수출		수입		
	금액	중량(kg)	금액	중량(kg)	수입단가 (달러/kg)
	(천 달러)		(천 달러)		
2010년	38,377	94,608,226	7,066	15,767,537	0.45
2011년	26,809	50,555,302	7,987	15,233,973	0.52
2012년	26,401	52,136,653	1,555	2,710,652	0.57
2013년	26,628	51,816,640	2,110	3,440,356	0.61
2014년	27,381	58,088,810	1,772	2,906,181	0.61
2015년	23,893	57,622,351	967	1,391,828	0.69
2016년	20,401	53,926,713	3,620	9,336,987	0.39
2017년	16,857	44,618,651	11,259	32,573,510	0.35
2018년	14,075	32,265,865	9,633	23,623,255	0.41
2019년	16,786	38,901,709	5,567	13,388,188	0.42
2020년	16,979	41,267,254	4,216	9,360,401	0.45
2021년	19,030	42,217,959	4,110	9,059,051	0.45
2022년	19,741	33,781,667	8,618	13,332,906	0.65
2023년	22,838	39,999,266	14,362	26,289,631	0.55

자료: 한국무역협회



<그림 7> 옥수수 전분 수출입액 추이



<그림 8> 옥수수 전분 수출입량 추이

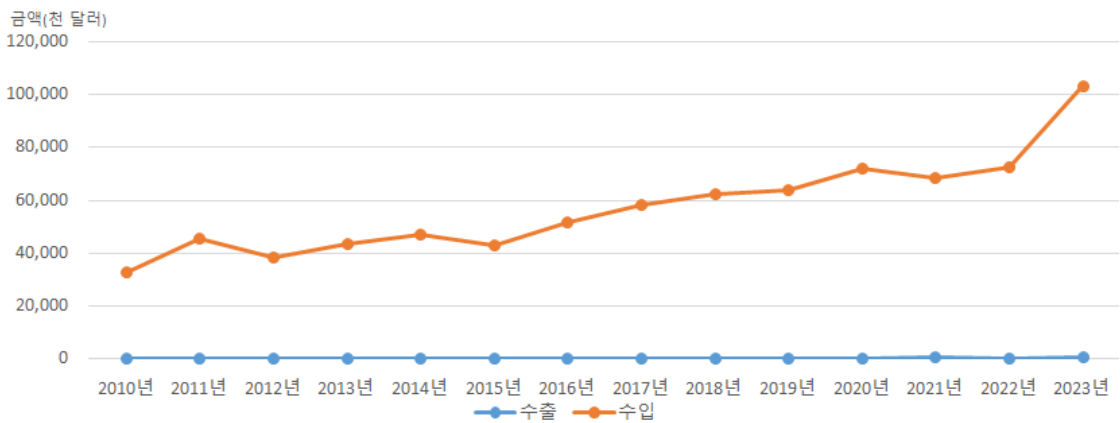
<표 14>는 감자 전분의 연도별 수출입 현황을 나타낸 것이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 2023년 기준 수출액은 수입액의 0.5% 수준으로 매우 미미하다. 금액과 중량 모두 감자 전분의 수입은 증가하는 추세에 있는 것으로 나타난다. 2023년의 경우 2010년에 비해 수입금액이 3배 이상 증가하였다.

<표 14> 감자 전분의 연도별 수출입

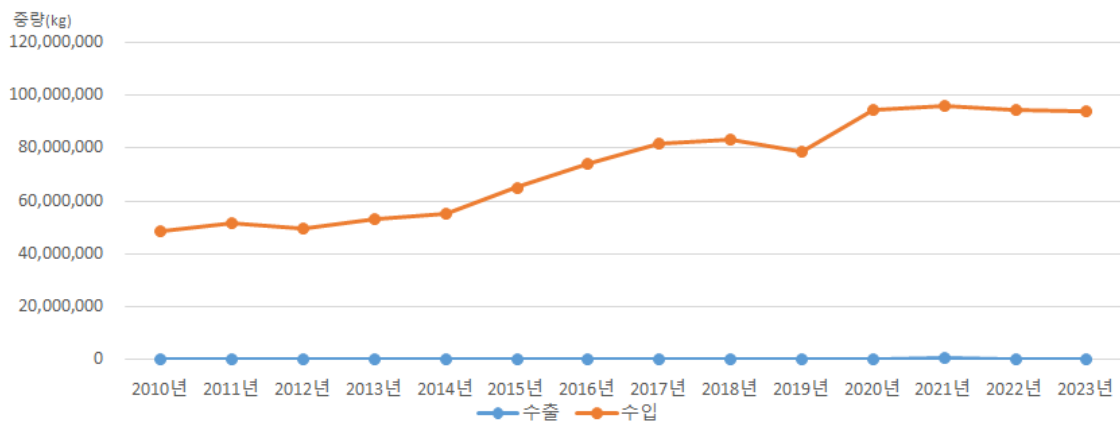
연도	감자 전분(HS code: 110813)				
	수출		수입		
	금액	중량(kg)	금액	중량(kg)	수입단가 (달러/kg)
	(천 달러)		(천 달러)		
2010년	6	2,645	33,045	48,759,583	0.68
2011년	10	4,806	45,560	51,559,994	0.88
2012년	8	2,236	38,491	49,829,589	0.77
2013년	52	19,788	43,699	53,262,971	0.82
2014년	105	29,989	47,287	55,037,213	0.86

연도	감자 전분(HS code: 110813)				
	수출		수입		
	금액	중량(kg)	금액	중량(kg)	수입단가 (달러/kg)
	(천 달러)		(천 달러)		
2015년	168	55,100	42,932	65,171,709	0.66
2016년	226	79,640	51,550	74,210,174	0.69
2017년	167	67,072	58,167	81,635,921	0.71
2018년	122	42,324	62,530	83,198,229	0.75
2019년	190	86,737	63,897	78,636,291	0.81
2020년	426	160,127	72,290	94,565,950	0.76
2021년	751	538,689	68,513	95,967,380	0.71
2022년	360	129,642	72,765	94,599,180	0.77
2023년	521	177,469	103,125	93,715,263	1.1

자료: 한국무역협회



<그림 9> 감자 전분 수출입액 추이



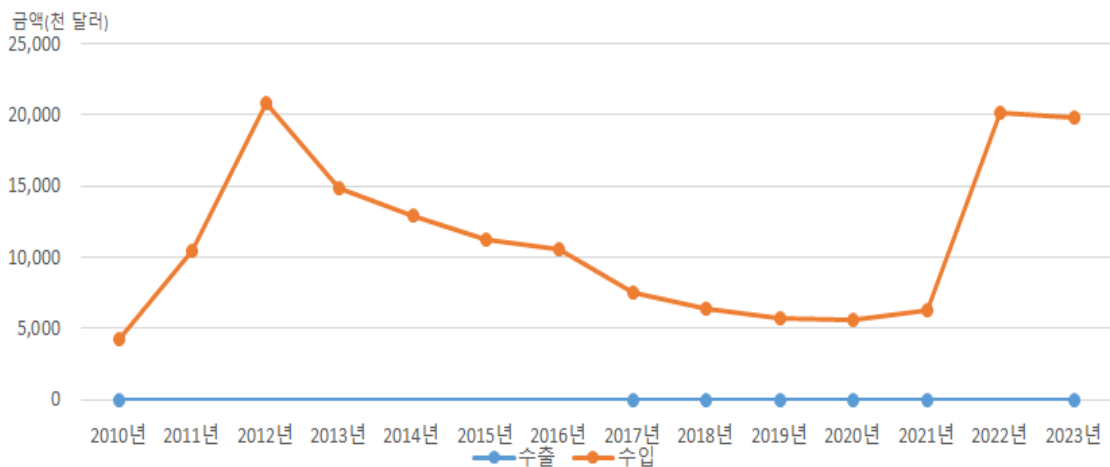
<그림 10> 감자 전분 수출입양 추이

<표 15>는 매니옥 전분의 연도별 수출입 현황을 나타낸 것이다. 옥수수를 제외한 다른 전분과 마찬가지로 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 수출액은 수입액의 0.1% 수준으로 매우 미미하다. 매니옥 전분의 수입량은 2012년 이후 줄곧 감소 추세였으나, 2022년과 2023년에는 증가하였다.

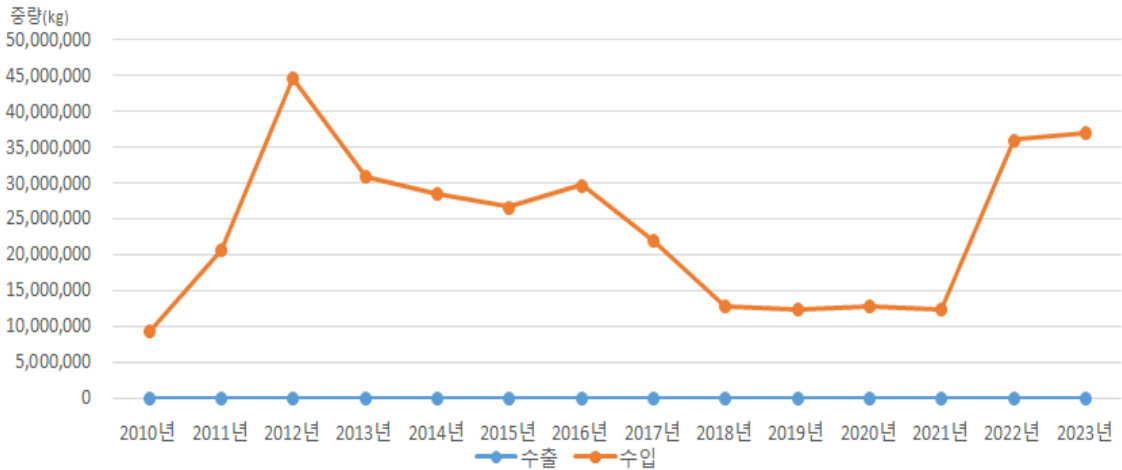
<표 15> 매니옥 전분의 연도별 수출입

연도	매니옥전분(HS code: 110814)				
	수출		수입		
	금액	중량(kg)	금액	중량(kg)	수입단가 (달러/kg)
	(천 달러)		(천 달러)		
2010년	1	402	4,283	9,242,768	0.46
2011년	0	0	10,453	20,560,865	0.51
2012년	0	0	20,824	44,618,746	0.47
2013년	0	150	14,883	30,834,604	0.48
2014년	0	0	12,938	28,406,838	0.46
2015년	0	0	11,281	26,603,420	0.42
2016년	0	49	10,625	29,650,527	0.36
2017년	14	4,142	7,566	21,961,303	0.34
2018년	11	3,640	6,452	12,760,095	0.51
2019년	16	3,637	5,776	12,388,178	0.47
2020년	23	6,189	5,574	12,705,741	0.44
2021년	7	2,291	6,265	12,422,574	0.5
2022년	0	0	20,183	35,967,258	0.56
2023년	13	1,202	19,837	36,908,619	0.54

자료: 한국무역협회



<그림 11> 매니옥 전분 수출입액 추이



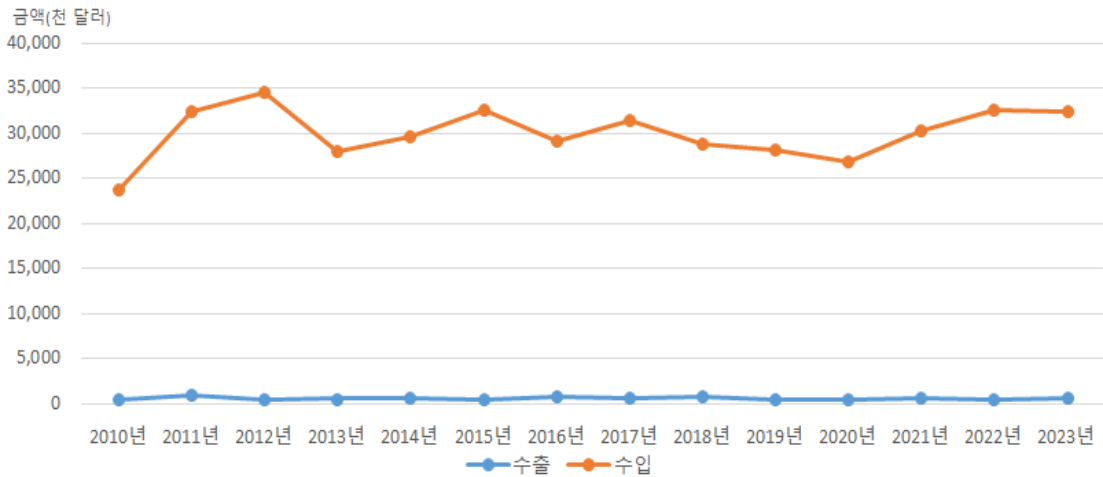
<그림 12> 매니옥 전분 수출입양 추이

<표 16>은 기타 전분의 연도별 수출입 현황을 나타낸 것이다. 대부분의 다른 전분과 마찬가지로 표에서 확인할 수 있는 바와 같이 수출액은 수입액의 1.7% 수준으로 매우 미미하며, 수출량은 수입량의 0.62% 수준이다.

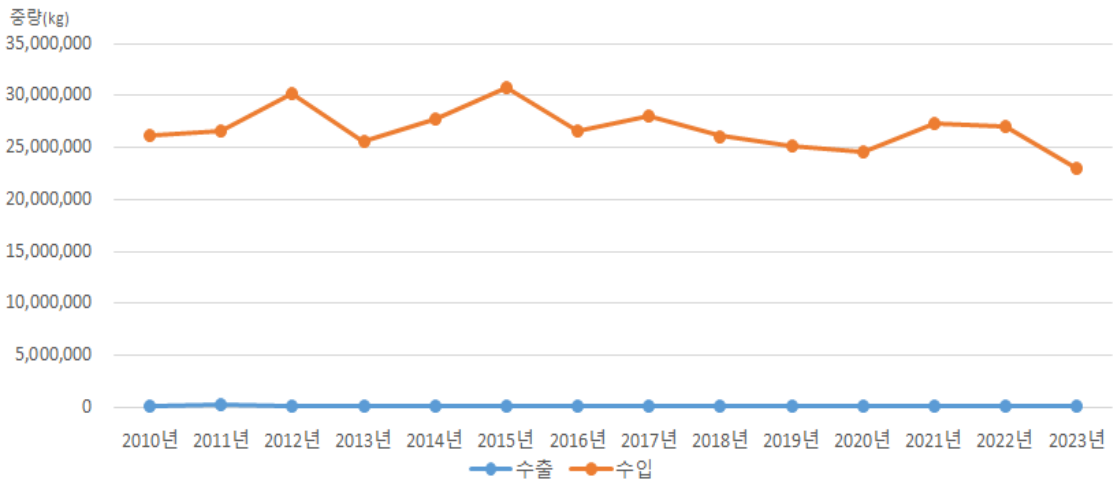
<표 16> 기타 전분의 연도별 수출입

연도	기타 전분(HS code: 110819)				
	수출		수입		
	금액 (천 달러)	중량(kg)	금액 (천 달러)	중량(kg)	수입단가 (달러/kg)
2010년	438	162,108	23,726	26,235,720	0.9
2011년	879	290,111	32,487	26,577,696	1.22
2012년	480	106,768	34,542	30,149,165	1.15
2013년	507	107,111	27,934	25,658,944	1.09
2014년	631	152,344	29,670	27,751,748	1.07
2015년	434	74,849	32,559	30,731,341	1.06
2016년	724	167,972	29,195	26,621,898	1.1
2017년	631	156,758	31,388	28,045,083	1.12
2018년	710	138,356	28,812	26,114,703	1.1
2019년	425	128,658	28,166	25,152,995	1.12
2020년	449	124,979	26,887	24,536,906	1.1
2021년	580	149,342	30,245	27,367,504	1.11
2022년	387	90,477	32,625	26,995,924	1.21
2023년	542	143,242	32,421	22,981,160	1.41

자료: 한국무역협회



<그림 13> 기타 전분 수출입액 추이



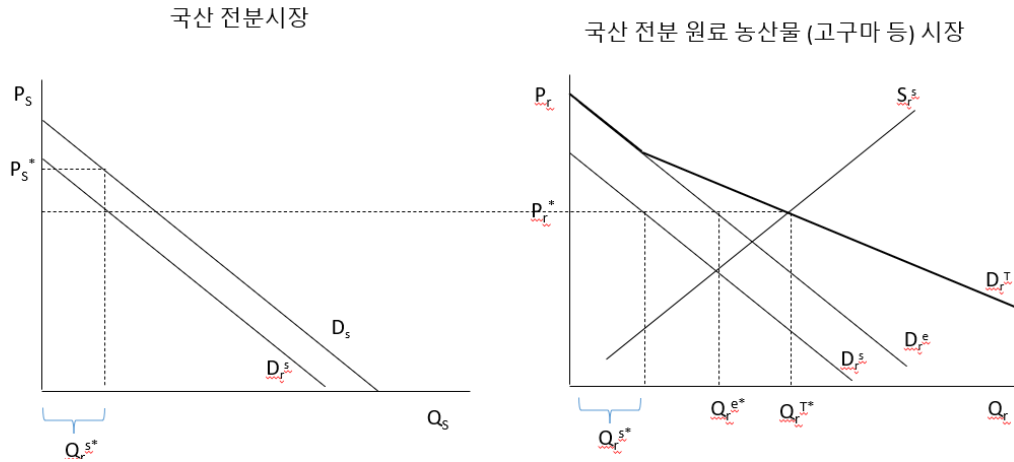
<그림 14> 기타 전분 수출입량 추이

#### 4. 국산 전분 수요 확대가 미치는 영향 전망

본 절에서는 국산 전분에 대한 수요가 확대되면, 이것이 원료농산물 시장에는 어떠한 영향을 미치는지를 수요-공급 모형을 설정하여 평가해 보았다. 국산 전분 수요 확대를 위한 정부의 지원 정책 등이 실시될 경우 국산 전분 수요는 현재보다 늘어날 가능성이 존재하기 때문에 이와 같은 평가는 향후 정책 방향 설정 등에 있어 유용한 참고 자료로 활용될 수 있다.

국산 전분 시장과 전분의 원료가 되는 농산물 시장 간의 관계는 <그림 15>로 묘사할 수 있다. <그림 15>에서  $D_s$ 는 국산 전분(예를 들어 고구마 전분)에 대한 수요 곡선이며  $D_r^s$ 는 국산 전분을 생산하기 위한 원료 농산물에 대한 수요 곡선(예를 들어 전분용 고구마에 대한 수요)이다. 전분 원료가 되는 농산물 시장은 <그림 15>의 오른쪽 그래프로 묘사가 가능한데,  $D_r^e$ 는 전분을

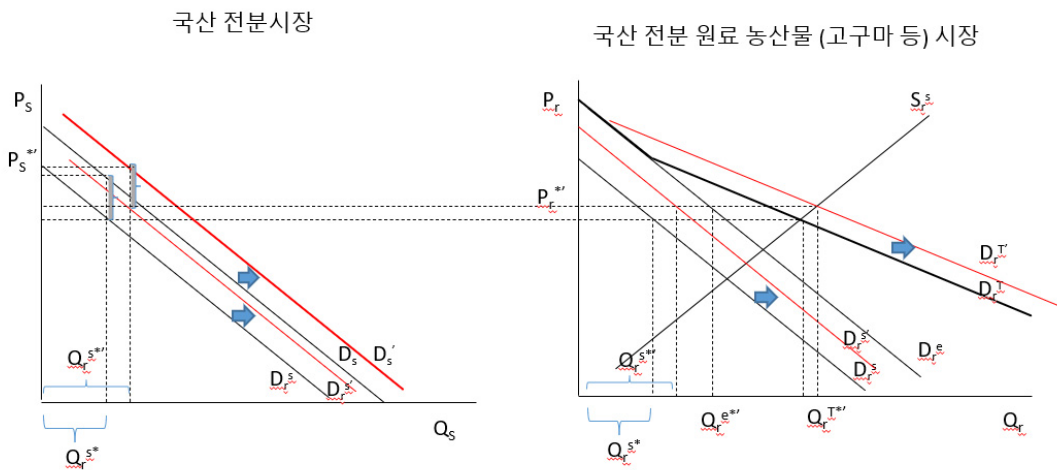
제외한 타 용도로의 농산물 수요이며,  $D_r^T$ 는 전분용 수요( $D_r^s$ )와 타 용도로의 수요( $D_r^e$ )를 합산한 것이다(즉,  $D_r^T = D_r^s + D_r^e$ ). 원료농산물에 대한 공급곡선이  $S_r^s$ 라고 하면 원료농산물에 대한 총 수요  $D_r^T$ 와  $S_r^s$ 가 만나는 수준에서 원료농산물의 가격이  $P_r^*$ 로 결정되고 원료농산물의 총 균형물량은  $Q_r^{T*}$ 가 된다.



<그림 15> 국산 전분 시장과 전분 원료 시장 간의 관계

이와 같이 형성된  $P_r^*$ 의 균형가격은 전분 가공업자들이 원료농산물을 구매하는 가격이 되며, 여기에 전분으로 가공하는 비용과 마진을 합산하여 전분의 판매가격은 <그림 15>의 왼쪽 그래프에서  $P_s^*$ 가 된다고 할 수 있다. 이때 전분 가공을 위해 수요되는 원료농산물의 양은  $Q_r^{s*}$ 가 되며, 일반 용도로의 농산물 수요량은  $Q_r^{T*} - Q_r^{s*} (= Q_r^{e*})$ 가 된다.

한편, 국산 전분에 대한 수요가 확대될 경우 이것이 시장에 미치는 영향은 <그림 16>을 통해 설명할 수 있다. 국산 전분에 대한 수요가  $D_s$ 에서  $D_s'$ 으로 확대되면, 이의 영향으로 전분



<그림 16> 국산 전분의 수요 확대가 미치는 영향

원료용 농산물 수요도  $D_r^s$ 에서  $D_r^{s'}$ 으로 확대된다. 이는 <그림 16>의 오른쪽 그래프에서 농산물에 대한 총 수요곡선을  $D_r^T$ 에서  $D_r^{T'}$ 으로 확대시켜, 농산물에 대한 균형을  $P_r^{s'}$ 으로 상승시키고, 총 균형 물량도  $Q_r^{T'}$ 로 증가시키게 되며, 전분용 농산물 수요도  $Q_r^{s*}$ 에서  $Q_r^{s*'}$ 로 증가하게 된다. 이때 전분가격은  $P^{s*}$ 에서  $P^{s*'}$ 로 상승하게 된다. 전분가격 상승에 따라 타 용도로의 농산물 수요량은 줄어들게 된다. 전분용으로의 농산물 수요 증가는 원료 농산물 시장의 가격 상승과 판매량 상승을 초래하여 해당 농산물을 재배하는 농가의 판매수입은 증가하게 된다.

<그림 15>와 <그림 16>으로 묘사된 상황은 다음과 같은 전분 시장과 원료농산물 시장의 수요 및 공급 모형을 설정하여 분석할 수 있다. 먼저 식(1)과 식(2)는 국산 전분시장을 묘사하는 방정식인데, 식(1)은 국산 전분에 대한 수요이며, 식(2)는 전분가격과 원료농산물 가격간의 관계이다. 식(3)~식(6)은 전분의 원료가 되는 농산물 시장을 묘사하는 방정식인데, 식(3)은 전분용 원료농산물 수요이며, 식(4)는 타 용도로의 농산물 수요, 식(5)는 농산물 공급, 식(6)은 농산물 시장의 균형을 묘사하는 방정식이다.

□ 국산 전분시장

(1) 국산 전분수요:  $Q_s = f_s(P_s, DS_s)$

(2) 전분가격과 원료농산물 가격간의 관계:  $P_s = \frac{1}{\rho} P_r + m$

□ 국산 원료 농산물 시장

(3) 전분용 수요:  $D_r^s = f_r^s(P_r, DS_r^s)$

(4) 타 용도로의 수요:  $D_r^e = f_r^e(P_r, DS_r^e)$

(5) 농산물 공급:  $S_r = g_r(P_r, SS_r)$

(6) 농산물 시장의 균형:  $S_r = D_r^s + D_r^e$

식(1)~(6)에서  $Q_s$ 는 전분 수요량,  $P_s$ 는 전분가격,  $D_r^s$ 전분용 원료농산물 수요량,  $D_r^e$ 는 타 용도로의 농산물 수요량,  $S_r$ 는 농산물 공급량,  $P_r$ 은 농산물 가격이며,  $\rho$ 는 원료농산물에서 전분으로 가공될 때의 수율,  $m$ 은 원료농산물에서 전분으로 가공하는데 드는 단위당 가공비용이다. 위 식에서  $DS_s$ 는 전분수요곡선을 이동시키는 요인,  $DS_r^s$ 은 전분용 원료농산물 수요곡선을 이동시키는 요인,  $DS_r^e$ 는 타 용도로의 농산물 수요곡선을 이동시키는 요인,  $SS_r$ 은 농산물 공급곡선을 이동시키는 요인이다.

식(1)~(6)에서 내생변수는 각각  $Q_s$ ,  $P_s$ ,  $D_r^s$ ,  $D_r^e$ ,  $S_r$ ,  $P_r$ 인데, 총 방정식의 개수가 6개 이므로 이 방정식 체계는 내생변수 해를 도출하는데 문제가 없다. 이 수요-공급 방정식 체계를 보다 용이하게 분석하기 위해 식(1)~(6)을 전미분 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(1') \quad dQ_s = \frac{\partial f_s}{\partial P_s} dP_s + \frac{\partial f_s}{\partial DS_s} dDS_s$$

$$(2') \quad dP_s = \frac{1}{\rho} dP_r + dm$$

$$(3') \quad dD_r^s = \frac{\partial f_r^s}{\partial P_r} dP_r + \frac{\partial f_r^s}{\partial DS_r^s} dDS_r^s$$

$$(4') \quad dD_r^e = \frac{\partial f_r^e}{\partial P_r} dP_r + \frac{\partial f_r^e}{\partial DS_r^e} dDS_r^e$$

$$(5') \quad dS_r = \frac{\partial g_r}{\partial P} dP_r + \frac{\partial g_r}{\partial SS_r} dSS_r$$

$$(6') \quad dS_r = dD_r^s + dD_r^e$$

또한 식(1')~(6')을 각각 식(1)~(6)의 좌변의 변수로 나누어 주고 탄성치를 이용하여 정리하면, 다음과 같은 로그차분(log-differential) 모형으로 전환할 수 있다.

$$(7) \quad EQ_s = \eta_s EP_s + \eta_s^{DS} EDS_s$$

$$(8) \quad EP_s = \frac{1}{\rho} s_r EP_r + s_m Em$$

$$(9) \quad ED_r^s = \eta_r^s EP_r + \eta_r^{s,DS} EDS_r^s$$

$$(10) \quad ED_r^e = \eta_r^e EP_r + \eta_r^{e,DS} EDS_r^e$$

$$(11) \quad ES_r = \epsilon EP_r + \epsilon^{SS} ESS_r$$

$$(12) \quad ES_r = \omega ED_r^s + (1 - \omega) ED_r^e$$

식(7)~(12)에서  $E$ 로 표시한 것은 해당변수의 변화율 (즉, 예를 들어  $EQ_s$ 는  $dQ_s/Q_s$ )이며, 파라미터  $\eta_s$ ,  $\eta_r^s$ ,  $\eta_r^e$ ,  $\epsilon$ 는 각각 전분 수요의 가격에 대한 탄성치, 전분용 원료농산물 수요의 가격에 대한 탄성치, 기타 용도 농산물 수요의 가격에 대한 탄성치, 농산물의 공급탄성치이다. 파라미터  $s_r$ 은 원료농산물 가격의 전분가격에 대한 비율,  $s_m$ 은 전분으로 가공하는 데 드는 단위당 비용의 전분가격에 대한 비율,  $\omega$ 는 총 농산물 수요량 중에서 전분용으로 수요되는 농산물 수요량의 비율이다. 또한 파라미터  $\eta_s^{DS}$ ,  $\eta_r^{s,DS}$ ,  $\eta_r^{e,DS}$ ,  $\epsilon^{SS}$ 는 전분수요의 전분수요 곡선 이동요인에 대한 탄성치, 전분용 원료농산물 수요의 수요곡선 이동요인에 대한 탄성치, 타 용도로의 농산물 수요의 수요곡선 이동요인에 대한 탄성치, 농산물 공급의 공급곡선 이동요인에 대한 탄성치이다.

식(7)~(12)를 파라미터 행렬, 내생변수 벡터, 외생변수 벡터를 이용하여 정리하면 식(13)과 같이 나타낼 수 있다. 본 연구의 분석에서는 전분수요의 증가가 미치는 영향에 대한 평가를 하고자 하므로 식(13)에서  $EDS_s$ 를 제외한 나머지 외생변수(즉,  $EDS_r^s$ ,  $EDS_r^e$ ,  $ESS_r$ )은 모두

변화가 없다 (즉, 각각의 값을 0으로 처리)고 가정하였다.

$$(13) \begin{bmatrix} 1 - \eta_s & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -w & w - 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} EQ_s \\ EP_s \\ ED_r^s \\ ED_r^e \\ ES_r \\ EP_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \eta_s^{DS} EDS_s \\ 0 \\ \eta_r^{s,DS} EDS_r^s \\ \eta_r^{e,DS} EDS_r^e \\ \epsilon^{SS} ESS_r \\ 0 \end{bmatrix}$$

<표 17>은 고구마를 대상으로 전분수요 확대가 미치는 영향을 평가하기 위해 분석에 사용한 파라미터 값을 요약하여 정리한 것이다. 전분수요의 가격에 대한 탄성치( $\eta_s$ )는 본 연구를 위해 직접 추정했으며, 나머지 탄성치들은 한국농촌경제연구원의 농업전망모형(KREI-KASMO 모형)에서 사용되고 있는 값을 이용하였다. 고구마를 전분으로 가공할 때의 수율은 약 20%(업체 인터뷰 조사 결과)에 이르는 것으로 나타나  $\rho$  값은 0.2로 가정하였으며, 전체 생산량 중에서 전분용으로 수요되는 양의 비중(즉,  $\omega$ )은 한국전분공업협동조합에서 제공한 자료에 기반하여 도출하였다. 파라미터  $s_r$ 는 업체 인터뷰 결과를 바탕으로 0.1206으로 도출하여 분석모형에 반영하였다.

<표 17> 국산 전분 수요 확대 영향 분석에 사용한 파라미터 값

파라미터	파라미터 값	비고
$\eta_s$	-0.4773	자체 추정
$\eta_r^e$	-0.8600	KREI-KASMO 모형
$\eta_r^s$	-0.8600	KREI-KASMO 모형
$\epsilon$	0.3040	KREI-KASMO 모형
$s_r$	0.1206	전분가공비용은 고구마 가격의 30%: 업체 인터뷰 결과
$\rho$	0.2000	업체 인터뷰 결과
$\omega$	0.0422	한국전분공업협동조합 제공 자료

고구마에 대한 수요 및 공급탄성치는 한국농촌경제연구원 전망모형과 같은 선행연구에서 사용한 값을 이용할 수 있으나, 전분에 대한 수요탄성치는 선행연구에서 제시된 바가 없어 본 연구에서 직접 추정하였다. 전분수요함수는 추정계수가 탄성치를 직접적으로 나타내도록 식(14)와 같은 더블로그(log-log) 형태로 설정하였다. 식(14)에서  $Q$ 는 전분수요량,  $P$ 는 전분 가격,  $P_o$ 는 전분을 이용하여 생산된 식품의 생산자가격(물가지수),  $P_1$ 은 전력, 가스 및 증기 물가지수,  $P_2$ 는 수도, 폐기물, 재활용 서비스 물가지수이다. 전분수요 함수 추정에는 전분

수요의 추세변화를 반영하기 위해 더미변수  $D$ 를 수요함수 추정에 반영하였다(  $D$ 는 2017년부터는 1 그 이전은 0으로 처리한 더미변수이다). 전분은 그자체로 소비자들이 수요하는 것이 아니라 식품을 생산하기 위한 투입재(중간재)로 소비되는 것이므로 식품회사들로부터의 투입재 수요함수로 간주해야 한다. 이와 같은 이유로 전분을 이용하여 생산되는 산출물인 식품의 가격과 식품을 생산하기 위해 드는 투입재(전력, 가스, 수도 등) 가격이 설명변수로 삽입되었다.

$$(14) \ln Q = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_2 \ln P_o + \alpha_3 \ln P_{11} + \alpha_4 \ln P_{12} + \alpha_d D$$

전분 수요함수 추정에는 2010년부터 2023년까지의 연별자료가 사용되었다. 전분가격은 전분 및 이눌린 수입단가를 사용하였으며, 전분을 이용하여 생산된 식품의 가격 생산자 물가지수, 전력, 가스 및 증기 물가지수, 수도, 폐기물 및 재활용 서비스 물가지수는 통계청에서 발행하는 생산자 물가지수를 사용하였다.

<표 18>은 전분 수요함수를 추정한 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 대부분의 계수가 90% 이상 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 전분가격에 대한 수요탄성치는 -0.4773으로 추정되어 전분가격이 1%상승할 경우 전분수요는 0.4773%감소하는 관계에 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 전분 수요 탄성치는 <표 17>에 요약되어 있는 바와 같이 전분 수요확대의 영향을 분석하는 데 파라미터 값으로 사용되었다.

<표 18> 전분수요함수 추정결과

	추정계수값	표준 오차	t 통계량	P-값
상수항( $\alpha_0$ )	12.2353	2.1886	5.5903	0.0008
전분가격( $\alpha_1$ )	-0.4773	0.2518	-1.8956	0.0998
전분으로 생산된 식품물가지수( $\alpha_2$ )	3.9799	1.1703	3.4008	0.0114
전력, 가스, 증기 물가지수( $\alpha_3$ )	-1.0325	0.5056	-2.0420	0.0805
수도, 폐기물, 재활용 서비스 물가지수( $\alpha_4$ )	-0.8522	0.5256	-1.6214	0.1490
더미변수( $\alpha_d$ )	0.1816	0.0892	2.0363	0.0812

$R^2 = 0.9682$

전분수요 확대가 미치는 영향을 평가하기 위해, 전분수요가 증가하는 시나리오는 5%, 10%, 15%, 20% 네 가지를 설정하였다(즉 식 (13)에서  $EDS_s$  값을 각각 0.05, 0.1, 0.15, 0.2로 설정하였다).

<표 19>는 전분 수요가 확대될 경우 이것이 시장에 미치는 영향을 고구마를 예를 들어 전망해 본 결과이다. 표에서 확인할 수 있는 바와 같이, 전분수요가 증가하면 고구마 생산량과 가격이 상승하는 것으로 나타났으며, 고구마 생산농가의 소득도 증가하는 것으로 나타났다. 전분 수요가

각각 5%, 10%, 15%, 20% 증가하게 되면, 고구마 생산능가의 소득은 61.8억 원, 123.6억 원, 185.4억 원, 247.2억 원 증가할 것으로 예상된다.

<표 19> 전분수요 확대에 따른 영향

전분수요 증가 시나리오(%)	5%	10%	15%	20%
전분원료용 고구마 수요 변화율(%)	24.20%	48.40%	72.70%	96.90%
타 용도용 고구마 수요 변화율(%)	-0.80%	-1.60%	-2.30%	-3.10%
고구마 생산량 변화율(%)	0.30%	0.60%	0.80%	1.10%
고구마 가격 변화율(%)	0.90%	1.80%	2.70%	3.60%
고구마 생산능가의 소득 증가액(억원) <sup>1)</sup>	61.8	123.6	185.4	247.2

1) 2022년 고구마 생산액 5,226 억 원을 기준으로 평가한 것임.

## 5. 결론

전분은 생산물의 84%이상이 다른 품목을 생산하는데 사용되는 등, 식품산업에서 가장 중요한 투입재 중의 하나이다. 하지만 국산 전분의 가격 경쟁력이 수입산에 비해 절대적으로 낮은 편이어서 전분생산업체 수는 1990년대에 비교해 큰 폭으로 감소하였다. 2007년 이후 국내의 전분 생산업체는 31개소 내외로 유지되고 있는데, 이 중에서 고구마전분 생산업체는 2022년 기준으로 5개소가 유지되고 있다.

광업제조업조사보고서에 의하면, 전분 생산액은 2015년까지 상승한 이후 하락하는 추세를 보였지만, 2020년을 기준으로 다시 상승하여 최근 15년간 최고 생산액을 달성했으나, 국내산 원료를 이용하여 생산하고 있는 고구마 전분의 생산액은 2022년 기준으로 234억 원에 그치고 있어 수입산 원료로 생산되는 옥수수전분 생산액 4,244억 원, 기타 전분제품 생산액 1,714억 원에 비해 매우 낮은 수준이다.

본 연구에서는 전분산업이 다른 산업과 어떠한 연관관계를 맺고 있는지를 산업연관표를 이용하여 분석해 보았는데, 산업연관표 산업 분류기준인 “제당 및 전분산업”의 생산을 위해 투입되는 산업은 곡물 및 식량작물, 법무 및 경영지원 서비스, 도소매 및 상품중개서비스, 정곡 및 제분, 도로운송서비스였지만, 기타플라스틱제품과 전력 및 신재생에너지 산업 등 다양한 산업이 포진되어 있는 것으로 나타났다.

반면, 제당 및 전분산업이 투입재로 기능하고 있는 산업은 “떡, 과자 및 면류”, “음식점 및 주점”, “기타 식료품”, “조미료 및 유지”, “비알콜음료 및 얼음”인 것으로 나타났으며, 제당 및 전분산업의 생산물은 대부분 타 산업의 생산을 위해 투입되는 중간재로 수요되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 사실은 국민소득 증가에 따른 식품수요 확대, K-Food 확산에 따른 식품수출 증가로 국내의 식품산업이 성장할수록 전분에 대한 수요는 앞으로 더 확대될 것임을 시사한다.

하지만, 현재 국내에서 수요되고 있는 전분은 대부분 수입이며, 국내에서 생산되는 전분 또한 대부분 수입산 원료를 이용하여 가공되고 있는 상황이어서 전분산업의 확대가 국내의 농산물 시장의 성장으로 이어지기에는 한계가 있는 상황이다. 이와 같은 상황을 감안할 때 정부가 국산 원료를 이용하여 생산되는 전분산업에 대한 수요 진작책을 실시할 경우 이는 전분산업 뿐만 아니라 국내 농산물 시장에도 긍정적인 영향을 미칠 것임을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 국산 고구마 전분에 대한 수요가 확대되면, 이것이 원료농산물 시장에는 어떠한 영향을 미치는지를 수요-공급 모형을 설정하여 평가해 보았다. 이를 위해 수요 공급 모형은 국산 전분의 수요, 전분가격과 전분원료인 고구마 가격 간의 관계, 전분용 고구마 수요, 일반 고구마 수요, 고구마 공급, 고구마 시장의 균형을 나타내는 방정식으로 구성하였다. 수요, 공급 모형 분석에 필요한 고구마 수요 및 공급 탄성치는 한국농촌경제연구원의 전망모형에 포함되어 있는 값을 사용하였으며, 전분 수요 탄성치는 본 연구를 위해 직접 추정하였고, 고구마 전분수요가 증가하는 시나리오는 5%, 10%, 15%, 20% 네 가지를 설정하였다. 시나리오 분석결과, 전분수요가 증가하면 고구마 생산량과 가격이 상승하는 것으로 나타났으며, 고구마 생산농가의 소득도 증가하는 것으로 나타났다. 전분이 각각 5%, 10%, 15%, 20% 증가하게 되면, 고구마 생산농가의 소득은 61.8억 원, 123.6억 원, 185.4억 원, 247.2억 원 증가할 것으로 예상되었다.

전분은 다양한 산업과 연관관계를 맺고 있기 때문에 국내산 원료를 이용하여 생산되는 전분 수요가 확대되면, 이를 통해 타 산업에 대한 생산이나 부가가치 파급효과도 기대할 수 있다. 물론 수입산과의 가격 경쟁력 격차를 어떻게 극복할지가 국산 전분 수요 확대의 가장 큰 과제라고 할 수 있다. 이를 위해 생산업계와 수요처, 정부, 생산 농가 등 다양한 측면에서의 노력이 요구된다고 하겠다.

## 참고문헌

- 최지현 (2012) “세계 전분산업의 동향” 「세계농업」 150호 한국농촌경제연구원  
 서홍석, 김충현, 김준호(2021), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2020 운용·개발 연구」 한국농촌경제연구원 기타연구보고서 M167



# 우리나라 고구마 전분산업의 현황과 지원육성 방안

연구책임자 : 이광호 박사 (한국식량안보연구재단)

## 약 력

- 고려대학교 식품공학과 학사
- 미국 하와이주립대학교 식품과학과 석사
- 미국 럿거스대학교 식품과학과 박사
- 前) 식약처 식품의약품안전평가원 원장
- 前) 고려대학교 산학협동교수
- 前) 한국식품산업협회 상근부회장
- 前) 한국식품과학회 부회장
- 前) 한국포장학회 회장
- 前) CODEX 국제항생제내성 특별위원회 의장
- 前) APEC 규제조화센터 센터장
- 前) WHO 협력센터 센터장
- 現) 한국식량안보연구재단 감사



## 목 차

1. 서론 .....	81
2. 우리나라 고구마 전분산업의 역사(1965-1982년) .....	82
3. 한국농촌경제연구원의 고구마 전분 관련산업 발전방향 연구(1992년) .....	87
4. 일본의 고구마 전분산업 지원 육성 정책 .....	95
5. 우리나라 고구마 전분산업 활성화 방안 .....	100
6. 결론 .....	108

## 1. 서론

우리나라 고구마 전분산업은 한때 130여 개가 넘는 공장이 경제성이 낮다는 이유만으로 정부 차원의 지원육성 정책을 펴지 않아 현재는 4개 업체마저도 존폐위기에 처해 있는 현실이다. 국내 고구마 전분의 생산량도 겨우 10% 내외로 나머지는 수입전분이 국내 시장을 대체하고 있다. 과거 자유무역 시대에서 가격경쟁력이 안 되는 국내 제조업은 모두 도태시키고 외국에서 수입하는 산업구조였다. 그러나 지금 세계는 미국과 중국의 무역 갈등 심화와 더불어 각자도생의 신 보호무역 시대로 회귀하고 있다. 예를 들어 요소수 대란의 경우 국내 생산은 경제성 없다는 논리로 전량 중국 등에서 수입에 의존해 오다 수출국의 수출제한으로 수급 파동을 겪었다. 정부는 최근 '5조원의 기금을 활용해 중국 의존도가 높은 8대 산업의 공급망 선도 프로젝트'를 발표했다. 요소의 경우도 국내 생산시설 설립지원을 포함해 근본적 수급안정화 방안을 추진하기로 했다.

전분은 식량안보 차원에서도 매우 중요한 식량자원이다. 특히 중국은 2024년 6월 1일부터 「식량 안보 보장법」을 시행하고 있다. 중국의 「식량 안보 보장법」 시행으로 향후 고구마 전분 등 중국에서 수입되는 농산물 수출 등이 제한돼 국내 수급에 차질을 빚을 우려도 커졌다. 만일 현재 가동 중인 국내 전분업체마저 경영난에 따른 생산 중단으로 전량 외국에 수입 의존 시 국내 농가 피해 등 산업전반에 영향을 미칠 것이다. 따라서 우리나라 고구마 전분산업의 현황을 살펴보고 지원 육성방안을 마련하고자 한다.

## 2. 우리나라 고구마 전분산업의 역사(1965-1982년)

### 2.1 고구마 산업 및 전분산업

섬 전체가 화산암으로 덮여 쌀농사에 그다지 적합하지 않은 제주도는 과거 '고구마'가 대표적인 농작물이었다. 표 1과 같이 1965년부터 1982년 당시 전분의 주요 원재료는 고구마였으며 표 2와 같이 전분 공장은 대부분 제주도에 있었다. 제주도에 대표적 전분공장은 1939년 대정에 '대정흥업주식회사, 서귀포에 '제1전분주식회사'가 설립되었으며 40여 년간 제주도 농민의 소득과 농업발전에 크게 기여하였다.

표 1. 연도별 전분공장의 추이 (1965-1982년)

연도	고구마	옥수수	감자	소맥분	계
1965	96				96
1966	110				110
1967	126				126
1968	135				135
1969	135				135
1970	125	6	4		135
1971	121	6	5		132
1972	115	6	5		126
1973	110	4	8		122
1974	113	5	6		124
1975	114	5	6		125
1976	102	8	13	2	125
1977	85	8	1	2	96
1978	79	8	-	2	89
1979	67	8	1	2	78
1980	65	7	1	2	75
1981	67	6	1	1	75
1982	67	7	1	2	77

자료: 한국전분공업총람(1983)

표 2. 전분공장의 지역별 분포현황(1982년)

지역	고구마	옥수수	감자	소맥분	계
서울	-	2	-	-	2
경기	-	3	-	1	4
강원	-	-	1	-	1
충북	-	-	-	-	-
충남	-	-	-	1	1
전북	4	1	-	-	5
전남	4	-	-	-	4
경북	-	-	-	-	-
경남	2	1	-	-	3
제주	57	-	-	-	57
계	67	7	1	2	77

자료: 한국전분공업총람(1983)

고구마 전분공장 수는 표 1과 같이 1965년 96개소에서 1968~1969년도에 135개소로 정점에 도달한 후 1977년부터 하락하기 시작해 1982년 당시 67개소로 감소했다. 이처럼 고구마 전분공장은 줄어드는 대신 옥수수와 감자 전분공장이 대신 이를 대체하였다. 당시 전분공장의 규모는 표 3과 같이 영세한 중소형 공장이 95.5%이었으며 대형공장은 약 4.5%에 불과하였다.

표 3. 고구마 전분공장의 지역별 규모분포도

규모별 지역별	소형 (10M/T 이하)	중형 (11~20M/T)	대형 (70M/T 이상)	계(%)
전북	2	2	-	4 (6.0)
전남	3	-	2	4 (6.0)
경남	1	-	1	2 (20.)
제주	44	13	-	57(85.1)
계(%)	49(73.1)	15(22.4)	3(4.5)	67(100)

자료: 한국전분공업총람(1983)

고구마 재배면적 및 생산량 추이는 표 4와 같이 1965년을 기점으로 서서히 감소하기 시작해 1982년에는 1965년 대비 재배면적이 약 29%, 생산량도 약 28%로 크게 감소하였다. 주요 요인으로는 전분용 옥수수 도입량이 크게 증가하였고, 고구마와 경쟁관계에 있던 고추, 담배, 참깨 등 대체 작물 재배로 고구마 재배면적과 생산량이 크게 감소한 것으로 추정되었다.

표 4. 연도별 고구마의 재배면적 및 생산량 추이

년도	재배면적		생산량	
	ha	지수	M/T	지수
1965	152,425.6	100.0	2,996,669.3	100.0
1966	147,882.3	97.0	2,690,239.6	89.8
1967	136,773.9	89.7	1,670,610.0	55.7
1968	136,390.2	89.5	2,049,302.8	68.4
1969	135,481.8	88.9	2,122,695.8	70.8
1970	123,873.7	88.2	2,136,092.8	71.3
1971	111,228.7	73.0	1,901,360.9	63.4
1972	104,238.7	68.4	1,877,289.0	62.6
1973	96,611.7	63.4	1,668,840.1	55.7
1974	89,313.8	52.7	1,449,577.8	48.4
1975	94,580.3	62.1	1,953,174.5	65.2
1976	87,394.0	57.3	1,783,344.1	59.5
1977	77,285.8	50.7	1,559,885.9	52.3
1978	73,705.0	48.4	1,627,217.4	54.3
1979	61,218.9	40.2	1,386,646.6	46.3
1980	55,919.2	36.1	1,103,089.6	36.8
1981	50,065.0	32.8	1,105,519.0	37.0
1982	44,624.0	29.3	842,661.0	28.1

자료: 한국전분공업총람(1983)

고구마의 사용처는 표 5와 같이 1981년 당시에 식용으로 27.6%, 주정용으로 25.7%, 사료용으로 13.5% 사용된 반면 전분용으로 사용된 양은 8.7% 미만에 불과 하였다. 반면 일본은 비슷한 시기인 1980년에 표 6과 같이 식용으로 38.3%, 전분용으로 28.5% 쓰인 반면 주정용은 4.5%에 불과 해 우리나라와 대조를 이루었다. 특히 주목할 점은 우리나라는 감모 및 기타 손실로 없어지는 고구마의 양이 총 생산량의 26.1%인 반면 일본은 4.5%에 불과해 우리나라가 고구마 수확 후 저장 기술 등이 발달하지 못해 버려지는 양이 전체 생산량의 약 26%나 되었다. 이는 식량자원의 낭비 차원에서 큰 문제로 보인다.

표 5. 고구마의 생산 및 용도별 사용 현황(1981년)

	생산량 (M/T)	비율 (%)
종자	37,500	3.4
식용	249,250	27.6
사료	148,387	13.5
감모 및 기타	288,660	26.1
주정	282,918	25.7
전분	96,375	8.7
계	1,103,090	100

자료: 한국전분공업총람(1983)

표 6. 일본의 고구마 용도별 사용 현황

년도	생산 (수요계)	식용	사료	종자	가공		감모
					전분	주정	
1965	4,955 (100.0)	793 (16.0)	1,251 (25.3)	204 (4.1)	2,288 (46.2)	333 (6.7)	85 (1.7)
1970	2,564 (100.0)	781 (18.4)	781 (30.5)	102 (4.1)	947 (36.9)	157 (4.1)	105 (4.1)
1975	1,418 (100.0)	533 (37.6)	333 (23.5)	72 (5.1)	364 (25.6)	62 (4.4)	62 (4.4)
1980	1,317 (100.0)	504 (38.3)	230 (17.5)	70 (5.3)	375 (28.5)	60 (4.5)	60 (4.5)

자료: 한국전분공업총람(1983)

## 2.2 제기된 문제점

### (1) 전분용 고구마 조달시기 및 방법

전분공장의 규모에 따른 원료 조달기간은 표 7과 같이 대규모 공장의 경우 평균 24.6일, 중규모 공장은 31.3일, 소규모 공장은 37일로 평균 28.1일로 원료구입이 짧은 기일동안 집중되었다. 원료조달 방법도 표 8과 같이 대규모 공장의 경우 비교적 구입량이 많기 때문에 농협을 통해 고구마를 구매하는 반면 중, 소규모의 공장들은 농가를 찾아다니며 직접구매를 하거나 중개인을 통해 구매하였다.

표 7. 전분공장 규모별 원료조달 기간

규모	원료조달 기간 (일)
대규모	24.6
중규모	31.3
소규모	37.0
평균	28.1

자료: 한국전분공업총람(1983)

표 8. 전분용 고구마 조달 방법

	소규모	중규모	대규모	평균
농가로부터 직접 구매	51.9	46.3	-	44.6
중개인을 통하여 구매	45.9	47.3	-	41.6
농협 수매량을 구매	-	-	100	10.3
자가 생산	2.2	6.5	-	3.5
계	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 한국전분공업총람(1983)

## (2) 고구마 전분공장의 문제점

당시 전분공장이 처한 문제점은 표 9와 같이 전분수요 감소로 인하여 판매부진이 약 45%로 제일 많았다. 다음으로 원료조달을 위한 자금수요가 집중됨으로써 금융기관으로부터 융자금 및 사채에 해당하는 차입금액이 약 28%로 그 뒤를 이었다. 그 외 국내 인건비 상승으로 제조 원가가 높아졌으며, 폐수처리 등 공해시설자금이 많이 드는 문제점을 갖고 있었다. 또한 고구마의 수율도 낮아 경제성이 저하 되었다. 반면에 값싼 옥수수 전분 생산량이 증가하고 외국산 감자, 타피오카, 변성전분 등 수입전분도 계속 증가하여 국내 전분산업이 해외의존도가 심화되었다.

표 9. 고구마 전분공장의 문제점

	소규모	중규모	대규모	계 (개소)
전분 수요 감소로 판매부진	6	5	2	13 (44.8%)
원료조달을 위한 자금수요의 집중	4	3	1	8 (27.6%)
인건비 상승으로 제조원가가 높다	3	1	-	4 (13.8%)
공해처리시설 자금이 많이 소요	1	-	-	1 (3.5%)
고구마 수율이 낮다	2	1	-	3 (10.3%)
계	16	10	3	29 (100.0%)

자료: 한국전분공업총람(1983)

이러한 문제점들을 해결하기 위하여 다음과 같은 해결방안들이 제안 되었다.

- ① 원료비의 절감을 위해 전분함량이 많은 신품종의 육종보급과 시설개선
- ② 수율 제고를 위하여 품종개량에 의한 출하시기 연장과 저장방법의 기술개발
- ③ 중단기적 지원책으로 신용보증대출제도를 통한 운전 및 시설 자금의 지원
- ④ 전분의 합리적인 공동판매유도를 통하여 전분공장의 전 조합원화, 전분의 품질향상과 생산성 향상 및 규격표준화, 유통질서의 확립
- ⑤ 계획생산과 계획소비를 위하여 일괄 구매하여 비축 공급하는 제도 도입
- ⑥ 협동사업화를 확대하여 공동건조시설에 의한 건조비의 절감, 폐수처리시설의 공동이용, 제품의 공동 보관시설
- ⑦ 기업합병화로 소규모밀집지역공장의 합병 유도 및 대형화, 합병당사자의 권익보호와 세제, 금융, 시설의 근대화
- ⑧ 변성전분, 화공전분 등 전분유도체 신제품 개발
- ⑨ 수출용 원재료의 시중유통 근절 및 타피오카, 변성전분 등 비축용 변칙수입의 유출 근절
- ⑩ 식품첨가물용으로 수입 추천을 받고 내수용(중화요리)으로 공급되는 상행위 근절 등이 제안 되었다.

이상으로 우리나라 고구마 전분산업이 성장기였던 1965-1982년까지의 전분산업의 역사를 통해 고구마 및 고구마 전분산업의 현황 및 문제점, 해결방안 등을 살펴보았다.

### 3. 한국농촌경제연구원의 고구마 전분관련 산업 발전방향 연구(1992년)

#### 3.1 연구의 배경

연구의 배경은 1988년부터 본격화된 중국산 당면 수입의 급증으로 국내 당면 시장이 크게 잠식당하고 당면 원료를 공급하는 고구마 전분산업도 위기에 봉착하였다. 그 여파로 고구마 재배 농가도 대체작목으로 전환하였으나 이 또한 가격 폭락으로 큰 어려움에 처하게 되었다. 이에 따라 무역위원회에서는 산업피해 구제조치로서 한시적으로 관세를 인상하고 수입원산지 표시 의무화를 결정하였으며, 고구마 재배, 고구마 전분, 당면의 수직적 연계된 상품의 국제 경쟁력 제고를 위해 본 연구를 착수하였다.

### 3.2 전분용 고구마 산업의 문제점과 발전방향

#### 1) 전분용 고구마 산업의 문제점

##### (1) 고구마 생산량 급감

고구마 생산량은 표 10과 같이 1985년 786톤을 기준으로 연평균 11.6%의 감소 추세를 나타내어 1991년의 생산량은 1985년 대비 47.5%에 불과하였다. 특히 전분 공장이 밀집되어 있어 전분용 고구마를 주로 생산하는 제주지역에서 1990-1991년 2년 동안에는 고구마 생산이 크게 줄어 1989년 120천 톤에서 62천 톤으로 51.4% 격감하였다. 제주지역의 고구마 생산량 감소원인으로는 고구마 전분의 주 수요처인 당면의 수입급증으로 국산 전분가격 인상의 어려움과, 이에 다른 전분용 고구마 재배농가의 판매가격 인상의 어려움, 농촌 노동력 감소 및 고구마 생산비를 낮출 수 있는 생산기반시설 미비로 인해 고구마 재배 농가가 대체작물로 전환하게 된 것이다.

표 10. 1985-1991년 고구마 생산량

		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	연평균 증가율 (%)
생산량 (톤)	전국	786,290	684,126	542,617	560,491	592,274	431,689	376,200	-11.6
	전남	340,979	303,679	254,670	258,212	236,614	165,246	44,370	-13.3
	제주	135,494	98,346	92,131	901,990	119,854	92,969	61,700	-12.3
	경남	167,530	161,816	99,221	100,615	104,099	86,189	77,942	-12.0
	전북	48,487	41,951	31,108	35,334	52,045	31,586	30,509	-7.4

자료: 김명환 외(1992)

##### (2) 고구마 전분함량 저위

또 다른 문제점은 국내 전분용으로 사용되는 고구마 품종인 선미의 전분함량이 20.7%로 일본의 전분가공용 개량종에 비하여 전분함량이 약 4-5% 적은 것이다. 고구마 육종을 담당하고 있는 정부 기관인 농진청의 연구 우선순위는 식용고구마의 고품질 품종 개발이었기에 제한된 인력과 예산으로 전분용 고구마 종자개발이 이루어지지 않고 있었다.

##### (3) 고도화 되지 않은 재배 방법

우리나라의 고구마 재배는 주로 노지 재배에 의존하므로 수확시기가 특정 시기에 집중되며, 농가 계획에 의해 수확하여 전분공장으로 운반, 야적되므로 전분공장의 가동기간 단축, 신선도 회손, 야간작업에 따른 생산능률저하도 전분 수율저하 요인이었다.

## 2) 제안된 전분용 고구마 산업의 발전방향

### (1) 고구마 재배농가의 가격보조

전분용 고구마의 안정적 공급을 위해서는 단기대책으로 고구마가격 인상이 전분 및 당면가격 인상으로 전가되지 않도록 고구마농가 수입액 중 일정부분을 정부 또는 관련 산업의 민간기구가 보조해 주는 것이 필요하였다. 일본에서는 당시 농가 판매가격지지로 인해 전분공장의 원가상승이 초래되는 것을 완화시키기 위해 표 11과 같이 고구마 판매가격을 전분 제조공장 지불분, 전분 수요자가 부담하는 장려금, 정부보조금으로 나누어 지불하는 가격체계를 갖고 있었다. 다만 정부의 직접보조는 우루과이라운드의 농산물보조금 감축이라는 목표와 상충되기에 전분공장 및 관련 업체 등 민간기업 또는 민간기업조합의 보조금 지불 등을 고려해 볼 필요가 있었다.

표 11. 일본의 전분용 고구마가격 구성요소 (1985-1991년)

년도	전분공장 구매가격	전분 사용자 부담 장려금	국고부담금	계	가격지수 (1985:100)
1985	79.4	0.9	19.7	100.0	100.0
1986	79.9	0.8	19.3	100.0	98.8
1987	79.9	0.8	19.3	100.0	94.9
1988	79.9	0.8	19.3	100.0	91.4
1989	79.9	0.8	19.3	100.0	91.4
1990	79.9	0.8	19.3	100.0	88.7
1991	79.9	0.8	19.3	100.0	87.9

자료: 김명환 외(1992)

### (2) 종자개량 및 재배기술 개선 보급

고구마 종자개발에 대한 정부의 관심은 당시에 전분원료용 고구마 종자개발 보다 생식용 종자 개발에 치중되어 있었다. 정부는 전분용 고구마 종자 개발이 시급하며 노동력을 절감하고 생산성을 높일 수 있는 재배기술의 개발 보급과 전분공장의 가동시간을 높일 수 있는 멀칭재배의 기술 보급도 시급하였다.

### (3) 전분용 고구마단지의 남해도서해안지방 이전 촉진

증장기적으로 농산물 가격이 상대적으로 낮은 남해도서지방에 고구마 재배단지 조성이 필요하였다. 고구마를 남부도서해안지방의 특화 작목으로 육성하여 신 재배기술의 보급 확대, 경지 정리 및 용수개발 투자, 각종기계 지원(트랙터, 삽식기, 굴삭기 등)강화 등을 통해 재배 단지의 규모화에 주력이 필요하였다.

### 3.3 제안된 고구마 전분산업의 문제점과 발전방향

당시 국내 고구마 전분 공급량은 당면시장의 확대에도 불구하고 수입당면의 증가, 국내 고구마 생산량 감소 등으로 1990년을 기점으로 줄어들고 있었다. 1992년 고구마 전분 생산량은 12,189톤으로 추정하는데 이는 1990년 대비 40.8% 감소한 것이다. 이에 따라 전분제조업체 수도 감소하였다. 다음은 고구마 전분산업이 발전하기 위한 방안으로 제안되었다.

#### 1) 시설개선, 자동화필요

전분 제조업체는 원가 경쟁력을 위한 전분공장의 수율향상을 위해 시설 자동화가 필요하였다. 당시 조사결과 30개소의 공장 중 재래식이 73.3%이며 완전자동은 6.7%에 불과하였다. 완전 자동화 업체의 kg당 생산비는 완전재래식 공장보다 약 8% 생산비 절감이 나타났다. 우리나라는 농촌 노임의 급격한 상승으로 자동화 및 시설개선으로 비용절감 및 전분 수율향상이 필요하였다.

국내 고구마전분 제조업체는 표 12와 같이 재래식 시설의 노동집약적 구조로 되어 있었다. 국내 전분공장의 노동 투입량은 표 13과 같이 전분제조공정을 기계에 의존하는 일본 전분공장의 노동 투입량과 큰 차이를 보였다. 국내의 경우 전분 1000포 당 노동력 투입량은 345명인데 일본은 97명으로 국내 전분공장 생산기준 노동력 투입량은 일본의 3.5배에 달하였다.

표 12. 전분업체당 노동력 고용 현황(1991년)

	조사 업체수	상시고용				일시고용			계
		사무직	생산직		사무직	생산직			
			남	여		남	여		
자동화 정도	완전자동	1	1	5	0	30	540	0	570
	반자동	2	0	1	0	0	840	805	1,645
	재래식	12	1	2	1	75	1,086	1,941	3,102
규모별	대규모	4	3	4	2	50	1,196	2,694	3,940
	중규모	7	0	2	0	47	974	1,287	2,308
	소규모	4	0	1	0	108	853	1,060	2,021
평균			1	2	1	61	1,012	1,640	2,713

대규모: 연간 14,000톤 이상 생산업체, 중규모: 연간 8,000~1,4000톤 생산업체

소규모: 연간 8,000톤 미만 생산업체

자료: 김명환 외(1992)

표 13. 일본 전분공장의 고용 및 생산 현황(1990년)

	공장수			처리 능력 (톤)	처리 물량 (톤)	공장당 평균			생전분 생산량 (톤)	건전분 생산량 (톤)
	농협	조합	합계			처리능력 (톤)	처리물량 (톤)	종업원수 (명)		
指宿	3	5	8	31,200	38,591	3,900	4,823	9.9	11,691	9,378
川邊	5	4	9	47,500	52,030	5,278	5,781	12.7	15,575	12,643
日置	4	0	4	13,625	15,944	3,406	3,986	15.3	4,622	3,874
蔭摩	1	0	1	5,625	2,924	5,625	2,924	18	879	711
出水	0	6	6	22,375	21,069	3,729	3,511	9.5	6,477	5,120
始郎	0	1	1	8,000	8,892	8,000	8,892	12.0	2,570	2,161
肝村	4	8	12	50,750	68,812	4,229	5,734	15.8	20,166	16,721
熊毛	3	3	6	57,250	75,725	9,542	12,620	21.5	22,380	18,401

자료: 김명환 외(1992)

## 2) 전분업체 구조조정

전분산업은 표 14와 같이 자동화되고 규모화 될수록 생산비가 떨어지는 이른바 규모의 경제성이 발휘되는 부분이었다. 전국적으로 30여개소의 전분공장은 소수로 통합되고 규모화 되는 것이 산업 전체적으로 발전적인 방향으로 볼 수 있었다. 전분업체들이 능동적으로 소수의 공장을 주식회사 형태로 확대 조정한 후 주주로 참여하는 방안 검토가 필요하며 당면업체와 수직적 계열화도 필요하였다.

표 14. 전분공장의 규모별 평균생산비 (1990-1991년)

업체당(천원)	1990				1991			
	원재료비	인건비	기타	계	원재료비	인건비	기타	계
8000포 미만	285,883	63,558	100,256	449,697	319,557	72,895	129,365	521,817
8000-14000포	379,750	42,508	109,859	550,117	404,143	52,171	164,781	621,095
14000포 이상	831,837	144,440	196,352	1,172,629	852,068	14,7282	195,695	1,195,044
평균	483,675	75,303	130,363	689,341	501,033	83,060	163,580	747,673
kg(원)								
8000포 미만	929	195	317	1,441	949	201	370	1,520
8000-14000포	818	91	227	1,136	909	123	365	1,397
14000포 이상	883	153	218	1,255	921	162	213	1,296
평균	865	135	249	1,249	923	154	326	1,403

자료: 김명환 외(1992)

### 3) 폐수처리시설 지원

폐수처리시설에 대한 공공재적 성격을 감안하여 폐수처리 시설자금의 국고지원도 필요하였다.

### 4) 부가가치세 면세 검토

고구마 전분의 경우 고구마 본래의 성질이 변한 것으로 간주하여 부가가치세가 부과되고 있었다. 그러나 값싼 수입 당면과 가격경쟁을 하여야 하는 국산 당면의 원료인 국내전분의 경우 가격 인상에 어려움이 있어 결국 전분의 부가가치세의 상당 부분을 고구마 생산 농가로 전가되고 있었다. 이는 소득수준이 열악한 농가에게 과세가 되는 것이므로 소득수준의 역진적인 과세의 성격을 갖는다. 그러므로 고구마 전분에 대한 부가가치세 면세를 신중히 검토할 필요가 있었다. 이를 위해 전분을 건조품으로 취급하여 본래의 성질이 크게 변하지 않은 것으로 보는 연구 또한 수행되어야 하였다.

### 5) 전분공장 가동률 제고

전분공장 가동의 계절성이 완화되어야 하였다. 이를 위해 고구마 재배시 수확기간이 늘어나는 멀칭재배를 확대하여 고구마 전분공장의 가동 기간을 늘리는 것이 필요하였다. 또한 라면용으로 사용 중인 감자전분의 수입대체를 위해서 고구마 전분업체가 생산할 수 있게 하며, 고구마 전분의 완제품 수입보다 반제품을 수입하여 재가공 하는 방안도 검토가 필요하였다.

### 6) 자동화 시설자금 지원

재마쇄, 원심분리기 등 전분 수율 증대에 핵심적인 기계와 전분의 누출방지를 위한 전분공장 자동화 및 반자동화 공정의 확대가 시급하였다. 이를 위해서 시설자금의 정부융자재원 확보와 지원이 필요하였다.

### 7) 한국전분공업협동조합 위상 강화

전분조합이 전분의 국제 경쟁력 향상을 위해 중점적으로 추진해야 할 업무로 ① 전분가공용 고구마 종자 개발사업 추진 ② 전분공장 시설 현대화 및 완전 자동화 시설자금 확보 ③ 전분공장 가동률 제고를 위한 재가공용 고구마 전분을 수입하여 2차 가공함으로써 전분공장의 부가가치 증대 ④ 조합원의 의견을 수렴한 산업합리화 추진(공장규모 확대, 통폐합, 공장이전 등) ⑤ 고구마전분 이외에 감자전분 생산 활성화 추진 ⑥ 전분제조 기술향상을 위한 연구의뢰 지도 ⑦ 국내외 조사연구사업 강화 등이 필요하였다.

### 3.4 전분 수입제도의 문제점 및 개선 방향

당시 고구마 전분은 전분조합과 면류조합 회원업체들이 필요 소요량을 농림수산부에 제출하고, 농림수산부는 수입계획을 농협중앙회에 통보하면 농협중앙회는 수입추천을 하고 농수산물유통공사는 계획량을 수입하였다. 수입전분은 한국면류공업협동조합과 한국전분공업협동조합이 7:3으로 나누어 배분하였다. 면류조합은 할당전분의 40%를 회원업체에 나누어 배분하고, 60%를 회원업체 당면생산량자료에 의거 배분하였다. 전분조합은 제분업자의 생산량 자료에 의거 배분하였다.

#### 1) 전분수입제도의 문제점

##### (1) 수입추천권

값싼 수입곡물에 대한 국내생산의 급격한 감소를 막고, 농가소득을 보장하기 위하여 정부는 표 15와 같이 국내산 주요 곡물을 수매하여 가공업체에 배정하였다. 콩의 경우 농수산물유통공사가 수매를 대행하고, 옥수수, 팥, 녹두의 경우는 농협중앙회가 수매를 하고 있었다. 주정원료용 고구마는 농협중앙회가 수매하고 있으나, 전분용 고구마의 수매는 이루어지지 않고 있었다. 이유는 수확 후 급격한 당화현상으로 저장성이 없는 것이 주요인으로 알려져 있다.

또한 수입추천권도 표 15와 같이 양곡관리법 시행령 제12조에 규정에 의거하는데 법정신은 국내산보다 값싼 외국농산물을 가급적 많이 수입하려는 것을 견제하기 위함이었다. 콩이나 옥수수의 경우 제조업체나 관련협회가 수입 업무에 직접 참여하거나 혹은 수입추천을 하고 있으나 고구마 전분의 경우 전량 국내 고구마를 구매하여 가공하는 전분 제조업체들의 비영리단체인 전분조합은 수입추천권 마저 없고 농협중앙회만이 단독으로 추천하는 구조로 되어 있었다.

표 15. 주요양곡의 수입관련 업무분장

	수입업무	국내산수매	수입추천	수입물량 업체배정
콩(두부제조용 등) (대두유제조용)	농수산물유통공사 대두유제조업체	농수산물유통공사 농수산물유통공사		연식품협회 및 조합 식품가공협회 장류조합
옥수수	옥수수전분업체 사료업체	농협중앙회	옥수수가공협회 사료협회	옥수수가공협회 사료협회
팥, 녹두	농수산물유통공사	농협중앙회	농협중앙회	농수산물유통공사가 공매
고구마전분	농수산물유통공사		농협중앙회	전분조합 면류조합

자료: 김명환외 (1992)

## (2) 수요독점적 시장의 유리성 미발휘

농수산물유통공사의 전분수입방식은 직접 외국의 전분공급자를 상대로 독점적으로 수입하는 것이 아니고 다수의 수입상들이 공개입찰을 통해 최저가격 낙찰방식을 취하고 있었다. 매년 12-13개 업체가 수입국 무역업자등과 수입협상을 함으로써 경쟁적으로 전분수입가격을 인상시킬 우려가 있는 등 수요독점적 시장구조의 유리성을 발휘하지 못하고 있었다.

## (3) 수입전분 배분방법

중국산 수입당면에 대한 가격경쟁력을 제고하기 위해서는 국내산 고구마전분 100% 당면의 생산원가를 낮추어야 할 필요성이 있었다. 그러나 당시의 수입전분 배분은 혼합당면 제조용등에 많이 쓰여 고구마 전분 100% 당면의 원가절감 효과는 크지 않았다. 반면 전분조합에 의해 제분업자에게 배분되는 수입전분은 국내당면의 생산비 인하와는 무관하게 냉면제조에 쓰이고 있었다.

## 2) 제안된 전분 수입제도의 개선방향

### (1) 수입원가 절감

농수산물유통공사가 국내 수입상을 통하여 입찰식으로 구매하는 유통 단계를 줄이고 유통공사가 직접 복수의 외국 전분제조업체들과 수입협상을 할 수 있도록 중국 등 외국의 전분생산비 정보 분석과 실제 수입업무의 전문성을 갖출 필요가 있었다. 또한 2차 가공된 완제품 고구마전분만을 수입할 것이 아니라 국내에서 재가공 할 수 있는 1차 가공만을 거친 저렴한 고구마전분을 수입하는 것을 적극 검토할 필요가 있었다. 이는 재가공의 부가가치를 국내 전분제조업체가 가질 수 있고 수입가격을 떨어뜨릴 수 있기 때문이다.

### (2) 조합의 수입업무 참여확대

고구마 전분의 수입자유화가 이루어지면 수입추천권 행사에 있어 전분조합과 면류조합으로 이루어진 고구마 전분관련 산업발전 위원회나 농협중앙회 이외에 당사자인 전분조합의 참여가 필요하였다. 국내 전분산업의 생산량이 줄어들어 국내 수요자 우위의 시장구조가 중국의 공급자 우위의 시장구조로 변하게 되면 수입전분의 가격상승이 예상되는 것이다. 이를 위해서는 수입 오퍼상이 공급하는 수입전분의 질이나 가격면에서 견제할 수 있도록 조합의 해외정보 수집분석 능력이 강화되어야 하고, 회원업체들도 생산비절감이나 품질향상을 위한 기술개발 등도 적극적으로 추진되어야 할 것이다.

### (3) 수입전분의 부과금 징수

양곡관리법 제13조2에 따라 수입으로 인해 국내 가격안정과 생산농민의 이익이 침해되지 않도록 수입 매매업자 및 가공업자로 하여금 가격안정기금 등이 적립, 운용되었다. 이처럼

1990년까지 수입 고구마전분에 대한 농수산물안정기금 적립이 이루어져 오던 것이 물가안정을 위한 수입원가를 낮추기 위해 1991년부터 중단되었다. 이에 따라 수입품에 대한 선호가 더욱 높아졌고 국내생산은 빠른 속도로 위축되었다. 이처럼 물가안정만을 위한 수입개방으로 고구마 생산 농민과 전분제조업체가 위기에 몰리는 것은 파레토 최적화 개념을 무시한 경제정책이었다. 수입전분과 국산전분의 가격차를 줄이기 위해 어떠한 형태로든 부과금은 부과되어야 하였다. 예로 수입자유화 조치 이후 라면용 수입전분 관세 중 일정 부분을 고구마 전분관련 산업 발전을 위해 쓰여야 할 것이다.

이상은 1965년부터 1982년까지 국내 고구마 전분 시장의 성장기가 지나고, 우루과이라운드에 따라 수입개방에 직면한 고구마 전분 관련산업의 발전방향을 모색하기 위하여 수행한 한국농촌경제연구원의 고구마 전분 관련산업 발전방향 연구(1992년)에 대해 살펴보았다.

## 4. 일본의 고구마 전분산업 지원육성 정책

### 4.1 고구마 산지 농가소득 보전정책

일본은 국민생활 및 지역 특화품목의 중요성을 고려하여 표 16과 같이 고구마와 같은 특정채소 35개 품목을 지정하여 공급산지육성 가격차 보조사업인 농가소득 보전정책을 도·도·부·현의 '채소가격안정법인'에서 시행하고 있다.

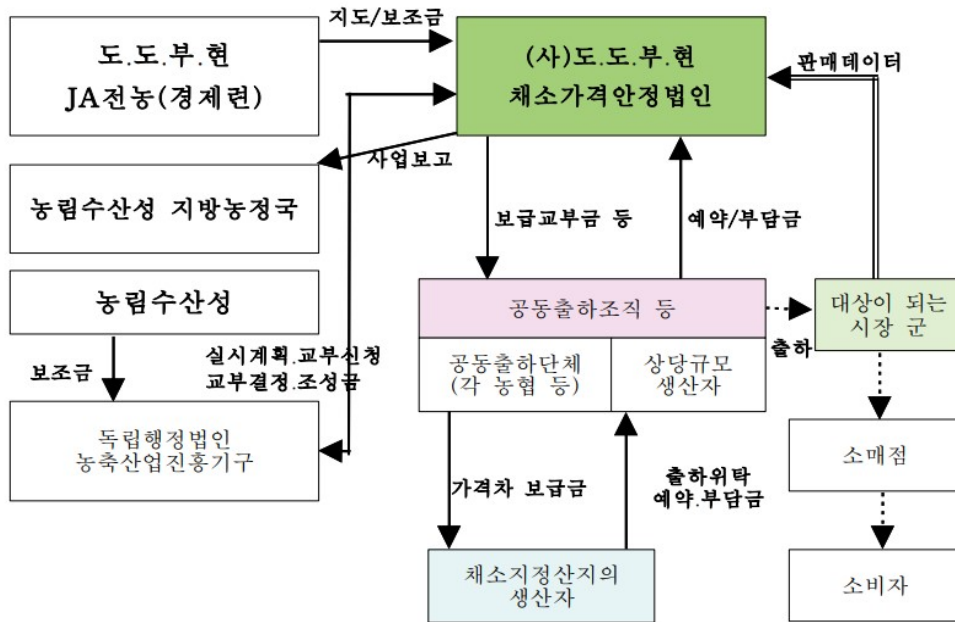
표 16. 고구마 등 특정채소 공급산지육성 가격차 보조사업

구분		특정채소 등 공급산지육성 가격차 보조사업
대상채소		특정채소 35개 품목 (지역농업 진흥차원에서 지정채소에 준하는 채소)
산지요건	면적	5ha(일부 3ha 이상)
	공동출하비율	2/3
대규모생산자 면적요건		약 1.5ha 이상
자금조성비율 (국가:도도부현:생산자)		1/3:1/3:1/3
평균가격		과거 6개년의 도매시장 가격을 기초로 산출
보증기준액		평균가격의 80%
최저기준액		평균가격의 55%
보전율		80%

자료: 최병욱(2023)

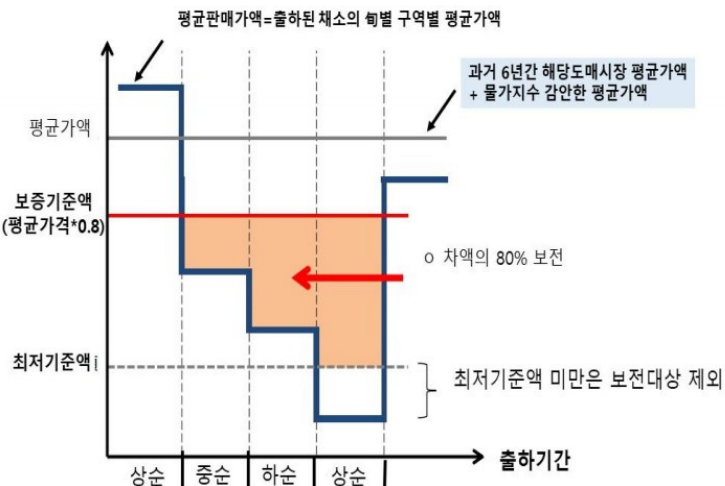
재원은 국가 33%, 도·도·부·현 33%, 출하단체 등 33%로 되어 있으며 보전방식은 그림1과 같은 흐름도에 따라서 수행하며, 그림2와 같이 시장가격이 보증기준액(평균가격의 80%) 이하일 경우 정부가 보증기준액과 최저기준액(평균가격의 55%) 차액의 80%를 지원한다.

대상품목은 고구마, 아스파라거스, 딸기, 껌질째 먹는 콩, 순무, 호박, 콜리플라워, 우엉, 꼬투리 강낭콩, 꼬투리 완두, 쪽갓, 생강, 수박, 스위트콘, 샐러리, 청경채, 생표고버섯, 부추, 마늘, 브로콜리, 메론, 연근 등 35개 품목이다.



자료: 최병욱(2023)

그림 1. 특정채소 등 공급산지육성 가격차 보급사업의 업무흐름도



자료: 최병욱(2023)

그림 2. 농가 소득 보전 방식

## 4.2 계약채소 안정공급사업

개념은 표 17과 같이 고구마와 같은 특정채소 35품목 등 생산자와 실수요자 간의 계약거래를 추진하고 실수요자의 요구에 대응하여 공급을 원활하게 하고자 하는 공급안정 제도이다. 종전에는 실수요자(식품가공 메이커, 외식산업, 양판점 등)는 지정채소 가격안정 대책 사업의 대상이 아니었으나 2003년 채소법의 개정에 의해 신설된 내역으로 '계약거래'를 전제로 한다.

사업목적은 계약재배 생산자의 기상여건 등에 따른 리스크인 가격하락, 공급계약물량 미확보 등의 경감을 위해 산지와 실수요자의 계약거래에 대해 3가지 유형인 가격하락형, 출하조정형, 수량확보형의 사업을 통해 정부가 사업대상자에게 가격차를 보전한다.

지원대상은 생산자인 개인, 법인, 농업협동조합, 사업협동조합, 협동조합연합회 및 생산자가 구성원이 단체이다. 재원으로는 국가 50%, 도·도·부·현 25%, 출하단체 등 25%로 되어 있다.

### 1) 가격하락 형

시장가격에 연동하여 가격이 변동한다는 계약을 체결하고 있는 생산자에게 가격이 현저하게 하락하면 보상한다. 평균거래가액이 보증기준액(기준가격의 90%) 미만인 경우에 보증기준액과 평균거래가액의 차액의 90%를 보전한다.

### 2) 출하조정 형

정량 공급 계약을 체결한 생산자가 계약 수량을 확보하기 위해 생산량을 여유 있게 하는 경우 계약외의 물량에 대하여 보전한다. 가격이 하락하면 계약 이외의 생산량에 대하여 출하조정을 실시했을 경우에 보전한다. 가격이 낮아 평균거래가액이 발동기준가액(기준가액의 70%) 미만 경우에, 출하 조정을 실시했을 때는 기준가격 또는 계약가액 중 어느 하나의 낮은 쪽의 40%를 보전한다.

### 3) 수량확보 형

평균 거래가격(A)가 지표가격을 초과할 때 계약 수량을 확보하기 위해 시장출하 예정인 것을 계약거래로 돌린 경우에는 평균거래가액(A)과 계약가액(B)차액의 70%를 보전한다. 시장 등에서 구입하여 계약거래로 돌린 경우에는 구매가액(C)과 계약가액(B)의 차액의 90%를 보전한다.

표 17. 계약채소 안전공급사업

구분	계약채소 안정공급사업
대상채소	특정채소 35 품목
대상자	실수요자와 계약한 생산자 및 출하단체
사업형태	1) 가격하락형 2) 출하조절형 3) 수량확보형
재원	(특정채소) 국가1/3, 지자체1/3, 생산자1/3

### 4.3 농가소득 보전을 위한 관계기관 역할

#### 1) 농축산업진흥기구(독립법인)

설립경위는 독립행정법인 농축산업진흥기구법에 근거하여 2004년 10월 1일 설립되었다. 이전 채소법에 의하여 1976년 설립된 채소공급안정기금이 위 기구로 개편 되었다.

기구의 목적은 농축산업 및 그와 관련 된 산업의 건전한 발전과 국민소비 생활의 안정에 기여하기 위함이다. 주 업무는 축산경영의 안정, 주요 채소의 생산 및 출하의 안정 및 설탕 및 전분의 가격 조정에 필요한 업무를 대상으로 하고 있다. 채소부문에서는 채소농업진흥에 기여하기 위해 관련 사업에 대한 비용을 보조하고 있다.

사업내용은 지정채소의 가격이 현저히 떨어지는 경우 지정채소의 생산자에게 등록출하 단체를 통해 또는 등록 생산자에게 직접 생산자 교부금을 교부한다. 교부금 결정의 최종 승인은 기구가 행하고, 채소가격안정법인과 지자체 도·도·부·현 관계에서 교부금 지급 요청이 상향적으로 올라오면 최종 심사하여 결정한다. 이때 실무적 교부금 지급행위는 채소가격안정법인이 하고 있다. 등록 출하단체, 그리고 실수요자와 미리 체결한 계약에 따라 동일한 종별에 속하는 지정 채소를 확보 할 필요가 있는 경우 등록 출하 단체 등에 교부금을 교부한다.

그 외 도·도·부·현의 채소가격안정법인이 실시하는 특정채소 등의 가격차보급 교부금 사업 또는 계약특정 채소 등 안정공급촉진 사업에 대한 경비를 보조하고 있다. 채소농업의 진흥에 기여하기 위한 사업에 대해서는 채소 수급 협의회를 개최하고 소비확대 등의 업무를 담당하고 있다. 또한 대규모 면적에서 실수요자와 계약재배 산지에 보조하는 업무 등을 수행하고 있다.

#### 2) 채소가격안정법인

법인현황은 각 현에 1법인씩 총 47법인이 있다. 조직형태는 현의 실정에 따라 다르며 30개의 공익사단법인, 공익재단법인 4개로 총 34개 공익법인과 9개의 일반사단법인, 4개의 일반재단 법인으로 총 13개 일반 법인이 있다.

사업내용은 가격차 보급 교부금 등 사업은 현의 지도를 받아 실시한다. 현의 교부금 조성 할당을 법인에게 납부금으로 지원한다. 안정법인의 실무처리는 매매 데이터의 탈루 여부, 농협 명칭 코드, 도매시장법인의 명칭 및 코드, 출하 산지와 거래된 도매시장이 지정 도매시장으로 적정한지 등 실무적 처리를 담당한다. 안정법인은 교부금 지급시 농축산업진흥기구로부터 최종승인을 받아 실무적으로 교부금 지급행위를 한다.

### 3) 전농(전국농업협동조합연합회)

전농은 채소를 안정적으로 소비자에게 공급하기 위해 농림수산성 수급지침에 의거 공급계획을 작성한다. 그 외 JA전농청과센터(주)를 대상시장으로 인정하는 것과 농림수산성의 긴급수급 조정사업과 관련하여 실제 출하에 따른 실시계획을 수립한다.

### 4) 지자체

일본의 지자체인 도·도·부·현과 시·정·촌의 구분은 표 18과 같이 되어 있으며 그 역할은 다음과 같다.

표 18. 일본의 지자체 구분

구분	
도·도·부·현	광역지방자치단체(총 47단체) 도쿄도, 홋카이도, 교토부, 오사카부, 현(43)
시·정·촌	기초지방자치단체(총 1,741개소) 시(792), 정(743), 촌(183), 도쿄도 특별구(23)

#### (1) 도·도·부·현

도·도·부·현의 신청에 따라 농림수산성이 '채소지정 산지'를 지정한다. 채소가격안정법인에게 교부금 조성을 위하여 지자체 납부금을 부담한다. 또한 산지 생산출하를 지도하며 채소긴급수급 조정시 공급계획 및 실시상황 확인은 등록출하단체가 농협계통이 아닌 경우 도·도·부·현이 담당한다.

채소가격안정제도 실무처리와 관련하여서 기본적으로 안정법인과 도·도·부·현의 업무가 혼재되어 있다. 본래 도·도·부·현 기능이나 안정법인에 위탁하여 처리하는 경우가 많이 있으며, 산지출하등록 관리를 위하여 산지는 사전에 도·도·부·현 상담하고 있다. 교부금 교부 예약시 수량을 사전에 조정하고 있다.

#### (2) 시·정·촌

지정채소사업에 참여하기 위해 생산자는 농축산업진흥기구에 등록을 해야 하는데 이때 등록 필요서류에 대하여 시·정·촌 농지위원회가 경작증명서, 농지대장, 농지이용권설정 관련 계약서 등 서류발급을 담당한다.

#### 4.4 일본정부 농가소득 보전 예산 현황

일본의 농가소득 보전 사업목표는 채소 거래가격의 안정화를 통해 거래가격이 평년 대비 80%~120% 수준에 머무는 기간의 비율을 2016년 56%을 2025년까지 68%로 확대하는 것이다. 사업 예산은 2021년 15,602백만엔, 2022년 15,612백만엔이다. 사업내용은 지정채소 가격안정대책사업, 특정채소 공급산지육성 가격차 보급사업, 계약채소 가격안정대책사업, 계약채소 수입확보모델사업, 긴급수급조정사업 등이다.

이와 같이 일본정부의 농가소득 보전 정책은 생산자의 적정생산을 전제로 가격차 보전 등을 실시하고 있다. 생산 안정은 수급가이드라인에 기반한 자체 공급계획을 이행조건으로 일정수준 차액을 보전하는 것이다. 계약재배는 가공업체 등과 장기 계약재배시 가격하락의 일부분을 보전하는 것이다.

### 5. 우리나라 고구마 전분산업 활성화 방안

#### 5.1 국내 고구마 전분산업의 최근 현황

##### 1) 주요 현황

국내 고구마 전분산업의 현황은 표 19와 같이 1980년대 67개 업체이던 것이 이제는 4개 업체만이 겨우 명맥을 이어 오고 있다. 고구마 생산량은 표 20과 같이 2022년 기준 21,345ha에서 337,153톤을 생산하고 있다.

표 19. 국내 전분 생산업체 현황

연대	제주	육지	합계
1980년대	57	10	67
1990년대	18	7	25
2000년대	7	4	11
2010년대	5	4	9
2020년대	2	2	4

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

표 20. 국내 고구마 생산 현황

년도	생 고구마	
	면적(ha)	생산량(톤)
2020	22,262	329,927
2021	23,236	348,912
2022	21,345	337,153

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

고구마 전분 생산량은 표 21과 같이 2022년 기준 3,067톤을 생산하여 2,587톤을 판매하였으며, 584톤에 해당하는 약 20%의 높은 재고율을 갖고 있다. 2021년도 판매량이 증가한 원인은 매니옥 전분 배분 시 국내산 전분 의무구매 및 국내산 전분 구매량에 따른 수입전분 배분기준의 변경에 따라 일시적으로 판매가 증가하였다. 국내산 고구마 전분의 생산량과 수입량은 표 22와 같다. 국내 생산량이 약 3000톤 생산인 반면 수입량은 21,215톤으로 수입량에 비해 약 14%에 해당하는 물량을 생산하고 있으며 나머지는 수입전분이 국내시장을 대체하고 있다. 주 원인은 표 23과 같이 국내산 전분가격이 kg당 3,900원인 반면 수입산은 1,800원으로 가격 경쟁력이 크게 떨어지고 있다.

표 21. 국내산 고구마 전분 생산 및 판매 현황

년도	생산 업체수	생고구마 수매량	생산량	판매량	재고량(재고율)
2019	4	15,899	3,251	2,975	1,209(37.1%)
2020	4	12,291	2,128	2,893	444(20.8%)
2021	4	12,264	2,560	2,900	104(4%)
2022	4	14,233	3,067	2,587	584(19%)

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

표 22. 국내산 고구마 전분 생산량과 수입량 비교

년도	국내 생산량	수입량	비율(%)
2019	3,251	24,009	12.5
2020	2,128	23,587	12.7
2021	2,560	26,193	9.7
2022	3,069	25,349	12.1
2023	3,000(추정)	21,215	14.1

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

표 23. 고구마 전분의 국내산과 수입산의 가격 비교표

제 품 명	원 산 지	국내산(원)/kg	수입산(원)/kg
	고구마 전분		3,900

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

## 2) 국내산 전분 경쟁력 제고를 위한 고구마 전분업계의 자구노력

국내 고구마 전분업체들은 1991년 이래 고구마 전분산업의 정상화를 위하여 표 24와 같이 자구 노력을 기울여 왔다.

표 24. 고구마 전분업체의 관련 기관 건의 내용

년도	건의 부처	내 용
1991	한국농촌경제연구원	1) 고구마 전분관련 산업의 수급전망 및 문제점 2) 일본, 중국 등 수입대상국의 고구마전분 관련 산업현황 및 경제여건 전망 3) 고구마 전분관련 산업 국제경쟁력 제고 방안
1995	제주대학교	○ 전분박의 환경오염 저감대책과 유기질 비료화에 관한 연구
2003 ~ 2006	농촌진흥청 목포시험장	○ 고구마 신품종개발 요청 ○ 고수율 전분용 고구마 종자 개량 협력
2003	제주도청	○ 전분공장 가동기에 고구마 세척수 방류허용 완화 건의 ○ 전분박 처리비용 도자금 지원 건의
2004 2005	일본 북해도 전분공장 시찰	○ 선진화된 생산시설 견학 ○ 고수율 품종 sample 공급 협력
2006	해남 고구마종묘업자	○ 신품종 신천미, 수고구마 출기를 저렴하게 제주도에 공급키로 약속
2015	전남 농업기술원	○ 전분박의 자가비료화 검토 의뢰 ○ 전분박의 특성비료화 검토 의뢰
	전남 바이오에너지작물 센터	○ 전분 가공용 품종의 씨고구마 생산 및 보급 요청
2016	전남 영암 삼정내츄럴	○ 전분박 사료화사업 협의
2017	전남 담양 농업회사법인 수북농업	○ 유기질 비료화 시범사업 가능성 협의
	충북 영동군 고구마연합회	○ 고구마 재배농가와 전분산업 협력방안 논의
2018 이후~	농림축산식품부, 유통공사, 국회 등	○ 국내산 전분 보호를 위한 대정부 건의

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

이러한 자구노력에 대한 관계기관의 결과 및 반응은 다음과 같았다.

- 1) 전분박은 수분함량이 높아 운반비 증가 등 운반과정에 어려움이 많고 탈수기를 보유하고 있지 않은 공장은 추가비용 부담이 있다.

- 2) 전남 무안 바이오에너지작물연구소(구. 목포시험장)에서 풍원미, 진흥미 대유미 같은 시중판매와 전분함량이 높은 종자를 지속적으로 연구하여 농가에 보급하였다.
- 3) 전분 생산시 발생하는 폐수(고구마 세척) 및 전분박 처리비용, 인건비 등의 생산비용 증가로 판매단가를 절감할 수 없는 실정이다.
- 4) 제주도 대정농협의 전분공장 휴업으로 지역 농민들이 생산한 고구마를 일반 전분공장에서 받아 주어 생산농가의 피해를 덜어 주었다.

위와 같이 관계기관의 결과 및 반응을 검토해 보면 건의 사항에 대하여 심도 있는 고민이나 적극적인 문제해결 의지가 부족해 보이며, 결과적으로 고구마 전분산업의 활성화에도 큰 도움을 주지 못하였다.

## 5.2 국내 고구마 전분산업 생산중단 시 농가 피해 예상

국산 전분업체들이 급감하면서 고구마, 감자 생산농가도 피해를 입고 있다. 2015년부터 2018년까지 매년 고구마는 전체 생산량의 약 5%, 감자는 전체 생산량의 약 2%가 전분용으로 수매됐다. 하지만 전분 업체들이 감소하면서 고구마, 감자 생산 농가도 직간접 타격을 받고 있다. 예를 들어 상품성이 떨어지는 고구마와 감자 등을 국산 전분업체가 사서 가공하던 것이 전분업체가 감소하면서 고구마, 감자 재배 농가들은 이 같은 수익기대도 점점 어렵게 됐다.

국내 고구마전분 업체들이 생산중단 시 농가들이 입을 손실은 다음과 같이 예상 된다.

- 1) 고구마 전분공장이 표 25와 같이 원료 고구마를 수매하고 있는데 만일 전분공장이 생산을 중단하게 되면 매년 구매하는 50억원 이상 원료대금이 중단되어 농가소득의 손실이 예상된다.
- 2) 2019년과 같이 고구마가 병충해 피해로 기형이 생겨 시판할 수없는 상황 발생 시 전분공장이 수납 처리해 줌으로써 농가소득의 피해를 감소시켜 왔었다. 고구마는 타 작물에 비해 시비 및 인건비 등의 생산비용이 적게 들어 농민들이 선호하는 작물이므로 전분공장이 생산 중단 시 유휴 농경지가 발생되어 농가소득에 상당한 영향을 초래할 수 있다.

표 25. 국내 고구마전분 업체의 원료구매 내역

년도	수매량(톤)	수매금액(만원)	평균단가 (Kg/원)	생산량(톤)
2018	14,077	567,303	403	2,856
2019	15,899	485,670	305	3,251
2020	12,291	519,900	423	2,128
2021	12,264	4,90,560	400	2,560
2022	14,233	569,320	400	3,067

\* 2019년산의 경우 고구마 병충해에 의해 시중 판매가 불가하여 많은 양이 전분공장으로 들어옴에 따라 단가가 저렴하였음.

자료: 한국전분공업협동조합(2024)

### 5.3 국내 고구마 전분산업 활성화 방안

#### 1) 국내산 고구마 전분 구입량에 따른 실적배분제도 유지

수입전분인 매니옥 전분 배분 시 적용되던 국내산 전분 구입업체 우선배분 및 국내산 전분 구입량에 따른 실적배분 제도가 2024년부터 폐지될 예정이다. 이로 말미암아 국내 전분산업은 존폐위기에 놓여 있다.

양곡관리법에 따라 대두의 경우 대두유 제조업체들은 국내산 콩 구매량에 비례하여 대두유 업체들에 할당된 수입콩 물량을 수입하여 대두유를 만들고 있다. 팥, 녹두 등도 국내산 구매량에 비례하여 수입산 팥, 녹두를 할당하고 있다. 식량안보 차원에서 중요한 고구마를 단순 가공하여 건조한 전분을 실적배분제도에서 제외한 것은 대두, 팥, 녹두와 비교해 과도한 측면이 있다. 따라서 고구마 전분의 국내 생산기반 유지를 위해서 국산 전분 가격의 1/3~1/4에 불과한 값싼 수입 매니옥 전분의 배분 시 국내산 고구마 전분 구입업체 우선배분 및 구입량에 따른 실적배분 제도는 지속적으로 유지되어야 것이다.

#### 2) 전분용 고구마의 종자개발

고구마의 종자개발은 표 26과 같이 당도가 높고 식미가 우수한 ‘단자미’ 품종과 ‘풍원미’, ‘호감미’ 등 고품질 내병충성 품종이 육성되어 보급되고 있다.

표 26. 국내 고구마 품종 개발 현황

2002	2003	2004	2005	2006	2008	2012
주황미 하얀미 고건미	바이오미 헬씨미	해피미	연황미	맛나미	건풍미 연자미 대유미	다호미
2013	2014	2015	2016	2019	2020	2021
에스미 건황미	풍원미	호감미 단자미	진율미	보드레미	소담미 통채루 (잎자루)	호풍미

자료: 김선형(2023)

그러나 국내 고구마 산업은 생산량을 대부분 찌거나 균고구마로 소비하는 현실이다. 이처럼 국내산 고구마 종자개발은 식용 및 생식용이 중심이 되어 있으며 고구마 전분생산의 가격경쟁력을 제고하기 전분 수율이 높은 전분원료용 고구마의 종자개발을 적극적으로 추진해야 한다.

최근 농진청에서 가공원료용으로 적합한 300g 이상의 고구마를 많이 산할 수 있는 ‘신자미’ 재배 요령을 소개한 바 있다. 일반 고구마는 150~250g일 때 상품성이 가장 높지만, 가공용 고구마는 수량이 많이 나와야 하므로 보통 300g 이상 크기를 선호한다. 예로 ‘신자미’ 재배기간을 140일 이상으로 늘리고 심는 간격을 30cm 이상으로 넓히면 300그램 이상의 가공용 고구마

수량이 최대 3.6배까지 증가하는 것으로 나타났다. 농촌진흥청 바이오에너지작물연구소가 2019년부터 2020년까지 진행한 시험에서 재배기간을 기존 120일보다 20일 많은 140일로 늘리면 상품성 있는 고구마(50g 이상) 수량은 56퍼센트 증가(4,322kg/10a)하고, 160일로 늘리면 75퍼센트 증가(4,828kg/10a)하는 것으로 나타났다.

특히 300g 이상의 가공용 고구마 수량은 120일 재배에 비해 140일은 3.1배, 160일은 3.6배 증가했다. 안토시아닌 함량 역시 120일 재배에 비해 140일은 11퍼센트, 160일은 26퍼센트 증가했다. 심는 간격을 표준 재배법인 20cm에서 30~35cm로 늘렸을 때도 가공용 고구마 수량이 74~90퍼센트 증가했다. 이처럼 심는 간격을 30cm로 넓게 해 재배기간을 늘렸을 때는 120일 재배와 비교해 가공용 고구마 수량이 140일은 3.3배, 160일에는 3.6배까지 증가하는 것으로 나타났다.

이처럼 재배기술을 이용하거나 유전체 정보를 이용하여 가공용 고구마의 종자개발과 전분 생산 수율을 높일 수 있는 연구에 대하여 정부의 적극적인 연구 검토가 필요하다.

### 3) 전분용 고구마 대규모 재배단지 육성

기존의 고구마 주산지인 제주도는 고구마 전분의 주 수요처인 당면이 값싼 중국산 당면에 대한 가격경쟁력 저하로 농산물 가격이 타 지역보다 높은 제주도에서 원료를 계속 공급하는 것은 바람직하지 않다. 따라서 농산물 가격이 상대적으로 낮은 남해도서지방에 고구마 재배단지 조성을 과거 연구보고서에서 제시한 바 있다.

최근 해남에 고구마 주산지가 조성되고 있다. 해남은 600여 농가가 1천964ha에서 연간 3만 4천여t의 고구마를 생산하는 전남 최대 고구마 주산단지다. 전국 재배면적의 10%를 차지한다. 해남은 조직화, 규모화 된 고구마 생산자협동조합을 통해 소규모 재배농가의 유통관리를 체계화 하고 유통창구를 일원화하는 종합 품질관리 시스템을 구축하고 있다. 해남군은 '해남고구마산업 종합발전계획'을 수립하고 2025년까지 297억 원을 투입해 생산과 유통, 가공에 이르는 총 26개 사업을 추진하고 있다. 종합발전계획에 따라 고구마 우량종의 안정생산 기반구축, 선별·세척·큐어링 등 시설·기술 지원에 나설 예정이다. 생산과 수확 후 관리를 세분화해 품질을 균일화 하고 상품성도 높여 나갈 예정이다.

이처럼 정부는 고구마를 특화작목으로 육성하여 안정적인 생산기반 구축, 경지정리와 용수 개발, 기계화 영농단의 지원강화, 재배단지의 규모화 지원에 힘써야 할 것이다.

### 4) 전분용 고구마 계약재배 제도시행

계약재배는 선도 거래적 측면과 유통 효율화 측면에서 기능을 갖고 있다. 즉 선도 거래적 측면에서 계약재배는 생산자에게 위험 회피적 수단과 거시적으로 미래가격을 조기 발견할 수 있어 가격 안정화를 시킬 수 있다. 유통 효율적 측면에서는 유통 비용을 절감하고 마케팅 경쟁력 제고에 기여 할 수 있다.

일본은 계약채소 안정공급사업을 통해 고구마 생산자와 실수요자 간의 계약거래를 추진하고 실수요자의 요구에 대응하여 공급안정 제도를 실시하고 있다. 종전에는 실수요자인 식품가공 메이커, 외식산업, 대형할인점 등은 가격안정 대책 사업의 대상이 아니었으나 2003년 채소법의 개정에 의해 신설된 내역으로 '계약거래'를 전제로 한다.

사업목적은 계약재배 생산자의 기상여건 등에 따른 가격하락, 공급계약물량 미확보 등 리스크 경감을 위해 산지와 실수요자의 계약거래에 대해 3가지 유형인 가격하락형, 출하조정형, 수량 확보형의 사업을 통해 정부가 사업대상자에게 가격차를 보전한다. 대상품목은 고구마 등 특정 채소 35품목이다. 지원대상은 생산자인 개인, 법인, 농업협동조합, 사업협동조합, 협동조합 연합회 및 생산자가 구성원이 단체이다. 재원으로는 국가 50%, 도·도·부·현 25%, 출하단체 등 25%로 되어 있다.

최근 우리나라 정부도 과잉, 고사가 반복되는 노지채소를 중심으로 수급정책의 실효성을 높이고, 선제적 수급관리를 위해 '원예농산물 수급 고도화방안'을 발표하여 2027년까지 채소류의 계약재배면적을 2027년까지 35%까지 확대한다고 발표하였다.

그러나 국내에서 채소류의 계약재배는 아직 활성화 되어 있지 않다. 계약재배가 이루어지는 품목도 주로 무, 배추, 양파, 마늘, 고추이며 일부 감자, 대파에 국한되어 있다. 김치의 경우는 생산자와 업체가 자율계약재배를 하고 있으나 이 또한 아직 활성화 되지 못한 상태이다.

따라서 고구마도 일본처럼 계약재배 제도를 통해서 농가소득을 보전하고 가격과 공급의 안정을 통해 고구마 전분산업의 대외 경쟁력을 제고 하여야 할 것이다.

## 5) 고구마 전분산업 시설 현대화 자금지원

전분 제조업체의 원가 경쟁력을 위해서는 전분공장의 수율향상을 위한 시설 현대화가 필요하다. 완전자동화 업체의 kg당 생산비는 과거 연구보고서에서도 완전재래식 공장보다 약 8% 생산비 절감이 나타났다. 최근 농촌은 고령화, 노임의 급격한 상승으로 자동화 및 시설개선을 통한 생산 비용절감 및 전분 수율향상이 더욱 필요해졌다. 재 마쇄, 원심분리기 등 전분 수율 증대에 핵심적인 기계와 전분 누출방지를 위한 전분공장 자동화 공정의 확대는 과거 연구보고서에서도 시급한 상황으로 지적되었다. 이를 위한 전분공장의 시설자금을 위하여 정부융자지원 확보와 지원이 필요하다. 특히 폐수처리시설은 공공재적 성격을 감안하여 폐수처리 시설자금의 국고 지원도 검토가 필요하다.

## 6) 공공기관 구매용의 국내산 우선구매

공공기관에서 식자재 구입 때 국내산 전분을 일정 부문 우선구매 하여야 한다. 지금도 중소기업제품의 구매를 촉진하고 판로를 지원함으로써 중소기업의 경쟁력 향상과 경영안정에 이바지함을 목적으로 표 27과 같이 약칭 「판로지원법」인 「중소기업제품구매촉진및판로지원에관한법률」 제2조에 따라 국가기관이나 지방자치단체, 지방공기업, 각급국립, 공립교육기관 등에서 중소기업

제품을 우선 구매할 수 있다. 예로 국방부는 2018년에 350톤, 2020년도에 170여 톤의 전량 수입산 전분을 쓰는데 이를 국내산 전분으로 대체할 필요가 있다. 국내 중소기업 보호차원과, 코로나19 이후 전 세계 식량 유통망에 대한 위기감이 커지는 만큼 안보차원에서도 국내산 전분 우선구매 확대를 실시해야 할 것이다.

표 27. 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 조항

구분	주요 내용
중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 (약칭: 판로지원법)	제1조(목적) 이 법은 중소기업제품의 구매를 촉진하고 판로를 지원함으로써 중소기업의 경쟁력 향상과 경영안정에 이바지함을 목적으로 한다.
	제2조(정의) 2. “공공기관”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기관 또는 법인을 말한다. 가. 국가기관(「국가재정법」 제6조의 독립기관 및 중앙관서를 말한다) 나. 지방자치단체(「지방자치법」 제2조에 따른 특별시·광역시·특별자치시·도·특별자치도·시·군·구를 말한다) 다. 특별법에 따라 설립된 법인 중 대통령령으로 정하는 자 라. 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제5조에 따른 공공기관 중 대통령령으로 정하는 자 마. 「지방공기업법」에 따른 지방공사 및 지방공단 바. 「지방의료원의 설립 및 운영에 관한 법률」에 따른 지방의료원 사. 특별시·광역시·특별자치시·도·특별자치도 교육청 아. 「유아교육법」, 「초·중등교육법」, 「고등교육법」 및 「장애인 등에 대한 특수교육법」에 따라 설치된 각급 국립·공립 교육기관
	제4조(구매 증대) ①공공기관의 장은 물품·용역 및 공사(이하 “제품”이라 한다)에 관한 조달계약을 체결하려는 때에는 중소기업자의 수주(受注) 기회가 늘어나도록 하여야 한다.

### 7) 한국전분공업협동조합 위상 재확립

중소기업협동조합법에 의하여 1966년 설립된 한국전분공업협동조합은 한때 130여 업체를 대표하여 전분산업의 발전과 위상 강화를 위해 많은 역할을 해 왔다. 현재 고구마전분 업체가 4곳으로 고구마전분 산업이 존폐 위기에 처해 있지만 위기인 만큼 조합의 역할도 더욱 중요해졌다. 전분조합이 국내 고구마전분 산업의 성장과 국제 경쟁력 향상을 위해 중점적으로 추진해야 할 업무로는 조합원을 대신하여 가칭 「우리 전분산업 육성법」의 제정을 통해 ①전분산업을 육성시키고, ②전분가공시설을 지원하며, ③전분의 수급조절과 가격안정화를 위한 비축사업을 운영하며, ④국산전분 우선구매의 법제화를 할 수 있도록 위상을 재확립하여야 할 것이다.

## 6. 결론

본 연구는 1983년을 기점으로 1965년부터 우리나라 고구마 전분산업의 역사를 살펴보고, 당시의 고구마전분 산업의 당면한 문제점 및 해결방향 등을 살펴보았다. 그 후 지속적인 고구마 전분산업의 침체와 우루과이라운드 등 앞으로 닥칠 농산물 수입개방 등을 대처하기 위해 수행한 1992년 한국농촌경제연구원의 고구마 전분관련 산업 발전방향 연구를 살펴보았다. 또한 외국의 고구마 전분산업과 관련한 지원 육성정책으로 우리농촌과 비슷한 처지의 농촌의 고령화, 농산물 수입개방 등에 처한 일본의 고구마 전분산업의 지원 육성 정책을 살펴보았다. 끝으로 이를 바탕으로 현재 우리나라 고구마 전분산업의 현황과 존재 위기에서 벗어나 식량안보 차원에서 육성되고 활성화 될 수 있는 방안에 대해 살펴보았다.

1982년 당시 고구마 전분산업이 1960년대의 성장기를 지나 쇠퇴기로 접어드는 시점에 제기된 문제점들과, 1992년 수행한 고구마 전분관련 산업 발전방향 연구에서 지적된 문제점들은 대동소이 하였다. 즉 국내 고구마 전분산업이 중국이나 일본 등과 비교해 경쟁력을 갖출 수 있기 위해 전분용 고구마의 종자개발, 고구마 재배단지의 규모화 및 생산농가의 소득보존, 전분생산시설의 현대화 및 자동화를 위한 정부 지원 등 해결 과제는 그대로 남은 채 전분산업은 존재위기를 맞고 있다.

과거 자유무역 시대에서 가격경쟁력이 안 되는 국내 제조업은 모두 도태시키고 외국에서 수입하는 산업구조였다. 그러나 지금 세계는 미국과 중국의 무역 갈등 심화와 더불어 각자도생의 신 보호무역 시대로 회귀하고 있다. 예를 들어 요소수 대란의 경우 국내 생산은 경제성 없다는 논리로 전량 중국 등에서 수입에 의존해 오다 수출국의 수출제한으로 수급 파동을 겪었다. 정부는 최근 '5조원의 기금을 활용해 중국 의존도가 높은 8대 산업의 공급망 선도 프로젝트'를 발표했다. 요소의 경우도 국내 생산시설 설립지원을 포함해 근본적 수급안정화 방안을 추진하기로 했다.

고구마 전분관련 산업도 한때 130여개가 넘는 공장이 경제성이 낮다는 이유만으로 정부 차원의 지원육성 정책을 펴지 않아 현재는 4개 업체마저도 존재위기에 처해 있는 현실이다. 특히 중국은 표 28과 같이 2024년 6월 1일부터 「식량안보보장법」을 시행하였다. 「식량안보보장법」 시행으로 향후 중국의 농산물 수출 등이 제한돼 국내 수급에 차질을 빚을 우려도 커졌다. 또한 현재 가동 중인 국내 전분업체마저 경영난에 따른 생산 중단으로 전량 외국에 수입 의존 시 국내 농가 피해 등 산업전반에 미치는 영향을 고려하여 정부는 선도적 차원에서 고구마 전분산업의 지원육성 정책을 시행하여야 할 것이다.

표 28. 중화인민공화국 「식량안보보장법」 주요내용

식량안보보장법		
제1장 총칙 제2장 경작지 보호 제3장 식량생산 제4장 식량비축 제5장 식량유통 제6장 식량가공	제7장 긴급식량 제8장 식량절약 제9장 관리감독 제10장 법적 책임 제11장 부칙	제정일 : 2023.12.29. 공포일 : 2023.12.29. 시행일 : 2024.06.01.

## 참고문헌

1. 김동환, 2016, 일본의 농산물 가격은 왜 안정화 되어 있나, 농민신문 2016.05.11
2. 김동환, 2019, 일본의 가공 업무용 채소 공급 확대 정책 사례, 신유통 포커스
3. 김명환, 안기옥, 유남식, 이계임, 1992, 고구마전분 관련산업의 발전방향, 한국농촌경제연구원
4. 김선형, 2023, 고구마의 증산과 이용 확대 방안, 식량과 정책, 한국식량안보연구재단
5. 박주하, 2017, 고구마 유전체정보로 전분원료 대량생산 길 연다, 한국영농신문2017.07.27.
6. 송연상, 2022, 가공원료용 고구마 ‘신자미’ 이렇게 심으면 많아져요. 농촌진흥청 보도자료 2022.04.28.
7. 양종근, 2020, “이제 4곳뿐” 중국산에 밀린 국산 전분업체의 눈물, 서울경제 2020.06.04.
8. 이용선, 송성환, 이형용, 박지원, 2015, 채소 계약재배 활성화 방안, 한국농촌경제연구원
9. 이지현, 2022, 중소기업 현장 목소리 ⑫, 식품저널
10. 이윤형, 2023, 채소류 계약재배 면적 2027년까지 35%까지 확대, 산업경제 2023.07.31.
11. 이별찬, 2024, 중 식량 안보법 시행 “돌발 사태 땀 비축”, 조선일보 2024.06.03.
12. 전분 수입실태 대해부, 2000, 한국농어민신문 2000.01.07.
13. 「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」(약칭: 판로지원법), 2024, 법률제20345호
14. 중화인민공화국 식량안보보장법, 2024, 세계법제정보센터
15. 차대운, 2024, 정부, 5조 공급망 기금활용해 국산요소 생산지원 나선다, 연합뉴스 2024.03.25.
16. 최병욱, 2023, 일본의 농가소득 보전정책 등 산지정책 벤치마킹, KREI 출장결과보고
17. 한국전분공업협동조합, 1983, 한국전분공업총람
18. 한국전분공업협동조합, 2024, 국내산 고구마전분 이용 확대 건의



## 전분산업의 현황과 지원육성 방안

- 서동희 교수(고려대학교 식품자원경제학과)
- 서형수 회장(영흥식품(주))
- 이군호 사장(식품음료신문)
- 한정숙 팀장(삼양사 식품연구소 소재개발팀)



## 토론문

## 제30회 식량안보세미나

## 전분산업의 현황과 지원육성 방안

서동희 교수 (고려대학교 식품자원경제학과)

천연전분과 변성전분은 식품 분야를 비롯해 비식품 분야에도 널리 사용되고 있음. 그러나 국내 전분산업은 급격히 쇠퇴하여 현재는 삼양사, 인그리디언코리아, CJ제일제당 등 일부 업체에서만 생산되고 있음. 전분생산의 수율을 높이기 위한 기술개발에도 불구하고 중국과 유럽 등의 저가 전분의 수입으로 인해 국내 전분산업의 가격경쟁력을 매우 낮은 실정임. 또한 전분생산의 원료인 옥수수, 밀 등은 전량 수입에 의존하고 있어 원료 가격 상승에 따른 비용 증가의 위험을 안고 있음. 국내에서 생산된 원료농산물로는 고구마가 유일하지만, 고구마 전분산업 역시 경쟁력 약화로 사양세를 보이고 있음. 이러한 국내 전분산업의 사양화에도 불구하고 전분산업의 전후방효과와 산업수요 전망을 볼 때 국내 전분산업의 문제점을 살펴보고 활성화 방안을 모색할 필요가 있음.

먼저 한국은 전분의 주요 원료인 옥수수, 밀 등에 대한 높은 수입 의존도를 보이고 있음. 특히 옥수수는 주로 브라질, 아르헨티나, 미국에서 수입하고 있고, 밀은 주로 미국, 호주, 캐나다에서 수입하고 있음. 이러한 높은 수입 의존도와 집중도는 국내 생산 기반을 약화시키고 국제시장의 가격 상승과 변동에 취약한 문제를 초래할 수 있음. 한국이 전분 원료를 전량 해외에 의존하는 상황에서 원료 수입 비용 절감과 수입 가격 위험 감소를 위한 적극적인 수입 다변화 전략이 필요함.

또한 가격 경쟁력을 제고하기 위해 진입장벽에 대한 완화와 새로운 전분 작물에 대한 개발이 필요함. 신규 전분업체의 시장 진입을 도와 독과점 구조를 개선하고, 새로운 전분 작물 개발을 통해 전분 원료의 다양성을 높인다면, 이는 자국 내 전분생산의 증대로 이어져 수입의존도를 낮추고 가격 경쟁력을 높이는 데 기여할 수 있음. 그 밖에도 가격 경쟁력을 제고하기 위해 선도거래를 통해 전분의 안정적인 공급망을 구축하고, 유통 효율화를 통해 비용을 절감하는 노력을 기울여야 함.

그러나 전분원료에 대한 높은 수입 의존도와 낮은 가격 경쟁력을 극복하더라도 주로 식료품과 제지 생산에 한정된 산업수요는 여전히 전분산업의 성장에 장애가 될 수 있음. 전분산업은 식료품과 제지 생산을 넘어, 제약, 화장품, 바이오 소재 등 다양한 산업에서 활용될 수 있는 고부가가치 제품을 개발해야 함. 이와 함께 해외시장 확대를 통한 산업수요 창출이 중요하며, 이를 위해 다양한 국가의 요구에 맞춘 제품 개발 및 마케팅 전략과 글로벌 표준에 맞는 친환경 생산 방식의 도입이 필요함.

토론문

제30회 식량안보세미나

# 전분산업의 현황과 지원육성 방안

서형수 회장 (영흥식품(주))

## 1. 일본 고구마 지원 정책

생고구마 구매 가격 100% 지원, 재원 마련은 수입전분에서 얻어진 이익금을 농가와 생산공장에 지원한다.

## 2. 중국 고구마 지원 정책

묘종 구입 때 일부 지원하고, 농민에게는 수확량에 따라 대량 생산자에게 더 많이 지원해 고구마를 더 생산하도록 장려한다.

## 3. 유럽

감자 농가 또는 생산공장에 지원금액이 많다.

## 4. 1976년 11월 전남 함평 농민 고구마 사건

### - 7300여 농가와 광주대 교구가 연대 투쟁한 사건

농협이 농민에게 구매 약속을 지키지 않아 일어난 사건으로 그 이후 고구마 산업 쇠퇴기가 되었고 술주정 회사는 고구마를 구입하지 않고 수입 에탄올로 대체함에 따라 한국 고구마 농가가 급격히 줄어 공장이 폐업하기 시작했다.

## 5. 20년 전 전분 가격은 수입과 국산이 4~5배 차이로 수입이 훨씬 저렴하였으나 현재는 2배 정도의 차이가 난다.

2023년에는 고구마 전분 수입가격은 1톤 당 \$1,100~1,200이었음. kg당 수입가격은 1,800원/kg, 국산 3,900원/kg.

감자전분 수입가격은 \$1,100~1,200/MT, 1,800원/kg, 국산 감자전분 가격은 3,200원/kg.

## 토론문

## 제30회 식량안보세미나

## 전분산업의 현황과 지원육성 방안

이군호 사장(식품음료신문)

가뭄과 고온, 폭우 등 세계 각국의 기상이변으로 밀, 옥수수, 감자, 고구마, 카사바 등 전분 가공 농산물 작황이 매우 불안정해지고 있다. 설상가상으로 각종 병충해가 창궐해 큰 피해를 주고 있고, 썩음병과 무름병까지 기승을 부리고 있는 티라 농산물 절대 부족을 겪고 있는 우리나라는 현명한 대책 마련이 시급한 상황이다.

전분 생산의 주원료인 옥수수의 가격은 현재 안정세를 유지하고 있으나 지난해는 작황 부진으로 큰 폭으로 올라 정부 당국은 0 세율을 적용하며 안정세를 유지하도록 한 바 있다.

옥수수 국내 전분 생산업체는 전분당협회 5개 회원사가 독과점 형태를 유지하고 있다. 2022년 기준 옥수수 전분 생산액은 4244억 원이며, 고급 전분으로 관심을 끌고 있는 고구마 전분 생산액은 234억 원에 그치고 있다.

또 국내 고구마 전분 생산량은 약 3천 톤에 불과해 수입량 21,215톤에 크게 미치지 못한다. 가격도 큰 차이를 보여 국내산은 3900원, 수입산은 1400원대이다. 이로 인해 국내 업체는 경쟁력 저하로 4개 업체가 겨우 명맥을 유지하고 있다.

만약 국내 업체가 도산한다면 매년 농가에 수매대금으로 지급되던 50억 원이 중단돼, 농가 소득이 줄어들게 된다.

국내 고구마 전분 산업을 지키는 데 필요한 일들이 있다. 먼저 가격 경쟁력이 높은 전분 함량이 많은 고구마 종자를 개발해야 한다. 또 대규모 재배단지 조성 and 고구마 전분 산업 시설 현대화, 폐수·환경적 시설 개선 지원이 필요하다. 아울러 공공기관 사용 전분의 국내산 우선 구매와 국내산 고구마 이용 실적에 따른 수입 전분 링크 배분제도 강화도 뒤따라야 한다.

효율적 방안 마련을 위한 법적인 보장도 필요하다. 전분산업진흥육성법을 제정해, 고구마 전분 가공기업을 지원하고 시설 개선과 전분 수급 조절, 가격 안정화, 국산 전분 우선 수매 등을 꾀해야 한다. 또 비축 사업 운용을 한국전분공업협동조합에 맡기는 것도 한 방법이 될 것 같다.

현재 중국과 유럽의 저가 전분 수입 여파로 국내 대형식품업체인 CJ와 대상, 삼양사, 인그리디언 코리아 등 4개 사도 70~80% 가동밖에 못 하는 실정이다. 저가공세를 이겨나가기 위해서는 전분 생산 수율을 높여 원가를 낮추고, 고도의 기술이 필요한 변성전분 또는 고부가가치 전분을 생산할 수 있는 시설과 기술을 갖추어 나가야 할 것이다.

## 제30회 식량안보세미나

## 전분산업의 현황과 지원육성 방안

한정숙 팀장 (삼양사 식품연구소)

## 세부 1. 전분의 용도와 국내외 생산 이용 현황

전분을 제약산업에 사용하기 위해서는 제약 수준에 맞는 생산설비와 위생설비 등이 필요하여, 기존 업체에서 설비투자에 대한 부담이 있어 확대하기에 어려움이 있다. 화장품 원료로 사용하기 위해서는 전분 자체보다는 변성을 통한 물성 부여가 필요하며 가장 많이 사용되는 히드록시프로필 인산이전분은 제조 자체가 어려울 뿐 아니라 여러 환경규제 (화평법, 화관법)로 실제 제품으로 양산되기에 어려움이 있다.

## 세부 2. 전분의 생산 가공과 신기술 개발

대한민국은 연간 약 200만 톤의 옥수수를 가공하여 140만 톤의 전분을 생산하고 있다. 이중 65% 가량은 전분당으로 제조되며, 나머지는 분말상의 전분으로 제조된다. 대량 생산에서 수율 0.5~1%는 매우 유의미한 숫자로 전분의 수율을 올리기 위한 여러 노력을 기울이고 있다. 옥수수에서 전분을 높은 수율로 추출하기 위하여, 침지공정의 개선이나 옥피 탈수 시 효소 처리를 통한 탈수 효율 증가 및 전분 회수율 증가 등을 지속적으로 추구하고 있다. 전분 회수율의 증가에서 가장 중요한 요인은 옥수수 원산지에 따른 전분의 packing 및 단백질의 함량과 분포 등이다. 옥수수 원산지별 품종별 최적의 침지조건 확립이 옥수수전분 제조공장으로서 가장 중요한 요소로 보인다.

이와 더불어 전분을 제조하고 난 후의 박 처리 등에 대한 고민이 필요할 것으로 보인다. 옥수수의 경우 전분 가공과정 중 발생하는 부산물을 모두 발효용, 사료용으로 사용 가능하다. 하지만 고구마전분의 경우, 발생하는 박을 고부가가치화 하는 upcycling 기술개발이 필요할 것으로 보인다. 고구마박의 높은 식이섬유 함량을 고려한다면 불용성 식이섬유원으로 개발하는 것도 방법일 것이다.

### 세부 3. 전분의 국산화와 용도개발에 대한 경제성 분석

중간발표를 통해 우리나라에서 식량안보를 위해 생산 가능한 품목으로 고구마전분이라는 결론을 얻었고 이에 맞춰 자료 준비가 되어 적절하다고 보인다. 다만 식량안보 차원을 떠나면 우리나라에서 원료전분을 생산하는 것 자체가 경제적으로는 적절하지 않은 것 또한 사실이다. 국산 고구마전분이 가격 경쟁력을 갖는다는 것은 사실상 불가능하므로 식량안보 차원에서 농민들과 고구마생산업체에 적절한 보상을 통하여 사업을 지속할 수 있도록 해야 할 것이다. 고구마전분은 대부분 중국에서 수입되고 원산지나 품종에 따라 전분의 품질이 달라진다. 고구마전분이 가장 많이 사용되는 당면이나 냉면 등에 가장 적합한 전분이 추출될 수 있는 품종의 개발도 고려해 볼 만할 것이다.

### 세부 4. 우리나라 고구마 전분산업의 현황과 지원 육성방안

고구마전분의 경쟁력을 위한 방안으로 제시된 사항들이 적합하다고 본다. 무엇보다 식이섬유 함량이 낮고 전분의 함량이 높은 품종의 개발과 저장방법의 개발이 필요할 것이다. 유럽은 감자전분을 거의 일 년 내내 생산하는데 반하여 고구마전분의 경우는 가동일수가 한 달 남짓으로 생산일수가 턱없이 부족한 것이 사실이다. 수확철 한꺼번에 생산된 원료의 저장을 통해 가동일수를 증가시키고, 그 외는 다른 전분 제조로 전환할 수 있도록 하는 것이 경제성 확보를 위해서 무엇보다 중요하다고 보인다. 유럽의 감자전분 회사들이 농민들이 협동조합 형태로 설립한 것과 마찬가지로 협동사업화를 통하여 농민들의 권익보호와 계획 생산, 적절한 정부지원을 추진하는 것이 바람직할 것으로 보인다.



## 도서출판 식안연 주요 출판 도서

### ▶ 단행본

도서명	연도	저자
식량전쟁 (Food War 2030)	2012년	이철호 (영문판, 2013)
식품산업, 한식 세계화에 날개 달다	2012년	한국식량안보연구재단 편
한반도 통일과 식량안보 (Korea Unification and Food Security)	2012년	이철호, 문헌팔, 김세권, 김용택, 박태균, 권익부 (영문판, 2015)
선진국의 조건 식량자급	2014년	이철호, 문헌팔, 김용택, 이숙종, 이꽃임
韓·中·日 식량정책 비교	2017년	고재모, 김태곤, 이철호
콩 스토리텔링 (국영문 합본)	2017년	한국콩박물관건립추진위원회 편
세계 곡물시장과 한국의 식량안보	2018년	성명환, 오정규, 김민수, 임호상, 이철호
건강100세 장수식품 이야기 (Korean Food Systems)	2019년	박상철, 이미숙, 이철호, 김경철, 신동화, 박현진, 권대영, 채수완 (영문판, CRC Press, 2023)
요셉의 지혜, 한반도 식량비축 계획	2019년	이철호, 위남량, 최지현, 임정빈, 안병일
비만과의 전쟁	2019년	이철호
식품산업과 식량안보	2019년	박현진, 김덕호, 권오란, 김현옥, 박태균, 이철호
한국식량안보연구재단 처음10년을 돌아보며	2020년	이철호
국가비상시 식량안보계획	2021년	이철호, 최지현, 박성진, 이남택, 송성완, 박태균
한국의 발효식품 - 역사, 문화 그리고 가공기술	2021년	신동화 편저
식품위생안전법규와 제도	2021년	전은숙
한국식품사연구 (Korean Food and Foodways)	2021년	이철호 (영문판, Springer, 2022)
대체육 생산 현황과 전망	2022년	한국식량안보연구재단 편
한국식품산업의 세계 비전	2022년	한국식량안보연구재단 편
식량과 정책	2022년	한국식량안보연구재단 편
한국근현대식품사 (Food in the Making of Modern Korea)	2023년	이철호 (영문판, Springer, 2024)
21세기 새 역사의 창조를 위하여	2023년	이철호
八十人生(팔십인생)	2024년	이철호

▶ 식량안보 시리즈

도서명	연도	저자
1. 나트륨, 건강 그리고 맛	2014년	이숙종, 이철호
2. 건강지킴이 보리의 재발견	2015년	김영수, 최재성, 석호문, 신동화
3. GMO 바로알기	2015년	박수철, 김해영, 이철호
4. 쌀의 혁명	2015년	이철호, 이숙종, 김미령
5. 식량낭비 줄이기	2016년	채희정, 이숙종, 이철호
6. 목소리와 견해: 왜 생명공학인가?	2016년	Navarro, M.J. (Ed.), 2015, 원저 / 크롭라이프코리아 번역
7. 식량생산 제고를 위한 新육종기술	2017년	한지학, 정 민
8. 21세기 구원투수 고구마	2017년	곽상수, 박성철, 이준설
9. 4차 산업혁명과 식량산업	2018년	한국식량안보연구재단 편
10. 'Yes to GMOs' 생명공학기술의 진실	2018년	Borut Bohanec & Miššo Alkalaj
11. 알기쉬운 방사능·방사선 & 식품안전	2020년	권중호
12. 식품과학자가 바라본 우리음식과 식품산업	2023년	신동화