

(옆면)

(앞면)

318098-02

반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질표준화 연구

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

보안 과제(O), 일반 과제() / 공개(), 비공개(O), 발간등록번호(O)
농축산물안전유통소비기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003549-01

반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구

2021.06.01.

주관연구기관 / 농협경제지주(주)식품연구원

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구”(개발
기간 : 2018.12.03 ~ 2020.12.02)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021년 06월 01일

주관연구기관명 : 농협경제지주(주) 식품연구원 (대표자) 이 방 현
참 여 기 관 명 : 농협식품(주) (대표자) 조 완 규
주관연구책임자 : 석 문 식
연 구 원 : 배 민 정
연 구 원 : 김 형 배
연 구 원 : 이 소 영
연 구 원 : 차 새 미
연 구 원 : 유 지 민
연 구 원 : 김 예 지



보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------|--|
| 과제고유번호 | 318098-02 | 해당단계 연구기간 | 2018.12.03.~ 2020.12.02 | 단계구분 | 총단계 |
| 연구사업명 | 단위사업 | 농식품기술개발사업 | | | |
| | 사업명 | 농축산물안전유통소비기술개발사업 | | | |
| 연구과제명 | 대과제명 | (해당 없음) | | | |
| | 세부과제명 | 반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구 | | | |
| 연구책임자 | 석문식 | 해당단계 참여 연구원 수 | 총: 7명 내부: 7명 외부: 0명 | 해당단계 연구개발비 | 정부: 200,000천원 민간: 200,000천원 계: 400,000천원 |
| | | 총연구기간 참여 연구원 수 | 총: 7명 내부: 7명 외부: 0명 | 총연구개발비 | 정부: 200,000천원 민간: 200,000천원 계: 400,000천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 농협경제지주(주)식품연구원 | | | 참여기업명 : 농협식품(주) | |
| 국제공동연구 | 상대국명 : 해당없음 | | | 상대국 연구기관명 : 해당없음 | |
| 위탁연구 | 연구기관명 : 해당없음 | | | 연구책임자 : 해당없음 | |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

| | |
|-------------------------|---|
| 연구개발성과의 보안등급 및 사유 | 보안등급 : 비공개 사유 : 연구개발성과에 대하여 지식재산권 취득/영업비밀 보호 등 |
|-------------------------|---|

9대 성과 등록·기탁번호

| 구분 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설 ·장비 | 기술요약 정보 | 소프트 웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|-------------|----|----|-----------|-------------|------------|-----------|-----|----------|----------|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | | | | | | | | | | | |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설· 장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | NTIS 등록번호 |
|------|--------------|-------------|----|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

요약

- 반습식 쌀가루 생산시설의 제조조건 최적화
- 용도별 쌀가루 품질 표준화 연구
- 용도별 쌀가루 품질 규격 설정
- 용도별 쌀가루 떡, 면, 프리믹스 가공적성 평가
- 영도별 쌀가루 활용 가공제품 개발 및 산업화

보고서 면수

213

국문 요약문

| | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-------|----|----|
| 연구의 목적 및 내용 | ○ 연구목적 - 반습식 쌀가루 생산 공정의 최적화를 통해 쌀가루 제분 조건을 확립하고 제분 조건에 따른 쌀가루의 품질 특성을 연구한다. - 쌀가루 품질 표준화 연구를 통해 분석 방법을 확립하며, 쌀 가공제품에 적용시켜 용도별 최적의 쌀가루 품질 규격을 선정한다. - 용도별 쌀가루에 대해 산업체 현장 이용 가능성을 평가하여 시제품 제작 및 산업화를 실시한다. | | | | |
| 연구개발성과 | 1. 사업화 (3건) - 주류용 쌀가루 품질 규격 확립 후 업체(주롯데주류)를 대상으로 쌀가루 사업화 실시 - 떡용 쌀가루 품질 규격 확립 후 업체(주유엔아이윈)를 대상으로 쌀가루 사업화 실시 - 프리믹스용(호두과자) 쌀가루 규격 확립 후 업체(주모드니)를 대상으로 쌀가루 사업화 실시 2. 특허 (등록 1건) - 특허명 : 전분손상도가 감소된 반습식 쌀가루 및 이를 이용한 유당용 글루텐 프리믹스 조성물 3. 기술이전 (자체실시 2건) - 반습식 쌀가루 제분공정 표준화 ☞ 쌀가루 규격별 제분 조건 확립, 제분 조건에 따른 쌀가루의 품질 연구 - 용도별 쌀가루 품질규격 설정 ☞ 가공제품의 품질 적성에 적합한 쌀가루 규격(입도, 전분손상도 등) 설정 | | | | |
| 연구개발성과의 활용계획 (기대효과) | - 반습식 쌀가루 제분공정 표준화를 통해 각 제분 조건별 쌀가루 품질에 대한 분석 데이터를 확보하였고, 쌀가루 품질 규격별(입도, 전분손상도 등) 제분 조건을 최적화하였다. 쌀 가공제품 품질에 적합한 쌀가루의 품질 규격을 설정하여 각 용도별 쌀가루 제조 기술을 확보하였다. - 쌀가루 분석 기술(전분손상도, 수분흡수량)을 확보하였다. - 상업적 측면에서의 파급효과는 쌀 가공제품 품질에 적합한 쌀가루 제조기술을 활용하여 업체에 쌀가루를 공급하며 사업화를 실시하고, 쌀 가공제품 품질 향상에 기여하고자 한다. | | | | |
| 국문핵심어 (5개 이내) | 쌀가루 | 반습식 | 제분 공정 | 품질 | 표준 |

목 차

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 | 6 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 | 11 |
| 제 3 장 연구수행 내용 및 결과 | 18 |
| 제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도 | 197 |
| 제 5 장 연구결과의 활용계획 등 | 199 |
| 제 6 장 연구개발 성과의 보안등급 | 200 |
| 제 7 장 국과과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 | 200 |
| 제 8 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 | 200 |
| 제 9 장 연구개발과제의 대표적 연구실적 | 201 |
| 제 10 장 참고문헌 | 202 |

<별첨 1>. 연구개발보고서 초록

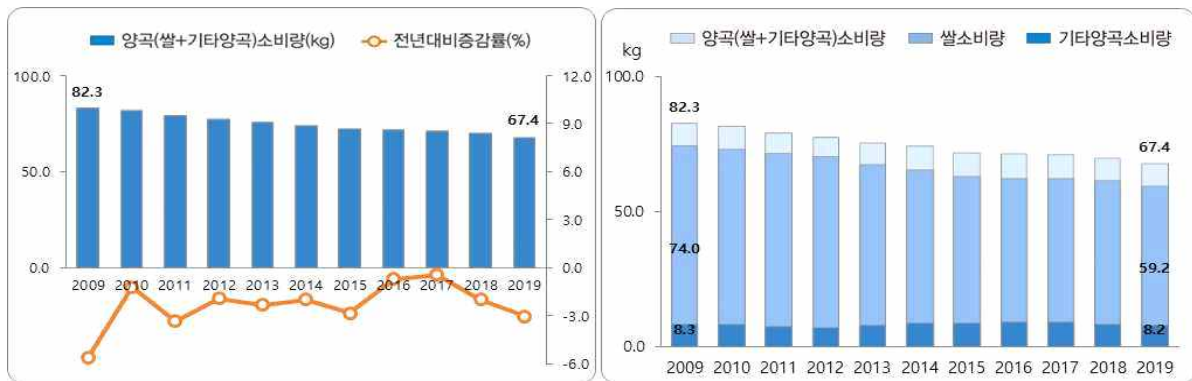
<별첨 2>. 자체평가의견서

<별첨 3>. 연구성과 활용계획서

제 1장. 연구개발과제의 개요

1. 쌀 과잉 문제

- 쌀 과잉문제는 사회적인 문제로 대두되고 있다. 최근 쌀 공급량은 '10년도 490만톤, '17년도 440만톤으로 집계되었으며, 10년간 연평균 44만톤의 쌀이 공급과잉 되는 실정이다.
- 쌀의 초과 공급량 평균치는 지속적으로 높게 형성되었으며 '18년에는 38.9만톤으로 집계되었다.
- 연간 밥쌀용 쌀 소비량은 매년 감소 추세로 '10년 72.8kg에서 '17년에는 61.8kg, '19년에는 59.2kg으로 조사되었다.
- 연간 1인 70.9kg의 소비량은 1일 195g의 해당하는 양으로 밥 한 공기 양(80~100g)을 기준으로 하루 두 끼 정도에 해당한다.
- 가공용 쌀 소비량의 증가세는 '10년 이후 둔화 추세이었으나 '16년부터 쌀 생산과잉과 그에 따른 가공소비확대 정책에 따라 전년대비 14.5%('16), 8.5%('17) 증가추세이다.
- 가공용 쌀 소비 산업은 '16년 이후 주류, 도시락, 식사류의 소비량 증가폭이 가장 크다.



<그림1-1>. 년도별 양곡 소비량 (통계청)

<표1-1>. 1인당 연간 쌀 소비 현황 (단위 : kg)

| 1인 소비량 | 2010년 | 2012년 | 2015년 | 2017년 | 2019년 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 밥쌀용 쌀 | 72.8 | 69.8 | 62.9 | 61.8 | 59.2 |
| 기타양곡 (보리, 밀가루, 잡곡, 두류, 서류) | 8.5 | 7.3 | 8.8 | 9.1 | 8.2 |
| 계 | 81.3 | 77.1 | 71.7 | 70.9 | 67.4 |

<표1-2> 업종별 가공용도의 쌀 소비량(통계청)

(단위 : 톤, %)

| 산업별 | 2013년 | 2015년 | 2016년 | 2017년 | 2019년 |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 떡류 | 208,656 (38.7) | 170,980 (29.7) | 169,618 (25.7) | 168,865 (23.9) | 176,500(23.7) |
| 주정 제조업 | 55,572 (10.6) | 155,754 (27.1) | 222,356 (33.7) | 215,803 (30.5) | 191,407(25.7) |
| 도시락, 식사용 조리식품 | 100,685 (19.1) | 96,411 (16.8) | 100,247 (15.2) | 114,341 (16.2) | 145,187(19.5) |
| 탁주 및 약주 제조업 | 47,182 (9.0) | 46,403 (8.1) | 51,592 (7.8) | 56,872 (8.0) | 49,547(6.7) |
| 소계 | 407,095 (77.0) | 469,548 (82.0) | 543,813 (82.4) | 555,881 (78.6) | 562,642(75.6) |
| 기타 곡물가공품 제조업 | 46,575 (8.9) | 41,610 (7.2) | 46,823 (7.1) | 42,839 (6.1) | 56,007(7.5) |
| 전분제품 및 당류 제조업 | 14,935 (2.8) | 12,956 (2.3) | 12,294 (1.9) | 12,243 (1.7) | 13,230(1.8) |
| 면류, 마카로니, 유사식품 제조 | 11,709 (2.2) | 11,115 (1.9) | 9,938 (1.5) | 13,896 (2.0) | 20,126(2.6) |
| 장류 제조업 | 11,225 (2.1) | 10,858 (1.9) | 10,530 (1.6) | 10,892 (1.5) | 9,062(1.2) |
| 코코아 제품 및 과자류 제조업 | 8,346 (1.6) | 7,194 (1.3) | 9,033 (1.4) | 9,042 (1.3) | 9,280(1.2) |
| 기타 | 26,255 (5.0) | 22,179 (3.9) | 26,438 (4.1) | 644,793 (8.8) | 73,708(10.1) |
| 합계 | 526,140 (100.0) | 575,400 (100.0) | 658,889 (100.0) | 707,703 (100.0) | 744,055(100) |

2. 쌀가루 사용 현황

- 국내 쌀가루 유통현황 : 제조업 부문 쌀 소비량은 57만톤으로 쌀 가공업체의 53%가 쌀가루를 직접 제조·사용하기 때문에 쌀가루 자체 시장형성이 미흡하다. 연간 쌀 소비량 390만톤으로 약 15%가 가공용으로 소비된다. 밀가루는 연간 193만톤, 1인당 연간 33.7kg이 소비되고 있다.
- '16년도 기준 쌀가루 제조업체수는 59개소로 매출액은 약 700억원으로 추정된다.
- 연간 매출액 10억원 이상의 16개 쌀 가공업체가 전체 쌀 사용량 58,874톤의 77%인 45,091톤을 소비하였다.
- 전체 시장에서 쌀가루에 대한 수요가 아직 많지 않아 전체 59개 쌀가루 공장의 평균 가동률은 48% 수준으로 추정된다.

<표1-3> 매출액 기준 업체별 쌀 사용현황

(단위 : 개소, 톤)

| 구 분 | 업체 수 | 쌀 사용량 (비중) |
|--------------------|-----------|---------------------|
| 매출액 1억원 미만 | 23 | 1,134(1.9) |
| 1억원 이상~ 5억원 미만 | 13 | 8,481(14.4) |
| 5억원 이상~ 10억원 미만 | 7 | 4,168(7.1) |
| 10억원 이상~ 50억원 미만 | 12 | 34,327(58.3) |
| 50억원 이상 | 4 | 10,764(18.3) |
| 소계(10억원 이상) | 16 | 45,091(76.6) |
| 합계 | 59 | 58,874(100.0) |

※ 건식 및 알파미분 업체 : 54개사, 습식미분 업체 : 5개사

3. 쌀 생산 및 소비량

○ 쌀 생산 및 소비량 감소세 둔화, 쌀 재배면적은 감소하나 단수 증가로 생산 감소세 둔화

- 쌀 재배면적 : '01년, 108만 ha → '10년, 89만 ha → '16년, 78만 ha
- 쌀 생산량 : '01년, 551만kg → '10년, 430만kg → '16년, 420만kg
- 전체적인 쌀 소비량은 감소하나 가공용도의 쌀 사용량 증가로 그 감소폭이 둔화
 - 1인당 연간 가공용 쌀 소비량 : '09년) 5.4kg → '14년) 8.9kg

○ 가공용 쌀 사용량의 일시적 감소

- 가공식품 원료용 쌀(주정용 소비량 제외)은 '11년 ~ '14년 꾸준히 증가하다 '15년에 감소하였으나(42만톤, 전년의 91.9% 수준) 향후 정부의 쌀 가공산업 육성에 따라 증가 전망

4. 쌀 가공식품 적용 방안

○ 유통 및 판매 현황

- 쌀 가공식품 소매채널 판매규모('15년) : 7,595억원
- 판매액에서 탁주, 즉석밥, 떡류가 차지하는 비중이 전체의 84.6%
- 최근 3년간 매출액 규모 커진 품목은 즉석밥임 - 현미유, 쌀라면 등은 매출액 급감

○ **쌀가루 품질에 따른 가공제품 적용 모색**

- 쌀가루의 품질(입도, 전분손상도 등)에 의해 가공식품의 품질이 달라지므로 가공제품 용도별 쌀가루 규격을 선정하는 연구가 필요함
- 예를들어 쌀 전분의 아밀로오스 함량에 따라 수화, 호화가 잘 일어나고 수용액상에서의 안정도가 낮아 노화가 빠르며 면, 케이크 반죽시 반죽 특성이나 젤라틴화에도 영향을 끼침
- 또한 쌀 제분 공정 중 제분 방법에 따라 전분 손상도(%)가 달라지며, 전분 손상도의 함량은 쌀 전분의 고유한 점성과 차질기 등의 물성에 영향을 끼침. 떡 제조 시 전분 손상도 함량이 높은 쌀가루를 사용하면 쉽게 부서지며 떡 고유의 식감 유지가 어려움

<표1-4>. 쌀가루 아밀로스 함량에 따른 적용 분야

| 구 분 | 아밀로스 함량 (%) | 용 도 |
|------|-------------|---------------------------------|
| 경질미분 | 25% 이상 | 케이크(형상유지가 필요한 것), 면(국물에 넣어 제공) |
| 중질미분 | 15% ~ 25% | 빵, 케이크(스폰지,롤케익), 면(면과 국물 별도 제공) |
| 연질미분 | 15% 미만 | 케이크(쉬폰케익 등 식감이 연한 제품) |

<표1-5>. 쌀가루 제조 방법에 따른 용도 비교

| 구 분 | 내 용 |
|-----|---------------------------------------|
| 건식 | 전분손상도 높아 떡류 제조에 부적합하나 주류 등에 적합 |
| 습식 | 전분손상도가 낮아 떡류 제조 및 대부분의 쌀 가공 제품 제조에 적합 |

5. 반습식 쌀가루 제분 공정 최적화를 통한 기존 건식/반습식/습식과의 차별화 진행

- 기존 건식, 반습식, 습식 공정은 장·단점을 가지고 있으므로 각각의 단점을 보완한 쌀가루 제조기술이 필요함
- 기존 반습식 공정과 차별화된 공정을 개발하여 품질 향상 및 떡, 면 등 용도확대
 - 기존 반습식 공정은 원료쌀을 분쇄하여 가수 후 재분쇄를 진행함으로써 습식 대비 쌀의 전분손상도가 높고 입자 사이즈가 커서 떡용, 면용, 프리믹스 용등으로 활용도가 떨어짐 (건식 제품 대체용도로 사용 중)

- 본 연구에서 진행하고자 하는 반습식 공정 차별화 방안은 원료 쌀에 가수 후 제분을 통하여 원료의 손상없이 분쇄를 진행하여 습식 조건과 유사한 전분손상도, 입도를 구현하고, 분쇄공정 1단계(기존 반습식 2단계)로 진행 및 가수 시간을 단축하여 건식 외에도 습식 제품의 대체로도 사용이 가능토록 함
- 일본에서도 쌀가루 제조방법에 대한 연구가 추진되어 있으나, 본 연구에서 수행하고자 하는 반습식 제분공정과는 (세척, 가수 공정) 차이가 있음
 - (일본연구내용) 원료미 표면에 미세한 균열을 다수 생기게 한 뒤 가수하여 기류분쇄
 - (일본연구내용) 침지, 함수율 조절을 행한 원료 쌀을 정립기로 세립화하고 기류 분쇄기로 미분쇄 한 뒤 기류 건조기로 건조하는 방법
- 기존 반습식 공정 : 원료쌀 → 조분쇄 → 가수(1~2시간) → 분쇄
- 개선 반습식 공정 : 원료쌀 → 가수(1시간 내) → 분쇄

<표1-6>. 쌀가루 제조 공정별 장·단점과 용도

| 구 분 | 장 점 | 단 점 | 용도 |
|-------------|--|---|---------------------|
| 건식 | 1. 가공비용 적음 2. 폐수 발생 없음 3. 가공 시간 짧음 | 1. 전분 손상이 높음 2. 입자 사이즈가 큼 3. 용도 활용성 낮음 | 주류용 등 |
| 반습식 | 1. 가공비용 적음 2. 폐수 일부 발생 | 1. 입자 사이즈가 큼 2. 용도 활용성 낮음 | 제빵·제과용 등 |
| 반습식 (개선) | 1. 가공비용 적음 2. 폐수 발생 없음 1. 입자 사이즈가 조절 가능 - 건식, 습식 사이즈 가능 2. 전분 손상도 조절 가능 - 건식, 습식 사이즈 가능 3. 용도 활용성 높음 | 1. 신규공정으로 체계화 필요함 | 떡용, 제면, 제빵·제과용 등 |
| 습식 | 1. 가공비용 많음 | 1. 전분손상이 적음 2. 폐수 발생 많음 3. 가공 시간 오래 걸림 4. 용도가 많음 | 떡용, 제면, 제빵 등 |

제 2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

1) 쌀가루 제조방법에 따라 ‘생미분’과 ‘알파미분’으로 구분

가) 생미분 : 자연상태의 전분 특성을 유지시킨 쌀가루로 수침여부에 의해 건식, 반습식, 습식으로 구분

나) 건식제분은 알곡 그대로 각종 분쇄기를 이용하여 분쇄하는 방식을 뜻하며, 전분 손상도가 높아 떡류 제조에는 부적합하나 주류에는 적합한 특성 보유

다) 습식제분은 2~3시간 동안 침지하여 쌀 중심부까지 수분포화(약 40%)시킨 후 습식 분쇄하여 생산하는 방식을 뜻하며 전분손상도가 낮아 떡류 및 대부분의 쌀 가공제품 제조에 적합

라) 알파미분 : 물과 열을 가하여 전분의 결정구조가 풀려 호화된(익은) 쌀가루로 호화방식에 의해 팽화, 퍼핑, 볶음으로 구분

<표2-1>. 쌀가루 활용 제품화 공정 특징

| 제조방법 | 방식 | 공정 특징 |
|------|-----|----------------------|
| 생미분 | 건식 | 알곡 그대로 분쇄 |
| | 반습식 | 세미(洗米) → 분쇄 |
| | 습식 | 세미(洗米) → 침지 → 분쇄 |
| 알파미분 | 팽화 | 조분쇄 → 팽화 → 건조 → 분쇄 |
| | 퍼핑 | 수분 흡수 → 퍼핑 → 분쇄 |
| | 볶음 | 침지 → 스팀 처리 → 볶음 → 분쇄 |

나. 쌀가루 제조 방식별 주요 품질 지표 차이

- 1) 전분손상도 : 건식이 습식보다 높음, 쌀알 강도 차이에 의해 분쇄 시 전분손상도 증가
- 2) 수분 : 건식은 수분함량 12% 이하, 습식은 15% 전후
- 3) 총 균수 : 건식이 습식에 비하여 총 균수가 월등하게 높음(원료 쌀의 총 균수는 씻는 과정에서 약 80% 이상 제거)
- 4) 쌀가루는 밀가루 대비 가공적성이 낮음 (밀가루의 글루텐은 가공적성 향상)
 - 쌀가루는 글루텐을 함유하지 않아 빵 제조 시 점탄성이 떨어짐

다. 연구개발 지원 현황


- 1) 쌀 가공식품산업에 대한 정부의 R&D 지원 규모는 매년 증가 추세
- 2) 2014년 쌀 가공산업 육성 및 쌀 이용촉진에 관한 5개년 기본 계획을 통해 지원 규모 확대 공표 ※ 투자계획 : '13년) 100억원 → '18년) 200억원

<표2-2>. 쌀 가공식품 R&D 투자 핵심기술 과제

| 구 분 | 핵심과제 | 세부실천계획 (~ '18년 누계) | 지원주체 | 지원예산 ('14 ~ '18년) |
|-------------------|--|--------------------------|------------------|-----------------------|
| 품종 개발보급 | · 생산원가 절감 다수성 품종 · 쌀가루 전용 품종 개발 · 용도 다양화 품종 개발 | 10종 | 농진청 농업기술실용화재단 | 180억원 |
| 쌀가공 제품 개발 | · 밀가루대체 가공제품 · 즉석 쌀 가공제품개발 · 고령화웰빙제품개발 등 | 시제품특허 30종 | 농림부 농진청 | 470억원 |
| 고부가 신소재 개발 | · 성인병 예방 등 소재 개발 · 신 기능성 물질 소재 개발 | 13종 | 농진청 | 85억원 |
| 연구성과 산업화 지원 | · 우수기술 정보제공 · 기술이전 사업화 지원 등 | - | 농업기술실용화재단 | 85억원 |

- ❖ (개발결과물 사례) 친환경 쌀가루 접착제 개발 : 국립산림과학원이 '17년 4월 친환경 쌀가루 접착제 개발, 유해물질이 없어 주거환경의 건강성과 안전성 개선하고 소량의 첨가제를 사용해 수분에 강하고 접착력이 뛰어난, 유해물질이 없어 주거 환경의 건강성과 안전성 개선 가능함

<표2-3>. 친환경 쌀가루 접착제

| 친환경 쌀가루 접착제 | 내 용 |
|---|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. 접착력은 KS기준 이상 <ul style="list-style-type: none"> - 검사대상 : 합판과 파티클보드 2. 일반 접착제의 '폼알데히드' 화학물질 성분을 최소화함 <ul style="list-style-type: none"> - 폼알데히드 : 새집 증후군을 일으키는 원인물질 |

2. 지식재산권(특허) 현황

1) 빵·과자용 쌀가루 조성물, 쌀가루 빵·과자 및 그 제조방법 ('05)

- 특수한 장치나 처리를 필요로 하지 않고, 종래의 제분 방법에 의해 얻어지는 쌀가루를 종래의 빵, 과자 제조 공정과 동일한 공정으로 제조할 수 있는 동시에 외관, 내부 상태, 맛 및 장기 보존성이 우수한 빵, 과자를 제조할 수 있는 쌀가루 조성물, 이 조성물을 사용하여 제조된 반죽 및 식품 그리고 이 식품의 제조 방법을 제공

2) 손상 전분 함량을 저하시킨 건식 쌀가루 제분 방법 ('11)

- 쌀을 별도로 분무가수하고 고압처리하여 원심력 분쇄를 수행하여 쌀가루 분말 제품의 방법으로 제공하는 것으로 건조과정 없이 건식 제분되기 때문에 제분의 간편성, 쌀가루 전분 손상의 최소화, 제빵시 구운 빵의 비용적 증가 효과 등을 얻을 수 있을 뿐 아니라 종래의 습식 제분시 문제되는 폐수발생을 방지하는 뛰어난 효과가 있음

3) 쌀가루 제조방법 및 그 방법에 의해 얻어지는 쌀가루 ('14)

- 쌀의 경도를 현저하게 저하시키는 처리를 행함으로써 제분용의 동력이 필요 없으며, 또한 쌀을 기류 분쇄기로만 분쇄했을 경우에도 미세하고 양질의 쌀가루를 제공함, 원료미의 표면에 미세한 균열을 다수 생기게 하는 전처리공정과 표면에 미세한 균열을 생기게 한 쌀알의 수분을 증가시키는 가수공정과 가수한 후의 쌀알을 기류 분쇄기에서 분쇄하는 분쇄공정을 포함, 즉 쌀알 표면에 미세한 균열을 형성한 후에 가수를 행하면 배아부를 통해서 서서히 흡수하는 것보다도 전분 복립의 팽윤 진행이 현저하게 빨라짐, 이 급속한 팽윤에 의해 세포벽 조직의 변형량이 증가하고 세포벽 조직이 파괴되기 쉬워져 쌀의 경도가 현저히 저하됨, 부쇄시에 있어서는 쌀의 경도가 현저한 저하에 의해 세포벽 조직이 간단히 파괴되어 전분 단립까지 세세하게 파쇄됨

4) 쌀가루 제조방법과 그 용도 ('11)

- 원료 쌀이 현미와 정백미 중의 어느 것이어도 동일한 공정을 이용하여 쌀가루로 가공할 수가 있고, 또한 저렴하게 대량 생산이 가능한 쌀가루의 제조 방법을 제공함, 이렇게 제조한 쌀가루와 그 빵 제조 및 국수 제조의 용도를 제공함, 원료 쌀을 물에 침지한 후 압편하고, 이어서 트레할로오스 또는 말티톨을 침투시키고 부분 건조하여 분쇄하는 것을 특징으로 하는 쌀가루의 제조 방법을 제공함

5) 가공성이 향상된 쌀가루의 제조방법 ('13)

- 가공적성을 향상시킨 쌀가루의 제조방법에 관한 것
- 1공정으로 세척된 쌀을 8~10시간 침지하고 2공정으로 침지 공정 후 물기를 제거하여 5~6시간 통풍이 잘 되는 응달에서 건조시키고 3공정으로 7~10분간 180~250도의 스팀을 가하여 쌀을 익힘, 4공정으로 쌀의 수분함량이 5~15%가 되도록 2차건조하고 마지막으로 분쇄하는 공정

3. 지식재산권(논문) 현황

1) 쌀 종류에 따른 쌀가루 특성 및 이를 이용한 글루텐 프리 베이커리 제품 개발 ('16)

- 쌀의 소비를 촉진시키고 글루텐프리 쌀 베이커리 제품개발을 위하여 제과 적성에 맞는 쌀가루로 제조하여 다양한 쌀가루의 특성을 파악하여 쌀로 만든 베이커리 제품 품질특성에 영향을 미치는 요인을 확인하고자 함

2) 품종 및 전처리 조건을 달리한 쌀가루의 가공적성 연구 ('16)

- 소비자 기호도에 부합하는 쌀 가공 제품을 개발하는데 있어서 용도별로 적합한 쌀가루의 특성을 파악하여 가공제품에 접목하고자 함, 각 용도별 밀가루를 대조구로 하여 쌀 품종과 전처리 방법을 달리한 쌀가루를 제조하여 제면, 제빵, 제과, 제빙의 용도별 특성을 비교

3) 제분법에 따른 국내시판 쌀가루의 특성과 쌀가루 스펀지 케이크의 품질특성 ('15)

- 시중에서 판매되고 있는 7종의 쌀가루를 수집하여 분석하고 스펀지 케이크를 제조한 후 제품특성을 분석 진행, 건식과 습식으로 제조된 쌀가루 시료들을 이용하여 수분, 단백질, 지방, 회분 함량 등 일반성분의 분석과 함께, 제품 제조시 적합도를 분석하기 위한 수분, 지방결합력, 손상전분도, amylose함량, 수분용해도, 팽윤력, 입도, 점착도 등을 분석하여 건식과 습식 쌀가루의 품질을 상대비교

4) 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향 ('93)

- 제분방법별로 제조한 쌀가루의 특성과 쌀 수제비 제조 후 식미에 미치는 영향을 조사, 지방, 회분, 단백질은 제분 방법에 따라 큰 차이를 보이지 않지만, 제분 방법별 쌀가루의 아밀로오스 함량, 전분손상도의 차이가 있음

5) 건식, 습식 및 반습식 쌀가루에 의한 쌀빵의 특성 비교 ('06)

- 제분방법을 달리하여 제조한 건식, 습식, 반습식 쌀가루 이용 쌀빵의 품질 특성 비교 결과 습식제분 쌀가루는 반죽 시간과 안정성이 증가함을 보여주었으며, 건식제분과 반습식 제분 쌀가루로 제조한 쌀빵에 비해 빵의 체적이 증가함을 보여주며, 저장 중 경도의 변화에서도 습식 제분 쌀가루로 제조한 빵이 가장 낮은 증가폭을 보여주었음

4. 쌀가루 시장 현황 (국내·국외)

가. 국내 쌀가루 사용 현황

- (1) '16년도 정부양곡 가공용 쌀 중 쌀가루는 58,874톤이며, 이 중 생미분은 60%(35,329톤), 알파미분은 40%(23,036톤) 점유
- (2) 수입산 85%(50,450톤), 국내산 15%(8,424톤)
- (3) 쌀가루 가공용도별 사용량 비중은 탁주(39%), 엿류(12%), 제과·제빵(9%), 떡(5%)

<표2-4>. 품목별 쌀가루 사용현황

(단위 : 톤, %)

| 생미분 | | | | 알파미분 | | | | 기타 | 총계 |
|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|------------|-----------------|
| 건식 | 습식 | 그리츠 | 소계 | 팽화 | 볶음 | 퍼핑 | 소계 | | |
| 22,850 (39) | 12,175 (20) | 304 (1) | 35,329 (60) | 19,113 (32) | 1,633 (3) | 2,290 (4) | 23,036 (39) | 509 (1) | 58,874 (100) |

<표2-5>. 가공용도별 쌀가루 사용현황

(단위 : 톤, %)

| 구분 | 탁주 | 엿류 | 제과·제빵 | 떡 | 면 | 장류 | 다류·선식 | 기타 | 합계 |
|-----------------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
| 습식 미분 | 221 | 0 | 3,083 | 2,911 | 4,469 | 73 | - | 1,418 | 12,175 (21) |
| 건식 /알파 미분 | 22,741 | 7,065 | 2,216 | 33 | 1,307 | 5,925 | 2,354 | 5,058 | 46,699 (79) |
| 계 | 22,962 (39) | 7,065 (12) | 5,299 (9) | 2,944 (5) | 5,776 (10) | 5,998 (10) | 2,354 (4) | 6,476 (11) | 58,874 (100) |

나. 국내 쌀가루 산업 현황

- 쌀가루 제조업체 : 총 59개 업체, 매출액 700억원('16년 기준)
- 총 16개의 업체(매출액 年 10억↑)가 총 쌀가루(58,874톤)의 77%(45,091톤) 사용
- 수요가 적어 전체 59개 공장 평균 가동률은 48% 수준('17.8월 기준)
- 쌀가루 가공업체는 건식, 습식 등의 생쌀가루 업체와 압출팽화, 빵튀기, 볶음 등을 생산하는 알파쌀가루 생산업체로 분류

< 표2-6>. 쌀가루 제품군별 가공공정 및 용도

| 구 분 | 생 쌀가루 | | 알파 쌀가루 | | | 기 타 |
|-------|------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
| | 건식 | 습식 | 퍼핑 | 압출팽화 | 볶음 | |
| 제품설명 | 쌀을 용도에 맞게 분쇄한 제품 | 쌀을 물에 불려 분쇄한 제품 | 온도와 압력을 가해 팽창시켜 분쇄한 제품 | 압출기를 통과시켜 익은 쌀을 분쇄한 제품 | 쌀에 열을 가해 볶은 후 분쇄한 제품 | 쌀가루를 용도에 맞게 믹싱한 제품 |
| 용 도 | 제과, 제빵 | 떡류, 면류, 제과, 제빵 | 이유식, 미숫가루 | 양조류, 장류 | 차류 | 프리믹스 |
| 가공공정 | 투입→분쇄→포장 | 투입→세척→불림(2~3시간)→탈수→기류분쇄→열풍건조→포장 | 투입→빵튀기(Puffing)→분쇄→포장 | 투입→가수→압출(Extruder)→분쇄→포장 | 투입→볶음→분쇄→포장 | 분쇄제품→믹싱→포장 |
| 업 체 수 | 15 | 13 | 4 | 16 | 8 | 6 |

※ 수요가 적어 전체 55개 공장 평균가동률은 48% 수준('17.8월 기준)

다. 국외 쌀가루 기술 현황

1) 기술현황

- 일본 니가타현 농업종합연구소 식품연구센터 및 니가타 제분 등의 쌀 제분 전문 업체들 주축으로 쌀의 가공 및 상품화 기술 개발 : 당초 쌀을 밀가루처럼 곱게 분쇄하기 힘들어 상품화가 어려웠으나 '2단계 제분기술' 을 개발하여 밀가루급 입자 크기(30~40 μ m)로 제분이 가능해짐
- 일본은 제빵·제면 등에 쌀가루 이용을 정책적으로 지원
 - 가) 대형 편의점 : 쌀가루 빵 출시
 - 나) 제과·라면 생산 대기업 : 쌀가루 스낵, 케이크, 인스턴트 라면 생산
 - 다) 유명 패밀리레스토랑 : 쌀가루 빵 판매
 - 라) 학교급식 : 5일 중 3일을 밥으로 공급하는 사업 진행, 日 전국 8,000개 학교가 쌀빵 급식 제공 (1인당 23엔지원)
- 일본은 노화 억제 등 새로운 용도의 쌀가루 제품과 쌀 품종 개발
- 쌀을 원료로 한 바이오에탄올 개발 : 일본 니카타현에서는 총 14억엔(정부보조 50%)를 투입해 '09년 쌀 원료의 바이오에탄올 생산설비 완공
- 기타 : 쌀 플라스틱을 만들어 비닐봉투, 그릇, 접시의 원료로 사용, 지역 내에서 쌀로 만든 쓰레기봉투 사용

2) 시장현황

- 일본에서는 쌀 소비가 감소하자 R10 프로젝트 (Rice Flour 10% Protect)를 진행하여 밀가루 소비량의 10%를 쌀가루로 대체하는 쌀 소비 촉진 캠페인 추진
 - 가) 일본 1인당 쌀 소비량 : 118.2kg(1962년) → 54.6kg(2015년)
 - 나) R10프로젝트는 1980년대 니가타현에서 시작하여, 2008년 전국으로 확산
 - 다) 니기타현은 유명 쌀 품종 ‘고시히카리’를 가루로 만들어 밀가루처럼 사용
 - 라) 니기타현 쌀가루 생산량이 ‘08) 300톤 → ‘11) 16,300톤으로 크게 늘고 지자체 최우수 사업으로 선정되고, 전국 지자체로 사업이 퍼짐
- 일본은 ‘20년까지 쌀가루용 쌀 생산 목표를 50만톤으로 정함 (2010년 3월 일본 각료회의)
 - 가) 쌀가루용 쌀 50만톤은 밀가루 소비량 491만톤의 10%에 해당함
 - 나) 건강식, 환자식 등 새로운 용도의 쌀가루 제품으로 수요 창출 계획

○ 지식재산권현황

- ‘Rice Flour(Power)’로 해외 특허로 등록된 현황을 살펴본 결과 Rice Powder and confectionerfy(쌀가루와 제과 : 좋은 품질의 제과를 제조하기 위한 쌀가루 제조 방법), Rice Flour Compositions(쌀가루 구성 요소들 : 제과에 들어가는 쌀가루의 수분 흡착력, 점도, 등을 밀가루와 비교), Rice Flour For Bread or Cake (빵, 케이크에 맞는 쌀가루 : 빵과 케이크에 맞는 쌀가루 수분, 이화학 특성 등), Method For Producing Rice Powder And Rice Powder Obtained Thereby(쌀가루의 제조 방법 및 그 방법에 의해 얻어지는 쌀가루 : 쌀의 경도를 현저하게 저하시키는 처리를 행하고 쌀을 기류 분쇄기로 처리) 등이 있음

제 3장. 연구수행 내용 및 결과

1절. 반습식 쌀가루 제분공정의 제조조건 최적화

1. 타사 쌀 제분 공정과의 차별성

가. 쌀가루 반습식 제분 공정 라인 특성

- 반습식 공정이란 쌀에 가수 공정을 추가하여 쌀 제분 전 최종 수분 함량이 25, 27, 30%가 되도록 물을 투입시켜 제분하는 공정을 말한다. 반습식 쌀가루 제분 공정은 크게 10단계로 나누어진다<그림1-1>.
- 쌀은 석발기·색체선별기 공정을 통해 이물질을 제거한 뒤 위생성을 강화를 위해 스크류 방식의 세척기로 쌀을 세척하여 약 40~60℃의 열풍으로 건조한다. 건조 온도에 따라서 세척 쌀의 수분함량이 달라지기 때문에 단립수분계로 수분 함량을 측정해 가며 온도 조건을 조정한다.
- 타 쌀가루 제분 공장과 차별성을 둔 가수 공정은 세척·건조된 쌀의 수분함량을 기준으로 최종 쌀의 수분함량이 25, 27, 30%가 되도록 물을 투입해 제분하는 공정으로 가수로 인해 제분 과정에서의 전분 손상을 저감화 시키는 공법이다. 가수 공정 후 기류식 분쇄기(ACM : Air Classified Milling)의 분쇄·분급 조건을 달리하여 제분함으로써 원하는 입도의 쌀가루를 생산한다.
- 생산된 쌀가루의 유통 안전성을 위해 제분된 쌀가루를 열풍건조기(싸이클론A, 싸이클론B)를 통해 건조하고, 체선별을 통해 최종 포장단계로 이어진다.
- 본 연구에서는 쌀가루 공장 라인의 제분 조건인 가수조건, 분쇄조건, 건조조건을 달리하여 쌀가루 시료를 확보하고 이화학 분석을 통해 제분특성, 성분특성을 확인하고자 하였다.



<그림1-1>. 오리온농협(주) 쌀가루 공정 흐름도

- 쌀가루 제조방법은 침지 여부에 따라 습식, 건식, 반습식 공정으로 나누어져 있다. 건식 공정은 알곡 그대로를 분쇄하는 공정이고, 습식 공정은 쌀을 세척 한 뒤 2시간 정도 쌀을 침지 하여 분쇄하는 공정이다. 건식 공정은 시설 투자비가 습식 공정보다 낮지만 침지 과정 없이 쌀알곡 그대로 제분하기 때문에 쌀 가공 제품 품질에 영향을 주는 전분 손상도(%)가 높고, 세척 공정이 없어 위생상 취약점을 가지고 있다는 단점이 있다.
- 습식 공정은 쌀 알곡 그대로 제분하지 않고 세척한 쌀을 약 2시간동안 침지하여 쌀알 내부가 포화수분이 될 때까지 수분을 침투시킴으로써 경도가 극히 낮아진 쌀을 제분해 전분 손상도가 낮은 쌀가루를 생산 할 수 있다. 하지만 건식 라인에 비해 제분시설 투자비(침지라인, 배수라인 등)가 현저히 높고, 폐수처리 용량 증대로 별도의 폐수처리 시설과 비용이 소요되는 단점이 있다.
- 습식방식에서 물에 침지하는 공정을 반습식 제분 공정에서는 가수기 도입<그림1-2>으로 대체하였으며, 가수 전 쌀의 수분함량을 측정하여 최종 목표 수분함량에 도달하도록 계산된 물을 가수하여 가수기 안에서 쌀에 가수된 양의 수분을 흡수시키는 공정으로 별도의 침지와 배수공정이 필요하지 않다.
- 이러한 특성으로 건식제분 보다는 높지만 습식 제분의 투자비용보다 현저히 낮은 수준으로 시설 투자가 가능하다. 또한 가수 공정으로 쌀 알곡의 경도를 목표하는 정도로 낮추어 제분하기 때문에 습식제분 쌀가루와 비슷한 품질의 쌀가루에서부터 건식 제분의 품질까지 다양한 품질의 쌀가루 생산이 가능하다.



※ 제분 공정 중 타 쌀가루 생산 라인과 차별성을 둔 공정으로 쌀을 세척·건조 후 최종 수분 함량이 25 ~ 30%가 되도록 물을 가수하여 쌀의 경도를 감소시킴으로써 제분 시 *전분 손상도(%)가 낮은 쌀가루 생산이 가능하도록 제작 된 공정

<그림1-2>. 타 쌀가루 생산 라인과 차별성을 둔 공정

나. 타사 쌀가루의 이화학적 품질

- 반습식 공정 제분 쌀가루의 품질특성을 비교하기 위해 타사 쌀가루를 수집하여 품질 특성을 분석하였으며 그 결과는 <표 1-1> ~ <표 1-3>와 같다
- 타사 습식 쌀가루의 입도는 A사가 300Mesh, B사가 400Mesh로 두 업체 모두 300Mesh이상이었다. 건식 쌀가루의 입도 분포는 170~270Mesh 사이였으나 절반인 5개사가 200Mesh의 제품을 생산하여 주류를 이루고 있었다. 습식 쌀가루가 건식에 비해 미세한 입자의 쌀가루 제품을 생산하고 있었다.
- 타사 습식 쌀가루의 전분손상도(%)는 각각 2.2%, 2.9%로서 5.7~12.3%의 전분손상도(%)를 나타내는 건식제품 보다 현저히 낮은 전분손상도(%)를 나타내었다.
- 색도에 있어서는 습식 쌀가루가 건식에 비해 명도의 L값이 높고, 황색도를 나타내는 b값이 낮아 입도가 미세할수록 L값이 높고, b 값이 낮아지는 전형적인 특성을 보여주고 있었다.
- 제분 방법별, 쌀가루의 호화점도 측정결과 최고점도는 4100cP이상, 최저점도는 1700cP이상, 최종점도는 3190cP이상으로 비슷한 경향으로 분석되었다. 쌀 제분 공장에서 사용하는 쌀은 아밀로오스 함량이 18~22%인 정부미를 사용하기 때문에 품종이 다른 쌀가루에 비하여 점도 값의 큰 차이는 나타나지 않았다. (습식제분이 건식에 비해 유의수준 범위내에서 최고점도 및 Breakdown과 Set back 값이 높은 경향을 보였다.)
- 타사제품의 품질특성 결과를 바탕으로 반습식 쌀가루 제조 라인을 이용한 연구를 수행함에 있어 건식, 습식 공정으로 이원화 하지 않고 품질 규격을 달리한 다양한 쌀가루를 생산하여 가공 제품 용도별 규격 설정 실험을 진행하고자 한다.

<표 1-1>. 습식 제분 쌀가루의 품질특성 결과

| 쌀가루 업체 | 제분 형태 | 입도 (Mesh) | 손상전분 (%) | 색도 | | |
|-----------------|-------|-----------|----------|-------|-------|------|
| | | | | L* | a* | b* |
| 100% 우리쌀가루 (A사) | 습식 | 300 | 2.2 | 96.74 | -0.29 | 4.77 |
| 박력 쌀가루 (B사) | 습식 | 400 | 2.9 | 97.51 | -0.27 | 3.46 |

<표 1-2>. 건식 제분 쌀가루의 품질특성 결과

| 쌀가루 업체 | 제분 형태 | 입도 (Mesh) | 손상전분 (%) | 색도 | | |
|------------------|-------|-----------|----------|-------|-------|------|
| | | | | L* | a* | b* |
| 제이푸드 쌀가루 (C사) | 건식 | 200 | 11.3 | 95.82 | -0.22 | 6.07 |
| 초록들 쌀가루 (D사) | 건식 | 200 | 8.4 | 94.39 | -0.21 | 6.68 |
| 해늘이 쌀가루 (E사) | 건식 | 270 | 8.4 | 94.23 | -0.08 | 6.76 |
| 청아띠 쌀가루 (F사) | 건식 | 170 | 7.5 | 92.01 | -0.37 | 8.54 |
| 화미 쌀가루 (G사) | 건식 | 170 | 5.7 | 93.98 | -0.22 | 6.89 |
| 유기농 쌀가루 (H사) | 건식 | 200 | 7.5 | 95.52 | -0.28 | 5.49 |
| 하늘가애 쌀가루 (I사) | 건식 | 270 | 12.3 | 96.07 | -0.24 | 4.60 |
| DMZ 유기농 쌀가루 (J사) | 건식 | 250 | 9.2 | 94.19 | -0.27 | 6.66 |
| 온뜨락 쌀가루 (K사) | 건식 | 200 | 6.9 | 95.62 | -0.37 | 5.11 |
| 뚜레반 쌀가루 (L사) | 건식 | 200 | 6.9 | 95.25 | -0.21 | 6.20 |

<표 1-3>. 제분 방식별 쌀가루의 호화특성 결과

| 제분 방식 | 쌀가루 업체 | Pasting Temperature (℃) | Peak time (min) | Peak (cP) | Trough (cP) | Final (cP) | Breakdown (cP) | Setback (cP) |
|-------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------|-------------|------------|----------------|--------------|
| 습식 | 100% 우리쌀가루 (A사) | 69.3 | 7.1 | 5441 | 2233 | 4156 | 3208 | 1923 |
| | 박력 쌀가루 (B사) | 69.3 | 6.9 | 5838 | 2430 | 4304 | 3408 | 1874 |
| 건식 | 초록들 쌀가루 (D사) | 69.2 | 6.4 | 5298 | 2473 | 4032 | 2825 | 1559 |
| | 해늘이 쌀가루 (E사) | 70.7 | 6.9 | 4358 | 2060 | 3820 | 2298 | 1760 |
| | 청아띠 쌀가루 (F사) | 72.2 | 6.5 | 4544 | 1839 | 3520 | 2705 | 1681 |
| | 화미 쌀가루 (G사) | 70.0 | 6.1 | 5365 | 1989 | 3787 | 3376 | 1798 |
| | 유기농 쌀가루 (H사) | 68.6 | 6.4 | 4621 | 1821 | 3190 | 2800 | 1369 |
| | 하늘가애 쌀가루 (I사) | 69.3 | 6.1 | 4990 | 1982 | 3877 | 3008 | 1895 |
| | DMZ 유기농 쌀가루 (J사) | 68.5 | 6.5 | 4100 | 1824 | 3007 | 2276 | 1183 |
| | 온뜨락 쌀가루 (K사) | 66.3 | 6.5 | 4228 | 1710 | 3427 | 2518 | 1717 |

2. 가수량 및 분쇄 조건에 따른 쌀가루 품질 변화

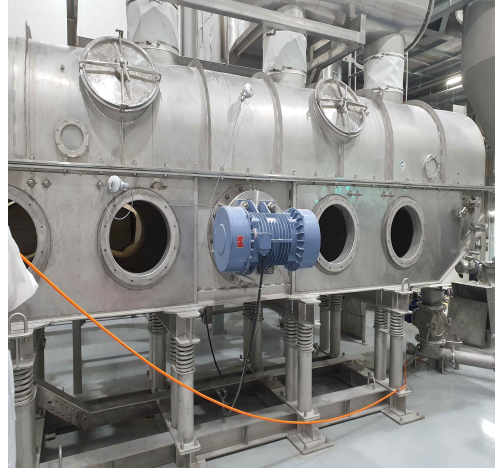
가. Plant Scale 쌀 제분 실험

1) 제분 실험 방법

- 쌀 제분 조건 중 가수량과 분쇄·분급에 따른 쌀가루의 품질 변화 평가를 위해 오리온농협(주) 반습식 쌀가루 제분 공장에서 생산 조건을 달리하여 일반미 제분 실험을 진행하였다.
- 쌀 목표수분 함량 30%의 고 가수의 생산 조건에서는 쌀 가수 후 이송 과정에서 적체 현상이 발생하는 문제점이 제기되어 공정 개선을 위해 시작품을 제작 및 설치하였다. 시작품 제작 전·후 제분 실험을 추진하였으며 실험을 통해 분쇄·분급 및 가수량에 따른 쌀가루 시료 확보 및 흐름성 개선 여부를 확인하였다.
- 원료곡의 위생성 강화를 위한 석발기→색체선별기→세척기 공정은 동일하게 진행하였다. 본 연구 목표인 쌀 가수량(%) 및 제분 조건에 따른 쌀가루 품질 변화를 측정하기 위해 가수 공정(첨가되는 수분량)과 제분공정(ACM분쇄·분급) 조건을 달리하며 제분 실험을 진행하였다.
- 시작품 제작 전 쌀가루 제분 조건은 목표 입도 20Mesh ~ 350Mesh 사이 총 8조건, 가수량은 무가수인 건식제분과 쌀의 최종수분함량이 25, 27, 30% 인 4가지조건을 설정·제분하여 쌀가루 시료 총 29개를 확보하였다. 시작품 제작 후 공정의 흐름성과 제분 품질을 확인하기 위하여 쌀가루 제분 조건을 입도 80 ~ 350Mesh 사이 총 7조건, 가수량 25, 30% 2조건으로 설정하여 쌀가루 시료 총 14가지를 확보하여 실험하였다.
- 쌀가루 시료 이화학 분석을 통해 쌀 생산 조건(분쇄·분급, 쌀 가수량)에 따른 품질 변화(수분, 입도, 전분손상도, 색도, 수분흡수율 등) 데이터를 확보하였다.



쌀 세척 공정



쌀 건조 공정

<그림1-3>. 쌀 제분 시 위생성 강화 공정

<표 1-4>. 시작품 제작 전 1차 제분 실험 조건

| 제분 조건 | | 분쇄/분급 | | | | | | | |
|-----------------|----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 예상 입도(Mesh) | | | | | | | |
| | | 20 | 80 | 120 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| 가수량(%) (건식) | 0 | 12/10 | 36/20 | 43/20 | 52/20 | 55/21 | 57/25 | 57/30 | 60/30 |
| 가수 목표 수분 (%) | 25 | - | 31/18 | 43/20 | 48/25 | 55/21 | 53/30 | 56/30 | 60/30 |
| (반습식) | 27 | - | 31/17 | 40/20 | 50/21 | 52/26 | 55/26 | 56/28 | 59/28 |
| | 30 | - | 31/17 | 39/19 | 50/21 | 51/24 | 55/26 | 56/26 | 58/28 |

<표 1-5>. 시작품 제작 후 2차 제분 실험 조건

| 제분 조건 | | 분쇄/분급 | | | | | | | |
|-----------------|----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 예상 입도(Mesh) | | | | | | | |
| | | 20 | 80 | 120 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| 가수 목표 수분 (%) | 25 | - | 32/17 | 44/20 | 52/22 | 54/22 | 54/22 | 59/30 | 60/31 |
| (반습식) | 30 | - | 31/17 | 43/19 | 51/21 | 53/21 | 54/23 | 58/29 | 59/30 |

2) 쌀의 공정 흐름성 개선 및 위생 강화를 위한 시작품 제작

- 쌀 목표수분 함량 30%의 고 가수의 쌀가루 제분 시 제분 전 호퍼로 쌀이 이송하는 과정 중 수분함량이 높은 쌀로 인해 적체 현상이 발생하는 문제점이 발생하였다. 특히 온·습도가 높은 여름철에 가수된 쌀의 잦은 적체현상 발생으로 공정흐름성이 나뻐오며, 위생안전성도 우려되었다.
- 쌀가루 제분 공정 중 가수된 쌀의 흐름성 개선 및 안전성 강화를 위한 시작품을 제작 및 설치하였으며, 해당 목록은 아래와 같다.

<표 1-6>. 시작품 설치 목록

| 내역 | | 용도 |
|----------------|---|--------------------------|
| HOPPER 개조 | 가수기 하단 HOPPER 개조 | 가수량 증가 따른 쌀 흐름성 개선 |
| AGITATOR 제작 설치 | 가수기 하단 HOPPER에 AGITATOR 설치 | 가수량 증가 따른 쌀 정체현상 제어 효과 |
| 집진기와 HOPPER 분리 | HOPPER(1.2ton → 700kg) AGITATOR 집진기 하부 CONE ROTARY VALVE 교체 Cone에 Breaker 제작 설치 | 가수량 증가 따른 저장조 가수쌀 흐름성 개선 |
| 건조기 | 하수배출용 DRAIN 하부 점검도어 | 건조기 위생안전성 향상 |



가수 후 쌀이 제분공정으로 이동하는 공정에서 적체되어 이송되지 않는 모습



가수 된 쌀을 수동으로 이송하기 위해 작업자가 밸브를 해제하는 모습

시작품 설치 전 쌀가루 제분 공정 현황



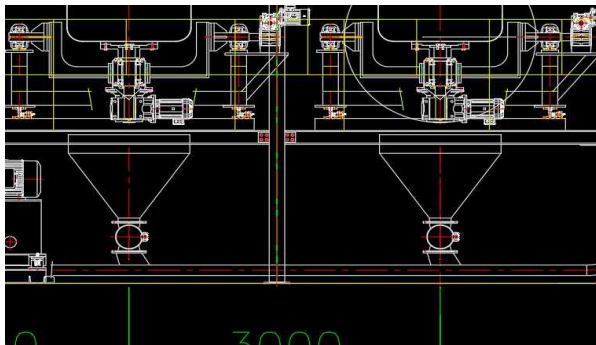
※ 변경 전 세척 쌀의 건조기 ↑



※ 변경 전 저장호퍼 ↑

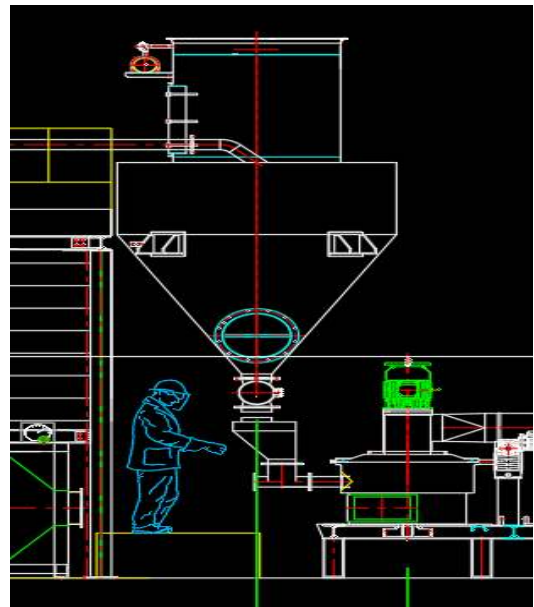


※ 변경 전 가수장치 하단 호퍼 ↑



※ 가수장치 하부호퍼 변경 전 ↑

※ 저장호퍼 변경 전 →



시작품 설치 후 쌀가루 제분 공정 현황



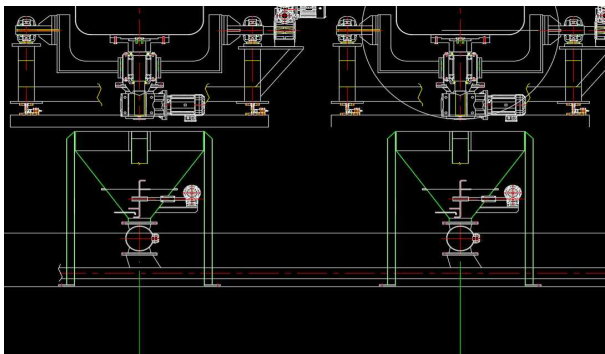
※ 변경 후 건조기 전경 ↑
(하단 배수로 설치)



※ 변경 후 가수장치 하단 호퍼 ↑

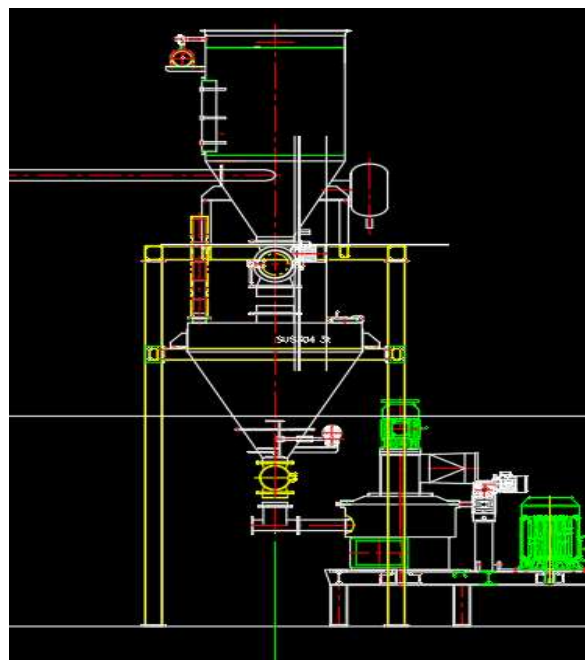


※ 변경 후 저장호퍼 ↑



※ 가수장치 하부호퍼 변경 후 ↑

※ 저장호퍼 변경 후 →



나. 제분 조건에 따른 쌀가루 품질 변화 평가

1) 가수 공정 중 원료곡 경도 분석

- 제분 전 쌀에 물을 가수하는 공정은 쌀의 경도를 낮춰 제분 시 쌀 전분의 손상을 감소시키는 역할을 한다. 가수 후 최종 쌀의 수분 함량이 25 ~ 30%가 될 수 있도록 계산된 물을 투입시켰으며, 이때 가수량(%) 및 가수 시간(min)에 따른 쌀 원료곡의 경도를 Texture analyzer로 분석하여 Minitab 통계프로그램으로 일원분산분석하였다.

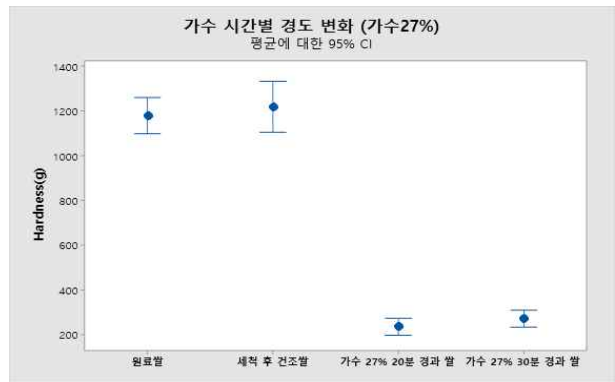
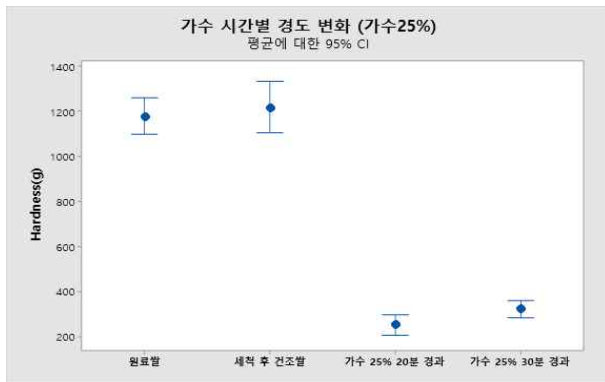
<표 1-7>. Texture analyzer 분석 조건

| Pre test speed (mm/sec) | Test speed (mm/sec) | Post test speed (mm/sec) | Strain (%) | probe |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|-------|
| 0.2 | 0.1 | 10 | 70 | Blade |

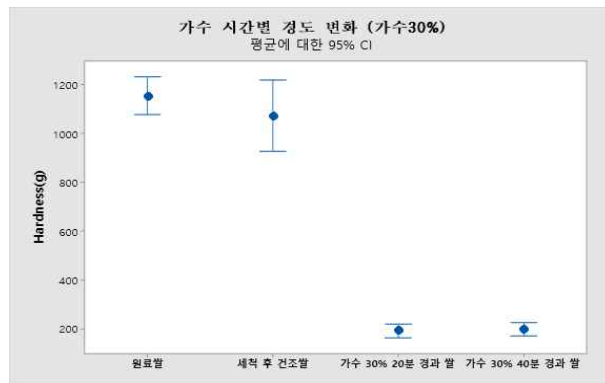
- 쌀 원료곡의 경도는 1179±204(g), 세척·건조 후 원료곡의 경도는 1218±306(g)로 유의적 차이가 없었다. 가수 후 최종 쌀의 수분 함량이 25, 27, 30%가 되도록 물을 첨가한 뒤 20분, 30분이 경과한 쌀은 원료곡 대비 약 80% 정도의 경도 감소를 확인할 수 있었다.
- 가수 후 20분, 30분이 경과한 쌀들 간의 경도에 있어서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 30분 정도의 가수 공정으로도 원료쌀 대비 현저히 경도가 낮아져 손상 정도가 낮은 쌀가루 생산 가능성을 확인하였다.
- 가수량에 따라서는 목표 수분 25%와 27% 사이에는 미세한 차이를 보였으나, 30% 조건에서는 더 낮은 경도를 나타내어 30%까지는 쌀에 가수량이 증가 할수록 경도가 감소하는 경향을 확인할 수 있었다.

<표 1-8>. 가수량 및 수침 시간 변화에 따른 쌀 경도 변화

| 시료명 | 쌀 목표 가수량 (%) | 수침 시간 (min) | 경도 (g) |
|----------|--------------|-------------|----------------|
| 원료쌀 | - | - | 1179.4 ± 203.9 |
| 세척 후 건조쌀 | - | - | 1218.6 ± 305.7 |
| 가수쌀 | 25 | 20 | 252.0 ± 182.9 |
| | | 30 | 322.0 ± 166.4 |
| | 27 | 20 | 235.3 ± 191.7 |
| | | 30 | 271.3 ± 190.8 |
| | 30 | 20 | 190.4 ± 135.8 |
| | | 30 | 197.4 ± 126.8 |



쌀 목표 수분 함량 25%의 경도 변화 그래프 쌀 목표 수분 함량 27%의 경도 변화 그래프



쌀 목표 수분 함량 30%의 경도 변화 그래프

<그림1-4>. 쌀 가수량(%) 및 시간(min) 별 경도 변화

2) 가수 및 분쇄 조건에 따른 이화학 분석 결과

가) 개요

- 쌀 제분 공정 중 가수량과 분쇄·분급 조건을 달리하여 생산한 쌀가루의 수분, 입도, 색도, 손상전분(효소법, 요오드법) 호화점도 등을 분석하여 쌀가루의 품질 변화를 평가하였다.
- 제분 공정 중 가수된 쌀의 공정 흐름성 개선을 위한 시작품을 제작·설치하였으며, 설치 이후 동일한 분쇄·분급 조건에 대해 쌀가루 제분 실험을 실시하여 공정 흐름성 개선 여부를 확인하였다.

나) 손상전분, 입도 분석

(1) 실험방법

- 효소분석법(AACC method 76-31.01, Damaged starch kit, MEGAZYME)과 요오드 분석법(SD matic, CHOPIN)을 이용하여 쌀가루의 전분손상도(%)를 분석하였다. 입도는 Bekman사의 입도계로 측정하여 μm 단위를 Mesh단위로 환산하였다.

(2) 실험결과

- 쌀 제분 공정 중 쌀 목표 수분함량 0% 건식 제분 공정은 쌀 목표수분함량 25 ~ 30% 반습식 제분 공정보다 쌀 전분의 손상도가 높다. 쌀의 제분 시 가수 공정을 거치지 않고 미세하게 분쇄된 쌀가루는 전분손상도가 높아 가공특성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 전분 입자들은 제분 과정 중 기계적 손상을 받게 되고 손상을 받은 전분들은 손상을 받지 않은 전분들과는 다른 특성을 가진다. 또한 손상전분이 전분의 구조, 수분함량, 분쇄압력, 발생열, 제분기의 형태 및 속도 등에 영향을 받아 가공제품 반죽의 특성과 같은 가공적성에 많은 영향을 준다고 알려져 있다.
- 쌀 제분 시 손상전분(%) 변화 변수를 입도와 가수량에 두었다. 1차 제분 실험 시 제분 전 쌀의 목표 수분함량을 0%, 25%, 27%, 30%로 하여 분쇄·분급 조건을 상기 <표1-4>와 같이 설정해 제분 실험을 통해 쌀가루 시료를 확보하였다. <<표1-4>. 시작품 제작 전 1차 제분 실험 조건 참조>

- 시작품 설치를 통한 공정 개선 전의 쌀가루에 대한 평가 결과, 동일한 가수량에서 분쇄·분급 조건이 높아질수록 입도는 작아지고 손상전분(%)의 함량은 높아지는 경향을 확인하였다.
- 건식제분은 습식제분보다 손상전분의 함량이 높고, 입도가 미세해질수록 손상전분의 함량이 높아진다는 일반적인 사실이 본 공정에서도 잘 드러나는 것을 확인하였으며 분쇄·분급 조건을 조절함에 따라 다양한 입도분포를 갖는 쌀가루를 생산할 수 있다는 것을 확인하였다.
- 시작품 설치 후 제분 전 쌀의 목표수분 함량이 25%, 30%이 되도록 가수 하고 동일한 분쇄·분급 조건으로 2차 제분 실험을 실시하였다. 1차 제분 실험 시 가수 후 쌀알의 최종 수분 함량이 목표 수분보다 다소 큰 차이로 낮아, 2차 제분 시는 첨가하는 물의 양을 <표1-9>와 같이 늘었으며, 가수 후 공정 흐름성이 개선된 것을 육안으로 확인하였고, 이들 시료 간에 차이를 보기 위해 쌀가루 품질 변화를 측정하였다.
- 1차와 2차 제분 시 제분단계 직전 쌀알의 수분함량이 다소 차이가 있어 직접적인 비교는 어려우나 공정개선 후 품질요소들 간에는 유의적 차이를 보이지 않았으며 유의범위 내 차이는 수분함량에 의한 차이로 생각되었다. 이로써 시작품 부착에 따라 쌀가루의 품질 차이 없이 공정의 흐름성을 개선 할 수 있었다.

<표 1-9>. 1차 제분 실험 시 가수 후 쌀의 수분함량

| 목표수분 (%) | 쌀양 (kg) | 추가된 물양 (kg) | 가수 후 쌀의 수분함량 (%) |
|----------|---------|-------------|------------------|
| 25 | 247 | 36 | 22.6 |
| 30 | 247 | 44 | 23.4 |

<표 1-10>. 2차 제분 실험 시 가수 후 쌀의 수분함량

| | | | |
|----|-----|----|------|
| 25 | 247 | 47 | 25.8 |
| 30 | 247 | 57 | 29.8 |

<표 1-11>. 가수조건 : 건식 / 분쇄·분급조건 별 손상전분

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|------------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 평균입자 (μm) | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 건식(0) | 41 | 20 | 236.3 | 5.7 | 85.4 |
| 건식(0) | 44 | 21 | 170.3 | 6.4 | 87.1 |
| 건식(0) | 52 | 21 | 90.4 | 8.0 | 91.1 |
| 건식(0) | 56 | 21 | 73.8 | 8.4 | 92.2 |
| 건식(0) | 58 | 25 | 54.5 | 10.0 | 94.1 |
| 건식(0) | 59 | 30 | 43.1 | 10.4 | 94.6 |
| 건식(0) | 60 | 31 | 43.2 | 10.2 | 94.5 |

<표 1-12>. 가수조건 : 쌀 목표수분함량 27% / 분쇄·분급조건 별 손상전분

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|------------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 평균입자 (μm) | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 가수 27 | 32 | 18 | 163.4 | 4.3 | 87.7 |
| 가수 27 | 44 | 20 | 98.2 | 4.4 | 89.9 |
| 가수 27 | 52 | 22 | 79.9 | 5.6 | 94.4 |
| 가수 27 | 54 | 22 | 86.2 | 6.6 | 92.2 |
| 가수 27 | 55 | 22 | 73.5 | 7.5 | 93.2 |
| 가수 27 | 59 | 30 | 46.0 | 9.6 | 94.3 |
| 가수 27 | 60 | 31 | 45.2 | 9.4 | 94.6 |

<표 1-13>. 가수조건 : 쌀 목표수분함량 25% / 분쇄·분급조건 별 손상전분-공정개선 전

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 평균입자 (μm) | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|-------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 가수 25 | 32 | 17 | 177.8 | 3.8 | 81.5 |
| 가수 25 | 44 | 20 | 143.3 | 5.7 | 89.2 |
| 가수 25 | 52 | 22 | 78.7 | 7.6 | 92.2 |
| 가수 25 | 54 | 22 | 85.0 | 7.7 | 93.2 |
| 가수 25 | 54 | 24 | 73.7 | 7.2 | 92.5 |
| 가수 25 | 59 | 30 | 51.9 | 8.0 | 93.9 |
| 가수 25 | 61 | 30 | 47.6 | 8.8 | 94.3 |

<표 1-14>. 가수조건 : 쌀 목표수분함량 25% / 분쇄·분급조건 별 손상전분-공정개선 후

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 평균입자 (μm) | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|-------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 가수 25 | 32 | 17 | 210.0 | 3.2 | 81.5 |
| 가수 25 | 44 | 20 | 123.4 | 4.5 | 88.4 |
| 가수 25 | 52 | 22 | 81.1 | 5.8 | 91.0 |
| 가수 25 | 54 | 22 | 78.7 | 6.5 | 91.6 |
| 가수 25 | 54 | 24 | 69.8 | 6.5 | 91.8 |
| 가수 25 | 59 | 30 | 40.8 | 7.0 | 93.8 |
| 가수 25 | 61 | 30 | 41.3 | 7.7 | 93.6 |

<표 1-15>. 가수조건 : 쌀 목표수분함량 30% / 분쇄·분급조건 별 손상전분-공정개선 전

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|------------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 평균입자 (μm) | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 가수 30 | 31 | 17 | 145.5 | 2.7 | 85.7 |
| 가수 30 | 43 | 19 | 100.9 | 2.9 | 87.6 |
| 가수 30 | 51 | 21 | 95.7 | 3.6 | 88.6 |
| 가수 30 | 53 | 21 | 70.4 | 2.9 | 89.8 |
| 가수 30 | 54 | 23 | 78.9 | 3.1 | 90.4 |
| 가수 30 | 58 | 29 | 55.4 | 4.6 | 91.2 |
| 가수 30 | 59 | 30 | 46.9 | 5.1 | 91.9 |

<표 1-16>. 가수조건 : 쌀 목표수분함량 30% / 분쇄·분급조건 별 손상전분-공정개선 후

| 가수조건 (%) | 분쇄조건 | | 입도분석 | 손상전분 | |
|----------|---------|---------|------------------------|---------|----------|
| | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 평균입자 (μm) | 효소법 (%) | 요오드법 (%) |
| 가수 30 | 31 | 17 | 113.9 | 2.2 | 84.9 |
| 가수 30 | 43 | 19 | 110.1 | 2.1 | 87.5 |
| 가수 30 | 51 | 21 | 74.7 | 2.4 | 88.2 |
| 가수 30 | 53 | 21 | 65.4 | 2.5 | 88.6 |
| 가수 30 | 54 | 23 | 59.7 | 2.8 | 90.1 |
| 가수 30 | 58 | 29 | 36.3 | 4.2 | 90.6 |
| 가수 30 | 59 | 30 | 37.9 | 4.8 | 91.9 |

<표 1-17>. 쌀 목표수분 25% 공정 설치 전·후 전분손상도(%) 분석 결과

| 요인 | N | 평균 | 95% CI | 분산분석 그룹화 |
|----------------------|---|-----|--------------|-------------|
| 가수 25% 80Mesh (설치 전) | 4 | 3.8 | (3.69, 3.81) | A |
| 가수 25% 80Mesh (설치 후) | 4 | 3.2 | (3.15, 3.27) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 120Mesh (설치 전) | 4 | 5.7 | (5.45, 5.91) | A |
| 가수 25% 120Mesh (설치 후) | 4 | 4.5 | (4.30, 4.76) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 180Mesh (설치 전) | 4 | 7.6 | (7.55, 7.63) | A |
| 가수 25% 180Mesh (설치 후) | 4 | 5.8 | (5.78, 5.86) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 200Mesh (설치 전) | 4 | 8.0 | (7.86, 8.05) | A |
| 가수 25% 200Mesh (설치 후) | 4 | 6.5 | (6.39, 6.58) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 250Mesh (설치 전) | 4 | 7.3 | (7.26, 7.37) | A |
| 가수 25% 250Mesh (설치 후) | 4 | 6.5 | (6.43, 6.54) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 300Mesh (설치 전) | 4 | 8.0 | (7.83, 8.17) | A |
| 가수 25% 300Mesh (설치 후) | 4 | 7.1 | (6.89, 7.28) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 25% 350Mesh (설치 전) | 4 | 8.8 | (8.74, 8.83) | A |
| 가수 25% 350Mesh (설치 후) | 4 | 7.7 | (7.62, 7.71) | B |

※ 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.

<표 1-18>. 쌀 목표수분 30% 공정 설치 전·후 전분손상도(%) 분석 결과

| 요인 | N | 평균 | 95% CI | 분산분석 그룹화 |
|----------------------|---|-----|--------------|-------------|
| 가수 30% 80Mesh (설치 전) | 4 | 2.7 | (2.65, 2.74) | A |
| 가수 30% 80Mesh (설치 후) | 4 | 2.2 | (2.14, 2.23) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 120Mesh (설치 전) | 4 | 2.8 | (2.83, 2.85) | A |
| 가수 30% 120Mesh (설치 후) | 4 | 2.1 | (2.10, 2.12) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 180Mesh (설치 전) | 4 | 3.6 | (3.55, 3.64) | A |
| 가수 30% 180Mesh (설치 후) | 4 | 2.4 | (2.31, 2.40) | B |

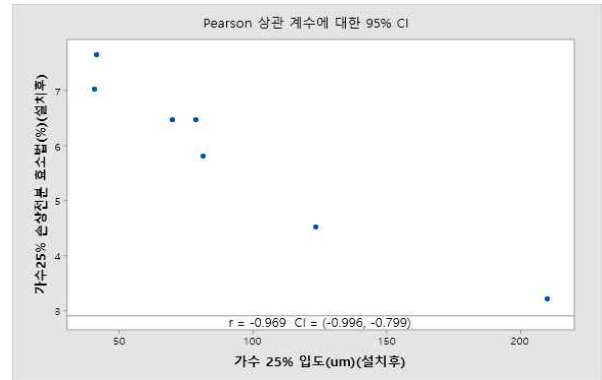
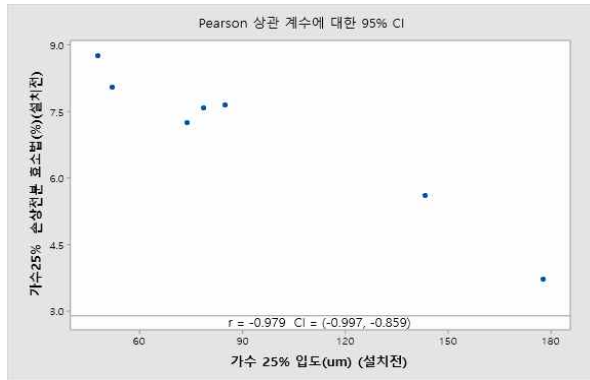
| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 200Mesh (설치 전) | 4 | 2.9 | (2.80, 2.93) | A |
| 가수 30% 200Mesh (설치 후) | 4 | 2.4 | (2.42, 2.56) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 250Mesh (설치 전) | 4 | 3.2 | (3.11, 3.23) | A |
| 가수 30% 250Mesh (설치 후) | 4 | 2.9 | (2.80, 2.92) | B |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 300Mesh (설치 전) | 4 | 4.6 | (4.52, 4.61) | A |
| 가수 30% 300Mesh (설치 후) | 4 | 4.3 | (4.22, 4.31) | B |

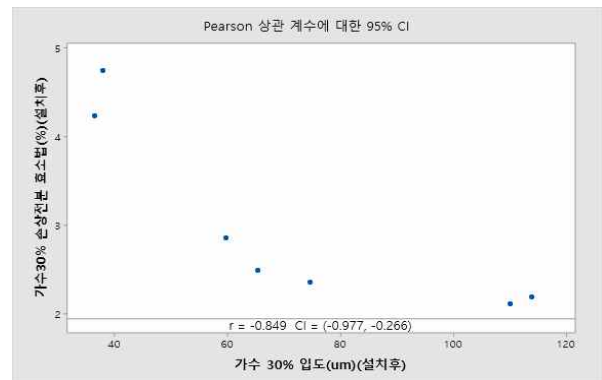
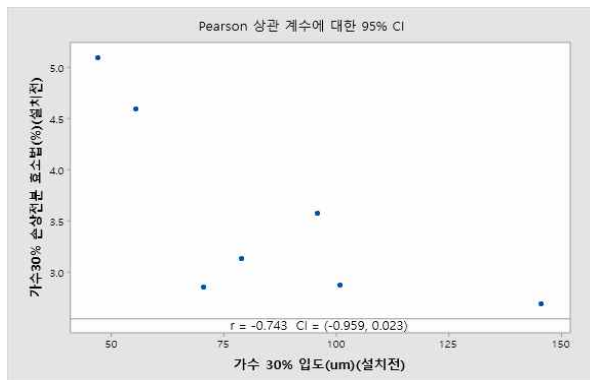
| | | | | |
|-----------------------|---|-----|--------------|---|
| 가수 30% 350Mesh (설치 전) | 4 | 5.1 | (5.06, 5.14) | A |
| 가수 30% 350Mesh (설치 후) | 4 | 4.8 | (4.74, 4.81) | B |

※ 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.



공정개선 전 가수 25% 제분 쌀가루의 입도,
손상전분 상관관계
(입도, 손상전분)간 상관관계 (상관계수 : -0.979)

공정개선 후 가수 25% 제분 쌀가루의 입도,
손상전분 상관관계
(입도, 손상전분)간 상관관계 (상관계수 : -0.969)

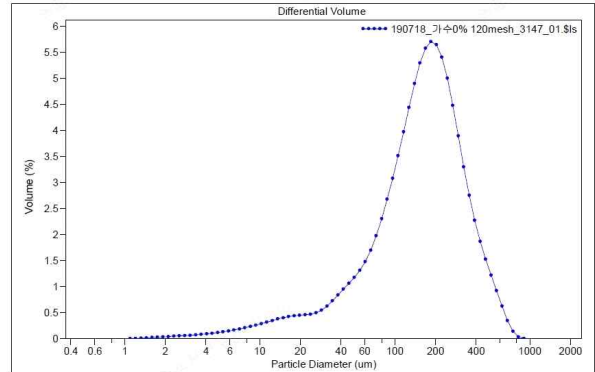
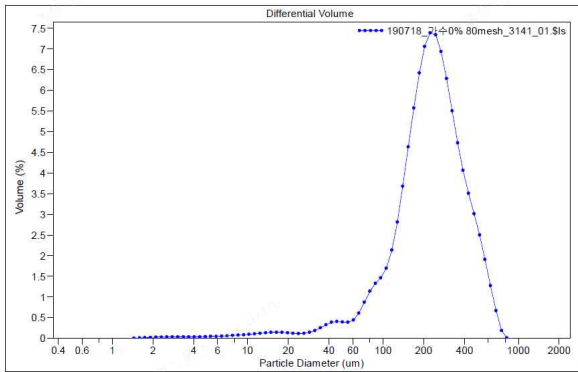


공정개선 전 가수 30% 제분 쌀가루의 입도,
손상전분 상관관계
(입도, 손상전분)간 상관관계 (상관계수 : -0.743)

공정개선 후 가수 30% 제분 쌀가루의 입도,
손상전분 상관관계
(입도, 손상전분)간 상관관계 (상관계수 : -0.849)

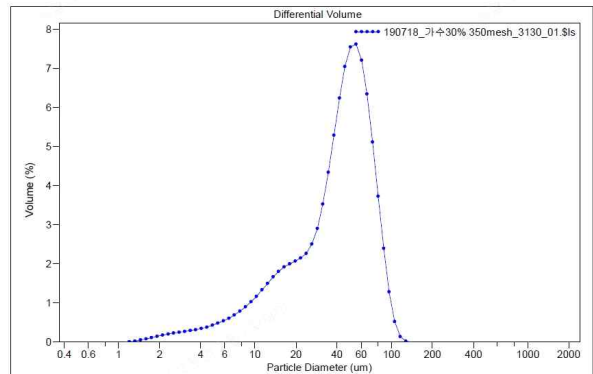
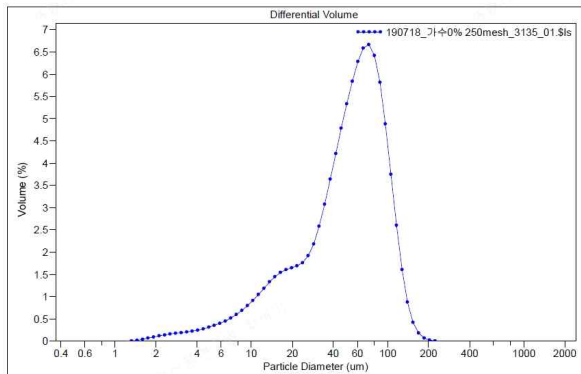
<그림1-5>. 공정 개선 전·후 쌀가루 입도(μm)와 손상전분 상관관계

- 레이저 입도 분석기(Multi-wavelength lazer particle size analyzer/LS 13320, Beckman Coulter, Inc., CA, USA)를 이용하여 쌀 제분 조건에 따른 쌀가루의 입자분포를 분석한 결과 제분 시 분쇄·분급 조건이 커질수록 입자 크기가 작은 쌀가루의 분포가 커지고 입자의 분포 폭이 좁아지는 특성이 나타났다. 입자 크기에 따른 쌀가루의 분포모양은 아래 그림<1-7>과 같다.
- 쌀 목표 가수량(%)이 증가할수록 분쇄·분급이 낮은 조건에서 제분했을 때 평균입도(Mean)값이 적은 미세한 쌀가루가 생산되었다. 가수 공정 중 쌀에 수분을 먹여 경도가 낮아지기 때문에 적은 힘으로도 입도가 미세한 쌀가루 생산이 가능하다.



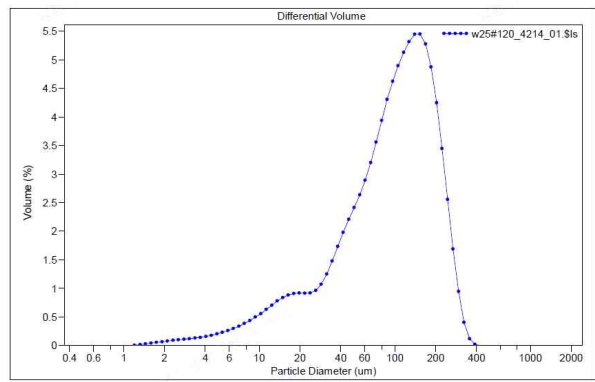
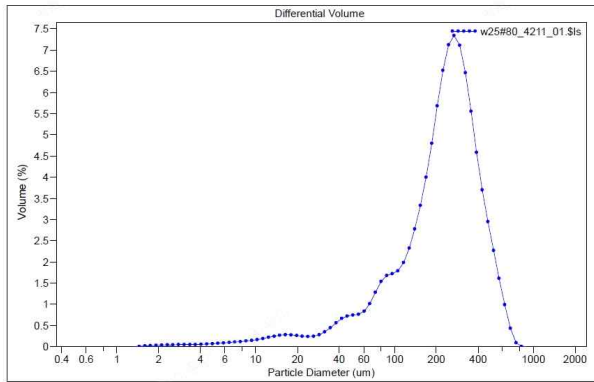
쌀 목표수분 0% 80Mesh

쌀 목표수분 0% 120Mesh



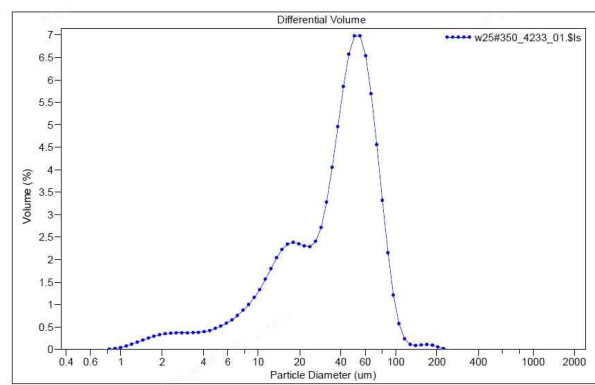
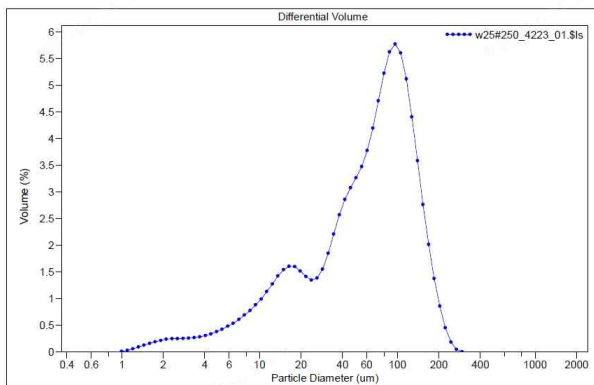
쌀 목표수분 0% 250Mesh

쌀 목표수분 0% 350Mesh



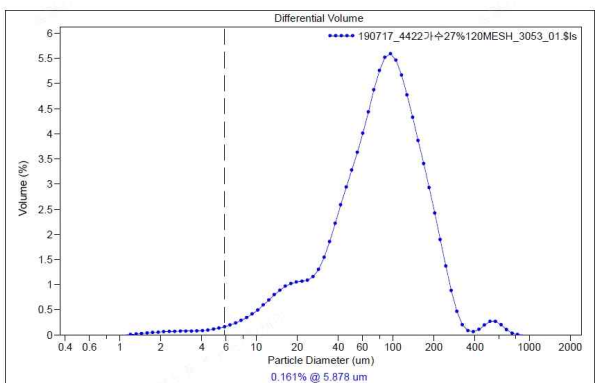
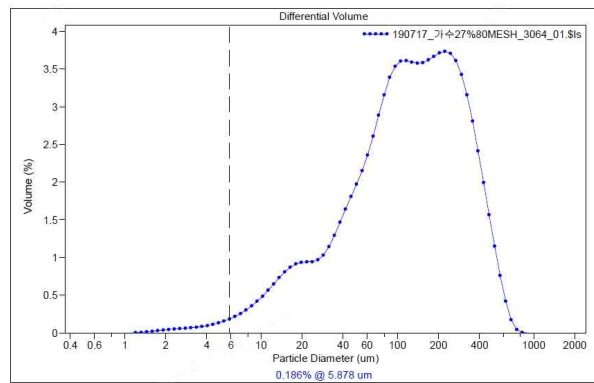
쌀 목표수분 25% 80Mesh

쌀 목표수분 25% 120Mesh



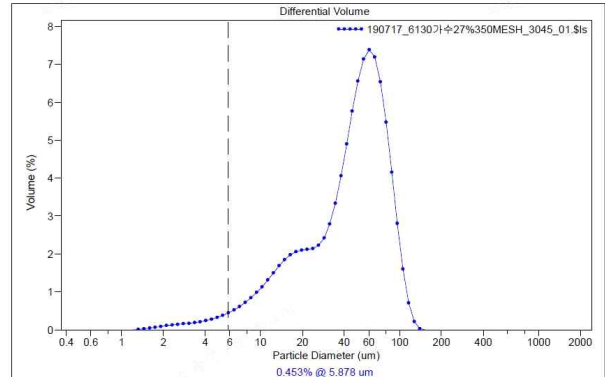
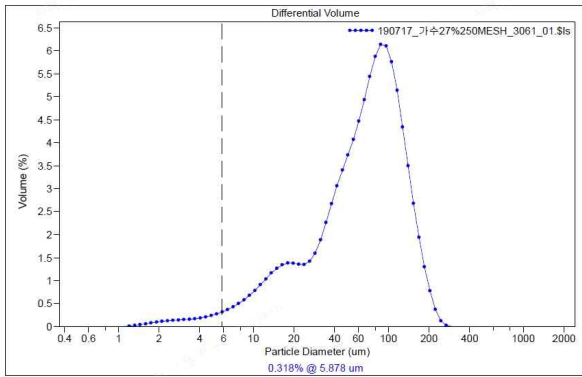
쌀 목표수분 25% 250Mesh

쌀 목표수분 25% 350Mesh



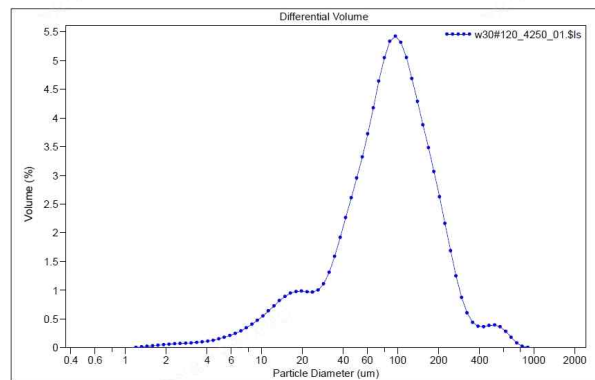
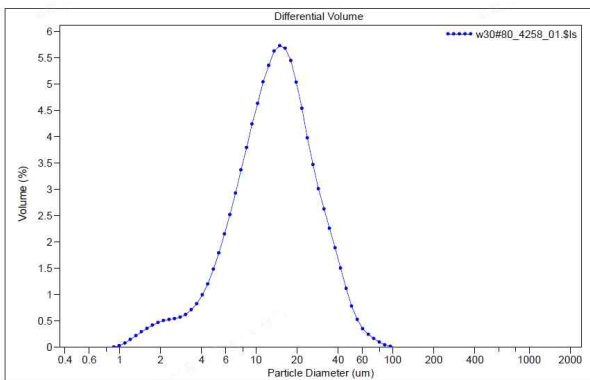
쌀 목표수분 27% 80Mesh

쌀 목표수분 27% 120Mesh



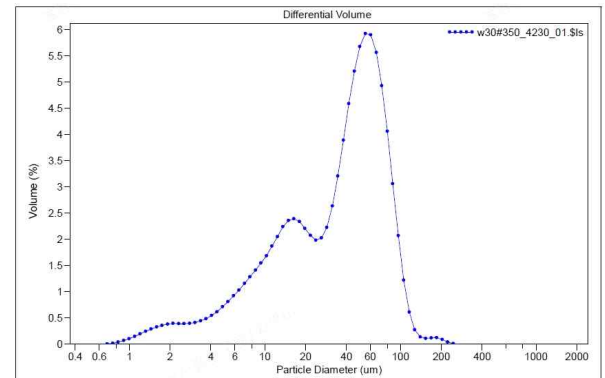
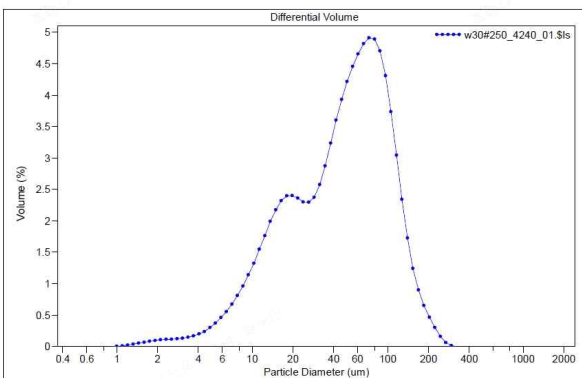
쌀 목표수분 27% 250Mesh

쌀 목표수분 27% 350Mesh



쌀 목표수분 30% 80Mesh

쌀 목표수분 30% 120Mesh



쌀 목표수분 30% 250Mesh

쌀 목표수분 30% 350Mesh

<그림1-7>. 공정 조건별 쌀가루 입도 분포도

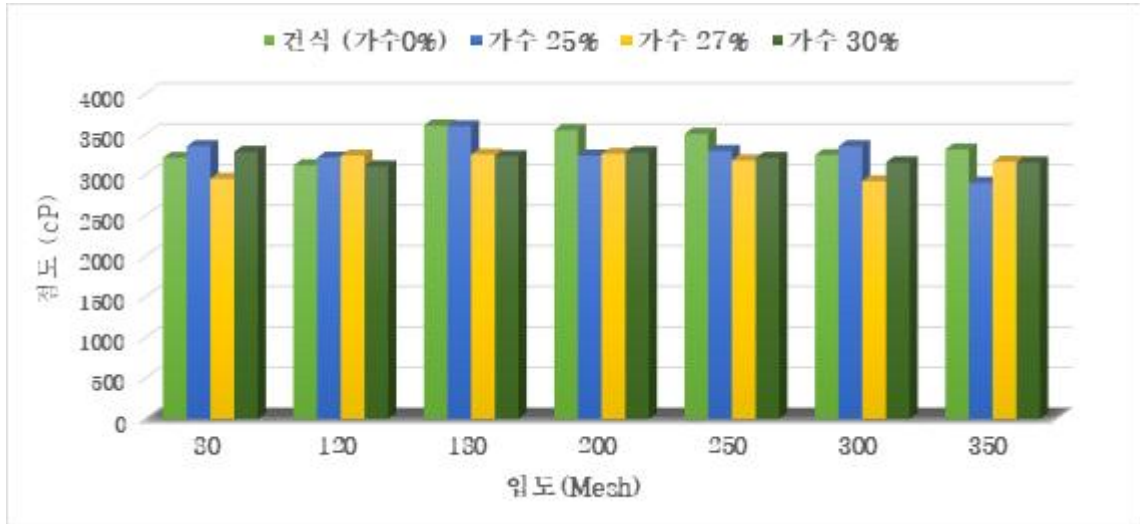
다) 페이스트 형성 특성 분석

(1) 실험방법

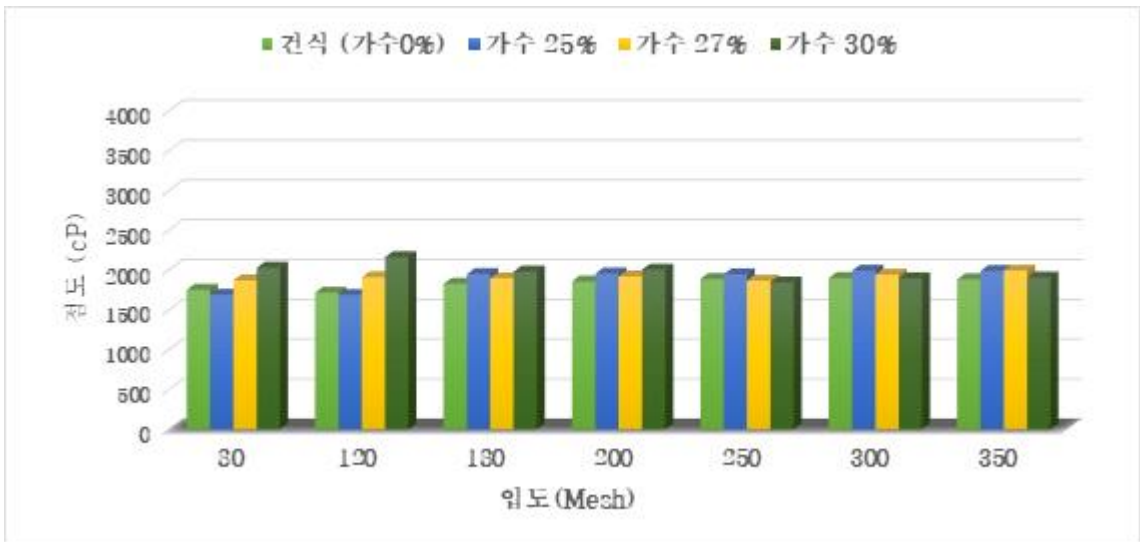
- 쌀가루 시료를 Rapid Viscosity Analyzer (Model RVA4, Newport Scientific Pty, Ltd, Warriewood, Australia)를 이용하여 50℃에서 60초 동안 수화시킨 후, 93℃까지 가열하고, 93℃에서 7분간 호화시킨 뒤 50℃까지 냉각하며 50℃에서 4초간 유지하면서 노화되는 동안의 페이스트 형성 특성을 분석하여 Peak, Final, Trough, Breakdown, Setback viscosity와 Peak time, Peak temperature의 7가지 측정값을 얻었다.

(2) 실험결과

- 열에 의해 쌀가루가 호화되면서 풀(Paste)이 형성되는데, 열과 수분에 의한 페이스트 형성능은 아밀로오스 함량에 영향을 받는다. 반습식 쌀가루 제분 공장에서 사용하는 쌀은 정부미를 사용하며, 제분 조건별 쌀가루의 아밀로오스 함량(%)을 분석했을 때 22~23%로 분석되며 유의적인 차이가 없었다.
- 제분 방법별 쌀가루의 호화특성 분석 결과, 수분이 침투하면서 쌀가루 전분입자가 Swelling 하며 Amylose/Amylopectin이 유출되는데 이때 호화가 시작되는 Peak temperature(℃)는 68 ~ 70℃로 분석되었다. 점도가 증가하며 입자가 풀어지기 직전의 최고점도인 Peak viscosity(cP)는 5118 ~ 5803cP로 분석되었다. 노화도를 보기 위해 냉각하며 점도를 측정하는데, 이때 점도가 높아지기 시작하는 최저점도인 Trough viscosity(cP)는 1910~2743cP로 분석되었다.
- Trough viscosity(cP)와 최종 점도인 Final viscosity(cP) 값의 차이로 노화도를 볼 수 있는 Setback 값이 쌀가루 입자가 미세해 질수록 값이 커지는 경향이 나타났다.



제분 조건별 쌀가루 호화특성 (Breakdown)



제분 조건별 쌀가루 호화특성 (Setback)

<그림1-8>. 공정 조건별 쌀가루 호화특성

<표 1-19>. 쌀 목표수분 30% 공정 설치 전·후 전분손상도 분석 결과

| 목표 수분 | 목표입도 (Mesh) | Amylose (%) | RVA Analyse | | | | | | |
|----------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| | | | Pasting temp.(℃) | Peak Time(min) | Peak viscosity (cP) | Trough viscosity(cP) | Breakdown (cP) | Final viscosity(cP) | Setback (cP) |
| 건식 | 80 | 22.2 | 70.0 | 6.1 | 5371 | 2157 | 3214 | 3908 | 1752 |
| | 120 | 22.7 | 70.6 | 6.1 | 5299 | 2177 | 3122 | 3891 | 1714 |
| | 180 | 23.1 | 70.1 | 6.1 | 5662 | 2051 | 3611 | 3877 | 1826 |
| | 200 | 23.5 | 69.5 | 6.0 | 5503 | 1947 | 3556 | 3804 | 1856 |
| | 250 | 22.6 | 69.5 | 6.1 | 5436 | 1927 | 3509 | 3814 | 1887 |
| | 300 | 23.2 | 69.6 | 6.3 | 5149 | 1901 | 3248 | 3793 | 1899 |
| | 350 | 23.0 | 69.3 | 6.2 | 5253 | 1935 | 3318 | 3817 | 1882 |
| 25% | 80 | 23.0 | 68.9 | 6.1 | 5784 | 2427 | 3357 | 4115 | 1688 |
| | 120 | 22.4 | 69.3 | 6.1 | 5527 | 2310 | 3217 | 3996 | 1686 |
| | 180 | 22.7 | 68.6 | 6.1 | 5716 | 2112 | 3603 | 4061 | 1948 |
| | 200 | 23.3 | 68.5 | 6.2 | 5150 | 1910 | 3240 | 3865 | 1955 |
| | 250 | 22.8 | 67.1 | 6.2 | 5226 | 1925 | 3301 | 3870 | 1945 |
| | 300 | 23.1 | 59.7 | 6.4 | 5559 | 2201 | 3358 | 4192 | 1991 |
| | 350 | 22.9 | 68.9 | 6.7 | 5118 | 2212 | 2906 | 4198 | 1986 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 80 | 22.4 | 70.4 | 6.5 | 5374 | 2418 | 2956 | 4287 | 1869 |
| | 120 | 22.8 | 69.7 | 6.47 | 5686 | 2446 | 3240 | 4353 | 1907 |
| | 180 | 22.4 | 69.2 | 6.6 | 5661 | 2408 | 3254 | 4303 | 1896 |
| 27% | 200 | 22.8 | 68.6 | 6.2 | 5258 | 1997 | 3261 | 3915 | 1918 |
| | 250 | 22.5 | 68.9 | 6.3 | 5272 | 2092 | 3181 | 3957 | 1865 |
| | 300 | 22.8 | 69.2 | 6.7 | 5270 | 2346 | 2925 | 4284 | 1939 |
| | 350 | 22.9 | 68.9 | 6.6 | 5302 | 2136 | 3166 | 4127 | 1991 |
| | 80 | 22.9 | 70.0 | 6.5 | 5803 | 2517 | 3287 | 4543 | 2027 |
| | 120 | 23.0 | 70.3 | 6.8 | 5679 | 2570 | 3109 | 4730 | 2160 |
| | 180 | 22.4 | 70.0 | 6.9 | 5692 | 2459 | 3233 | 4438 | 1979 |
| 30% | 200 | 22.8 | 70.0 | 6.8 | 5668 | 2387 | 3281 | 4390 | 2003 |
| | 250 | 23.0 | 69.3 | 6.8 | 5856 | 2644 | 3213 | 4485 | 1842 |
| | 300 | 22.7 | 69.9 | 6.7 | 5224 | 2067 | 3157 | 3962 | 1895 |
| | 350 | 22.7 | 70.0 | 6.6 | 5207 | 2051 | 3156 | 3956 | 1905 |

라) 수화능 분석

- 쌀가루 제분 조건 중 쌀 목표 수분량을 25%와 30%로 하여 제분한 쌀가루의 수화능(수분흡착률, 용해도, 팽윤력)을 입도별로 분석한 결과는 아래 그림<1-9>와 같다.
- 실험 방법은 쌀가루 0.5g과 1차 증류수 30 mL를 Falcon tube에 칭량하고 Shaking waterbath에서 25℃, 80℃의 온도 조건에서 30분간 수화 시킨 후, 15,000RPM에서 20분간 원심분리하고, 고형분(Wet sediment)과 상층액(Supernatant)의 무게를 측정하였다. 그 후, 105℃에서 5시간 건조시킨 뒤 무게를 측정하여 수분흡착능 (Water absorption index, WAI), 용해도 (Water solubility, WS), 팽윤력 (Swelling power, SP)을 분석하였다.
- 건식에 가까운 쌀 목표수분 가수25% 조건의 제분 쌀가루가 가수30% 제분 쌀가루보다 80℃ 수화 조건에서 수분 흡착률과 팽윤력이 낮았다. 전분이 용출되어 나오는 용해도는 25℃ 수화 조건에서 쌀 목표수분 25% 쌀가루에서 높게 분석되었다. 이는 가수 30% 제분 쌀가루보다 높은 전분손상도(%)에 기인하는 것으로 생각된다.
- 수화조건 중 온도가 높은 80℃의 조건에서 수분흡착률, 용해도, 팽윤력 분석값이 모든 입도 조건에서 높게 분석되었고, 쌀 목표 수분함량 별 분석값의 편차가 높게 나타났다.

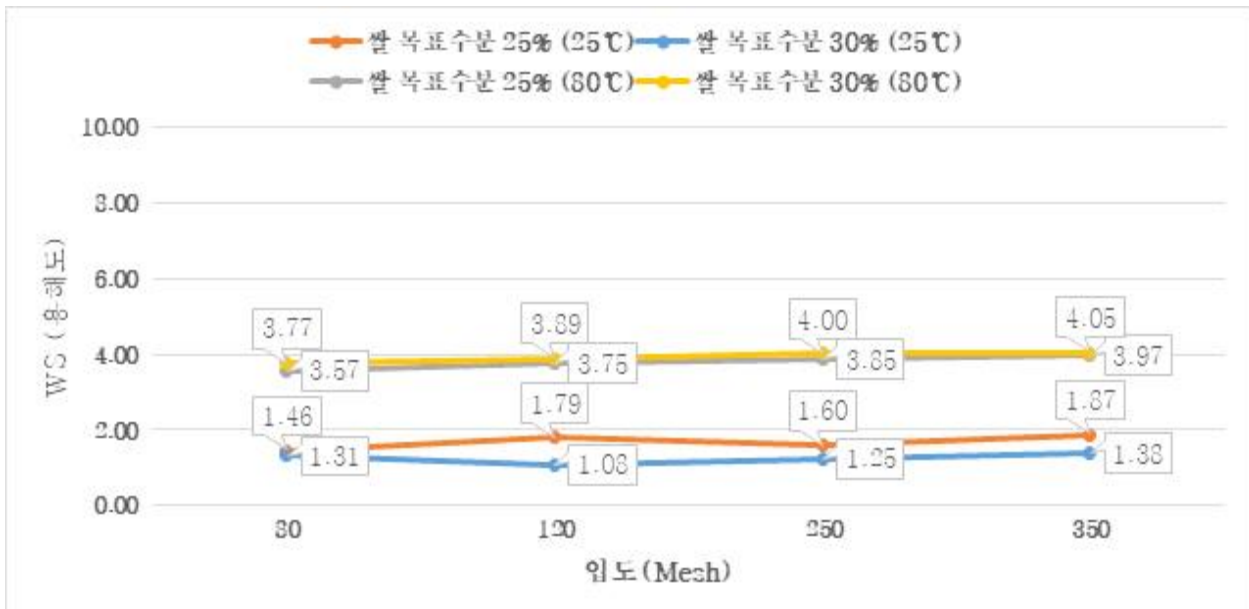
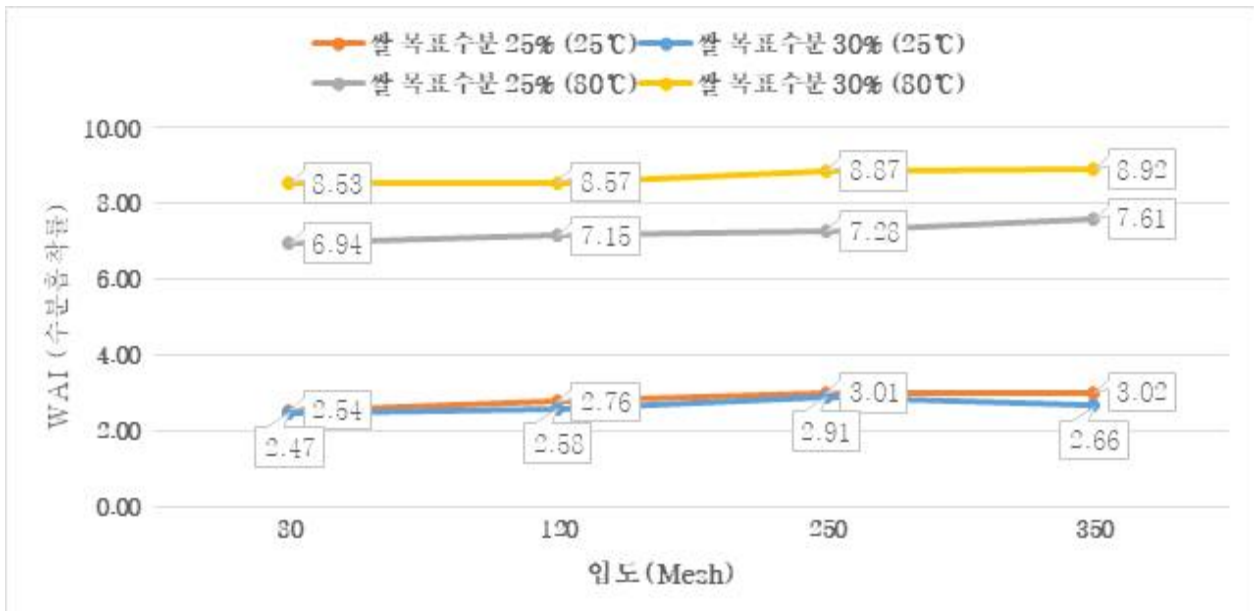
<수분흡착능, 용해도, 팽윤력 측정식>

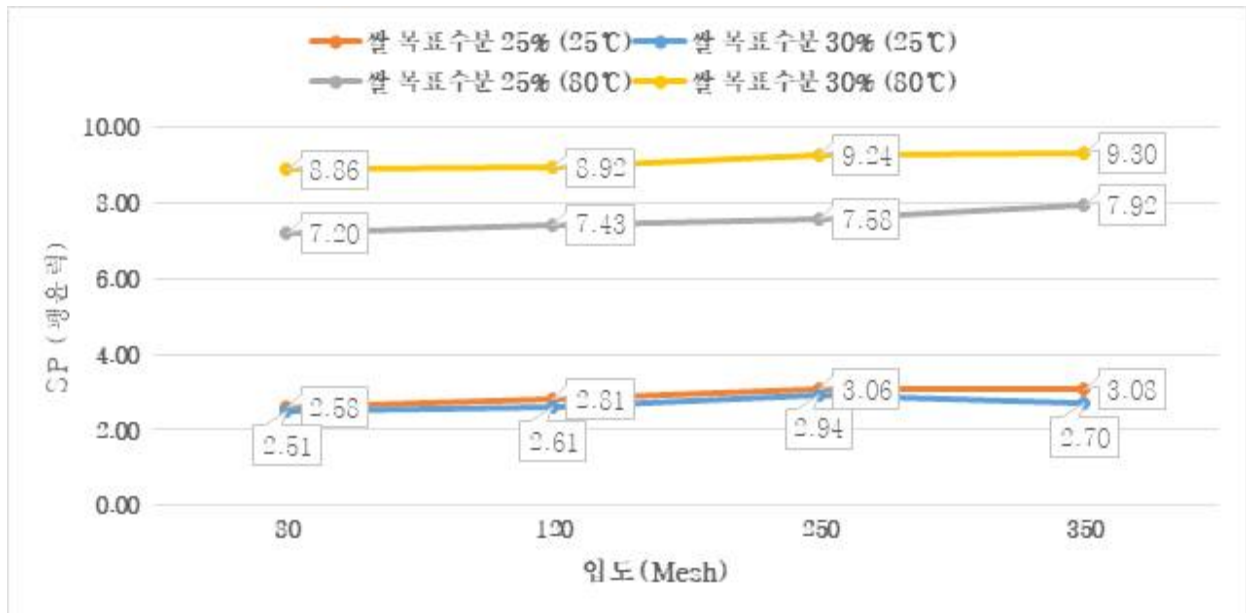
Water absorption index (WAI) = Wet sediment weight / Dry Sample weight

Water solubility (WS,%) = Dry supernatant weight / Dry Sample weight * 100

Swelling power (SP) = Wet sediment weight / Dry Sample weight * (1 - (WS,%/100))

<그림1-9>. 쌀가루 제분 조건별(쌀 가수량, 입도) 수분흡착률, 용해도, 팽윤력





마) 입자형태 분석

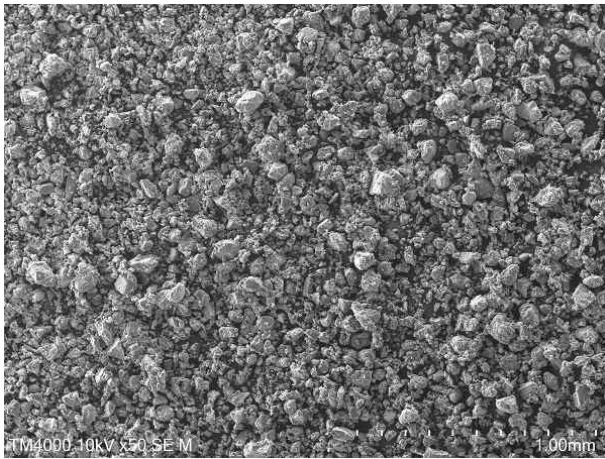
- SEM(주사전자현미경)을 이용해 제분 조건에 따른 쌀가루의 입자 형태를 분석하였다. 쌀가루를 Carbon tape에 고르게 분포시킨 후에 Tabletop Microscopes (TM4000 PLUS, Hitachi. Ltd, Tokyo, Japan)을 이용해 가속전압 15kV (Power level 2), Standard/charge-up reduction(SE mode)의 상태에서 2가지 배율 (x50, x200)조건으로 쌀가루 미세구조를 분석하였다.



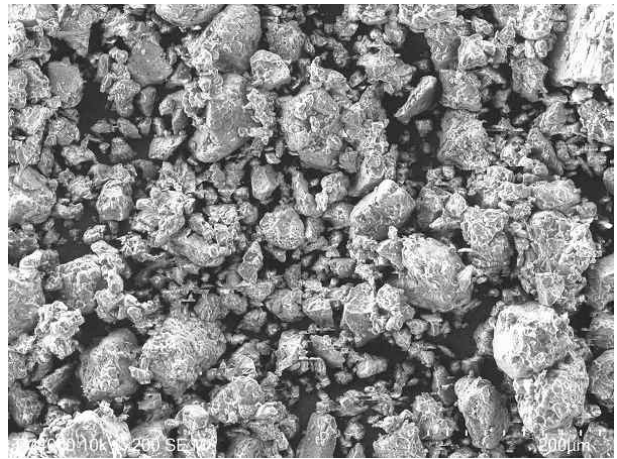
실험에 사용한 TM4000 PLUS

- 쌀 목표수분 0, 25, 30%의 각기 다른 조건에서 입자크기 250Mesh로 제분한 쌀가루의 입자 형태는 아래 그림과 같다. 쌀가루는 전분, 단백질 등 여러 배유 세포들이 뭉쳐있고 쌀전분은 다각형의 형태를 이루고 있다.
- 가수 0%의 건식제분에서는 쌀가루 입자의 표면에 있는 작은 입자들과 탈리된 작은 입자들의 전분형태가 온전히 보이지 않고 입자조각과 함께 떨어져 나오는 모습이었으며 25%가수에서 30% 가수로 가수량이 증가함에 따라 쌀가루의 큰입자 표면의 노출된 전분입자와 탈리된 전분입자들의 모양이 약간 둥근 다각형구조를 더 많이 나타내는 것으로 나타났다.
- 타사 습식 쌀가루가 가수 30%조건에서 제분한 250Mesh 쌀가루보다 미세하게 더 많은 전분 입자의 탈리가 있는 것으로 나타났다.

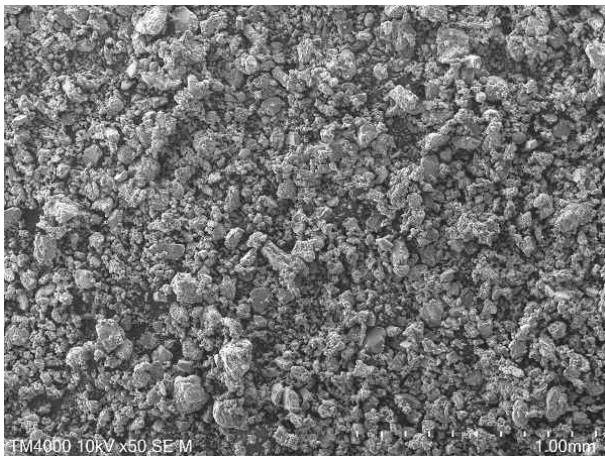
<그림1-10>. 쌀가루 제분 조건별(쌀 가수량, 입도) 입자형태 분석



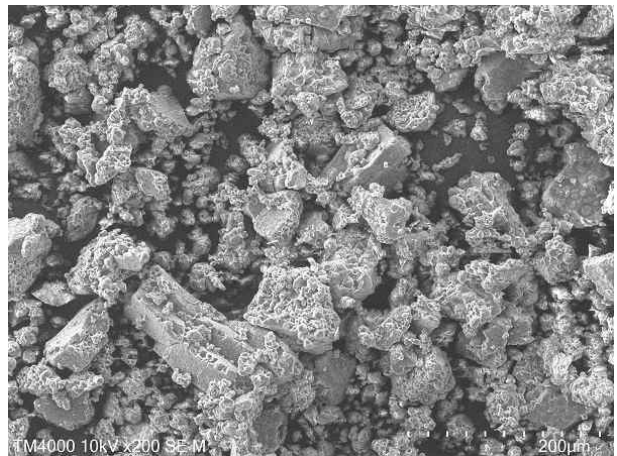
가수0% 250Mesh (50배율)



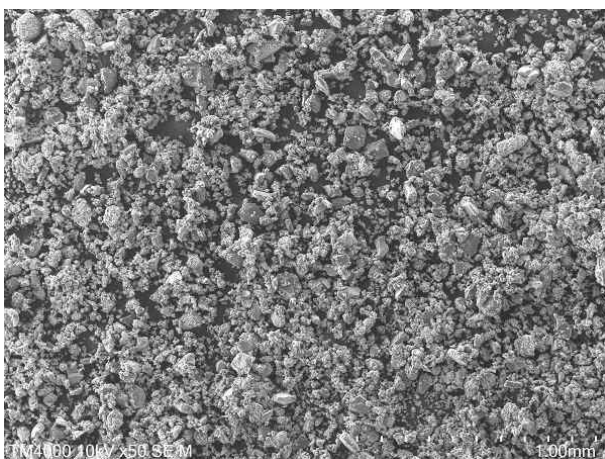
가수0% 250Mesh (200배율)



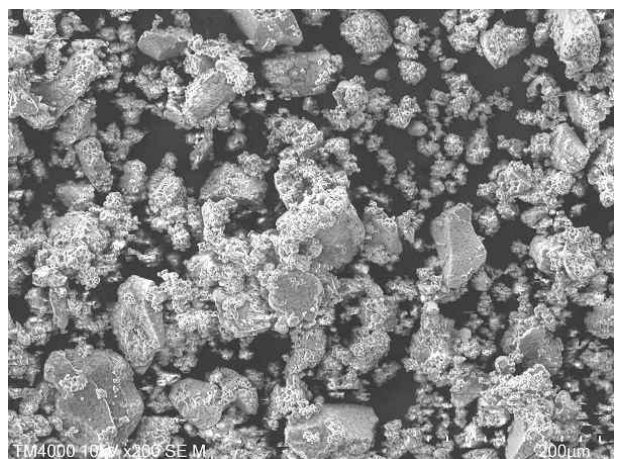
가수25% 250Mesh (50배율)



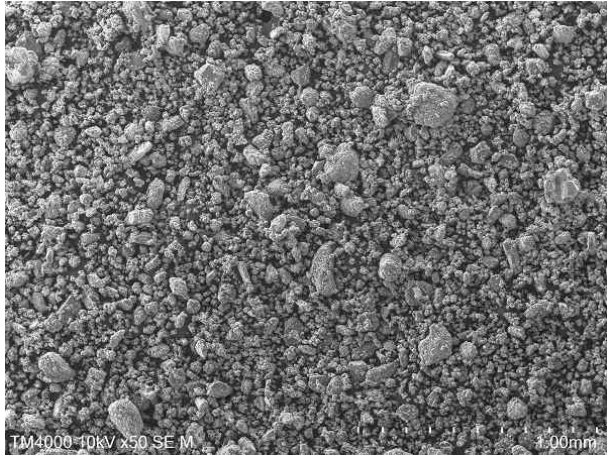
가수25% 250Mesh (200배율)



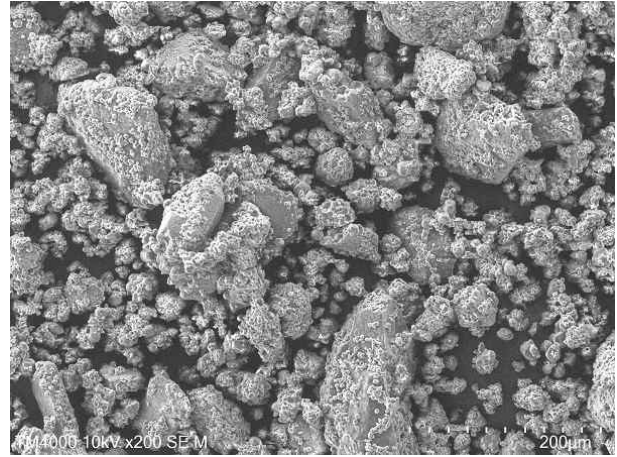
가수30% 250Mesh (50배율)



가수30% 250Mesh (200배율)



타사 습식 (50배율)



타사 습식 (200배율)

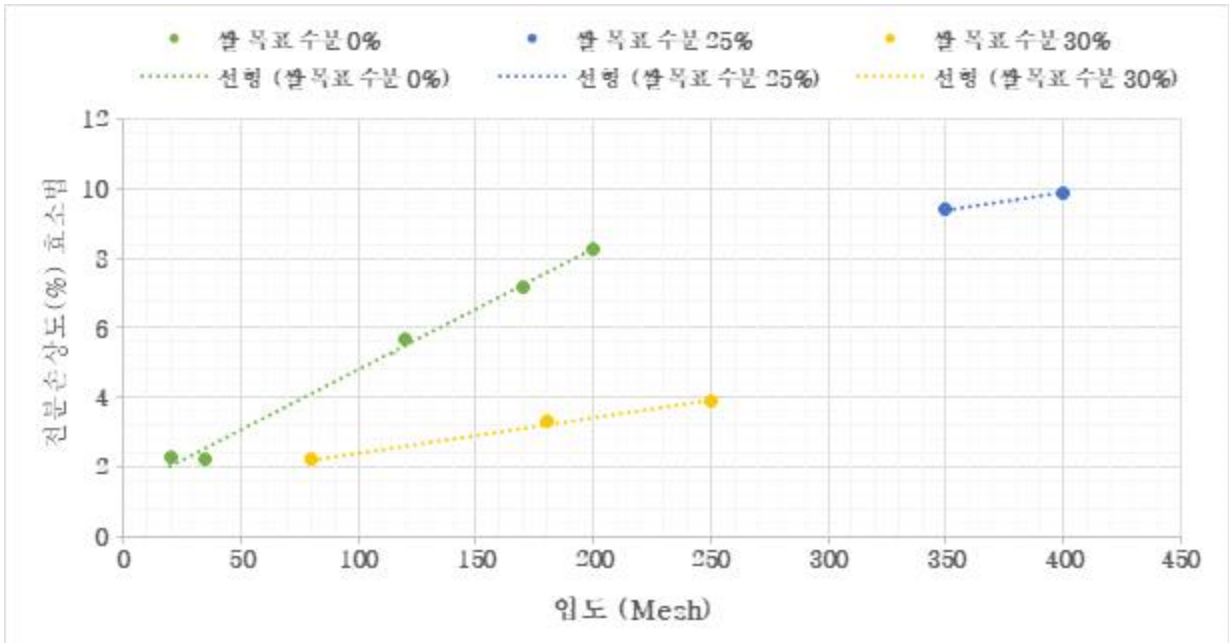
3. 쌀가루 품질 균일성 및 생산수율 평가

가. 가수량 및 입도에 따른 일별 쌀가루 전분 손상도 분석

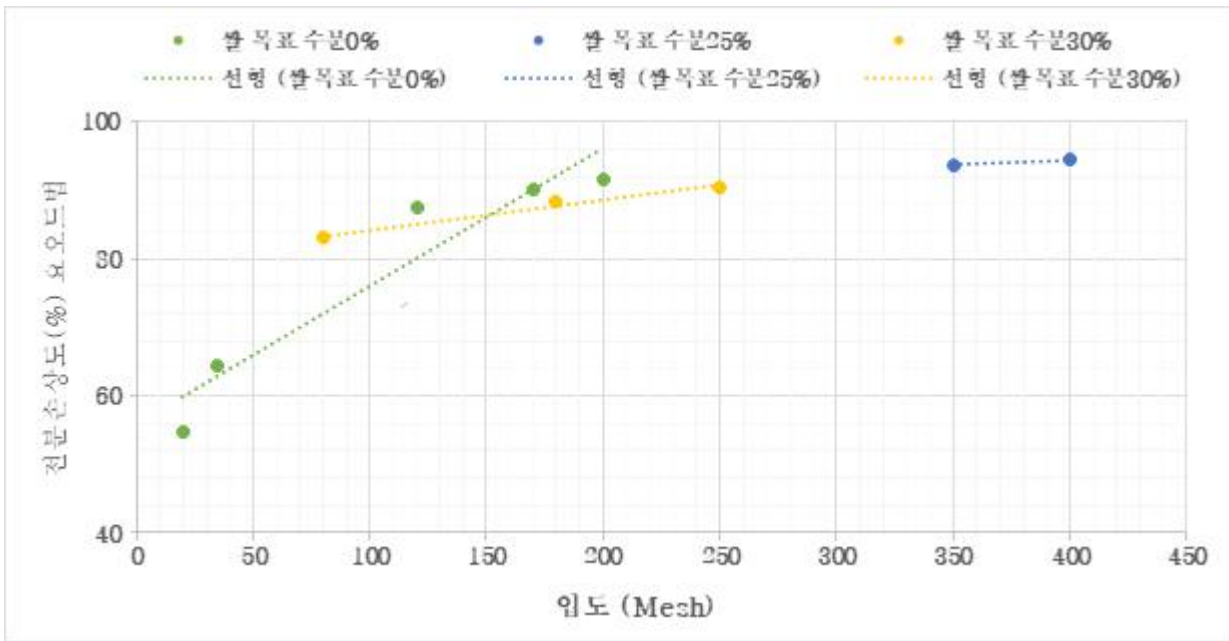
- 반습식 쌀가루 제분 공장에서 생산되는 제품들의 일자별 쌀가루의 품질요소들을 분석하여 일별 쌀가루의 품질 균일성을 확인하였다.
- 동일 제분 조건에서 생산 일자가 서로 다른 쌀가루들의 전분손상도(%)를 측정함으로써 전분 손상도(%)의 품질균일성 유지 부분을 관찰하였다. 요오드법으로 측정한 손상전분 측정 결과 입도가 큰 가수0% 20Mesh, 가수30% 80Mesh를 제외한 쌀가루 시료들의 표준편차는 2이하로 분석되었다.
- 측정방법을 달리하여 효소법으로 측정한 전분손상도의 결과도 동일한 제분조건에서 표준 편차가 1.3이하로 분석되었다. 쌀가루의 전분손상도(%)는 요오드법과 효소법 모두 동일한 가수 조건에서 입자 크기가 미세해 질수록 전분손상도(%)가 증가하는 전형적인 음의 상관관계를 나타내었다.

<표 1-20>. 일별 생산 쌀가루 전분손상도(%) 분석 결과

| 가수량 (%) | 입도 (Mesh) | 전분손상도(%) | |
|---------|-----------|-----------|------------|
| | | 효소법 | 요오드법 |
| 0 | 20 | 2.3 ± 0.2 | 54.9 ± 8.8 |
| | 35 | 2.2 ± 0.1 | 64.5 ± 1.5 |
| | 120 | 5.7 ± 1.0 | 87.6 ± 0.9 |
| | 170 | 7.2 ± 0.8 | 90.0 ± 1.1 |
| | 200 | 8.3 ± 1.3 | 91.7 ± 1.0 |
| 25 | 350 | 9.4 ± 0.8 | 93.7 ± 1.1 |
| | 400 | 9.9 ± 0.4 | 94.5 ± 0.5 |
| 30 | 80 | 2.2 ± 0.7 | 83.0 ± 3.3 |
| | 180 | 3.3 ± 1.0 | 88.5 ± 1.3 |
| | 250 | 3.9 ± 0.7 | 90.5 ± 1.2 |



일별 쌀가루 입도별 전분 손상도(%)-효소법



일별 쌀가루 입도별 전분 손상도(%)-요오드법

나. 가수량 및 입도에 따른 일별 쌀가루 색도 분석

- 쌀가루는 포도당 등의 환원당과 단백질을 함유하므로 열처리에 의해 메일라드 갈변현상이 일어나기도 하고 일부는 쌀가루 자체가 가진 색소에 의해서도 변색 또는 탈색 등의 바람직하지 않은 과정이 일어날 수 있어 쌀가루의 색도는 여러 가공적성과 밀접한 관계를 가지므로 가공 시 중요한 요인 중 하나이다.
- 일반적으로 L*값이 클수록 a*,b*값이 작을수록 시료의 색은 더 밝게 보인다. 쌀가루의 색도를 측정할 결과 쌀을 수침하여 분쇄 시에는 쌀의 단백질과 겉 표면의 이물질 등이 물에 용출되어 L*값이 증가한다고 보고되어있다. 동일 제분 조건에서 생산 일자가 서로 다른 쌀가루들의 색도를 측정함으로써 색도의 품질균일성 유지 부분을 관찰하였다.



<그림 1-11>. 실험에 사용한 분광색측계

1) 가수0% 쌀가루 색도 결과

- 가수0% 제분 조건에서는 20~200Mesh 입도의 쌀가루를 주로 생산하였으며, 20Mesh 시료 5점, 35Mesh 시료 6점, 120Mesh시료 17점, 170Mesh 시료 40점, 200Mesh 시료 10점의 색도를 분석하였다.
- 입도가 다른 쌀가루의 색도(L*a*b*) 분석 결과 같은 제분 조건에서는 표준 오차가 0.5이하로 분석 되었다. 쌀가루의 입도가 미세해 질수록 L*값이 높아지고, b*값이 낮아지는 경향을 확인하였다.

2) 가수25% 쌀가루 색도 결과

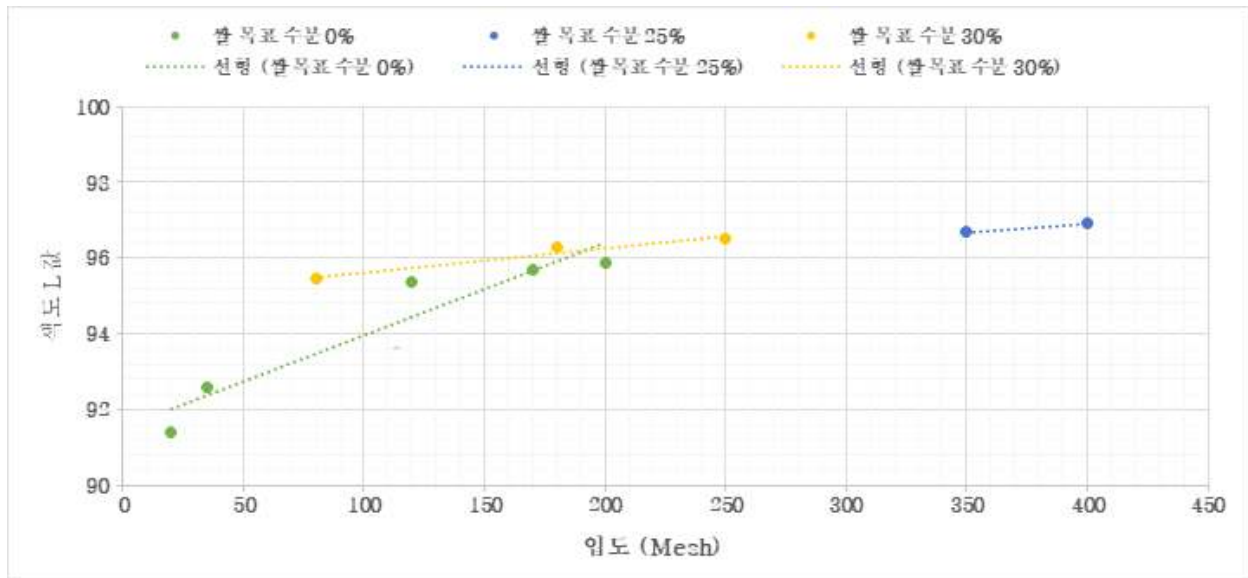
- 가수25% 제분조건에서는 350, 400Mesh 같이 입자가 미세한 쌀가루를 생산하였으며 350Mesh 시료 42점, 400Mesh 시료 7점의 색도를 분석하였다.
- 입도가 다른 쌀가루의 색도(L*a*b*) 분석 결과 같은 제분 조건에서는 표준 오차가 0.05이하로 분석되었다. 입자크기가 미세한 조건인 350과 400Mesh간의 색도차이는 보이지 않았다.

3) 가수30% 쌀가루 색도 결과

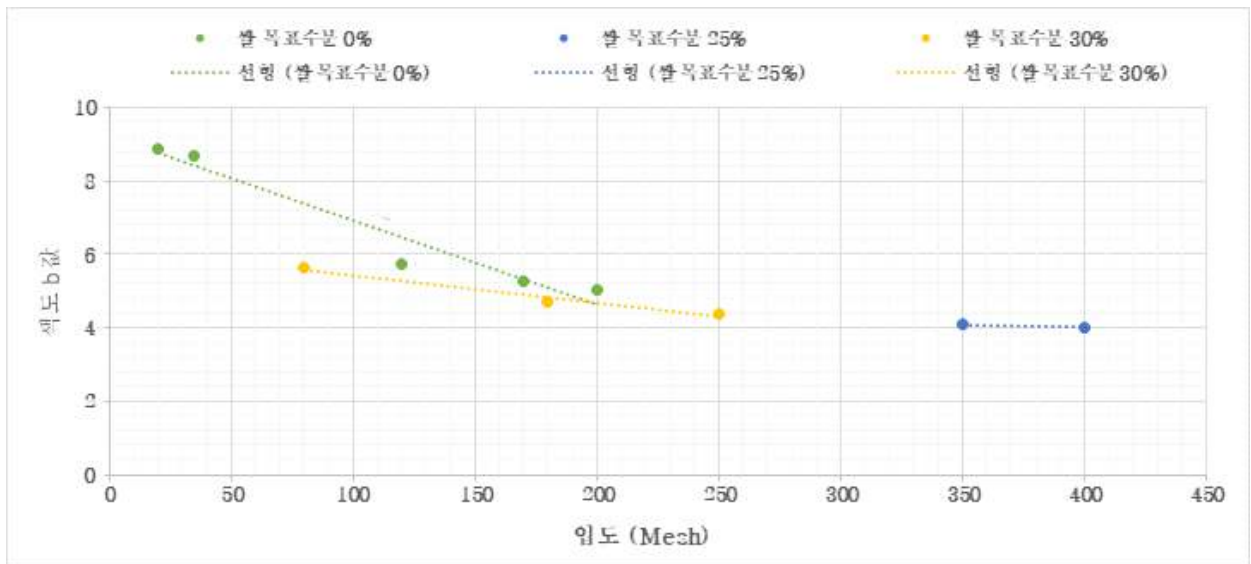
- 가수30% 제분 조건에서는 80~250Mesh 입도의 쌀가루를 주로 생산하였으며, 80Mesh 11점, 180Mesh 46점, 250Mesh 28점의 시료에 대한 색도를 분석하였다.
- 입도가 다른 쌀가루의 색도(L*a*b*) 분석 결과 같은 제분 조건에서는 표준 오차가 0.1이하로 분석되었다. 쌀가루 입자가 미세해 질수록 백색도인 L값은 높아지고, 황색도인 b값은 낮아지는 전형적인 경향을 확인하였으며, 가수 0%의 건식제분에 비해 L값은 더 높고 b값은 더 낮은 경향을 보여 가수하여 제분한 쌀가루가 더 밝고 흰색을 띄는 것으로 판단되었다.

<표 1-21>. 일별 생산 쌀가루 색도 분석 결과

| 가수량 (%) | 입도 (Mesh) | 색도 | | |
|---------|-----------|------------|------------|-----------|
| | | L* | a* | b* |
| 0 | 20 | 91.4 ± 1.1 | 0.0 ± 0.0 | 8.9 ± 0.7 |
| | 35 | 92.6 ± 0.3 | -0.2 ± 0.1 | 8.7 ± 0.3 |
| | 120 | 95.4 ± 0.6 | -0.2 ± 0.0 | 5.7 ± 0.5 |
| | 170 | 95.7 ± 0.4 | -0.2 ± 0.0 | 5.3 ± 0.3 |
| | 200 | 95.9 ± 0.5 | -0.2 ± 0.0 | 5.1 ± 0.4 |
| 25 | 350 | 96.7 ± 0.3 | -0.2 ± 0.0 | 4.1 ± 0.3 |
| | 400 | 96.9 ± 0.2 | -0.2 ± 0.0 | 4.0 ± 0.1 |
| 30 | 80 | 95.4 ± 0.3 | -0.2 ± 0.0 | 5.6 ± 0.4 |
| | 180 | 96.3 ± 0.3 | -0.2 ± 0.0 | 4.7 ± 0.3 |
| | 250 | 96.5 ± 0.5 | -0.2 ± 0.0 | 4.3 ± 0.3 |



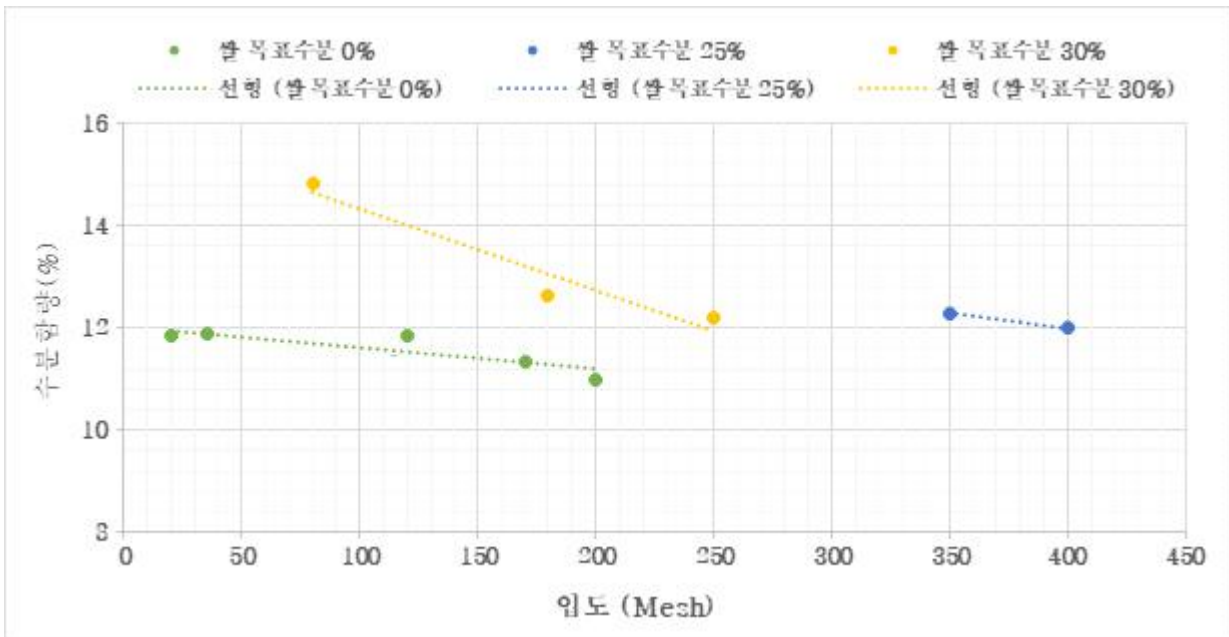
일별 쌀가루 입도별 색도-L*값



일별 쌀가루 입도별 색도-b*값

다. 가수량 및 입도에 따른 일별 쌀가루 수분 분석

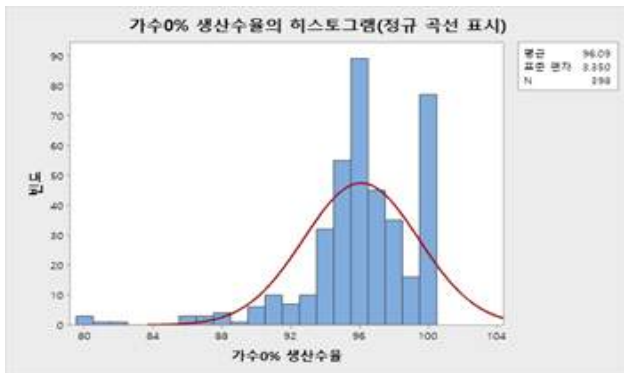
- 서로 다른 날짜에 가수0%, 가수25%, 가수30%의 생산조건에서 각 입도별로 생산하는 쌀가루의 수분함량을 측정하여 평균, 표준편차, 최대·최소값을 구함으로써 공정의 품질 균일성을 확인하였다.
- 가수0%인 건식제분에서는 전체 입도에서 수분이 약11~12%이고 표준편차는 0.8~0.9%로 수분의 차이가 작았으나, 가수30%에서는 수분함량도 12~15%로 다소 높고 편차의 폭도 넓어 공정에서의 수분의 미세한 편차조절이 건식보다는 어렵다는 것을 알 수 있었다.



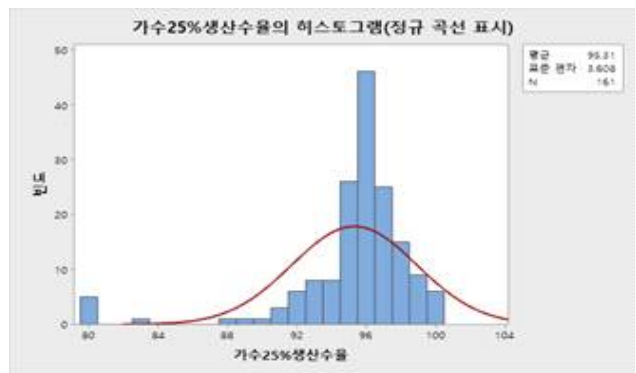
일별 쌀가루 입도별 수분함량(%)

라. 제분조건에 따른 완제품 쌀가루 생산수율 분석

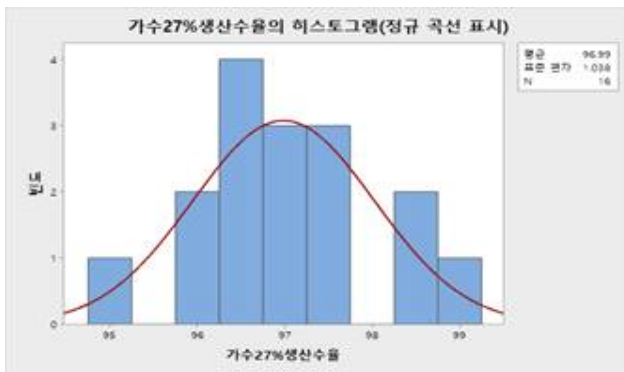
- 가수조건별 쌀가루 완제품 생산수율 분석한 결과, 건식, 가수25%, 가수27%, 가수30% 조건 모두 평균 95%이상의 높은 생산수율을 나타내었다. 가수량 및 입도별로 세분하여 분석하여도 94%이상의 높은 생산수율을 나타내었고, 입도가 미세해질수록 생산수율이 낮아지는 경향을 보였다. 다만, 현장에서 생산수율은 원료 쌀 투입량 대비 쌀가루 생산량으로 계산되므로 시간변수가 반영되어 있지 않다.
- 고가수량 조건(ex. 가수30%) 제분 시 적체현상이 발생하는 경우 적체된 쌀을 수동으로 이송해야하므로 생산속도는 현저히 저하된다. 이를 개선하기 위하여 다음의 시작품을 제작하게 되었으며, 시작품 제작 및 설치 후 적체현상 개선으로 인한 생산속도 향상 및 인건비 절감 효과가 기대된다.



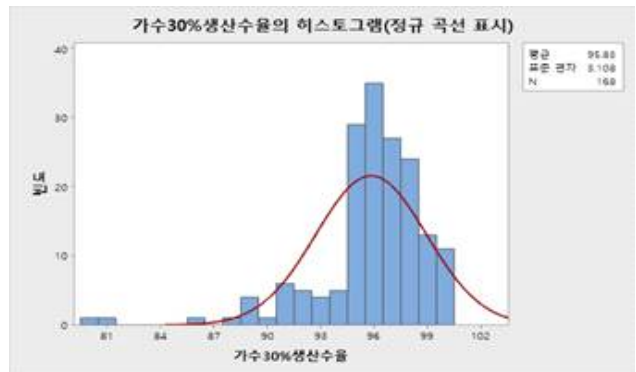
쌀 목표수분 0%(건식)
생산수율 히스토그램 ↑



쌀 목표수분 25%
생산수율 히스토그램 ↑



쌀 목표수분 27%
생산수율 히스토그램 ↑



쌀 목표수분 30%
생산수율 히스토그램 ↑

<표 1-22>. 쌀 생산 조건(쌀 목표 수분 함량)별 쌀가루 생산수율 분석 결과

| 생산조건 | 분석수 (n) | 평균 (%) | 표준 편차 | 분산 | 최소값 (%) | 중위수 (%) | 최대값 (%) |
|---------------|------------|-----------|----------|------|------------|------------|------------|
| 쌀 목표수분 0%(건식) | 398 | 96.1 | 3.4 | 11.2 | 80.0 | 96.2 | 100.0 |
| 쌀 목표수분 25% | 163 | 95.3 | 3.6 | 13.0 | 80.0 | 96.0 | 100.0 |
| 쌀 목표수분 27% | 16 | 97.0 | 1.0 | 1.1 | 94.9 | 97.1 | 98.8 |
| 쌀 목표수분 30% | 172 | 95.8 | 3.1 | 9.7 | 80.0 | 96.3 | 100.0 |

<표 1-23>. 쌀 생산 조건(쌀 목표 수분, 입도)별 쌀가루 생산수율 분석 결과

| 가수조건별 수율 | | 분석수 (n) | 평균 (%) | 표준 편차 | 분산 | 최소값 (%) | 중위수 (%) | 최대값 (%) |
|-------------------|--------------|------------|-----------|----------|------|------------|------------|------------|
| 가수량 (%) | 입도 (Mesh) | | | | | | | |
| 쌀 목표수분 0% (건식) | 20 | 55 | 97.0 | 1.9 | 3.6 | 90.9 | 97.6 | 100.0 |
| | 35 | 88 | 98.7 | 3.5 | 12.1 | 80.0 | 100.0 | 100.0 |
| | 120 | 135 | 95.2 | 2.7 | 7.2 | 82.0 | 95.7 | 100.0 |
| | 170 | 109 | 94.8 | 3.5 | 12.0 | 80.0 | 95.6 | 100.0 |
| | 200 | 11 | 95.4 | 1.0 | 1.0 | 94.0 | 95.1 | 97.3 |
| 쌀 목표수분 25% | 350 | 149 | 95.5 | 3.6 | 13.2 | 80.0 | 96.2 | 106.3 |
| | 400 | 14 | 94.3 | 4.4 | 19.4 | 80.0 | 95.4 | 98.3 |
| 쌀 목표수분 27% | 80 | 16 | 97.0 | 1.0 | 1.1 | 94.9 | 97.1 | 98.8 |
| 쌀 목표수분 30% | 80 | 13 | 97.8 | 1.9 | 3.5 | 94.6 | 97.7 | 100.0 |
| | 180 | 102 | 95.9 | 3.6 | 13.0 | 74.3 | 96.5 | 100.0 |
| | 250 | 53 | 95.2 | 3.6 | 12.9 | 80.0 | 95.8 | 100.0 |
| | 350 | 4 | 94.4 | 3.8 | 14.2 | 88.9 | 95.7 | 97.4 |

제 2절. 쌀가루 품질 표준화 연구

1. 쌀가루 품질 평가방법 확립

가. 수분 품질 평가방법 확립

1) 실험방법

- 쌀가루 제분공정에서 즉각적인 수분함량 측정은 매우 중요하다. 세척 후 건조공정을 거쳐 나온 쌀의 수분함량을 계산하여 가수할 물의 양을 결정지을 수 있으며, 최종 쌀가루 제품의 수분함량도 15%이하로 설정하기 위하여 즉각적인 수분함량 측정이 필요하다.
- 식품공전에는 ① 건조감량법, ② 증류법, ③ 칼피셔법이 수분함량 측정방법으로 등재되어 있으나 증류법과 칼피셔법은 시료의 특성과 유기용매 사용 등으로 쌀가루 생산현장에서 측정하기에는 적합하지 않다. 또한, 건조기와 몇 가지 초자만 구비되면 수행할 수 있는 건조감량법은 3시간 이상의 건조시간이 필요하므로 즉각적인 수분함량을 측정해야하는 생산현장의 현실에 적합하지 않다. 이에 따라 신속하게 수분함량을 측정할 수 있는 적외선수분측정기를 선택하여 건조감량법과 병행하여 분석하였다.

가) 상압가열건조법(105℃건조법)에 의한 쌀가루 수분측정

- 물은 1기압 하에서 100℃의 온도에서 기화하는 성질을 가지고 있다. 시료를 물의 비점보다 조금 높은 105℃에서 건조시키는 분석법이다. 일정량의 쌀가루(A)를 취하여 105℃의 건조기에서 수분을 제거한 후 다시 칭량(B)하여, 수분을 제거하기 전후의 식품의 무게 차이(A-B) 값을 바탕으로 수분함량(%)을 측정한다.

나) 적외선 수분측정기에 의한 쌀가루 수분측정

- 일정량의 쌀가루 시료를 적외선 수분측정기(OHAUS MB45)를 이용하여 130℃에서 항량이 될 때까지 적외선램프로 가열 후 건조감량(건조 전, 후 무게차)을 이용하여 산출한다.
- 적외선 수분측정은 동일 쌀가루 시료에 대해 제분공장 현장에 비치된 기기와 우리 연구원에서 사용 중인 기기의 두 종류의 적외선 수분측정기로 측정하여 기기간의 차이를 확인하였다.

2) 실험결과

- 동일 쌀가루 시료에 대해 적외선 수분 측정기와 105℃건조 감량법을 동시해 수행하여 측정된 결과는 아래 표<2-1>과 같다.
- 적외선수분측정기의 경우 연구원 기기가 공장 보유기기보다 미미하게 높은 값을 보였으나 유의수준 이하였으며, 105℃건조법과의 수분측정 방법 간 비교에서도 유의차는 보이지 않아 적외선측정법이 공장현장의 품질관리를 위한 수분측정법으로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

<표 2-1>. 쌀 생산 조건(쌀 목표 수분, 입도)별 쌀가루 수분함량 분석 결과

| 가수 조건 | 실측 입도 (μm) | 수분(%) | | |
|-------------------|-------------------------------|--------------|------|---------|
| | | 적외선 수분측정기 | | 105℃건조법 |
| | | 공장 | 연구원 | |
| 쌀 목표수분 0% (건식) | 236.3 | 12.5 | 11.8 | 12.2 |
| | 170.3 | 11.7 | 11.7 | 12.0 |
| | 73.8 | 11.1 | 10.4 | 11.2 |
| | 54.5 | 12.2 | 9.8 | 11.8 |
| | 43.1 | 10.4 | 9.6 | 9.7 |
| | 43.2 | 8.9 | 9.1 | 9.0 |
| 쌀 목표수분 25% | 177.8 | 10.7 | 9.5 | 9.9 |
| | 143.3 | 9.7 | 9.2 | 9.0 |
| | 78.7 | 9.3 | 8.9 | 9.0 |
| | 73.7 | 9.7 | 9.2 | 8.9 |
| | 51.9 | 13.0 | 12.4 | 12.6 |
| | 47.6 | 13.6 | 12.7 | 13.4 |
| 쌀 목표수분 27% | 163.4 | 11.9 | 14.8 | 14.9 |
| | 98.2 | 13.5 | 12.8 | 13.7 |
| | 86.2 | 11.8 | 10.9 | 11.1 |
| | 73.5 | 10.8 | 9.9 | 10.7 |
| | 46.0 | 12.9 | 12.5 | 12.7 |
| | 45.2 | 13.1 | 12.4 | 13.0 |
| 쌀 목표수분 30% | 145.5 | 14.9 | 14.3 | 14.9 |
| | 100.9 | 14.7 | 14.1 | 14.8 |
| | 78.9 | 11.7 | 11.2 | 11.8 |
| | 55.4 | 16.5 | 15.8 | 15.8 |
| | 46.9 | 15.9 | 14.4 | 15.4 |

나. 전분손상도 품질 평가방법 확립

1) 실험방법

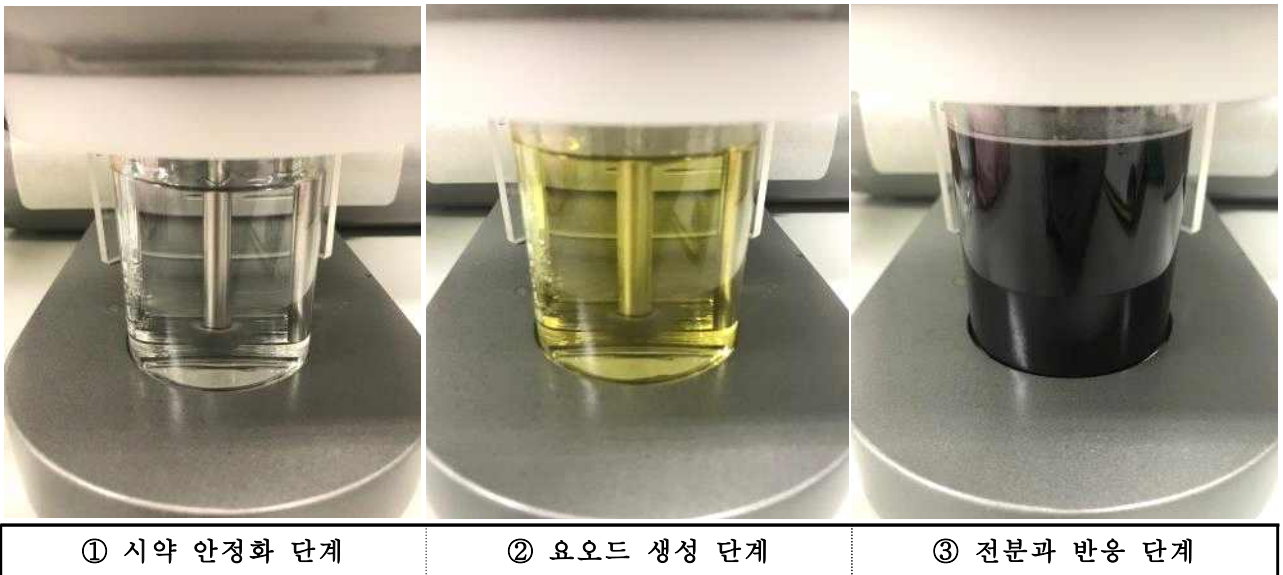
- 국내에 쌀가루에 대한 공인된 검사법은 없으나, KS규격에 곡물가루에 대한 손상전분 분석법인 AACC method 76-31.01에 준해 효소법으로 손상전분함량을 분석하도록 등재되어있어 주로 효소법으로 손상전분의 함량을 분석하였다.
- 현재 AACC에 등재된 효소분해를 이용한 전분 손상도 분석법은 실험자의 높은 숙련도를 요구하고 시료 하나당 분석시간이 2시간 이상 소요됨에 따라 신속한 결과를 도출해야하는 제분공장의 현실에는 적합하지 않다.
- 요오드법은 밀가루 등 몇 가지 곡물가루에 대해 효소법과의 상관관계식이 제안되어 해당 곡물가루에 대한 신속분석방법으로 AACC 76-33.01에 등재되어 있다. 시료 하나당 약 5분정도 검사 시간이 소요되고, 실험자의 높은 숙련도가 요구되지 않으나 쌀가루에 대한 상관관계식은 아직 보고되어있지 않다.
- 제분공정 현장에서 손상전분함량을 신속 분석할 수 있도록 동일 쌀가루 시료에 대해 효소법과 요오드법을 동시에 수행하여 상관관계를 분석하였다.

<표 2-2>. 전분 손상도 분석 방법별(효소법, 요오드법) 특성

| 전분 손상도 분석법 | 장점 | 단점 |
|--------------------|--|--|
| 효소법 (Megazyme kit) | · AACC 공인 인증된 분석법 | · 분석법이 복잡하고 분석 시간이 오래걸림 · 실험자의 숙련도에 따라 실험 오차가 발생 가능성 있음 |
| 요오드법 (SD Matic) | · 분석법이 간단하고 분석 시간이 짧음 · 분석값 간의 오차가 적음 | · 밀가루에 대한 분석법은 공인인증이 되어 있지만 쌀가루 분석법은 확립되어 있지 않음 |

가) 요오드 분석법

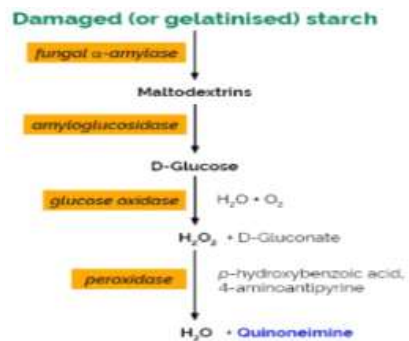
- (SD matic, CHOPIN)을 이용한 요오드 분석법은 Iodine과 손상된 전분의 친화력으로 인해서 변화된 전류 값을 측정한다. 35℃까지 용액의 온도가 올라가면 Free iodine이 생성된다. 안정화 단계에서 Iodine과 분석하고자 하는 시료가 결합해 전기적인 변화가 감소되는 정도를 감지해 요오드의 흡착도를 분석한다.



① 시약 안정화 단계 ② 요오드 생성 단계 ③ 전분과 반응 단계

나) 효소 분석법

- 효소분석법(AACC method 76-31.01, Damaged starch kit, MEGAZYME)은 효소 분해 반응을 이용한 전분손상도 분석법이다. 제분과정 중 손상된 전분이 가수분해효소(α -amylase, amylo glucosidase)에 의해 분해되어 D-Glucose를 생성한다. D-Glucose로 분해된 시험 용액을 GOPOD(Glucose Oxidase Peroxidase)용액으로 발색반응 시켜 시료별 흡광도를 분석한다.

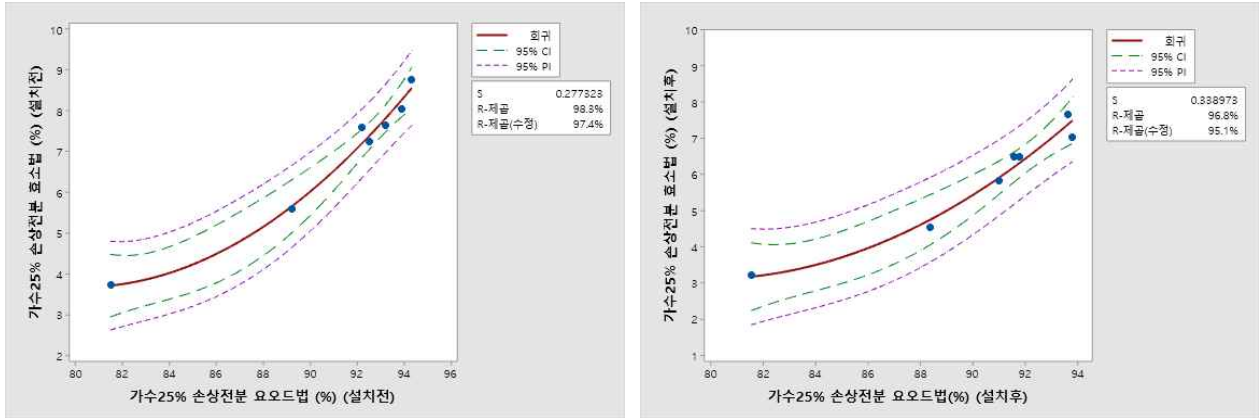


2) 실험결과

가) 전분손상도 측정방법 간의 상관관계 및 회귀분석 결과

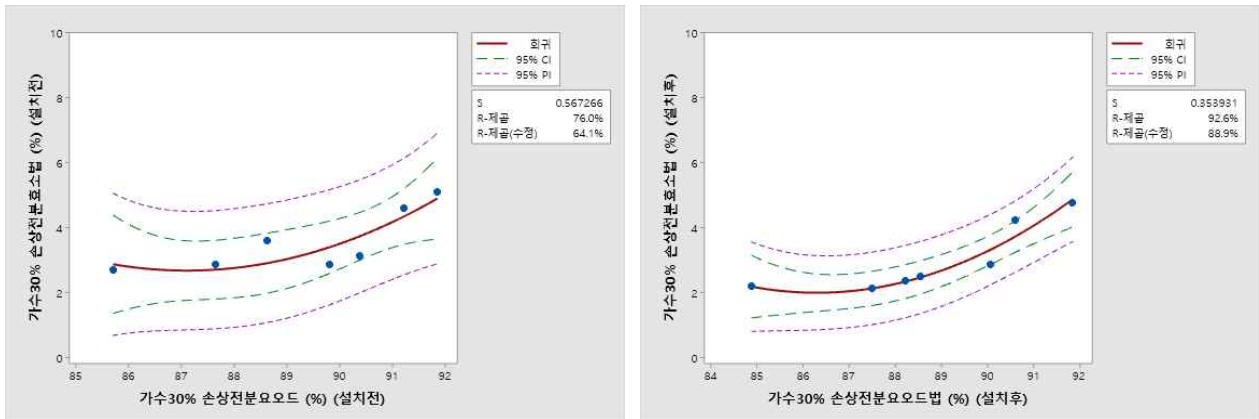
- 쌀에 대한 목표 가수량(건식, 25%, 30%) 조건별로 쌀가루를 제조하여 통계프로그램을 이용한 상관관계 분석 결과 효소법과 요오드법의 전분손상도 측정법 간에는 양의 상관관계가 나타났다. 가수조건 25%와 30%는 공정의 흐름성 개선 전과 후의 두 번에 걸쳐 제분 실험을 수행한 후 쌀가루를 분석하였다.
- 건식 및 가수 25%, 27% 제분 조건에서의 전분손상도는 두 방법간에 0.97(가수 25% 흐름성 개선 후 0.96)의 높은 상관계수를 보였으나, 목표 수분이 높은 30%의 제분조건에서는 두 방법간의 상관계수가 가수 27%이하인 경우보다는 조금 낮은 0.77(흐름성 개선 후 0.92)로 나타났다.
- 전분손상도 요오드법과 효소법간의 회귀 분석을 통해 제분 공장 현장에서 신속 정확하게 분석 할 수 있도록 회귀방정식을 도출하였다. 회귀 방정식을 바탕으로 동일 가수 조건에서 요오드법 분석 값을 통해 KS 규격 곡물가루에 대한 손상전분 분석법인 효소 측정값을 예측 할 수 있을 것으로 판단되었다.
- 또한 동일 가수 조건에서 입도가 굵어짐에 따라 손상전분 함량이 낮아지는 상관관계를 통해 입도 측정값을 바탕으로 쌀가루의 손상전분 함량을 예측할 수 있었다. 쌀가루의 입도와 손상전분의 상관관계와 분석법에 따른 요오드법과 효소법간의 상관관계는 아래 그림<2-1>에 나타내었다.

<그림 2-1>. 제분조건을 달리한 쌀가루의 분석 방법에 따른 전분손상도, 입도 회귀분석



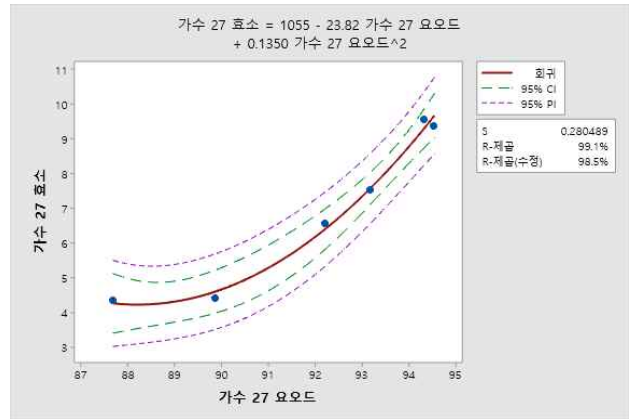
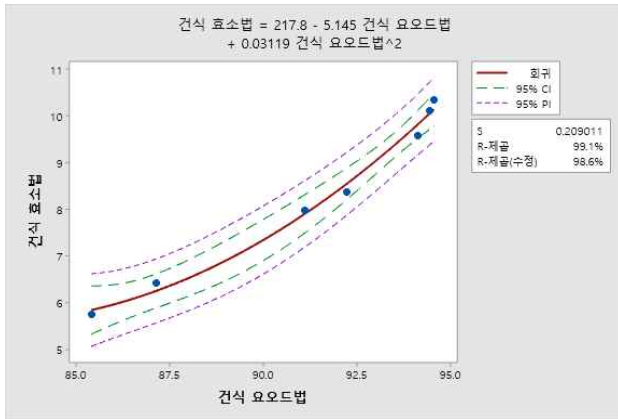
가수 25% 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 전) 가수 25% 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 후)

| 내용 | 회귀방정식 | R ² |
|--------------|---|----------------|
| 가수25% (설치 전) | 가수25% 효소법(%) = 162.2 - 3.952 가수25% 요오드법(%) + 0.02462 가수25% 요오드법(%) ² | 98.27 |
| 가수25% (설치 후) | 가수25% 효소법(%) = 145.2 - 3.560 가수25% 요오드법(%) + 0.02231 가수25% 요오드법(%) ² | 96.77 |



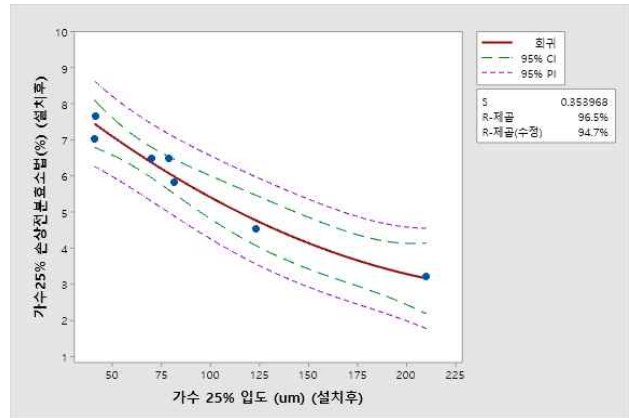
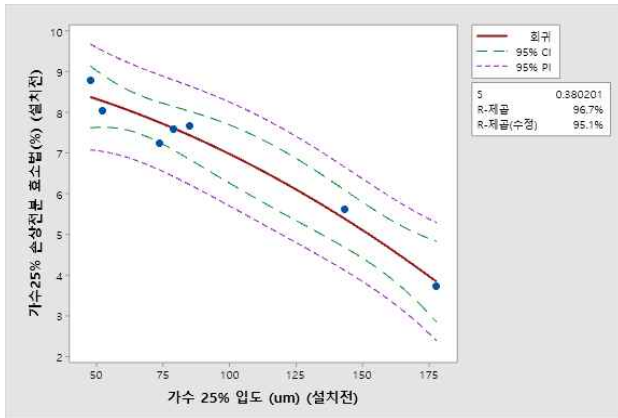
가수 30% 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 전) 가수 30% 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 후)

| 내용 | 회귀방정식 | R ² |
|-----------------|--|----------------|
| 가수30% (설치 전) | 가수30% 효소법(%) = 747.2 - 17.09 가수30% 요오드법(%) + 0.09812 가수30% 요오드법(%) ² | 76.03 |
| 가수30% (설치 후) | 가수30% 효소법(%) = 695.7 - 16.08 가수30% 요오드법(%) + 0.09315 가수30% 요오드법(%) ² | 92.59 |



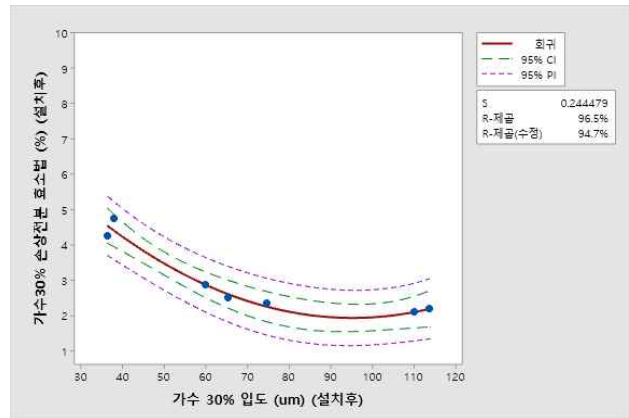
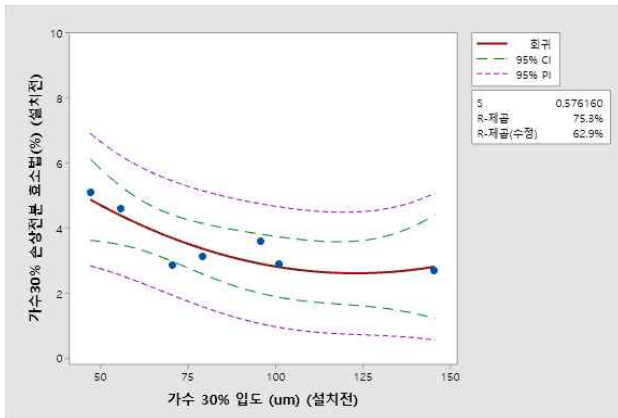
건식 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석 가수 27% 제분조건 쌀가루 손상전분 회귀분석

| 내용 | 회귀방정식 | R ² |
|-------|--|----------------|
| 건식 | 건식 효소법(%) = 217.8 - 5.15 건식 요오드법(%) + 0.0312 건식 요오드법(%) ² | 99.1 |
| 가수27% | 가수27% 효소법(%) = 1055 - 23.82 가수 27 요오드법(%) + 0.1350 가수 27 요오드법(%) ² | 99.1 |



가수 25% 제분조건 쌀가루 입도, 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 전) 가수 25% 제분조건 쌀가루 입도, 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 후)

| 내용 | 회귀방정식 | R ² |
|--------------|--|----------------|
| 가수25% (설치 전) | 가수25% 효소법(%) = 9.178 - 0.04602 가수 25% 입도(μm) + 0.000083 가수 25% 입도(μm) ² | 96.75 |
| 가수25% (설치 후) | 가수25% 효소법(%) = 9.178 - 0.04602 가수 25% 입도(μm) + 0.000083 가수 25% 입도(μm) ² | 96.47 |



가수 30% 제분조건 쌀가루 입도, 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 전) 가수 30% 제분조건 쌀가루 입도, 손상전분 회귀분석 (시작품 설치 후)

| 내용 | 회귀방정식 | R ² |
|--------------|--|----------------|
| 가수30% (설치 전) | 가수30% 효소법(%) = 8.513 - 0.09610 가수 30% 입도(μm) + 0.000391 가수 30% 입도(μm) ² | 75.28 |
| 가수30% (설치 후) | 가수30% 효소법(%) = 8.736 - 0.1427 가수 30% 입도(μm) + 0.000749 가수 30% 입도(μm) ² | 96.46 |

다. 수분 흡습성 평가방법 확립

1) 실험방법

- 밀가루의 수분흡수량을 측정하는 방법은 이제까지는 AACC공정법인 원심법, 패리노그래프 (Farinograph) 흡수율, 여과법 등이 알려져 있으며 제빵성과의 관련성에 대해 자세히 조사되어 왔다. 그러나 별도의 쌀가루에 대한 실험법의 연구와 적용 사례는 매우 적은 편이었다.
- Baumann의 capillary 법이나 가루(분체)의 흡수성(젖음의 정도)의 평가 등도 알려져 있지만 측정장치의 제작이나 측정이 복잡하여 거의 이용되고 있지 않다. 본 연구에서 도입하고자한 조건별 제분 쌀가루에 적합한 흡수성측정법은 Matsuki 등이 개발한 곡류의 흡수성 평가법으로서 토양의 최대용수량측정법과 상기 가루(분체)의 흡수성(젖음성) 측정방법을 참고하여 특수한 기구나 장치를 필요로 하지 않는 간단한 수분흡수측정법이다.

Ref) Baumann, H. (1966), Apparatur nach Baumann zur Bestimmung der Flüssigkeitsaufnahme von pulvrigen Substanzen. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 68, 741-743

Ref) Matsuki, J., Okunishi, T., Okadome, H., Suzuki, K., Yoza, K., and Tokuyasu, K. (2015), Development of Simple Method for Evaluation of Water Absorption Rate and Capacity of Rice Flour Samples, *Cereal Chem.*, 92, 487-490

- 원통관 용기에 쌀가루 약 10g을 계량하여 넣는다. 증류수를 채운 Vat에 가루를 넣은 용기를 담그고 약 25g의 누름돌로 눌러둔다. 초기는 1~2분간격으로, 그 이후는 5~10분 마다 Vat에서 용기를 꺼내 들어 용기 외부의 부착된 물기를 즉시 종이타올로 닦아내고 중량을 측정한 후 다시 재빨리 Vat에 되돌려 놓는다.
- 쌀가루의 원래 수분함량을 감안하여 전체 수분량을 계산하며, 약 100g 당 전체 수분량으로서 그래프에 나타낸다. 시간경과에 따른 수분흡수율의 변화는 t를 측정시간, Y를 전체수분량으로 해서 (식1)을 적용시킨다.

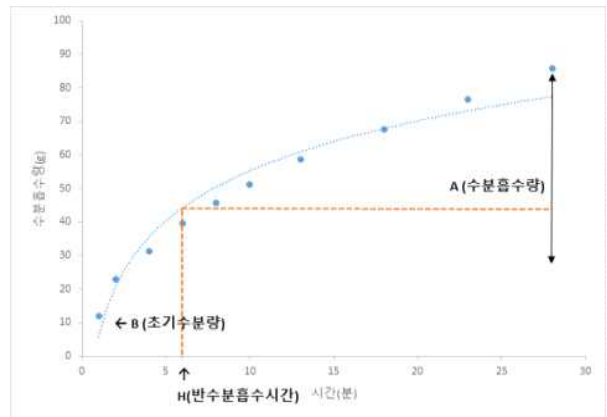
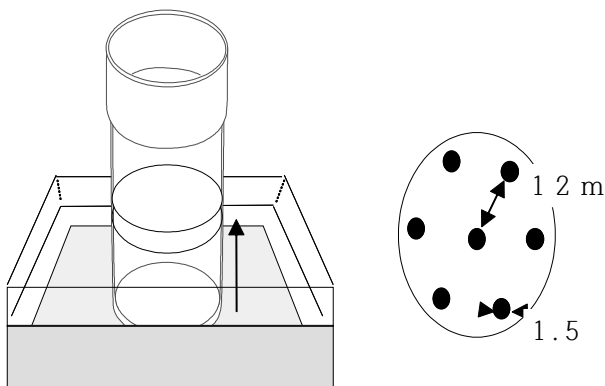
$$Y = A \times (1 - e^{-K \times t}) + B \quad (\text{식 1})$$

$$Y(t) = \text{Span}[1 - \exp^{-K \times t}] + \text{Bottom}$$

A = 수분 흡수량, K = 수분흡수속도 계수, B = 초기 수분량

- 수분흡수시험에 의해 얻은 수분량으로부터 건물중량에 대한 전체수분량 Y를 계산하여, t 와 Y를 축으로 한 그래프를 그리고, 통계해석 software를 이용하여 식1에 적용시킴으로써 수분 흡수량(A), 수분흡수속도계수(K), 초기 수분량(B)의 값을 산출한다.
- 수분흡수량 A의 반(1/2)분량의 수분을 흡수하는데 걸리는 시간인 반수분흡수시간 H(식2)는 수분흡수속도의 기준이 된다.

$$H = \ln(2)/K \quad (\text{식2})$$



<그림 2-2>. 수분흡수속도 측정기구 도식도 및 그래프 해석

2) 실험결과

- 제분 방법에 따라 입도와 전분손상도가 다른 쌀가루에 대해 시간 경과에 따른 수분 흡수량과 흡수속도를 측정한 결과입도가 미세해지고 전분손상도가 높아질수록 최대 수분 흡수량은 커지는 경향을 확인하였다. 또한 목표수분 30%로 제분한 쌀보다 건식에 가깝게 제분한 쌀의 최대수분 흡수량이 더 높은 것으로 나타났다.
- 수분흡수속도를 측정하는 반수분흡수시간은 목표수분 30%로 제분한 쌀가루가 타 제분조건보다 짧게 걸렸으며, 건식의 경우 목표입도 20Mesh는 입자가 굵어 최대수분흡수량도 가장 작았지만 반수분흡수속도도 11.32분으로 오래 걸리는 것으로 나타났다. 그 외 가수조건에서 제분한 쌀가루들은 입도의 차이에 따른 반수분흡수속도의 변화에 대한 경향 볼 수 없었다.
- 목표수분량 25%와 30%에 대해서는 시작품설치로 공정의 흐름성을 개선한 뒤 생산한 쌀로 재차 동일 실험을 실시하였으며 그 결과 가수 30%조건의 제분 쌀에서는 그 전과 유의적인 차이를 볼 수 없었으나 가수 25%조건의 제분 쌀에서는 최대수분흡수량이 전보다 다소 낮을 결과를 보였으며 이는 전반적으로 그전 공정보다 전분손상도가 낮아진 결과로 판단되었다.
- 목표가수량 25%와 30%에 대해서는 공정흐름개선 전과 후에 각각 통계프로그램을 이용하여 제분 조건별 쌀가루를 X축은 가수 시간, Y축은 수분흡수량으로 지정하고 회귀분석식을 구하여 시간에 따른 수분 흡수량을 예측하였다.

<표 2-3> 제분조건을 달리한 쌀가루의 입도와 전분손상도별 최대수분흡수량 및 반수분흡수속도(건식)

| 목표 수분 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | 최대수분흡수량 (g/100g) | 반수분흡수시간(Half) (min) |
|-------|--------------|-----------|------------------|---------------------|
| 건식 | 20 | 2.6 | 46.4 ± 9.5 | 11.3 ± 3.5 |
| | 80 | 5.7 | 77.9 ± 0.7 | 7.00 ± 1.3 |
| | 120 | 6.4 | 82.0 ± 1.0 | 2.1 ± 0.5 |
| | 180 | 8.0 | 87.8 ± 1.8 | 5.3 ± 0.6 |
| | 200 | 8.4 | 95.8 ± 1.4 | 6.7 ± 0.4 |
| | 250 | 10.0 | 91.7 ± 1.3 | 11.6 ± 1.4 |
| | 300 | 10.4 | 98.6 ± 11.0 | 8.3 ± 2.3 |
| | 350 | 10.2 | 109.6 ± 0.5 | 8.3 ± 0.1 |

<표 2-4> 제분조건을 달리한 쌀가루의 입도와 전분손상도별 최대수분흡수량 및 반수분흡수속도(25%)

| 목표 수분 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | | 최대수분흡수량 (g/100g) | | 반수분흡수시간(Half) (min) | |
|-------|--------------|-----------|--------|------------------|------------|---------------------|-----------|
| | | 공정개선 전 | 공정개선 후 | 공정개선 전 | 공정개선 후 | 공정개선 전 | 공정개선 후 |
| 25% | 80 | 3.8 | 3.2 | 70.5 ± 21.6 | 62.9 ± 2.5 | 3.3 ± 0.1 | 4.8 ± 0.8 |
| | 120 | 5.7 | 4.5 | 98.0 ± 3.1 | 69.3 ± 1.3 | 3.0 ± 0.3 | 6.3 ± 0.6 |
| | 180 | 7.6 | 5.8 | 104.5 ± 6.2 | 86.1 ± 0.3 | 7.3 ± 1.7 | 4.5 ± 0.3 |
| | 200 | 7.7 | 6.5 | 107.8 ± 0.9 | 85.8 ± 0.5 | 6.4 ± 1.3 | 5.1 ± 1.0 |
| | 250 | 7.3 | 6.5 | 109.2 ± 0.2 | 86.5 ± 1.0 | 3.8 ± 0.3 | 8.8 ± 2.2 |
| | 300 | 8.0 | 7.0 | 90.3 ± 0.1 | 80.9 ± 1.7 | 6.9 ± 0.1 | 5.7 ± 1.8 |
| | 350 | 8.8 | 7.7 | 90.2 ± 3.3 | 81.9 ± 3.5 | 6.7 ± 0.1 | 8.1 ± 1.4 |

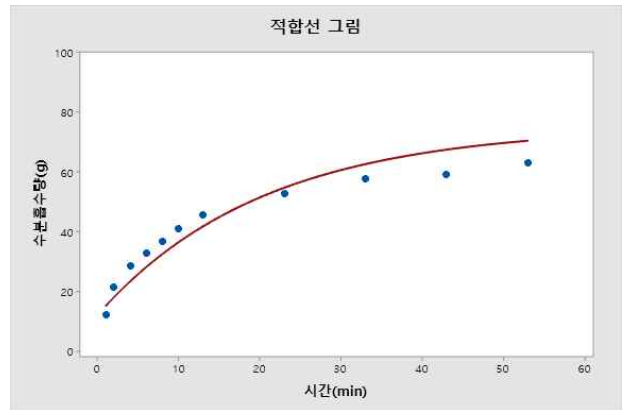
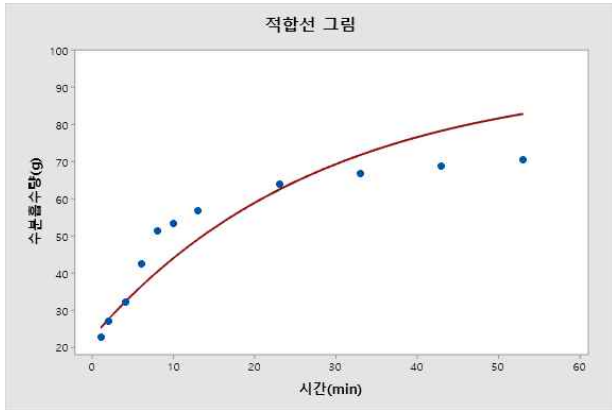
<표 2-5> 제분조건을 달리한 쌀가루의 입도와 전분손상도별 최대수분흡수량 및 반수분흡수속도(27%)

| 목표 수분 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | 최대수분흡수량 (g/100g) | 반수분흡수시간(Half) (min) |
|-------|--------------|-----------|------------------|---------------------|
| 27% | 80 | 4.3 | 59.7 ± 2.0 | 6.7 ± 1.1 |
| | 120 | 4.4 | 53.2 ± 1.3 | 5.1 ± 0.8 |
| | 180 | 5.6 | 79.5 ± 1.6 | 6.1 ± 0.1 |
| | 200 | 6.6 | 85.2 ± 10.0 | 7.2 ± 3.4 |
| | 250 | 7.5 | 99.1 ± 4.0 | 6.0 ± 0.4 |
| | 300 | 9.6 | 89.2 ± 0.9 | 6.1 ± 0.3 |
| | 350 | 9.6 | 96.9 ± 2.3 | 8.6 ± 0.1 |

<표 2-6> 제분조건을 달리한 쌀가루의 입도와 전분손상도별 최대수분흡수량 및 반수분흡수속도(30%)

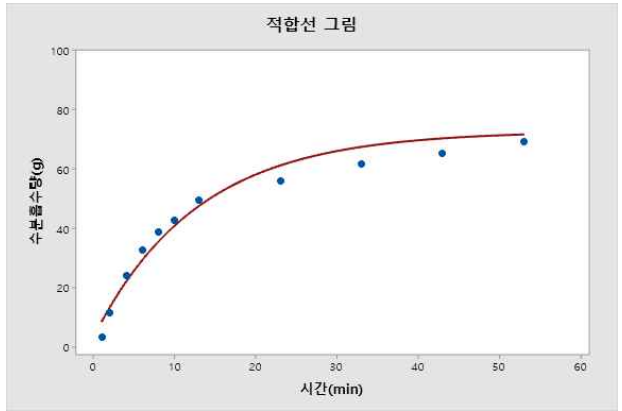
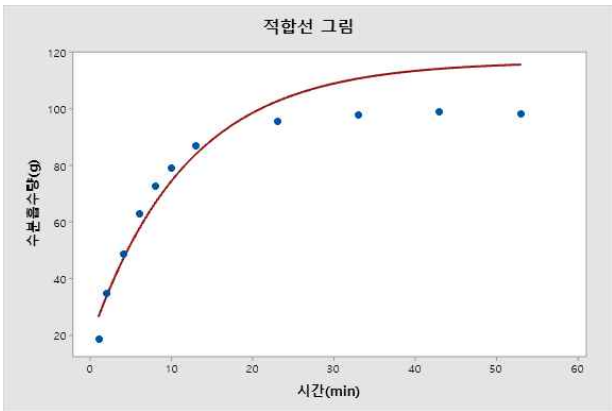
| 목표 수분 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | | 최대수분흡수량 (g/100g) | | 반수분흡수시간(Half) (min) | |
|-------|--------------|-----------|--------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| | | 공정개선 전 | 공정개선 후 | 공정개선 전 | 공정개선 후 | 공정개선 전 | 공정개선 후 |
| 30% | 80 | 2.7 | 2.2 | 63.7 ± 2.6 | 59.2 ± 10.4 | 6.2 ± 2.6 | 5.3 ± 0.8 |
| | 120 | 2.9 | 2.1 | 74.2 ± 1.8 | 70.4 ± 8.1 | 4.0 ± 0.1 | 6.7 ± 2.4 |
| | 180 | 3.6 | 2.4 | 66.0 ± 2.7 | 71.6 ± 0.1 | 3.8 ± 0.7 | 5.4 ± 1.2 |
| | 200 | 2.9 | 2.5 | 77.8 ± 0.4 | 65.8 ± 1.4 | 2.9 ± 0.2 | 6.1 ± 0.9 |
| | 250 | 3.1 | 2.8 | 70.3 ± 1.3 | 67.7 ± 2.7 | 5.4 ± 1.1 | 5.0 ± 0.0 |
| | 300 | 4.6 | 4.2 | 73.2 ± 1.6 | 71.0 ± 1.4 | 4.2 ± 0.7 | 6.1 ± 1.2 |
| | 350 | 5.1 | 4.8 | 71.9 ± 0.4 | 69.8 ± 6.8 | 4.7 ± 0.4 | 8.4 ± 0.3 |

<그림 2-3>. 계분조건을 달리한 쌀가루의 입도에 따른 시간경과별 수분흡수량



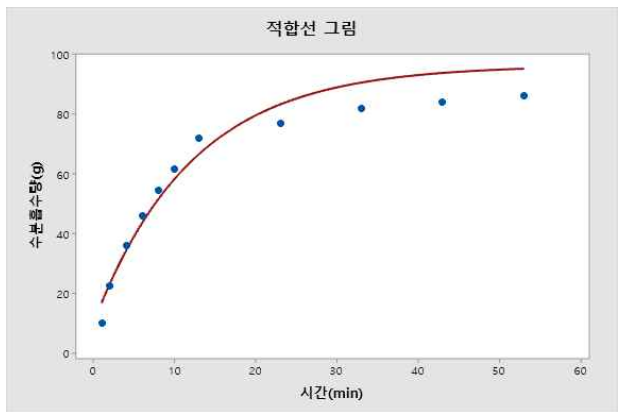
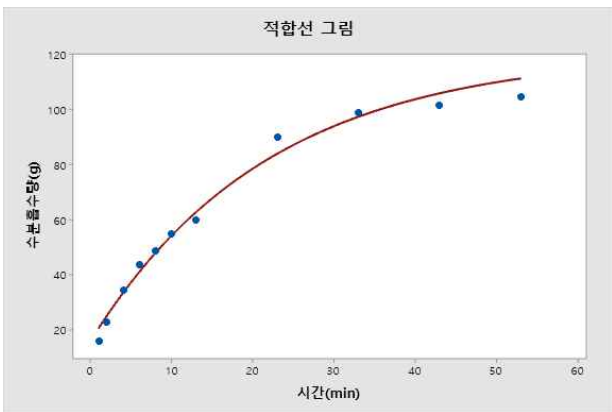
<공정 개선 전 가수25% 80Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 70.48 * (1 - exp(-0.036 * 시간)) + 22.72

<공정 개선 후 가수25% 80Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 62.93 * (1 - exp(-0.05 * 시간)) + 12.05



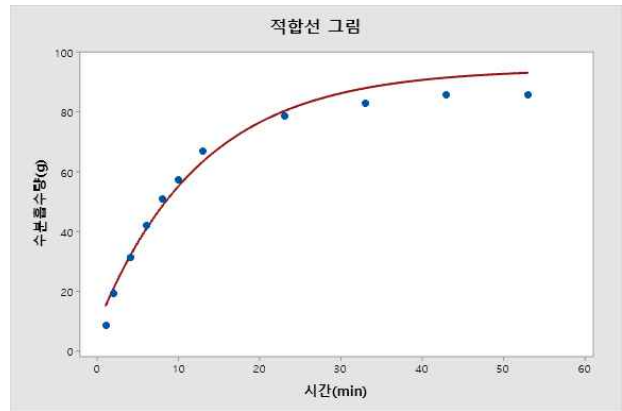
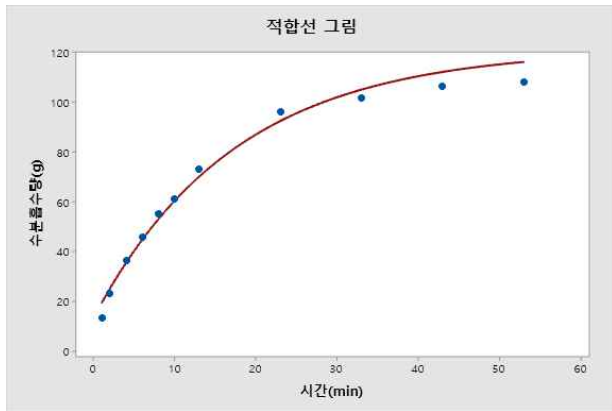
<공정 개선 전 가수25% 120Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 98.02 * (1 - exp(-0.09 * 시간)) + 18.57

<공정 개선 후 가수25% 120Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 69.32 * (1 - exp(-0.08 * 시간)) + 3.32



<공정 개선 전 가수25% 180Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 104.48 * (1 - exp(-0.05 * 시간)) + 15.87

<공정 개선 후 가수25% 180Mesh 회귀방정식>
 수분흡수량(g) = 86.14 * (1 - exp(-0.08 * 시간)) + 10.00

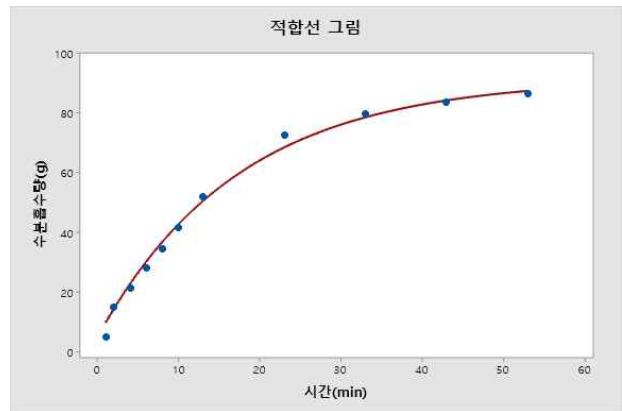
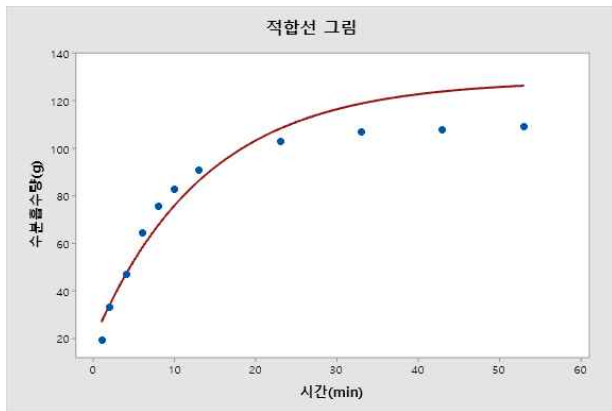


<공정 개선 전 가수25% 200Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 107.85 * (1 - \exp(-0.061 * \text{시간})) + 13.24$$

<공정 개선 후 가수25% 200Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 85.76 * (1 - \exp(-0.08 * \text{시간})) + 8.57$$

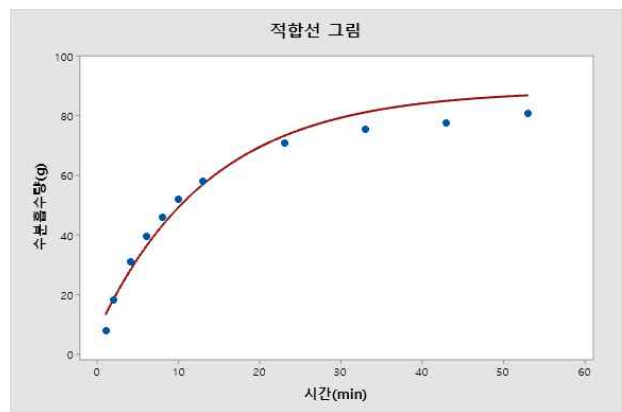
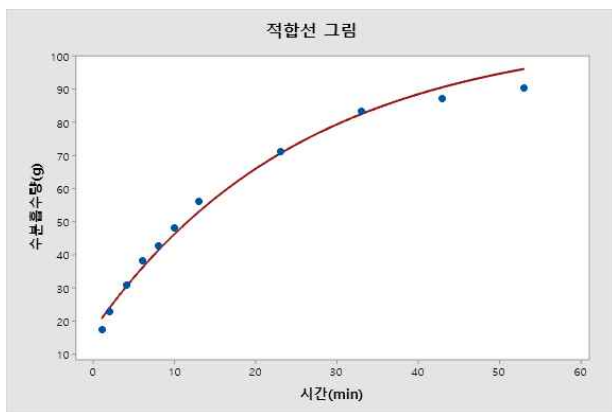


<공정 개선 전 가수25% 250Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 109.20 * (1 - \exp(-0.07 * \text{시간})) + 19.23$$

<공정 개선 후 가수25% 250Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 86.45 * (1 - \exp(-0.06 * \text{시간})) + 4.86$$

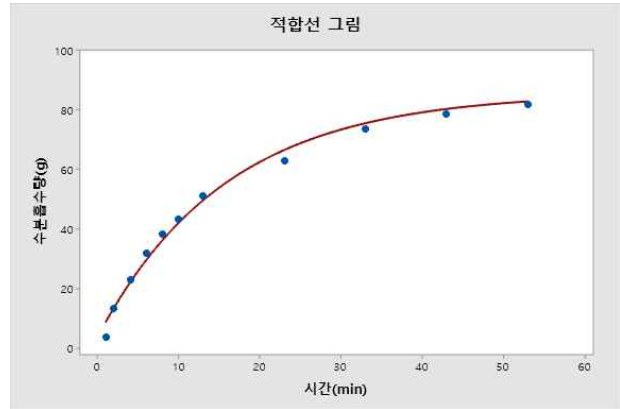
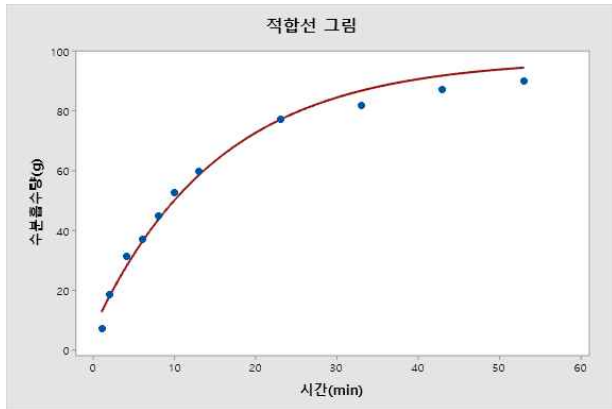


<공정 개선 전 가수25% 300Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 90.31 * (1 - \exp(-0.04 * \text{시간})) + 17.29$$

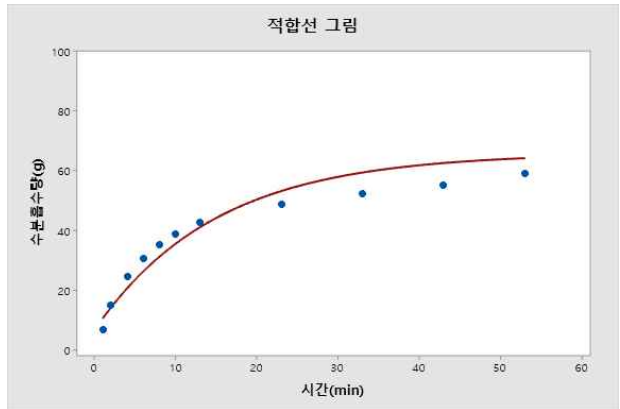
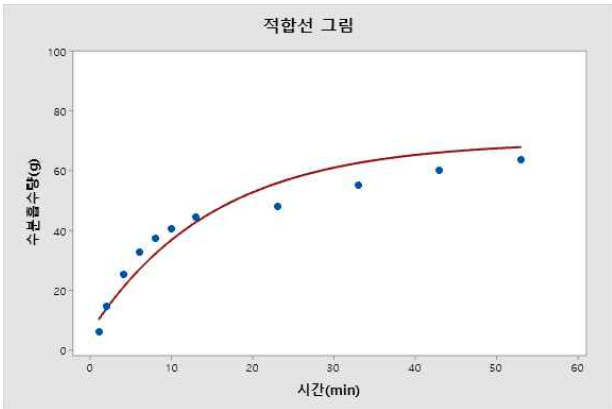
<공정 개선 후 가수25% 300Mesh 회귀방정식>

$$\text{수분흡수량(g)} = 80.85 * (1 - \exp(-0.07 * \text{시간})) + 7.61$$



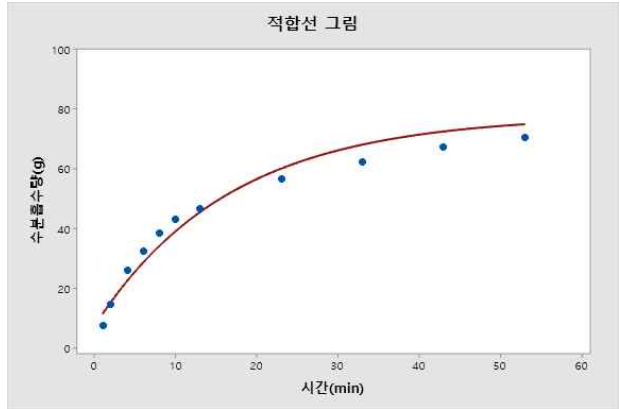
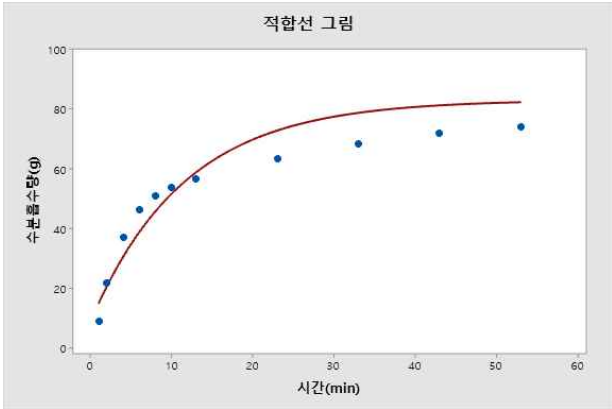
<공정 개선 전 가수25% 350Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 90.19 * (1 - exp(-0.07 * 시간)) + 7.04

<공정 개선 후 가수25% 350Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 81.92 * (1 - exp(-0.06 * 시간)) + 3.67



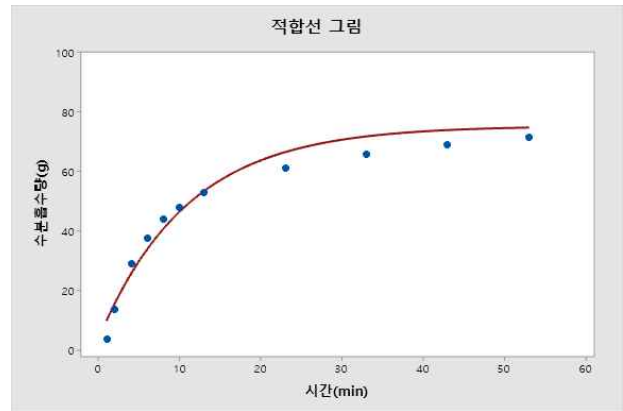
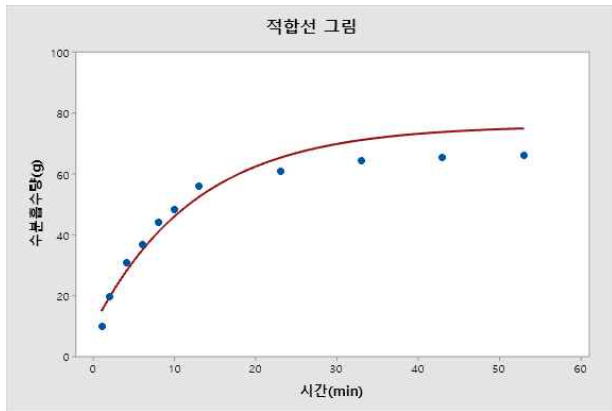
<공정 개선 전 가수30% 80Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 63.72 * (1 - exp(-0.07 * 시간)) + 6.00

<공정 개선 후 가수30% 80Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 59.18 * (1 - exp(-0.07 * 시간)) + 6.63



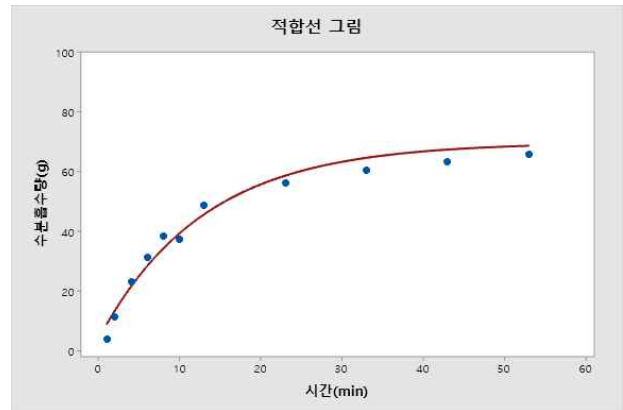
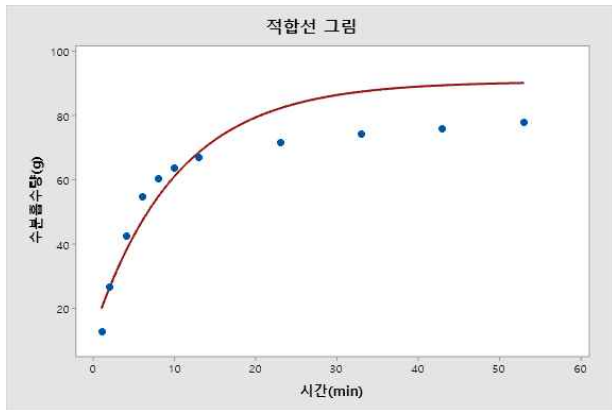
<공정 개선 전 가수30% 120Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 74.18 * (1 - exp(-0.09 * 시간)) + 8.74

<공정 개선 후 가수30% 120Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 70.42 * (1 - exp(-0.06 * 시간)) + 7.30



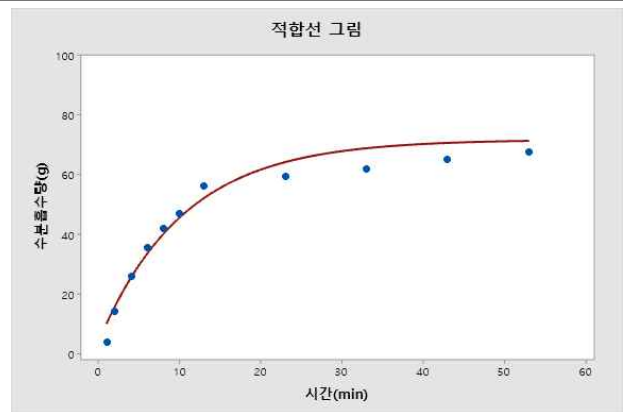
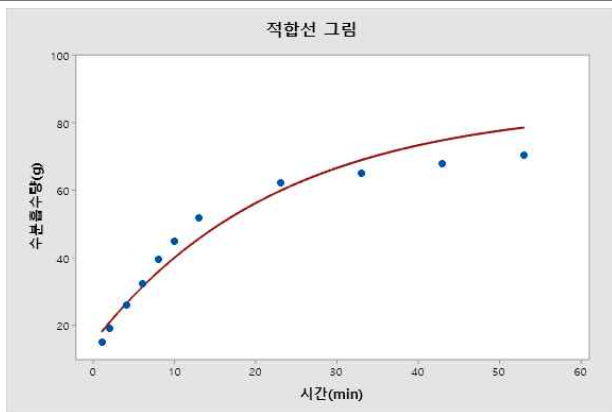
<공정 개선 전 가수30% 180Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 65.99 * (1 - exp(-0.08 * 시간)) + 9.85

<공정 개선 후 가수30% 180Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 71.55 * (1 - exp(-0.09 * 시간)) + 3.63



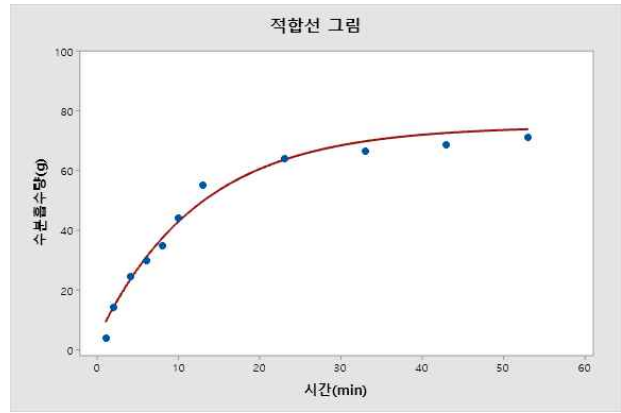
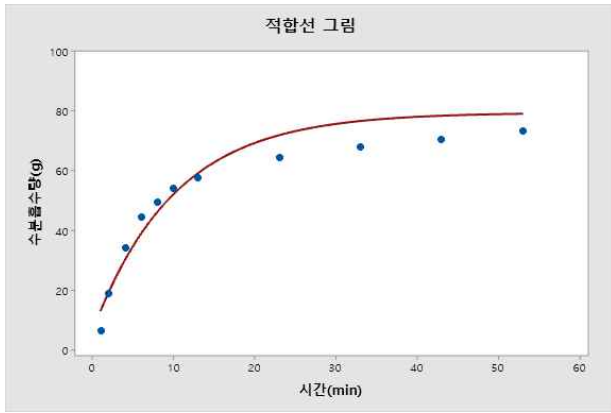
<공정 개선 전 가수30% 200Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 77.75 * (1 - exp(-0.10 * 시간)) + 12.73

<공정 개선 후 가수30% 200Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 65.76 * (1 - exp(-0.08 * 시간)) + 3.90



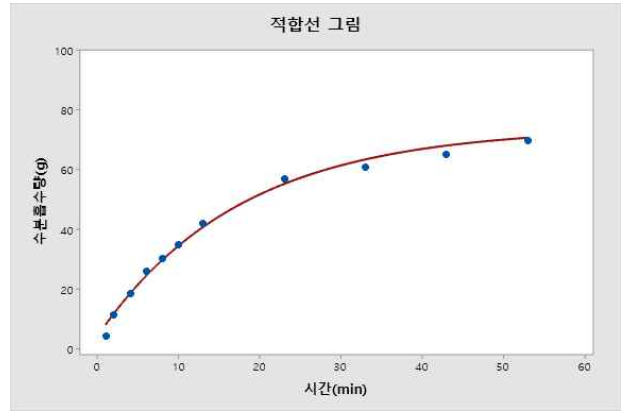
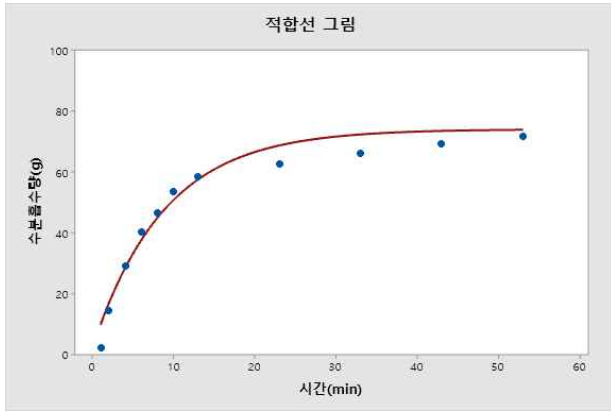
<공정 개선 전 가수30% 250Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 70.32 * (1 - exp(-0.04 * 시간)) + 14.96

<공정 개선 후 가수30% 250Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 67.72 * (1 - exp(-0.10 * 시간)) + 3.92



<공정 개선 전 가수30% 300Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 73.19 * (1 - exp(-0.10 * 시간)) + 6.14

<공정 개선 후 가수30% 300Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 71.00 * (1 - exp(-0.08 * 시간)) + 3.80



<공정 개선 전 가수30% 350Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 71.85 * (1 - exp(-0.11 * 시간)) + 2.09

<공정 개선 후 가수30% 350Mesh 회귀방정식>
수분흡수량(g) = 69.81 * (1 - exp(-0.06 * 시간)) + 4.20

2. 용도별 쌀가루 품질규격 설정 및 가공적성 평가

가. 떡용 쌀가루 품질 규격 설정 및 가공적성 평가

1) 실험방법

가) 떡용 쌀가루 제조조건

- 오리온농협(주) 공장의 쌀가루 제분라인을이용하여 Plant scale로 쌀을 제분하였고, ACM(Air Classifier Mill) 분쇄기로 각 목표 입도에 맞는 분쇄·분급 조건을 설정하였다.
- 쌀가루 제분은 쌀의 가수여부에 따라 건식과 목표가수량 30%조건으로 하였으며, 각 제분 방식별로 5가지 입도(80, 120, 180, 250, 350Mesh)로 제분하여 실험재료로 하였고, 대조구로 타사(대두식품) 떡용 쌀가루(80mesh)를 사용하였다.
- 입도는 Bekman사의 입도계로 측정하여 μm 단위를 Mesh단위로 환산하였다. 제분 조건(분쇄·분급)별 목표입도와 실측입도의 측정치는 아래 표에 나타낸 바와 같다. 대조군으로 사용한 타사 습식 쌀가루는 완전 습식제분하여 입도가 80Mesh인 제품을 구입하여 사용하였다.

<표2-7>. 떡용 쌀가루 규격 설정 실험에 사용한 쌀가루 규격

| 제분조건 | | | 이화학 특성 | | |
|-----------------------|---------|---------|-------------|------|---------------|
| 쌀 가수량 (%) | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 목표입도 (Mesh) | 실측입도 | |
| | | | | Mesh | μm |
| 가수 0% (건식제분) | 41 | 20 | 80 | 65 | 236.0 |
| | 44 | 21 | 120 | 120 | 125.0 |
| | 52 | 21 | 180 | 170 | 90.4 |
| | 58 | 25 | 250 | 260 | 54.5 |
| | 60 | 31 | 350 | 325 | 43.2 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 31 | 17 | 80 | 80 | 172.9 |
| | 43 | 19 | 120 | 130 | 110.1 |
| | 51 | 21 | 180 | 200 | 74.7 |
| | 54 | 23 | 250 | 230 | 59.7 |
| | 59 | 30 | 350 | 390 | 37.9 |

나) 떡 제조

(1) 가래떡

- 가래떡은 Pilot Scale로 실험하였으며, 쌀가루 3000g에 정제염 30g을 첨가하고 쌀가루 중량의 48%의 물을 첨가하여 반죽이 될 때까지 혼합하였다. 물과 혼합된 쌀가루를 롤밀에 통과시켜 수분이 쌀가루에 침투할 수 있게 한 후 증숙기에 넣고(약 110℃) 20분간 증숙하였다. 증숙한 쌀가루를 가래떡 성형기에 2번 통과시켜 성형하고, 차가운 물에 냉각시킨 뒤 4℃ 냉장고에 보관하여 시료로 사용하였다.

(2) 떡국떡

- 생산한 가래떡을 4℃ 냉장고에서 48시간 동안 노화시킨 뒤 가래떡 절단기를 이용해 일정 크기의 떡국떡을 생산하였으며, 이를 주정(주정 75v/v%, GFSE) 처리한 후 4℃ 냉장고에 보관하며 실험용 시료로 사용하였다.

(3) 백설기

- Lab Scale로 제분 조건별로 생산한 쌀가루 300g에 적절한 반죽이 될 때까지 쌀가루 중량의 30~50%의 물과 함께 설탕 10%, 소금1%를 넣어 혼합하였다. 반죽을 실온에서 20분간 방치한 뒤 20mesh 체에 내려 가정용 떡 찌기(마이찌 작은 방앗간/쥬라이스파이)를 이용하여 8분간 찌서 백설기를 제조하였으며, 실온에서 10분간 방냉한 후 시료로 사용하였다.
- 전통적인 방법에 따라 쌀가루 500g에 쌀가루 중량대비 50%물과 0.9% 소금을 첨가한 뒤 30분간 실온에 방치하고 롤밀에 내려 쌀가루에 수분이 흡수될 수 있도록 한 뒤, 증숙기에서 약 110℃, 15분간 증숙하여 백설기를 제조하였으며 방냉 후 시료로 사용하였다.



계량



가수



혼합



롤 밀



증숙



압출·성형



냉각



백설기 제조 시 사용한 가정용 찜기
(작은방앗간 ㈜라이스파이)



제조된 백설기 시료

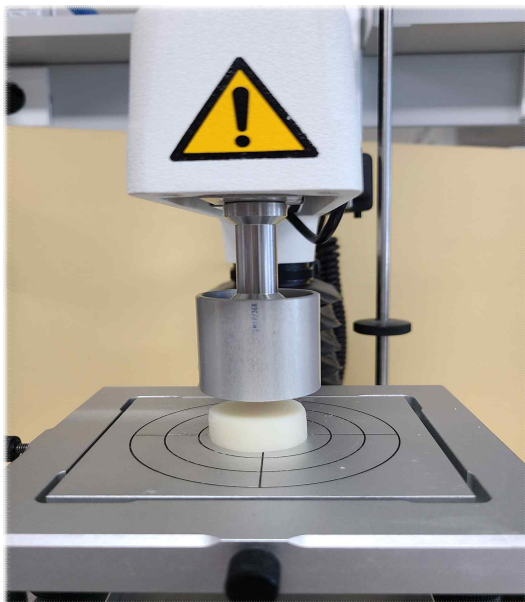
다) 떡 품질 분석실험

(1) 물성분석

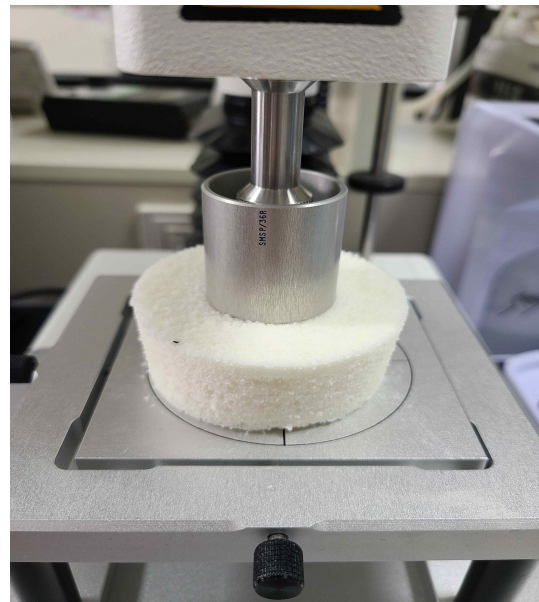
- 쌀가루 제분 조건별로 생산한 가래떡을 높이 1cm로 잘라 Texture analyzer를 이용하여 아래 표의 조건으로 경도(Hardness)를 분석하였으며 Minitab 통계프로그램으로 일원분산분석하여 유의적 차이를 확인하였다.
- 쌀가루 제분 조건별로 제조한 백설기(높이 2.5cm, 지름 8cm)를 Texture analyzer를 이용하여 아래 표의 가래떡과 같은 조건으로 경도(Hardness)를 분석하였으며 Minitab 통계프로그램으로 유의차를 확인하였다.

<표 2-8> 가래떡 및 백설기 Texture analyzer 분석 조건

| Pre test speed (mm/sec) | Test speed (mm/sec) | Post test speed (mm/sec) | Strain (%) | Probe Diameter (cm) |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------|---------------------|
| 2 | 1 | 10 | 30 | 3.5 |



Texture analyzer를 이용한 가래떡 물성측정



Texture analyzer를 이용한 백설기 물성측정

(2) 관능평가

- 가래떡의 관능평가는 쌀가루 제분 조건별로 가래떡을 제조한 뒤 10분간 실온에서 방냉 후 아래의 관능평가 용지를 이용하여 가래떡의 강도(쫄깃함, 부드러움) 및 선호도(작업성, 외관)를 5점 척도법으로 평가하였다. 떡의 관능평가는 농협식품연구원 20~50대 직원(여성·남성) 10명을 대상으로 관능평가실에서 실시하였다.
- 떡국떡의 관능평가 시료는 4℃에서 48시간 노화시킨 가래떡을 떡 절단기를 이용해 가로 (약 2.3~2.6cm), 세로 (약 3.5~4.5cm)로 자른 후 끓는 사골 육수에 넣고 3분간 끓여 제조하였으며, 아래의 관능평가 용지를 이용하여 떡국떡의 강도(쫄깃함, 부드러움) 및 선호도(외관, 종합적인 선호도)를 5점 척도법으로 평가하였다.
- 백설기의 관능평가는 떡 제조 후 10분간 실온에서 방냉 후 아래의 관능평가 용지를 이용하여 떡국떡의 강도(쫄깃함, 부드러움) 및 선호도(외관, 종합적인 선호도)를 5점 척도법으로 평가하였다.

가래떡 관능평가 용지

가래떡 강도 및 선호도 평가입니다.

제시된 가래떡을 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|------|---|---|---|---|
| 쫄깃함 | | | | |
| 부드러움 | | | | |

선호도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| 작업성 | | | | |
| 외관 | | | | |

떡국떡 관능평가 용지

떡국떡 강도 및 선호도 평가입니다.

제시된 떡국떡을 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|------|---|---|---|---|
| 쫄깃함 | | | | |
| 부드러움 | | | | |

선호도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 종합적 선호도 | | | | |
| 외관 | | | | |

백설기 관능평가 용지

백설기의 선호도 평가입니다.

제시된 백설기를 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

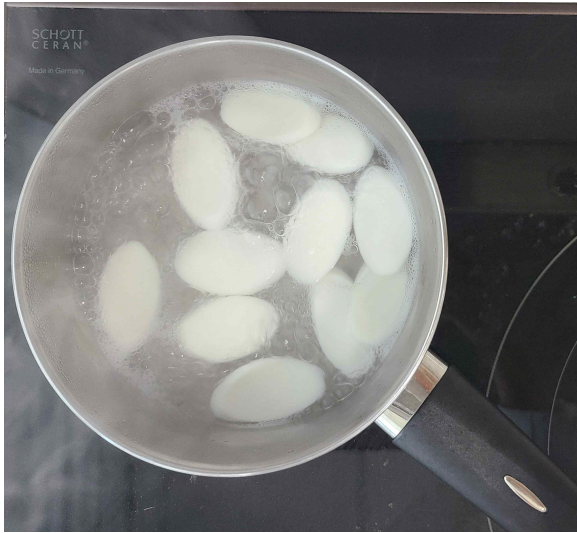
| | A | B | C | D |
|------|---|---|---|---|
| 쫄깃함 | | | | |
| 부드러움 | | | | |

선호도 평가 <5점 척도>

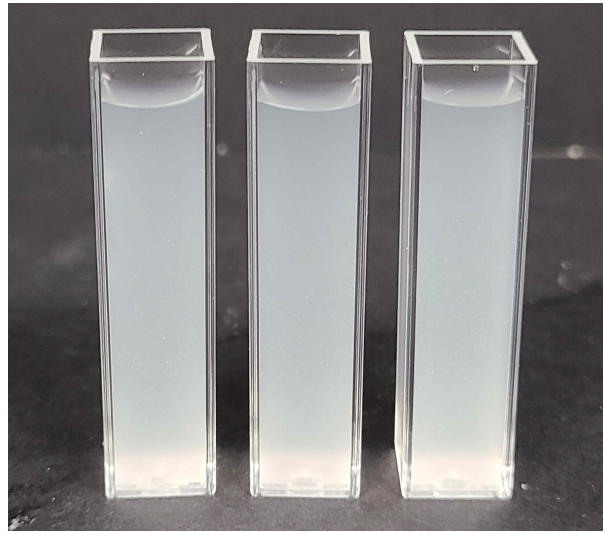
| | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 외관 | | | | |
| 종합적 선호도 | | | | |

(3) 용출수 분석

- 쌀가루 제분 조건별로 만든 떡국떡 50g을 증류수 500ml에 넣고 100℃에서 3분간 끓여 전분 용출수를 제조하고, 당도계(RX-5000/ATAGO)를 이용하여 용출수의 당도를 측정하였다.



떡국 떡 호화



용출수

2) 실험결과

가) 가래떡 실험 결과

(1) 물성 분석 결과

- 제분 조건별로 생산한 쌀가루로 제조한 가래떡을 4℃에서 냉장 보관하며 시간별로 Texture analyzer를 이용해 경도(Hardness)를 측정하였다. 가수0% 건식 쌀가루로 제조한 가래떡이 가수 30% 반습식 쌀가루로 제조한 가래떡에 비해 24시간 및 48시간 노화 후 경도(Hardness)가 유의적으로 높게 측정되었다. 또한 건식에서는 입도가 미세할수록 경도가 다소 약한 경향을 보였으나 목표수분 30%로 제분한 쌀가루 들간에는 입도에 의한 차이가 미미하였다.
- 4℃에서 48시간 노화된 가래떡을 100℃에서 3분간 끓여 재호화 시킨 뒤 경도(Hardness)를 분석한 결과에서는 유의적인 차이는 나타나지 않았다.
- 타사 완전 습식 쌀가루로 제조한 가래떡과의 비교에서는 건식제분 가래떡과는 차이를 보였으나, 목표수분 30% 가수조건의 제분 쌀가루와의 비교에서는 24시간 경과 후는 차이가 없었으며, 48시간 후는 타사 제품의 경도가 높아 굳어지는 속도가 더 빠른 것으로 나타났다.

<표 2-9>. 노화 시간별 가래떡의 경도(Hardness) 변화

| 쌀가루 시료 (입도: Mesh) | | 가래떡 경도 | | |
|----------------------|-----|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| | | 24시간 노화 후(g) | 48시간 노화 후(g) | 재 호화 후(g) |
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 42,427±2,120 ^b | 54,395±2,232 ^a | 1,018±114 ^a |
| | 120 | 46,239±2,936 ^a | 56,219±2,808 ^a | 1,084±226 ^a |
| | 180 | 41,746±2,014 ^{bc} | 55,763±4,387 ^a | 1,099±4 ^a |
| | 250 | 36,188±1,804 ^d | 49,282±1,758 ^b | 1,088±110 ^a |
| | 350 | 39,663±1,067 ^c | 49,443±2,427 ^b | 1,071±40 ^a |
| 가수 30% (반습식제분) | 80 | 26,889±489 ^f | 44,606±3,500 ^c | 860±124 ^a |
| | 120 | 33,567±1,330 ^{de} | 42,715±1,762 ^c | 892±153 ^a |
| | 180 | 28,630±999 ^f | 43,383±3,002 ^c | 941±162 ^a |
| | 250 | 32,920±1,212 ^e | 43,932±1,185 ^c | 951±123 ^a |
| | 350 | 33,898±3,153 ^{de} | 41,418±2,849 ^c | 983±152 ^a |
| 타사쌀가루 | 80 | 33,053±1,571 ^e | 49,079±1,469 ^b | 810±95 ^a |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보 : 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.

(2) 관능평가 결과

(가) 건식제분 쌀가루로 만든 가래떡의 관능검사 결과

- 입도가 서로 다른 건식제분 쌀가루로 가래떡을 제조 한 후 10분간 방냉하여 관능평가를 실시하였다.
- 건식 쌀가루로 제조한 가래떡은 쫄깃한 식감이 없이 단단한 물성을 가지고 있어 떡에는 전반적인 관능적 특성이 좋지 않았다. 건식제분 쌀가루는 입자가 미세해질수록 부드러운 식감이 낮아지고, 외관 및 작업성이 좋지 않은 결과를 보였다.
- 세부적으로는 건식 쌀가루 중 입도가 180mesh 이상의 미세한 쌀가루로 제조한 가래떡의 경우 작업 시 가루 날림이 심하여 작업성이 좋지 않았고, 압출 과정 중 반죽끼리 달라붙으며 성형 중 늘어짐 현상이 발생하였고, 압출 과정에서도 굵기가 얇게 압출되었다.
- 습식제분에 비하여 외관의 밝기와 쫄깃함 그리고 부드러운 특성 등의 관능특성이 전반적으로 좋지 않았고 작업성도 좋지 않은 결과를 나타내었다.

(나) 목표수분함량 30%로 가수하여 제분한 쌀가루로 만든 가래떡의 관능검사 결과

- 가수 30% 반습식 제분한 서로 다른 입도의 쌀가루로 가래떡을 제조한 후 10분간 방냉하여 관능평가를 실시하였다.
- 쌀가루 입도 180mesh 이하로 제조한 가래떡은 250Mesh이상의 입도로 만든 떡에 비해 외관의 백탁도는 감소하나, 식감은 더 부드러우면서 적당한 쫄깃함을 나타내었다.
- 쫄깃함 식감은 입자가 미세해 질수록 강한 것으로 나타났으며, 특히 180Mesh이상에서는 현저하게 높게 나타났다. 반면 입도가 작을수록 부드러운 식감은 감소하여 씹었을 때 단단한 식감을 나타내었으며, 백탁도는 미세하게 더 좋아지나 떡의 굵기나 모양 등의 성상은 좋지 않은 결과를 나타내었다.
- 특히, 쌀가루의 입도가 250Mesh이상에서는 쌀가루 날림 현상으로 인해 작업하기가 어려웠고, 압출된 가래떡의 굵기가 얇게 나왔으며, 압출 과정에서 떡 표면에 갈라짐 현상이 발생하는 등 작업성과 성상이 전반적으로 좋지 않았다.

<그림 2-4>. 건식제분 쌀가루로 제조한 가래떡의 관능검사 결과



가수0% 80Mesh 가래떡



가수0% 120Mesh 가래떡



가수0% 180Mesh 가래떡



가수0% 250Mesh 가래떡

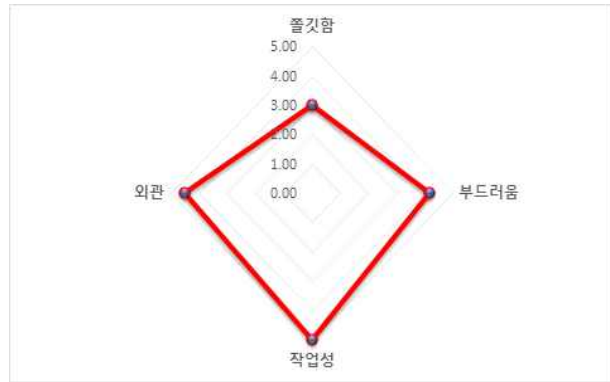


가수0% 350Mesh 가래떡

<그림 2-5>. 목표수분 30%로 가수하여 체분한 쌀가루로 만든 가래떡의 관능검사 결과



가수30% 80Mesh 가래떡



가수30% 120Mesh 가래떡



가수30% 180Mesh 가래떡



가수30% 250Mesh 가래떡



가수30% 350Mesh 가래떡

(3) 가래떡 제조 시 작업성 평가

- 건식 제분한 쌀가루의 경우 반죽 제조과정에서 수분을 가한 뒤 롤밀로 쌀가루에 수분을 흡수시킬 때, 수분 흡수가 원활히 이루어지지 않아 익히는 과정 중 설익는 현상이 나타났다. 또한 증숙된 쌀가루 반죽의 압출·성형 과정에서 반죽이 늘어지는 현상으로 인해 작업성이 매우 좋지 않았다.
- 압출 과정 중 반죽이 늘어지는 현상으로 인해 성형이 원활하지 않았고 상온의 물에 냉각 한 뒤에도 거래떡의 표면이 매끈하지 않고 끈적이는 특징이 나타났다. 또한 가래떡을 노화시키는 과정에서 표면이 갈라지는 현상이 발생하였다.
- 입도가 미세한 쌀가루는 작업 과정 중 가루 날림 현상으로 인하여 작업성이 좋지 않았으며, 입도가 굵은 쌀가루가 날림현상 없이 작업성이 좋았다. 또한 입도가 너무 미세한 쌀가루는 동일한 가공 조건(호화온도, 토출구 직경 등)에서 생산했을 때 가래떡의 두께가 더 가늘게 제조되어 떡이 조직감이 단단한 느낌을 주었다.
- 작업성에 있어서는 습식제분(목표수분 30%)한 120mesh 이하의 쌀가루로 떡을 만들었을 때 가수 시 수분 흡수가 잘 되어 입자의 호화가 균일하고, 또한 가루 날림이 적어 작업성이 가장 좋았다.

<그림 2-6>. 가래떡 제조 주요 공정과 발생 현상



<표 2-10>. 가래떡 관능평가 5점 척도 실험 결과

(입도 단위: Mesh)

| 유형 | 제분조건 입도 평가 항목 | 건식제분(가수 0%) | | | | | 반습식 제분(목표수분 30%로 가수) | | | | | 타사 습식쌀가루 |
|-----|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 80 | 120 | 180 | 250 | 350 | 80 | 120 | 180 | 250 | 350 | |
| 강도 | 부드러움 | 2.8±0.3 ^{abc} | 2.3±0.6 ^{bc} | 1.7±0.6 ^{bc} | 1.3±0.6 ^c | 1.3±0.6 ^c | 4.0±0.5 ^a | 4.2±0.3 ^a | 3.2±0.3 ^{ab} | 2.0±0.0 ^{bc} | 1.3±0.6 ^c | 4.0±1.0 ^a |
| | 줄기함 | 2.0±0.0 ^{cd} | 1.7±0.6 ^d | 1.3±0.6 ^d | 1.3±0.3 ^d | 2.0±0.0 ^{cd} | 1.7±0.6 ^d | 3.3±0.6 ^b | 4.2±0.3 ^{ab} | 4.7±0.6 ^a | 5.0±0.0 ^a | 3.2±0.3 ^{bc} |
| 선호도 | 외관 | 2.7±0.6 ^b | 2.0±0.0 ^{bc} | 2.0±0.0 ^{bc} | 1.3±0.6 ^c | 1.3±0.6 ^c | 3.8±0.3 ^a | 4.5±0.5 ^a | 4.0±0.0 ^a | 2.0±0.0 ^{bc} | 1.7±0.6 ^{bc} | 4.2±0.3 ^a |
| | 작업성 | 2.7±0.6 ^{bcd} | 2.3±0.6 ^{cd} | 2.0±1.0 ^d | 1.3±0.6 ^d | 1.0±0.0 ^d | 3.8±0.3 ^{abc} | 5.0±0.0 ^a | 4.2±0.3 ^{ab} | 2.3±0.6 ^{cd} | 1.3±0.6 ^d | 4.0±1.0 ^{abc} |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다. 분산분석은 관능평가 항목 기준으로 실시하였습니다.

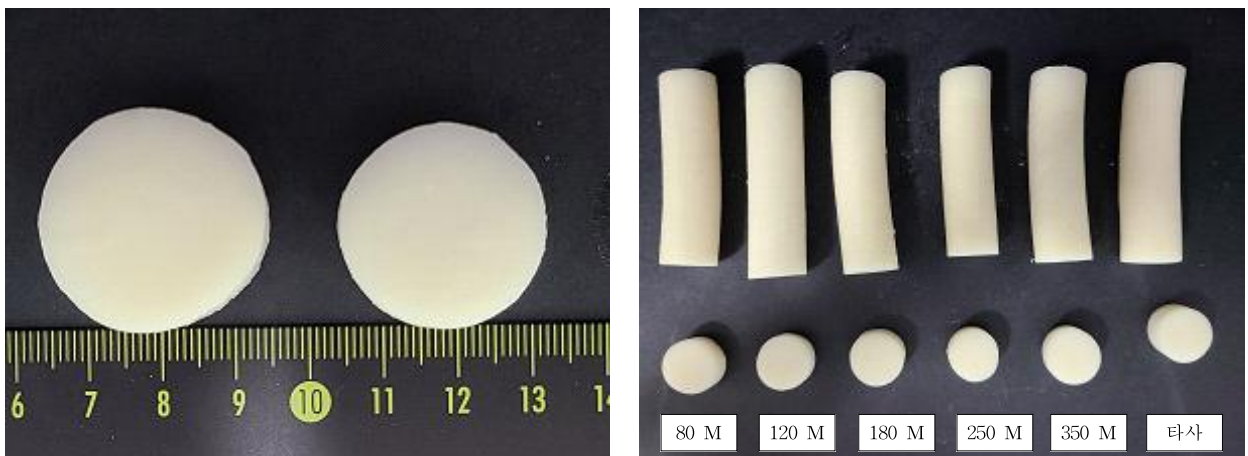
(4) 가래떡의 굵기(단면지름) 변화 분석

- 동일한 가공조건(호화온도, 토출구 직경 등)으로 가래떡 제조 시 쌀가루의 입자가 굵을수록 떡의 지름이 굵었고, 입자가 미세해 질수록 떡의 지름이 가늘어지는 경향이였다. 비율적으로는 80Mesh보다 350Mesh로 만들었을 때 건식 17%, 습식 12% 정도 두께가 감소하였다.

<표 2-11>. 쌀가루 제분방법과 입도에 따른 가래떡의 굵기(지름) 비교

| 쌀가루 시료 | | 가래떡 굵기(지름, cm) |
|-------------------|-------------|-------------------------|
| 제분방법 | 목표 입도(Mesh) | |
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 2.9±0.1 ^a |
| | 120 | 2.8±0.1 ^{ab} |
| | 180 | 2.7±0.1 ^{bcd} |
| | 250 | 2.5±0.1 ^{cdef} |
| | 350 | 2.4±0.1 ^{ef} |
| 가수 30% (반습식제분) | 80 | 2.8±0.2 ^{abc} |
| | 120 | 2.6±0.1 ^{bcde} |
| | 180 | 2.5±0.0 ^f |
| | 250 | 2.6±0.1 ^{bcde} |
| | 350 | 2.4±0.1 ^{def} |
| 대조구 : 타사 떡용 쌀가루 | | 2.5±0.1 ^{de} |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다름



<그림2-7>. 쌀가루 제분 조건별 가래떡 지름 크기; (좌) 가수30% 80Mesh 쌀가루 및 가수30% 350Mesh 쌀가루 제조 가래떡 (우) 가수30% 입도별 제조 가래떡 및 타사쌀가루 제조 가래떡

나) 떡국떡 실험 결과

(1) 관능검사 결과

(가) 건식제분 쌀가루로 만든 떡국떡의 관능검사 결과

- 서로 다른 입도를 가진 건식제분 쌀가루로 제조한 가래떡으로 떡국떡을 제조하였으며 일정한 크기로 썰은 떡국떡을 100℃의 끓는 사골물에 넣고 3분간 가열한 후 관능검사를 실시하였으며 결과는 <그림 2-8>과 같다.
- 외관은 건식제분 쌀가루의 입도가 큰 경우보다 180Mesh 이상으로 미세한 쌀가루로 만들었을 때 더 좋아지는 것으로 나타났다. 전반적으로는 표면이 매끄럽지 않아 외관에 대한 선호도가 낮은 편이었는데 이는 가래떡 제조 과정 중 쌀가루 반죽 시 수분 흡수가 원활하지 않은 원인으로 인해 증숙과정에서 호화가 균일하게 이루어지지 않아 발생한 현상으로 판단되어진다.
- 입도에 따라 끈적임은 큰 차이를 보이지 않았으나, 쫄깃하고 단단한 식감은 쌀가루의 입자가 미세해 질수록 증가하는 것으로 나타났다.

(나) 목표수분함량 30%로 가수하여 제분한 쌀가루로 만든 떡국떡의 관능검사 결과

- 가수30% 습식으로 제분하여 서로 다른 입도를 가진 쌀가루로 제조한 떡국떡을 100℃ 끓는 사골물에 3분간 호화 시킨 뒤 관능평가를 실시하였으며 결과는 <그림2-8>과 같다.
- 입자가 클수록 끈적임이 적었고, 외관이 거칠어 낮은 점수를 보였으며, 입자가 미세할수록 끈적임은 소폭 증가하였으나, 외관은 매끈하여 점수가 높은 경향을 나타내었다. 또한 입자가 미세해 질수록 부드러운 식감은 낮아지고 쫄깃한 식감이 높아지는 경향이 나타났다.
- 종합적인 선호도는 120mesh 쌀가루로 생산한 떡국떡이 가장 높았으며, 부드러우면서 끈적이지 않는 특성을 보였다.
- 건식 쌀가루로 제조한 떡국떡에 비해 표면이 매끄럽고 끈적이는 식감이 낮았으며 종합적인 선호도가 높아 전반적으로 반습식제분(목표수분 30% 가수하여 제분)의 경우가 현저히 우수한 결과를 나타내었다.

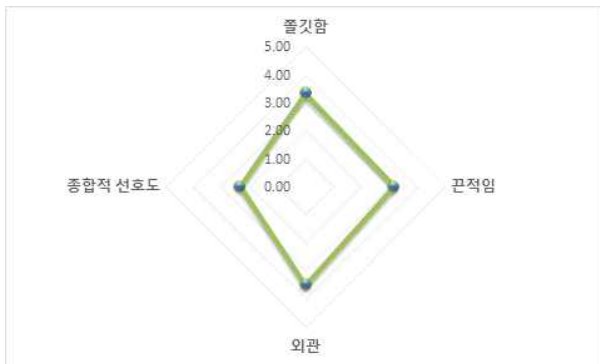
<그림2-8>. 건식제분 쌀가루로 제조한 떡국떡의 관능검사 결과



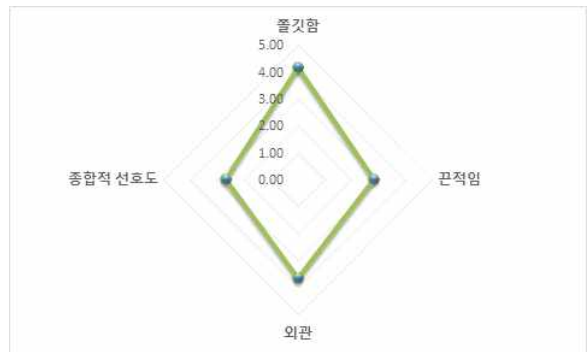
가수0% 80MESH 떡국떡



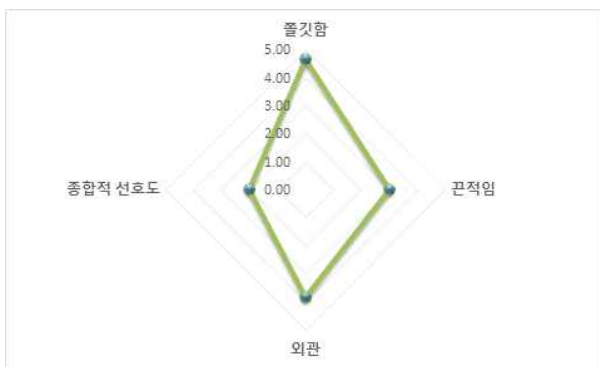
가수0% 120MESH 떡국떡



가수0% 180MESH 떡국떡

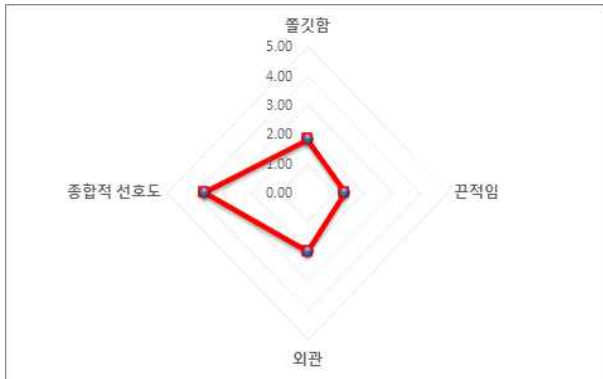


가수0% 250MESH 떡국떡



가수0% 350MESH 떡국떡

<그림 2-9>. 목표수분 30%로 가수하여 체분한 쌀가루로 만든 떡국떡의 관능검사 결과



가수30% 80MESH 떡국떡



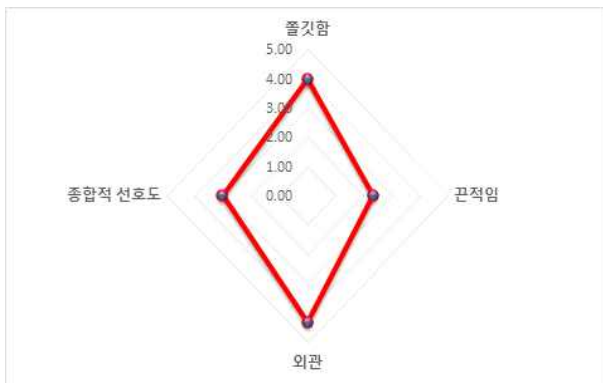
가수30% 120MESH 떡국떡



가수30% 180MESH 떡국떡



가수30% 250MESH 떡국떡



가수30% 350MESH 떡국떡

<표 2-12>. 떡국떡 관능평가 5점 척도 실험 결과

(입도 단위: Mesh)

| 유형 | 제분조건 입도 평가 항목 | 건식제분(가수 0%) | | | | | 반습식제분(목표수분 30%로 가수) | | | | | 타사쌀가루 |
|-----|---------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 80 | 120 | 180 | 250 | 350 | 80 | 120 | 180 | 250 | 350 | |
| 강도 | 부드러움 | 3.0±0.5 ^{bcd} | 3.2±0.3 ^{abcd} | 3.3±0.3 ^{abcd} | 4.2±0.3 ^{ab} | 4.7±0.6 ^a | 1.8±0.8 ^d | 2.3±0.6 ^{cd} | 3.3±0.6 ^{abcd} | 3.5±0.5 ^{abc} | 4.0±1.0 ^{ab} | 2.8±0.3 ^{bcd} |
| | 쫄깃함 | 3.0±0.5 ^{ab} | 3.2±0.3 ^a | 3.2±0.3 ^a | 2.8±0.3 ^{abc} | 3.0±0.0 ^{ab} | 1.3±0.6 ^d | 1.3±0.6 ^d | 1.7±0.6 ^{cd} | 2.3±0.6 ^{abcd} | 2.3±0.6 ^{abcd} | 1.8±0.3 ^{bcd} |
| | 외관 (매끈함) | 1.0±0.0 ^d | 1.8±0.3 ^{cd} | 3.5±0.5 ^{ab} | 3.7±0.3 ^{ab} | 3.8±0.3 ^{ab} | 2.0±0.0 ^{cd} | 3.0±0.0 ^{bc} | 3.7±0.6 ^{ab} | 4.7±0.6 ^a | 4.3±0.6 ^a | 3.8±0.8 ^{ab} |
| 선호도 | 종합적 선호도 | 1.8±0.8 ^c | 2.0±0.0 ^{de} | 2.3±0.6 ^{cde} | 2.7±0.6 ^{bcde} | 2.0±0.0 ^{de} | 3.7±0.6 ^{abc} | 4.3±0.6 ^a | 3.8±0.3 ^{ab} | 3.3±0.6 ^{abcd} | 3.0±0.0 ^{abcde} | 3.2±0.3 ^{abcde} |

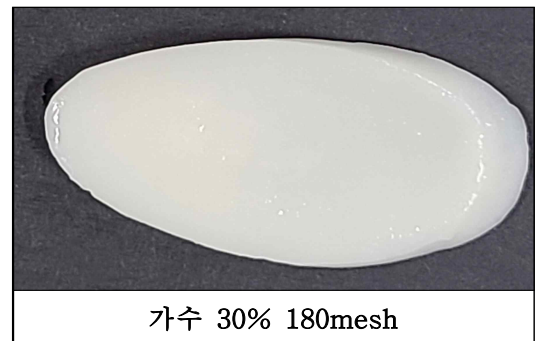
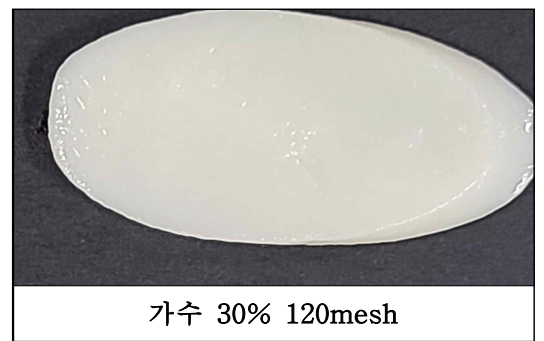
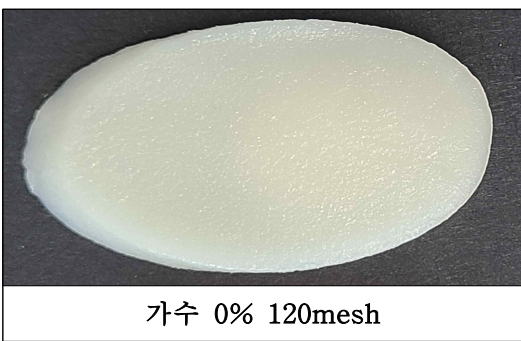
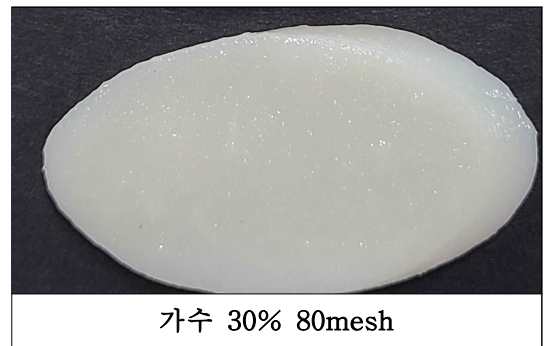
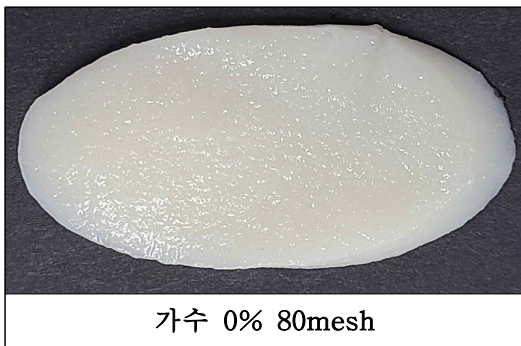
※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다름. 분산분석은 관능평가 항목 기준으로 실시

(2) 떡국떡 호화 후 특성

(가) 건식과 반습식(목표수분 30%가수) 제분한 쌀가루로 만든 떡국떡의 외관특성

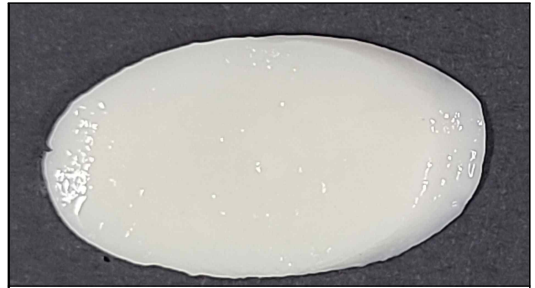
- 그림과 같이 떡국떡의 외관(표면)은 쌀가루의 입자가 굵을수록 표면이 거칠고 입자가 미세해질수록 약간 더 매끄러워지는 경향을 보였으며, 또한 반습식제분(목표수분 30%가수) 쌀가루로 제조한 떡국떡이 건식 쌀가루로 제조한 떡에 비해 현저하게 표면이 고르고 매끄러운 모습을 나타내었다. 건식 쌀가루는 반죽 과정에서 수분이 쌀가루 입자에 충분히 흡수 되지 않아 증숙 과정에서 전분 입자의 호화가 원활이 이루어지지 않는 원인으로 인해, 떡을 다시 익히는 과정을 거쳐도 표면이 균일하지 않은 것으로 판단되어진다.

<그림2-10>. 건식과 습식(목표수분 30%가수) 제분한 쌀가루로 만든 떡국떡의 외관 비교(사진)





가수 0% 250mesh



가수 30% 250mesh



가수 0% 350mesh



가수 30% 350mesh

(3) 떡국떡의 굵기(지름) 변화 분석

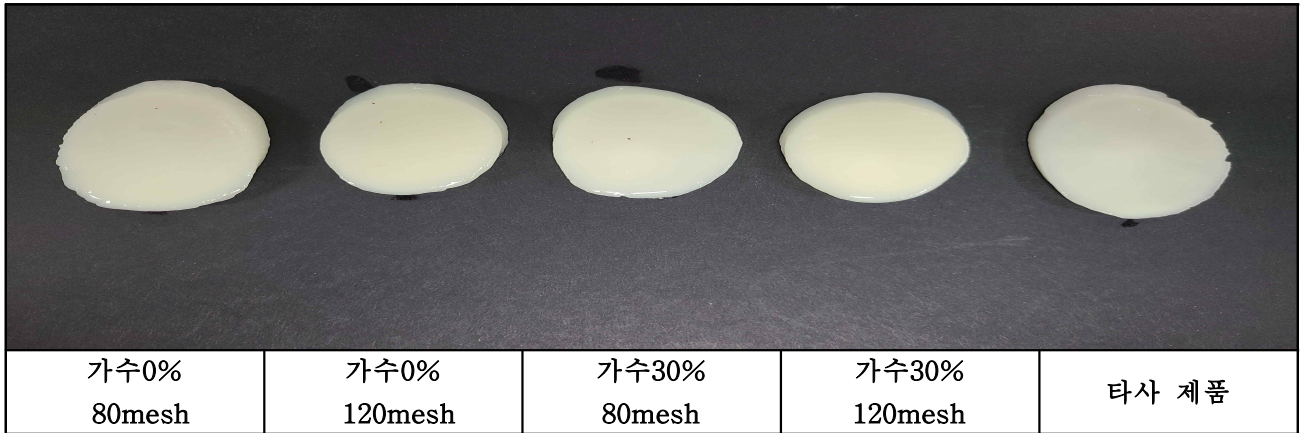
- 떡국떡을 끓일 때 재호화와 함께 부피가 증가되는 정도를 측정하기 위해 호화(끓이기) 전·후 떡의 가로·세로 크기 변화를 측정하여 표<2-13>.에 나타내었다.
- 제분 방법별 비교에서는 건식(가수0%) 쌀가루로 제조한 떡국떡의 가로·세로 크기 변화가 반습식(가수30%) 쌀가루로 제조한 떡국떡의 크기 변화보다 커서 떡국떡을 끓였을 때 떡의 부피가 더 커지고 이는 빨리 퍼지는 현상과도 연관이 있을 것으로 판단된다.
- 건식제분 쌀가루의 입도별 비교에서는 120Mesh의 경우가 80Mesh 보다 변화율은 크지만, 끓이기 전 떡국떡의 크기가 더 작았고 끓여서 재 호화한 후는 최종적으로 유사한 크기를 보였다.
- 반습식 제분 쌀가루의 입도별 비교에서는 건식과 반대로 120Mesh의 경우가 80Mesh 보다 다소 변화폭이 더 작았으나 전체적으로는 입도별로 큰 차이를 보이지 않았으며 이 결과를 통해 반습식 제분의 경우 80과 120Mesh간에는 재 호화 후의 차이가 크지 않음을 알 수 있었다.

<표 2-13>. 쌀가루 시료별 떡국떡의 호화 전·후 크기 분석

| 쌀가루 시료 | | 떡국떡 지름(cm) | | | | 변화율 (%) | |
|-------------------|-------------|------------|---------|---------|---------|---------|------|
| | | 재 호화 전 | | 재 호화 후 | | | |
| 제분방법 | 목표입도 (Mesh) | 가로 | 세로 | 가로 | 세로 | 가로 | 세로 |
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 2.7±0.1 | 4.5±0.1 | 3.1±0.1 | 5.3±0.3 | 16.3 | 17.0 |
| | 120 | 2.6±0.1 | 4.1±0.2 | 3.1±0.1 | 5.0±0.1 | 21.5 | 21.7 |
| 가수 30% (반습식제분) | 80 | 2.5±0.1 | 4.1±0.1 | 2.8±0.0 | 4.8±0.2 | 14.1 | 18.5 |
| | 120 | 2.5±0.1 | 4.2±0.3 | 2.8±0.1 | 4.7±0.2 | 14.0 | 12.2 |
| 타사 떡용 쌀가루 | | 2.6±0.1 | 4.5±0.2 | 3.0±0.1 | 5.0±0.0 | 17.2 | 12.1 |

※ 타사 떡용 쌀가루 : 완전침지 습식제분 방식

<그림 2-11>. 쌀가루 조건별 떡국떡의 호화 후 크기 변화



(4) 용출수 분석

- 떡국떡을 끓는 증류수에 넣고 3분간 호화시킨 후 용출수의 당도를 측정된 결과는 아래 표 <2-14>와 같다.
- 건식제분 쌀가루의 입도별로 분석한 결과 80Mesh에서는 0.15Brix로 낮았으나 120Mesh이상 인 경우 0.33Brix로 높아졌으며, 입자가 더 미세해져도 용출수의 당도는 변화가 없었다.
- 반습식 제분의 경우 입자가 미세해 질수록 떡국떡 용출수의 당도는 미미하게 증가하는 경향이 있었으나 유의적인 차이는 없었다.
- 가수0% 건식 쌀가루로 제조한 떡국떡의 용출수 당도가 가수 30% 반습식 쌀가루의 경우 보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 이는 전분손상도에 있어서 가수0% 건식 쌀가루가 가수30% 반습식 쌀가루보다 현저히 높은 원인으로 인해 손상된 전분 입자가 많을수록 조리 및 호화되는 과정 중에 전분의 용출이 더 쉽게 일어날 수 있는 것으로 판단되어 진다.

<표 2-14>. 쌀가루 시료별 떡국떡 용출수 당도 분석

| 쌀가루 시료 | | 전분손상도 (%) | 떡 용출수 당도 |
|-----------------|-------------|-----------|----------------------|
| 제분방법 | 목표입도 (Mesh) | | |
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 5.7 | 0.2±0.0 ^b |
| | 120 | 6.4 | 0.3±0.1 ^a |
| | 180 | 8.0 | 0.3±0.0 ^a |
| | 250 | 10.0 | 0.3±0.0 ^a |
| | 350 | 10.2 | 0.3±0.0 ^a |
| 가수 30% (반습식제분) | 80 | 2.2 | 0.1±0.0 ^b |
| | 120 | 2.1 | 0.1±0.0 ^b |
| | 180 | 2.4 | 0.1±0.0 ^b |
| | 250 | 2.8 | 0.1±0.0 ^b |
| | 350 | 4.8 | 0.2±0.0 ^b |
| 대조구 : 타사 떡용 쌀가루 | | 2.0 | 0.2±0.0 ^b |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.

다) 백설기 실험 결과

(1) 물성분석 결과

(가) 백설기 제조에 따른 수분흡수량과 떡의 경도변화

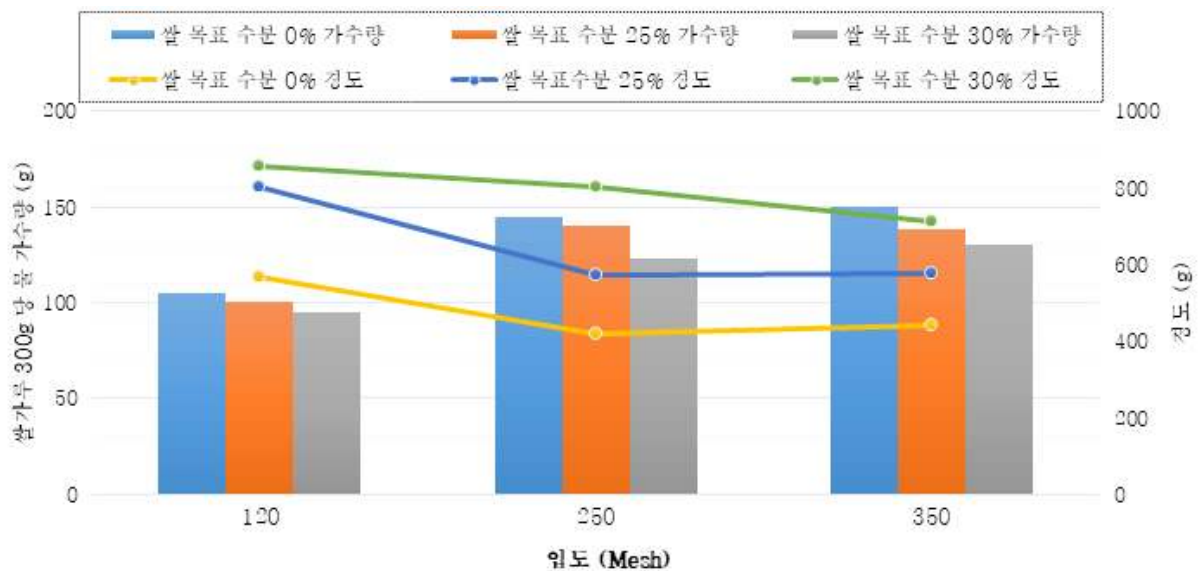
- 쌀가루 300g에 쌀가루 중량의 10% 설탕, 1% 소금을 첨가하고 20mesh체에 내리기 전 동일한 반죽 농도가 될 때까지 가수를 한 뒤 첨가되는 물의 양을 측정하였다.
- 모든 제분조건에서 쌀가루의 입자가 미세해질수록, 손상전분이 많아질수록 반죽의 가수량이 증가하는 경향을 확인하였다. 또한 제분방법에 따라서는 건식제분, 목표수분 25%, 목표수분 30% 가수 제분한 순으로 동일한 입도에서의 가수량이 감소하여, 습식제분에 가까워질수록 전분손상도의 감소에 의해 수분을 더 적게 흡수하는 것을 확인할 수 있었다.

<표 2-15>. 쌀가루 시료별 가수량 및 경도 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 쌀가루 300g 당 가수량(ml) | 경도(g) |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | | |
| 가수 0% (건식제분) | 120 | 6.4 | 105 | 569 ± 34 ^{def} |
| | 250 | 10.0 | 145 | 420 ± 49 ^f |
| | 350 | 10.2 | 150 | 441 ± 20 ^{ef} |
| 가수 25% (반습식제분) | 80 | 3.2 | 100 | 1,040 ± 66 ^b |
| | 120 | 4.5 | 100 | 800 ± 124 ^c |
| | 250 | 6.5 | 140 | 570 ± 51 ^{de} |
| 가수 30% (반습식제분) | 350 | 7.7 | 138 | 577 ± 22 ^{def} |
| | 80 | 2.2 | 85 | 1,258 ± 80 ^a |
| | 120 | 2.1 | 95 | 854 ± 67 ^c |
| 가수 30% (반습식제분) | 250 | 2.8 | 123 | 804 ± 60 ^c |
| | 350 | 4.8 | 130 | 710 ± 39 ^{cd} |
| 타사 쌀가루 | 80 | 2.0 | 135 | 1,033 ± 59 ^b |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.

- 백설기를 제조 후 경도를 분석한 결과 반죽 때의 수분흡수량 결과와는 반대로 입자가 미세해질수록 전분손상도가 높을수록 가수량은 증가하였으나 경도는 점차 감소하는 경향을 나타내었고, 제분방법에 따라서는 건식제분보다 습식제분에 가까워질수록 경도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.
- 종합적으로 입도와 전분손상도 그리고 제분방법에 따라 반죽의 가수량이 많아질수록 백설기 떡의 경도는 유의적으로 감소하고, 반죽의 가수량이 감소할수록 경도는 증가하는 경향임을 알 수 있었다.
- 한편 타사의 완전습식제분 쌀가루(80Mesh)로 백설기 제조 시 유사한 입도의 목표입도30% 가수로 제분한 쌀가루((80Mesh)보다 흡수하는 물의 양은 현저히 많았으나 경도는 유사한 결과를 나타내어 완전습식 쌀가루와는 더 많은 비교실험이 필요할 것으로 판단되었다.



<그림 2-12>. 쌀가루 조건별 백설기의 경도 및 가수량 변화

(나) 노화에 따른 백설기 떡의 경시적 경도 변화

- 동일한 입도에서 동일한 물성의 반죽이 될 때까지 가수량을 달리하여 백설기를 제조 한 뒤 20℃ 인큐베이터에 보관하며 시간별로 경도(g)를 측정하였으며 결과는 표<2-16>과 같다. 전반적인 경도의 변화 패턴은 앞의 가)와 같았다.

- 각 가수조건별로 제분한 쌀가루의 120mesh 동일 입도에서 비교한 결과, 건식 제분 쌀가루는 3시간 후 경도가 72% 증가하였으나, 6시간 후는 3시간 후 보다 14% 더 증가하여 초기 3시간에 거의 대부분의 노화가 일어나는 것으로 보였다.
- 습식제분에 가까워질수록 초기 노화의 속도가 건식제분의 떡보다 빠르지 않았는데, 가수30% 습식제분의 경우 3시간 경과 후 경도가 51% 증가하였고, 그 이후 3시간동안 25% 더 증가하였다. 이 결과로부터 습식은 건식보다 기본적인 떡의 경도 값은 크지만 노화의 정도는 6시간까지도 어느 정도 더디게 계속 진행되고 있는 것을 알 수 있었다.
- 입도가 250mesh인 경우는 120Mesh보다 전반적인 경도값의 크기는 더 작지만 노화의 패턴은 유사하였다.
- 전체적으로 노화의 속도는 입자가 굵을수록 약간 더 빠르고, 가수량이 많았던 건식제분 떡 보다는 습식제분에 가까워질수록 전체적인 떡의 경도값은 크지만 노화의 속도는 더디게 일어나는 것으로 판단되었다.

<표 2-16> 120Mesh 입도의 쌀가루로 제조한 백설기의 노화 시간에 따른 경도 변화

| 쌀가루 시료 | | | 백설기 경도(g) | | |
|-------------|--------|-----------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 목표입도 (Mesh) | 제분 조건 | 전분 손상도(%) | 0시간 노화 후 | 3시간 노화 후 | 6시간 노화 후 |
| 120 | 가수 0% | 6.4 | 766±46 ^a | 1,318±148 ^a (72% ↑) | 1,502±225 ^a (14% ↑) |
| | 가수 25% | 4.5 | 964±2 ^a | 1,507±71 ^b (56% ↑) | 1,701±93 ^b (13% ↑) |
| | 가수 30% | 2.1 | 1,470±45 ^b | 2,213±92 ^b (51% ↑) | 2,775±59 ^b (25% ↑) |
| 250 | 가수 0% | 10.0 | 438±1 ^a | 713±33 ^a (63% ↑) | 751±57 ^a (5% ↑) |
| | 가수 25% | 6.5 | 651±24 ^b | 957±16 ^b (47% ↑) | 1,057±74 ^b (10% ↑) |
| | 가수 30% | 2.8 | 870±38 ^c | 1,292±74 ^c (49% ↑) | 1,553±201 ^b (20% ↑) |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다름, 노화 시간별로 분산분석 실시

(다) 노화에 따른 백설기 떡의 경시적 경도 변화

- 앞의 실험들을 통해 백설기에 적합한 것으로 판단된 가수30% 습식제분 쌀가루를 시료로 하였으며, 입도를 달리하여 떡을 제조하였고, 타사 완전습식 쌀가루를 대조구로 하였다. 백설기의 제조는 떡 생산업체의 Pilot 설비를 이용하여 제조하였다.
- 제조과정은 쌀가루에 쌀가루 중량의 50% 물을 모든 실험구에 동일하게 가수하고 수분을 균일하게 침투시키기 위해 롤밀로 한번 통과시켰다. 반죽된 쌀가루를 채에 쳐서 내린 뒤 쌀가루 중량의 11% 설탕과 1.1%의 소금을 첨가하여 백설기 찜 틀에 넣고 110℃에서 15분간 찜 뒤 제조된 백설기의 경도를 측정하였다.
- 가수한 쌀가루를 롤밀로 통과시키면 물리적으로 쌀가루 입자 속으로 수분 침투가 용이하게 하고 입자사이로 증기의 흐름을 원활히 하여 찌는 과정에서 호화가 원활하게 이루어지는 것으로 판단되었으며, 이를 통해 백설기를 제조 했을 때 미호화된 입자로 인한 이물감이 없이 부드러운 식감을 얻을 수 있었다.
- 반죽의 가수 후 먼저 롤밀을 통과시킨 후 균일한 수분침투를 위해 30분간 숙성(상온 정치) 과정을 거친 것과 가수 후 30분 숙성(정치)하여 롤밀을 통과시킨 두 가지 방법간의 비교에서는 롤밀 통과 후 30분 숙성시켜 떡을 제조하였을 때가 전반적인 경도값이 더 낮아 부드러운 식감을 나타내는 것을 알 수 있었다.
- 롤밀 후 숙성한 반죽으로 제조한 백설기의 경우 24시간 경과 후 초기에 비해 증가한 경도 값이 120Mesh, 250Mesh로 제조했을 때 각각 212%, 190% 이었으나 80Mesh의 경우 128%로 가장 작은 증가 값을 보였다. 타사 쌀가루(80Mesh)의 179%에 비해서도 현저히 낮아 가수 30%제분·80Mesh입도의 쌀가루로 제조한 백설기가 24시간 후에도 더 부드러운 식감을 유지 하는 것으로 나타났다.

<표 2-17> 수분침투 방법과 노화 시간에 따른 백설기의 경도 변화 (목표수분 30% 가수 제분 쌀가루)

| 목표 입도 (Mesh) | 백설기 경도(g) | | |
|-----------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| | 롤밀 후 숙성 | 숙성 후 롤밀 | 24시간 후 (롤밀 후 숙성) |
| 80 | 875±15 ^a | 966±46 ^b | 1,992±14 (128% ↑) |
| 120 | 865±66 ^a | 1,017±16 ^a | 2,697±132 (212% ↑) |
| 250 | 1,165±119 ^a | 1,245±56 ^a | 3,379±47 (190% ↑) |
| 타사 쌀가루 | 861±60 ^a | 970±6 ^a | 2,401±337 (179% ↑) |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다릅니다.
숙성 방법별로 분산분석 실시하였습니다.

(2) 관능평가 결과

- 서로 다른 입도 및 전분손상도별 쌀가루로 만든 백설기에 대해 관능평가를 실시한 결과 건식, 가수 30% 쌀가루 모두 입도가 작아질수록 떡의 부드러움이 감소하고 쫄깃함과 외관 선호도는 증가하는 경향을 나타내었다. 건식 쌀가루로 제조한 백설기는 쫄깃한 식감이 없고 푸석하고 단단한 식감이 나타나 백설기에 적합하지 않았다.
- 가수30% 반습식 쌀가루로 제조한 백설기는 입도가 굵을수록 부드러운 식감과 종합적 선호도가 높게 나타났다. 쌀가루 입자가 굵을수록 수분을 흡수한 쌀가루 입자 사이로 증기가 올라갈 수 있는 통로가 잘 형성되어 전분의 완전한 팽윤과 호화가 일어나고, 이로 인해 최종 제품에 더 부드러운 식감을 부여하는 것으로 판단되어진다.

<그림 2-13>. 제분조건에 따른 80Mesh 입도의 쌀가루로 제조한 백설기의 성상

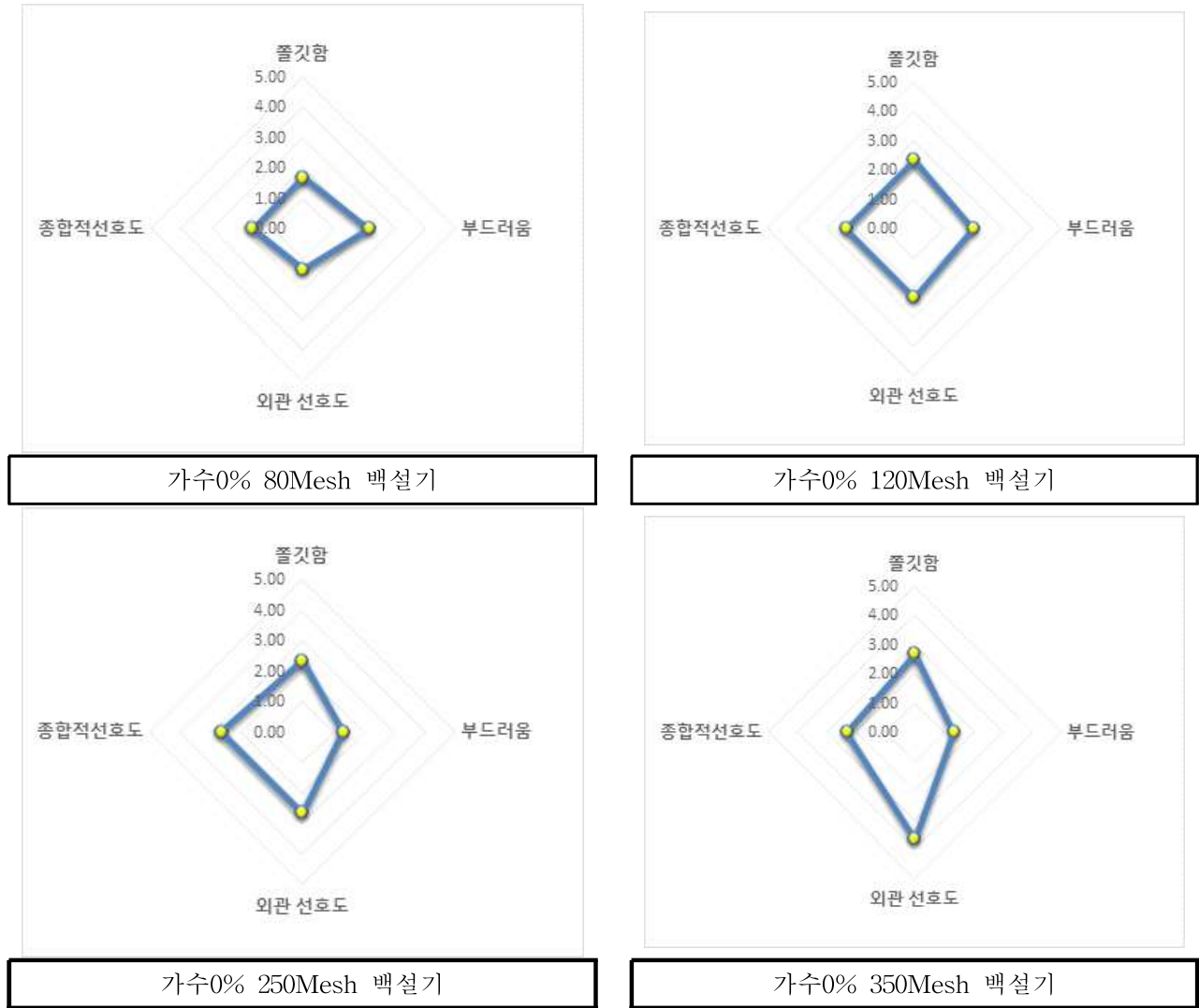


가수0% 건식 쌀가루(80mesh)로 제조한 백설기



가수30% 습식 쌀가루(80mesh)로 제조한 백설기

<그림 2-14>. 건식제분 입도별 쌀가루로 제조한 백설기의 관능검사 결과

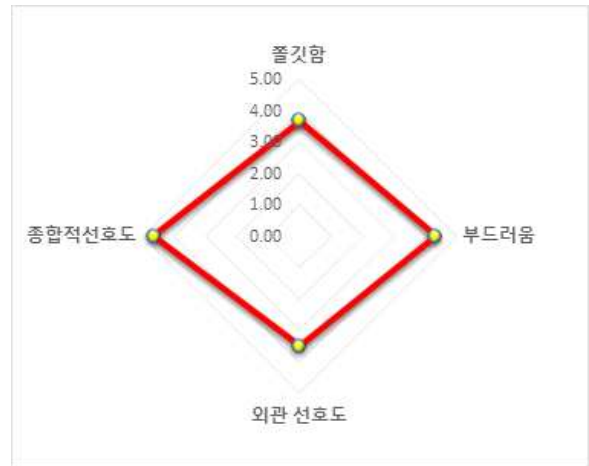


- 작업성에 있어서는 쌀가루 입자가 250mesh 이상으로 미세하게 되면 반죽 및 이동 과정에서 가루날림 현상으로 인해 작업하기 좋지 않았다.
- 관능평가 결과 부드러운 식감과 종합적 선호도가 가장 높은 시료는 가수 30% 습식, 입도 120mesh 이하로 분석 되었으며, 그 중 외관선호도를 고려하면 120Mesh의 입도가 좋았으며, 앞의 24시간 노화시킨 후의 경도값 등을 고려할 때는 노화의 정도가 가장 늦었던 80Mesh의 입도도 백설기 원료용 쌀가루로 적합할 것으로 판단되었다.
- 120Mesh의 경우 타사 쌀가루와 비교해서도 전반적으로 유의차 없이 양호한 결과 값을 보였다.

<그림 2-15>. 습식제분 입도별 쌀가루로 제조한 백설기의 관능검사 결과



가수30% 80Mesh 백설기



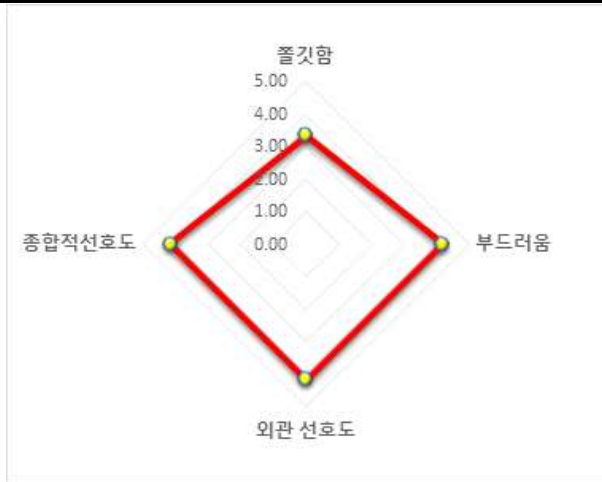
가수30% 120Mesh 백설기



가수30% 250Mesh 백설기



가수30% 350Mesh 백설기



타사 떡용 쌀가루 백설기

<표 2-18>. 백설기의 관능검사 결과(5점 척도)

(입도 단위: Mesh)

| 유형 | 제분조건 입도 평가 항목 | 건식제분(가수 0%) | | | | 반습식 제분(목표수분 30%로 가수) | | | | 타사쌀가루 |
|-----|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | 80 | 120 | 250 | 350 | 80 | 120 | 250 | 350 | |
| 강도 | 줄깃함 | 2.7±0.6 | 2.0±0.0 | 1.3±0.6 | 1.3±0.6 | 3.8±0.3 | 4.5±0.5 | 2.0±0.0 | 1.7±0.6 | 4.2±0.3 |
| | 부드러움 | 2.2±0.3 ^{bc} | 2.0±1.0 ^{bc} | 1.3±0.6 ^c | 1.3±0.6 ^c | 4.2±0.3 ^a | 4.3±0.3 ^a | 3.2±0.3 ^{ab} | 2.7±0.6 ^{bc} | 4.2±0.3 ^a |
| 선호도 | 외관 | 1.3±0.6 ^b | 2.3±0.6 ^{ab} | 2.7±0.6 ^{ab} | 3.7±1.5 ^a | 3.2±0.3 ^{ab} | 3.5±0.5 ^a | 3.8±0.3 ^a | 4.2±0.3 ^a | 4.2±0.3 ^a |
| | 종합적 선호도 | 1.7±0.6 ^c | 2.3±0.6 ^{bc} | 2.7±0.6 ^{bc} | 2.3±0.6 ^{bc} | 4.7±0.6 ^a | 4.7±0.6 ^a | 2.7±0.6 ^{bc} | 2.7±1.2 ^{bc} | 4.2±0.3 ^{ab} |

※ Tukey의 방법 및 95% 신뢰 구간을 사용한 그룹화 정보; 문자를 공유하지 않는 평균들은 유의하게 서로 다름

3) 결론

- 오리온농협(주) 공장의 쌀가루 제분라인을이용하여 Plant scale로 다양한 품질의 쌀을 제분하고, 입도와 전분손상도(%)가 각기 다른 쌀가루로 떡(가래떡, 떡국떡, 백설기)을 제조하여 가공적성을 평가하였다.
- 실험 결과 쌀가루의 전분 손상도(%)가 5% 이하이며 입도가 100~180Mesh로 제조한 떡의 품질이 우수하였다. 떡용 쌀가루 제조조건(쌀 가수량, 기류분쇄)과 품질조건(입도, 전분손상도)은 아래 표<2-19>와 같다.

<표 2-19>. 떡용 쌀가루 생산 조건 및 품질 규격

| 조건 | 구분 | 기준 |
|--------|-----------|---------------------------------|
| | 쌀 가수량 (%) | 30 |
| ① 분쇄조건 | 분쇄 (Hz) | 45 ~ 50 |
| | 분급 (Hz) | 20 ~ 22 |
| | 성상 | 고유의 색택과 향미를 가지고 이미 및 이취가 없어야한다. |
| | 입도별 범위 | 100 ~ 180Mesh |
| ② 품질조건 | 수분함량 | 15% 이하 |
| | 전분손상도(%) | 5% 이하 |
| | 이물 | 불검출 |

- 해당 기술의 쌀가루는 입자가 굵어 증숙 시 수분을 흡수한 쌀가루 입자 간 호화가 잘 일어나며, 생산 시 가루날림이 없이 작업성이 우수하다. 또한 쌀가루의 전분 손상도를 5% 이하로 선정하여 최종 제품의 관능적 특성이 우수하였다.
- 기존의 떡 제조 공정은 쌀을 직접 침지하여 물밀로 굵게 제분한 뒤 증숙시키는 방식을 사용하나, 해당 기술을 사용하여 쌀 원료를 쌀가루로 대체하면 공정 단순화 및 위생 관리에 긍정적인 효과를 줄 수 있을 것이며 최종 제품의 품질 또한 우수할 것으로 판단된다.

나. 면용 쌀가루 품질 규격 설정 및 가공적성 평가

1) 실험방법

- 1인 가구, 저출산, 고령사회 등의 사회 구조변화로 집에서 밥을 지어 먹는 식사 인구가 줄고, 가공식품 등 간편식 수요가 증가하였다. 이로 인해 밥보다 더 쉽고 간편하게 먹을 수 있는 가공식품 소비가 늘어나게 되고 쌀 소비도 가공식품 소비로 증가 패턴이 변하고 있다.
- 면류의 경우 최근 쌀가루가 함유된 라면의 인기와 업체의 제품개발 노력을 통한 다양한 쌀 국수(라면) 제품이 출시되면서 소비자들에게 점차 친숙하게 소비되는 품목으로 자리 잡고 있다. 쌀 라면의 경우 소매점 매출액이 2016년 21억에서 2018년 91억의 매출로 증가하였다. 떡·면류 가공용 쌀 사용량 사용량은 2015년 80,000톤에서 2019년 110,000톤으로 증가하였다.
- 쌀 가공사업(면류)이 활성화 되고 판매량이 증가함에 따라 쌀면 용도에 맞는 쌀가루의 품질 규격(입도, 가수량 등) 설정 연구를 통해 쌀가루 프리믹스 가공적성을 분석하고 최적의 쌀가루 품질 규격을 도출하고자 한다.

가) 면용 쌀가루 제조조건

- 오리온농협(주)공장의 쌀가루 제분라인을 이용하여 Plant scale로 쌀을 제분하였고, 분쇄기 ACM(Air Classifier Mill)으로 각 쌀가루의 목표 입도에 맞는 분쇄·분급 조건을 설정하여 쌀가루 시료를 확보하였다.
- 쌀가루 제분은 목표가수량 0%(건식), 25% 30%(습식)조건으로 하였으며, 각 제분 방식별 입도(80, 120, 250, 350Mesh)로 제분하여 실험재료로 사용하였다.
- 입도는 Bekman사의 입도계로 측정하여 μm 단위를 Mesh단위로 환산했다. 제분 조건(분쇄·분급)별 목표입도와 실측입도의 측정치는 아래 표에 나타난 바와 같다. 쌀가루 제분 조건에 따른 이화학적 특성(손상전분(%), 아밀로오스(%)) 측정치는 아래 표에 나타난 바와 같다.
- 압출 건면 업체에서 기존에 사용하는 쌀가루는 입도가 미세한(약 350Mesh) 시료를 사용하였으며, 비교군으로 건면을 제조하며 실험에 사용하였다.

<표 2-20>. 면용 쌀가루 규격 설정 실험에 사용한 일반미 쌀가루 규격

| 품종 | 쌀 제분조건 | | | | 이화학 특성 | | |
|-----|-----------|---------|---------|-------------|-------------|----------|-----------|
| | 목표기수량 (%) | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 목표입도 (Mesh) | 실측입도 (Mesh) | 손상전분 (%) | 아밀로오스 (%) |
| 일반미 | 25 | 44 | 20 | 120 | 120 | 4.5 | 22.4 |
| | | 54 | 24 | 250 | 210 | 6.5 | 22.8 |
| | 30 | 31 | 17 | 80 | 80 | 2.0 | 22.9 |
| | | 43 | 19 | 120 | 130 | 2.1 | 23.0 |
| | | 54 | 23 | 250 | 230 | 2.8 | 23.0 |
| | | 59 | 30 | 350 | 390 | 4.8 | 22.7 |

나) 면 제조

(1) 압출건면 제조

- (Plant Scale) 제분 조건 및 품종별 쌀가루(50%)에 밀가루와 부재료를 혼합하고 총 중량의 52 ~ 58%(w/w)의 물을 첨가하여 반죽기로 혼합해 면용 반죽을 제조하였다. 반죽을 압출 성형기를 통해서 증숙과 동시에 면대를 형성하였고, 압출기 증숙 온도는 120℃이상으로 설정하였다.
- 토출부에는 원형 토출구를 장착하여 면대를 성형하였으며, 면의 무게가 80g이 되도록 증숙된 면을 일정하게 절단하였다. 절단된 증숙면을 송풍냉각으로 건조 시킨 뒤, 개별 포장 하여 실험 재료로 사용하였다.

(2) 압출숙면 제조

- (Plant Scale) 제분 조건별 쌀가루에 부재료는 첨가하지 않고 쌀가루 무게의 42%(w/w)에 해당하는 물을 첨가하여 수분이 골고루 흡수 될 수 있도록 혼합하였다. 반죽을 압출 성형기를 통해서 증숙과 동시에 면대를 형성하였고, 성형 온도는 90℃이상, 출구 온도는 100℃이상으로 설정하였다.
- 토출부에는 Pore size 2mm의 원형 토출구를 장착하여 면대를 성형하였으며, 일정 크기로 절단한 뒤 즉시 - 20℃에서 냉동시켜 개별 포장하여 실험재료로 사용하였다.

<그림 2-16>. 압출건면 제조 과정



| | | | | |
|----|---|-------|---|---------|
| 계량 | ▶ | 가루 혼합 | ▶ | 가수 및 반죽 |
|----|---|-------|---|---------|



| | | | | |
|----|---|----|---|----|
| 압출 | ▶ | 성형 | ▶ | 건조 |
|----|---|----|---|----|

<그림 2-17>. 압출숙면 제조 과정



| | | | | |
|----|---|-------|---|---------|
| 계량 | ▶ | 가루 혼합 | ▶ | 가수 및 반죽 |
|----|---|-------|---|---------|



| | | | | |
|----|---|----|---|----|
| 압출 | ▶ | 성형 | ▶ | 냉각 |
|----|---|----|---|----|

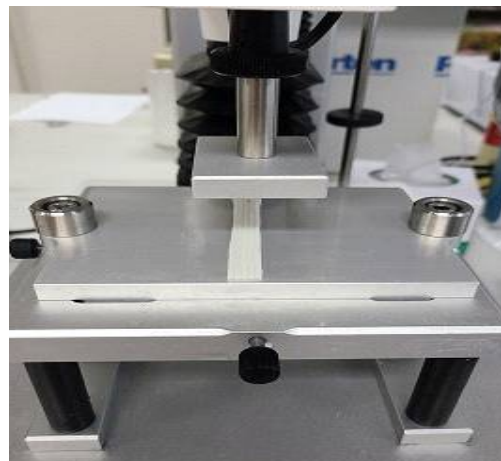
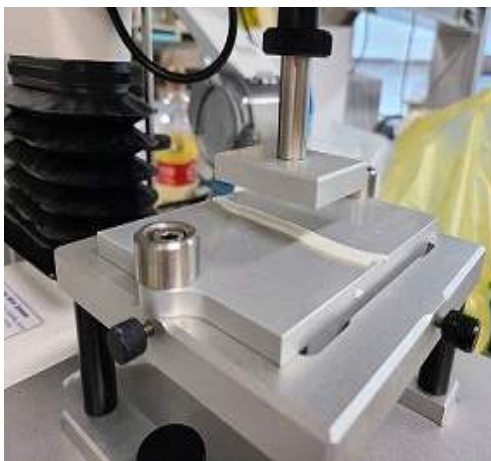
다) 면 품질 분석 실험

(1) 물성분석

- 쌀가루 제분 조건별로 생산한 건면 80g을 용기에 담고 100℃ 끓는 물을 넣어 3.5분, 6.5분, 9.5분간 호화 시킨 뒤 국수 5가닥을 경도기 Plate에 평행하게 배열시켜 9cm 길이로 잘라 Texture analyzer를 이용하여 아래 표의 조건으로 경도(Hardness)와 부착성(Adhesiveness)을 분석하였다.
- 쌀가루 제분 조건별로 생산한 숙면 120g을 100℃ 끓는 물에서 1분간 가열하여 호화 시킨 뒤 국수 3가닥을 경도기 Plate에 평행하게 배열시켜 9cm 길이로 잘라 Texture analyzer를 이용하여 아래 표의 조건으로 경도(Hardness)와 부착성(Adhesiveness)를 분석하였다.

<표 2-21> 건면 및 숙면 Texture analyzer 분석 조건

| Pre test speed (mm/sec) | Test speed (mm/sec) | Post test speed (mm/sec) | Strain (%) | Probe |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------|-----------------------------|
| 2 | 1 | 10 | 80 | Firmness/ Stickiness rig |



Texture analyzer를 이용한 면 물성측정

(2) 관능평가

- 압출건면의 관능평가는 쌀가루 제분 조건별로 제조한 건면에 스프를 첨가하고 100℃ 끓는 물을 부어 뚜껑을 덮고 3분30초 경과 후 아래의 관능평가 용지를 이용하여 면의 강도(저작 강도, 끈적임, 면의 백도) 및 종합적선호도를 5점 척도법으로 평가하였다. 면의 관능평가는 농협식품연구원 20~50대 직원(여성·남성) 10명을 대상으로 관능평가실에서 실시하였다.
- 압출숙면의 관능평가는 냉동상태의 면을 해동 한 뒤 100℃ 끓는 물로 1분간 끓여 면을 조리 하였고, 조리된 면에 시중에 판매하는 토마토소스(청정원)에 버무려 아래의 관능평가 용지를 이용하여 면의 강도(저작강도, 끈적임, 탄력성) 및 종합적선호도를 5점 척도법으로 평가하였다.

면 관능평가 용지

면의 강도 및 선호도 평가입니다.

제시된 면을 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|------|---|---|---|---|
| 저작강도 | | | | |
| 끈적임 | | | | |
| 탄력성 | | | | |
| 면의백도 | | | | |

선호도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 종합적 선호도 | | | | |

(3) 조리특성 분석

- 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출건면 20g을 100℃의 끓는 증류수 300ml에 넣어 3분간 삶아 건져내어 흐르는 물로 30초간 행군 뒤 3분간 탈수 한 후 실험에 사용하였다. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출숙면도 동일한 조건으로 20g의 숙면을 100℃ 끓는 증류수 300ml에 넣어 1분간 조리하여 실험에 사용하였다.
- 조리면의 수분 흡수율(Water absorption(%))은 조리 전 국수중량에 대한 조리 전·후의 국수 중량 차의 백분율로 아래의 식과 같이 계산하였다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = [\text{조리면의 중량(g)} - \text{건면의 중량(g)}] / \text{건면의 중량(g)} \times 100$$

- 조리손실율(Cooking loss(%))은 즉석 쌀국수를 삶은 국수물을 비커에 담아 105℃ 건조기에 건조시켜 용출수에 남아있는 고형분을 측정 한 값이며, 쌀국수의 중량에 대한 용출 고형분의 백분율로 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{조리손실율(\%)} = \text{용출 고형분(g)} / \text{건면의 중량(g)} \times 100$$

- 면 조리특성 분석 시 제조 된 전분 용출수를 실온에서 1시간 냉각 시킨 후 당도계(RX-5000)를 이용하여 전분 용출수의 당도를 측정하였다. 조리수의 탁도는 Spectrophotometer를 이용해 675nm에서 흡광도를 측정하였다.

2) 실험결과

가) 압출건면 실험결과

(1) 물성 분석 결과

- 쌀 목표 가수량과 입도가 서로 다른 쌀가루로 제조한 압출건면에 100℃ 끓는 물을 첨가하여 시간 경과(3.5분, 6.5분, 9.5분)에 따라 Texture analyzer를 이용해 경도(Hardness)와 부착성(Adhesiveness)을 분석하였다. 호화 후 3.5분 뒤의 면에 물성분석 결과 전체 시료군에서 쌀 목표수분 25%/250Mesh 쌀가루로 제조한 압출건면의 경도가 2523g으로 가장 높게 분석되었다. 쌀 목표수분 30%로 가수하여 입도별 제분 쌀가루로 제조한 압출건면은 쌀가루의 입자 크기가 커질수록 경도가 높아지는 경향이 나타났으며, 그중120Mesh 쌀가루로 제조한 건면의 경도가 2339g로 가장 높게 분석되었다. 한편 대조구인 타사 쌀 건면에 비해서도 경도를 높게 유지하는 품질의 장점이 있었다.
- 100℃ 끓는 물에서 호화되는 시간(3.5분, 6.5분, 9.5분)경과에 따른 물성분석 결과 모든 시료에서 호화 시간이 경과할수록 경도가 감소하는 경향이 나타났다. 면의 경도(Hardness)에서 6.5분 후에도 쌀 목표수분 25%/250mesh 제조 건면이 1572g로 가장 높은 경도를 유지하였고, 다음이 30%/120mesh 쌀가루로 만든 건면이 1403g으로 높은 경도를 유지하였다. 이런 패턴은 호화 후 9.5분 후에도 같은 경향을 보여 주어 시간 경과에 따른 면의 경도에 있어 가수 25%/250mesh, 30%/120mesh 쌀가루로 제조한 면이 오랜 시간동안 물러지지 않고 단단한 식감을 잘 유지하는 것으로 나타났다.
- Texture analyzer Probe가 면 표면에 닿은 뒤 떨어질 때 힘으로 면 표면의 끈적이는 특성을 나타내는 부착성(Adhesiveness)은 쌀가루의 전분 손상도(%)가 6.5%로 가장 높은 쌀가루(목표수분 25%/250Mesh)로 제조한 건면이 가장 높게 분석되었다. 또한 쌀가루 입자가 미세해 질수록 호화된 면의 부착성이 증가하는 경향이 나타났는데 이는 입자가 미세해 질수록 쌀가루의 전분 손상도(%)가 증가하여 뜨거운 물에서 면이 호화될 때 손상된 전분의 용출이 많아지면서, 용출된 전분이 호화되어 면 표면의 부착성을 증가시키는 생각된다.
- 호화 시간이 경과할수록 모든 시료에서 면의 부착성이 감소하는 경향이었으며, 이는 면 표면에 남아있는 용출 전분이 시간 경과에 따라 국물에 흡수되면서 면 표면의 호화된 용출 전분이 물에 씻겨나가 끈적임이 감소한 것으로 생각된다.

<표 2-22>. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출건면의 경도 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 물성분석 | | | |
|--------------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|----------------------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | 호화시간 (min) | Hardness (g) | -Peak (g) | Adhesiveness (g·sec) |
| 가수 25% (반습식 제분) | 250 | 6.4 | 3.5 | 2523 ± 257 | -215 ± 88 | -11 ± 5 |
| | | | 6.5 | 1572 ± 68 | -61 ± 13 | -3 ± 1 |
| | | | 9.5 | 1330 ± 117 | -49 ± 16 | -3 ± 1 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 120 | 2.1 | 3.5 | 2339 ± 113 | -164 ± 30 | -7 ± 1 |
| | | | 6.5 | 1403 ± 202 | -41 ± 6 | -2 ± 0 |
| | | | 9.5 | 1320 ± 47 | -37 ± 6 | -2 ± 0 |
| | 250 | 2.8 | 3.5 | 1986 ± 166 | -176 ± 69 | -8 ± 4 |
| | | | 6.5 | 1229 ± 91 | -49 ± 8 | -3 ± 1 |
| | | | 9.5 | 1232 ± 112 | -36 ± 9 | -2 ± 1 |
| | 350 | 4.8 | 3.5 | 2023 ± 720 | -208 ± 52 | -10 ± 3 |
| | | | 6.5 | 1287 ± 39 | -65 ± 12 | -4 ± 1 |
| | | | 9.5 | 1272 ± 47 | -28 ± 10 | -1 ± 0 |
| 타사 건면 | | | 3.5 | 1995 ± 267 | -148 ± 34 | -7 ± 2 |
| | | | 6.5 | 1398 ± 71 | -69 ± 4 | -4 ± 1 |
| | | | 9.5 | 1308 ± 45 | -43 ± 3 | -2 ± 0 |

(2) 관능평가 결과

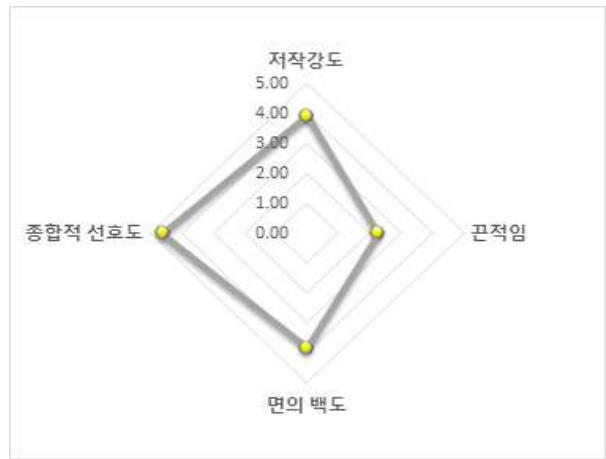
(가) 제분조건별 일반미 쌀가루로 만든 압출건면의 관능검사 결과

- 쌀 목표 가수량(%)과 입도가 서로 다른 쌀가루로 제조한 압출건면에 동일 스프와 100℃ 끓는 물을 넣어 뚜껑을 덮고 3분30초경과 후 관능검사를 실시하였으며 결과는 그림<2-18>과 같다.
- 쌀 목표수분 30%으로 제분한 쌀가루 제조 면은 쌀가루의 입자크기가 커질수록 단단한 식감을 보이며 저작강도가 증가하는 경향이 나타났다. 또한 면의 끈적이는 식감은 쌀가루의 입자가 미세해 질수록 증가하는 경향이 나타났다. 30%/120mesh와 25%/250mesh입도의 쌀가루로 만든 면이 전체적인 저작강도는 가장 높았으며, 반대로 끈적임은 가장 낮았다.
- 종합적인 선호도는 쌀 목표수분 30%/120mesh 입도의 쌀가루로 제조한 압출건면이 가장 높았으며 그 다음으로 25%/250mesh의 쌀가루로 만든 면이 높았다. 특히 이들 면이 가장 저작강도가 높고 끈적이지 않는 특성을 보여, 이들 두 가지의 특성과 종합적인 선호도와는 아주 높은 정의 상관관계가 있는 것으로 보였다. 즉, 쌀국수의 품질은 조리 후 섭취시간 중에 어느 정도 저작강도를 유지하고 끈적이거나 쉽게 붙지 않는 것이 바람직하게 느끼는 것으로 판단되었다.

<그림 2-18>. 제분 방법 및 입도별 쌀가루로 제조한 압출건면의 관능검사 결과



가수25% 250Mesh 압출건면



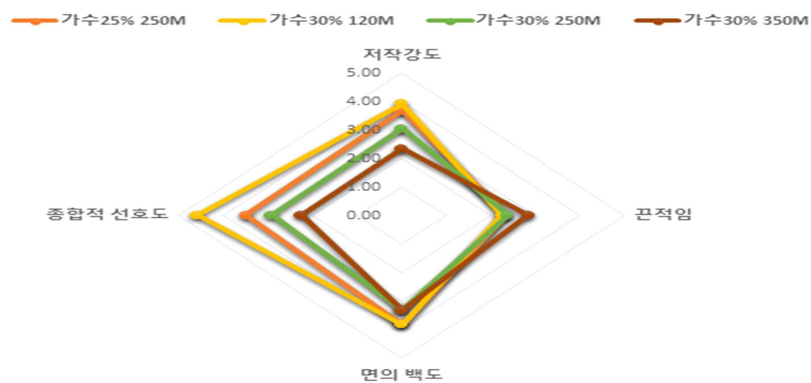
가수30% 120Mesh 압출건면



가수30% 250Mesh 압출건면

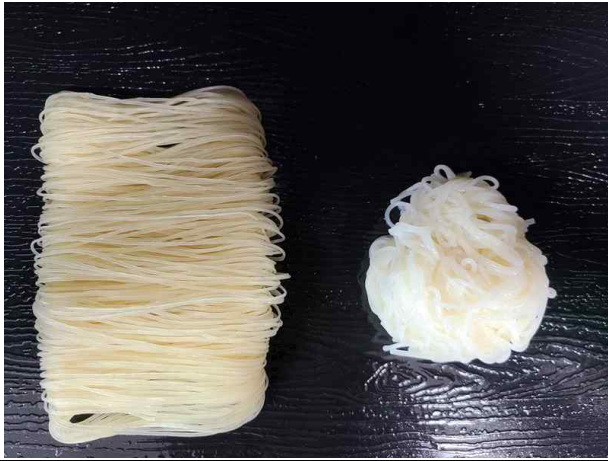


가수30% 350Mesh 압출건면

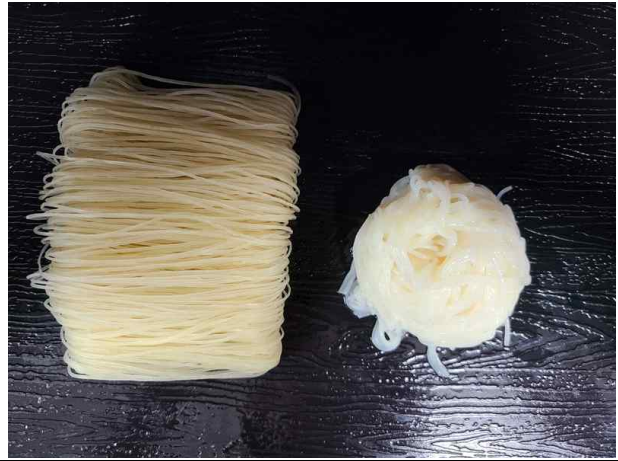


쌀가루 제분조건에 따른 관능평가 결과

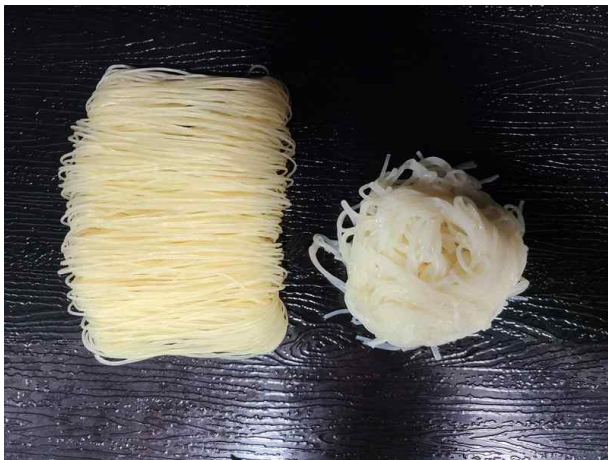
<그림 2-19>. 제분 방법 및 입도별 쌀가루로 제조한 압출건면



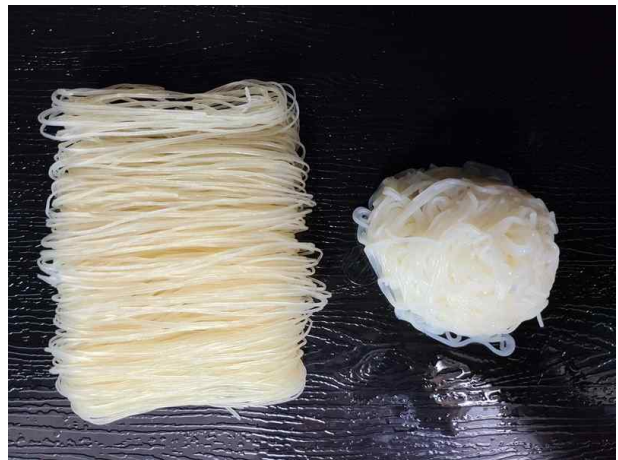
가수 25% 250Mesh



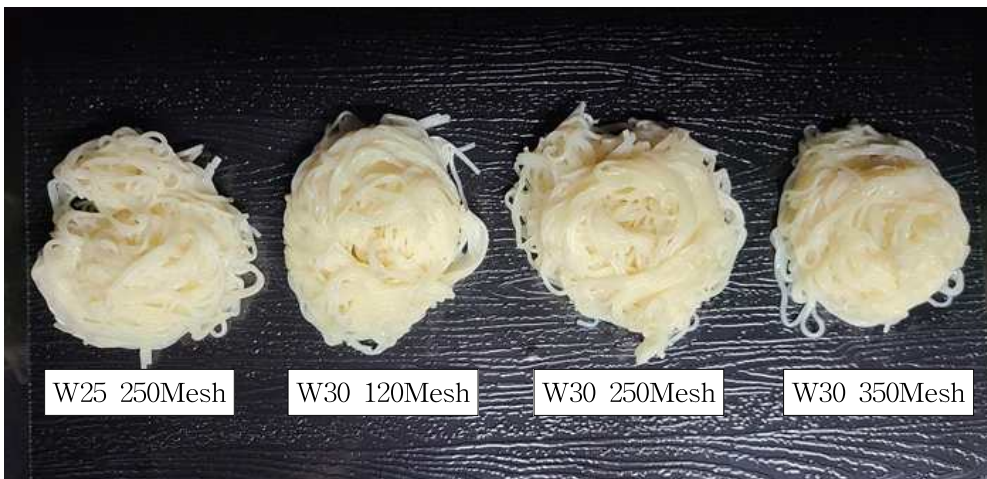
가수 30% 120Mesh



가수 30% 250Mesh



가수 30% 250Mesh



W25 250Mesh

W30 120Mesh

W30 250Mesh

W30 350Mesh

(3) 조리특성 및 용출수 분석 결과

(가) 제분조건별 일반미 쌀가루로 만든 압출건면의 조리특성

- 건면 20g을 100℃ 끓는 증류수에 넣고 3분간 호화시킨 후 조리면와 용출수의 조리특성을 측정 한 결과는 아래 표<2-23>과 같다.
- 제분 조건별 쌀가루로 제조한 면의 호화 후 용출수의 당도, 탁도, 조리손실율(%)을 분석하였다. 조리손실률(%)은 조리수에 대한 전분의 용해도를 나타내는 것으로 전반적으로 타사 쌀국수 보다 낮아 양호하였으며, 25%/250mesh의 쌀가루가 12.33%로 가장 낮았다. 높은 조리손실률(%)은 조리수의 높은 탁도와 국수의 끈적이는 식감을 유도하여 바람직하지 못한 것으로 알려져 있다.
- 용출수의 탁도와 당도는 실험구들간에는 차이가 거의 없었으나, 당도는 타사 쌀가루가 높게 나타나 가용성성분의 용출이 조금 더 많아지는 것으로 판단된다.
- 조리면의 수분 흡수율(%)은 면의 호화 전·후 중량 변화 비율을 나타낸 것으로 제품의 복원력을 추측할 수 있는 인자이다. 제분 조건 중 쌀 목표가수량 25%의 250mesh 쌀가루로 제조면이 128.8%로 가장 높았다. 쌀 목표 가수량 30% 제분 시 쌀가루 입자크기가 미세해 질수록 수분흡수율(%)가 소폭 감소하는 경향을 보였다.

<표 2-23>. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출건면의 조리특성 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 조리면 | | | 면 용출수 | | |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|------|------------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분 손상도 (%) | 조리면 중량 (g) | 수분 흡수율 (%) | 조리면 부피 (ml) | 당도 (Brix) | 탁도 | 조리 손실율 (%) |
| 반습식 제분 (25%) | 250 | 6.48 | 45.76 | 128.78 | 42.50 | 1.11 | 2.20 | 12.33 |
| | 120 | 2.07 | 43.65 | 118.23 | 41.50 | 1.28 | 2.45 | 13.73 |
| | 250 | 2.78 | 40.63 | 103.15 | 38.50 | 1.28 | 2.43 | 14.93 |
| 반습식 제분 (30%) | 350 | 4.75 | 39.03 | 95.15 | 35.00 | 1.31 | 2.49 | 16.43 |
| | 타사 건면 | | | 43.59 | 117.95 | 39.00 | 1.81 | 2.47 |

나) 압출숙면 실험결과

(1) 물성 분석 결과

- 쌀 목표 가수량과 입도가 서로 다른 쌀가루로 제조한 압출숙면을 100℃ 끓는 물에서 1분간 호화시킨 뒤 Texture analyzer를 이용해 경도(Hardness)와 부착성(Adhesiveness)를 측정하였다.
- 쌀 목표수분 25% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면이 가수 30% 쌀가루로 제조한 숙면에 비해 경도(Hardness)가 전반적으로 높게 측정되었다. 또한 동일한 쌀 가수 조건에서 쌀가루의 입도가 미세해 질수록 면의 경도가 감소하는 경향이였다.
- Texture analyzer Probe가 면 표면에 닿은 뒤 떨어질 때 힘으로 면 표면의 끈적이는 특성을 나타내는 부착성(Adhesiveness)은 목표수분 25% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면이 가수 30% 쌀가루로 제조한 숙면에 비해 전반적으로 높게 측정되었다. 또한 동일한 쌀 가수 조건에서 쌀가루의 입도가 미세해 질수록 면의 부착성이 증가하는 경향을 나타내었다.

<표 2-24>. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출숙면의 경도 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 물성분석 | | |
|-----------------|--------------|-----------|--------------|-------------|----------------------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | Hardness (g) | -Peak (g) | Adhesiveness (g·sec) |
| 가수 25% (반습식 제분) | 120 | 4.53 | 5855 ± 828 | -1482 ± 227 | -98 ± 14 |
| | 250 | 6.48 | 5256 ± 446 | -1464 ± 592 | -88 ± 46 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 80 | 2.15 | 4887 ± 259 | -1223 ± 226 | -77 ± 20 |
| | 120 | 2.07 | 3834 ± 444 | -1298 ± 501 | -76 ± 29 |
| | 250 | 2.78 | 2397 ± 744 | -855 ± 391 | -47 ± 23 |
| | 350 | 4.75 | 3703 ± 19 | -632 ± 33 | -39 ± 3 |

(2) 관능평가 결과

- 쌀 목표 가수량과 입도가 서로 다른 쌀가루로 제조한 압출숙면을 100℃ 끓는 물에 넣고 1분 호화시켜 관능검사를 실시하였으며 결과는 아래 <그림 2-20>과 같다.
- 면의 저작강도는 쌀 목표수분 25% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면이 가수 30% 쌀가루로 제조한 숙면에 비해 단단한 식감을 보이며 전반적으로 높은 점수를 나타내었다. 쌀 목표수분 30% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면은 식감이 매우 부드럽고 저작강도가 현저히 낮아 모든 쌀가루 입도에서 점수가 낮게 분석되었다.
- 동일한 쌀 가수 조건에서는 쌀가루의 입자 크기가 미세할수록 면의 식감이 부드러워지는 특성을 나타내며 저작강도 점수가 소폭 감소하였다. 저작강도는 면의 탄력성과 동일한 경향으로 분석되었으며, 쌀 목표수분 25% 가수 조건의 숙면이 탄력있고 단단한 식감을 나타내었다. 저작강도 관능평가는 Texture analyzer를 이용한 경도(Hardness) 분석 결과와 동일한 경향으로 분석되었다.
- 면의 끈적이는 식감은 쌀 목표수분 25% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면이 가수 30% 쌀가루로 제조한 숙면에 비해 낮은 점수를 보였다.
- 종합적인 선호도는 목표수분 25% 가수조건의 쌀가루로 생산한 숙면이 높게 분석되었고, 면 섭취 시 단단하고 탄력이 있으며 끈적이지 않는 특성을 보였다. 소비자들에게 높은 선호도를 얻기 위해서는 면 조리 후 어느 정도 탄력성과 저작강도를 유지하고, 끈적이거나 쉽게 붙지 않는 것이 바람직한 것으로 판단되어 진다.

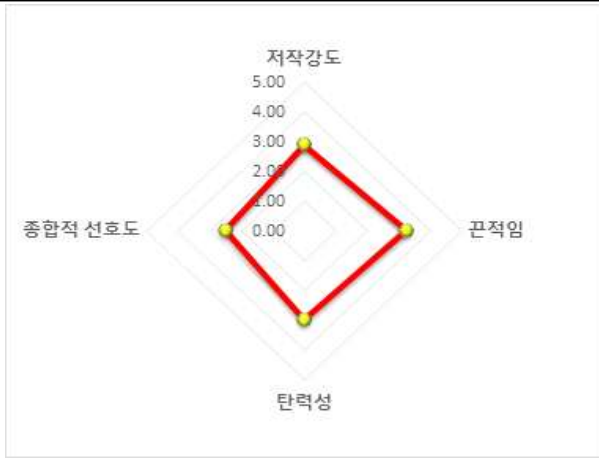
<그림 2-20>. 습식제분 입도별 쌀가루로 제조한 압출숙면의 관능검사 결과



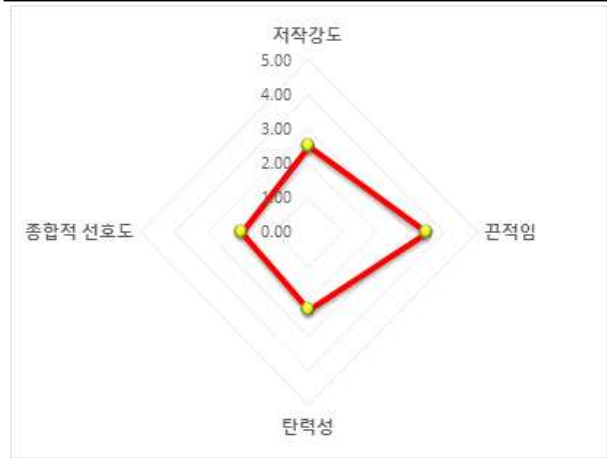
가수25% 120Mesh 압출숙면



가수25% 250Mesh 압출숙면



가수30% 80Mesh 압출숙면



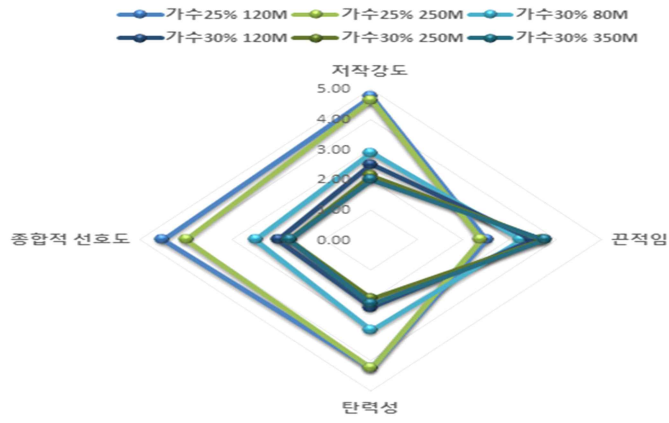
가수30% 120Mesh 압출숙면



가수30% 250Mesh 압출숙면

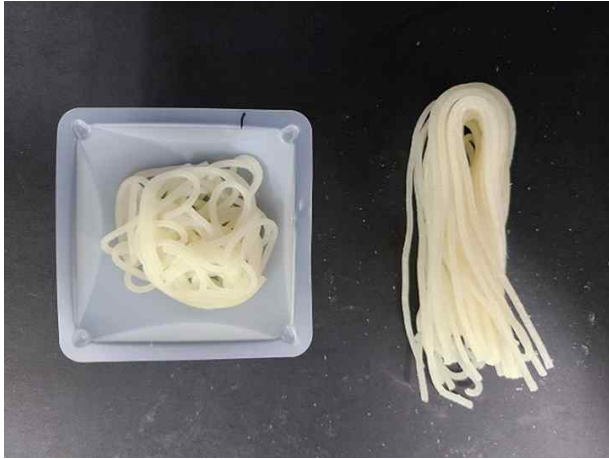


가수30% 350Mesh 압출숙면

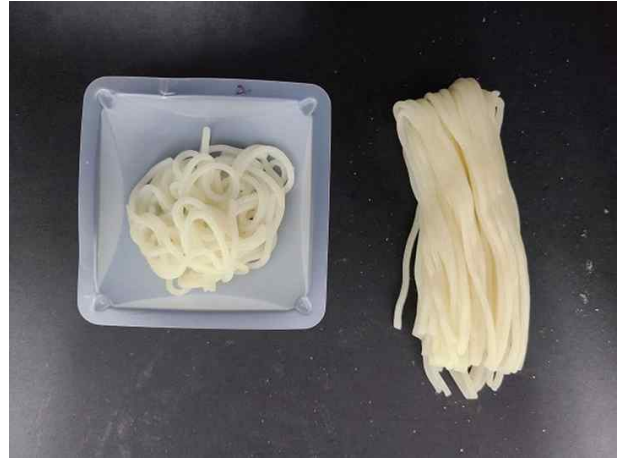


쌀가루 제분조건에 따른 관능평가 결과

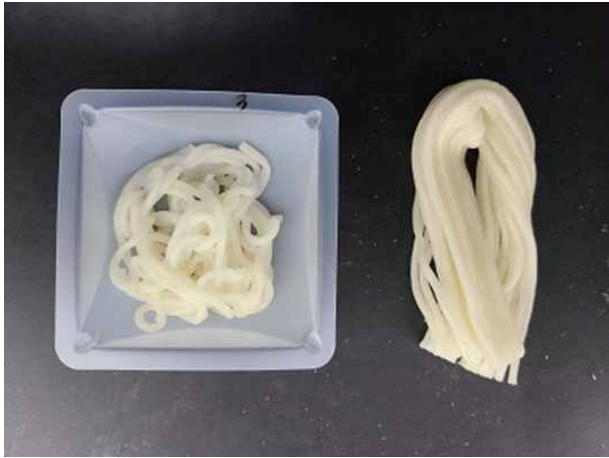
<그림 2-20>. 제분 방법 및 입도별 쌀가루로 제조한 압출숙면



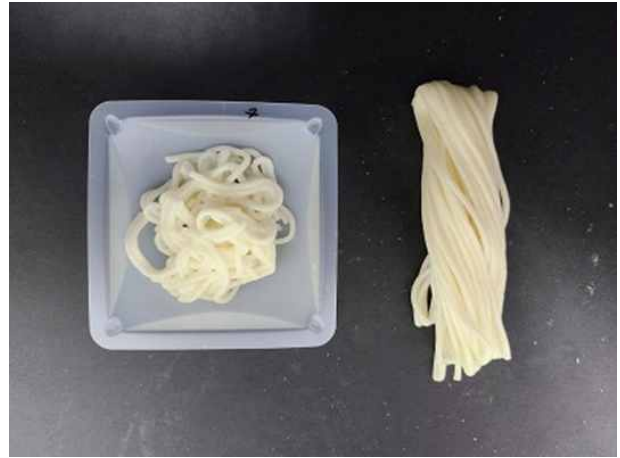
가수 25% 120Mesh



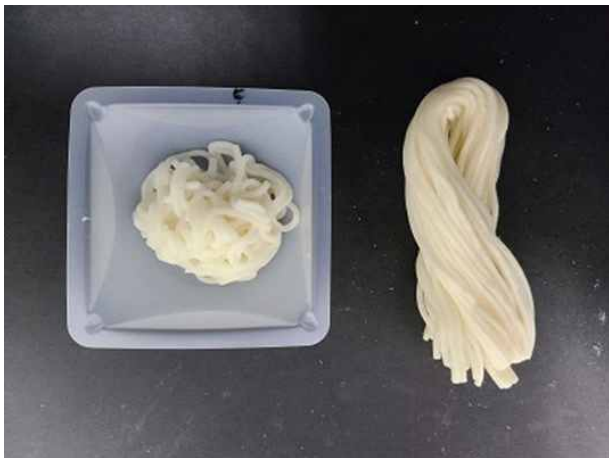
가수 25% 250Mesh



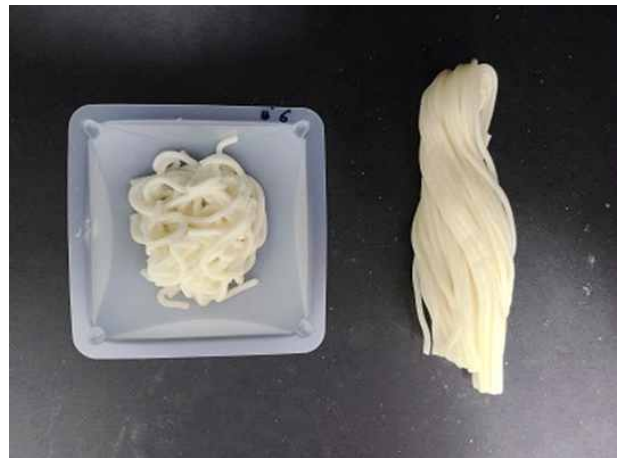
가수 30% 80Mesh



가수 30% 120Mesh



가수 30% 250Mesh



가수 30% 350Mesh

(3) 조리특성 및 용출수 분석 결과

- 숙면 20g을 100℃ 끓는 증류수에 넣고 1분간 호화시킨 후 조리면와 용출수의 조리특성을 측정한 결과는 아래 <표 2-25>와 같다.
- 제분 조건별 쌀가루로 제조한 면 용출수의 당도, 탁도, 조리손실율(%)을 분석하였다. 당도와 조리손실율(%)은 입자가 미세해지고 전분손상도가 높아지면서 소폭 증가하는 경향을 보였으나 전체적으로는 경향성이 뚜렷하지 않았으며, 탁도는 쌀 가수 조건 25%의 쌀가루로 제조한 숙면이 낮은 경향을 보였다.
- 면 생산 시 쌀가루에 물을 가수하여 면 반죽을 제조할 때 동일하게 물을 가수하였는데 품질이 다른 쌀가루 입자의 특성에 맞는 적정 수분이 공급되지 않아 증숙과정에서 호화가 균일하게 이루어지지 않은 측면이 있을 것이라 예상된다.
- 조리면의 수분 흡수율(%)은 면의 호화 전·후 중량 변화 비율을 나타낸 것으로 제품의 복원력을 추측할 수 있는 인자이다. 쌀 목표수분 30% 가수조건의 쌀가루로 제조한 숙면의 수분 흡수율(%)이 33 ~ 35%로 분석되었고, 25% 가수조건은 20 ~ 27%로 분석되었다. 수분흡수가 적으면 국수가 단단하고 거칠어지며, 수분흡수가 지나칠 경우 부드럽고 끈적이는 식감을 나타낸다. 쌀 목표수분 30% 가수조건의 쌀가루 제조 숙면의 경우 면 제조 시 입자가 수분을 충분히 흡수하지 않은 상태에서 압출·증숙하여 완전 호화되지 않은 입자들이 조리과정에서 호화됨에 따라 면의 수분흡수가 많아져 부드럽고, 전분용출이 많아져 끈적이는 식감을 보이는 것으로 판단되어진다.
- 생면의 색도 분석 결과 L값은 쌀 가수 조건 25%가 64~66으로 가수조건 30%의 75~80보다 낮았으며, 황색도를 나타내는 b값도 낮은 값을 보였다. 외관상으로도 가수조건 25%가 더 투명하고 가수30%는 유백색을 띠었는데 이는 특성이 다른 쌀가루 반죽에 동일량의 물을 첨가하여 반죽하고 동일 시간 정치하여 입자가 물을 흡수한 정도가 차이가 있는 상태로 고온에서 압출·증숙하여 면의 호화 정도가 달라진 것에 기인하는 것으로 판단되어진다. 쌀가루 제분 방법에 따라 가수량을 달리 하여 반죽의 적정 수분 함량을 맞추고 적절한 시간 흡수시킨 상태에서 압출·증숙하여 호화가 원활히 이루어 질 수 있도록 해야 할 것이다.

<표 2-25>. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출숙면의 조리특성 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 조리면 | | 면 용출수 | | |
|-----------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|------|------------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분 손상도 (%) | 조리면 중량 (g) | 수분 흡수율 (%) | 당도 (Brix) | 탁도 | 조리 손실률 (%) |
| 가수 25% (반습식 제분) | 120 | 4.53 | 24.17 | 20.85 | 0.22 | 0.62 | 3.90 |
| | 250 | 6.48 | 25.50 | 27.50 | 0.18 | 0.76 | 4.03 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 80 | 2.15 | 26.61 | 33.05 | 0.21 | 0.80 | 3.80 |
| | 120 | 2.07 | 26.84 | 34.18 | 0.22 | 1.16 | 4.60 |
| | 250 | 2.78 | 27.01 | 35.03 | 0.25 | 1.47 | 5.13 |
| | 350 | 4.75 | 27.05 | 35.25 | 0.20 | 1.17 | 3.78 |

<표 2-26>. 제분 조건별 쌀가루로 제조한 압출숙면의 조리특성 분석 결과

| 쌀가루 시료 | | | 쌀면 색도 | | |
|---------------|--------------|-----------|-------|-------|------|
| 제분조건 | 목표 입도 (Mesh) | 전분손상도 (%) | L* | a* | b* |
| 가수 25% (습식제분) | 120 | 4.53 | 64.36 | -2.21 | 4.09 |
| | 250 | 6.48 | 66.00 | -2.23 | 4.31 |
| 가수 30% (습식제분) | 80 | 2.15 | 75.52 | -0.68 | 6.30 |
| | 120 | 2.07 | 81.34 | -2.00 | 7.76 |
| | 250 | 2.78 | 80.54 | -2.09 | 8.15 |
| | 350 | 4.75 | 80.45 | -2.08 | 8.17 |

3) 결론

- 최종 건면용 쌀가루 품질 규격은 아래 <표 2-27>과 같다. 쌀가루 고유의 선택과 향미를 가지고 있으며 이미, 이취가 없고 이물질이 불검출 되어야 한다.
- 쌀가루 입도가 미세하며 전분손상도(%)가 높을수록 호화 후 면의 전분 용출도가 많고 저작 강도가 물러지며 끈적이는 식감을 가져 관능적 선호도가 낮았다. 쌀가루 입도가 120 ~ 200Mesh이며 전분 손상도 5% 이하인 쌀가루가 건면용 쌀가루 품질에 적합하였다.

<표 2-27>. 건면용 쌀가루 품질 규격

| 조건 | 구분 | 기준 |
|--------|-----------|---|
| ① 분쇄조건 | 쌀 가수량 (%) | 25 ~ 30 |
| | 분쇄 (Hz) | 42 ~ 45 |
| | 분급 (Hz) | 20 ~ 22 |
| ② 품질조건 | 성상 | 고유의 선택과 향미를 가지고 이미 및 이취가 없어야 한다 |
| | 입도별 범위 | (30%)100 ~ 120Mesh / (25%)200 ~ 250Mesh |
| | 수분함량 | 15% 이하 |
| | 전분손상도(%) | 5% 이하 |
| | 이물 | 불검출 |

- 해당 기술의 쌀가루는 전분 손상도를 5% 이하로 선정하여 최종 면의 조리특성/관능적 특성이 우수하고, 입도가 250Mesh 이하로 기존 면에 사용하던 쌀가루보다 굵게 규격을 선정하여 호화 후 면의 물성이 비교적 단단해 식감의 종합적 선호도가 우수하다.

다. 유당용 프리믹스 쌀가루 규격 설정 및 가공적성 평가

1) 실험방법

- 간편식에 대한 인식이 증가됨에 따라 집에서 손쉽게 만들어 먹을 수 있는 프리믹스용 가공 제품이 증가하고 있다. 프리페어드 믹스(prepared mix)의 약자인 프리믹스(premix)는 요리하기 쉽고 편하게 각종 재료들을 미리 비율에 맞게 배합해놓은 반제품이다.
- 최근 먹거리에 대한 불신으로 가격이 비싸더라도 안전한 식품을 구입하려는 소비자들이 증가하면서 유기농을 비롯해서 우리밀과 우리쌀 등의 국내산 재료나 찰보리와 메밀, 마늘 등의 자연재료, 귀리, 퀴노아, 렌즈콩 등의 슈퍼곡물을 넣은 차별화된 프리믹스 제품들이 다양하게 출시되고 있다.
- 한국농수산물유통공사에서 발표한 ‘2013 가공식품 세분 시장 현황’에 따르면 프리믹스 시장은 2009년 이후 꾸준히 증가하는 추세로서 간편화뿐만 아니라, 건강까지 고려한 웰빙 프리믹스 트렌드로 시장 패러다임이 변화하고 있다.
- 프리믹스류 시장은 주로 밀가루를 이용한 부침가루, 튀김가루 위주의 시장으로 구성되어 있으며, 최근에는 가정에서 직접 만들어 먹는 머핀, 핫케익 등 베이커리에 대한 관심증가로 다양한 신제품이 출시되고 있다.
- 프리믹스 용도에 맞는 쌀가루의 품질 규격(입도, 가수량 등)을 통해 쌀가루 프리믹스 가공적성을 분석하고 최적의 규격을 도출하고자 한다.

가) 쌀가루 제조조건

- 오리온농협(주) 공장의 쌀가루 제분라인을 이용하여 Plant scale로 쌀을 제분하였고, ACM(Air Classifier Mill) 분쇄기로 각 목표 입도에 맞는 분쇄·분급 조건을 설정하였다.
- 쌀가루 제분은 쌀의 가수여부에 따라 건식과 목표가수량 30%(습식)조건으로 하였으며, 각 제분 방식별로 5가지 입도(80, 120, 250, 350Mesh)로 제분하여 실험재료로 하였고, 대조구로 다목적 중력 밀가루(곰표)를 사용하였다.
- 입도는 Bekman사의 입도계로 측정하여 μm 단위를 Mesh단위로 환산하였다. 제분 조건(분쇄·분급)별 목표입도와 실측입도의 측정치는 아래 표에 나타낸 바와 같다.

<표 2-28>. 유탕용 프리믹스용 쌀가루 규격 설정 실험에 사용한 쌀가루 규격

| 제분조건 | | | 이화학 특성 | | |
|-----------------------|---------|---------|-------------|------|-------|
| 쌀 가수량 (%) | 분쇄 (Hz) | 분급 (Hz) | 목표입도 (Mesh) | 실측입도 | |
| | | | | Mesh | μm |
| 가수 0% (건식제분) | 41 | 20 | 80 | 65 | 236.0 |
| | 44 | 21 | 120 | 120 | 125.0 |
| | 58 | 25 | 250 | 260 | 54.5 |
| | 60 | 31 | 350 | 325 | 43.2 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 31 | 17 | 80 | 80 | 172.9 |
| | 43 | 19 | 120 | 130 | 110.1 |
| | 54 | 23 | 250 | 230 | 59.7 |
| | 59 | 30 | 350 | 390 | 37.9 |

나) 프리믹스 품질 분석 실험

(1) 반죽 가수량 설정

- 튀김용 쌀가루의 가수량은 신속점도측정기(Rapid Viscosity Analyzer, Model RVA4, Newport Scientific Pty, Ltd, Warriewood, Australia)를 사용하여 시료에 증류수 가하여 총량이 25ml 이 되도록 측정하였다. 가수량 조건은 초기온도 30℃에서 20초간 960value를 유지하고 그 후 3분간 160value를 유지하여 final viscosity를 측정하였다.
- 튀김용 쌀가루 반죽의 적정 가수량은 가수량을 달리하여 측정한 최종점도 3개 data를 회귀 분석하여 1차방정식을 구한 후 600cP가 되는 가수량을 회귀식으로부터 구해 적정 가수량으로 정의하였다.

<표 2-29> RVA를 이용한 반죽의 가수량 측정조건

| Time(hh:mm:ss) | Function Type | Value |
|----------------|---------------|-------|
| 00:00:00 | Temp | 30 |
| 00:00:00 | Speed | 960 |
| 00:00:20 | Speed | 160 |
| 00:03:00 | End | |

(2) 쌀가루 생산 조건별 액상반죽 형성에 따른 물성 특성

(가) 액상반죽의 pick up율(%) 측정

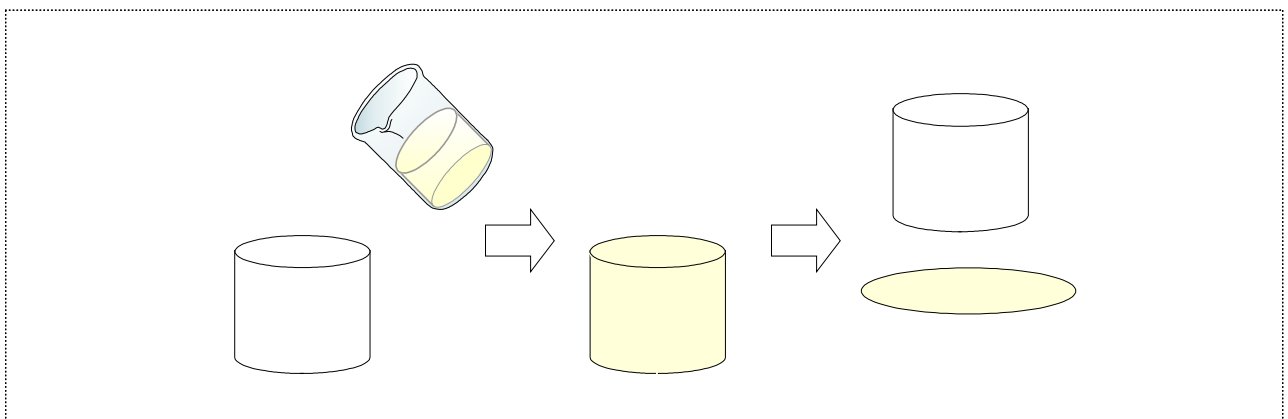
- 각 시료 쌀가루 100 g기준으로 동일한 점도(600cP)의 반죽이 되도록 서로 다른 양의 증류수를 가수하고 혼합하여 유탕용 액상 반죽을 제조하였다.
- 액상반죽의 pick up율(%)을 측정하기 위하여 일정형태로 절단된 고구마(지름 3.5 cm, 두께 0.5cm)에 쌀가루로 가볍게 덧가루를 묻힌 후 쌀가루 액상반죽에 5초 동안 침지 후 꺼냈으며 이때 고구마 표면에 코팅된 평균 액상반죽의 무게를 측정하여 pick up율(%)을 계산하였다.

$$\text{pick-up ratio}(\%) = (\text{튀김반죽 입힌 고구마} - \text{고구마}) / \text{튀김반죽 입힌 고구마} \times 100$$

(나) 액상반죽의 퍼짐성 측정

- 쌀가루 100g 기준으로 가수량이 쌀가루 무게의 1.5배(150ml)가 되도록 1차 증류수를 첨가하여 유탕용 액상반죽을 제조하였다. 이 액상반죽 15g을 지름 3.5cm 원통틀 속에 넣은 후 원통을 들어 올려 반죽이 퍼지게 한 다음 5분 후 퍼진 반죽의 중심점을 통과하는 5가지 방향으로 지름을 측정하여 평균을 구하고, 동일 실험을 3회 반복함으로써 반죽의 퍼짐정도를 조사하였다.

<그림 2-21>. 액상반죽 퍼짐성 분석 실험법



(3) 유탕처리에 따른 유탕식품의 품질특성 평가

(가) Soxhlet 추출 방법을 통한 유탕처리에 따른 흡유량 측정

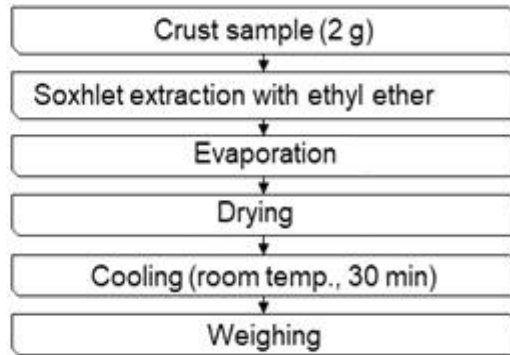
- 제조된 쌀가루별 액상반죽에 일정 형태로 절단한 고구마(지름3.5cm 두께 0.5cm)를 5초 동안 담근 후 신선한 대두유(2.5L)를 사용하여 180℃에서 3분간 유탕처리 후 상온에 방냉하였다.
- 튀김의 속재료로는 튀김의 물성과 관능특성에 대한 영향이 가장 적은 재료로 고구마를 선정하여 사용하였다. 조지방 측정용 시료로는 쌀가루 튀김옷 부분만을 취하여 Soxhlet 추출 방법을 이용해 흡유량을 측정하였다.

- Soxhlet extraction



$$\text{Oil uptake (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{s} \times 100$$

- Procedure



w_1 : Constant beaker and extracted oil weight (g)
 w_2 : Constant beaker weight (g)
 s : Initial sample weight (g)

(4) 관능평가

- 각 시료 쌀가루 100 g기준으로 동일한 점도(600cP)의 반죽이 되도록 가수한 후 혼합하여 액상 반죽을 제조하였다. 고구마는 일정한 형태로 재단(지름 3.5 cm, 두께 0.5 cm) 후 하나씩 고치에 끼워 가볍게 쌀가루를 묻힌 것을 튀김용 시료로 하였다. 튀김의 관능평가는 농협식품연구원 20~50대 직원(여성·남성) 10명을 대상으로 관능평가실에서 실시하였다.
- 고구마 시료를 미리 제조된 액상반죽에 5초 동안 침지 후 꺼내어 5초간 정치시킨 다음 180℃의 신선한 대두유에서 3분간 유탕처리 하였다.
- 관능평가는 고구마튀김 제조 직후인 식기 전과 3시간 방냉 후인 식은 후로 구분하여 시차를 두고 실시하였으며, 아래의 관능평가 용지를 이용하여 튀김의 강도(바삭함, 끈적임, 단단함) 및 종합적인 선호도를 5점 척도법으로 평가하였다.

튀김 관능평가 용지

튀김 선호도 및 강도 평가입니다.

제시된 튀김을 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| 바삭함 | | | | |
| 끈적임 | | | | |
| 단단함 | | | | |

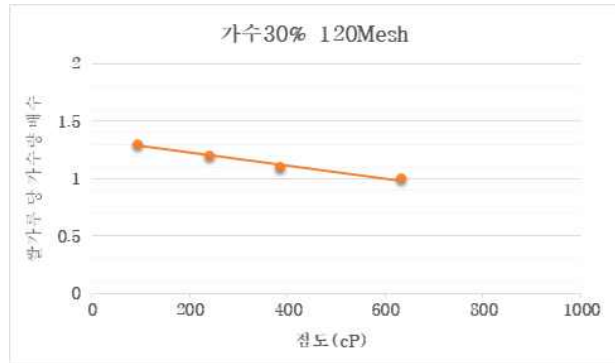
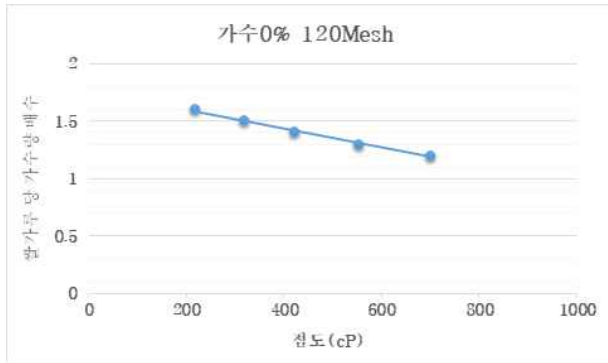
선호도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 종합적 선호도 | | | | |

2) 실험결과

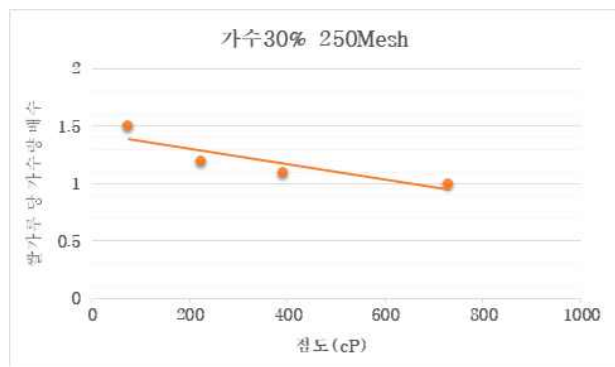
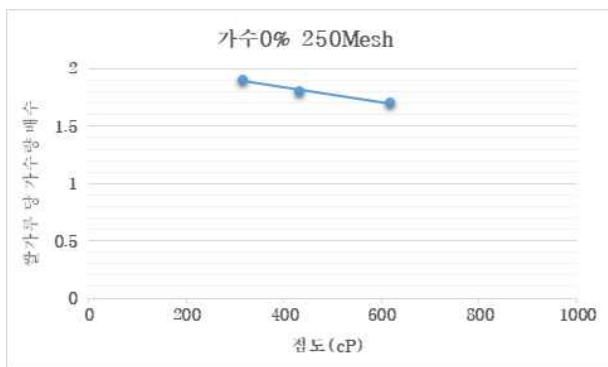
가) 쌀가루 반죽 가수량

- 튀김용 쌀가루의 반죽 점도가 600cP가 되는 적정 가수량은 입도가 미세해질수록, 그리고 전분손상도가 높을수록 높게 나타났다. 건식제분 쌀가루의 경우 입도가 80Mesh일 때 100g당 가수량은 94.90g이었고, 350Mesh일 때 182.70g으로 측정되어, 100g당 물 가수량은 100% 증가하였다.
- Arisaka 등은 쌀가루 입자가 미세해지면 입자의 형태가 분리된 전분립의 집합체처럼 되어 비용적이 증가하고 수분입자가 포함되기 쉽기 때문에 반죽의 수분량이 증가한다고 해석하였으며, 또한 전분손상도가 5% 이상인 경우 쌀가루의 수분흡습도(WAI)도 정비례의 관계로 높아진다고 하였다.(R1)
- 쌀에 30% 가수(습식)하여 제분한 쌀가루의 경우 입도가 80Mesh일 때 100g당 가수량은 95.47g이었고, 350MESH일 때 113.10g으로 측정되어, 100g당 물 가수량은 18.5% 증가하였다. 또한 동일한 입도 조건에서는 쌀가루의 전분손상도가 낮을수록 반죽에 첨가하는 가수량이 낮은 경향을 나타내었다.



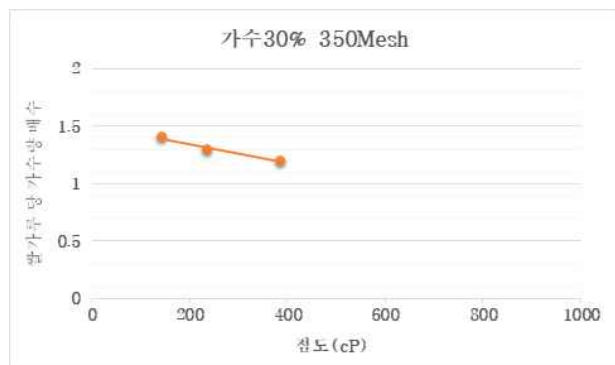
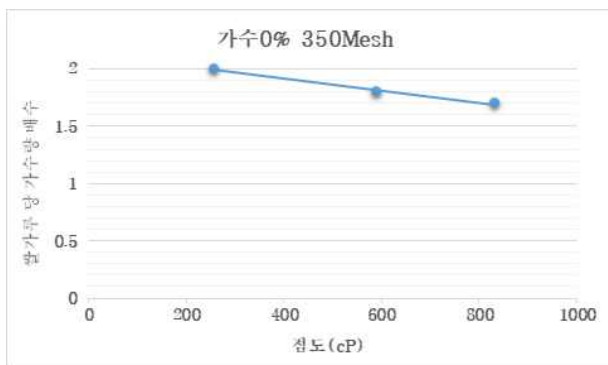
가수 0% 120Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수

가수 30% 120Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수



가수 0% 250Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수

가수 30% 250Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수



가수 0% 350Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수

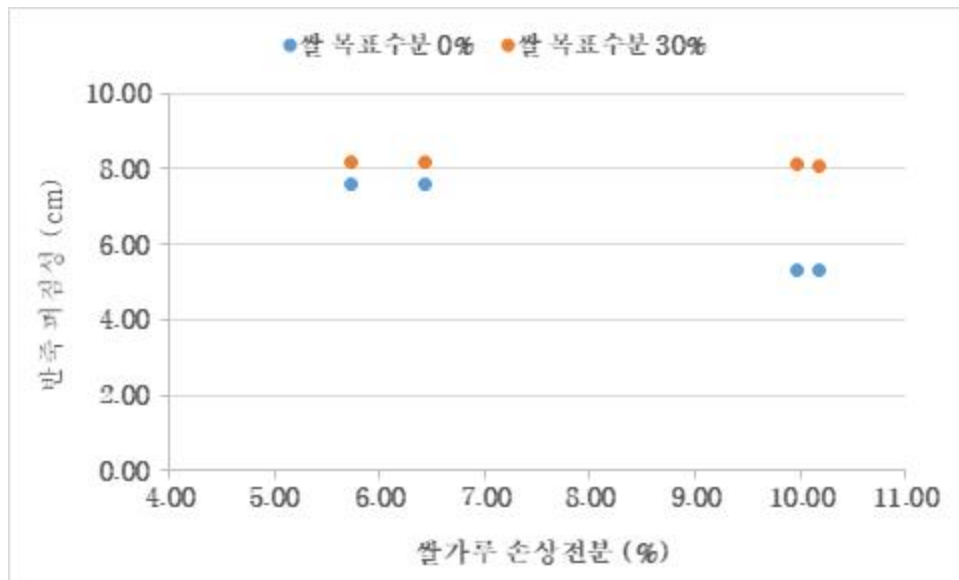
가수 30% 350Mesh
X축 : 점도 (cP) Y축 : 쌀가루 당 가수량 배수

나) 쌀가루 반죽 특성

- 동일한 량의 증류수를 가한 반죽의 퍼짐정도(cm)를 분석한 결과 입도가 작을수록, 전분 손상도가 높을수록 반죽의 퍼짐성이 작아지는 경향을 나타내었으며, 습식보다는 건식쌀가루에서 더 현저한 차이를 나타내었다.
- 이는 쌀가루의 전분손상도가 높으면 반죽 제조 시 물을 많이 흡수하면서 반죽 물성이 생성되기 때문에 동일한 물을 가수했을 때 전분손상도가 낮은 쌀가루보다 더 되직한 특성이 나타나는 것으로 판단된다.
- 반죽의 픽업율(%)은 각 쌀가루로 동일한 점도(600cP)의 반죽을 만든 뒤 덧가루를 묻힌 고구마 표면에 액상반죽이 부착되는 정도를 나타내는 것으로 쌀가루의 입자가 커질수록, 전분손상도가 낮을수록 픽업율(%)이 증가하는 경향을 확인할 수 있었다.
- 쌀가루 시료별 분석 데이터 간 상관관계 분석 결과 반죽 퍼짐성과 손상전분은 결정계수가 $R^2 = -0.91$ 로 음의 상관관계가 나타나 손상전분이 높을수록 반죽의 퍼짐성이 작게 나타났다. 가수량을 동일하게 하여 점도간의 퍼짐성 차이를 분석한 것으로, 손상전분이 커질수록 쌀가루의 반죽 형성 시 수분을 많이 흡수하는 것으로 판단되었다.
- 반죽 색도는 쌀가루의 입도가 작아질수록 명도를 나타내는 L^* 값이 높아지고, 황색도를 나타내는 b^* 이 낮아지는 경향을 확인하였다.

<표 2-31>. 쌀가루 품질별 반죽 퍼짐성

| 쌀가루 시료 (입도: Mesh) | 손상전분 (%) | 입도 (μ m) | 퍼짐성 (cm) | 떡업률 (%) |
|-----------------------|-------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 236.0 | 7.6 \pm 0.2 ^b | 50.2 \pm 2.8 ^{bc} |
| | 120 | 170.3 | 7.6 \pm 0.1 ^b | 49.5 \pm 3.2 ^{bc} |
| | 250 | 73.8 | 5.3 \pm 0.1 ^d | 45.4 \pm 3.1 ^{cd} |
| | 350 | 43.2 | 5.3 \pm 0.1 ^d | 42.9 \pm 2.6 ^{de} |
| 가수 30% (반습식 제분) | 80 | 145.5 | 8.2 \pm 0.2 ^a | 56.3 \pm 3.6 ^a |
| | 120 | 100.9 | 8.2 \pm 0.1 ^a | 56.2 \pm 1.5 ^a |
| | 250 | 78.8 | 8.1 \pm 0.2 ^a | 54.2 \pm 1.8 ^{ab} |
| | 350 | 46.9 | 8.1 \pm 0.2 ^a | 53.4 \pm 2.3 ^{ab} |
| 대조구 : 밀가루 (중력분) | 5.6 | 50.0 | 6.4 \pm 0.1 ^c | 37.7 \pm 0.4 ^e |



회귀 방정식 : $y = -2.1299x + 21.0$ $R^2 = 0.8361$

<표 2-32>. 쌀가루 품질별 반죽 색도

| 쌀가루 시료(입도: Mesh) | | 입도(μm) | L* | a* | b* |
|-----------------------|-----|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 236.0 | 88.9±0.0 ^f | -0.9±0.0 ^d | 7.3±0.0 ^b |
| | 120 | 170.3 | 90.4±0.0 ^e | -0.8±0.0 ^d | 7.3±0.0 ^b |
| | 250 | 73.8 | 91.3±0.0 ^d | -0.7±0.0 ^c | 6.7±0.0 ^c |
| | 350 | 43.2 | 91.5±0.0 ^c | -0.8±0.0 ^c | 6.3±0.0 ^d |
| 가수 30% (반습식 제분) | 80 | 145.5 | 92.1±0.1 ^b | -0.5±0.0 ^b | 6.3±0.0 ^d |
| | 120 | 100.9 | 92.2±0.0 ^b | -0.5±0.0 ^b | 6.3±0.0 ^d |
| | 250 | 78.8 | 92.4±0.0 ^a | -0.5±0.0 ^b | 6.0±0.0 ^e |
| | 350 | 46.9 | 92.4±0.1 ^a | -0.5±0.0 ^b | 6.1±0.2 ^e |
| 대조구 : 밀가루 (중력분) | | 50.0 | 87.1±0.0 ^g | 0.7±0.0 ^a | 14.7±0.0 ^a |

다) 쌀 튀김 흡유량 특성

- 제분 방법별로는 30% 가수의 습식제분 쌀가루가 건식 쌀가루 보다 튀김의 흡유량이 현저하게 낮았으며 이 결과도 전분손상도(%)에 기인하는 것으로 판단되었다.
- 습식제분 쌀가루의 입도가 80μm 이상인 경우 전분손상도가 3.1% 이하이며, 이때의 흡유율은 7% 이하로 중력분 밀가루 약14% 대비 1/2 이하 수준의 흡유율을 나타내었다.
- 쌀가루 튀김의 흡유량을 조사한 결과 입도보다는 전분손상도(%)에 큰 의존성을 보였으며 비슷한 전분손상도의 건식쌀가루(5.73)와 밀가루(5.58)를 비교하였을 때 쌀가루 10.15%가 밀가루 13.98%보다 약 3.83% 더 낮아 밀가루 대비 27.4% 감소한 결과를 보였다.
- 튀김의 조지방 함량은 가수량과 R²=0.81로 양의 상관관계가 나타났다. 튀김 시 반죽 내 수분 증발이 일어나면서 수분이 빠져나간 자리에 공기나 기름이 채워져 튀김이 형성이 되기 때문에 같은 점도여도 수분이 많이 들어간 반죽의 경우 치환되는 조지방 함량이 많아지는 것으로 생각된다. 또한 픽업율이 낮을수록 전분손상도가 낮을수록 조지방 함량은 높아지는 음의 상관관계를 확인하였다.

<표 2-33>. 쌀가루 품질별 제조 튀김의 조지방 함량 분석

| 쌀가루 시료(입도: Mesh) | | 조지방(%) | 쌀가루 100g당 가수량(g) | 손상전분(%) | 입도(μm) |
|-----------------------|-----|--------------------------|---------------------|---------|--------|
| 가수 0% (건식제분) | 80 | 10.15 ±0.21 ^b | 94.9 | 5.73 | 236.00 |
| | 120 | 11.24±0.01 ^{ab} | 128.5 | 6.43 | 170.30 |
| | 250 | 11.22±0.09 ^{ab} | 173.2 | 9.96 | 73.77 |
| | 350 | 12.35±0.22 ^{ab} | 182.7 | 10.18 | 43.15 |
| 가수 30% (반습식 제분) | 80 | 6.41±0.15 ^c | 94.5 | 2.69 | 145.50 |
| | 120 | 6.45±0.04 ^c | 97.9 | 2.86 | 100.90 |
| | 250 | 6.93±0.03 ^c | 102.3 | 3.13 | 78.80 |
| | 350 | 11.26±0.21 ^{ab} | 113.1 | 5.10 | 46.88 |
| 대조구 : 밀가루 (중력분) | | 13.98±2.30 ^a | 198.0 | 5.58 | 50.00 |

라) 관능평가 분석

- 서로 다른 입도 및 전분손상도별 쌀가루로 만든 고구마튀김에 대해 관능평가를 실시한 결과 쌀가루 입도가 작아질수록 끈적임과 바삭함이 증가했으며, 단단함은 감소하였다. 유탕처리 시 쌀가루 입자 큰 경우 단단한 식감을 가지게 되는데 이는 쌀가루의 전분입자가 수분과 함께 충분한 팽윤과 호화가 일어나기 전에 수분이 증발하고 기름이 흡수되는 치환이 일어나고 동시에 고열에 의해 아주 적은 수분으로 열변성이 일어나기 때문으로 판단되어진다.
- 끈적이는 특성은 대체적으로 건식 쌀가루로 만든 튀김보다 가수30% 제분 쌀가루에서 낮은 경향이 나타났으며, 쌀가루의 입도보다는 전분 손상도의 영향이 더 크게 미치는 것으로 판단되었다.
- 종합적인 선호도는 입자가 미세해 질수록 증가하다가 끈적이는 식감이 높아진 350Mesh 쌀가루 튀김에서 감소하는 경향을 보여, 250Mesh 쌀가루 튀김에서 가장 좋게 나타났다.
- 관능평가 결과 단단한 식감은 쌀가루 입도와 상관계수가 $R^2=0.916$ 로 양의 상관관계가 나타났다. 이는 입도가 클수록 튀김 반죽 시 입자 안에 수분이 침투하여 팽윤 및 호화하지 못하고, 미량 침투한 수분과 입자 자체의 수분만으로 튀겨지기 때문에 단단한 식감이 나타나는 것으로 판단된다.
- 또한 반죽의 작업성은 입도가 굵을수록 충분리가 빠르게 일어나며, 반죽이 거칠게 묻어 튀김의 표면이 매끈하지 않아 좋지 않았다. 전분손상도가 높은 튀김 반죽을 튀겼을 때 끈적이는 특성을 나타내며 튀김끼리 달라붙는 특성이 나타났다.

<그림 2-23>. 가수 및 입도별 쌀가루로 제조한 튀김의 관능검사 결과



가수0% 120Mesh 튀김 (식기 전)



가수30% 120Mesh 튀김 (식기 전)



가수0% 250Mesh 튀김 (식기 전)



가수30% 250Mesh 튀김 (식기 전)



가수0% 350Mesh 튀김 (식기 전)



가수30% 350Mesh 튀김 (식기 전)



가수0% 120Mesh 튀김 (식은 후)



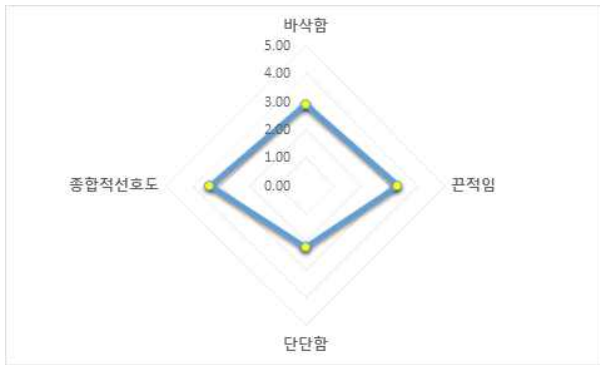
가수30% 120Mesh 튀김 (식은 후)



가수0% 250Mesh 튀김 (식은 후)



가수30% 250Mesh 튀김 (식은 후)



가수0% 350Mesh 튀김 (식은 후)



가수30% 350Mesh 튀김 (식은 후)

3) 결론

- 최종 유탕용 프리믹스 쌀가루 품질 규격은 아래 <표 2-24>과 같다. 쌀가루 고유의 선택과 향미를 가지고 있으며 이미, 이취가 없고 이물질이 불검출 되어야 한다.
- 이상의 결과들로부터 튀김 가공적성에 적합한 쌀가루의 품질특성은 가수 30%의 습식조건에서 체분하여 전분손상도가 낮으며, 입도가 200 ~ 300Mesh(200Mesh이하는 식감 단단, 300Mesh 이상 조지방 함량 높고 끈적이는 식감)인 조건이 적합하다고 판단되었다.

<표 2-34>. 유탕용프리믹스 쌀가루 품질 규격

| 조건 | 구분 | 기준 |
|--------|-----------|---------------------------------|
| ① 분쇄조건 | 쌀 가수량 (%) | 30 |
| | 분쇄 (Hz) | 53 ~ 58 |
| | 분급 (Hz) | 21 ~ 28 |
| ② 품질조건 | 성상 | 고유의 선택과 향미를 가지고 이미 및 이취가 없어야 한다 |
| | 입도별 범위 | 200 ~ 300Mesh |
| | 수분함량 | 15% 이하 |
| | 전분손상도(%) | 5% 이하 |
| | 이물 | 불검출 |

- 해당 기술의 쌀가루는 전분 손상도를 5% 이하로 선정하여 튀김의 조리·관능적 특성이 우수하고 조지방 함량이 상대적으로 낮으며, 입도가 200Mesh 이상으로 반죽 제조 시 작업성이 우수한 것으로 판단되었다.

라. 호두과자용 프리믹스 쌀가루 규격 설정 및 가공적성 평가

1) 실험방법

가) 쌀가루 제조조건

- 오리온농협(주) 공장의 쌀가루 제분라인을 이용하여 Plant scale로 쌀을 제분하였고, 분쇄기 ACM(Air Classifier Mill)로 각 목표 입도에 맞는 분쇄·분급 조건을 설정하였다.
- 쌀가루 제분은 목표가수량 25 및 30%조건으로 하였으며, 각 제분 방식별로 입도(250, 400Mesh)로 제분하여 호두과자 프리믹스용 쌀가루 실험재료로 하였다.
- 입도는 Bekman사의 입도계로 측정하여 μm 단위를 Mesh단위로 환산했다. 제분 조건(분쇄·분급)별 목표입도와 실측입도의 측정치는 아래 표에 나타낸 바와 같다.

<표 2-35>. 호두과자용 쌀가루 제조 조건

| 쌀 품종 | 쌀 제분조건 | | 이화학 특성 | | |
|------|-----------|-------------|-------------|----------|-----------|
| | 목표가수량 (%) | 목표입도 (Mesh) | 실측입도 (Mesh) | 손상전분 (%) | 아밀로오스 (%) |
| 일반미 | 25 | 450 | 450 | 10.6 | 22.6 |
| | 30 | 250 | 250 | 3.0 | 22.8 |

나) 호두과자 제조

- 쌀 호두과자 제조에는 쌀가루(오리온농협(주)) 계란, 설탕(백설탕, CJ제일제당), 우유(서울우유, 국산), 청주, 식용유지(백설, 콩기름), 바닐라향, 정제소금(한주소금, 국산), 베이킹파우더(SIB, 국산) 등을 사용하였다.
- 상온에서 모든 재료를 배합한 뒤 재료가 충분히 섞이도록 물을 넣고 혼합하여 호두과자용 반죽을 제조한다. 호두과자 기계(태양산업, 국산)를 이용하여 180℃로 예열이 끝난 팬 내부 몰드의 70% 정도 반죽을 채운 뒤, 호두를 넣고 2분30초간 구원 실험 재료로 사용하였다.



호두과자용 반죽



호두과자 제조

다) 호두과자 품질 분석 실험

(1) 관능평가

- 쌀 호두과자의 관능평가는 호두과자 제조 후 10분간 실온에서 방냉 한 뒤 아래의 관능평가 용지를 이용하여 호두과자의 강도(부드러움, 촉촉함) 및 종합적선호도를 5점 척도법으로 평가하였다. 호두과자의 관능평가는 농협식품연구원 20~50대 직원(여성·남성) 10명을 대상으로 관능평가실에서 실시하였다.

2) 실험결과

가) 쌀가루 이화학 분석 결과

- 호두과자용 쌀가루 품질규격을 설정하기 위해 오리온농협(주)에서 생산하는 두가지 품질의 쌀가루를 사용하였다. ① 오리온농협(주)에서 생산하는 쌀가루 중 입자크기가 가장 미세하고 전분손상도(%)가 높은 쌀가루인 쌀 목표수분 25%/400mesh 쌀가루를 사용하여 호두과자 배합실험을 진행하였다.
- ② 쌀 제분 시 쌀 목표수분함량 30%로 가수 공정을 거쳐 입도가 미세하고 전분 손상도(%)가 낮아 부침, 튀김 가루용으로 사용되는 기존 프리믹스용 쌀가루를 대조군으로 사용하였다.

쌀 호두과자 관능평가 용지

쌀 호두과자 강도 및 선호도 평가입니다.

제시된 쌀 호두과자를 맛보시고 보기에서 골라 질문에 답해 주시기 바랍니다.

강도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|
| 졸깃함 | | | | |
| 촉촉함 | | | | |

선호도 평가 <5점 척도>

| | A | B | C | D |
|---------|---|---|---|---|
| 종합적 선호도 | | | | |

- 오리온농협(주)에서 생산하여 부침, 튀김 가루용으로 기존에 판매하는 프리믹스용 쌀가루의 분석 결과는 <표 2-35>와 같다. 입자 크기가 평균 60.0 μ m이며, 전분손상도(%)는 5% 이하로 분석되었다.
- 오리온농협(주)에서 생산하는 쌀가루 중 입자크기가 가장 미세하고 전분손상도가 높은 가수25% 400mesh 쌀가루는 입자 크기가 평균 35.0 μ m 이며 전분손상도(%)는 10% 이상으로 분석되었다.

나) 쌀가루 반죽 물성 분석 결과

- 쌀 제분 시 쌀 목표수분함량 30%로 가수하여 제분한 쌀가루의 경우, 입도가 80Mesh일 때 100g당 반죽의 적정 가수량은 95.47g이었고, 350Mesh일 때는 113.10g으로 측정되어, 100g당 물 가수량은 18.5%가 증가하였다. 또한 동일한 입도 조건에서는 쌀가루의 전분손상도(%)가 낮을수록 반죽에 첨가하는 가수량이 적은 경향을 나타내었다.
- 기존 프리믹스용 쌀가루보다 전분손상도(%)가 약 7% 높은 가수25% 400Mesh 쌀가루로 제조한 호두과자용 프리믹스는 동일한 가수량으로 반죽을 제조 했을 때 반죽이 되직한 특성이 나타났다.
- 쌀가루 입자가 미세해지면 입자의 형태가 분리된 전분립의 집합체처럼 되어 수분입자가 포함되기 쉽기 때문에 반죽의 적정 가수량이 증가한다는 연구 결과가 있다. 또한 전분손상도가 5% 이상인 경우 쌀가루의 수분흡습도가 정비례 관계로 높아진다는 연구 결과가 있다.

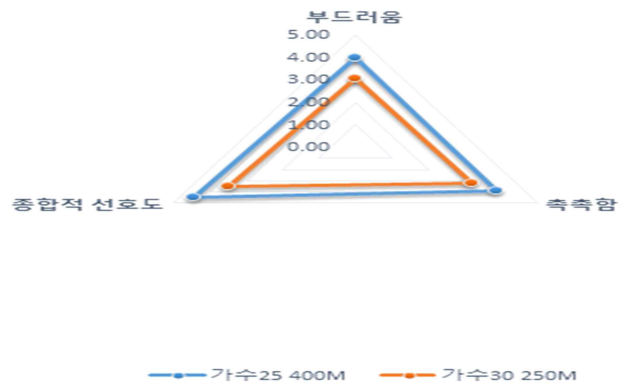
다) 관능평가 결과

- 쌀 목표 가수량(%)과 입도가 서로 다른 쌀가루로 호두과자프리믹스 반죽을 만든 뒤 실시하였으며 결과는 <그림 2-24>와 같다.
- 가수 30% 250Mesh 쌀가루로 제조한 호두과자는 다소 단단하고 푸석한 물성을 가지고 있었으며, 전분손상도가 높고 미세한 가수 25% 400Mesh 쌀가루 제조 호두과자는 촉촉하고 부드러운 물성을 가지고 있었다. 종합적선호도 점수도 가수 25% 400Mesh 쌀가루 제조 호두과자가 높게 나타났다.

<표 2-36>. 쌀가루 품질별로 제조한 호두과자 관능평가 결과

| 시료명 | 손상전분 (%) | 관능검사 | | |
|-------------|----------|------|---------|--------|
| | | 선호도 | 부드러움 강도 | 촉촉함 강도 |
| w30 250Mesh | 3.0 | 3.5 | 3.1 | 3.2 |
| w25 450Mesh | 10.6 | 4.4 | 4.0 | 3.9 |

<그림 2-24>. 가수 및 입도별 쌀가루로 제조한 호두과자의 관능검사 결과



쌀가루 품질별 호두과자 관능평가 결과

제 3절. 용도별 쌀가루 산업화 및 쌀 가공제품 상품화 추진

1. 용도별 쌀가루 산업화 추진

- 용도별 쌀가루의 제조 조건 확립 및 쌀가루 활용 제품의 가공 적성 테스트를 통해 떡, 면, 프리믹스용 쌀가루 생산 조건과 품질 규격을 설정하였다. 연구 결과를 바탕으로 산업체에 적용 가능한 가공제품을 모색하였으며, 떡용(떡국), 프리믹스(호두과자용)용, 주류용(맥주)에 적합한 쌀가루 제조 조건을 최적화 하였다. 각 가공 제품 규격에 맞는 쌀가루를 생산하여 사업체를 대상으로 산업화를 실시하였다.
- ① 기존의 떡 가공업체는 직접 쌀을 수침하여 롤밀로 굵게 분쇄한 뒤 떡 제조에 사용한다. 기존의 방식에서 벗어나 쌀가루를 활용한 떡 제조 방식을 확립하기 위해 떡용 쌀가루 제조 조건 최적화 연구를 수행하였으며, 떡 제조에 적합한 쌀가루 품질 규격을 설정하였다(가수 30%, 120 ~ 180Mesh). 규격화된 쌀가루를 떡국떡 및 떡볶이떡을 판매하는 업체를 대상으로 산업화를 실시하였다.
- ② 현재까지 쌀을 이용한 연구는 면, 떡에 치우쳐 있으며 새로운 쌀 가공제품의 시장 판로 개척이 필요하다. 쌀가루를 활용한 프리믹스 시장을 공략하기 위해 기존에 생산하지 않았던 호두과자용 프리믹스용 쌀가루를 생산하기 위한 새로운 공정 조건(분쇄, 분습 및 건조, 송풍 온도)을 설정하였다. 공정 조건으로 생산된 쌀가루의 품질 분석 결과를 확보하고, 쌀가루로 제조 한 쌀 호두과자의 가공적성 평가 결과를 실시하여 최적의 쌀가루 규격을 선정하였고 호두과자 제조·판매 업체를 대상으로 사업화를 실시하였다(가수 25%, 400Mesh).
- ③ 쌀가루를 활용한 가공제품의 새로운 판로를 개척하기 쌀을 미세하게 분쇄하여 전분가(%) 함량이 높여 주류(맥주) 품질에 맞는 쌀가루 제조 조건(분쇄, 분습 및 건조, 송풍 온도)을 설정하였다. 쌀가루 분석 결과를 바탕으로 규격화된 주류용 쌀가루를 주류 제조·판매 업체를 대상으로 사업화를 실시하였다.

<표 3-1>. 주류용 쌀가루 공급을 위한 입도별 전분가 분석 실험

| 쌀가루 시료 | 조단백질 (%) | 전분가 (%) |
|-----------------------|------------|-------------|
| 쇄미 | 6.8 | 74.3 |
| 가수 0% 35Mesh | 6.3 | 82.3 |
| 가수 0% 170Mesh | 6.3 | 81.3 |
| 가수 0% 200Mesh | 6.2 | 82.9 |
| 타사 습식 쌀가루 | 7.1 | 90.4 |
| 가수 25% 400Mesh | 6.2 | 90.9 |

<표 3-2>. 쌀가루 사업화 대상 품목 및 쌀가루 규격

| 사업화 대상품목 | 업체명 | 쌀가루 규격 | |
|-------------|-----------|-------------|----------|
| | | 쌀 목표 가수량(%) | 입도(Mesh) |
| 주류용 | 롯데주류 | 25 | 400 |
| 프리믹스용(호두과자) | 모드니 주식회사 | 25 | 400 |
| 떡용 | 주식회사유엔아이원 | 30 | 180 |

2. 쌀가루 활용 가공제품 상품화 추진

가. 쌀면 시장 현황

- 1인당 연간 쌀 소비량은 2019년도 59.2kg으로 전년대비 3.0% 감소하였다. 쌀 소비를 증대시키기 위해서 소비자의 Needs에 적합한 쌀 가공식품 개발을 통해 소비 촉진을 도모해야 한다. 현재 쌀 가공식품 제조업(식료품 및 음료) 부문 쌀 소비량은 74만 4,055톤으로 전년대비 1.5% 감소하였다. 업종별로는 주정 제조업(25.7%), 떡류 제조업(23.7%), 도시락 및 식사용 조리 식품(19.5%), 도시락류 제조업+기타 식사용 가공처리 조리식품, 기타 곡물가공품 제조업(7.5%)이 사업체부문 소비량의 76.4% 차지하고 있다.
- 쌀 가공식품 제조업 부분에서 면류, 마카로니 및 유사 식품에서의 쌀 소비량은 전년대비 사용량이 9.2% 증감하여 2019년도 기준 20,126톤으로 전체 사업체 부문 쌀 소비량의 2.7%를 차지하고 있다.
- 쌀을 이용한 면은 호화 후 성형시킨 면을 건조하여 상온 유통하는 건면과 냉동시켜 냉장·냉동 유통하는 숙면으로 구분된다. 건면은 컵타입으로 면과 스프가 같이 들어가 있어 뜨거운 물을 넣고 바로 섭취 하는 포장 형태로 판매되며, 숙면은 냉동시킨 면을 해동 한 후 뜨거운 물에 삶아 동봉된 스프와 함께 버무리며 먹는 포장 형태도 판매된다. 또한 글루텐 프리를 캡셉으로 건조된 면을 포장하여 판매하기도 한다.
- 간편식 시장은 2020년 사회적 이슈인 코로나바이러스감염증-19가 지속되면서 재택근무 및 집에서 식사하는 인구가 증가하여 한끼 식사를 간편하게 즐길 수 있는 제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 사회적 이슈와 증가하는 면 가공식품 시장에 따라 쌀을 이용한 간편하고 영양가 있는 한끼 식사 대응식인 쌀면 가공제품의 상품화를 추진하고자 한다.

코로나바이러스감염증-19 : SARA-coV-2바이러스에 의해 발생하는 동물 기원의 바이러스성 호흡기 질환

<표 3-3>. 쌀국수 제품의 3P (Product, Patent, Paper)

| ① Product | |
|---|---|
| 구 분 | 내 용 |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 백제물산, 쌀국수(멸치맛, 김치맛, 육개장맛) ·용량 및 원재료 : 92g, 밀(호주산)56.8%, 쌀(국내산)30% ·가격 : 1,200원 ·특성 : 기름에 튀기지 않아 느끼하지 않고 위에 부담을 줄여주어 소화가 잘되며 국내산 김치국물분말을 사용하여 진하고 시원한 국물 맛이 일품임. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 한스코리아, 웰빙 쌀국수 ·용량 및 원재료 : 92g(면80g, 스프 12g), 쌀가루(국산), 소맥분(호주, 미국산) ·가격 : 1,100원 ·특성 : ‘쿡시’는 밀가루가 아닌 우리 쌀을 이용해 만든 면발로 쫄깃함을 살리고 기름에 튀기지 않아 국물이 담백함. 중국과 일본으로 수출 중임. ·기타 : (주)한스코리아 쌀국수가 2012년 9월 햇쌀드림에서 쿡시(Cooksi)로 새롭게 변경되었음. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 현농(주), 쌀국수 먹는 날 여주쌀국수 ·용량 및 원재료 : 92g, 면(80g-여주쌀 50%, 밀가루 43.6%) ·가격 : 1,300원(12개) ·특성 : 전 국민의 1%만 먹는 여주쌀로 빚은 쌀국수로서 기름에 튀기지 않아 맛이 깔끔함. 저칼로리, 트랜스지방 제로, 무방부제 제품 |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 동송농협, 포포면쌀국수 ·용량 및 원재료 : 92g ·가격 : 2,300원 ·특성 : 철원오대쌀은 타 쌀에 비해 쫄깃한 미감을 더해주는 아밀로펙틴 성분의 함유율이 높아 쫄깃한 면을 만들기에 적절함. ·기타 : 동송농협미곡처리장/강원철원군 |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 칠갑농산, 우리쌀국수 ·용량 및 원재료 : 110g, 밀가루(밀/호주산)49%, 쌀가루(국산)30%, 타피오카 전분 ·가격 : 1,460원 ·특성 : 쌀국수의 부드러움과 얼큰한 맛이 조화를 이룬 쌀국수이다. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ·제조원 및 상품명 : 아이배넷, 베베순보들면 ·용량 및 원재료 : 28g, 면/쌀99.5%(국산), 정제염0.5, 건더기/멸치진육 38.9%, 다시마추출액, 멸치, 난황13.73% ·가격 : 2,160원 ·특성 : 단백질, 칼슘 등 무기질이 풍부한 아기전용 멸치 쌀국수 |

② Patent

- 파프리카를 이용한 쌀국수 제조방법 및 쌀국수 (2017)
- 쌀국수 및 이의 제조방법 (2012)
- 미강을 이용한 중간수분 쌀국수 및 이의 제조방법 (2012)
- 생면 쌀국수 제면기 및 제면방법 (2015)
- 건조 쌀국수 및 그 제조방법 (2009)
- 다시마 추출물을 포함하는 쌀국수의 제조방법 (2009)
- 쌀국수 제면용 조성물, 이를 이용한 쌀국수면 및 쌀국수면 제조방법 (2018)
- 아밀로오스 함량이 높은 고아이버를 이용한 쌀국수 제조방법 (2009)

③ Paper

- 도정도에 따른 쌀가루 및 쌀국수의 품질 특성 (2016)
- 분리대두단백질을 첨가한 쌀국수의 제면특성 및 개발 (2005)
- 셀룰로오스 에테르 첨가 쌀 면의 조리 특성 (2014)
- 아밀로오스 함량에 따른 글루텐 프리 쌀 압출 및 압연면의 물성학적, 구조적, 소화특성 연구 (2018)
- 원료쌀에 따른 즉석 쌀국수의 품질특성 (2013)
- 제면 적성 시험을 위한 쌀국수 제조 방법 (2012)
- 품종 및 전처리 조건을 달리한 쌀가루의 가공적성 연구 (2016)

나. 상품화 방향

- 2020년 현재 사회 전반적으로 확산하고 있는 언택트 문화로 혼밥(집을 뜻하는 home과 밥의 합성어)하는 소비자가 증가하며 가정 내 안전한 식사를 선호하게 되었다. 시간과 노력을 아낄 수 있는 서비스와 제품을 선호하는 소비자 성향이 강화되면서 별 다른 조리 없이 데우거나 끓이는 등 단순한 조리과정의 가공 제품을 선호하고 있다. 사회적인 이슈와 함께 간편식 시장도 19년도 4조원에 육박한 것으로 추산 되었고, 2020년에는 간편식 시장이 5조원을 넘길 것으로 전망되고 있다.
- 이러한 사회적 이슈와 더불어 간단하고 영양가 있고 간편하게 한끼 식사를 대체 할 수 있는 쌀 가공식품(컵타입 건면)에 대해 상품화를 진행하고자 한다. 면과 스프를 컵 용기에 담아 판매하여 뜨거운 물을 넣고 3분 이내에 바로 섭취 할 수 있는 형태로 간편하고 영양가 있는 식사를 원하는 소비자를 대상으로 상품화를 진행하고자 한다.

- 본 상품화 추진의 강점으로는 건면용 쌀국수 품질에 규격화된 쌀가루를 사용하여 타사 대비 품질이 우수한 국수 생산이 가능하다. 또한 국내산 쌀가루를 사용하기 때문에 소비자들이 신뢰할 수 있다. 약점으로는 기존 쌀면 시장에 진출 할 수 있는 외부 판매 채널 유통이 부족하다.

○ 내부환경

| 강 점(Strength) | 약 점(Weakness) |
|------------------------|-------------------|
| ▷ 쌀국수 품질에 적합한 규격화된 쌀가루 | ▷ 외부 판매채널 유통 |
| ▷ 국산 쌀가루 사용 안심, 신뢰 | ▷ 기존 쌀면 제품 시장 장악력 |

○ 외부환경

| 기 회(Opportunity) | 위 협(Threat) |
|-----------------------|-----------------|
| ▷ 코로나19로 인한 간편식 시장 증가 | ▷ 타 브랜드의 시장 장악력 |
| ▷ 건강 먹거리 선호 및 면 시장 증가 | ▷ 경쟁사 마케팅비 증가 |

<표 3-4>. 컨셉 및 마케팅 방향

| 상품명 (가안) | 농협 쌀국수 | |
|-------------|--|-----------|
| 분류(유형) | 면류(건면) | 브랜드 농협 |
| 컨셉 | ○ 쌀 50% 함유한 건강한 한끼 식사 | |
| 차별적 특징 | ○ 쌀 건면 가공에 적합한 쌀가루 사용으로 탄력있는 식감 ○ 국내산 쌀을 사용 | |
| 예상 Spec. | ○ 쌀국수 (멸치맛, 김치맛 등) | 이미지 |
| 타겟 소비자 | ○ 소화가 잘 안되는 60대 이상 중장년층 ○ 건강을 생각하는 20~30대 젊은층 | |
| 가격대 | ₩1,500 ~ ₩1,800 / 92g | |
| 유통 기한 | 실온 12개월 | |
| 포장 방법 | 용기 : 종이 뚜껑 : 폴리에틸렌 스프내면 : 폴리에틸렌 | |
| 생산업체 | 미정 | |



다. 시제품 제작 및 제조공정 확립

1) 쌀 건면 배합비 및 제조 공정도

- 건면 품질에 규격화된 쌀가루(가수30%, 120Mesh)를 사용하여 아래 <표3-5>의 배합비로 원부재료를 준비하였다. 총 중량의 쌀가루는 50%를 사용하였고, 밀가루 및 부재료를 배합하여 아래 <표 3-6>의 공정으로 건면을 제조하였다.

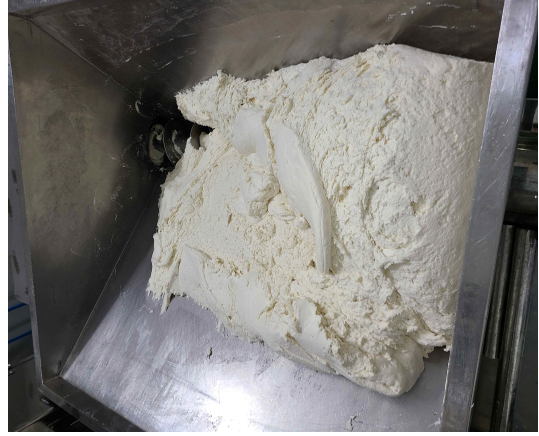
<표 3-5>. 쌀 건면 배합비율

| 원재료명 | 성상 | 배합비율 (%,wt/wt) | 제품단가 | 제조방법 |
|---------|----|-------------------|------|-------|
| 쌀가루 | 분말 | 50 | 미정 | OEM제조 |
| 밀가루 | 분말 | 45 | | |
| 전분 및 소금 | 분말 | 5 | | |
| 계 | | 100 | | |

<표 3-6>. 제조 공정도

| 제조공정 | 방 법 |
|-----------|---|
| ① 원재료 전처리 | 준비된 원재료를 입고 준비한다. (쌀가루(가수30% 120Mesh), 부재료 등) |
| ② 원재료 계량 | 쌀가루 및 부재료를 일정 비율로 계량한다. |
| ③ 분말 혼합 | 물과 가루 혼합 공정을 진행한다. |
| ④ 압출 | 압출 성형기를 이용하여 면대를 만든다. |
| ⑤ 성형 | 익힌 면을 잘라 성형한다. |
| ⑥ 건조 | 면을 건조한다. |
| ⑦ 포장 | 건조된 면을 개별 포장하여 실온 보관한다. |

제조공정사진



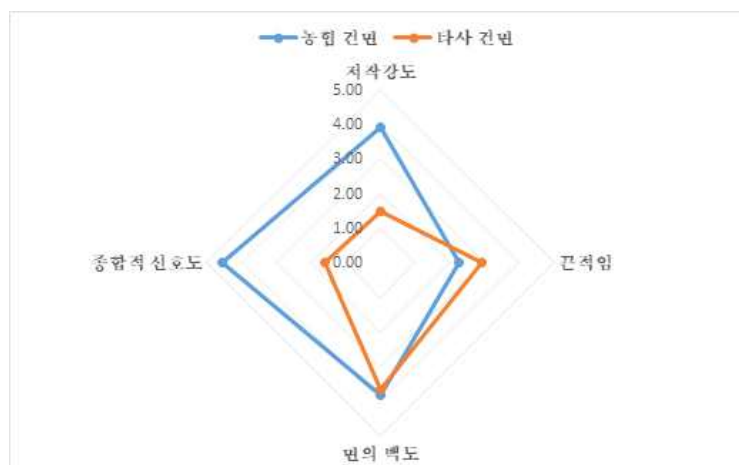
2) 시제품 제작

- 쌀면 가공제품 품질 규격에 적합한 쌀가루 (가수30%, 120Mesh)로 건면을 생산하였으며, 컵 용기에 건면, 스프(멸치맛)를 함께 넣고 시제품을 제작하였다. 섭취 방법은 용기 뚜껑을 열고 스프를 개봉하여 면 위에 골고루 뿌린 다음 끓는물(100℃이상)을 용기의 안쪽선까지 부은 후 3~4분 뒤 골고루 저어 먹는다.
- 관능평가 결과 타사 건면 쌀국수보다 면이 쫄깃하며 저작강도가 높고 끈적임이 작았으며, 종합적인 선호도가 높게 나타나 우수한 품질을 보였다.

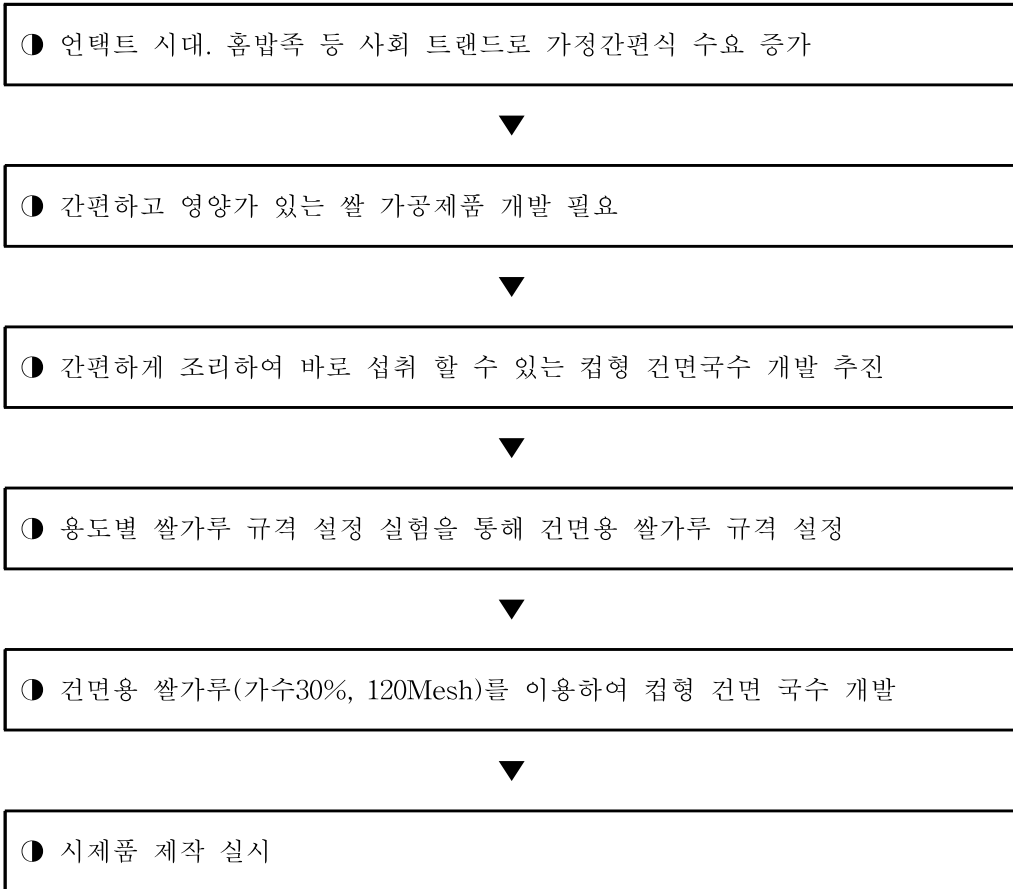


농협 쌀국수 시제품

<그림 3-1>. 농협 쌀국수 시제품 및 타사 쌀국수 관능평가



3) 상품 출시방향 제안



<표 3-7>. 쌀국수 판매 가격대

| 구분 | 가격대 | | 비 고 |
|-------------|---------|---------|-----|
| | 최저 | 최고 | |
| 1입 | ₩1,500 | ₩1,800 | |
| BOX 포장(10입) | ₩15,000 | ₩18,000 | |

제 4절. 반습식 쌀가루 제분 공정 품질·위생 매뉴얼

1. 반습식 제분 공정 일별 쌀가루 품질 분석

가. 실험방법

1) 개요

- (① 쌀가루의 전반적인 미생물 함량 조사) 쌀가루의 전반적인 미생물 함량을 분석하기 위해 12개월(2019.01~2019.12)간 오리온농협(주) 공장에서 생산되는 쌀가루의 미생물 검사를 실시하였다. 미생물 분석 항목은 일반세균(정량), 대장균(정량), 곰팡이(정량), 효모(정량)이며, 쌀가루 제분 조건(가수량, 입도)에 따라 시료를 선정하였다.
- (② 위생관리 공정 선별) 쌀가루 제조 공정의 위생성 확보 및 안전관리 매뉴얼을 수립하기 위해 총 3차례에 걸쳐 쌀 제분공정 중 조사 가능한 모든 지점에 대해 Swab Test 및 시료 채취 후 미생물 검사를 실시하였다. 외부 공기가 공정에 유입되어 공기이송 등에 사용되는 구조이므로 계절적인 요인을 감안하여 다소 외부의 온도가 낮은 4월과 높은 7월 두 차례에 걸쳐 동일한 미생물 검사를 실시해 위생관리가 필요한 공정을 선정하였다.
- (③ 위생관리 효과 검증) 공정별 청소 및 살균 방안을 마련하여 청소 전·후 미생물 검사를 실시하여 위생관리방안에 대한 효과를 검증하였다. 미생물 분석 항목 중 공정별 Swap Test 는 일반세균(정량), 대장균(정량), 곰팡이(정량), 효모(정량)이며, 공정별 채취한 시료는 식중독균 분석 항목을 추가하여 검사하였다.

▶ 위생지표균 검사항목 :

일반세균/*Total bacterial* (정량), 대장균군/*Coliform bacteria* (정량), 효모/*Yeast* (정량),
곰팡이/*Mold* (정량)

▶ 식중독균 검사항목 :

바실러스세레우스/*Bacillus cereus* (정성), 황색포도상구균/*Staphylococcus aureus* (정량),
살모넬라/*Salmonella* (정성), 리스테리아/*Listeria* (정성), 클로스트리디움퍼프리젠스/*Clostridium perfringens* (정량)

2) 위생지표균 검사 방법

가) 일반세균 (*Total bacterial*) 분석

○ 식품공전 제 8.4.5.1 일반세균 정량, 나. 건조필름법 준용

- 시험용액 1mL를 각 10배 단계 희석액에 희석하고 희석액 1mL를 세균수 건조필름배지(3M Petrifilm AC)에 각 2매 이상씩 접종한 후 잘 흡수시켜 35±1℃에서 48±2시간 배양한 후 생성된 붉은 집락 수를 계산하고, 그 평균집락에 희석배수를 곱하여 일반세균수로 하였다.

나) 대장균군 (*Coliform bacteria*) 분석

○ 식품공전 제8.4.7.2 대장균군 정량 다. 건조필름법 준용

- 시험용액 1mL를 각 10배 단계 희석액에 희석하고 희석액 1mL를 대장균 건조필름배지(3M Petrifilm EC)에 접종한 후, 35~37℃에서 24±2시간 배양하였다. 대장균 건조필름배지에서는 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계산하여 그 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 대장균군 수를 산출하였다.

다) 효모 (*Yeast*), 곰팡이 (*Mold*) 분석

○ 식품공전 제8.4.5.1 일반세균 가. 표준평판법 참조

- 배지는 포테이토 텍스트로오즈 한천배지를 사용하여 25℃에서 5~7일간 배양한 후 발생한 집락수를 계산하고 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 산출하였다.

3) 식중독균 검사 방법

가) 바실러스세레우스 (*Bacillus cereus*) 분석

○ 식품공전 제8.4.18.1 바실러스 세레우스 가.분리배양 참조

- 검체 25 g 또는 25 mL를 취한 후, 225 mL의 희석액을 가하여 2분간 고속으로 균질화하여 시험용액으로 하였다. 희석액을 사용하여 10배 단계 희석액을 만든다. MYP 한천평판배지 (NaraeBioTech,Inc.)에 단계별 희석용액 0.2 mL씩 5장을 도말하여 총 접종액이 1 mL이 되게 하여, 30℃에서 24±2시간 배양한 후, 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다.

나) 황색포도상구균 (*Staphylococcus aureus*) 분석

- 시험용액 1mL를 각 10배 단계 희석액에 희석하고 희석액 1mL를 황색포도상구균 건조필름 배지(3M Petrifilm STX)에 각 2매 이상씩 접종한 후 잘 흡수시키고 35±1℃에서 24±2시간 배양한 후 생성된 붉은 집락 수를 계산하고, 그 평균집락에 희석배수를 곱하여 황색포도상구균으로 하였다.

다) 리스테리아 (*Listeria*) 분석

- 시험용액 1mL를 각 10배 단계 희석액에 희석하고 희석액 1mL를 환경리스테리아 건조필름 배지(3M Petrifilm EL)에 각 2매 이상씩 접종한 후 잘 흡수시키고 35±1℃에서 28±2시간 배양한 후 생성된 진한 적자색 집락 수를 계산하고, 그 평균집락에 희석배수를 곱하여 리스테리아균으로 하였다.

라) 클로스트리디움 퍼프리젠스 (*Clostridium perfringens*) 분석

○ 식품공전 제8.4.4.14 클로스트리디움 퍼프리젠스 가. 균수측정 참조

- 검체 25 g 또는 25 mL를 취하여 225 mL의 희석액을 가한 후 1~2분간 저속으로 균질화한 후 10배 단계 희석액을 만든다. 시험용액 및 단계별 희석액 1 mL씩을 2매 이상의 멸균 페트리접시에 무균적으로 분주하고, 43~45℃로 유지한 난황을 첨가하지 않은 TSC 한천배지(배지 41) 10~15 mL를 가하여 좌우로 돌리면서 잘 혼합한 후 응고시켰다. 응고된 배지 위에 다시 동일한 배지 10 mL를 가하여 중첩시킨 후 35~37℃에서 24±2 시간 혐기 배양하였다. 150개 이하의 전형적인 검은색 집락이 확인된 평판을 선별하여 각 집락수를 계수하였다.

마) 살모넬라 (*Salmonella*) 분석

- RapidChek SELECT Salmonella Test Kit(MEDEXX)를 이용해 정성시험을 실시하였다. Primart medium(1차배양배지)에 멸균증류수 225ml과 Supplement 2.25ml을 넣고 분석하고자 하는 시료 25g을 넣은 뒤 42±0.5℃에서 16~20시간 배양하였다. Secondary medium(2차배양배지) 0.075g에 멸균 증류수 1ml을 넣고 1차 배양액 0.1ml을 첨가한 뒤 42±0.5℃에서 16~20 시간 배양하였다. 배양된 2차 배양배지에 RapidChek test strip을 넣고 10분간 반응시켜 양성 및 음성을 확인하였다.

나. 실험결과

1) 일별 쌀가루 미생물 분석 결과

- 건식 및 목표수분함량(25, 27, 30%)으로 쌀을 가수하여 서로 다른 입도로 제분한 쌀가루의 미생물 분석 결과는 아래 표 .와 같다.

▶ **쌀가루 제분 공정 위생지표균 :**

일반세균(정량), 대장균군(정량), 효모(정량), 곰팡이(정량), 황색포도상구균(정량), 바실러스세레우스(정성)

- 모든 가수조건에서 제분한 쌀가루의 전체적인 미생물 분포를 보면 대부분의 입도에서 일반세균, 효모가 g당 3.0 logcfu 이상으로 가장 높게 검출되었고, 곰팡이는 g당 3.0 logcfu 이하로 검출되었으며, 대장균군은 g당 1.0 logcfu 이하로 가장 작게 검출되었다. 바실러스세레우스균은 모든 쌀가루에서 검출되지 않았으며, 황색포도상구균은 g당 3.0 logcfu 이하로 검출되었다. 곡류에서 잘 번식하는 곰팡이류가 만들어 내는 진균독인 아플라톡신은 쌀과 쌀가루에서 모두 검출되지 않았다.
- 목표수분함량(25, 27, 30%)으로 가수하여 제분한 쌀가루의 곰팡이와 대장균군수가 건식공정으로 제분한 쌀가루보다 낮게 검출되는 경향이였으며, 일반세균과 효모는 차이를 찾기 어려웠다. 습식제분은 세척한 원료 쌀에 목표하는 수분 함량이 되도록 물을 가수한 뒤 제분하기 때문에 유통과정 중 생물학적 위해요소 관리를 위하여 70℃이상 열풍으로 쌀가루를 건조시킨다. 이런 고온의 열풍 건조과정에서 건조 및 열에 민감한 곰팡이, 대장균군이 고온건조를 거치지 않는 건식제분 보다 감소되는 현상을 보이는 것으로 판단되어진다. 작업자에 의해 검출 될 수 있는 황색포도상구균은 건식공정에 비해 가수공정에서 다소 높게 검출되었다.
- 제분 공장 외기온도(℃) 및 습도(%)에 따라 제분한 쌀가루의 미생물 분포를 평균하여 분석하였을 때, 공장 외기 온도가 20℃ 미만일 때와 이상일 때 일반세균 및 진균류는 유의차를 찾기 어려웠으나, 대장균군은 20℃ 미만일 때가 오히려 더 높은 경향을 나타내었다. 외기 상대습도(%)에 있어서도 일반세균과 진균류에서는 차이가 없었으며, 대장균군에 있어서는 습도가 60% 이상일 때 더 높게 검출되는 경향이였다.
- 외기 공기가 공정에 유입되어 공기이송 등에 사용되는 체계이므로 계절적인 요인도 감안하여 위생관리를 실시해야 한다. 일별 쌀가루의 미생물 분석 결과를 통해 외기의 온도(℃)보다는 습도(%)의 영향을 많이 받는 것을 확인하였으며, 습도가 높은 여름철 위생관리에 유의해야 할 것으로 판단되어 진다.

<표 4-1>. 건식제분(쌀 목표수분함량 0%) 쌀가루 입도별 미생물 분석 결과 (2019.01~2019.12)

| 쌀가루 시료 | | | 미생물 수 (log cfu/g) | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 쌀 목표 가수량 (%) | 목표 입도 (Mesh) | 분석 건수 (건) | 일반세균 (Total bacterial) | 효모 (Yeast) | 곰팡이 (Mold) | 대장균군 (Coliform bacteria) |
| 0 | 20 | 8 | 4.06 | 3.04 | 2.41 | 0.57 |
| | 35 | 8 | 3.55 | 2.71 | 1.10 | 0.10 |
| | 120 | 20 | 3.87 | 3.29 | 1.59 | 0.60 |
| | 170 | 47 | 4.33 | 3.86 | 1.62 | 0.80 |
| | 200 | 12 | 4.08 | 3.16 | 2.50 | 2.26 |

<표 4-2>. 습식제분(쌀 목표수분함량 25%) 쌀가루 입도별 미생물 분석 결과 (2019.01~2019.12)

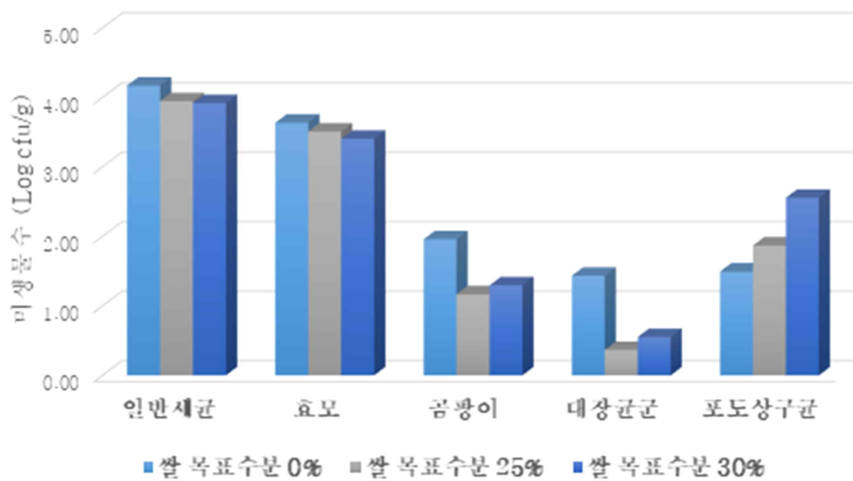
| 쌀가루 시료 | | | 미생물 수 (log cfu/g) | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 쌀 목표 가수량 (%) | 목표 입도 (Mesh) | 분석 건수 (건) | 일반세균 (Total bacterial) | 효모 (Yeast) | 곰팡이 (Mold) | 대장균군 (Coliform bacteria) |
| 25 | 350 | 49 | 4.01 | 3.58 | 1.23 | 0.24 |
| | 400 | 9 | 2.92 | 1.92 | 0.22 | 0.75 |

<표 4-3>. 습식제분(쌀 목표수분함량 30%) 쌀가루 입도별 미생물 분석 결과 (2019.01~2019.12)

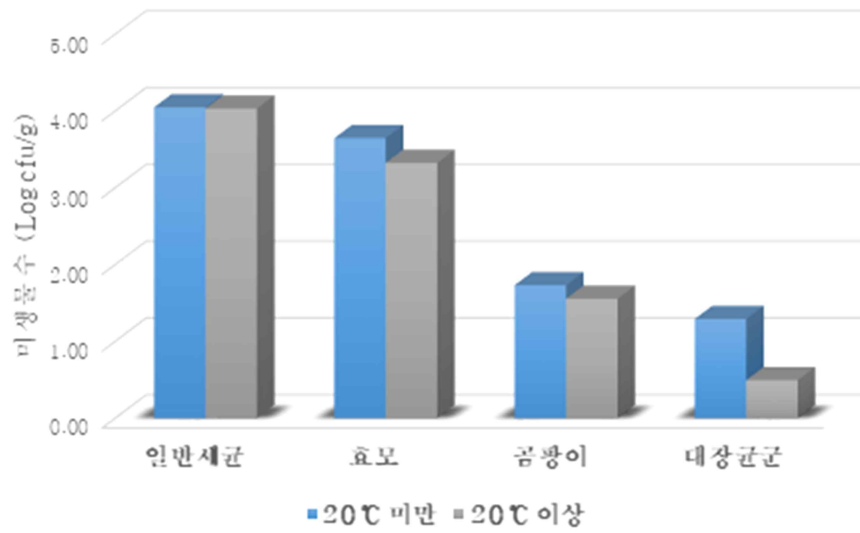
| 쌀가루 시료 | | | 미생물 수 (log cfu/g) | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 쌀 목표 가수량 (%) | 목표 입도 (Mesh) | 분석 건수 (건) | 일반세균 (Total bacterial) | 효모 (Yeast) | 곰팡이 (Mold) | 대장균군 (Coliform bacteria) |
| 30 | 80 | 13 | 3.85 | 3.62 | 0.66 | 0.00 |
| | 180 | 46 | 3.70 | 3.39 | 1.35 | 0.29 |
| | 250 | 34 | 4.14 | 3.36 | 1.37 | 0.87 |
| | 280 | 4 | 3.38 | 2.65 | 0.88 | 0.00 |

<표4-4>. 목표수분함량(%)별 쌀가루 미생물 분석 결과 (2019.01~2019.12)

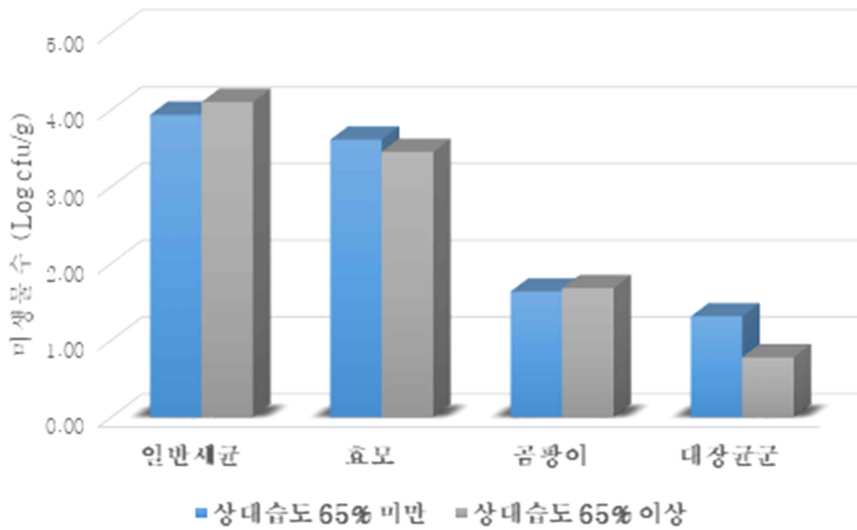
| 위생지표균 | 쌀 목표수분함량 (%) | 미생물 수 평균값 (log cfu/g) |
|------------------------------------|--------------|-----------------------|
| 일반세균 (Total bacterial) | 0 | 4.17 |
| | 25 | 3.95 |
| | 30 | 3.92 |
| 효모 (Yeast) | 0 | 3.64 |
| | 25 | 3.51 |
| | 30 | 3.41 |
| 곰팡이 (Mold) | 0 | 1.96 |
| | 25 | 1.17 |
| | 30 | 1.30 |
| 대장균군 (Coliform bacteria) | 0 | 1.43 |
| | 25 | 0.37 |
| | 30 | 0.55 |
| 바실러스세레우스 (Bacillus cereus) | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0.00 |
| | 30 | 0.00 |
| 황색포도상구균 (Staphylococcus aureus) | 0 | 1.50 |
| | 25 | 1.87 |
| | 30 | 2.56 |



<그림 4-1>. 쌀 목표수분 함량별 미생물 분석 결과



<그림 4-2>. 외기 온도(°C)에 따른 미생물 검출량



<그림 4-3>. 외기 습도(%)에 따른 미생물 검출량

2. 반습식 제분 공정별 중점관리 방안

가. 공정별 위해요소의 분류

- 쌀가루 제분 공장에서 관리해야 할 위해 요소에서 화학적 위해요소 보다는 생물학적, 물리적 위해요소가 더 중요한 것으로 판단되었다. ① 생물학적 위해요소 : 대장균군 등의 오염지표균과 병원성미생물, 부패미생물, 곰팡이 등의 인체 건강관련 미생물을 위해요소로 정의하였다. ② 물리적 위해요소 : 식품 중에 일반적으로 함유될 수 없는 이물(돌, 유리조각, 파편) 등을 인체의 건강을 해할 우려가 있는 물질로 정의하였다.
- 쌀가루 제분공정별로 생물학적, 물리적 위해요소는 아래 표. 에 분류하였으며, 위해요소 분류를 통해 공정별 관리 방안을 마련하고자 하였다.

<표 4-5>. (쌀 위생 안전성 향상 공정) 위해요소 분류표

| 공정분류 | | 생물학적 위해요소 | 물리적 위해요소 |
|------|-------|--|------------------|
| ① | 석발기 | 일반세균, 곰팡이, 대장균군 등 (공정 후 잔량 쌀 및 이물질로 인해 위해 요소 증식 가능성) | 돌, 파편, 기타 이물 등 |
| ② | 색채선별기 | | 돌, 파편 등 |
| ③ | 쌀 세척기 | 일반세균, 효모, 곰팡이 등 (공정 후 수분이 남아있는 상태에서 위해 요소 증식 가능성) | 쌀 표면의 이물, 먼지 등 |
| ④ | 쌀 건조기 | | 물 세척 후 남아있는 이물 등 |

<표 4-6>. (쌀 가수 및 제분 공정) 위해요소 분류표

| 공정분류 | | 생물학적 위해요소 | 물리적 위해요소 |
|------|-------|---|-------------------|
| ① | 쌀 가수기 | 일반세균, 곰팡이, 효모 등 (공정 후 수분이 남아있는 상태에서 위해 요소 증식 가능성) | 작업 중 생성된 파편, 이물 등 |
| ② | 물탱크 | 일반세균, 곰팡이, 식중독균 등 (물탱크 내부 위해 요소 증식 가능성) | 기타 이물 등 |

<표 4-7>. (최종 쌀가루 품질 확립 공정) 위해요소 분류표

| 공정분류 | | 생물학적 위해요소 | 물리적 위해요소 |
|------|-------------|--|----------|
| ① | 쌀가루 건조라인 | 곰팡이 등 (건조라인 내부의 잔존 쌀가루로 인해 위해 요소 증식 가능성) | - |
| ② | 채 선별기 | 곰팡이, 일반세균 등 (채 교환 과정 및 채 선별기 내부의 위해 요소 증식 가능성) | - |

① 원료쌀 처리 공정의 위생 안전성



쌀 원료곡



석탈기

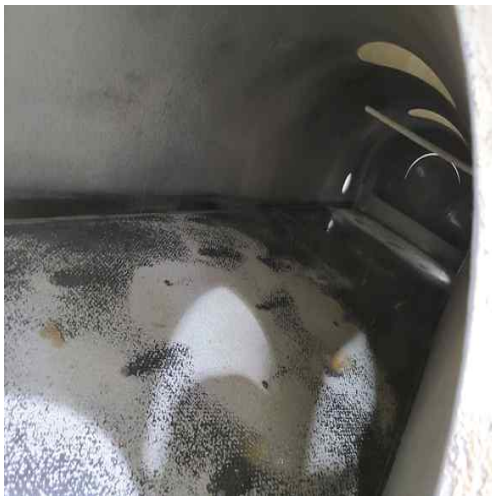


색채선별기 (좌) 색채선별기 내부 / (우) 색채선별 구역





쌀 세척기 (좌) 세척솔 부분 / (우) 스크류 부분



쌀 건조기 (왼) 쌀 건조기 내부 / (우) 쌀 건조기 하단 배수구역

② 쌀 가수 및 제분 공정의 위생 안전성



가수기별 물 공급 탱크



쌀 가수기

③ 최종 쌀가루 처리 공정의 위생안전성



쌀가루 건조기



채 선별기

나. 위해관리 방안 수립

1) 개요

- 첫 번째, 쌀가루 제분 공정별 Swap Test와 공정 중 시료를 채취하여 미생물 검사를 실시하고, 분석 결과를 바탕으로 중점관리 공정을 선정하였다.
- 두 번째, 생물학적 위해요소 관리를 위해 공정별 살균 및 청소 방안을 마련하였고, 위생관리 전·후의 생물학적 위해요소 감소 효과를 검증하기 위하여, 제시한 생물학적 위해 제어 방법의 적용 전(공정 후 미처리)와 적용 후(공정 후 청소·살균 처리) 동일한 지점을 Swap test 및 시료를 채취하였고, 미생물검사를 통해 비교·분석한 결과를 바탕으로 효과를 검증하였다.
- 세 번째, 중점관리 공정의 생물학적 위해요소(미생물)가 감소하는 결과를 바탕으로, 위해요소를 제거 하거나 허용 수준 이하로 관리하기 위한 방안을 제시하였다. 아래 <표 4-8>과 같이 (예시 : 청소 주기 및 소독수(에탄올) 농도 설정, 세척 방법 등) 기준 및 관리 조건을 선정하였다.

<표 4-8>. 쌀가루 제분 공정별 생물학적 위해요소 제어 방안(안)

| 장치의 특징 별 유형 | 선별 공정 | 공정 후 생물학적 위해 제어 방안(안) |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 개방·고정식 장치 | 석발기, 색채선별기, 쌀 가수기, 쌀가루 채선별기 | 청소 + 70% 에탄올 분무 |
| 개방·해체 가능 장치 | 쌀 세척기 | 70℃ 이상 Hot water로 청소 + 70% 에탄올 분무 |
| 개방 불가 장치 | 쌀가루 건조기 | 90℃ 이상 Hot Air 열풍건조·살균 |

- ※ 개방·고정식 장치 : 개방할 수 있으나 부품 해체는 불가능한 장치
- 개방·해체 가능 장치 : 개방하여 부품 등을 해체할 수 있는 장치
- 개방 불가 장치 : 개방 및 부품 해체가 모두 불가능한 장치

2) 중점 위생관리 공정 선정

- 전체 쌀 제분공정 중 조사 가능한 지점에 대하여 Swab Test와 시료채취를 통해 미생물 검사를 수행하였다. 외부 공기가 유입되어 분체의 공기이송 등에 사용되므로 계절적인 요인을 감안하여 4월과 7월 두 차례에 걸쳐 동일한 지점의 미생물 조사를 실시하였다.
- 실험 당일의 온도 및 습도 조건은
(4월 9일) 외기의 온도 9.1℃, 습도 74% / 공장내부의 온도 30.7℃, 습도 43%
(7월 17일) 외기의 온도 27.8℃, 습도 76% / 공장내부의 온도 33.7℃, 습도 34%였다.
- 각 단계별 공정에 대해 Swab Test가 가능한 부위에 대해서는 모두 검사를 진행하였으며, 계절별 두 차례에 걸쳐 실시하였고 Swab Test 결과는 표. 와 같다. 석발, 색채 선별된 쌀을 세척하는 세척기의 브러시와 스크류 부분에서 일반세균과 진균류가 다른 부위 보다 높게 검출되어 생물학적 위해요소 관리가 필요한 공정으로 조사되었다.
- 가수기에 쌀을 투입하는 스크류 부분에서는 4월보다 기온과 습도가 높은 7월에 일반세균과 곰팡이가 더 많이 검출되는 경향을 보였다. 가수하여 수분을 흡수한 쌀을 공기분급분쇄기 (ACM)로 투입하기 전 단계의 호퍼도 부위와 계절에 따라 오염의 소지가 다소 있는 것으로 나타났다.
- 한편 경로가 긴 쌀가루의 건조기 내부 잔사에서 곰팡이가 검출이 되었으며, 개방 불가 공정이기 때문에 열풍으로 잔사 밀어내기 및 건조를 실시함으로써 위해요소 관리가 필요한 것으로 조사되었다.
- 4월과 7월 두 번에 걸친 동일한 Swab Test 결과 일반세균과 대장균군은 채취 부위의 변화 등의 차이로 인해 계절별 동향을 파악하기 어려웠으나, 곰팡이에 있어서는 외기의 온도가 높은 7월의 검사결과가 4월보다 전반적으로 높은 경향을 볼 수 있었다.
- 전반적으로 4월 보다는 7월에 미생물 수준이 높은 것으로 나타나 하절기 위생관리를 더욱 강화하여야 할 것으로 보였다. 분쇄 전 저장 호퍼의 관찰용 창외 경우 창과 문틀 사이에 끼여 있는 찌꺼기는 곰팡이 발생이 보였으며 공정에 혼입될 가능성은 희박하나 주기적으로 문을 개방하여 청소하거나 장치 개선 시 창문을 없애는 것을 고려하여야 할 것으로 판단되었다. 이는 공정의 모든 틈새와 쌀(가루)가 잔류하거나 축적되어 오염이 일어날 수 있는 모든 공정이 동일하다.

- 제조 공정 단계 별로 채취한 시료의 미생물 분포 조사 결과 색채선별기, 쌀 건조기, 체선별기 등 공정 내부에 잔존하고 있는 쌀 및 쌀가루에서 곰팡이, 효모, 일반세균 등 생물학적 위해요소가 다수 검출되었다. 공정이 끝난 후 세척 및 살균을 통해 공정 내부에 잔존하고 있는 이물을 제거함으로써 미생물 증식 및 혼입이 되지 않도록 관리가 필요할 것으로 조사되었다.

<표 4-9>. 제조 공정 단계 별 SWAB TEST 결과 [실험일자 : (1차) 2019.4.9., (2차) 2019.7.17.]

| 공정 구분 | | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|-------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 |
| ① | 색채 선별기 내부 | 개방·고정 | 1.00 | 2.93 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | TNTC | 2.06 | 1.70 |
| ② | 쌀 세척기 브러쉬 | 개방·해제 | 4.82 | 6.51 | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 5.54 | 4.46 | 5.40 |
| ③ | 쌀 세척기 스크류 | | 6.04 | 4.47 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.06 | 0.00 |
| ④ | 쌀 건조기 내부 | 개방·고정 | 1.48 | 3.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 0.00 |
| ⑤ | 가수 전 저장 호퍼 벨브 내부 | | 3.01 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.85 | 3.17 | 3.04 |
| ⑥ | 가수기 투입되는 스크류 공정 내부 (1번 가수기) | | 1.70 | 3.13 | 0.00 | 0.00 | 2.04 | 2.92 | 0.00 | 2.00 |
| ⑦ | 가수기 투입되는 스크류 공정 내부 (3번 가수기) | | 1.18 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4.00 | 1.74 | 0.00 |
| ⑧ | 가수기별 물탱크 내부 (1번가수기) | | 2.86 | 2.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.78 | 2.91 | 1.93 |
| ⑨ | 가수기별 물탱크 내부 (3번가수기) | | 1.90 | 1.18 | 0.00 | 0.00 | 0.70 | 5.00 | 0.00 | 1.30 |

※TNTC : 10⁵에서 관측한 결과를 나타냄. 곰팡이의 경우 균사체 퍼짐현상으로 인해 계수가 불가능한 경우도 TNTC로 표현함.(이하 동일)

| 공정 구분 | | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|-------|--------------------------|-------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 |
| ⑩ | 공정 끝난 가수기 내부 (1번 가수기) | 개방·해제 | 1.00 | 1.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.00 |
| ⑪ | 공정 끝난 가수기 내부 (3번 가수기) | | 0 | 3.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ⑫ | 가수 후 저장 호퍼 내부 | | 3.11 | 4.38 | 0 | 0 | 0 | 4.32 | 5.74 | 2.28 |
| ⑬ | 쌀가루 건조기 내부 | 개방불가 | 0 | 2.43 | 0 | 2.40 | 0 | 5.00 | 0 | 2.08 |
| ⑭ | 쌀가루 포장 전 저장호퍼 | 개방·해제 | 0 | 2.78 | 0 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 1.85 |

<표 4-10>. 제조 공정 단계 별 채취 시료의 미생물 분포 조사 결과 [실험일자 : (1차) 2019.4.9., (2차) 2019.7.17.]

| 구분 | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|----|-----------------------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 |
| ① | 원료곡 쌀 | 2.43 | 2.84 | 0 | 0 | 0 | 1.54 | 1.93 | 2.74 |
| ② | 색채 선별기 윗부분 잔량 쌀 | 2.99 | 5.24 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 3.03 | 4.81 |
| ③ | 쌀 건조기 내부 쌀 | 4.34 | 5.00 | 0 | 0 | 0 | 3.70 | 5.00 | 1.60 |
| ④ | 가수기로의 쌀 이송기의 내부 잔량 쌀 | 3.27 | 6.15 | 0 | 0 | 0 | 2.04 | 3.25 | 3.00 |
| ⑤ | 가수 후 쌀 (4번 가수기) | 3.74 | 5.65 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 3.65 | 0 |
| ⑥ | 분쇄 전 저장호퍼 내부 쌀 | 4.41 | 4.75 | 1.30 | 0 | 0 | 4.70 | 4.15 | 4.74 |
| ⑦ | 분쇄 전 저장 호퍼 도어에 끼인 찌꺼기 | TNTC | TNTC | 0 | 1.65 | TNTC | TNTC | 7.79 | 7.07 |
| ⑧ | 쌀가루 열풍기 잔량 쌀가루 | 3.48 | 4.34 | 0 | 0 | TNTC | 3.40 | 2.98 | 3.78 |

| 구분 | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|----|------------------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 | 4/9 | 7/17 |
| ⑨ | 집진기 쌀가루 | 3.54 | 3.02 | 0 | 0 | TNTC | 3.30 | 2.94 | 0 |
| ⑩ | 포장 전 저장호퍼 잔량 쌀가루 | 3.11 | 4.38 | 0 | 0 | 0 | 5.18 | 3.06 | 2.45 |
| ⑪ | 채 선별기 내부 잔량 쌀가루 | 2.78 | 5.35 | 0 | 0 | 0 | 1.78 | 3.02 | 1.90 |
| ⑫ | 최종 생산 쌀가루 | 4.43 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.40 | 4.63 |

3) 위해요소 관리 전·후 미생물 분포 조사

- 2019년도 4월과 7월 2차례에 걸친 공정별 위해요소 분석 검사를 결과를 바탕으로 중점관리 공정을 선정하였다. 공정별 청소·살균 방안을 아래 <표 4-8>와 같이 선정하였고, 공정별 살균 전·후 Swab Test 및 시료를 채취하여 미생물 검사를 실시하였다.
- 실험 당일의 온도 및 습도 조건은
(‘20년 6월 30일) 외기의 온도 23.5℃, 습도 % / 공장내부의 온도 32.9℃, 습도 29%였다.
- 국내에서 시판되는 쌀(백미)의 미생물학적 프로파일을 조사한 연구에 의하면 쌀가루의 원료가 되는 쌀에는 총호기성세균, 포자형성균(*Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*), 젖산균, 그리고 진균이 잔류되어 있는 것으로 보고되어 있다(Reference). 본 연구에서 Swab Test는 총호기성세균인 일반세균, 대장균군, 진균에 대하여 조사하였고, 공정 중에서 채취한 쌀 또는 쌀가루 시료에 대해서는 일반세균, 대장균군, 진균 이외에 포자형성균(*B. cereus*, *Cl. perfringens*)과 그 외 식중독균 중 *Staphylococcus aureus*(정량), *Salmonella spp.*(정성), *Listeria spp.*(정성)를 검사하였다.
(Reference) 김민주, 김병훈, 박성수, 박성희, 김동호, 김근성 : 시판 백미의 미생물학적 프로파일 정량분석. 한국식품위생안전성학회지, 26, 198~202 (2011)
- 중점관리 공정 중 개방·고정/개방·해체 가능한 유형의 장치는 Air를 이용하여 잔류하는 이물질을 제거하고, 70% 알코올을 분사하여 살균을 진행하였다. 중점관리 공정 중 개방 불가한 유형의 장치는 90℃ 이상 열풍으로 잔사 밀어내기 및 건조를 통해 생물학적 위해 요소 제어 실험을 진행하였다.
- 공정별 Swap Test 및 채취시료의 미생물 분석 결과는 아래 표 . 와 같다. ① 첫 번째, 원료쌀의 물리적 위해요소를 제거하는 공정인 석발기와 색채선별기는 작업 후 Air분사기를 이용해 잔사를 제거하고 70% 알코올을 공정내부에 분사하여 살균하였다. Swab Test 결과, 청소 및 살균 처리 전 초기 균수는 높지 않은 환경이었으며, 처리 후 일반세균의 감소효과는 미미하였으나 진균류는 다소 감소하는 경향을 확인하였다. ② 두 번째, 쌀 세척 공정은 살균 전 호퍼부분은 높지 않은 편이었으나 세척 브러쉬와 내부 통관에서 일반세균과 대장균군이 다른 공정보다 높게 검출되었으며, 모든 부위에서 곰팡이와 효모는 검출되지 않았다. 이들을 대상으로 65℃ 정도의 물로 각 부위와 세척술, 내부 통 등 해체된 부품을 청소하고, 70% 알코올로 살균한 결과, 호퍼부분은 살균효과가 뚜렷하였으나, 내부 통관과 세척술 부분은 일반세균과 대장균군의 감소효과가 뚜렷하지 않았다. 이의 개선을 위해서는 세척수의 온도를 90℃로 올려 1차 살균하고 Air로 건조한 후 70% 알콜을 처리하는 방법으로 2차 실험을 진행하였다.

- 높은 온도에서 불순물을 제거 한 후 Air로 표면을 완전히 건조 한 상태에서 알콜 처리를 했을 때 세척기 내부 통관과 스크류 통의 일반세균, 대장균군, 효모, 곰팡이의 감소 효과가 뚜렷하였다. 세척술도 90℃의 온수로 불순물을 제거하여 알코올 처리했을 때 대장균군과 효모의 감소가 매우 뚜렷하게 나타났다.
- ③ 세 번째, 쌀 건조기 공정은 잔류하는 쌀을 제거 한 뒤, 70% 알코올로 살균하였다. 청소·살균 처리 후 건조기 내부의 채망을 Swab Test 한 결과 일반세균과 효모가 다소 감소하였다. 쌀 건조기 내부의 채망을 통해 바닥에 떨어진 쌀 잔류물(찌꺼기)는 청소 및 살균 처리 전, 대장균군과 진균류는 미미하였으나 일반세균이 10³에서 TNTC로 높게 검출되었으며, 처리 후 4.4 log cfu/g 수준으로 감소하였다.
- ④ 네 번째, 가수기 내부와 하단의 이동 호퍼 그리고 가수기 물탱크 내부를 70% 알코올로 살균 처리 후 익일 아침 Swab Test 한 결과, 일반세균은 모두 감소하였으나, 진균류는 처리효과가 일정하지 않았다.
- ⑤ 다섯 번째, 초기 균수가 높지 않았던 쌀가루 건조공정은 개방하여 청소 및 살균이 불가하기 때문에 생산 종료 후 90℃이상의 열풍으로 20분간 잔사 밀어내기 및 열풍건조를 실시하였으며, 익일 아침 Swab Test 한 결과 일반세균과 진균류가 감소하는 효과를 확인할 수 있었다.
- ⑥ 여섯 번째, 채 선별 공정은 목표하는 최종 쌀가루의 입도에 따라 채망을 교체하기 때문에 2차 오염에 노출될 수 있다. 살균 전 채 선별기 내부 및 채망에 잔류하는 일반세균이 2.18~2.63 log cfu/g의 수준으로 높지 않은 편이었으며 나머지 미생물은 거의 검출되지 않았다, 실험을 위해 해당 부위의 쌀가루를 제거하고 70% 에탄올로 살균한 후 Swab Test 한 결과 일반세균이 현저히 감소하였다.
- 공정 중 채취한 시료에 대해 *Bacillus cereus*(정성)와, *Clostridium perfringens*(정량), *Staphylococcus aureus*(정량), *Salmonella spp.*(정성), *Listeria spp.*(정성)을 검사하였고, 분석 결과 모든 시료에서 검출되지 않아 안정적으로 관리되고 있었다. (표로 제시)
- 전체적으로 공정 장치 중에는 쌀 세척 공정과 쌀 건조공정의 관리가 중요 한 것으로 판단되었다. 그러나 현재 전반적으로 관리상태가 양호하여 공정의 살균 전과 후 최종 쌀가루 제품에서는 균수도 안정적이며 살균에 의한 미생물 저감효과가 나타나지는 않았다. 하지만 청결과 살균소독에 대한 관리를 철저히 하지 않으면 습도와 온도에 의한 원료 및 공정내 잔류물의 부패 등으로 이어질 수 있으므로 관리기준에 따라 철저히 관리하여야 할 것으로 판단된다.

- 세계적으로 식물성 식품원료 중 *B. cereus*와 *Cl. perfringens*의 존재를 natural microflora로 인정하고 있으며, 식품 중 검출을 인정하고 있다. 미국, 호주, 뉴질랜드, 네덜란드, 캐나다 등 위생 선진국에서는 안전성에 특히 민감한 유아용 분유 중 *B. cereus*의 존재를 분유 g당 100~10,000cfu 수준에서 규격에 적합한 식품으로 인정하고 있다.
- 분말 그대로 섭취하는 시판 생식제품의 경우 0~10³의 *B. cereus*와 *Cl. perfringens*이 검출되고 있다. 2002년 2월 한국소비자연맹에서도 10개 시판생식의 일반세균, 대장균군, 대장균, *B. cereus*, *Cl. perfringens*, *Salmonella*, 황색포도상구균의 오염도를 조사한 결과, 제품별로 평균 >10²~10⁶의 총호기성균, 70%의 *Coliforms* 검출, 0~10³의 *B. cereus*와 *Cl. perfringens*가 검출되었다고 하였다.
- *Cl. perfringens*의 경우 편성혐기성의 포자형성균으로 건강한 사람이나 동물의 장관내, 토양, 하수 등의 자연계에 널리 상재하고 있으며, 건강한 사람의 분변에서 10~10⁹ CFU/g(일반적으로 10²~10⁵ CFU/g)이 검출된다. Ronald(1989)도 건강한 성인의 경우 10³~10⁵ CFU/g의 균을 가지고 있으며, 식중독을 발생시킬 수 있는 균량은 10⁶~10⁸ CFU/g이라고 보고한 바 있다. 일반적으로 *B. cereus*는 포자가 발아하여 증식하면서 독소를 형성하는데, 쌀가루의 경우, 수분함량이 낮아 포자의 발아와 증식이 어렵다고 알려져 있다.
- 국내외 유사 식품별 미생물 규격현황을 살펴보면 주요 선진국의 경우 “과채가공품”이나 “비가열 과실채소류음료인 녹즙”등에 대해 100~10,000 cell/g 수준의 *B. cereus* 규격을 운영하고 있다. 국내 식품공전을 보면 “과실채소류음료”는 세균수 1ml당 100 이하(단 비가열제품 또는 비가열함유제품은 100,000 이하), 대장균군(음성)(단, 비가열제품 또는 비가열함유제품은 제외한다), *E. coli O157:H7* (음성)(단, 비가열제품 또는 비가열함유제품에 한한다)이며, “건포류”는 대장균(음성), “과·채가공품”는 대장균 (음성), 비가열 섭취하는 “인삼분말류”는 세균수(g당50,000 이하)와 대장균군(음성), “특수영양식품영·유아용곡류조제식”은 대장균군(음성), “특수영양식품영양보충용식품”은 세균수 1ml당 100 이하(액상제품에 한한다)와 대장균군(음성)이다.
- 이상의 결과들을 통해 최종 제품의 위생 안전성을 확보하기 위한 관리 지침을 아래 <표 4-14~17>과 같이 제시하였다. 쌀가루의 경우 위생적 생산 및 관리를 위한 정량적 한계기준을 “생식”의 수준을 고려하여 일반세균수는 1g당 100,000이하(유산균제외), *E. coli O157:H7*은 음성으로 설정하여 기준으로 제시하고자 하였다.

<표 4-11>. 제조 공정 단계 별 살균 전·후 SWAB TEST 결과

| 구분 | | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|----|---------|--------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 |
| ① | 석발기 | 내부 | 2.35 | 2.65 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 1.30 | 0 |
| | 색채선별기 | 윗부분 | 2.23 | 1.88 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 2.04 | 1.40 |
| ② | 쌀 세척기 | 물 저장호퍼 | 2.52 | 0 | 2.83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 내부 통 | TNTC | 4.68 | 4.59 | 2.49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 세척솔 | TNTC | TNTC | 5.18 | 5.81 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ③ | 쌀 건조기 | 내부 | 2.92 | 2.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.66 | 1.00 |
| ④ | 가수기 | 내부 | 2.95 | 1.40 | 0 | 0 | 1.00 | 0 | 2.75 | 0 |
| | | 밑 부분 | 2.87 | 1.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.74 |
| | | 물탱크 | 2.00 | 1.74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.18 | 1.48 |
| ⑤ | 쌀가루 건조기 | 라인 내부 | 1.88 | 1.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.20 | 1.65 |
| ⑥ | 채선별기 | 내부 | 2.18 | 0.70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 메쉬채 | 2.63 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

※TNTC : 10³에서 관측한 결과를 나타냄. 곰팡이의 경우 균사체 퍼짐현상으로 인해 계수가 불가능한 경우도 TNTC로 표현함.(이하 동일)

<표 4-12>. 제조 공정 단계 별 채취 시료의 미생물 분포 조사

| 구분 | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|----|---------------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 |
| ① | 색채선별기 내부 잔량 쌀 | 1.88 | 1.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.00 |
| ② | 쌀 건조기 내부 잔량 쌀 | TNTC | 4.38 | 1.48 | 1.48 | 0 | 0 | 0 | 2.20 |
| ③ | 가수기 물 | 2.40 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ④ | 최종 쌀가루 | 2.99 | 3.89 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 2.00 |

※TNTC : 10³에서의 결과를 나타냄. 곰팡이의 경우 균사체 퍼짐현상으로 인해 계수가 불가능한 경우도 TNTC로 표현함.(이하 동일)

<표 4-13>. 세척기 살균 전·후 2차 실험 결과

| 구분 | | 미생물수 (Log cfu/g) | | | | | | | |
|----|----------|---------------------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | 일반세균 (Total bacterial) | | 대장균군 (Coliform bacteria) | | 곰팡이 (Mold) | | 효모 (Yeast) | |
| | | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 | 살균 전 | 살균 후 |
| ① | 세척기 내부 통 | 7.65 | 1.60 | 3.41 | 0 | 6.95 | 0.70 | 0 | 0 |
| ② | 스크류 통 내부 | 4.13 | 1.30 | 1.54 | 0 | 3.93 | 0 | 0 | 0 |
| ③ | 스크류 | 3.20 | 4.02 | 0.70 | 0 | 2.85 | 3.40 | 0.70 | 0 |
| ④ | 세척솔 | 8.04 | 3.04 | TNTC | 0 | TNTC | 3.09 | TNTC | 0 |

※TNTC : 대장균군 10³ 효모,곰팡이 10⁵ 에서의 결과를 나타냄. 곰팡이의 경우 균사체 퍼짐현상으로 인해 계수가 불가능한 경우도 TNTC로 표현함.(이하 동일)



석발기 청소 사진
청소(Air 흡입기)

색채선별기 청소 사진
청소(Air + 70% 에탄올 분무)



세척기 물탱크 청소사진
물청소

세척기 내부 통관 청소사진
물청소 + 에탄올 분무

세척솔 청소사진
물청소 + 에탄올 분무



건조기 내부 (청소 전 : 좌 / 청소 후 : 우)
청소(물청소 + 에탄올 분무)



체선별 내부 및 채
청소(Air + 에탄올 분무)

<표 4-14> 쌀 세척공정 위해요소 및 품질·위생관리 방안 정리표

| | |
|---------|---|
| ① 관리 공정 | 쌀 세척 공정 |
| ② 위해요소 | <ul style="list-style-type: none"> - 원료 쌀에 의한 생물학적 위해요소 유입 - 원료쌀 세척 미흡으로 인한 생물학적 위해요소 증식 - 공정 후 세척기 부품의 청소·살균 미흡으로 인한 생물학적 위해요소 증식 |
| ③ 관리방안 | <p>▶ 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 세척기 성능 및 원활한 가동 검증으로 위해요소 제어 2. 작업 후 부품 청소 및 살균을 통한 위해요소 제어 <p>▶ 방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 쌀 세척 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 원료쌀 세척이 원활히 이루어 질 수 있도록 작업 시작 전 세척기의 성능 확인 및 가동 여·부를 확인한다. 2. 작업 후 청소 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 후 쌀 투입 스크류, 세척솔, 내부 통관 등 부품을 해체한 뒤 - 90℃ 이상의 뜨거운 물을 충분히 가하여 표면 이물질 제거 및 1차 살균하고 - 에어 분사로 표면을 건조시킨 후 - 70% 알코올을 충분히 분사하여 2차 살균한다. <p>(일 1회 권고)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세척수 공급 호퍼의 내부 : 작업 종료 후 90℃ 이상의 물로 청소 및 1차 살균 → 에어분사로 표면건조 → 70% 알코올 분사하여 살균의 순서로 처리한다. <p>(주 1회 권고)</p> |

<표 4-15> 쌀 건조공정 위해요소 및 품질·위생관리 방안 정리표

| | |
|---------|---|
| ① 관리 공정 | 쌀 건조 공정 |
| ② 위해요소 | <ul style="list-style-type: none"> - 건조 온도 미준수로 세척된 쌀 건조 미흡(품질) - 작업 후 건조기 내부의 청소 미흡으로 인한 생물학적 위해요소 증식 |
| ③ 관리방안 | <p>▶ 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 쌀 건조 온도 관리 통한 품질저하 요소 제어 2. 작업 후 공정 내부 청소 및 살균을 통한 위해요소 제어 <p>▶ 방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 쌀 건조온도 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 중 2시간마다 담당자가 판넬에 표시된 건조기 온도를 확인한다. - 샘플링관에서 건조 후 쌀을 채취하여 간이 수분 측정계로 수분을 측정한다. - 수분 조정을 위한 셋팅값 조정 필요시, 온도 변환 후 10분 뒤에 쌀의 수분을 측정하여 기록한다. <p>(<u>작업 중 준수 필요</u>)</p> 2. 작업 후 청소 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 후 건조기 내부 잔류 쌀을 완전히 제거한다. - Air분사 등을 통해 내부 이물질을 완전히 제거한다. - 70% 알코올을 공정내부에 충분히 분사하여 살균한다. |

<표 4-16> 쌀 가수공정 위해요소 및 위생관리 방안 정리표

| | |
|---------|---|
| ① 관리 공정 | 쌀 가수 공정 |
| ② 위해요소 | <ul style="list-style-type: none"> - 쌀 가수 중 외부로부터 이물질 유입으로 인한 위해요소 발생 - 쌀 가수기 내부 및 가수기별 물탱크 청소 미흡으로 인한 잔류 미생물의 증식 |
| ③ 관리방안 | <p>▶ 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 쌀 가수로의 이물 유입 방지를 위한 차단대책 강구 2. 쌀 가수기 내부 및 하단 호퍼 살균·청소를 통한 위해요소 제어 3. 가수기별 물탱크의 살균·청소를 통한 위해요소 제어 <p>▶ 방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 가수공정 내로의 이물 혼입 방지 <ul style="list-style-type: none"> - 쌀 가수 중 개방되어 있는 장치 특성 상 이물질이 혼입되지 않도록 구역을 확보 및 차단 대책을 강구하고 - 가수 공정 중에는 작업자의 출입을 최소화 한다. 2. 작업 후 청소 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 후 가수기 내부와 가수기 하단 호퍼를 70% 알코올을 충분히 분사하여 살균한다. (일 1회 권고) - 작업 후 가수기별 물탱크 내부의 물을 비운 후, 물기를 제거하고, 70% 알코올을 충분히 분사하여 살균한다. (주 1회 권고) |

<표 4-17> 쌀가루 건조공정 위해요소 및 위생관리 방안 정리표

| | |
|---------|--|
| ① 관리 공정 | 쌀가루 건조 공정 |
| ② 위해요소 | <ul style="list-style-type: none"> - 쌀가루 건조 온도 미준수로 인한 최종 생산 쌀가루 수분함량 초과 (기준 수분함량 : 15% 이하) - 건조관 내부 잔량 쌀가루의 부패로 인한 위해요소 증식 |
| ③ 관리방안 | <p>▶ 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 쌀가루 열풍건조 온도 관리를 통한 최종 쌀가루 수분함량 관리 <ul style="list-style-type: none"> ※ 유통 중 미생물 안전성 확보를 위해 수분함량 15% 이하 2. 작업 후 건조관 내부 열풍건조를 통한 잔존쌀가루 제거 및 건조 <p>▶ 방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건조기 온도 관리를 통한 최종쌀가루 수분 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 중 컨트롤 판넬에 표시된 건조관 온도를 확인하고, 2시간 마다 건조된 쌀가루를 채취하여 할로겐 수분 측정계로 제품의 수분 함량을 확인한다. (<u>작업 중 지속적 관리 권고</u>) 2. 공정 후 건조관 열풍살균 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 후 90℃이상의 열풍으로 20분 이상 건조관 내부의 잔사를 밀어내고 내부 건조관을 건조시킨다. (<u>일 1회 권고</u>) |

제 4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

4-1. 목표달성도

○ 연구목표

- 반습식 쌀가루 생산 공정의 최적화를 통해 쌀가루 제분 조건을 확립하고, 제분 조건에 따른 쌀가루의 품질 특성을 연구한다. 쌀가루 품질 표준화 연구를 통해 분석 방법을 확립하며, 쌀 가공제품에 적용시켜 용도별 최적의 쌀가루 품질 규격을 선정한다.
- 용도별 쌀가루에 대해 산업체 현장 이용 가능성을 평가하여 시제품 제작 및 산업화를 실시한다.

○ 평가의 착안점 및 기준

| 세부과제명 | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 달성률(%) |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------|
| 반습식 쌀가루 제분공정의 제조조건 최적화 | - 가수량에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | 연구개발 내용참조 | 100 |
| | - 분쇄조건에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | | |
| | - 제분조건에 따른 시간별, 일별 쌀가루 품질균일성 평가 | | |
| | - 제분조건에 따른 완제품 쌀가루의 생산수율 분석 | | |
| 쌀가루 품질 표준화 연구 | - 쌀가루 품질평가방법 확립 | | |
| | - 용도별 쌀가루 제조조건 확립 | | |
| | - 용도별 쌀가루 품질규격 설정 | | |
| | - 용도별 쌀가루 가공적성 평가 | | |
| 쌀가루 활용 가공제품 개발 및 산업화 | - 용도별 쌀가루 산업화 및 가공제품 개발 | | |
| 반습식 쌀가루 제분공정의 품질·위생관리 매뉴얼 마련 | - 공정 중 품질·위생 취약 부분 검토하고 관리 기준 매뉴얼 | | |

4-2. 관련 분야의 기여도

- 반습식 쌀가루 체분공정 표준화를 통해 각 체분 조건별 쌀가루 품질에 대한 분석 데이터를 확보하였고, 쌀가루 품질 규격별(입도, 전분손상도 등) 체분 조건을 최적화하였다. 쌀 가공제품 품질에 적합한 쌀가루의 품질 규격을 설정하여 각 용도별 쌀가루 제조 기술을 확보하여 쌀가루 생산 시 활용하고자 한다. 쌀가루 품질에 대한 분석 기술을 확보하기 위해 전분손상도 및 수분흡수량 측정법에 대해 연구하였고 쌀가루 분석 시 활용하고자 한다.
- 상업적 측면에서 쌀 가공제품 품질에 적합한 쌀가루 제조기술을 활용하여 쌀 가공업체를 대상으로 사업화를 실시하였다. 쌀 가공제품 용도에 적합한 쌀가루를 통해 제품 품질 향상에 기여하고자 한다.

○ 달성된 연구목표

가. 사업화 (3건)

- 주류용 쌀가루 품질 규격 확립 후 업체(주)롯데주류)를 대상으로 쌀가루 사업화
- 떡용 쌀가루 품질 규격 확립 후 업체(주)유엔아이윈)를 대상으로 쌀가루 사업화
- 프리믹스용(호두과자) 쌀가루 규격 확립 후 업체(주)모드니)를 대상으로 쌀가루 사업화

나. 특허등록 (1건)

- 특허명 : 전분손상도가 감소된 반습식 쌀가루 및 이를 이용한 유당용 글루텐 프리믹스 조성물

다. 기술이건 (자체실시 2건)

- 반습식 쌀가루 체분공정 표준화
 - ☞ 쌀가루 규격별 체분 조건 확립, 체분 조건에 따른 쌀가루의 품질 연구
- 용도별 쌀가루 품질규격 설정
 - ☞ 가공제품의 품질 적성에 적합한 쌀가루 규격(입도, 전분손상도 등) 설정

제 5장. 연구결과의 활용 계획 등

가. 「반습식 쌀가루 제분 공정 최적화」 연구 성과 도출 및 활용계획

- 제분 조건(분쇄·분급/가수량)별 쌀가루를 생산하여 이화학 분석 데이터를 구축하였음

이화학 분석 데이터 항목 : 전분손상도, 입도, 호화점도, 수화능, 입자형태 등

- 공정 조건을 변동시켜 용도에 적합한 쌀가루 생산 시 기초 데이터로 활용 예정

나. 「쌀가루 품질 평가법 확립」 연구 성과 도출 및 활용계획

- 쌀가루의 품질을 평가할 수 있는 지표인 전분손상도(%), 수분흡습성에 대한 분석법 확립 하였음
- 공정 생산관리 및 클레임 발생 시 쌀가루 분석 용도로 활용 예정

전분 손상도 (%) : SDmatic 기기를 활용하여 15분 이내 쌀가루의 손상도를 측정 할 수 있으며, 기존 호소 분석법과 상관관계 도출하였음

수분 흡습성 : 쌀가루 수분흡수속도·흡수량 등 분석법 확립 / 가공적성 평가 시 활용

다. 「용도별 쌀가루 제조조건 및 품질규격 선정」 연구 성과 도출 및 활용계획

- 제분 조건별 반습식 쌀가루를 활용하여 떡용/면용/프리믹스용 쌀가루의 생산 조건 및 품질 규격 선정하였음

연구방법 : 반습식 쌀가루 생산 → 산업체 현장 적용 테스트 및 제품 생산 → 가공적성 평가 (물리·화학적 분석 / 관능평가) → 최종 용도별 쌀가루 규격 선정

- 업체 납품 시 반습식 쌀가루 생산조건 및 품질규격 (입도/가수량 등) 선정에 활용 예정

라. 「반습식 쌀가루 제분공정 위생관리 매뉴얼 마련」 연구 성과 도출 및 활용계획

- 반습식 쌀가루 제분 공정 및 반제품·완제품에 대한 미생물 분포도를 조사하였고, 물리·화학적 위생관리 매뉴얼 확보하였음

연구방법 : 일별 생산 쌀가루 미생물 분석 → 공정별 미생물 분포 조사 → 관리방안 제시

- 유통 과정 중 쌀가루의 위생 안전성 확보를 위해 공정 전·후 CIP 매뉴얼로 활용예정

제 6장. 연구개발결과의 보안등급

- 최종보고서 비공개 요청

제 7장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황 : 해당없음

제 8장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행 실적

- 안전조치 이행 실적

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 따라 연구실의 안전점검을 실시하였다.
- 기타 참여연구원의 교육과 연 1회 건강검진을 실시하였다.
- 연구 중에 발생할 사고에 대비하여 보험 가입을 하였다.

제 9장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| 번호 | 구분 (논문/ 특허/ 기타) | 논문명 / 특허명 /기타 | 소속 기관명 | 역할 | 논문 게재지 / 특허등록 국가 등 | 논문 게재일 / 특허등록 일 등 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부 / 인용횟수 등) |
|----|--------------------------|---|----------------------------|----|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 기술실시 | 반습식 쌀가루 제분공정 표준화 | 농협경 제지주 (주)식품 연구원 | 책임 | - | 2019.10.01 | - | - |
| 2 | 기술실시 | 용도별 쌀가루 품질규격 설정 | | | - | 2019.10.01 | - | - |
| 3 | 특허 | 전분손상도가 감소된 반습식 쌀가루 및 이를 이용한 유당용 글루텐프리 프리믹스 조성물 | | | 대한민국 | 2020.05.14 | 단독사사 | - |
| 4 | 사업화 | 주류용 쌀가루 | | | - | 2019.10.01 | - | - |
| 5 | 사업화 | 호두과자용 쌀가루 | | | - | 2020.05.14 | - | - |
| 6 | 사업화 | 떡용 쌀가루 | | | - | 2020.10.01 | - | - |

제 10장. 참고문헌

1. Kim JM, No J, Song NJ, Shin M. 2017. Quality characteristics of rice cupcake prepared from Korean rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 49: 151-157.
2. Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1076-1083.
3. Hey Min Han, Jun Hyeon Cho, and Bong Kyung Koh. 2011. Processing Properties of Korean Varieties in Relation to Rice Noodle Quality. *Food Sci. Biotechnol. 20(5): 1277-1282(2011) Research Article*
4. LI-TAO TONG, XIAOXU GAO, Lizhong Lin, Yeja Liu, Kui Zhong, LIYA LIU, XIANRONG ZHOU, LI WANG and SUMEI ZHOU. 2015. Effects of semidry flour milling on the quality attributes of rice flour and rice noodles in china. *Journal of Cereal Science*
5. Choi HC. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J Crop Sci* 47: 15-32.
6. Jeong HS, Min YK, Toledo RT. 2002. Effects of low temperature extrusion method on the physical properties and cell structure of pregelatinized rice flour extrudate. *Food Eng Prog* 6: 145-151.
7. Lee YT, Kim Y. 2011. Physicochemical properties of brown rice flours differing in amylose content prepared by different milling methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1797-1801.
8. 有坂將美、中村幸一、吉井洋一。(1992)。製粉方法を異にした米粉の性質、澱粉科學。39 : 155-163.
9. Finney, K.F., Yamazaki, W.T. (1946), Water retention capacity as an index of the loaf volume potentialities and protein quality of hard red winter wheats. *Cereal Chem.* 23: 416-427

10. Xiao, Z.S., Park, S.H., Chung, O.K., Caley, M.S., Seib, P.A. (2006), Solvent retention capacity values in relation to hard winter wheat and flour properties and straight-dough breadmaking quality. *Cereal Chem* 83: 465-471.
11. Matsuki, J., Okunishi, T., Okadome, H., Suzuki, K., Yoza, K. and Tokuyasu, K. (2015), Development of simple method for evaluation of water absorption rate and capacity of rice flour samples. *Cereal Chem.* 92: 487-490.
12. Russo, J. V., Doe, C.A. (1970), Heat treatment of flour as an alternative to chlorination, *J. Food Technol.*, 5: 363-374.
13. Qzawa, M., Kato, Y. and Seguchi, M. (2009), Investigation of dry-heated hard and soft wheat flour, *Starch- Stärke*, 61: 398-406.
14. Seguchi, M. (1984), Oil-binding ability of heat treated wheat starch, *Cereal Chem* 61: 248-250.
15. AACC International (Proposed November 3, 1999; revised and approved June 3, 2009.), Method 56-11. 02. Solvent retention capacity profile, "*Approved Methods of Analysis, 11thEd.*", AACC International. St. Paul, MN, U.S.A

연구개발보고서 초록

| | | | | | |
|-----------------------|--|-----------|------------------|----------------------------------|---|
| 과 제 명 | (국문) 반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구 | | | | |
| | (영문) The Study on the Optimization of Semi-Wet Rice Flour Milling Process and the Standardization of Flour Quality | | | | |
| 주관연구기관 | 농협경제지주(주)식품연구원 | | 주 관 연 구 | (소속) 농협경제지주(주)식품연구원 | |
| 참 여 기 업 | 농협식품(주) | | 책 임 자 | (성명) 석 문 식 | |
| 총연구개발비 (400,000천원) | 계 | 400,000천원 | 총 연 구 기 간 | 2018. 12. 3 ~ 2020 . 12 .02 (2년) | |
| | 정부출연 연구개발비 | 200,000천원 | 총 참 여 연 구 원 수 | 총 인 원 | 7 |
| | 기업부담금 | 200,000천원 | | 내부인원 | 7 |
| | 연구기관부담금 | | | 외부인원 | - |

○ 연구개발 목표 및 성과

- 반습식 쌀가루 생산 공정의 최적화를 통해 쌀가루 제분 조건을 확립하고, 제분 조건에 따른 쌀가루의 품질 특성을 연구한다. 쌀가루 품질 표준화 연구를 통해 분석 방법을 확립하며, 쌀 가공제품에 적용시켜 용도별 최적의 쌀가루 품질 규격을 선정한다.
- 용도별 쌀가루에 대해 산업체 현장 이용 가능성을 평가하여 시제품 제작 및 산업화를 실시한다.

○ 연구내용 및 결과

- 1차년도에는 반습식 쌀가루 제분공정의 제조조건 최적화 연구를 수행하며, 공정 중 제분 조건(가수량, 분쇄·분급)에 따른 품질 변화를 평가하였다. 또한 쌀가루 품질 평가 방법(전분손상도, 수분흡수량)을 확립하였고, 연구 결과를 바탕으로 자체 기술실시 1건, 사업화 1건을 수행하였다.
- 2차년도에는 쌀 가공제품 용도별 쌀가루의 품질 규격을 선정하며 산업체 현장실험을 통해 쌀가루 이용 제품의 가공적성을 평가하였다. 반습식 쌀가루 제분공정 품질 및 위생관리 매뉴얼을 마련하였으며, 연구 결과를 바탕으로 자체 기술실시 1건, 사업화 2건, 특허 1건을 수행하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 반습식 쌀가루 제분공정 표준화를 통해 각 제분 조건별 쌀가루 품질에 대한 분석 데이터를 확보하였고, 쌀가루 품질 규격별(입도, 전분손상도 등) 제분 조건을 최적화하였다. 쌀 가공 제품 품질에 적합한 쌀가루의 품질 규격을 설정하여 각 용도별 쌀가루 제조 기술을 확보하여 가루 생산 시 활용하고자 한다. 쌀가루 품질에 대한 분석 기술을 확보하기 위해 전분손상도 및 수분흡수량 측정법에 대해 연구하였고 쌀가루 분석 시 활용하고자 한다.
- 상업적 측면에서 쌀 가공제품 품질에 적합한 쌀가루 제조기술을 활용하여 쌀 가공업체를 대상으로 사업화를 실시하였다. 쌀 가공제품 용도에 적합한 쌀가루를 통해 제품 품질 향상에 기여하고자 한다.

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제 현황

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------|---------|-----------|---------|
| | | 과제번호 | | 318098-02 | |
| 사업구분 | 농식품기술개발사업 | | | | |
| 연구분야 | 농식품기술개발사업 | | | 과제구분 | 단위 |
| 사업명 | 농축산물안전유통소비기술개발사업 | | | | 주관 |
| 총괄과제 | 기재하지 않음 | | | 총괄책임자 | 기재하지 않음 |
| 과제명 | 반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구 | | | 과제유형 | (개발) |
| 연구기관 | 농협경제지주(주)식품연구원 | | | 연구책임자 | 석문식 |
| 연구기간 연구비 (천원) | 연차 | 기간 | 정부 | 민간 | 계 |
| | 1차년도 | '18.12.03~'19.12.02 | 100,000 | 100,000 | 200,000 |
| | 2차년도 | '19.12.03~'20.12.02 | 100,000 | 100,000 | 200,000 |
| | 계 | | 200,000 | 200,000 | 400,000 |
| 참여기업 | 농협식품(주) | | | | |
| 상대국 | 상대국연구기관 | | | | |

2. 평가일 : 2020. 11. 25

3. 평가자(연구책임자) :

| | | |
|----------------|-------|-------|
| 소속 | 직위 | 성명 |
| 농협경제지주(주)식품연구원 | 책임연구원 | 석 문 식 |

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문가기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

| | |
|----|-----------|
| 확약 | 석문식 (석문식) |
|----|-----------|

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

반습식 쌀가루 제분공정의 최적화를 통해 제분 조건별 쌀가루의 품질특성 기초 데이터를 확보하였습니다. 각 조건별 쌀가루를 활용하여 품질 분석법을 확립하고, 가공제품 용도별 쌀가루의 규격과 제분 조건을 선정하였습니다. 용도별 쌀가루 규격 설정 실험을 통해 자체 기술실시를 수행하였고, 유당용 프리믹스 제조 조건에 적합한 쌀가루 규격 선정 결과를 바탕으로 특허 1건을 출원하였습니다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

본 사업을 통하여 반습식 제분 공정의 활용 가치를 높였고, 쌀 가공제품 용도별 쌀가루 규격을 선정하였습니다. 이를 통해 쌀 가공 산업의 활성화에 좋은 영향을 미칠 것으로 기대합니다.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

본 사업을 통해 반습식 쌀가루 제분 공정이라는 새로운 공정의 활용 가능성을 확인하며 공정 최적화 및 제조 조건을 확립하였습니다. 또한 쌀 가공제품 용도에 적합한 쌀가루 규격 설정과 산업체 현장 실험을 통해 연구 결과를 확보하였고, 이를 통해 쌀 가공 산업의 활성화에 기여할 수 있을 것이라 기대합니다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

주관연구기관인 농협경제지주(주)식품연구원은 실험실 스케일의 실험을 통해 연구 가능성을 확인하고 더 나아가 현장실험(반습식 쌀가루 제분공장, 쌀 가공 산업체)을 통해 산업체에 적용 가능한지 여부에 대해서도 심도 있게 연구를 수행하며 목표를 달성하기 위해 노력했습니다.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

본 사업을 통해 기술실시 2건, 사업화 3건, 특허 1건을 등록하였습니다.

II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표 (연구계획서상의 목표) | 달성도 (%) | 자체평가 |
|----------------------------------|------------|--------------------------|
| 가수량에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | 100 | 연구 목표 달성함 (연구 보고서 참조) |
| 분쇄조건에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | 100 | |
| 제분조건에 따른 시간별, 일별 쌀가루 품질균일성 평가 | 100 | |
| 제분조건에 따른 완제품 쌀가루의 생산수율 분석 | 100 | |
| 쌀가루 품질평가방법 확립 | 100 | |
| 용도별 쌀가루 제조조건 확립 | 100 | |
| 용도별 쌀가루 품질규격 설정 | 100 | |
| 용도별 쌀가루 가공적성 평가 | 100 | |
| 용도별 쌀가루 산업화 및 가공제품 개발 | 100 | |
| 반습식 쌀가루 제분공정의 품질·위생관리매뉴얼 마련 | 100 | |
| 합계 | 100점 | |

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구를 통해 자체 기술실시 2건, 사업화 3건, 특허 출원 1건을 완료하였습니다. 2년간의 연구 기간 동안 반습식 쌀가루 제분 공정을 최적화(가수량, 분쇄·분급)하였으며, 쌀 가공제품 용도에 적합한 쌀가루 규격을 선정하였습니다. 또한 제분 공정 위생관리 매뉴얼을 마련하여 위생성을 강화하였습니다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 쌀가루를 이용한 쌀 가공 산업의 활성화에 기여하고자 합니다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 사업을 통해 반습식 쌀가루 제분공정을 최적화 하였고, 제분 조건별 쌀가루를 이용한 제품 현장 테스트 및 가공적성을 실험 하면서 제품 용도별 쌀가루 규격을 선정하였습니다. 이러한 연구를 통해 쌀 가공산업의 활성화에 기여하고자 합니다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 사업을 통한 연구결과를 바탕으로 쌀가루 사업의 활성화를 위해 노력을 지속하고자 합니다.

IV. 보안성 검토

○ 보안과제 등록

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

○ 반습식 쌀가루 제분 공정의 최적화라 및 용도별 쌀가루 규격에 대한 기술 노하우가 포함되어 있으며, 최종적으로 보안보고서로 등록되었습니다.

2. 연구기관 자체의 검토결과

○ 반습식 쌀가루 제분 공정의 최적화라 및 용도별 쌀가루 규격에 대한 기술 노하우가 포함되어 있으며, 최종적으로 보안보고서로 등록되었습니다.

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

| | | | | |
|--------|--|---------|-----------|---------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제 | 분 야 | 농식품기술개발사업 | |
| 연구과제명 | 반습식 쌀가루 제분공정의 최적화 및 쌀가루 품질 표준화 연구 | | | |
| 주관연구기관 | 농협경제지주(주)식품연구원 | 주관연구책임자 | 석 문 식 | |
| 연구개발비 | 정부출연 연구개발비 | 기업부담금 | 연구기관부담금 | 총연구개발비 |
| | 200,000 | 200,000 | | 400,000 |
| 연구개발기간 | '18.12.03 ~ '20.12.02 | | | |
| 주요활용유형 | <input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:) | | | |

2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ① 가수량에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | ·반습식 공정 Plant 실험을 통해 쌀가루 확보 |
| ② 분쇄조건에 따른 쌀가루 품질변화 평가 | ·이화학 분석을 통한 품질변화 평가 |
| ③ 제분조건에 따른 시간별, 일별 쌀가루 품질균일성 평가 | ·일별 쌀가루 확보 및 품질변화 평가 |
| ④ 제분조건에 따른 완제품 쌀가루의 생산수율 분석 | ·완제품 생산수율 분석 |
| ⑤ 용도별 쌀가루 제조조건 및 품질규격 확립 | ·용도별 쌀가루 품질규격 선정 |
| ⑥ 반습식 쌀가루 제분공정 품질·위생관리매뉴얼 마련 | ·현장 미생물 실험을 통한 매뉴얼 마련 |
| ⑦ 용도별 쌀가루 가공적성 평가 | ·프리믹스, 떡, 면 등 제품 가공적성 평가 |
| ⑧ 용도별 쌀가루 산업체 현장 이용 가능성 평가 | ·현장 실험을 통한 산업체 활용 가능성 평가 |
| ⑨ 쌀가루 활용 가공 제품 개발 및 산업화 | ·쌀면 가공제품 개발 및 쌀가루 산업화 실시 |

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

| 성과 목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------|---------|--------------|------------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------------------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인증 | 학술성과 | | | | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용·홍보 | | 기타 (타 연구 활용 등) |
| | 특 허 출원 | 특 허 등록 | 품 종 등록 | 건 수 | 기 술 료 | 제 품 화 | 매 출 액 | 수 출 액 | 고 용 창 출 | 투 자 유 치 | | 논문 | | 논 문 평 균 IF | 학 술 발 표 | | | 정 책 활 용 | 홍 보 전 시 | |
| | | | | | | | | | | | | SC I | 비 SC I | | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백 만 원 | 백 만 원 | 백 만 원 | 백 만 원 | 명 | 백 만 원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | 건 | 건 | | | |
| 가중치 | 25 | | | 25 | | 30 | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 최종목표 | 1 | | | 2 | | 3 | 57 | | | | | | | | | | | | | |
| 연구기간내 달성실적 | 1 | | | 2 | | 3 | 57 | | | | | | | | | | | | | |
| 달성율(%) | 100 | | | 100 | | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | |

4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명 |
|----|-------------------|
| ① | 반습식 쌀가루 제분 공정 표준화 |
| ② | 용도별 쌀가루 품질 규격 선정 |

5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분 | 핵심기술 수준 | | | | | 기술의 활용유형(복수표기 가능) | | | | |
|-------|----------|----------|----------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|----------------|----------|----|
| | 세계 최초 | 국내 최초 | 외국기술 복 제 | 외국기술 소화·흡수 | 외국기술 개선·개량 | 특허 출원 | 산업체이전 (상품화) | 현장애로 해 결 | 정책 자료 | 기타 |
| ①의 기술 | | | | | | | | | | |
| ②의 기술 | | | | | | √ | | | | |

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| | |
|-------|------------------------------------|
| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과 |
| ①의 기술 | 반습식 제분 공정 표준화로 쌀가루 생산 시 활용 |
| ②의 기술 | 가공제품 기준에 맞는 용도별 쌀가루로 쌀 가공산업 발전에 기여 |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|------|--------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인 증 | 학술성과 | | | 교 육 지 도 | 인 력 양 성 | 정책 활용·홍보 | | 기 타 (타 연구 활용 등) |
| | 특 허 출 원 | 특 허 등 록 | 품 종 등 록 | 건 수 | 기 술 료 | 제 품 화 | 매 출 액 | 수 출 액 | 고 용 창 출 | 투 자 유 치 | | 논 문 | | 학 술 발 표 | | | 정 책 활 용 | 홍 보 전 시 | |
| | | | | | | | | | | | | SC I | 비 SC I | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백 만 원 | 백 만 원 | 백 만 원 | 명 | 백 만 원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | | | | | |
| 가중치 | 25 | | | 25 | | 30 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| 최종목표 | 1 | | | 2 | | 3 | 57 | | | | | | | | | | | | |
| 연구기간내 달성실적 | 1 | | | 2 | | 3 | 57 | | | | | | | | | | | | |
| 연구종료 후 성과창출 계획 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------------|----|
| 핵심기술명 ¹⁾ | 반습식 쌀가루 제분공정 표준화 | | |
| 이전형태 | <input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상 | 기술료 예정액 | 천원 |
| 이전방식 ²⁾ | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타(직접실시) | | |
| 이전소요기간 | 직접 실시 | 실용화예상시기 ³⁾ | |
| 기술이전시 선행조건 ⁴⁾ | | | |

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------------|----|
| 핵심기술명 ¹⁾ | 용도별 쌀가루 품질규격 설정 | | |
| 이전형태 | <input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상 | 기술료 예정액 | 천원 |
| 이전방식 ²⁾ | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타(직접실시) | | |
| 이전소요기간 | | 실용화예상시기 ³⁾ | |
| 기술이전시 선행조건 ⁴⁾ | | | |

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)