

119048-01

보안 과제( ), 일반 과제( ) / 공개( ), 비공개( )발간등록번호( )

고부가가치식품기술개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003248-01

아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발

2020 농림축산식품기술기획평가원  
농림축산식품부

# 아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발

2020. 09. 04

주관연구기관 / 올라이스(주)  
협동연구기관 / (재)베리&바이오식품연구소

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발”(개발기간 : 2019.06.05 ~ 2020.06.04)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 09. 04

주관연구기관명 : (주) 올라이스

김 지 명 (인)



협동연구기관명 : (재)베리앤바이오식품연구소

유 기 상 (인)



주관연구책임자 : 김 지 명

협동연구책임자 : 송 지 영

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	119048-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.06.05 ~ 2020.06.04	단 계 구 분	1차년도/ 1차년도
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발			
	세부 과제명	아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발			
연구책임자	김지명	해당단계 참여연구원 수	총: 7명 내부: 7명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 100천원 민간: 33.4천원 계: 133.4천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 7명 내부: 7명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 100천원 민간: 33.4천원 계: 133.4천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)올라이스 (재)베리앤바이오식품연구소			참여기업명 (주)올라이스	
국제공동연구	상대국명: (해당없음)			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: (해당없음)			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반 과제
-------------------------	-------

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		1020200 066389							KCTC 18829P		

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수 102
---	---------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수확기별 아로니아 열매의 품질 특성 조사를 통한 가공용 아로니아 품질 규격 설정</li> <li>○ 아로니아를 활용한 천연발효종 및 베이커리, 콩포트 제품 개발</li> <li>○ 연구내용             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 설정</li> <li>- 아로니아 천연발효종 제조공정 표준화</li> <li>- 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립</li> <li>- 아로니아 발효 콩포트 제조공정 확립</li> <li>- 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 및 발효 콩포트 사업화</li> </ul> </li> </ul>
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 설정             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사</li> </ul> <p>네로, 바이킹, 멜라메킨지 품종의 열매특성을 조사한 결과 멜라메킨지의 열매가 가장 컸으나 당산도 등 이화학적 특성에는 품종간의 큰 차이가 없었음. 멜라메킨지가 항산화활성은 높았고 관능검사 결과 기호도가 높았음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수확기간에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사</li> </ul> <p>아로니아 열매는 7월 25일부터 크기가 최대로 증가하고 검은색으로 착색되며 당산도 등 이화학적 특성은 8월 8일 이후 일정수준으로 유지됨. 항산화활성 및 페놀성화합물, 탄닌 함량은 성숙에 따라 감소되며 7월 25일 이후 감소속도가 완만해짐. 관능검사 결과 8월 22일 수확한 경우 짙은 맛은 가장 낮고 기호도가 가장 높았음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 지표물질 선정</li> </ul> <p>아로니아 지표물질은 페놀성 화합물 중 함량이 높은 chlorogenic acid 와 rutin으로 선정하였음</p> </li> <li>○ 아로니아 천연발효종 제조공정 표준화             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 천연발효종 특성 조사</li> </ul> <p>아로니아 천연발효종은 아로니아 열매, 설탕, 물 혼합물에 분유 첨가 유무에 따른 특성조사를 실시 하였고 분유를 첨가하지 않는 조성인 경우 발효팽창력이 높았으며 아로니아를 저온건조한 경우 유산균 및 효모 균수가 높고 발효 팽창력이 가장 우수하였으며 탄닌함량이 낮았음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 천연발효종의 색도 개선</li> </ul> <p>아로니아 발효종 제조시 열매를 절단 처리 한 경우 색소의 용출로 붉은색이 더 진하게 나타났고 포도당과 과당은 더 높고 유기산은 더 낮았으며 페놀성 화합물이 더 높게 검출되었음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 천연발효종 제조공정 확립</li> </ul> <p>아로니아 천연발효종은 아로니아 열매 19.72%, 설탕 12.44%, 물 67.84%의 조성을 사용하였고 열매를 절단한 후 저온건조하여 제조하였다</p> </li> <li>○ 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립             <ul style="list-style-type: none"> <li>-아로니아 발효종의 3차 완종을 만들어 일반빵과 곡물빵을 제조하여 실험한 결과 아로니아 완종의 조건에 따라 부피 형성이 달라지며 아로니아 발효종 함량이 높을수록 제품의 품질향상에 도움을 주었으며 천연발효빵</li> </ul> </li> </ul>

	<p>의 품질개선을 위해 이스트양을 최소로 첨가하여 천연발효빵의 표준화와 생산량 증대에 도움을 줄수 있도록 함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 곡물빵 제조시 곡물의 종류에 따라 부피형성이 달라져서 최적의 조건인 믹스혼합물을 사용하였으며 이는 가루성분에 따라 제품의 품질평가인 부피형성에 도움을 줄뿐 아니라 식감형성에 도움을 줄수 있는 연구 결과를 보임</li> <li>○ 아로니아 발효 콩포트 제조공정 확립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 발효액 특성조사 및 신규 균주 개발</li> </ul> </li> </ul> <p>아로니아 발효액을 다른 설탕농도(20, 35, 50%)로 제조하여 특성조사를 실시한 결과 발효 기간에 따라 당도는 감소하고 산도는 증가하였으며 명도가 높아짐. 설탕 이 20% 함유된 경우 발효가 빨리 진행되어 유기산 함량이 높았고 총안토시아닌, 총 폴리페놀 함량, 페놀성 화합물, 유산균 함량이 높았음. 특히 모든 설탕농도에서 8주동안 발효한 경우 총 폴리페놀 함량과 항산화활성이 최고치를 나타냄. 아로니아 발효액으로부터 유산균과 효모를 분리한 후 아로니아의 떫은 맛 성분인 탄닌을 분해하는 균주를 선별하여 동정하였고 그 중 유산균 5균주, 효모 5균주에서 모두 탄닌 저감화 기능을 확인하였음. 탄닌 저감화 기능이 가장 우수한 균주는 유산균은 <i>Lactobacillus plantarum</i> 균주, 효모는 <i>Wickerhamomyces anomalus</i> 균주로 확인하였음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 발효 콩포트 레시피 및 제조공정 확립</li> <li>- 아로니아 발효 콩포트 개발시 떫은맛의 감소를 위해 발효 아로니아 처리조건을 달리하여 제조한 결과 통아로니아를 으갠서 사용시 떫은맛 감소에 도움을 주었으며 다양한 음료, 소스, 디저트용 베이스로 사용하기 위해 최적의 레시피를 만들어 상품화하여 현재 본업체 및 카페에 납품하고 있음</li> <li>○ 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 및 발효 콩포트 사업화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아로니아 발효종을 이용한 빵류의 시제품에 사용될 패키지 및 디자인 3건을 만들어 시제품에 사용하고 있음</li> </ul> </li> <li>- 아로니아 콩포트의 사용을 음료 뿐 아니라 소스용으로 개발하여 다양하게 활용하고 있으며 아로니아 천연발효빵에 부가적인 재료로 사용함으로써 제품의 품질뿐만 아니라 아로니아 소비촉진에 기여하고 있음</li> </ul>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내산 아로니아 제품 개발기술 및 판로 확보를 위한 근거 자료로 활용</li> <li>○ 기능성 과일인 아로니아를 원료로 가공제품의 품질기준 확보와 기호도 향상으로 제품의 고급화 및 다양화 가능</li> <li>○ 생산과잉으로 재고로 축적된 아로니아 냉동원과의 소비 방안 마련</li> <li>○ 농가 활용 가공기술로서 농가 및 영농조합 기술이전을 통하여 아로니아 소비촉진과 아로니아 농가의 소득증진에 활용</li> <li>○ 국내산 아로니아를 활용한 가공상품 개발로 수입대체 효과 및 국내산 아로니아 소비 촉진과 역수출 가능</li> </ul>

국문핵심어 (5개 이내)	아로니아	천연발효종	빵	콩포트	품질특성
영문핵심어 (5개 이내)	Aronia	Naturally fermented starter	Bread	Compote	Quality characteristics

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

## < 목 차 >

1장 연구개발과제의 개요 .....	9
2장 연구수행 내용 및 결과 .....	13
3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	87
4장 연구결과의 활용 계획 등 .....	88
붙임. 참고 문헌 .....	90

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서



# 1장 연구개발과제의 개요

## 1절 연구개발 목적

### 1. 연구 개요

- 아로니아는 블루베리와 비슷한 모양의 보라색 열매로 안토시아닌 함량이 베리류 중 매우 높은 편이며 중세 유럽 왕들이 즐겼다고 해서 ‘킹스베리’, 중국에서는 늙지 않는 열매 ‘불로매(不老梅)라고 불림
- 수확시기에 따른 아로니아 열매의 품질 특성 조사를 통한 가공용 아로니아 품질 규격 설정 및 아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 제품 개발을 통한 아로니아 소비시장 활성화 시키고자 함



### 2. 연구개발 목적

- 가. 수확기별 아로니아 열매의 품질 특성 조사를 통한 가공용 아로니아 품질 규격 설정
- 나. 아로니아를 활용한 천연발효종 및 베이커리, 콘포트 제품 개발

## 2절 연구개발의 필요성

### 1. 가공용 아로니아 품질 규격 설정

- 아로니아 열매는 크기가 작고 많이 열리며 미숙상태에서도 표면이 까맣게 된 후 익어가므로 농가에서는 열매의 완숙기를 판별하기가 어려워 다른 농작물의 작업일정에 따라 수확시

기를 결정하고 있음

- 나무에서는 완숙 후 열매가 쉽게 물러지지 않으며, 수확 후 후숙이 되지 않으므로 미숙 열매를 수확하는 것은 바람직하지 않음. **아로니아 미숙과의 안토시아닌이 완숙열매에 비해 30% 적게 함유**
- 기능성분 및 가공 품질을 향상시킬 수 있는 열매의 수확 시기를 확립함으로써 국내산 아로니아 제품이 경쟁력을 가질 수 있음
- 국내산 아로니아에 대해서는 대부분 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량만 조사되어 있음. **페놀성 화합물 등 기능성분 및 지표물질에 대한 품종별 수확시기별 비교 분석이 필요함**

## 2. 아로니아 발효조건 확립

- 아로니아는 간기능향상, 면역력향상, 당뇨병 개선 및 지방 분해 효과, 눈 건강과 혈액순환 개선, 항암효과 등이 있다고 알려져 있음. 그러나, 위장기능이 좋지 않은 사람에게서 간혹 위산과다, 위궤양, 십이지장궤양 등의 부작용이 나타날 수 있으며 체질에 맞지 않을 경우 아로니아 복용 후에 복통이나 구토, 어지러움, 이명현상 등의 증상이 나타날 수도 있음
- 아로니아 제품 개발과 사업화를 위해서는 발효 전후 기능성분 및 지표물질, 독소성분의 변화를 확인하여 **적정한 발효 조건을 확립할 필요가 있음**

## 3. 아로니아 천연발효종 색소 개선

- 아로니아에 함유된 색소는 안토시아닌계로 cyanidin계 색소로 물에 쉽게 용해되는 수용성이므로 식품에 응용하는 것이 용이하며 천연 식용색소로서의 이용가능성이 매우 높음.
- 그러나 다른 색소 성분에 비해 다양한 가공 및 저장조건에서 가장 불안정한 것으로 알려져 있어 식품가공에 이용하기에는 많은 제약이 있음.
- 기존의 베리류 천연발효종은 건조 열매를 원료로 사용함. 아로니아의 경우 과피가 두꺼워 아로니아의 안토시아닌 색소가 발효액으로 용출되지 않음. 용출된 색소도 가공 공정 중 안정성이 떨어짐.
- 아로니아의 건조 방법에 따른 안토시아닌 함량 분석 결과 동결건조한 시료에서 0.14 mg으로 가장 높았으며, 건조 방법에 따라 0.07 mg 까지 감소하는 경향을 나타냄.
- 아로니아의 천연색소인 안토시아닌 색소를 유지하는 방법으로 동결건조를 이용하는 것이 효과적이거나 천연발효빵 및 발효 콩포트 제조시 동결건조 열매를 사용하는 것은 공정효율 및 경제성 면에서 적용하기 어려움.
- 따라서 본 연구를 통해 아로니아 천연발효종과 발효액 제조공정상 안토시아닌 색소 안정성을 연구하고자 함.

## 4. 아로니아 천연발효빵 및 발효 콩포트 제조공정 확립

- 국내산 아로니아 제품은 대부분 재배농가에서 단순가공한 원액, 분말과 같은 제품으로 가공되어 수입 아로니아 제품에 비해 경쟁력이 떨어져 있음
- 아로니아 재배 초기에는 국내산 가격이 너무 고가여서 수입제품과의 가격경쟁력에서 밀렸고, 생산량 증가로 생과 가격이 하락한 이후에는 가공제품의 차별성이 없는 실정임
- 따라서 건강을 중요시하면서도 편의성을 추구하는 요즘 추세에 따라 자연주의 베이커리 시

장과 디저트산업이 활성화되고 있으므로 아로니아를 베이커리와 디저트 원료로 소재화 하므로써 소비자의 관심을 유도하고 아로니아 소비를 확대할 것으로 기대

### 3절 연구개발 범위

#### 1. 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 및 지표물질 선정

가. 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사

(1) 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성(이화학적 분석 및 기능성 분석 등)

(2) 이화학적 특성 : pH, 당도, 산도, 색도

(3) 기능성 분석 : 항산화 물질 등 지표물질 선정

(가) 총 안토시아닌 함량, 총 폴리페놀 함량, DPPH, ABTS 라디칼 소거능, 지표물질 및 함량 범위 설정

(나) 안전성 분석 : 시안배당체 (Amygdalin) 분석

(다) 짙은 맛 : 탄닌성분 분석, 기호도 조사

나. 수확시기에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사

(1) 개화 후 시기별 숙성도에 따른 품질특성(이화학적 분석 및 기능성 분석 등)

: 개화 후 1개월 간격, 검은색 착색 후 2주 간격 샘플링

(2) 이화학적 특성 : pH, 당도, 산도, 색도

(3) 기능성 분석 : 항산화 물질 등 지표물질 선정

(가) 총 안토시아닌 함량, 총 폴리페놀 함량, DPPH, ABTS 라디칼 소거능, 지표물질 및 함량 범위 설정

(나) 안전성 분석 : 시안배당체 (Amygdalin) 분석

(다) 짙은 맛 : 탄닌성분 분석, 기호도 조사

#### 2. 아로니아 발효액 품질 관리

가. 아로니아 발효액 특성조사 및 신규 균주 발굴

(1) 이화학적 특성 : pH, 당도, 산도, 색도

(2) 기능성 분석 : 항산화 물질 등 지표물질 선정

(3) 안전성 분석 : 시안배당체 (Amygdalin) 분석

(4) 발효균주 분석

(가) 시안독소 저감화 및 항산화활성 증가조건에서 우수 균주(젖산균 등) 분리 및 분석

나. 발효액 짙은맛 : 탄닌성분 분석, 기호도 조사

#### 3. 아로니아 천연발효종 제조공정 표준화

가. 아로니아 원료 전처리에 따른 천연발효종 특성 조사

(1) 배합조건 : 아로니아, 당, 분유 등

(2) 발효조건 : 발효 온도 및 시간

(3) 발효적합성 : pH 및 색도, 균수변화

(4) 기능성 : 아로니아 지표물질

나. 아로니아 천연발효종 색도 개선 및 제조공정 확립

#### 4. 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립

가. 아로니아 천연발효 빵 레시피 확립 : 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 제조 레시피 개발

나. 아로니아 천연발효 곡물빵 레시피 확립 : 아로니아 천연발효종을 이용한 곡물빵 제조 레시피 개발

다. 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 제조공정 확립

#### 5. 아로니아 발효 콩포트 가공공정 확립

가. 아로니아 발효 콩포트 레시피 확립

나. 아로니아 발효 콩포트 제조공정 확립

#### 6. 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 및 발효 콩포트 사업화

가. 아로니아 천연발효종 및 콩포트를 이용한 빵 및 베이커리류 제품화

나. 아로니아 천연발효빵 및 발효 콩포트 포장디자인 개발

다. 아로니아 천연발효빵 및 발효 콩포트 시제품 생산

## 2장 연구수행 내용 및 결과

### 2-1장 제 1 협동과제 - (재)베리앤바이오식품연구소 : 가공용 아로니아 품질 규격 설정 및 천연발효종 개발

#### 1절 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 및 지표물질 선정

##### 1. 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사

###### 가. 실험방법

###### (1) 열매의 품질 특성

아로니아 열매의 품종별 특성을 조사하기 위해 고창군에서 재배된 아로니아 네로, 바이킹, 멜라메킨지 품종의 열매를 채취하여 열매의 종경과 횡경 및 1개의 무게를 측정하였다.

###### (2) 이화학적 특성

채취한 열매는 착즙한 후 당도 및 pH, 색도를 각각 당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan), pH meter(Sevенеasy, Mettler- Toledo, Greifensee, Switzerland), 분광색차계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 열매의 수분함량은 상압가열건조법으로 측정하였고, 착즙액의 산도는 0.1N NaOH를 이용하여 착즙액을 중화적정하여 소요되는 양을 측정한 후 사과산으로 계산하였다(Park HJ 등 2014).

###### (3) 기능성 분석

###### (가) 유리당 및 유기산 함량 분석

품종별 및 수확시기별로 채취하여 동결건조 한 아로니아 열매의 유리당 함량 변화를 알아보기 위해 HPLC(Dionex ultimate 3000, Thermo Dionex, Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 분석은 시료 10  $\mu$ L를 column(Sugar-pak, 300 $\times$ 6.5 mm Waters, Milford, MA, USA)에 주입하고 RI 검출기(Shodex RI-101, Shodex, Kanagawa, Japan)를 이용하여 검출하였으며 이때 이동상은 acetonitrile 용액을 사용하여 0.5 mL/min 유속으로 이동시켜 분석하였다. 표준품(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)은 포도당, 프락토스, 솔비톨을 사용하여 표준곡선을 그리고 각 시료를 분석한 후 mg/kg으로 나타냈다.

아로니아 열매의 유기산 함량을 알아보기 위해 HPLC(Dionex ultimate 3000, Thermo Dionex, Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 시료 10  $\mu$ L를 column(Aminex 87H column, 300 $\times$ 10 mm(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)에 주입하고 검출기(RefractoMAX 520, ERC, Saitama, Japan)를 이용하여 검출하였으며, 이동상은 0.01N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액을 사용하여 0.5 mL/min 유속으로 이동시켜 분석하였다. 표준품(Citric acid, Malic acid, Shikimic acid, Sigma-Aldrich, USA)을 사용하여 표준곡선을 그리고 각 시료를 분석한 후 mg/kg으로 나타냈다.

#### (나) 총안토시아닌 및 총폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 건강기능식품공전 방법(2012)을 응용하여 측정하였다. 즉 품종별 및 성숙시기별 아로니아 50% 에탄올 추출물 10 mg/10 mL 농도로 제조한 용액 1 mL에 증류수 7.5 mL와 folin-ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL, 35% sodium carbonate 1 mL를 가한 후 실온 암조건에서 1시간 동안 정치한 후, UV/VIS spectrophotometer (UV-2450, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 비색정량 하였다. 이때 tannic acid를 표준물질로 사용하여 검량곡선을 작성하고 이로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

총 안토시아닌 함량은 Kim 등(2002)의 방법을 응용하여, 각각의 시료 1 g에 0.1% HCl을 함유하는 80% 메탄올 용액 40 mL로 24시간 동안 추출한 후 UV/VIS spectrophotometer(UV-2450, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 528 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 이때 표준물질은 cyanidin을 사용하여 검량곡선을 작성하고 이로부터 총 안토시아닌 함량을 구하였다.

#### (다) DPPH 및 ABTS 라디칼소거능

품종별 및 수확시기별 아로니아 50% 에탄올 추출물의 산화방지 활성을 측정하기 위하여 자유라디칼인 DPPH를 사용한 산화방지 활성 측정법(Choi 등, 1993)을 응용하였다. 즉 50 ~ 500 µg/mL 농도로 조제한 각각의 추출물 0.1 mL에 에탄올 0.2 mL를 가하고  $2 \times 10^{-4}$  M DPPH용액 0.3 mL를 가한 후 교반하였고, 30분간 반응시킨 후 마이크로플레이트 판독기 (Synergy HT, Biotec, Washington DC, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 대조구는 시료 대신에 에탄올을 첨가하여 실험하였다. 라디칼 소거능은 측정된 흡광도를 아래 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = \{1 - (A_{\text{Experiment}} - A_{\text{Blank}}) / A_{\text{Control}}\} \times 100$$

ABTS assay는 Art 등(2004)의 방법을 응용하였다. 수확시기별 아로니아 열매 추출물을 50 ~ 500 µg/mL 농도로 조제한 성숙시기별 아로니아 50% 에탄올 추출물 0.005 mL에 ABTS 라디칼 용액 0.195 mL를 첨가하여 7분간 반응시킨 후 마이크로플레이트 판독기 (Synergy HT, Biotec, Washington DC, USA)를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였고, 대조구는 시료 대신에 에탄올을 사용하여 실험하였다.

#### (라) 페놀화합물 함량 분석

품종별 및 성숙시기별 아로니아 열매의 페놀성 화합물의 함량의 변화를 분석하기 위해 아로니아 열매 50% 에탄올 추출물을 HPLC(Thermo Dionex)로 분석하였다. 분석은 시료 10 µL를 column(Ino C-18, 250×4.6 mm, ID 5 µm, Youngjin Biochrom, Gyeonggi, Korea)에 주입하고 DAD 검출기를 이용하여 검출하였으며, 이때 이동상 조건으로 acetonitrile과 0.1% Trifluoroacetic acid 함유물을 1.0 mL/min의 유속으로 이동시켜 분석하였다. 분석온도와 column oven 온도는 40°C, 검출과장은 UV 360 nm에서 측정하였다.

#### (4) 짙은 맛 조사

##### (가) 탄닌 함량 분석

짙은 맛의 원인이 되는 탄닌 함량을 조사하기 하기 위해 품종별 및 성숙시기별 아로니아 50% 에탄올 추출물의 catechins의 함량은 Han SK 등(2010)의 방법을 응용하여 분석하였다.

catechins는 (Sigma-Aldrich Chemical Co.) ACQUITY UPLC H-Class (Waters Corp., Milford, MA, USA)를 이용하여 분석하였다. 실험용액은 각각의 추출물 100 mg에 70% 메탄올 20 mL로 녹인 용액을 0.45 µm syringe filter로 여과하여 분석에 사용하였다. 시료 10 µL를 column(Shiseido capcellpak C18 UG, 250 × 4.6 mm, ID 5 µm)에 주입하고 PDA 검출기를 이용하여 검출하였으며, 이때 이동상 조건으로 acetonitrile과 0.05% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 함유물을 1.0 mL/min의 유속으로 이동시켜 분석하였다. 검출파장은 UV 280 nm에서 측정하였다.

(나) 관능검사

아로니아의 짙은 맛을 조사하기 위해 아래의 평가지를 사용하여 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 아로니아의 맛에 익숙한 베리앤바이오식품연구소 직원 10명을 대상으로 9점만점으로 평가하도록 하였다.

아로니아 착즙액의 관능평가지						
일시 : 2020.03.27		성별 :		연령 :		
『아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발』 과제 수행을 위한 아로니아 착즙액입니다.						
▷먼저 물로 입을 가신 후 시료 각각의 특성을 구분하여 평가하여 주십시오.						
▷각 항목별로 9점을 기준으로 특성의 강도를 평가하여 주십시오.						
(1점: 매우 약함, 5점: 보통이다, 9점: 매우 강함)						
	색	향	맛			전체적인 기호도
			단맛	짙은맛	신맛	
135						
252						
364						

그림 1. 품종별 아로니아 착즙액의 관능평가지

나. 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성

(1) 열매의 특성

아로니아 열매의 품종은 3가지로 네로, 바이킹, 멜라메킨지가 있으며 이들의 품종에 따른 아로니아 열매의 특성을 분석하기 위해 종경, 횡경, 무게를 측정하였다. 종경은 11.43~12.31 mm의 범위로 나타났으며, 횡경은 10.05~11.95 mm 범위로 확인되었다. 무게의 경우 1.23~1.35 g으로 확인되었으며, 품종별 종경, 횡경 및 무게의 순서는 멜라메킨지>바이킹>네로 순으로 확인되었다.

표 1. 품종에 따른 아로니아 열매의 크기 및 무게

품종	중경(mm)	횡경(mm)	무게 (g)
네로	11.43±0.01	10.05±0.01	1.23±0.03
바이킹	11.52±0.02	11.12±0.01	1.29±0.02
멜라메킨지	12.31±0.01	11.95±0.01	1.35±0.04

다. 품종에 따른 아로니아 열매의 이화학적 특성

아로니아 품종으로는 네로, 바이킹 및 멜라메킨지 3종을 구입하여 품질 특성으로 이화학적 특성 (pH, 당도, 산도 및 색도)을 분석하였다.

아로니아 3품종의 pH는 3.72~3.88 범위이며, 당도는 15.0~16.1 brix 범위, 산도는 0.57~0.65% 범위로 확인되었다.

아로니아 3품종의 색도는 L값은 37.09~37.53, a값은 63.31~63.94, b값은 41.22~44.45로 모두 비슷한 수준으로 확인되었다. 3품종의 아로니아 중 네로 품종이 당도가 높고 산도가 낮은 것으로 확인되었다.

표 2. 품종에 따른 아로니아의 이화학적 특성

품종	pH	당도 (°Bx)	산도 (%)	색도		
				L	a	b
네로	3.88±0.03	16.10±0.16	0.57±0.02	37.53±0.10	63.64±0.02	43.28±0.13
바이킹	3.72±0.04	15.50±0.28	0.65±0.01	37.09±0.02	63.94±0.01	44.45±0.06
멜라메킨지	3.81±0.04	15.00±0.14	0.58±0.01	37.26±0.20	63.31±0.09	41.22±0.27

라. 품종에 따른 아로니아 열매의 기능성 분석

(1) 유리당 및 유기산 함량

품종에 따른 아로니아 열매의 유리당 분석을 위해 품종별 아로니아는 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 농축 및 동결건조한 시료를 사용하였다.

분석된 유리당으로는 포도당, 과당 및 솔비톨이 검출되었으며, 네로 품종의 경우 포도당은 183890.04±28.36 mg/kg, 과당은 144751.98±22.63 mg/kg, 솔비톨은 223580.12±38.25 mg/kg으로 확인되었다. 바이킹 품종의 경우 포도당은 152678.62±34.69 mg/kg, 과당은 132561.25±27.26 mg/kg, 솔비톨은 210369.27±40.58 mg/kg으로 확인되었으며, 멜라메킨지 품종의 경우 포도당은 179551.54±22.36 mg/kg, 과당은 140628.74±31.25 mg/kg, 솔비톨은 253851.95±45.26 mg/kg으로 확인되었다. 품종별 아로니아 열매의 유리당은 비슷한 수준으로 확인되었다.

표 3. 품종에 따른 아로니아의 유리당 분석



	Glucose (mg/kg)	Fructose (mg/kg)	Sorbitol (mg/kg)
네로	183890.04±28.36	144751.98±22.63	223580.12±38.25
바이킹	152678.62±34.69	132561.25±27.26	210369.27±40.58
멜라메킨지	179551.54±22.36	140628.74±31.25	253851.95±45.26

품종에 따른 아로니아 열매의 유기산 분석을 위해 품종별 아로니아는 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 농축 및 동결건조한 시료를 사용하였다. 분석된 유기산으로는 citric acid, malic acid 및 shikimic acid가 검출되었으며, 네로 품종의 경우 citric acid는 3796.24±11.25 mg/kg, malic acid는 24135.23±24.96 mg/kg, shikimic acid는 1336.85±10.52 mg/kg으로 확인되었다. 바이킹 품종의 경우 citric acid는 3556.67±19.26 mg/kg, malic acid는 21621.96±15.36 mg/kg, shikimic acid는 1298.04±15.69 mg/kg으로 확인되었으며, 멜라메킨지 품종의 경우 citric acid는 3190.31±21.75 mg/kg, malic acid는 22786.70±27.69 mg/kg, shikimic acid는 1169.18±10.87 mg/kg으로 확인되었다. 품종별 아로니아 열매의 유기산은 비슷한 수준으로 확인되었다.

표 4. 품종에 따른 아로니아의 유기산 분석

	Citric acid (mg/kg)	Malic acid (mg/kg)	Shikimic acid (mg/kg)
네로	3796.24±11.25	24135.23±24.96	1336.85±10.52
바이킹	3556.67±19.26	21621.96±15.36	1298.04±15.69
멜라메킨지	3190.31±21.75	22786.70±27.69	1169.18±10.87

#### (2) 총 안토시아닌 및 총 폴리페놀 함량

아로니아 3 품종의 기능성 분석으로 총 안토시아닌, 총 폴리페놀, DPPH 라디칼 소거능을 분석하였다. 기능성 분석에 사용된 아로니아는 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 농축 및 동결건조한 시료를 사용하였다.

아로니아 3 품종의 총 안토시아닌을 분석한 결과 표 5에 나타낸 바와 같이 303.90~357.98 mg/100g으로 확인되었고, 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과 네로는 119.55 ± 0.31 mg/g, 멜라메킨지는 115.76 ± 0.16 mg/g, 바이킹은 126.80 ± 0.24 mg/g으로 확인되어 바이킹 품종이 총 안토시아닌과 총 폴리페놀 함량이 가장 높은 것으로 확인되었다.

표 5. 품종에 따른 아로니아의 총 안토시아닌 및 총 폴리페놀 분석

	Total anthocyanin contents (CYE <sup>2)</sup> mg/g)	Total polyphenol contents (TAE <sup>1)</sup> mg/g)
네로	335.53±4.25	119.55±0.31
바이킹	303.90±3.99	115.75±0.16
멜라메킨지	357.98±4.22	126.80±0.24

<sup>1)</sup>Total anthocyanin contents was expressed as mg cyanidin (CYE) per 100 g.

<sup>2)</sup>Total polyphenol contents was expressed as mg tannic acid (TAE) per 100 g.

(3) 항산화 활성 분석

아로니아 품종에 따른 항산화 활성을 측정하기 위해 아로니아 열매를 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 농축 및 동결건조한 시료를 사용하였다. 농도별로 항산화 활성을 측정하여 IC<sub>50</sub> 값을 계산한 결과 표 6에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 210.91~297.13 µg/mL의 범위로 확인되었으며, ABTS 라디칼 소거능은 312.60~532.83 µg/mL의 범위로 확인되었다. 3 품종 아로니아의 항산화활성을 비교한 결과 멜라메킨지 품종이 다른 품종보다 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 높은 것으로 확인되었다.

표 6. 품종에 따른 아로니아의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 분석

	DPPH radical scavenging activity (IC <sub>50</sub> µg/mL) <sup>1)</sup>	ABTS radical scavenging activity
네로	297.13±1.30	532.83±1.24
바이킹	275.93±0.42	508.33±1.81
멜라메킨지	210.91±0.29	312.60±1.26

<sup>1)</sup>Inhibitory activity was expressed as the mean of 50% inhibitory concentration of triplicate determines, obtained by interpolation of concentration inhibition curve.

(4) 페놀화합물 분석

품종에 따른 아로니아 열매의 유리당 분석을 위해 품종별 아로니아는 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 농축 및 동결건조한 시료를 사용하였다.

페놀화합물로는 chlorogenic acid, rutin 및 quercetin이 분석되었으며, 네로 품종의 경우 chlorogenic acid는 42859.26±10.92 mg/kg, rutin은 236.85±10.55 mg/kg, quercetin은 7.69±1.26 mg/kg으로 확인되었다. 바이킹 품종의 경우 chlorogenic acid는 40325.61±9.87 mg/kg, rutin은 218.74±13.24 mg/kg, quercetin은 8.04±0.95 mg/kg으로 확인되었으며, 멜라메킨지 품종의 경우 chlorogenic acid는 39924.52±11.25 mg/kg, rutin은 224.68±9.74 mg/kg, quercetin은 7.92±1.11 mg/kg으로 확인되었다.

표 7. 품종에 따른 아로니아의 페놀화합물 분석

	Chlorogenic acid (mg/kg)	Rutin (mg/kg)	Quercetin (mg/kg)
네로	42859.26±10.92	236.85±10.55	7.69±1.26
바이킹	40325.61±9.87	218.74±13.24	8.04±0.95
멜라메킨지	39924.52±11.25	224.68±9.74	7.92±1.11

마. 뽕은 맛 조사

(1) 관능검사 결과

품종별 아로니아 열매를 착즙하여 관능평가한 결과 표 8에 나타낸 바와 같이 색은 비슷한 수준으로 확인되었으며, 향의 경우 네로 품종이 가장 강하다고 하였다. 맛의 경우 단맛은 아로니아 열매 특성상 거의 느껴지지 않는 것으로 확인되었고, 뽕은맛은 바이킹 품종이 가장 강하다고 하였으며, 신맛은 멜라메킨지 품종이 강한 것으로 확인되었다. 전체적인 기호도는 뽕은맛이 약하고 신맛이 강한 멜라메킨지 품종이 기호도가 높은 것으로 확인되었다.

표 8. 품종별 아로니아 착즙액의 관능평가

	색	향	맛			전체적인 기호도
			단맛	뽕은맛	신맛	
네로	8.3±1.2	8.7±0.6	1.0±0.0	7.3±0.6	2.0±1.7	5.0±1.0
바이킹	8.0±1.0	7.0±1.0	1.0±0.0	8.3±0.6	2.3±2.3	5.0±1.0
멜라메킨지	8.3±1.2	7.0±0.0	1.0±0.0	6.7±1.2	5.0±2.0	7.3±0.6

네로, 바이킹, 멜라메킨지 3품종의 아로니아 열매의 특성을 조사한 결과 3품종 중 멜라메킨지의 열매가 가장 컸으나 당산도 등 이화학적 특성에는 품종간의 큰 차이가 없었다. 또한 멜라메킨지가 항산화활성은 높았고 관능검사 결과 기호도가 높아 멜라메킨지 품종이 가공용으로 적합할 것으로 판단하였다.

2. 수확시기에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사

가. 실험방법

(1) 수확시기별 열매 분류

아로니아 열매의 수확시기별 특성변화를 조사하기 위해 고창군에서 재배된 아로니아 ‘네로’ 품종의 관목 30수를 선정하고 2019년 6월 13일부터 9월 19일까지 2주간격으로 열매를 채취하여 열매의 종경과 횡경 및 1개의 무게, 수분함량을 측정하였다.

(2) 이화학적 특성

수확시기별 아로니아 열매의 크기, 무게, pH, 당도, 산도, 색도 측정은 1.가.(2)과 같은 방법으로 측정하였다.

(3)기능성 분석

수확시기별 아로니아 열매의 총안토시아닌 및 총폴리페놀 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼소거능, 페놀화합물 함량 분석은 1.가.(3)와 같은 방법으로 분석하였다.

(4) 짧은 맛 조사

수확시기별 아로니아 열매의 탄닌 함량 분석과 관능검사는 1.가.(5)와 같은 방법으로 실시하였다.

나. 수확시기별 아로니아 열매의 품질특성

(1) 아로니아 열매 및 분말의 형태

수확시기에 따른 열매의 특성 변화를 조사하고자 2019년 6월 13일부터 9월 19일까지 2주 간격으로 열매를 채취하여 열매의 종경과 횡경 및 1개의 무게를 측정하였다. 그림과 같이 5월 23일 낙화 후 녹색의 작은 열매가 맺히고 7월 11일경에는 붉은색을 띠었으며 7월 25일부터 검은색으로 변하였으며 크기도 수확시기에 따라 점점 증가하였다.

(2) 수확시기별 아로니아 열매의 특성

열매의 종경과 횡경 및 1개의 무게를 측정한 결과 수확시기에 따라 증가하다가 7월 25일 이후에는 일정하게 유지되었으며 9월 19일에는 열매가 과숙되어 물러진 상태였으며 크기와 무게가 약간 감소하였고 주름진 표면이 관찰되었다. 열매의 수분함량은 표과 같이 숙성에 따라 증가하였으며 8월 8일 이후 일정하게 유지되었다.




	
6월 13일	7월 11일
	
7월 25일	8월 8일
	
8월 22일	9월 5일

그림 2. 아로니아 숙성시기별 사진

다. 수확시기별 아로니아 열매의 이화학적 특성

열매의 착즙액의 당도 및 산도, pH, 색도를 조사한 결과는 표 10과 같았다. 착즙액의 당도는 7월 25일까지 증가하였으나 이후에는 유의적인 증가가 없었다. 산도는 7월 25일 최대치에 도달한 후 수확시기에 따라 점차 감소하였고 pH는 수확시기에 따라 유의적으로 증가하였으나 차이가 매우 작았다. 착즙액의 색도는 붉은색을 띠는 7월 11일 수확한 열매의 경우 L, a, b값 모두 유의적인 차이가 있었으며 열매의 색이 검어지면서 명도와 적색도는 유사했으나 황색도는 진한 검정색을 띠는 8월 22일 이후 수확한 열매에서 높은 값을 나타냈다.

많은 연구에서 본 결과처럼 아로니아 열매의 성숙도에 따라 열매의 색이 어두운 자색으로 변하고 수분함량이 증가하며 당도는 증가하고 산도는 감소한다고 보고되었다(Yang 등 2019, Tosun 등 2008, Kack & Kuhn 1992). 열매의 이화학적 특성은 기후, 토양, 수확시기 등에 영향을 받으며 김 등(2005)은 복분자의 경우에도 열매의 성숙에 따른 열매의 특성과 당도는 기온과 강수량, 일조시간 등 여러 가지 기상요인이 작용한다고 보고하였다.

표 9. 수확시기별 아로니아 열매의 특성

수확 일자	장경 (mm)	횡경 (mm)	1개 무게 (g/ea)	수분 함량 (%)
6/13	4.90±0.14 <sup>d</sup>	4.45±0.07 <sup>d</sup>	0.21±0.07 <sup>e</sup>	69.65±0.39 <sup>c</sup>
6/27	7.48±1.28 <sup>c</sup>	8.22±0.50 <sup>c</sup>	0.38±0.01 <sup>d</sup>	75.78±0.52 <sup>bc</sup>
7/11	10.09±0.87 <sup>b</sup>	9.78±0.63 <sup>b</sup>	0.64±0.04 <sup>c</sup>	85.64±2.01 <sup>a</sup>
7/25	12.01±1.63 <sup>a</sup>	12.59±0.25 <sup>a</sup>	1.12±0.08 <sup>a</sup>	82.22±6.47 <sup>b</sup>
8/8	11.68±0.44 <sup>ab</sup>	12.85±0.92 <sup>a</sup>	1.15±0.08 <sup>a</sup>	86.99±2.01 <sup>a</sup>
8/22	12.27±0.78 <sup>a</sup>	12.92±1.42 <sup>a</sup>	1.13±0.03 <sup>a</sup>	87.83±1.71 <sup>a</sup>
9/5	11.43±0.21 <sup>ab</sup>	13.36±0.39 <sup>a</sup>	1.07±0.03 <sup>a</sup>	84.56±0.46 <sup>a</sup>
9/19	11.55±1.47 <sup>a</sup>	10.87±1.19 <sup>b</sup>	0.96±0.03 <sup>b</sup>	85.89±1.36 <sup>a</sup>

표 10. 수확시기별 아로니아 열매의 이화학적 특성

수확 일자	당도 (°Bx)	산도 (%)	pH	색도		
				L	a	b
7/11	10.60±0.49 <sup>b</sup>	0.76±0.03	3.54±0.01 <sup>e</sup>	75.06±0.04 <sup>a</sup>	43.84±0.03 <sup>b</sup>	3.56±0.01 <sup>c</sup>
7/25	13.20±0.28 <sup>a</sup>	1.04±0.01	3.41±0.01 <sup>f</sup>	23.85±0.42 <sup>c</sup>	57.33±0.49 <sup>a</sup>	41.12±0.73 <sup>b</sup>
8/8	14.90±0.14 <sup>a</sup>	0.82±0.16	3.68±0.01 <sup>d</sup>	24.83±0.94 <sup>bc</sup>	57.60±1.12 <sup>a</sup>	42.81±1.62 <sup>ab</sup>
8/22	14.40±0.00 <sup>a</sup>	0.73±0.02	3.76±0.01 <sup>c</sup>	25.66±1.57 <sup>b</sup>	57.71±1.74 <sup>a</sup>	44.06±2.55 <sup>a</sup>
9/5	13.75±1.91 <sup>a</sup>	0.59±0.02	3.82±0.01 <sup>b</sup>	24.29±0.02 <sup>bc</sup>	56.50±0.03 <sup>a</sup>	41.87±0.02 <sup>ab</sup>
9/19	15.30±0.07 <sup>a</sup>	0.71±0.02	3.84±0.01 <sup>a</sup>	25.40±0.66 <sup>bc</sup>	57.92±0.69 <sup>a</sup>	43.73±1.05 <sup>a</sup>

라. 수확시기별 아로니아 열매의 기능성 분석

(1) 유리당 및 유기산 함량

아로니아 열매의 성숙시기에 따른 유리당 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 11과 같이 포도당, 과당, 솔비톨이 검출되었으며 3가지 당류 중 솔비톨 함량이 29147.25~262076.76 mg/kg으로 가장 높았다. 포도당과 과당은 녹색의 미숙과에서 검은 열매로 숙성된 8월 8일까지 최대로 증가하였으나 그 이후 약간 감소하기 시작했으며, 솔비톨은 함량이 유지되는 것을 볼 수 있었다. Yang H 등(2019)도 미숙과에서 완숙과로 성숙될수록 당함량이 증가했으며, 솔비톨 함량이 가장 높았다는 유사한 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 9월 5일 이후 포도당과 과당이 감소하는 경향을 보였는데 검은색으로 착색된 후 과숙된 시기의 열매까지 분석하였으므로 완숙 이후 유리당이 감소하는 경향을 발견한 것으로 판단하였다. Choi S 등(2017)도 까마중 열매의 수확시기에 따라 유리당 함량이 점점 증가하다가 수확시기가 늦어질수록 유리당 함량이 낮아졌다는 결과를 보고했다.

아로니아 열매의 성숙시기에 따른 유기산 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 구연산, 사과산, 쉬킵산이 검출되었으며 그 중 사과산이 가장 많이 함유되어 있었다(표 12). 구연산은 미숙과에서 성숙됨 따라 감소하다가 완숙기로 가면서 다시 증가하였고 사과산은 구연산과 반대로 검은색이 착색된 이후 7월 25일까지 최대로 증가하다가 과숙될수록 감소하였다. 쉬킵산은 성숙될수록 점차 감소하는 양상을 보였다. Yang H 등(2019)은 사과산이 아로니아 열매의 주요 유기산으로 열매가 검은색으로 갈수록 증가되었다고 보고하였으나 본 연구에서는 유리당 분석에서와 같이 검은색으로 착색된 이후 과숙된 열매까지 분석하였으므로 감소하는 경향을 발견한 것으로 생각하였다. 다른 보고들에서도 열매의 성숙도에 따라 유기산 함량의 변화가 유기산의 종류별로 다른 양상으로 나타났음을 보고하였다(Choi S 등 2017, Kim JM & Shin M 2011).

표 11. 수확시기별 아로니아 열매의 유리당 함량 분석

수확 일자	열매의 표면 색	Glucose (mg/kg)	Fructose (mg/kg)	Sorbitol (mg/kg)
6/13	green	8295.48± 100.90 <sup>h</sup>	8323.31± 225.53 <sup>g</sup>	29240.20± 193.74 <sup>g</sup>
6/27	green	35081.18± 520.11 <sup>g</sup>	26438.06± 113.84 <sup>f</sup>	73308.54± 1312.17 <sup>f</sup>
7/11	red	98023.57± 2046.39 <sup>f</sup>	75691.73± 1899.94 <sup>e</sup>	139511.72± 951.32 <sup>e</sup>
7/25	black	154804.81± 712.06 <sup>d</sup>	128291.80± 634.33 <sup>c</sup>	232031.01± 760.63 <sup>d</sup>
8/8	black	168826.61± 818.17 <sup>a</sup>	141379.57± 930.48 <sup>a</sup>	258177.93± 670.29 <sup>ab</sup>
8/22	black	161533.19± 3344.05 <sup>b</sup>	134371.65± 2596.85 <sup>b</sup>	249112.44± 5978.70 <sup>c</sup>
9/5	black	147929.71± 1101.92 <sup>e</sup>	123325.09± 1206.25 <sup>d</sup>	254961.48± 894.78 <sup>b</sup>
9/19	black	158482.91± 1251.93 <sup>c</sup>	132418.65± 1444.43 <sup>b</sup>	261043.87± 919.97 <sup>a</sup>

Table 12. 수확시기별 아로니아 열매의 유기산 함량 분석

수확 일자	열매의 표면 색	Citric acid (mg/kg)	Malic acid (mg/kg)	Shikimic acid (mg/kg)
6/13	green	4489.32±4.92 <sup>a</sup>	12553.04±1059.05 <sup>g</sup>	3028.82±52.59 <sup>b</sup>
6/27	green	4495.02±109.48 <sup>a</sup>	24863.59±362.97 <sup>f</sup>	3617.86±11.48 <sup>a</sup>
7/11	red	3340.78±106.64 <sup>d</sup>	38152.13±639.31 <sup>c</sup>	1848.89±5.01 <sup>c</sup>
7/25	black	2303.16±50.23 <sup>f</sup>	58403.65±581.27 <sup>a</sup>	1237.31±6.72 <sup>d</sup>
8/8	black	3039.49±57.65 <sup>e</sup>	47727.62±788.00 <sup>b</sup>	1038.72±9.05 <sup>e</sup>
8/22	black	3950.62±166.83 <sup>b</sup>	39667.08±1516.44 <sup>c</sup>	891.47±21.75 <sup>f</sup>
9/5	black	3629.74±171.52 <sup>c</sup>	28978.21±795.96 <sup>e</sup>	602.53±5.96 <sup>h</sup>
9/19	black	3394.10±83.21 <sup>d</sup>	36495.65±801.41 <sup>d</sup>	720.53±5.57 <sup>g</sup>

(2) 총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량

아로니아는 생리 활성에 중요 역할을 하는 프로시아니딘, 안토시아닌 같은 페놀화합물을 다량 함유하고 있다(Kulling SE & Rawel HM 2008). 아로니아 열매의 항산화 활성을 조사하기 위해 성숙도가 다른 열매로 50% 에탄올 추출물을 제조한 후 총 폴리페놀과 총 안토시아닌을 측정하였다. 표 13과 같이 총 폴리페놀 함량은 44.35~183.61 mg/g이었고 총 안토시아닌은 0.76~3.83 mg/g이었다. 총 폴리페놀은 녹색열매인 미숙과에서 검은색으로 성숙될수록 점차 감소되었고 총 안토시아닌은 검은색이 착색될 때 까지 점차 증가하여 8월 8일 최대치가 된 후 9월 이후 과숙되면서 약간 감소하였다. Won J 등 (2018)도 8월 중순까지 안토시아닌 함량이 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며 안토시아닌 함량의 감소는 과실의 노화로 추측하였다. 베리류의 폴리페놀 화합물의 함량은 베리류의 품종, 성숙 단계에 따라 다르며 미숙과 일 때 함량이 가장 높고 미숙과의 떫은맛에 기여하고 있다고 보고되고 있다(Yang H 등 2019, Hwang ES & Do Thi N 2014, Kim JM & Shin M 2011)

표 13. 수확시기별 아로니아 열매 50% 주정 추출물의 총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량

Day	Color of fruit	Total polyphenol contents (TAE <sup>1)</sup> mg/g)	Total anthocyanin contents (CYE <sup>2)</sup> mg/g)
6/27	green	184.66±1.05 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>g</sup>
7/11	red	87.10±1.84 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>f</sup>
7/25	black	66.86±2.28 <sup>c</sup>	3.29±0.00 <sup>c</sup>
8/8	black	61.62±2.28 <sup>d</sup>	3.83±0.01 <sup>a</sup>
8/22	black	51.50±1.98 <sup>f</sup>	3.42±0.02 <sup>b</sup>
9/5	black	58.31±1.09 <sup>e</sup>	2.64±0.02 <sup>d</sup>
9/19	black	44.87±0.52 <sup>g</sup>	2.37±0.02 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Total polyphenol contents was expressed as mg tannic acid (TAE) per 100 g.

<sup>2)</sup>Total anthocyanin contents was expressed as mg cyanidin (CYE) per 100 gram.

### (3) 항산화 활성 분석

성숙도가 다른 아로니아 열매의 항산화활성을 측정하기 위해 50% 에탄올 추출물을 동결건조 한 후 DPPH 및 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능을 측정하였다. 농도별로 항산화활성을 측정하여 IC<sub>50</sub> 값을 계산한 결과 표 14와 같았다.

DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub> 값은 61.84~225.00 µg/mL로 녹색 열매인 미숙과일 때 라디칼 소거능이 가장 높으며 숙성되면서 감소하였다.

ABTS 라디칼 소거능으로 조사한 항산화활성은 IC<sub>50</sub> 값이 131.70~>500.00 µg/mL 범위로 측정이 되었고 녹색 열매일 때 활성이 가장 높았으며 성숙함에 따라 감소되었다.

표 14. 수확시기별 아로니아의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 분석

수확 일자	열매의 표면 색	DPPH radical	ABTS radical
		scavenging activity	scavenging activity
		(IC <sub>50</sub> µg/mL) <sup>1)</sup>	
6/27	green	61.35±0.55	131.60±0.95
7/11	red	165.20±1.00	287.63±2.37
7/25	black	297.13±1.30	508.33±6.81
8/8	black	288.00±7.24	>500
9/19	black	225.73±1.45	>500

<sup>1)</sup>Inhibitory activity was expressed as the mean of 50% inhibitory concentration of triplicate determines, obtained by interpolation of concentration inhibition curve.

<sup>2)</sup>Data are expressed as mean±SD of triplicate experiments.

### (4) 페놀화합물 분석

성숙도가 다른 아로니아 열매의 항산화 성분인 페놀화합물을 HPLC를 사용하여 분석한 결과 클로로젠산, 루틴, 케르세틴이 검출되었다. 클로로젠산은 3832.00~7701.41 mg/kg으로 가장 많이 함유되어 있었고 열매가 성숙될수록 페놀화합물이 감소되었다. 클로로젠산은 미숙과에서 성숙과가 될수록 함량이 감소하기는 하였으나 완숙과에서도 가장 높은 함량을 가지고 있었고 Yang H 등(2019)은 아로니아 열매의 폴리페놀 화합물을 분석한 결과 카테콜과 클로로젠산이 각각 70.69~399.01 mg/100g, 49.76~176.62 mg/100g 으로 열매의 성숙에 따라 함량이 감소하였고 품종에 따라 폴리페놀 함량이 다르며 폴리페놀화합물과 항산화 활성은 높은 양의 상관관계를 가진다고 보고하였다. Oszmiański J & Lachowicz S (2016)도 아로니아 주스와 분말의 페놀화합물을 분석한 결과 클로로젠산 함량이 높았고 분말에서는 0.94 g/100g 주스에서는 0.56 g/100g 함유하고 있으며 과육과 껍질 부분의 조성이 달라 가공방법에 따라 폴리페놀 함량이 달라질 수 있다고 보고하였다. 페놀화합물 함량 분석은 분석방법에 따라 간섭되기 쉬어 페놀화합물의 함량이 다르게 분석되며 결과적으로 과대평가 되기도 하고 과소평가 되기도 한다 (Krenn L 등 2007).



표 15. 수확시기별 아로니아의 페놀화합물 분석

수확 일자	열매의 표면 색	Chlorogenic acid (mg/kg)	Rutin (mg/kg)	Quercetin (mg/kg)
6/13	green	7778.97±67.26 <sup>a</sup>	556.66±22.32 <sup>a</sup>	4.18±0.63 <sup>f</sup>
6/27	green	6763.57±48.41 <sup>b</sup>	523.44±20.42 <sup>b</sup>	3.36±0.17 <sup>g</sup>
7/11	red	4264.26±44.22 <sup>d</sup>	371.95±7.62 <sup>c</sup>	5.74±0.40 <sup>d</sup>
7/25	black	4425.56±16.91 <sup>c</sup>	293.68±4.27 <sup>d</sup>	10.93±0.47 <sup>b</sup>
8/8	black	4130.76±32.94 <sup>e</sup>	280.89±6.75 <sup>d</sup>	6.79±0.16 <sup>c</sup>
8/22	black	4112.73±4.62 <sup>e</sup>	254.95±9.60 <sup>e</sup>	4.96±0.22 <sup>e</sup>
9/5	black	3834.42±2.12 <sup>f</sup>	245.36±6.87 <sup>e</sup>	11.85±0.16 <sup>a</sup>
9/19	black	3736.84±8.29 <sup>g</sup>	257.43±4.54 <sup>e</sup>	5.28±0.16 <sup>de</sup>

마. 수확시기별 아로니아 열매의 떫은 맛 조사

(1) 탄닌 함량 분석

성숙도가 다른 아로니아 열매의 탄닌 성분인 (+)-카테킨, 에피카테킨을 HPLC를 사용하여 분석한 결과 표 16과 같았다. (+)-카테킨은 809.65~4745.38 mg/kg, 에피카테킨은 1064.20~5845.05 mg/kg 함유되어 있었고 열매가 성숙될수록 감소되었다. 카테킨과 에피카테킨은 폴리페놀 화합물로 항산화활성에도 영향을 주며 열매가 성숙되어 과숙될수록 감소되어 떫은맛이 감소하지만 항산화활성의 감소에도 영향을 주는 것으로 생각하였다.

표 16 수확시기별 아로니아 열매의 탄닌 함량 분석

Day	Color of fruit	(+)-Catechin (mg/kg)	Epicatechin (mg/kg)
6/13	green	4745.38±46.89	5845.05±258.99
6/27	green	1318.92±19.65	3376.68±75.62
7/11	red	1242.49±74.39	2264.17±31.58
7/25	black	1216.43±125.08	2052.84±129.70
8/8	black	1167.85±306.26	1894.20±67.69
8/22	black	958.02±11.03	1638.48±113.66
9/5	black	1047.70±6.40	1269.68±255.52
9/19	black	809.65±223.83	1064.20±189.29

(2) 관능검사 결과

성숙도가 다른 아로니아 열매를 착즙하여 관능평가한 결과 표 17에 나타낸 바와 같이 색의 경우 6/13~6/27자의 시료는 아로니아 색인 자주색이 아닌 연한 녹색이 나타났으며, 이에 따라 향의 경우 풀냄새가 강한 것으로 확인되었다. 7/11 시료는 아로니아 색이 조금씩 나타났으며, 향도 풀냄새가 약해졌으며, 7/25 시료 이후에는 아로니아 색인 자주색이 진해지고, 향도 풀냄새보다 아로니아 특유의 향이 증가하였다.

맛의 경우 6/13~7/11까지의 시료는 단맛과 신맛이 약하고 떫은맛이 강하게 느껴졌으며, 7/25~8/22까지 단맛과 신맛이 증가하고 떫은맛은 감소하는 것으로 확인되었다. 그 이후 9/5~9/19의 시료는 단맛과 신맛이 다시 감소하고 떫은맛이 증가하는 것으로 나타났다. 전체적인 기호도는 8/22의 시료가 단맛과 신맛이 강하고 떫은맛이 약한 가장 선호하는 것으로 확인되었다.

표 17. 성숙도에 따른 아로니아 착즙액의 관능평가

Day	색	향	맛			전체적인 기호도
			단맛	떫은맛	신맛	
6/13	2.3±0.3	7.7±1.2	1.0±0.0	9.0±0.0	1.7±1.2	1.0±0.0
6/27	3.0±0.6	7.3±0.6	1.0±0.0	9.0±0.0	1.3±0.6	1.0±0.0
7/11	4.3±0.5	6.3±1.2	1.0±0.0	8.7±0.6	2.7±2.1	1.3±0.0
7/25	6.7±0.6	5.7±0.6	2.0±1.0	7.0±2.0	5.0±1.7	2.7±0.6
8/8	7.7±0.6	5.3±1.2	3.3±2.1	6.3±2.5	4.7±2.1	4.3±1.5
8/22	8.0±1.0	5.7±0.8	4.0±1.7	5.0±1.7	4.7±2.1	4.7±1.2
9/5	8.0±1.0	5.3±1.2	2.3±0.2	6.3±2.1	2.0±1.0	3.0±1.7
9/19	8.0±1.0	5.3±0.5	1.0±0.5	7.3±1.5	2.0±1.0	3.0±2.0

아로니아 열매는 7월 25일부터 크기가 최대로 증가하고 검은색으로 착색되며 당산도 등 이화학적 특성은 8월 8일 이후 일정수준으로 유지되었다. 항산화활성 및 페놀성화합물, 탄닌 함량은 성숙에 따라 점차 감소되며 7월 25일 이후 감소속도가 완만해졌다. 관능검사 결과 8월 22일 수확한 경우 떫은 맛은 가장 낮고 기호도가 가장 높았다. 따라서 아로니아 열매의 안전성, 기능성, 기호도 등을 고려했을 때 8월 22일경이 가장 적절한 수확시기라고 판단하였다.

## 2절 아로니아 발효액 품질 관리

### 1. 아로니아 발효액 특성조사 및 신규 균주 발굴

#### 가. 실험방법

##### (1) 아로니아 발효액의 제조

아로니아 발효액의 특성조사 및 신규 균주 발굴을 위해 아로니아 대비 설탕을 20%, 35%, 50% 비율로 혼합한 후 14주간 숙성하면서 시료를 채취하여 이화학적 특성(pH, 당도, 산도, 색도) 및 미생물학적 분석을 실시하였다.

##### (2) 아로니아 발효액의 이화학적 특성

아로니아 발효액의 pH, 당도, 산도, 색도는 1.가.(2)과 같은 방법으로 측정하였다. 알코올 측정기를 사용하여 알코올 함량을 측정하였다.

##### (3) 아로니아 발효액의 기능성 분석

아로니아 발효액의 총안토시아닌 및 총폴리페놀 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼소거능, 페놀 화합물 함량 분석은 1.가.(3)와 같은 방법으로 분석하였다.

##### (4) 아로니아 발효액의 발효균주 분석

아로니아 발효액은 발효기간별로 샘플을 채취하여 1 g을 취하여 생리식염수 (0.85% NaCl) 9 mL와 혼합한 후 시료를 단계적으로 희석한 다음 균수를 측정하였다. 유산균은 3M™ Petrifilm™ Lactic Acid Bacteria Count Plate(LAB)에 접종하여 37°C에서 48시간 배양하고 효모균은 3M Petrifilm Yeast and Mold Count Plates(YM)를 사용하여 25°C에서 48시간 배양하였다. 배양된 콜로니 수는 30-300개인 희석배수에서 계수한 후 시료 1 g당 CFU로 산출하였다.

##### (5) 아로니아 발효액의 탄닌 저감화 균주 선별 및 동정

아로니아 발효액에서 분리된 미생물에 대한 탄닌 저감화 균주를 선별하기 위해 1차 균주 선별로 esculin agar법을 응용하여  $\beta$ -glucosidase활성을 가지는 효모를 선별하였다. Esculin agar는 효모 균주는 YM 배지에 0.1% esculin과 0.05% ferric ammonium citrate를 첨가하여 분석하였고, 유산균은 MRS 배지에 0.1% esculin과 0.05% ferric ammonium citrate를 첨가하여 분석하였다. 두 배지에 순수 분리된 각각의 균주를 접종하여 black zone을 형성하는 균주를 선별하였다.

아로니아 발효액으로부터 분리된 효모 및 유산균에 대해 탄닌 저감화 후보 균주에 대해 효모 20균주 및 유산균 20균주에 대해 미생물 동정을 실시하였다. 미생물 동정은 16s ribosomal RNA 염기서열 분석으로 하였으며, 분석은 (주)솔젠트에 의뢰하였다. PCR 및 sequencer는 각각 ABI 9700 PCR (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)과 ABI 3730 XL DNA analyzer (Applied Biosystem)가 사용되었다. 분석된 미생물의 16s rRNA 염기서열은 National Center for Biotechnology Information(NCBI)의 Basic Local Alignment Search Tool을 이용하여 동정 결과 값을 나타내었다.

나. 아로니아 발효액의 이화학적 특성 : pH, 당도, 산도, 색도

(1) 아로니아 발효액의 이화학적 특성

아로니아 발효액의 이화학적 특성을 분석하기 위해 아로니아를 수확한 후 꼭지 및 줄기를 제거하여 아로니아와 설탕을 비율별(20, 35, 50%)로 혼합하여 14주간 발효시키면서 발효액의 품질을 분석하였다. 아로니아 발효액의 발효기간별 이화학적 특성으로 pH, 당도, 산도 및 색도를 분석하였다.

설탕 농도별 아로니아 발효액의 이화학적 특성을 분석한 결과 발효액을 제조한 0일 pH, 당도, 산도, 색도 L, a b 값은 각각 3.90~4.02, 33.43~60.97 °Bx, 0.29~0.97%, 22.41~25.95, 55.09~57.92, 38.60~43.95 였으며 발효기간이 지날수록 pH는 감소하고, 산도는 높아지는 경향을 나타내었으며, 당도는 점차 감소하였다. 발효액의 색도는 명도인 L 값은 발효 기간에 따라 증가하고 적색도와 황색도인 a 값과 b 값은 점차 감소하였다.

설탕 농도 20%로 제조된 발효액은 설탕 농도가 높은 발효액에 비해 pH 변화는 거의 없었으나 당도의 감소와 산도 증가 폭이 가장 컸고 2주부터 당도와 산도 변화가 급격히 증가하여 4주차에 산도 0.97%로 최고치에 도달하였으며 발효가 급격히 일어났음을 알 수 있었다. 설탕 농도 35%로 제조된 발효액은 4주차에 최고 산도에 도달하였고 당도의 감소는 산도 변화에 비해 서서히 일어났다. 설탕 농도 50%로 제조된 발효액은 당도와 산도의 변화가 매우 적었고 높은 당 농도로 인해 발효가 오히려 서서히 진행된 것으로 판단되었다.

표 18. 설탕 20%를 함유한 아로니아 발효액의 특성조사

발효 기간(주)	pH	당도 (°Bx)	산도 (%)	색도		
				L	a	b
0	3.90± 0.03	33.43± 0.49	0.41± 0.06	25.95± 0.45	57.92± 0.26	43.95± 0.50
1	3.77± 0.03	31.63± 0.78	0.43± 0.05	30.74± 1.23	61.08± 0.70	47.20± 0.34
2	3.83± 0.00	28.83± 0.61	0.70± 0.03	32.60± 0.57	61.37± 0.15	44.09± 0.94
3	3.84± 0.03	27.30± 0.92	0.74± 0.03	32.73± 0.67	60.75± 0.14	42.08± 1.22
4	3.78± 0.02	25.50± 1.04	0.97± 0.09	31.63± 0.73	59.59± 0.10	42.20± 0.74
6	3.83± 0.01	22.50± 0.95	0.74± 0.01	32.02± 0.72	57.77± 0.10	40.50± 0.72
8	3.86± 0.03	20.90± 0.66	0.73± 0.01	32.69± 1.12	54.79± 0.29	39.27± 0.65
10	3.92± 0.01	20.03± 0.65	0.71± 0.00	34.60± 0.87	53.36± 0.56	38.81± 0.69
12	3.89± 0.01	19.87± 0.50	0.72± 0.01	39.09± 1.20	46.30± 1.47	39.55± 0.51
14	3.86± 0.02	19.83± 0.55	0.72± 0.02	39.71± 1.37	49.89± 0.64	38.98± 0.71

표 19. 설탕 35%를 함유한 아로니아 발효액의 특성조사

발효 기간(주)	pH	당도 (°Bx)	산도 (%)	색도		
				L	a	b
0	3.97± 0.01	47.70± 0.26	0.40± 0.02	22.41± 0.30	55.09± 0.25	38.60± 0.52
1	3.78± 0.04	45.60± 1.14	0.42± 0.02	32.74± 1.06	62.10± 0.39	44.05± 1.74
2	3.74± 0.01	45.87± 0.25	0.58± 0.02	30.84± 1.06	60.72± 0.45	43.59± 0.79
3	3.75± 0.06	45.40± 0.26	0.60± 0.02	29.03± 0.63	59.33± 0.36	42.53± 0.23
4	3.70± 0.03	44.50± 0.30	0.76± 0.02	27.27± 0.35	58.03± 0.16	40.97± 0.09
6	3.70± 0.00	43.40± 0.56	0.63± 0.00	26.98± 0.79	57.06± 0.41	38.68± 0.23
8	3.71± 0.01	43.27± 0.32	0.64± 0.01	25.48± 0.78	54.70± 0.27	36.19± 0.54
10	3.75± 0.02	43.03± 0.21	0.65± 0.01	26.72± 0.34	54.44± 0.14	35.71± 0.72
12	3.70± 0.01	42.17± 0.45	0.70± 0.01	31.50± 1.07	50.52± 0.52	34.91± 0.45
14	3.70± 0.03	41.97± 0.45	0.69± 0.01	30.64± 1.64	53.60± 0.66	34.16± 0.32

표 20. 설탕 50%를 함유한 아로니아 발효액의 특성조사

발효 기간(주)	pH	당도 (°Bx)	산도 (%)	색도		
				L	a	b
0	4.02± 0.04	60.97± 0.51	0.29± 0.02	25.92± 0.25	57.87± 0.66	41.72± 0.41
1	3.95± 0.01	57.37± 3.25	0.30± 0.02	36.56± 0.69	62.32± 0.20	31.47± 1.06
2	3.91± 0.01	60.10± 0.53	0.32± 0.02	35.96± 1.40	62.08± 0.42	32.22± 1.69
3	3.98± 0.01	60.33± 0.35	0.36± 0.01	33.46± 4.73	60.19± 0.21	33.70± 5.17
4	3.78± 0.01	60.10± 0.40	0.48± 0.05	34.35± 1.68	60.57± 0.31	32.53± 2.14
6	3.77± 0.01	60.03± 0.31	0.39± 0.02	30.73± 0.72	58.15± 0.33	32.59± 0.97
8	3.78± 0.40	59.33± 0.31	0.43± 0.01	26.12± 2.10	54.89± 0.83	33.47± 1.12
10	3.83± 0.02	58.57± 0.32	0.40± 0.01	27.66± 0.61	54.22± 0.02	31.12± 0.83
12	3.85± 0.01	58.00± 0.30	0.42± 0.01	34.45± 0.37	55.72± 0.19	28.47± 0.60
14	3.87± 0.01	57.80± 0.26	0.39± 0.01	33.75± 1.99	52.67± 0.54	27.42± 1.46

다. 아로니아 발효액의 기능성 분석

(1) 유리당 및 유기산 함량

아로니아 발효액의 발효기간에 따른 유리당 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 21에 나타난 바와 같이 자당, 포도당, 과당 및 솔비톨이 검출되었다. 아로니아 열매에서는 포도당, 과당, 솔비톨이 검출되었으나 발효액 제조시 설탕의 첨가량에 따라 자당이 다량 검출되었고 발효가 진행됨에 따라 자당과 포도당의 함량이 크게 감소하여 발효원으로 사용되었다고 생각하였다.

20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 자당은 발효 초기 15,733.99 mg/kg에서 12주차에는 3,096.72 mg/kg로 감소되었으며, 포도당은 발효 초기 352,296.60 mg/kg에서 12주차에는 86,637.71 mg/kg으로 감소되었고, 과당은 발효 초기 322,049.18±9,048.14 mg/kg에서 12주차에는 226,588.50±2,295.02 mg/kg으로 확인되었다. 자당, 포도당이 발효기간이 지날수록 감소하여 2종류의 당이 주 발효원으로 사용되었음을 알 수 있었다. 솔비톨은 발효초기 124,197.22±1,879.63 mg/kg에서 발효 8주차에는 224,995.71±4,892.63 mg/kg으로 증가하다 발효 12주차에는 197,683.38±13,910.99 mg/kg으로 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

35% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 자당은 발효 초기 95,269.45±29,357.82 mg/kg에서 발효 4주차에는 3,327.67±17.69 mg/kg으로 약 30배가 감소하였으며 그 이후 발효기간에서는 비슷한 수준의 자당이 확인되었다. 포도당은 발효 초기 414,010.68±21,703.62 mg/kg에서 발효 12주차에는 370,654.56±8,103.77 mg/kg으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 과당의 경우 발효 초기 382,627.75±22,408.47 mg/kg에서 발효 12주차에는 387,953.82±8,318.36 mg/kg으로 비슷한 수준으로 확인되었다. 솔비톨은 발효 초기 73,299.53±1,708.46 mg/kg에서 발효 12주차에는 85,260.03±6,2125.12 mg/kg으로 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 35% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 자당이 주 발효원으로 사용되었다고 생각하였다.

50% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 자당은 발효 초기 254,396.72±6,458.78 mg/kg에서 발효 4주차에 4,372.22±630.77 mg/kg으로 약 60배 정도 감소한 것으로 확인되었으며 그 이후 발효기간에서는 비슷한 수준으로 확인되었다. 포도당은 발효 초기 341,372.05±1,637.10 mg/kg에서 발효 12주차에는 466,446.45±5,395.95 mg/kg으로 다소 증가한 것으로 확인되었으며, 과당과 솔비톨은 발효초기 각각 310,781.79±15,728.08 mg/kg, 50,026.49±3,909.34 mg/kg에서 발효 12주차에는 각각 355,030.90±3,444.90 mg/kg 및 52,011.96±117.18 mg/kg으로 발효가 진행됨에 따라 다소 증가하는 것으로 확인되었다. 따라서 50% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 자당만이 발효원으로 사용되었으며 나머지 당류는 발효에 사용되지 않는 것을 확인하였다.

설탕 함량에 따른 아로니아 발효액의 유리당 성분을 비교 분석한 결과 20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액이 발효가 잘 진행되어 다른 설탕함량의 아로니아 발효액 보다 유리당 성분들이 발효가 진행될수록 분해가 되어 감소하는 것으로 확인되었다.

표 21. 아로니아 발효액의 발효기간별 유리당 분석

설탕 합량 (%)	발효 기간(주)	Sucrose (mg/kg)	Glucose (mg/kg)	Fructose (mg/kg)	Sorbitol (mg/kg)
20	0	15,733.99± 6,248.97	352,296.60± 9,531.36	322,049.18± 9,048.14	124,197.22± 1,879.63
	4	3,240.76± 290.58	236,262.13± 3,234.81	332,513.58± 4,242.95	178,463.48± 189.53
	8	3,682.00± 339.07	118,643.39± 3,984.38	275,556.74± 11,132.09	224,995.71± 4,892.63
	12	3,096.72± 59.17	86,637.71± 1,816.84	226,588.50± 2,295.02	197,683.38± 13,910.99
35	0	95,269.45± 29,357.82	414,010.68± 21,703.62	382,627.75± 22,408.47	73,299.53± 1,708.46
	4	3,327.67± 17.69	397,803.25± 6,307.06	393,741.53± 7,175.52	85,344.63± 5,453.53
	8	4,489.74± 160.36	386,665.96± 10,691.26	400,271.35± 10,842.93	84,887.80± 7,293.67
	12	5,156.88± 226.87	370,654.56± 8,103.77	387,953.82± 8,318.36	85,260.03± 6,2125.12
50	0	254,396.72± 6,458.78	341,372.05± 1,637.10	310,781.79± 15,728.08	50,026.49± 3,909.34
	4	4,372.22± 630.77	454,182.68± 13,779.74	421,145.98± 13,189.71	53,595.76± 1,534.55
	8	5,971.13± 374.95	481,618.83± 5,760.43	395,121.78± 1,756.36	49,452.87± 2,601.24
	12	5,325.65± 77.60	466,446.45± 5,395.95	355,030.91± 3,444.90	52,011.96± 117.18

아로니아 발효액의 발효기간에 따른 유기산 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 22에 나타낸 바와 같이 Lactic acid, Acetic acid, Citric acid, Malic acid, Shikimic acid, Fumaric acid가 검출되었다. 아로니아 열매에서는 Citric acid, Malic acid, Shikimic acid가 검출되었으며 Lactic acid, Acetic acid는 발효에 의해 생성되었음을 알 수 있었다.

20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 lactic acid 및 acetic acid는 발효 초기 모두 0.00 mg/kg으로 확인되었으나 lactic acid는 8주차에  $4,124.55 \pm 106.25$  mg/kg, acetic acid는 12주차에  $1,570.64 \pm 30.58$  mg/kg으로 가장 높은 함량을 나타내었다. Citric acid의 경우 발효 초기  $1,345.31 \pm 394.06$  mg/kg에서 12주차에  $2,605.08 \pm 56.87$  mg/kg으로 증가하였으며, malic acid는 발효 초기  $32,185.67 \pm 97.34$  mg/kg에서 12주차에  $23,181.57 \pm 383.53$  mg/kg으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. Shikimic acid는 발효 초기  $641.22 \pm 10.74$  mg/kg에서 12주차에는  $551.83 \pm 2.11$  mg/kg으로 다소 감소하였으며, fumaric acid는 발효 초기  $50.54 \pm 0.20$  mg/kg에서 12주차에는  $65.00 \pm 3.38$  mg/kg으로 증가하였다.

35% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 lactic acid 및 acetic acid는 발효 초기 모두 0.00 mg/kg으로 확인되었으나 lactic acid는 8주차에  $608.30 \pm 20.33$  mg/kg, acetic acid는 12주차에  $1,489.94 \pm 93.24$  mg/kg으로 가장 높은 함량을 나타내었다. Citric acid의 경우 발효 초기  $519.78 \pm 21.93$  mg/kg에서 12주차에  $823.85 \pm 4.91$  mg/kg으로 증가하였으며, malic acid는 발효 초기  $26,470.75 \pm 1,007.36$  mg/kg에서 12주차에  $26,227.13 \pm 365.45$  mg/kg으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. Shikimic acid는 발효 초기  $298.91 \pm 2.94$  mg/kg에서 12주차에는  $194.88 \pm 1.13$  mg/kg으로 다소 감소하였으며, fumaric acid는 발효 초기  $19.16 \pm 0.79$  mg/kg에서 12주차에는  $27.51 \pm 2.22$  mg/kg으로 증가하였다.

50% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 두 시료와는 달리 lactic acid 및 acetic acid가 발효 초기 및 발효가 진행되어도 검출되지 않았다. Citric acid의 경우 발효 초기  $320.40 \pm 4.38$  mg/kg에서 12주차에  $534.39 \pm 55.95$  mg/kg으로 증가하였으며, malic acid는 발효 초기  $20,420.69 \pm 1,092.06$  mg/kg에서 12주차에  $21,748.70 \pm 281.54$  mg/kg으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. Shikimic acid는 발효 초기  $191.25 \pm 1.02$  mg/kg에서 12주차에는  $138.73 \pm 6.10$  mg/kg으로 다소 감소하였으며, fumaric acid는 발효 초기  $11.66 \pm 0.07$  mg/kg에서 12주차에는  $26.84 \pm 1.59$  mg/kg으로 증가하였다.

각 설탕 농도별 아로니아 발효액의 유기산 함량을 분석한 결과 20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액이 유기산의 함량이 가장 높은 것으로 확인되었다. 특히 Lactic acid 함량이 가장 높은 것으로 이는 균주 분석 결과와 동일하게 유산균의 균수가 가장 높은 것으로 확인되었다. 따라서 20% 농도의 설탕이 함유된 아로니아 발효액이 발효가 가장 잘 된 것으로 사료된다.



표 22. 아로니아 발효액의 발효기간별 유기산 분석

설탕 함량 (%)	발효 기간 (주)	Lactic acid (mg/kg)	Acetic acid (mg/kg)	Citric acid (mg/kg)	Malic acid (mg/kg)	Shikimic acid (mg/kg)	Fumaric acid (mg/kg)
20	0	0.00±0.00	0.00±0.00	1,345.31± 394.06	32,185.67± 97.34	641.22± 10.74	50.54± 0.20
	4	2,582.43± 86.35	1,007.20± 41.93	2,509.41± 50.32	30,713.47± 39.55	433.92± 6.74	48.75± 1.78
	8	4,124.55± 106.25	746.65± 88.42	3,205.97± 126.68	29,679.22± 675.79	617.06± 8.70	73.46± 5.67
	12	4,025.44± 81.76	1,570.64± 30.58	2,605.08± 56.87	23,181.57± 383.53	551.83± 2.11	65.00± 3.38
35	0	0.00±0.00	0.00±0.00	519.78± 21.93	26,470.75± 1,007.36	298.91± 2.94	19.16± 0.79
	4	550.39± 7.65	538.57± 26.07	945.49± 0.37	27,347.67± 516.05	186.53± 0.08	27.21± 1.43
	8	608.30± 20.33	732.75± 14.04	800.81± 10.26	27,053.75± 347.96	197.85± 0.21	29.65± 1.52
	12	484.32± 56.62	1,489.94± 93.24	823.85± 4.91	26,227.13± 365.45	194.88± 1.13	27.51± 2.22
50	0	0.00±0.00	0.00±0.00	320.40± 4.38	20,420.69± 1,092.06	191.25± 1.02	11.66± 0.07
	4	0.00±0.00	0.00±0.00	539.00± 7.30	25282.59± 182.12	128.22± 4.61	19.49± 1.04
	8	0.00±0.00	0.00±0.00	690.43± 60.43	23845.74± 223.55	125.36± 1.00	24.41± 0.57
	12	0.00±0.00	0.00±0.00	534.39± 55.95	21748.70± 281.54	138.73± 6.10	26.84± 1.59

(2) 총 안토시아닌 및 총 폴리페놀 함량

아로니아 발효액의 발효 기간별 기능성 분석을 위해 총 안토시아닌 및 총 폴리페놀 함량을 분석하였다. 아로니아 발효액의 발효 기간별로 샘플을 채취하여 동결건조한 후 시료로 사용하였다. 표 23에 나타난 바와 같이 총 안토시아닌 함량은 20% 설탕이 함유된 발효액의 경우 43.25~113.42 mg/g의 범위로 확인되었으며, 35% 설탕이 함유된 발효액의 경우 35.33~43.36 mg/g으로 나타내었고, 50% 설탕이 함유된 발효액의 경우 20.92~37.97 mg/g의 범위로 확인되었다. 농도별(20, 35, 50%) 아로니아 발효액 모두 발효 8주차에 각각 113.42±42 mg/g, 43.36±1.28 mg/g, 37.97±1.96 mg/g으로 가장 높은 총 안토시아닌 함량을 나타내었다.

설탕 농도별 아로니아 발효액의 총 폴리페놀 함량의 경우 20% 설탕이 함유된 발효액은 185.36~266.46 mg/g, 35% 설탕이 함유된 발효액은 157.45~182.44 mg/g, 50% 설탕이 함유된 발효액은 88.57~160.60 mg/g의 범위로 확인되었다. 농도별(20, 35, 50%) 아로니아 발효액 모두 발효 8주차에 각각 266.46±5.17 mg/g, 182.44±3.25 mg/g, 160.60±3.25 mg/g으로 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었고 총 안토시아닌 함량에서와 같이 8주 이후 감소하였다.

표 23. 아로니아의 발효액의 총안토시아닌 및 총폴리페놀 함량

설탕 함량 (%)	발효 기간(주)	Total anthocyanin contents (CYE <sup>2)</sup> mg/g)	Total polyphenol contents (TAE <sup>1)</sup> mg/g)
20	0	47.91±3.25	202.58±5.06
	4	43.25±2.85	218.27±4.36
	8	113.42±2.36	266.46±5.17
	12	51.35±3.15	185.36±2.95
35	0	37.23±3.25	157.45±5.33
	4	42.24±4.63	178.62±6.12
	8	43.36±1.28	182.44±3.25
	12	35.33±1.39	179.05±2.88
50	0	20.92±2.22	88.57±2.96
	4	25.66±3.15	106.55±3.48
	8	37.97±1.96	160.60±3.25
	12	28.80±1.85	121.85±1.96

<sup>1)</sup>Total polyphenol contents was expressed as mg tannic acid (TAE) per 100 g.

<sup>2)</sup>Total anthocyanin contents was expressed as mg cyanidin (CYE) per 100 gram.

### (3) 항산화 활성 분석

설탕 함량이 다른 아로니아 발효액의 항산화 활성을 분석하기 위해 발효액을 동결건조 한 후 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 분석하였다(표 24). 20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 DPPH 라디칼 소거능은 36.45~59.63%, 35% 설탕이 함유된 발효액은 35.03~44.39%, 50% 설탕이 함유된 발효액은 29.32~45.37%의 범위로 확인되었다. 설탕 농도별 아로니아 발효액 모두 발효 초기에는 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하다 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 농도별(20, 35, 50%) 아로니아 발효액의 항산화활성은 모두 발효 8주차에 각각 59.63%, 44.39%, 45.37%로 가장 높았고 설탕 함량이 20%인 경우 아로니아 함량이 높아 항산화활성이 가장 높은 값을 나타냈다.

또한 설탕 함량이 다른 아로니아 발효액의 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과 20% 발효액은 8.19~26.89%, 35% 발효액은 1.83~7.82%, 50% 발효액은 1.47~9.17%로 확인되었다. 설탕 농도별 아로니아 발효액 모두 DPPH 라디칼 소거능의 경향과 같이 발효 진행에 따라 항산화 활성이 점차 증가하다가 감소하였으며 8주까지 발효시킨 경우 가장 항산화 활성이 높게 측정되었다.

표 24. 아로니아 발효액의 항산화 활성

설탕 함량 (%)	발효 기간(주)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
20	0	36.45±1.64	8.19±0.52
	4	56.60±2.65	13.81±0.86
	8	59.63±1.89	26.89±1.04
	12	44.56±1.76	18.70±0.86
35	0	35.03±2.90	1.83±0.67
	4	40.11±0.76	6.60±0.35
	8	44.39±0.25	7.82±0.38
	12	42.87±1.89	6.60±0.35
50	0	29.32±0.88	1.47±0.69
	4	38.15±1.30	6.36±0.35
	8	45.37±0.63	9.17±0.17
	12	42.51±0.63	8.19±0.86

※아로니아 발효액 동결건조 분말 1,000 µg/mL

### (4) 페놀화합물 분석

아로니아 발효액의 발효기간에 따른 페놀성 화합물의 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 25에 나타낸 바와 같이 Chlorogenic acid, Caffeic acid, Rutin 및 Quercetin이 검출되었고, 발효가 진행됨에 따라 Chlorogenic acid와 Rutin은 감소하고 Caffeic acid와 Quercetin은 증가하였다.

20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 chlorogenic acid는 발효 초기 1,127.04±14.45 mg/kg에서 12주차에는 150.42±2.55 mg/kg으로 감소하였으며, caffeic acid는 발효 초기 13.62±0.47 mg/kg에서 12주차에는 540.30±45.49 mg/kg으로 증가하였다. Rutin의 경우 발효 초기 71.77±3.08 mg/kg에서 발효가 진행되면서 불검출 되었으며, quercetin은 발효 초기 10.80±0.42 mg/kg에서 12주차에는 247.37±53.00 mg/kg으로 증가하였다.

35% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 chlorogenic acid은 발효 초기 613.24±13.18 mg/kg에서 12주차에는 138.08±0.92 mg/kg으로 감소하였으며, caffeic acid는 발효 초기 7.32±1.07 mg/kg에서 12주차에는 231.36±0.47 mg/kg으로 증가하였다. Rutin의 경우 발효 초기 39.92±0.41 mg/kg에서 발효가 진행되면서 불검출 되었으며, quercetin은 발효 초기 4.88±0.49 mg/kg에서 12주차에는 94.64±4.31 mg/kg으로 증가하였다.

50% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 chlorogenic acid은 발효 초기 355.79±5.90 mg/kg에서 12주차에는 247.37±1.25 mg/kg으로 감소하였으며, caffeic acid는 발효 초기 3.91±1.95 mg/kg에서 12주차에는 93.07±8.69 mg/kg으로 증가하였다. Rutin의 경우 발효 초기 27.75±1.17 mg/kg에서 12주차에는 24.09±0.78 mg/kg으로 비슷한 수준으로 확인되었으며, quercetin은 발효 초기 4.44±2.80 mg/kg에서 12주차에는 49.29±5.81 mg/kg으로 증가하였다.

각 설탕 농도별 아로니아 발효액의 페놀성 화합물 함량을 분석한 결과 20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액이 페놀성 화합물의 함량이 가장 높은 것을 확인하였고 아로니아의 함량이 높기 때문에 열매 자체에 함유된 함량이 높아서 발효액의 페놀성 화합물도 높게 유지되는 것이라고 생각하였다.

표 25. 아로니아 발효액의 발효기간별 페놀성 화합물 분석

설탕 함량 (%)	발효 기간(주)	Chlorogenic acid (mg/kg)	Caffeic acid (mg/kg)	Rutin (mg/kg)	Quercetin (mg/kg)
20	0	1,127.04±14.45	13.62±0.47	71.77±3.08	10.80±0.42
	4	537.89±26.83	279.88±13.76	0.00±0.00	192.83±13.42
	8	288.85±3.03	482.47±15.78	0.00±0.00	231.20±47.27
	12	150.42±2.55	540.30±45.49	0.00±0.00	247.37±53.00
35	0	613.24±13.18	7.32±1.07	39.92±0.41	4.88±0.49
	4	381.47±40.42	104.68±1.82	0.00±0.00	62.07±22.57
	8	238.91±1.92	180.11±10.12	0.00±0.00	87.14±10.22
	12	138.08±0.92	231.36±0.47	0.00±0.00	94.64±4.31
50	0	355.79±5.90	3.91±1.95	27.75±1.17	4.44±2.80
	4	339.84±17.13	36.45±5.18	30.00±5.24	26.04±13.48
	8	190.34±1.07	43.89±0.68	12.46±0.09	20.71±0.33
	12	247.37±1.25	93.07±8.69	24.09±0.78	49.29±5.81

## 라. 아로니아 발효액의 미생물학적 특성 분석

### (1) 아로니아 발효액의 발효기간별 미생물 분석

발효기간에 따른 아로니아 발효액의 미생물학적 특성으로 일반세균, 효모 및 유산균을 분석하였다.

농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 일반세균을 분석한 결과 설탕 20%가 함유된 아로니아 발효액이  $5.61 \pm 0.16$  Log CFU/g으로 가장 높은 일반세균수를 나타내었으며, 설탕 50% 함유 아로니아 발효액이 가장 낮은 일반세균수를 나타내었다. 설탕 함유 20%, 35% 및 50% 농도의 아로니아 발효액 모두 발효 3주에 각각  $5.61 \pm 0.16$  Log CFU/g,  $4.84 \pm 0.24$  Log CFU/g 및  $4.59 \pm 0.35$  Log CFU/g으로 가장 많은 수의 일반세균이 확인되었다. 농도별 아로니아 발효액 모두 21일까지 균수가 증가하다가 이후 감소하는 경향으로 확인되었다.

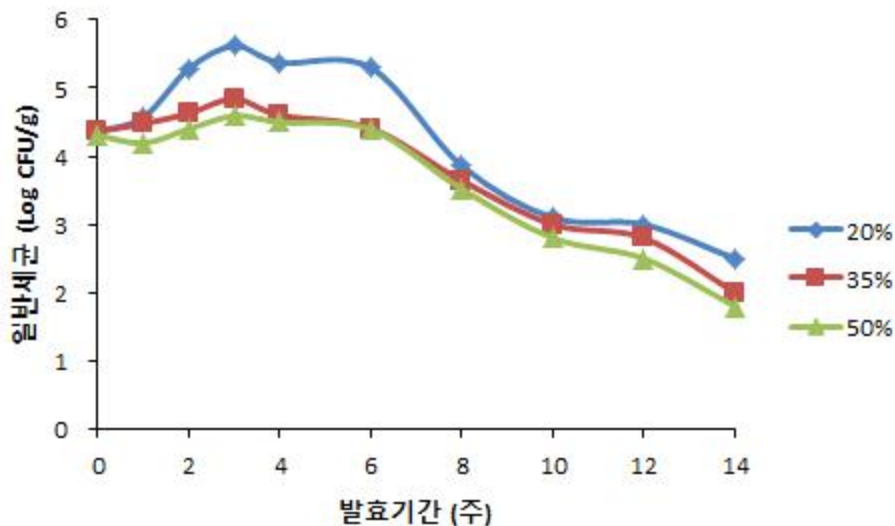


그림 3. 농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 일반세균 균수 분석

농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 유산균을 분석한 결과 설탕 20%가 함유된 아로니아 발효액이  $5.40 \pm 0.28$  Log CFU/g으로 가장 높은 유산균수를 나타내었으며, 설탕 50% 함유 아로니아 발효액이 가장 낮은 유산균 수를 나타내었다. 설탕 함유 20%, 35% 및 50% 농도의 아로니아 발효액 모두 발효 2주에 각각  $5.40 \pm 0.28$  Log CFU/g,  $4.17 \pm 0.14$  Log CFU/g 및  $2.50 \pm 0.16$  Log CFU/g으로 가장 높은 수의 유산균이 확인되었다. 농도별 아로니아 발효액 모두 2주까지 유산균수가 증가하다가 이후 감소하는 경향으로 확인되었다. 또한 설탕 함유량에 따라 유산균의 균수가 차이가 나타났으며, 50%의 경우 20%보다 2배 적은 유산균이 확인되었다.

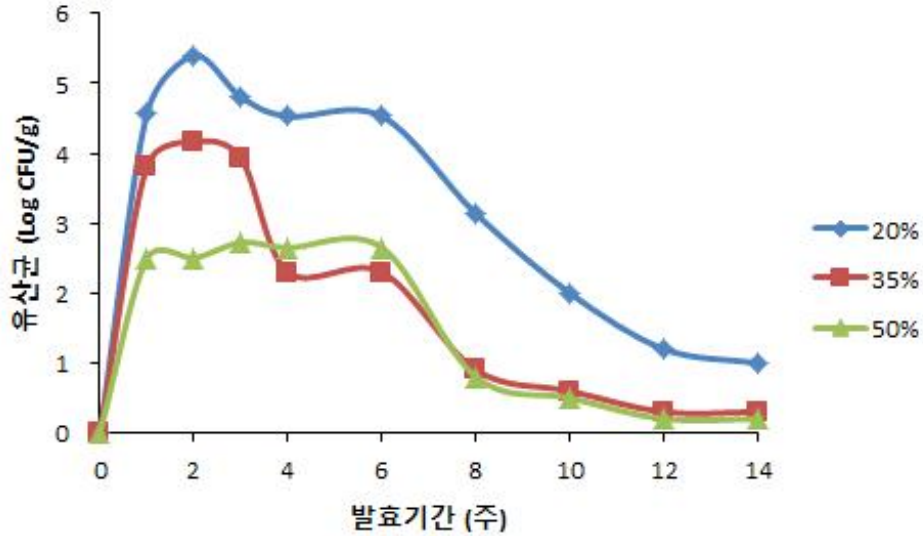


그림 4. 농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 유산균 균수 분석

농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 효모 균수를 분석한 결과 설탕 20%가 함유된 아로니아 발효액이  $6.88 \pm 0.17$  Log CFU/g으로 가장 높은 균수를 나타내었으며, 설탕 50% 함유 아로니아 발효액이 가장 낮은 균수를 나타내었다. 설탕 함유 20%, 35% 및 50% 농도의 아로니아 발효액 모두 발효 2주에 각각  $6.88 \pm 0.17$  Log CFU/g,  $6.26 \pm 0.15$  Log CFU/g 및  $6.00 \pm 0.12$  Log CFU/g으로 가장 높은 수의 효모가 확인되었다. 농도별 아로니아 발효액 모두 2주까지 균수가 증가하다가 이후 감소하는 경향으로 확인되었다.

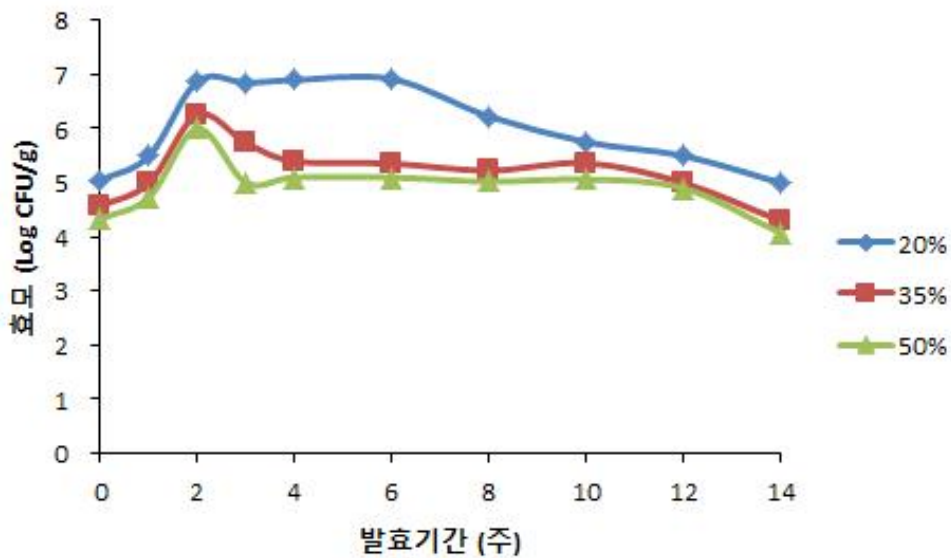


그림 5. 농도별 아로니아 발효액의 발효기간별 효모 균수 분석

## (2) 아로니아 발효액 분리균주의 탄닌 저감화 균주 1차 선별 및 동정

각 농도별 아로니아 발효액에서 탄닌 저감화 미생물을 분리하기 위해 아로니아 발효액의 시료는 산도가 가장 높고 유산균 및 효모의 균수가 가장 높은 설탕 20% 농도의 아로니아 발효액을 선정하였다. 아로니아 발효액에서 분리된 미생물에 대한 탄닌 저감화 균주를 선별하기 위해 1차 균주 선별로 esculin agar법을 응용하여  $\beta$ -glucosidase활성을 가지는 효모를 선별하였다. 각 배지에 순수 분리된 균주를 접종하여 black zone을 형성하는 균주를 선별하였다. 효모의 경우 총 83 균주 모두 black zone으로 확인되었으며, 유산균의 경우 총 96 균주 중 80 균주가 black zone으로 확인되었다.

아로니아 발효액으로부터 분리된 효모 및 유산균에 대해 탄닌 저감화 후보 균주에 대해 효모 20균주 및 유산균 20균주에 대해 미생물 동정을 실시하였다. 미생물 동정은 16s ribosomal RNA 염기서열 분석으로 하였으며, 분석은 ㈜솔젠트에 의뢰하였다. PCR 및 sequencer는 각각 ABI 9700 PCR (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)과 ABI 3730 XL DNA analyzer (Applied Biosystem)가 사용되었다. 분석된 미생물의 16s rRNA 염기서열은 National Center for Biotechnology Information(NCBI)의 Basic Local Alignment Search Tool을 이용하여 동정 결과 값을 나타내었다.

16s rRNA 염기서열 분석결과 분리된 유산균 20균주 모두 동정결과 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되었다. 분리된 효모의 동정결과 20균주 중 6균주는 *Saccharomyces cerevisiae*, 2균주는 *Hanseniaspora uvarum*, 11균주는 *Wickerhamomyces anomalus*, 1균주는 *Lachancea fermentati*으로 확인되었다.

위에서 분리 및 동정된 결과를 토대로 유산균 5균주, 효모 5균주를 선정하여 아로니아 추출물의 탄닌 성분 저감화를 분석하였다.

표 26. 유산균 분리균주 동정결과

유산균 분리균주	분리균주 동정결과		
AL201401	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	16S ribosomal RNA, partial sequence
AL201402	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	17S ribosomal RNA, partial sequence
AL201403	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	18S ribosomal RNA, partial sequence
AL201404	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	19S ribosomal RNA, partial sequence
AL201405	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	20S ribosomal RNA, partial sequence
AL201406	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	21S ribosomal RNA, partial sequence
AL201413	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	22S ribosomal RNA, partial sequence
AL201414	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	23S ribosomal RNA, partial sequence
AL201415	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	24S ribosomal RNA, partial sequence
AL201417	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	25S ribosomal RNA, partial sequence
AL201418	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	26S ribosomal RNA, partial sequence
AL201419	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	27S ribosomal RNA, partial sequence
AL202104	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	28S ribosomal RNA, partial sequence
AL202105	Lactobacillus plantarum strain	CIP 103151	16S ribosomal RNA, partial sequence
AL202106	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	28S ribosomal RNA, partial sequence
AL202107	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	29S ribosomal RNA, partial sequence
AL202108	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	30S ribosomal RNA, partial sequence
AL202109	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	31S ribosomal RNA, partial sequence
AL202110	Lactobacillus plantarum strain	CIP 103151	16S ribosomal RNA, partial sequence
AL202112	Lactobacillus plantarum strain	JCM 1149	31S ribosomal RNA, partial sequence



표 27. 효모 분리균주 동정결과

효모 분리균주	분리균주 동정결과
AY201401	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 08 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201402	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 09 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201403	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 10 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201404	<i>Hanseniaspora uvarum</i> strain EB2016-114 internal transcribed spacer 1,
AY201405	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 10 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201406	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 10 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201407	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain YBA 10 small subunit ribosomal RNA gene,
AY201408	<i>Lachancea fermentati</i> isolate E20626_ITS small subunit ribosomal RNA gene
AY201409	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene
AY201410	<i>Hanseniaspora uvarum</i> isolate GF1 10-5I11 small subunit ribosomal RNA gene
AY202101	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain P42B001 small subunit ribosomal RNA gene
AY202102	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene,
AY202103	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> 18S rRNA gene (partial)
AY202104	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene
AY202105	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain CBS 5759 18S small subunit ribosomal RNA gene
AY202106	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene
AY202107	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene
AY202108	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain KN-Y5-2 18S ribosomal RNA gene
AY202109	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain P42B001 small subunit ribosomal RNA gene
AY202110	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain CBS 5759 18S small subunit ribosomal RNA gene

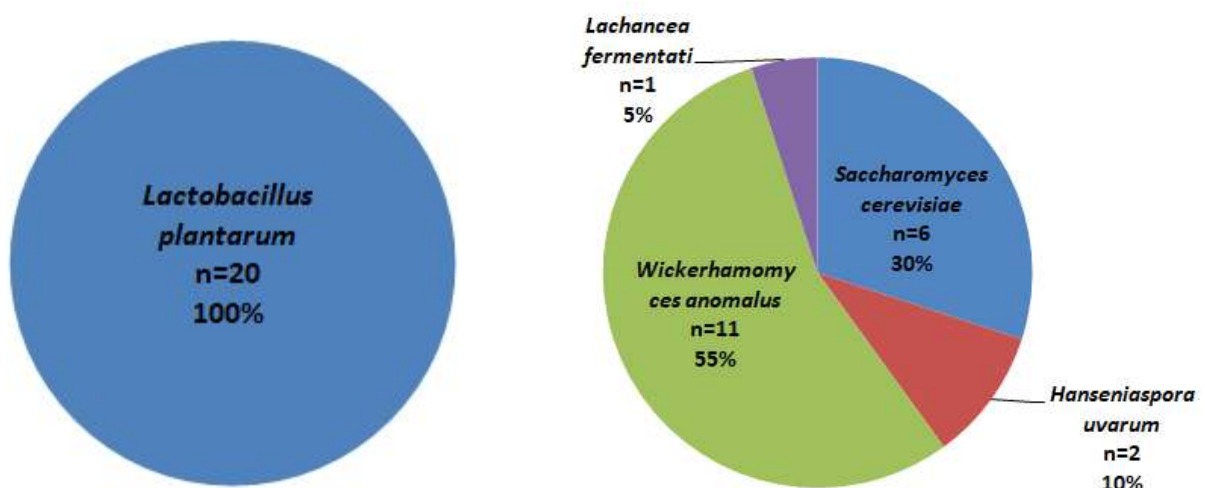


그림 6. 아로니아 발효액에서 분리한 미생물의 분포도

### (3) 분리된 미생물을 이용한 아로니아 추출물의 탄닌 성분 저감화 분석

아로니아 발효액에서 분리된 미생물의 동정결과를 토대로 유산균 5종 및 효모 5종을 선별하여 아로니아 추출물의 탄닌 성분 저감화를 분석하였다.

선정된 유산균 및 효모 각 5종에 대해 탄닌 성분 저감화 효능을 HPLC를 이용하여 분석하였다. 유산균은 MRS 배지, 효모는 YM 배지를 이용하여 각 배지에 아로니아 착즙액 5%, 유산균 및 효모 배양액 3%를 접종하여 30℃에서 135 rpm으로 3일간 배양하여 탄닌(카테킨) 성분을 분석하였다.

탄닌 저감화 균주를 선별하기 위해 유산균 분리균주의 탄닌 중 카테킨 함량을 분석한 결과 그림 7에 나타낸 바와 같이 분리된 균주 5종 모두 control보다 낮은 함량을 나타내었다. control은 MRS 배지에 아로니아 착즙액 5%를 첨가한 균으로 균주는 접종하지 않은 그룹이었다. control의 경우 카테킨의 함량이 88.63 ppm으로 확인되었으며, AL201401은 12.73 ppm, AL201405는 13.17 ppm, AL202105은 11.08 ppm, AL202108은 5.68 ppm, AL202112은 12.34 ppm으로 확인되었다.

따라서 유산균 분리균주 중 가장 낮은 카테킨 함량을 나타낸 AL202108 균주가 탄닌 중 카테킨 저감화 균주로 선별되었다. AL202108 균주의 동정 결과 *Lactobacillus plantarum* 균주로 확인되었다.

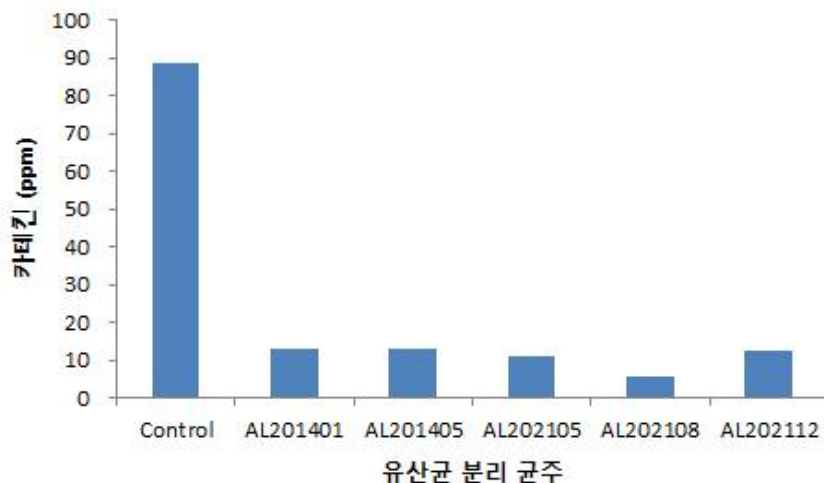


그림 7. 유산균 분리균주의 카테킨 함량 분석

탄닌 저감화 균주를 선별하기 위해 효모 분리균주의 탄닌 중 카테킨 함량을 분석한 결과 그림 8에 나타낸 바와 같이 분리된 균주 5종 모두 control보다 낮은 함량을 나타내었다. control은 YM 배지에 아로니아 착즙액 5%를 첨가한 균으로 균주는 접종하지 않은 그룹이다. control의 경우 카테킨의 함량이 89.43 ppm으로 확인되었으며, AY201401은 11.20 ppm, AY201404는 14.77 ppm, AY201409은 10.41 ppm, AY202101은 10.00 ppm, AY202106은 17.44 ppm으로 확인되었다.

따라서 효모 분리균주 중 가장 낮은 카테킨 함량을 나타낸 AY202101 균주가 탄닌 중 카테킨 저감화 균주로 선별되었다. AY202101 균주의 동정 결과 *Wickerhamomyces anomalous* 균주로 확인되었다.

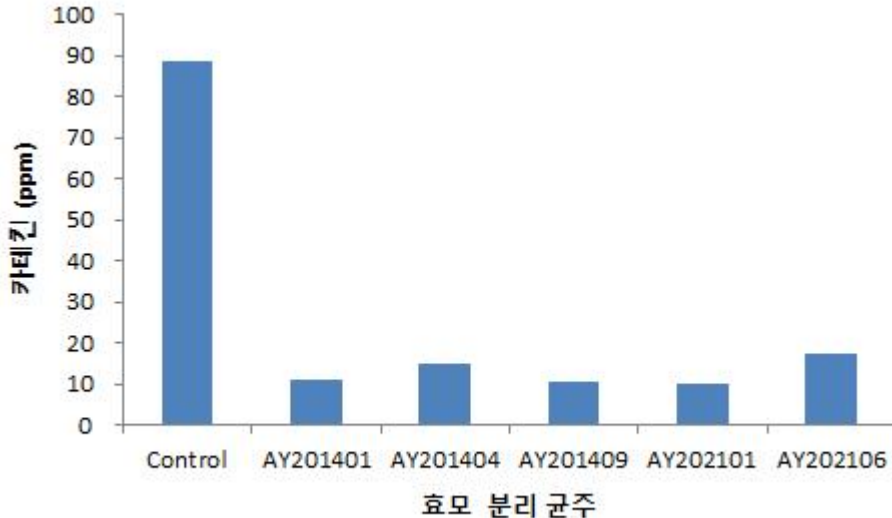


그림 8. 효모 분리균주의 카테킨 함량 분석

아로니아 발효액을 다른 설탕농도(20, 35, 50%)로 제조하여 특성조사를 실시한 결과 발효 기간에 따라 당도는 감소하고 산도는 증가하였으며 명도가 높아졌다. 설탕이 20% 함유된 경우 발효가 빨리 진행되어 유기산 함량이 높았고 총안토시아닌, 총 폴리페놀 함량, 페놀성 화합물, 유산균 함량이 높았다. 특히 모든 설탕농도에서 8주동안 발효한 경우 총 폴리페놀 함량과 항산화활성이 최고치에 도달했으며 아로니아는 8주이상 발효를 시키는 것이 안전성과 기능성 측면에서 바람직하다고 생각하였다. 아로니아 발효액으로부터 유산균과 효모를 분리한 후 아로니아의 떫은 맛 성분인 탄닌을 분해하는 균주를 선별하여 동정하였고 그 중 유산균 5균주, 효모 5균주에서 모두 탄닌 저감화 기능을 확인하였고, 탄닌 저감화 기능이 가장 우수한 균주는 유산균은 *Lactobacillus plantarum* 균주, 효모는 *Wickerhamomyces anomalous* 균주로 확인하였다.

## 2. 아로니아 발효액의 떫은맛

### 가. 실험방법

#### (1) 아로니아 발효액의 탄닌 함량 분석 및 관능검사

아로니아 발효액의 탄닌 함량 분석과 관능검사는 그림 9와 같은 관능평가지를 사용하여 1.가.(5)와 같은 방법으로 실시하였다.

### 나. 아로니아 발효액의 떫은 맛 조사

#### (1) 탄닌 함량 분석

설탕 농도별 아로니아 발효액의 떫은 맛 성분인 탄닌 함량 분석을 위해 발효액을 동결건조한 후 (+)-카테킨 및 에피카테킨을 분석한 결과는 표 28과 같았다.

20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 (+)-카테킨은 5.45~8.84 mg/kg의 범위로 확인되었으며, 35% 설탕이 함유된 발효액은 0.77~3.73 mg/kg, 50% 설탕이 함유된 발효액은 0.1

3~2.14 mg/kg의 범위로 확인되었다. 각 농도별 아로니아 발효액 모두 발효가 진행됨에 따라 (+)-카테킨 함량이 감소하는 것으로 확인되었다.

또한 에피카테킨은 20% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 경우 10.63~17.98 mg/kg의 범위로 확인되었으며, 35% 설탕이 함유된 발효액은 1.96~10.24 mg/kg, 50% 설탕이 함유된 발효액은 0.95~5.07 mg/kg의 범위로 확인되었다. 각 농도별 아로니아 발효액 모두 발효가 진행됨에 따라 에피카테킨 함량이 감소하는 것으로 확인되었다.

아로니아 발효액의 관능평가지						
일시 : 2020. .		성별 :		연령 :		
『아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발』 과제의 개발제품입니다.						
▷ 먼저 물로 입을 가신 후 시료 각각의 특성을 구분하여 평가하여 주십시오.						
▷ 각 항목별로 9점을 기준으로 특성의 강도를 평가하여 주십시오.						
(1점: 매우 약함, 5점: 보통이다, 9점: 매우 강함)						
	색	발효취	맛			전체적인 기호도
			단맛	떫은맛	신맛	
115						
295						
378						

그림 9. 아로니아 발효액의 관능평가지

표 28. 발효기간별 아로니아 발효액의 탄닌 함량 분석

설탕 함량 (%)	발효 기간 (주)	(+)-Catechin (mg/kg)	Epicatechin (mg/kg)
20	0	7.30±1.02	17.98±1.33
	4	5.45±1.25	10.63±1.25
	8	7.45±0.96	12.87±1.47
	12	8.84±0.72	10.68±1.66
35	0	3.73±0.96	10.24±1.52
	4	1.44±0.15	3.70±0.95
	8	1.03±0.34	3.04±0.85
	12	0.77±0.12	1.96±0.72
50	0	0.76±0.12	5.07±0.36
	4	2.14±0.25	1.35±0.45
	8	0.13±0.05	1.06±0.25
	12	0.15±0.09	0.95±0.19

(2) 관능검사 결과

설탕 함량별 아로니아 발효액의 짙은 맛 변화를 조사하기 위해 관능평가를 실시하였다. 설탕 함량이 다른 발효액을 12주 발효 시킨 후 관능평가를 실시한 결과 표 29와 같이 색은 설탕 함량이 가장 적은 20%가 색이 가장 연하다고 대답하였고, 설탕 농도가 높을수록 색은 진하다고 대답하였다. 발효액의 색도 측정결과(표 18~20) 설탕 농도가 높은 발효액의 명도가 낮고 적색도가 높으며 점도가 높아 육안으로 색이 진하다고 느끼는 것으로 생각하였다. 발효취의 경우 20% 설탕 함량 아로니아 발효액이 가장 높은 점수를 받았고 산도 측정결과와 일치하는 것을 알 수 있었다. 맛의 경우 단맛은 설탕이 가장 많이 함유된 50%에서 가장 높다고 하였으며, 짙은 맛 및 신맛은 설탕 50% 함유 아로니아 발효액이 가장 낮았다. 따라서 전체적인 기호도는 설탕이 많이 함유된 50% 설탕 아로니아 발효액을 선호하는 것으로 확인되었다.

표 29. 설탕 함량에 따른 아로니아 발효액의 관능평가

	색	발효취	맛			전체적인 기호도
			단맛	짙은맛	신맛	
20%	5.9±2.7	7.7±1.8	4.2±1.6	6.9±1.9	5.8±2.3	3.8±1.1
35%	6.7±2.0	6.7±0.8	6.8±1.3	5.6±2.0	4.6±1.7	6.4±1.5
50%	7.2±0.6	5.1±1.4	8.2±1.1	3.4±1.6	3.0±1.8	6.9±1.1

상기 설탕 함량에 따른 아로니아 발효액의 관능평가 결과 50% 설탕이 함유된 아로니아 발효액의 선호도가 가장 높은 것으로 확인되어 50% 설탕 함유 발효액의 발효기간에 따른 관능평가를 실시하였다. 아로니아 발효액은 착즙액에 비해 색이 진했고 발효취가 증가하였으며 단맛은 증가하고 신맛과 짙은 맛은 감소하였다. 색의 경우 발효 4주차가 가장 높았으며, 발효취는 발효 8주와 12주차가 가장 높다고 대답하였다. 맛의 경우 단맛과 신맛은 거의 비슷한 수준으로 유지되었으며, 짙은 맛은 발효에 의해 감소하는 것을 볼 수 있었다. **아로니아 발효액은 발효 8주이상 진행되었을 때 짙은 맛이 적어 전체적인 기호도가 가장 높았다.**

표 30. 50% 설탕 함유 아로니아 발효액의 발효기간별 관능평가

	색	발효취	맛			전체적인 기호도
			단맛	짙은맛	신맛	
아로니아 착즙액	5.3±1.0	1.8±1.1	2.8±1.5	7.3±2.1	7.0±2.2	3.0±1.8
50%-0일차	8.3±1.0	4.0±2.2	6.3±1.3	6.5±1.3	5.5±1.7	6.5±1.3
50%-4주차	8.8±0.5	5.3±3.0	7.5±1.3	6.0±2.2	4.5±1.3	6.5±1.0
50%-8주차	8.0±0.8	6.8±1.7	7.0±1.4	5.8±1.7	5.0±0.8	7.3±1.0
50%-12주차	7.0±1.4	6.8±1.0	6.3±1.5	5.3±1.5	5.0±0.8	7.0±1.4

### 3절 아로니아 천연발효종 제조공정 표준화

#### 1. 아로니아 원료 전처리에 따른 천연발효종 특성 조사

##### 가. 실험방법

##### (1) 아로니아 발효액종 제조

선행연구를 통해 아로니아 발효액종은 표 31의 A에 나타난 바와 같이 최적 조건을 확립하였으나 생산현장의 조건을 반영하여 전지분유를 제외한 B 조성으로 비율을 조정하였다. 또한 아로니아의 색소 안전성을 비교 분석하기 위해 아로니아 열매를 그대로인 통(Whole)과 반(Half)으로 나누어 각각 저온 건조하여 아래 표와 같이 변경 전과 후를 비교 분석하였다.

표 31. 아로니아 발효액종 조성

		조성 A (%)	조성 B (%)
저온 건조 아로니아	Whole	19.72	19.72
	Half	19.72	19.72
설탕		12.44	12.44
전지분유		1.95	-

각 비율별로 혼합된 아로니아 천연발효액은 설탕 및 분유를 증류수에 용해시킨 후 저온 건조된 아로니아를 혼합하여 26℃에서 80 rpm으로 4일간 교반배양 한 후 체에 걸러 시료로 사용하였다.

##### (2) 아로니아 발효원종 제조 및 발효팽창력 측정

제조된 아로니아 발효액종을 이용하여 아로니아 발효원종을 제조하였으며, 그 조성은 아로니아 천연발효액 10 g, 강력분 10 g, 소금 0.2 g을 혼합하여 교반배양기에 넣어 26℃에서 12시간 동안 배양한 후 강력분 20 g, 물 20 g, 소금 0.4 g을 추가 혼합하여 6시간 배양하였다. 여기에 강력분 60g, 물 60 g, 소금 1.2 g을 혼합하여 3시간 더 배양하여 천연발효종으로 사용하였다. 천연발효종 100 g을 채취한 후 반죽을 둥글게 만들어 500 mL 메스실린더에 넣어 매 시간마다 발효(30℃, 상대습도 80%) 팽창된 부피를 mL로 나타내었다.

##### (3) 아로니아 발효종 특성조사

아로니아 발효액종의 발효기간별 pH, 당도, 산도, 색도는 1.가.(1)과 같은 방법으로 측정하였다.

##### (4) 아로니아 발효액종의 지표물질

아로니아 발효액종의 지표물질 분석은 1.가.(다)와 같은 방법으로 분석하였다.

나. 아로니아 원료 전처리 및 발효기간에 따른 천연발효액종 특성 조사

(1) 조성이 다른 아로니아 발효액종의 특성

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 각 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 이화학적 특성을 분석하였다. 표 32에 나타낸 바와 같이 아로니아 발효액종의 제조 조성 A와 B의 이화학적 특성은 pH 3.93~4.14, 당도 10.13~16.00 brix, 산도 0.62~0.70%로 모두 비슷한 수준으로 확인되었다. 색도의 경우 변경 전의 whole과 half 값이 차이를 나타내었으며, 특히 half의 경우 L값은 낮고 a값은 높은 것으로 보아 아로니아의 검붉은 색이 잘 나타나는 것으로 보인다. 또한 조성 B의 경우 A보다 L값과 a값이 다소 높은 것으로 보아 분유의 유무로 값이 차이나는 것으로 생각하였다. 조성 B에도 열매의 whole과 half의 경우 값의 차이를 나타내었으며, half의 아로니아 발효액종이 L값은 낮고 a값은 높은 것으로 보아 아로니아의 검붉은 색이 잘 나타나는 것으로 보여졌다. 따라서 조성 B의 분유가 없고 아로니아 열매를 half한 된 아로니아 발효액종이 가장 아로니아 색이 잘 나타나는 것으로 확인되었다.

표 32. 아로니아 발효액종의 이화학적 특성

발효액종 조성	아로니아	pH	당도 (brix)	산도(%)	색도		
					L	a	b
A	Whole	3.93±0.04	10.13±0.25	0.70±0.02	42.63±1.51	25.87±1.22	20.96±0.31
	Half	4.14±0.05	13.45±0.35	0.62±0.00	14.62±1.03	35.92±0.85	22.52±1.40
B	Whole	3.72±0.04	11.87±0.81	0.66±0.04	73.33±1.58	24.58±0.12	17.26±1.20
	Half	3.94±0.02	16.00±0.53	0.65±0.01	54.74±1.41	48.30±1.20	26.74±0.93

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 미생물학적 특성 및 발효팽창력을 분석하였다. 아로니아 발효액종의 미생물학적 특성 분석을 위해 발효 후 유산균 및 효모 균수를 분석하였다. 표 33에 나타낸 바와 같이 아로니아 발효액종 조성 A의 유산균의 경우 whole은  $6.67 \pm 1.04$  Log CFU/g, half은  $7.05 \pm 0.12$  Log CFU/g으로 half 아로니아 발효액종이 약간 높았으나, 효모의 경우 whole은  $7.64 \pm 0.09$  Log CFU/g, half은  $7.60 \pm 0.02$  Log CFU/g으로 비슷한 수준으로 확인되었다. 발효팽창력은 아로니아 열매를 half로 제조한 경우 약간 높았으나 큰 차이는 없었다. 아로니아 발효액종 조성 B의 경우 유산균과 효모 모두 whole 아로니아 발효액종이 약간 높았으나 발효 팽창력에는 영향을 주지 않았다.

아로니아 발효액종 조성에 따른 경향을 보면 조성 A의 경우 유산균이 약간 많았으며 효모는 조성 B가 약간 높았고 조성 B의 발효액종이 발효팽창력을 더 높이는 것으로 확인하였다. 발효액종 조성 A 제조에 첨가한 유당이 유산균수에 약간의 영향을 주는 것으로 보여지나 발효팽창력에는 효모가 더 영향을 주는 것으로 생각하였다.

표 33. 아로니아 발효액종의 미생물학적 및 발효 특성

발효액종 조성	아로니아	유산균 (Log CFU/g)	효모 (Log CFU/g)	발효팽창력 (mL)
A	Whole	6.67±1.04	7.64±0.09	80.00±7.07
	Half	7.05±0.12	7.60±0.02	82.50±3.54
B	Whole	5.80±0.29	8.00±0.18	85.00±8.66
	Half	5.20±0.31	7.42±0.28	86.67±7.64

(2) 전처리 조건이 다른 아로니아 발효액종의 특성

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종의 이화학적 특성을 발효 기간에 따라 비교 분석하였다. 열매의 전처리 조건에 따라 차이는 있었지만, 발효액종의 발효기간이 증가함에 따라 pH는 감소하고 산도는 증가하였으며 색도의 명도 값은 감소하고 적색도와 황색도는 증가하였다.

아로니아 생과를 이용한 발효액종의 pH는 발효 초기 4.84±0.03에서 4일차에는 3.00±0.09으로 감소하였으며, 당도는 10.50~10.87 °Bx로 발효 전후 비슷한 수준이고, 산도의 경우 발효 초기 0.01±0.00%에서 4일차에는 0.22±0.00%로 증가하였다. 색도의 경우 L값은 발효가 진행될수록 감소하였으며, a값 및 b값은 발효가 진행될수록 증가하였다.

아로니아 열매를 저온건조하여 제조한 발효액종의 pH는 발효 초기 4.12±0.03에서 4일차에는 3.77± 0.11으로 감소하였으며, 당도는 발효 초기 11.33±0.21 °Bx에서 4일차에는 9.37±0.81 °Bx로 감소하였다. 산도의 경우 발효 초기 0.02±0.00%에서 4일차에는 0.64±0.01%로 증가하였다. 색도의 경우 L값은 발효가 진행될수록 감소하였으며, a값 및 b값은 발효가 진행될수록 증가하였다.

아로니아 열매를 동결건조하여 제조한 발효액종의 pH는 발효 초기 3.96±0.02에서 4일차에는 3.91±0.04으로 비슷한 수준이며, 당도는 발효 초기 18.83±1.15 °Bx에서 4일차에는 17.60±0.82 °Bx로 감소하였다. 산도의 경우 발효 초기 0.38±0.03%에서 4일차에는 0.57±0.04%로 증가하였다. 색도의 경우 L값은 발효가 진행될수록 감소하였으며, a값 및 b값은 발효가 진행될수록 증가하였다.

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종의 미생물학적 특성 및 발효팽창력을 발효 기간에 따라 비교 분석하였다. 표 38에 나타낸 바와 같이 저온건조 아로니아 발효액종이 유산균 5.69±0.23 Log CFU/g, 효모 7.93±0.04 Log CFU/g, 발효팽창력이 73.33±5.77 mL로 다른 전처리 아로니아 열매를 이용한 발효액종보다 균수도 높고 발효팽창력도 높은 것으로 확인되었다.

상기 전처리별 아로니아 발효액종을 이용하여 발효종을 제조하여 발효종 발효 기간에 따른 색도를 비교 분석하였다. 표 39에 나타낸 바와 같이 발효 기간이 지날수록 L값과 a값은 낮아지고 b값은 높아지는 것으로 보아 밀가루가 혼합되어 아로니아의 특유의 색이 연해지는 것으로 보인다. 동결건조 아로니아 발효종의 색이 가장 뚜렷하였으나 발효팽창력은 저온건조한 아로니아 발효종이 더 우수하므로 천연발효빵 제조를 위해서는 저온건조한 아로니아를 사용하는 것이 더 적합하다고 판단하였다.



표 34. 전처리 조건에 따른 아로니아 발효액종의 이화학적 특성

아로니아 전처리	발효 기간(일)	pH	당도 (°Bx)	산도(%)	색도		
					L	a	b
생과	0	4.84±0.03	10.87±0.15	0.01±0.00	96.63±0.08	0.09±0.02	0.23±0.01
	2	3.94±0.11	10.93±0.06	0.06±0.01	92.48±0.19	4.68±0.19	1.75±0.15
	4	3.00±0.09	10.50±0.14	0.22±0.00	35.89±1.96	61.72±1.65	42.34±1.19
저온건조	0	4.12±0.03	11.33±0.21	0.02±0.00	95.88±0.66	2.80±1.06	1.39±0.43
	2	3.66±0.09	14.37±0.90	0.61±0.03	75.38±1.94	22.25±1.79	12.70±1.50
	4	3.77±0.11	9.37±0.81	0.64±0.01	40.64±1.47	57.50±1.57	28.26±1.14
동결건조	0	3.96±0.02	18.83±1.15	0.38±0.03	98.09±1.31	5.95±1.78	3.89±0.32
	2	3.90±0.01	19.80±0.87	0.48±0.05	63.92±1.16	28.32±1.00	19.48±1.27
	4	3.91±0.04	17.60±0.82	0.57±0.04	52.30±1.55	55.68±1.40	26.16±1.57

표 35. 전처리 조건에 따른 아로니아 발효액종의 미생물학적 및 발효 특성

아로니아 전처리	유산균 (Log CFU/g)	효모 (Log CFU/g)	발효팽창력 (mL)
생과	2.35±0.31	7.44±0.08	67.50±3.54
저온건조	5.69±0.23	7.93±0.04	73.33±5.77
동결건조	2.15±0.15	7.53±0.26	33.33±5.77

표 36. 아로니아 발효원종 특성

아로니아 전처리	발효 기간	색도			발효팽창력 (mL)
		L	a	b	
생과	1차	68.75±0.04	0.76±0.21	6.21±0.48	67.50±3.54
	2차	72.73±0.06	0.19±0.04	5.59±0.02	
	3차	71.97±0.28	0.17±0.01	6.14±0.04	
저온건조	1차	63.63±0.23	3.84±0.08	3.81±0.04	73.33±5.77
	2차	69.84±0.86	1.54±0.34	4.08±0.27	
	3차	70.59±0.08	0.39±0.10	5.11±0.14	
동결건조	1차	59.79±0.85	4.84±0.31	2.65±0.34	33.33±5.77
	2차	68.51±0.29	1.84±0.12	3.30±0.22	
	3차	69.50±0.08	0.59±0.09	4.35±0.19	



그림 9. 아로니아 전처리 조건별 천연발효종의 형태

#### 다. 아로니아 발효액종의 기능성

##### (1) 조성이 다른 아로니아 발효액종의 지표물질 변화

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 동결건조 하여 유리당 함량 변화를 HPLC로 분석하였다. 표 37에 나타낸 바와 같이 아로니아 발효액종에서는 자당, 젓당, 포도당, 과당 및 솔비톨이 검출되었다.

발효액종 제조 조성 A의 아로니아 열매 whole의 경우 자당은 9,631.10 mg/kg, 젓당은 104,196.13 mg/kg, 포도당은 17,378.40 mg/kg, 과당은 19,920.19 mg/kg, 솔비톨은 323,362.16 mg/kg으로 확인되었다. 또한 발효액 조성 A의 아로니아 열매 half의 경우 자당은 2,823.37 mg/kg, 젓당은 45,356.86 mg/kg, 포도당은 163,295.12 mg/kg, 과당은 164,440.06 mg/kg, 솔비톨은 256,273.68 mg/kg으로 확인되었다.

발효액종 제조 조성 B의 아로니아 열매 whole의 경우 자당은 14,510.08 mg/kg, 포도당은 139,689.33 mg/kg, 과당은 236,155.50 mg/kg, 솔비톨은 275,669.66 mg/kg으로 확인되었다. 또한 조성 B의 아로니아 열매 half의 경우 자당은 3,571.22 mg/kg, 포도당은 277,810.64 mg/kg, 과당은 305,839.60 mg/kg, 솔비톨은 221,889.65 mg/kg으로 확인되었다.

분유를 첨가해 준 조성 A에서는 유당이 검출되었으나 분유를 첨가하지 않은 조성 B에서는 유당이 검출되지 않았고 포도당, 과당 함량이 조성 B에서 더 높은 것을 확인하였다. 두 조성에서 모두 열매를 절단한 경우 발효액종에서 포도당과 과당이 더 많이 생성되는 것을 확인하였다.

표 37. 아로니아 발효액종의 당 분석

발효액종 조성	아로니아	Sucrose (mg/kg)	Lactose (mg/kg)	Glucose (mg/kg)	Fructose (mg/kg)	Sorbitol (mg/kg)
A	Whole	9,631.10	104,196.13	17,378.40	19,920.19	323,362.16
	Half	2,823.37	45,356.86	163,295.12	164,440.06	256,273.68
B	Whole	14,510.08	n.a.	139,689.33	236,155.50	275,669.66
	Half	3,571.22	n.a.	277,810.64	305,839.60	221,889.65

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 동결건조 하여 유기산함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 38에 나타낸 바와 같이 Lactic acid, acetic acid, citric acid, malic acid, shikimic acid, fumaric acid가 검출되었다.

발효액종 제조 조성 A의 아로니아 열매 whole의 경우 lactic acid는 25,591.79 mg/kg, acetic acid는 3,146.47 mg/kg, citric acid는 4,809.43 mg/kg, malic acid는 20,885.24 mg/kg, shikmic acid는 1,883.01 mg/kg, fumaric acid는 136.15 mg/kg으로 확인되었다. 또한 조성 A의 아로니아 열매 half의 경우 lactic acid는 33,129.65 mg/kg, acetic acid는 4,089.07 mg/kg, citric acid는 2,842.04 mg/kg, malic acid는 10,257.14 mg/kg, shikmic acid는 1,819.19 mg/kg, fumaric acid는 94.71 mg/kg으로 확인되었다.

발효액종 제조 조성 B의 아로니아 열매 whole의 경우 lactic acid는 2,190.99 mg/kg, acetic acid는 1,845.78 mg/kg, citric acid는 5,817.42 mg/kg, malic acid는 50,234.41 mg/kg, shikmic acid는 1,793.00 mg/kg, fumaric acid는 142.57 mg/kg으로 확인되었다. 또한 조성 B의 아로니아 열매 half의 경우 lactic acid는 447.80 mg/kg, acetic acid는 1,797.23 mg/kg, citric acid는 3,200.54 mg/kg, malic acid는 48,922.78 mg/kg, shikmic acid는 1,528.38 mg/kg, fumaric acid는 138.07 mg/kg으로 확인되었다.

분유가 함유된 조성 A는 B보다 lactic acid와 acetic acid 함량이 더 높았고 조성 B에서는 citric acid와 malic acid 함량이 더 높았다.

표 38. 아로니아 발효액종의 유기산 분석

발효액종 조성	아로니아	Lactic acid (mg/kg)	Acetic acid (mg/kg)	Citric acid (mg/kg)	Malic acid (mg/kg)	Shikimic acid (mg/kg)	Fumaric acid (mg/kg)
A	Whole	25,591.79	3,146.47	4,809.43	20,885.24	1,883.01	136.15
	Half	33,129.65	4,089.07	2,842.04	10,257.14	1,819.19	94.71
B	Whole	2,190.99	1,845.78	5,817.42	50,234.41	1,793.00	142.57
	Half	447.80	1,797.23	3,200.54	48,922.78	1,528.38	138.07

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 동결건조하여 페놀성 화합물 변화를 HPLC로 분석한 결과, 표 39에 나타낸 바와 같이 chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, quercetin이 검출되었다.

발효액종 제조 조성 A의 아로니아 열매 whole의 경우 chlorogenic acid는 1,004.35 mg/kg, caffeic acid는 365.61 mg/kg, quercetin은 41.53 mg/kg으로 확인되었다. 또한 조성 A의 아로니아 열매 half의 경우 chlorogenic acid는 865.84 mg/kg, caffeic acid는 514.54 mg/kg, rutin은 13.45 mg/kg, quercetin은 41.89 mg/kg으로 확인되었다.

발효액종 제조 조성 B의 아로니아 열매 whole의 경우 chlorogenic acid는 1,086.21 mg/kg, caffeic acid는 244.42 mg/kg, quercetin은 33.52 mg/kg으로 확인되었다. 또한 조성 B의 아로니아 열매 half의 경우 chlorogenic acid는 1,090.48 mg/kg, caffeic acid는 258.43 mg/kg, rutin은 32.84 mg/kg, quercetin은 18.45 mg/kg으로 확인되었다.

조성 A와 B의 발효액종에서 페놀성 화합물의 함량에 큰 차이는 없었으나 두 조성 모두 아로니아 열매가 whole인 상태보다 half로 제조한 경우 caffeic acid 함량이 약간 더 높았고 rutin은 half로 제조한 발효액종에서만 검출되었다.

표 39. 아로니아 발효액종의 페놀성 화합물 분석

발효액종 조성	아로니아	Chlorogenic acid (mg/kg)	Caffeic acid (mg/kg)	Rutin (mg/kg)	Quercetin (mg/kg)
A	Whole	1,004.35	365.61	n.a.	41.53
	Half	865.84	514.54	13.45	41.89
B	Whole	1,086.21	244.42	n.a.	33.52
	Half	1,090.48	258.43	32.84	18.45

아로니아 열매를 whole과 half로 나눈 후 저온 건조하여 조성별 아로니아 발효액종을 제조한 후 탄닌 함량 분석을 위해 발효액종을 동결건조하여 HPLC를 이용하여 (+)-카테킨 및 에피카테킨을 분석하였다. 조성 A와 B 모두에서 열매를 분할하는 경우 탄닌함량이 더 높아지는 것을 확인하였다.

발효액종 제조 조성 A의 아로니아 열매 whole의 경우 (+)-카테킨은  $0.13 \pm 0.08$  mg/kg, 에피카테킨은  $18.53 \pm 0.21$  mg/kg으로 확인되었으며, 조성 A의 아로니아 열매 half의 경우 (+)-카테킨은  $17.32 \pm 0.12$  mg/kg, 에피카테킨은  $20.26 \pm 0.27$  mg/kg으로 확인되었다.

발효액종 제조 조성 B의 아로니아 열매 whole의 경우 (+)-카테킨은  $0.05 \pm 0.01$  mg/kg, 에피카테킨은  $20.91 \pm 0.19$  mg/kg으로 확인되었으며, 조성 B의 아로니아 열매 half의 경우 (+)-카테킨은  $8.03 \pm 0.10$  mg/kg, 에피카테킨은  $25.47 \pm 0.15$  mg/kg으로 확인되었다.

탄닌 성분 분석 결과 아로니아 열매의 whole보다 half가 (+)-카테킨 및 에피카테킨의 함량이 높은 것으로 확인되었다.

표 40. 아로니아 발효액종의 탄닌 성분 분석

발효액종 조성	아로니아	(+)-Catechin (mg/kg)	Epicatechin (mg/kg)
A	Whole	$0.13 \pm 0.08$	$18.53 \pm 0.21$
	Half	$17.32 \pm 0.12$	$20.26 \pm 0.27$
B	Whole	$0.05 \pm 0.01$	$20.91 \pm 0.19$
	Half	$8.03 \pm 0.10$	$25.47 \pm 0.15$

(2) 전처리 조건이 다른 아로니아 발효액종의 지표물질 변화

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종을 제조한 후 동결건조하여 유리당 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 41에 나타낸 바와 같이 자당, 포도당, 과당 및 솔비톨이 검출되었다.

아로니아 생과를 이용한 발효액종의 경우 자당은 768,026.81 mg/kg, 포도당은 69,312.18 mg/kg, 과당은 84,553.99 mg/kg, 솔비톨은 42,206.32 mg/kg으로 확인되었으며, 저온건조한 아로니아 열매의 발효액종의 경우 자당은 10,984.38 mg/kg, 포도당은 40,739.03 mg/kg, 과당은 67,921.74 mg/kg, 솔비톨은 374,329.03 mg/kg으로 확인되었다. 또한 동결건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 자당은 3,499.73 mg/kg, 포도당은 375,174.56 mg/kg, 과당은 319,939.32 mg/kg, 솔비톨은 191,592.80 mg/kg으로 확인되었다.

전처리 조건에 따른 유리당 분석 결과 자당의 경우 아로니아 생과로 제조한 발효액종이 높았으며, 포도당 및 과당은 동결건조한 아로니아 열매로 제조한 발효액종이 가장 높았다. 또한 솔비톨의 경우 저온건조한 아로니아 열매로 제조한 발효액종의 함량이 가장 높았다.

표 41. 아로니아 발효액종의 유리당 분석

아로니아 전처리	Sucrose (mg/kg)	Glucose (mg/kg)	Fructose (mg/kg)	Sorbitol (mg/kg)
생과	768,026.81	69,312.18	84,553.99	42,206.32
저온건조	10,984.38	40,739.03	67,921.74	374,329.03
동결건조	3,499.73	375,174.56	319,939.32	191,592.80

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종을 제조한 후 동결건조하여 유기산 함량 변화를 HPLC로 분석한 결과 표 42에 나타낸 바와 같이 Lactic acid, acetic acid, citric acid, malic acid, shikimic acid, fumaric acid가 검출되었다.

아로니아 생과를 이용한 발효액종의 경우 lactic acid는 501.09 mg/kg, acetic acid는 2139.42 mg/kg, citric acid는 11712.52 mg/kg, malic acid는 5287.19 mg/kg, shikmic acid는 192.08 mg/kg, fumaric acid는 12.43 mg/kg으로 확인되었다. 저온건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 lactic acid는 4987.75 mg/kg, acetic acid는 1487.05 mg/kg, citric acid는 15662.58 mg/kg, malic acid는 56370.25 mg/kg, shikmic acid는 2515.26 mg/kg, fumaric acid는 195.19 mg/kg으로 확인되었다.

동결건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 lactic acid는 657.72 mg/kg, acetic acid는 822.09 mg/kg, citric acid는 2626.31 mg/kg, malic acid는 43841.42 mg/kg, shikmic acid는 1083.58 mg/kg, fumaric acid는 89.11 mg/kg으로 확인되었다.

전처리 조건에 따른 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 유기산을 비교 분석한 결과 아로니아 생과를 사용하는 경우 acetic acid 함량이 높아지며 저온건조한 열매로 제조한 경우 lactic acid, citric acid, malic acid, shikimic acid 및 fumaric acid와 같은 유기산이 풍부한 발효액종이 제조되는 것을 확인하였다.

표 42. 아로니아 발효액종의 유기산 분석

아로니아 전처리	Lactic acid (mg/kg)	Acetic acid (mg/kg)	Citric acid (mg/kg)	Malic acid (mg/kg)	Shikimic acid (mg/kg)	Fumaric acid (mg/kg)
생과	501.09	2139.42	11712.52	5287.19	192.08	12.43
저온건조	4987.75	1487.05	15662.58	56370.25	2515.26	195.19
동결건조	657.72	822.09	2626.31	43841.42	1083.58	89.11

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종을 제조한 후 동결건조하여 페놀성 화합물을 HPLC로 분석한 결과, 표 43에 나타난 바와 같이 galic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, rutin 및 quercetin이 검출되었다.

아로니아 생과를 이용한 발효액종의 경우 galic acid는 538.21 mg/kg, chlorogenic acid는 122.48 mg/kg, quercetin은 15.61 mg/kg이 검출되었다. 저온건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 galic acid는 142.64 mg/kg, chlorogenic acid는 1759.99 mg/kg, caffeic acid는 140.39 mg/kg, rutin은 61.91 mg/kg, quercetin은 45.90 mg/kg이 검출되었다. 동결건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 galic acid는 50.42 mg/kg, chlorogenic acid는 1718.53 mg/kg, caffeic acid는 0.63 mg/kg, rutin은 78.61 mg/kg, quercetin은 36.44 mg/kg이 검출되었다. 전처리 조건에 따른 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 페놀성 화합물을 비교 분석한 결과 galic acid를 제외한 페놀성 화합물이 저온건조한 아로니아 열매에서 가장 높게 함유되어 있어 저온건조한 아로니아 열매가 발효종 제조에 가장 적합하다고 판단하였다.

표 43. 아로니아 발효액종의 페놀성 화합물 분석

아로니아 전처리	Galic acid (mg/kg)	Chlorogenic acid (mg/kg)	Caffeic acid (mg/kg)	Rutin (mg/kg)	Quercetin (mg/kg)
생과	538.21	122.48	n.a.	n.a.	15.61
저온건조	142.64	1759.99	140.39	61.91	45.90
동결건조	50.42	1718.53	0.63	78.61	36.44

아로니아 열매의 전처리 조건으로 생과, 저온건조 및 동결건조하여 이를 이용한 발효액종을 제조한 후 동결건조하여 HPLC를 이용하여 (+)-카테킨 및 에피카테킨을 분석하였다. 아로니아 생과를 이용한 발효액종의 경우 (+)-카테킨은 35.36±1.36 mg/kg, 에피카테킨은 54.28±1.48 mg/kg으로 확인되었으며, 저온건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 (+)-카테킨은 9.27±1.08 mg/kg, 에피카테킨은 30.25±1.92 mg/kg으로 확인되었다. 또한 동결건조한 아로니아 열매를 이용한 발효액종의 경우 (+)-카테킨은 13.40±1.12 mg/kg, 에피카테킨은 13.34±1.25 mg/kg으로 검출되었다. 따라서 떫은 맛 성분인 카테킨과 에피카테킨은 생과로 제조한 발효액

중에 많고 저온건조한 발효액에서는 감소되는 것을 확인하였고 이는 건조 과정에서 카테킨과 에피카테킨이 분해되었을 것으로 생각하였다.

표 44. 아로니아 발효액종의 탄닌 성분 분석

아로니아 전처리	(+)-Catechin (mg/kg)	Epicatechin (mg/kg)
생과	35.36±1.36	54.28±1.48
저온건조	9.27±1.08	30.25±1.92
동결건조	13.40±1.12	13.34±1.25

아로니아 천연발효종은 아로니아 열매 19.72%, 설탕 12.44%, 물 67.84%의 조성인 경우 발효팽창력이 높았으며 아로니아를 저온건조한 경우 유산균 및 효모 균수가 높고 발효 팽창력이 가장 우수하였으며 탄닌함량이 낮았다.

## 2. 아로니아 천연발효종 색도 개선 및 제조공정 확립

아로니아 천연발효종의 색도 개선을 위해 아로니아를 whole 및 half로 저온 건조하여 발효액종을 제조하였다 (그림 10). 제조된 발효액종은 색도 및 발효력 테스트를 진행하였다.

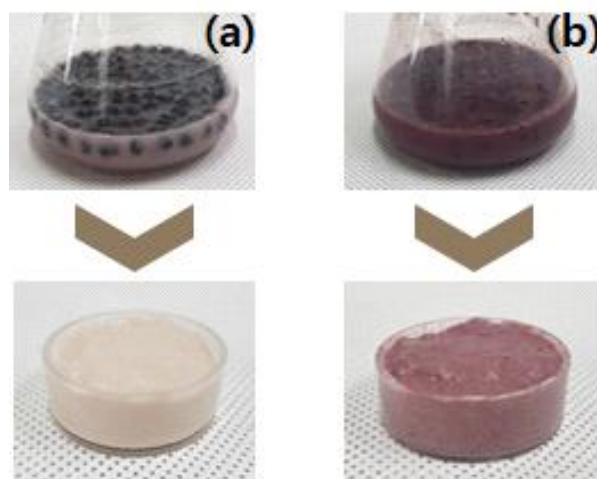


그림 10. 아로니아 전처리에 따른 발효액종  
(a) : 아로니아 whole, (b) : 아로니아 half

아로니아 전처리에 따른 발효액종의 색도는 표 45에 나타낸 바와 같이 아로니아 whole의 경우 L값은  $70.83 \pm 0.13$ , a값은  $9.18 \pm 0.09$ , b값은  $6.83 \pm 0.12$ 로 확인되었으며, 아로니아 half의 경우 L값은  $63.20 \pm 0.15$ , a값은  $12.92 \pm 0.11$ , b값은  $4.53 \pm 0.08$ 로 확인되었다. 따라서 아로니아 색도 개선을 위해서는 아로니아는 half로 제조한 후 천연발효종을 제조하는 것이 색도 개선에 도움이 될 것으로 사료된다.

표 45. 아로니아 발효액종의 색도

아로니아 발효액종	색도		
	L	a	b
Whole	70.83 ± 0.13	9.18 ± 0.09	6.83 ± 0.12
Half	63.20 ± 0.15	12.92 ± 0.11	4.53 ± 0.08

아로니아 whole 및 half 발효액종 제조 후 천연발효빵의 적합성을 확인하고자 발효팽창력을 측정하였다. 이는 아로니아 발효액종, 강력분, 소금, 물을 각 비율별로 3단계로 나누어 혼합하여 최종 반죽상태에서 매시간 발효 팽창된 부피를 측정하였다. 발효팽창력은 1시간 뒤 10 ml, 3시간 뒤 40 ml, 5-7시간 뒤 75-85ml로 아로니아 whole 및 half 의 발효팽창력은 비슷한 수준으로 나타내었다.

아로니아 발효종 제조시 열매를 절단 처리 한 경우 색소의 용출로 붉은색이 더 진하게 나타났고 포도당과 과당은 더 높고 유기산은 더 낮았으며 페놀성 화합물이 더 높게 검출되었다. 따라서 아로니아 발효종 제조시 아로니아 열매를 절단하여 사용하는 것이 바람직하다고 생각하였다.



## 2-2장 제1세부과제 - (주)올라이스 :

### 아로니아 천연발효를 이용한 제품 개발 및 사업화

#### 1절 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립

##### 1. 아로니아 천연발효빵 레시피 확립:

###### - 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 제조 레시피 개발

- 아로니아 발효액종(처리조건 2가지)을 제공받아 밀가루를 베이스로 하여 두 액종발효력 테스트 진행 후 액종 1가지를 선택하여 원종을 만들어 천연발효빵 테스트를 진행 하였다.

#### 가. 아로니아 천연발효종이 빵의 품질 특성에 미치는 영향

##### (1) 재료

아로니아 천연발효종은 (재)베리엔바이오식품연구소에서 test 과정을 거쳐 샘플을 제공받아 제품개발에 이용하였다. 밀가루는 CJ제일제당(주)의 1등급이며, 설탕(삼양사), 쇼트닝(롯데), 탈지분유(서울유업), 생이스트, 소금 등 재료는 시장에서 구입하여 사용하였다.

##### (2) 방법

아로니아 발효액종(처리조건 2가지)을 (재)베리엔바이오식품연구소 제공받아 밀가루를 베이스로 하여 두 액종발효력 테스트 진행 후 액종 1가지를 선택하여 3차 과정을 거친 원종을 만들어 천연발효빵 테스트를 진행 하였다.

##### (가) 아로니아 발효종을 이용하여 원종 만들기

아로니아 발효종을 이용하여 빵을 만들기 위한 재료의 원종은 표 1과 같은 조건으로 3차 발효 과정을 거쳐 원종을 제조하였다. 각 3가지의 조건으로 아로니아원종 샘플 3가지를 만들어 천연발효빵 제조에 있어 가장 적합한 원종을 찾고자 하였다.

표 1. 아로니아 발효종 레시피 및 발효조건

		A(g)	B(g)	C(g)	조건
1차	강력분	100	100	100	26°C, 24h
	아로니아액종	100	100	100	
2차	1차원종	100	100	100	26°C, 24h
	강력분	100	200	50	
	물	100	200	50	
3차	2차원종	200	100	200	26°C, 24h pH 4.3~4.5
	강력분	200	200	100	
	물	200	200	100	

## (나) 빵의 제조

빵의 레시피는 표 2와 같으며 제조방법은 밀가루를 두 번 체에 친 후, 쇼트닝을 제외한 모든 재료를 반죽기(Spar Mixers, Us/12Mx, 30 L)에 넣어 1단에서 1분, 2단에서 2분간 반죽한 다음 클린업(clean up stage)단계에서 쇼트닝을 투입하여 글루텐 단백질의 신장성이 최대인 최종단계(final stage)인 2단에서 8분간 반죽하였다. 반죽의 최종온도는  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 맞추었다. 완성된 반죽은 발효기(온도  $27^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 75%)에서 120분 동안 1차 발효한 후 300 g으로 분할하여 둥글리기를 가볍게 하고 실온( $20^{\circ}\text{C}$ )에서 30분간 중간발효를 하였다. 중간발효가 끝난 반죽은 가스빼기를 한 후 성형하여 틀에 넣어 발효기(온도  $33^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 80%)에서 60분동안 2차 발효를 실시하였다. 발효가 끝난 반죽은 윗불  $165^{\circ}\text{C}$ , 아랫불  $180^{\circ}\text{C}$ 로 미리 예열된 오븐에서 30분 동안 구웠다. 완성된 빵은 실온에서 1시간 동안 냉각시킨 후 본 실험의 시료로 사용하였다.

표 2. 아로니아 발효종을 이용한 빵의 레시피

(g)

	sample		
	A	B	C
밀가루	1000	1000	1000
설탕	60	60	60
제빵계량제	1	1	1
쇼트닝	30	30	30
분말우유	40	40	40
소금	10	10	10
물	570	570	570
3차원종(아로니아발효종)	1000	1000	1000

## (다) 반죽의 발효 팽창력 측정

빵 반죽의 발효 팽창력은 He와 Hosoney(1992)의 방법을 변형하여 사용하였다. 믹싱이 끝난 반죽 30 g을 취해 직경 5.5 cm(내경 5.0 cm), 높이 12 cm, 관 두께 0.5 cm의 유리관에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 하고 1차 발효 조건인 온도  $27^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 75%의 발효기에서 60분간 발효하면서 10분 간격으로 부피를 측정하여 이상의 실험은 3반복하여 평균값을 이용하였다.

## (라) 빵의 비용적 및 굽기 손실률의 측정

빵의 부피는 종자치환법으로 측정하였고 무게를 측정한 다음 비용적(mL/g)을 산출하였다. 굽기 손실률(%)은 굽기 전과 구운 후의 중량 차이를 계산하여 굽기 전의 중량으로 나누고 이를 퍼센트로 계산하였다.

### (마) 빵의 표면과 내부의 색도 측정

빵의 색도는 색차계(Spectra magic TMNX, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 식빵을 자른 다음 표면과 내부를 색차계로 측정하였으며 색도는 L(명도), +a(적색도)와 +b(황색도)로 표시하였다.

### (바) 빵의 텍스처 측정

아로니아 발효종을 이용한 빵의 텍스처 측정은 텍스처 측정기(Texture Analyzer, TA-XT Plus, Surrey, England)로 반복 압축시험을 실시하여 TPA(texture profile analysis)를 구하였다. 시료는 10회 반복 측정하였으며 구한 TPA 곡선으로부터 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 씹힘성(chewiness), 회복력(resilience)의 특성치를 비교하였다.

### (사) 빵의 외부 및 내부 표면 관찰

빵의 외부 및 내부 관찰은 제조된 빵을 슬라이스 하여 외관과 내부를 디지털 카메라(Kento, Canon, Tokyo, Japan)로 촬영하였으며 이때 시료와 카메라와의 거리, 지면과 카메라의 높이는 일정하게 유지하였다.

### (아) 통계처리

SPSS 12.0K(SPSS Inc., USA)를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며 각 변수에 대한 유의성 검정은 ANOVA(Analysis of variance)를 이용하여 Duncan's multiple-range test로  $p < 0.05$  수준에서 사후검증을 실시하였다.

## (3) 결과

### (가) 아로니아 발효종이 빵의 품질특성에 미치는 영향

#### ① 도우반죽의 발효 팽창력

르방(levain)이란 프랑스어로 “자연효모”라는 의미를 가지고 있지만 최근에는 자연효모가 천연효모로 통용되어 사용되고 있다. 사워도우는 빵을 부풀리는데 사용하는 유산균과 효모의 공생 배양물을 말하며 사워도우에는 *Candida milleri*인 효모균과 *Lactobacillus sanfranciscensis*인 유산균 등이 주를 이루고 있다. 이러한 천연효모균이 함유된 사워도우균들은 밀가루와 물이 반죽 덩어리에서 장기간 발효에 의해 잘 자란다. 천연효모빵은 제조시 상업용 효모대신 사워도우를 사용하며 천연 발효빵을 만들기 위해 본 실험에서는 천연효모균으로 아로니아 발효종의 최적 조건을 찾아 상업용으로 사용하고자 하였다. 샘플로 제공받은 아로니아 발효종을 3가지 조건으로 3차에 걸쳐 완종을 거친 반죽의 발효 팽창력은 표 3과 같았다.

발효 시간에 따른 발효 팽창력은 발효시간이 증가할수록 증가하였으며 A샘플의 경우 34.34~98.80, B 샘플은 32.35~85.60, C샘플은 36.54~106.03의 팽창력을 보여주었으며 B 조건이 가장 낮은 팽창력을 보여주었으며 C조건 발효종이 가장 높은 발효력을 보여주었다.

발효 팽창력에 영향을 주는 요인은 글루텐 단백질에 의한 그물망구조와 반죽과정에서 이스트에 의해 생성되는 이산화탄소에 의하며, 이스트의 양과 영양원인 당, 반죽의 온도와 pH, 삼투압 등으로 알려져 있다. 본 실험에서는 반죽의 온도는 같으나 당의 함량, 반죽의 pH와 삼투압이 달라 발효 팽창력에 영향을 주었을 것으로 생각되었으며 특히 C샘플의 경우 아로니아 발효종의 함량이 다른 샘플에 비해 높은양으로 들어가 당의 함량이 가장 영향을 미쳤을 것으로 생각되었다. 빵의 부피는 반죽과 굽는 과정에서의 가스 발생력과 가스 보유력에 의하여 영향을 받으며 발생된 가스가 글루텐 그물망 구조에 갇혀 안정적으로 유지되어야 증가될 수 있다. 반죽의 가스 발생력에 영향을 미치는 요인에는 효모의 양과 질, 당의 양, 반죽 온도, 반죽의 산도, 소금 양 등이 있으며 가스 보유력은 단백질의 양과 질, 산화 정도, 가수량, 산도 등이 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

표 3. 아로니아 발효종의 팽창력

Sample	Incubation time (min)				
	10	20	30	40	60
A	34.34±1.75	61.72±3.96	80.76±0.50	92.38±2.55	98.80±3.38
B	32.35±2.13	55.38±3.83	73.23±3.55	79.89±2.36	85.60±3.26
C	36.54±2.45	64.20±4.26	82.80±2.80	94.84±3.00	106.03±4.00

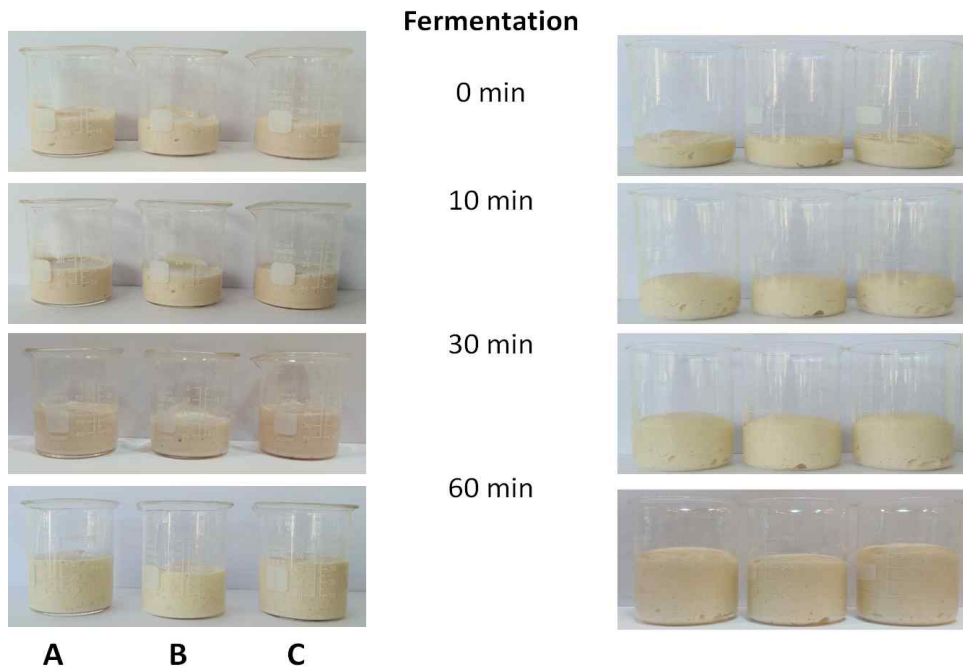


그림 1. 아로니아 액종의 발효력

## ② 아로니아 발효액종을 이용한 천연발효빵의 품질특성

3차 완종을 이용하여 조건별로 빵을 구워 품질특성을 본 결과는 표 4와 같았다. 무게는 265.31~266.32g 이며 747.67~787.33mL의 부피값을 보여주었으며 C빵의 부피값이 가장 높게 나타났으며 비체적 결과에서는 2.79~2.97 mL/g의 값을 보여주어 구운후 C처리조건이 가장 높은 볼륨감을 가지고 있는 것을 확인하였다.

구워진 후 빵의 색도 값은 크러스트(외부)L(45.06~65.28), a(1.49~2.68), b(15.26~26.47) 크림(내부) L(72.61~78.44), a(-0.25~-1.45), b(23.08~24.17)로 발효액종의 첨가량에 따라 크림(내부), 크러스트(외부)의 결과값을 다르게 보여주었으며 아로니아 액종 첨가량에 따라 색에 영향을 주는 결과값을 보여주었다. 반죽을 발효하는 과정에서 생성된 발효산물 중 휘발성 물질이 있으면 휘발성 물질이 수분과 함께 증발하기 때문에 굽기 손실이 발생하며 같은 굽기 조건에서는 손실률이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질의 착색도 좋다고 알려져 있다.

TPA를 이용한 크림의 텍스처를 측정된 결과 springness와 cohesiveness는 액종 첨가량이 낮은 식빵이 가장 낮은 값을 보여주었으며 경도 값은 볼륨높이가 가장 높은 C샘플이 140.33으로 가장 낮은 경도값을 보여주어 식감이 가장 부드러운 결과값을 보여주었다. 전체적으로 경도와 씹힘성은 아로니아 발효종 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈는데 이는 빵의 부피와 기공의 발달 정도가 영향을 미쳤기 때문인 것으로 생각되었다. 관능평가 결과 C 샘플이 가장 높은 선호도를 보여주어 가장 좋은 품질이 가지고 있었다.

표 4. 아로니아 발효종을 이용한 천연발효빵의 품질특성

Characteristics	sample		
	A	B	C
Weight (g)	266.32±2.00	268.47±1.86	265.31±0.92
Volume (mL)	770.00±5.00	747.67±2.52	787.33±3.06
Specific volume (mL/g)	2.89±0.01	2.79±0.03	2.97±0.01
Crust color L	58.40±0.07	65.28±0.07	45.06±0.03
Crust color a	1.99±0.14	1.49±0.51	2.68±0.78
Crust color b	23.48±0.51	15.26±0.51	26.47±0.16
Crumb color L	74.06±0.03	78.44±0.25	72.61±0.03
Crumb color a	-1.45±0.29	-0.47±0.34	-0.25±0.01
Crumb color b	23.08±1.01	24.17±1.84	23.37±0.01
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	154.22±10.92	152.48±29.28	140.33±24.63
Cohesiveness	0.79±0.03	0.75±0.01	0.70±0.01
Springiness	0.99±0.03	0.97±0.02	0.97±0.03
Gumminess (g)	103.22±7.56	99.55±12.88	108.75±12.61
Resilience	0.38±0.02	0.43±0.01	0.45±0.01

	Preference test				Overall Quality
	Appearance	flavor	Taste	Texture	
A	5.00±0.75	5.12±0.83	5.62±0.51	5.12±1.55	5.75±1.03
B	5.88±0.83	5.88±0.99	5.50±0.53	5.50±0.76	5.50±0.53
C	7.25±1.16	7.25±1.67	6.88±2.10	7.00±1.60	7.50±0.93

③ 아로니아 발효종을 이용한 천연발효빵 외관, 단면특성

아로니아 발효완종을 첨가하여 제조한 빵의 표면과 내부의 외관을 그림 2와 같은 모양을 나타냈다. 아로니아 발효액양이 높은 수록 외부겉질 색은 갈색이 진해지고 어두워졌다. 이는 굽기 과정에서 일어나는 당과 단백질과의 갈색반응인 메일라드 반응과 당에 의한 카라멜화 반응이 아로니아 발효액중에 함유된 당에 의해 촉진된 것으로 사료되었다. 빵 내부의 색은 아로니아 발효액이 증가할수록 어둡고 붉은색을 띤 황색으로 진해졌는데 이는 색도를 측정된 결과와 같

은 경향을 보였다. 본 실험을 통해 아로니아 소비량과 천연발효빵 제품의 품질특성 등을 고려하여 샘플 C의 조건으로 아로니아 발효완종을 만들어 향후 시제품 생산 테스트를 진행하여 시제품을 개발하고자 한다.

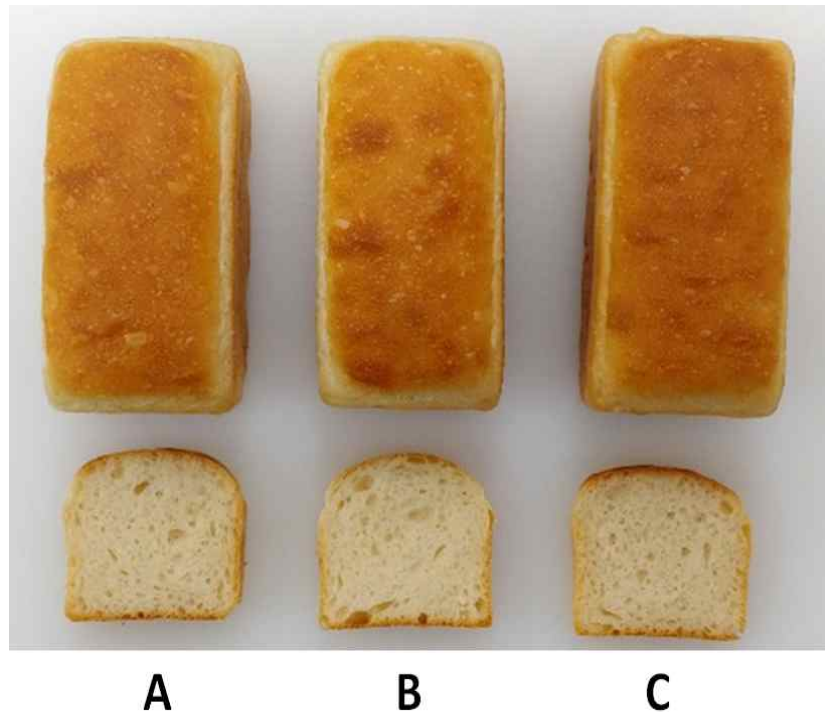


그림 2. 아로니아 발효종을 이용한 천연발효빵의 품질특성(단면, 외관)

#### (나) 아로니아 천연발효 빵 이스트 첨가량에 따른 제품개발

1차 테스트 진행 후 아로니아 완종을 C 조건으로 만들어 발효력 안정테스트를 보기 위해 이스트첨가량에 따른 변화를 테스트를 진행하였다. 천연효모를 사용하여 빵을 제조시 장점은 제품의 노화현상이 늦으며 글루텐 형성의 구조가 균일하며 다량의 유기산이 함유된 빵을 제조할 수 있어 천연의 신맛과 독특한 향을 느낄 수 있다. 뿐만 아니라 장기간의 발효로 소화가 잘되며 감칠맛을 가지고 있는 특성이 있다. 반면 발효시간이 길며 발효시간이 오버되면 유기산 함량이 많아 신맛이 강하며 수작업으로 일정한 사워종을 공급하는데 많이 노력이 필요한 단점도 가지고 있다. 아로니아 발효종은 자연 상태에 존재하는 여러 가지 효모 및 유기산균 등이 장기간 발효됨으로써 유기산에 의한 특유한 신맛과 깊은 맛이 나는 빵을 제조하여 판매함으로써 아로니아 소비뿐 아니라 천연효모빵 개발을 통해 매출 증진에 도움이 되고자 한다. 천연 발효빵을 제조시 부피형성에 도움이 되고자 시판용 이스트를 첨가하여 품질향상에 도움이 되고자 하여 본 테스트를 진행하였다. 이스트를 소량 첨가함으로써 제품의 균일성, 정확성, 경제성을 줄 수 있어 현재 많은 업체에서 소량의 이스트를 첨가하여 제품을 생산 판매하고 있다.

아로니아 발효종을 이용한 빵의 이스트 첨가량이 미치는 품질 결과를 보고자 배합표는 표 5와 같았다.

표 5 . 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 빵의 배합표

(g)

	sample			
	A	B	C	D
밀가루	1000	1000	1000	1000
설탕	60	60	60	60
제빵계량제	1	1	1	1
쇼트닝	30	30	30	30
분말우유	40	40	40	40
소금	10	10	10	10
물	570	570	570	570
3차원종	1000	1000	1000	1000
이스트	0	2	4	8

① 도우반죽의 발효 팽창력

발효 시간에 따른 발효 팽창력은 이스트양 및 발효시간이 증가할수록 증가하였으며 A샘플의 경우 106.67~185.67, B 샘플은 102.00~235.67, C샘플은 107.67~286.00 D샘플은 104.00~325.00의 팽창력을 보여주었으며 이스트를 첨가하지 않은 A 조건이 가장 낮은 팽창력을 보여주었으며 이스트양이 가장 많은 D조건의 발효종이 가장 높은 발효력을 보여주었다. 발효 팽창력에 영향을 주는 요인은 글루텐 단백질에 의한 그물망구조와 반죽과정에서 이스트에 의해 생성되는 이산화탄소에 의하여 가장 높은 팽창력을 보여준 결과 값이라고 생각된다.

표 6. 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 도우의 발효 팽창력

Sample	Incubation time (min)			
	10	20	40	60
A	106.67±2.89	132.67±2.52	144.33±4.04	185.67±4.93
B	102.00±3.61	147.67±2.52	177.67±.52	235.67±6.03
C	107.67±2.52	155.00±5.00	184.33±4.04	286.00±5.29
D	104.00±4.58	205.00±5.00	228.67±3.21	325.00±5.00



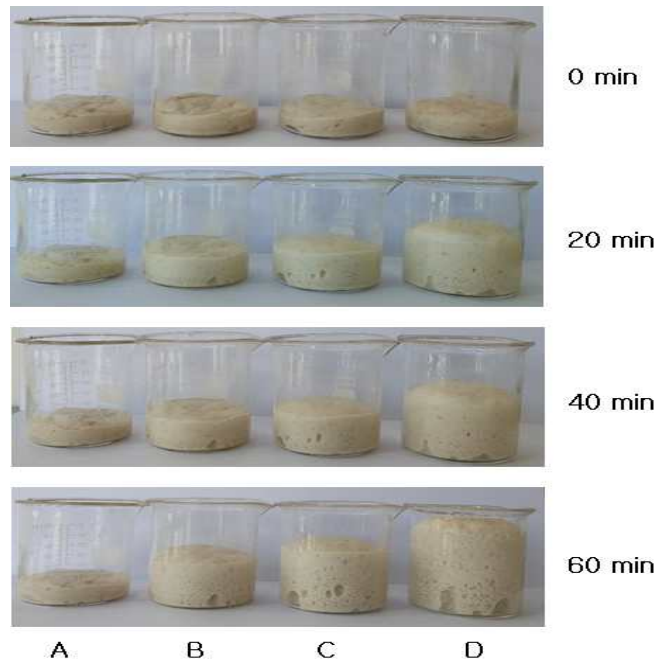


그림 3 . 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 도우의 팽창력

② 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 빵의 부피, 비용적 및 굽기 손실률

아로니아 발효종을 첨가한 빵의 부피, 비용적과 굽기 손실률은 표 7과 같았다. 빵의 품질 평가에 가장 기본적인 판단 지표로 사용되는 부피는 이스트 첨가량이 증가할수록 부피는 증가하였지만 D샘플의 경우 1766.25로 도우의 팽창력에 비해 굽고 나서 부피가 감소하는 경향을 보였다. 이는 굽고 나서 기공의 불안정성 때문에 오븐에서 오븐스프링이 지나치게 늘어났다 굽고 나서 감소하는 결과값을 보여주고 있다. 빵의 부피는 반죽과 굽는 과정에서의 가스 발생력과 가스 보유력에 의하여 영향을 받으며 발생된 가스가 글루텐 그물망 구조에 갇혀 안정적으로 유지되어야 증가될 수 있다. 반죽의 가스 발생력에 영향을 미치는 요인에는 효모의 양과 질, 당의 양, 반죽 온도, 반죽의 산도, 소금 양 등이 있으며 가스 보유력은 단백질의 양과 질, 산화 정도, 가수량, 산도 등이 영향을 미친다고 보고되어 굽고 나서의 품질결과 천연발효빵 제조시 지나친 이스트 사용량은 부피형성에 도움이 되지 않는 것을 알 수 있었다. 비용적은 이스트를 첨가하지 않은 A샘플군이 3.74로 가장 낮았으며 굽기 손실율은 9.43~11.21로 반죽을 발효하는 과정에서 생성된 발효산물 중 휘발성 물질이 있으면 휘발성 물질이 수분과 함께 증발하기 때문에 굽기 손실이 발생하며 같은 굽기 조건에서는 손실률이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질의 착색도 좋다고 알려져 있다. 반죽의 가스 팽창력이 낮으며 오븐 팽창이 적어 부피가 작고, 오븐 열과 반응하는 표면적이 적어서 굽는 과정 중 수분 증발이 저해되었기 때문으로 보이며 굽기 손실률도 반죽에 첨가되는 성분의 종류 및 양, 수분함량의 차이 등에 따라 달라질 수 있는데 굽기에 의한 중량감소의 주된 원인은 오븐에서 빵을 구울 때 발효과정에서 생성된 휘발성 물질과 수분의 증발에 기인되므로 너무 많은 이스트 양은 제품의 부정적 역할을 주는 것으로 사료되어 본 실험을 통해 시제품 개발에 0.2% 정도 사용 하는게 가장 적합할 것으로 판단되었다.

표 7 . 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 빵의 비용적과 굽기손실률

	부피 (mL)	무게 (g)	굽기손실률 (%)	비용적 (mL/g)
A	1504.96±4.99	402.43±0.50	11.21±0.21	3.74±0.02
B	1842.11±32.88	408.01±0.18	10.43±0.02	4.51±0.08
C	1938.10±31.60	403.97±0.56	10.56±0.28	4.80±0.08
D	1766.25±12.53	408.79±0.37	13.43±0.87	4.32±0.03

구워진 후 빵의 색도 값은 크러스트(외부)L(47.92~69.12), a(16.38~18.22), b(30.04~37.92) 크럼(내부) L(74.45~84.97), a(1.55~4.24), b(20.66~57.98)로 이스트첨가량에 따라 크럼(내부), 크러스트(외부)의 결과값을 다르게 보여주었으며 제품의 발효력이 색에 영향을 주는 결과값을 보여주었다. 반죽을 발효하는 과정에서 생성된 발효산물 중 휘발성 물질이 있으면 휘발성 물질이 수분과 함께 증발하기 때문에 굽기 손실이 발생하며 같은 굽기 조건에서는 손실률이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질색의 영향을 주는 결과값이 유사하였다.

표 8. 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 빵의 내부와 외부 색도

샘플		L	+a	+b	$\Delta E^{2)}$
		(Lightness)	(Redness)	(Yellowness)	(Color difference)
외부	A	47.92±0.62	17.43±0.46	36.98±0.36	56.55±0.53
	B	62.88±0.70	16.38±0.56	37.92±0.54	53.58±0.63
	C	69.12±0.24	17.91±0.31	36.04±0.86	57.67±0.12
	D	52.79±0.55	18.22±0.84	30.04±0.21	59.67±0.24
내부	A	74.45±0.70	1.55±0.10	20.66±0.43	30.58±0.80
	B	80.90±0.32	2.80±0.80	26.50±0.06	33.02±0.23
	C	84.97±0.05	4.24±0.11	27.98±0.34	38.44±0.24
	D	75.24±0.37	1.89±0.34	21.59±0.84	35.43±0.34

③ 아로니아 발효액종을 이용한 천연발효빵 품질특성

이스트 첨가량을 달리하여 아로니아 천연발효빵의 텍스처 결과 값은 표 9와 같았다. TPA를 이용한 크럼의 텍스처를 측정된 결과 경도값은 이스트 첨가량이 증가할수록 낮은 경도를 보였으나 샘플 D의 경우 154.79로 경도가 높아지는 결과값을 보여 이는 도우의 부피 팽창력과 유사한 경향을 보였으며 부피값이 높을수록 경도가 낮은 것은 제품의 식감에 영향을 미치는 결과를 보여주었으며 탄성, 응집성, 씹힘성, 회복력 결과값은 샘플 B, C에서 높은 경향을 보여주었고 관능평가결과 샘플B가 가장 높은 선호도를 보여주어 제품 식감이 가장 좋은 것으로 판단되었으며 천연발효빵을 만들기 위해 최소한의 이스트 첨가량을 사용하기 위해 샘플 B의 0.02%가 가장 좋은 제품의 텍스처 값을 줄수 있을 것으로 보인다.

표 9. 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 빵의 텍스처 특성

	경도 (g)	탄성	응집성	씹힘성	회복력
A	209.85±4.65	0.80±0.02	0.85±0.02	95.61±6.07	0.38±0.01
B	121.05±3.04	0.95±0.01	0.80±0.03	115.92±5.90	0.38±0.02
C	116.33±8.71	0.99±0.02	0.76±0.02	100.53±7.95	0.46±0.01
D	154.79±2.39	0.85±0.03	0.80±0.03	98.62±4.21	0.40±0.02

	Preference test				Overall Quality
	Appearance	flavor	Taste	Texture	
A	4.00±0.23	4.18±0.54	3.05±0.84	4.08±0.98	3.70±1.23
B	6.79±0.56	6.47±0.98	7.05±0.14	7.12±0.35	6.98±0.46
C	6.57±0.12	6.47±0.54	7.02±0.28	6.98±0.85	6.12±0.84
D	5.21±0.64	5.55±0.79	5.64±0.24	6.01±0.37	5.01±0.34

④ 아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리한 천연발효빵의 발효력 및 외관, 단면특성

아로니아 발효종에 이스트 첨가량을 달리하여 빵을 구운 후 외관과 단면을 보여주는 것은 그림 4와 같았다. 외부의 색상은 육안으로 비슷하게 보이지만 발효력이 가장 낮은 이스트를 첨가하지 않은 샘플 A의 경우 윗면에 크랙이 형성되어 부피가 가장 작은 것을 볼 수 있으며 앞쪽의 결과 표와 같이 B, C의 부피감이 가장 높게 형성되는 것을 볼 수 있으며 제품의 품질이 가장 좋은 것으로 보인다. 단면의 본 결과 A 샘플은 조밀한 기공이 많이 형성되어 이는 경도에 영향을 주는 것으로 보이며 가장 식감이 단단한 결과를 보여주었으며 이에 반해 균일한 기공과 부피감을 주는 B, C의 샘플은 식감이 부드러우면서 씹힘성이 가장 좋을 것으로 보여 이는 텍스처 결과값과 일치하는 것을 볼 수 있다.

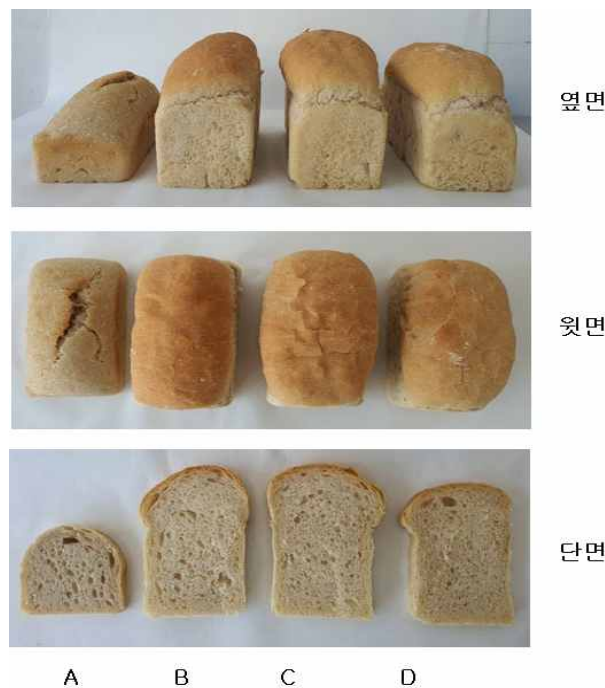


그림4. 이스트 첨가량에 따른 천연발효빵의 품질특성(옆면, 윗면, 단면)

(다) 아로니아 천연발효 곡물빵 곡물종류에 따른 제품개발

아로니아 천연발효 곡물빵을 개발하기 위해 4가지 곡물을 이용하여 제품개발 테스트를 진행하기로 하였다. 본 실험에 사용한 곡물은 호밀, 통곡물, 크라프트믹스, 3가지 혼합 곡물 이렇게 총 4가지 샘플을 이용하여 실험을 진행하였다. 호밀은 주로 빵을 만드는 밀가루로 만들어 먹는 것이 보편적이며 밀보다 영양소가 풍부하고 건강하지만 탄력성이 부족해 밀과 혼합해 빵을 만들어 사용하고 있으며 특유의 진한 색깔 때문에 호밀가루로만 만든 빵은 검은 빵이라고 불리기도 한다. 약간 시큼한 맛과 단단한 질감을 가지고 있으며 탄수화물이 풍부하게 들어있고 단백질

질, 칼륨, 비타민B가 조금 들어있어 곡물빵에 많이 사용되고 있는 재료중에 하나이다. 통곡물은 속겨를 벗기지 않은 곡물로 포만감을 느낄 수 있으며 섬유질이 그대로 살아있어 적은 양으로도 포만감을 줄수 있다고 하여 최근 각광받고 있는 재료 중에 하나이나 글루텐 함량이 부족하여 빵에 적합성을 조금 낮은 것으로 보고되고 있다. 크라프트 콘믹스는 혼합가루로 밀트, 귀리, 콩, 호밀가루, 아마인씨, 해바라기씨등이 포함되어 있어 소프트한 식감을 내며 섬유질, 미네랄이 풍부해 건강빵, 다이어트 빵등에 많이 사용되고 있는 재료이다. 이 3가지 재료는 동량을 혼합하여 하나의 샘플로 사용하였다. 이렇게 4가지 샘플을 사용하여 곡물빵 제조에 기본 원료로 사용하였다. 아로니아 발효종을 이용한 곡물빵의 레시피는 표 10과 같았다.

표 10 . 아로니아 발효종을 이용한 곡물빵의 레시피

(g)

	Sample			
	A(호밀)	B(통곡물)	C(크라프트)	D(믹싱)
가루	1000	1000	1000	1000
설탕	60	60	60	60
제빵계량제	1	1	1	1
쇼트닝	30	30	30	30
분말우유	40	40	40	40
소금	10	10	10	10
물	570	570	570	570
3차원종	1000	1000	1000	1000
생이스트	4	4	4	4

① 도우반죽의 발효 팽창력

아로니아 발효종을 이용한 곡물빵의 발효 시간에 따른 발효 팽창력은 곡류의 종류의 따라 팽창력이 다른 결과를 보여주었다. 호밀가루의 경우 105.21~190.23, 통곡물 104.22~170.29, 크라프트콘믹스 106.33~192.78, 믹스 104.99~170.94의 팽창력값을 보여주어 발효시간에 따라 C 샘플이 가장 높은 팽창력 값을 보여주고 있다. 통곡물의 경우 식이섬유함량이 높아 발효력이 떨어지는 것을 볼수 있으며 곡물에 들어있는 구성성분에 따라 발효성에 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

표 11. 아로니아 발효액중의 곡물빵발효 팽창력

Sample	Incubation time (min)			
	10	20	40	60
A	105.21±3.21	120.34±4.21	182.31±4.67	190.23±4.56
B	104.22±4.56	115.32±4.57	164.54±7.21	170.29±6.58
C	106.33±8.54	125.79±3.24	188.21±5.62	192.78±5.59
D	104.99±4.57	101.38±6.65	165.41±8.54	170.94±2.59

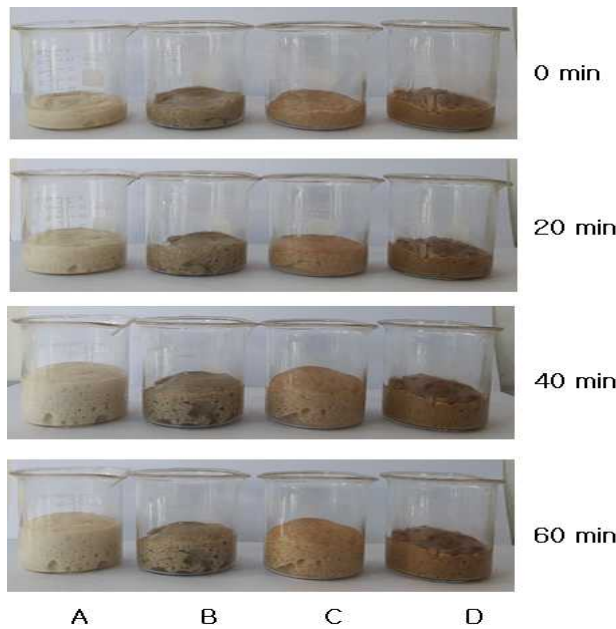


그림 5. 곡물종류에 따른 도우의 발효력

② 빵의 부피, 비용적 및 굽기 손실률

아로니아 발효액을 첨가한 곡물빵의 부피, 비용적 및 굽기 손실율을 표 12와 같았다. 부피 값은 1385.82~1912.38로 도우의 발효력과 굽고나서 빵의 부피는 다른 결과값을 보여주고 있다. 빵의 부피는 반죽과 굽는 과정에서의 가스 발생력과 가스 보유력에 의하여 영향을 받으며 발생된 가스가 글루텐 그물망 구조에 갇혀 안정적으로 유지되어야 증가될 수 있다. 반죽의 가스 발생력에 영향을 미치는 요인으로 곡물안에 들어있는 구성성분에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 굽고나서 가장 안정적인 특성을 보인 통곡물과 믹스혼합이 가장 품질특성이 좋은 것으로 보여 향후 제품개발에 곡물을 혼합하여 사용하거나 통곡물을 사용하여 제품개발에 원료로 이용하여 아로니아 천연발효곡물빵을 제조하는 것이 가장 좋을것으로 보인다.

표 12 . 아로니아 발효종을 첨가한 곡물빵의 비용적과 굽기손실률

	부피 (mL)	무게 (g)	굽기손실률 (%)	비용적 (mL/g)
A	1385.82±25.14	403.20±0.40	10.42±0.28	3.44±0.06
B	1850.54±25.58	401.29±1.05	11.01±0.73	4.61±0.05
C	1690.94±13.54	404.74±0.45	10.28±0.43	4.18±0.04
D	1912.38±17.58	402.18±1.11	12.03±0.28	4.76±0.03

아로니아 천연발효종을 이용한 곡물빵의 색도 결과값은 표 13과 같다. 구워진 후 빵의 색도 값은 크러스트(외부)L(43.15~67.61), a(12.28~15.28), b(29.12~38.95) 크림(내부) L(50.50~78.45), a(1.15~-1.89), b(21.68~23.71)로 곡물의종류별 크림(내부), 크러스트(외부)의 결과값을 다르게 보여주었으며 제품의 발효력이 색에 영향을 주는 결과값을 보여주었다. 곡물 본 원료의 색상이 색도에 영향을 주고 있으며 이는 소비자의 식감에도 영향을 줄수 있을 것으로 보인다.

표 13 . 아로니아 발효종을 첨가한 곡물빵의 내부와 외부 색도

샘플		L (Lightness)	+a (Redness)	+b (Yellowness)	$\Delta E^{2)}$ (Color difference)
외부	A	60.56±0.53	15.28±00.5	36.59±0.44	55.43±.35
	B	63.29±0.84	15.15±0.23	36.89±.93	53.76±.17
	C	43.15±.55	21.11±.97	29.12±0.88	66.56±.40
	D	67.61±0.43	12.28±.36	38.95±0.56	51.75±0.09
내부	A	61.88±1.88	1.15±0.01	21.68±.14	43.10±1.65
	B	78.41±.56	1.15±0.04	23.23±1.01	31.27±0.86
	C	50.50±.15	-1.89±0.08	23.71±0.59	54.08±.29
	D	78.45±1.76	-0.94±.02	21.46±0.64	29.95±.74

③ 아로니아 발효액종을 이용한 천연 곡물발효빵 품질특성

곡물종류를 달리하여 아로니아 천연발효빵의 텍스처 결과 값은 표 14와 같았다. TPA를 이용한 크럼의 텍스처를 측정된 결과 경도값은 곡물에 종류에 따라 157.36~362.38로 호밀을 첨가한 샘플이 가장 단단한 경도값을 가졌으며 통곡물 167.98, 믹스혼합 157.36으로 낮은 경도를 보여 식감이 가장 부드러운 질감을 가질것으로 보이며 탄성은 0.65~0.91로 호밀이 가장 높은 탄성을 가지고 있으며 응집성은 0.60~0.68로 믹스혼합이 가장 높은 응집성을 보이며 씹힘성은 크라프트 믹스가 207.07로 가장 높은 결과값을 보여주었다. 관능평가 결과 믹스혼합이 가장 높은 선호도를 보여주었다. 이 결과를 통해 아로니아 발효종을 첨가한 곡물빵 제조에 있어 어떠한 식감을 가지는 제품을 만드느냐에 따라 곡물을 선택하여 제품개발에 사용하면 좋을 것으로 생각된다.

표 14. 아로니아 발효액종을 이용한 천연 곡물발효빵 텍스처 특성

샘플	경도(g)	탄성	응집성	씹힘성	회복력
A	362.38±32.13	0.91±0.06	0.61±.03	155.96±38.57	0.29±0.01
B	167.98±21.55	0.81±.01	0.65±0.01	106.80±49.96	0.27±.01
C	222.39±18.87	0.87±0.02	0.60±.02	207.07±14.20	0.26±0.01
D	157.36±29.60	0.65±.02	0.68±.02	111.71±7.25	0.20±0.01

	Preference test				Overall Quality
	Appearance	flavor	Taste	Texture	
A	3.21±0.51	3.46±0.97	3.98±0.45	4.02±0.65	4.06±0.37
B	6.84±0.24	5.05±0.34	6.01±0.54	6.23±0.24	6.25±0.46
C	5.06±0.34	5.99±0.88	5.24±0.64	5.79±0.84	5.62±0.34
D	7.02±0.95	7.42±0.54	7.01±0.88	7.46±0.98	7.01±0.66

④ 아로니아 발효액종을 이용한 천연곡물 발효빵의 발효력 및 외관, 단면특성

곡물의 종류의 따라 아로니아 발효액종을 이용한 천연곡물빵 제조시 외관과 단면의 특성은 그림 6과 같았다. 호밀빵의 경우 부피감이 가장 적으며 조밀한 기공을 형성하여 다소 단단한 특성을 보여주고 있으며 통곡물과 믹스혼합한 곡물빵의 경우 부피형성과 내부의 기공이 가장



잘 형성되어 제품으로서 품질이 가장 우수하게 평가되었으며 본 연구결과에서는 표로 제시하지 않았지만 관능평가 결과 믹스 가루가 가장 좋은 선호도를 보여주었다. 크라프트 믹스를 이용한 곡물빵은 굵고 나서 어두운 색상을 보여주는 것은 믹스 가루안에 들어있는 몰트에 영향과 당과의 카라멜화 반응에 의해 굵고나서 다른 곡물에 비해 진한 갈색을 형성하는 것을 볼 수 있다.

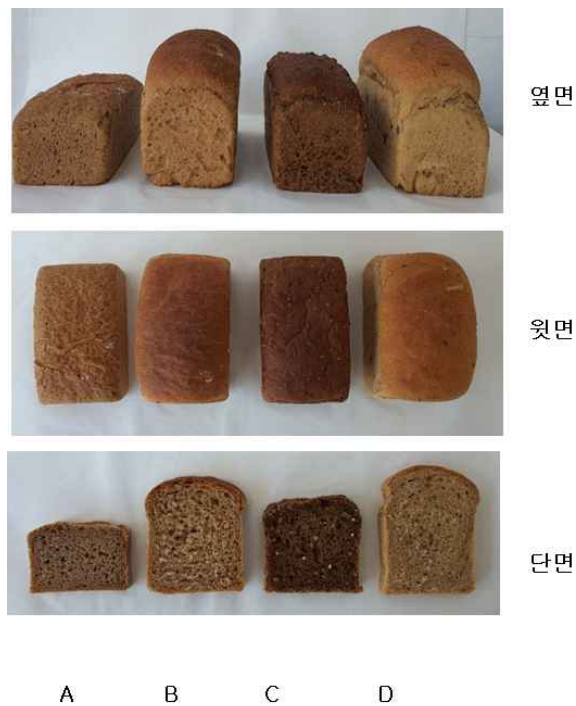


그림 6. 곡물종류 따른 천연발효빵의 품질특성(옆면, 윗면, 단면)

## 2절. 아로니아 발효 콩포트 가공공정 확립

콩포트는 17세기 프랑스에서 유래한 후식의 일종으로 과일과 시럽으로 만들어 먹는 후식의 일종으로 프랑스어로 콩포트는 “섞기”를 의미하며 모든 과일을 물에 섞고 설탕과 향신료 넣어 약열로 만들어 바닐라, 레몬, 오렌지, 시나몬을 더해서 만든제품으로 아로니아의 경우 짙은맛 때문에 선호도가 떨어지는 재료중에 하나이나 이번 연구를 통해 아로니아의 발효과정을 통해 짙은맛을 줄여서 음료, 소시, 디저트용 베이스로 사용가능한 아로니아 콩포트 개발을 만들고자 한다.

예비 테스트를 통해 발효된 아로니아 상태의 따라 짙은맛의 정도가 다르다는 것을 알고 아로니아 콩포트 처리조건을 으갠과 믹서기를 이용하여 분쇄하여 처리조건을 달리하여 콩포트를

제조하였다. 발효 콩포트를 만들기 위해 통아로니아를 으개서 10일정도 발효한 레몬청과 레몬 제스트를 이용하여 약열에 처리하여 아로니아 콩포트를 개발하였다. 아로니아 콩포트 영양성분 분석결과 100g당 235 kcal, 나트륨 95mg(5%), 탄수화물 58g(18%), 당류 47g(47%), 지방 0g(0%), 트랜스지방 0g(0%), 포화지방 0g(0%), 콜레스테롤 0mg(0%), 단백질 0g(0%)를 가지고 있다.



그림 7. 발효 콩포트 전처리 조건



그림 8. 발효 콩포트 전처리 조건

아로니아 콩포트를 이용하여 시제품 개발후 그림 9와 같이 카페납품 후 다양한 음식 소스로 활용하고 있음



그림 9. 아로니아 콤포트 소스로 활용

아로니아 콤포트를 이용하여 시제품 개발후 그림 10과 같이 카페납품후 다양한 음료 활용하고 있음

<p>아로니아콤포트를 곁들인요거트</p>	<p>아로니아 콤포트 아이스크림</p>	<p>아로니아 차</p>
<p>아로니아 스무디</p>	<p>아로니아 베리에이드</p>	<p>아로니아 라떼</p>

그림 10. 아로니아 콤포트 음료로 활용



### 3절. 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 및 발효 콩포트 사업화

#### 1. 아로니아 천연발효종 및 콩포트를 이용한 빵 및 베이커리류 제품화

##### 가. 아로니아 천연발효종을 이용한 일반빵

아로니아 발효종과 아로니아 콩포트를 활용한 시제품 개발을 진행하기 위해 표 15와 같이 아로니아콩포트 함량별로 일반빵 테스트를 진행하였다. 배합표는 표 15와 같이 진행하였다.



시제품 개발에 사용하는 아로니아 3차 완종

표 15 . 아로니아 발효종과 아로니아콩포트를 이용한 일반빵의 레시피

(g)

	sample			
	A	B	C	D
가루	1000	1000	1000	1000
설탕	60	60	60	60
제빵계량제	1	1	1	1
쇼트닝	30	30	30	30
분말우유	40	40	40	40
소금	10	10	10	10
물	570	570	570	570
3차원종	1000	1000	1000	1000
생이스트	4	4	4	4
발효 아로니아콩포트	100	150	200	300

아로니아 콩포트 함량별로 제품을 만들 품질특성 결과 표 16과 같았다. 볼륨은 706.97~750.36으로 첨가량이 많아질수록 부피가 증가하는 경향을 보였으며 색도 또한 외부와 내부 아로니아 콩포트 첨가량이 많아질수록 외부 색상이 점점 어두어 지는 것을 볼수 있으며 크럼의 내부또한 첨가량이 증가할수록 내부색이 어두어 지는 것을 볼수 있었다. 이는 콩포트의 당 함량이 발효력에 영향을 미쳐 색도와 부피등에 영향을 미치는 결과로 보이며 텍스처 결과 경도가 첨가량이 증가할수록 낮아지는 결과를 보여 콩포트가 일반빵의 식감개선에 효과를 주는 것으로 사료된다. 구워진빵의 외관과 단면은 그림 11과 같이 외관의 부피는 첨가량에 영향을 보여주며 내부색상과 빵의 질감 또한 영향을 주는 것을 볼수 있다. 이결과 콩포트 첨가량은 색상, 질감, 부피 개선에 효과를 주는 것을 확인할 수 있었다.

표16. 아로니아 발효종과 아로니아 콩포트 첨가량에 따른 일반빵의 품질특성

Characteristics	sample			
	A	B	C	D
Weight (g)	205.67±1.21	212.77±3.12	223.38±2.65	235.24±5.06
Volume (mL)	706.97±2.79	723.32±2.61	731.33±1.16	750.36±1.00
Specific volume (mL/g)	3.44±.06	3.40±.04	3.27±.04	3.19±0.07
Crust color L	55.70±0.44	55.21±0.12	56.55±0.44	56.76.±15.8
Crust color a	10.76±0.30	12.49±0.13	15.80±1.07	15.35±0.10
Crust color b	35.59±2.24	35.63±0.23	36.73±.24	38.62±0.32
Crumb color L	62.14±1.69	65.56±1.10	59.28±.82	56.04±0.93
Crumb color a	2.44±0.24	1.75±0.38	-1.90±0.10	-0.83±0.04
Crumb color b	11.72±0.16	15.57±0.26	16.66±.32	18.03±0.56
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	151.64±2.64	144.49±3.65	133.43±8.32	130.10±2.68
Cohesiveness	0.94±0.05	0.87±0.02	0.84±0.03	0.74±0.02
Springiness	0.65±0.02	0.62±0.01	0.63±0.02	0.57±0.02
Gumminess (g)	147.45±13.92	143.73±2.08	131.73±1.19	115.30±4.05
Resilience	0.27±0.04	0.26±0.01	0.25±0.01	0.20±0.01

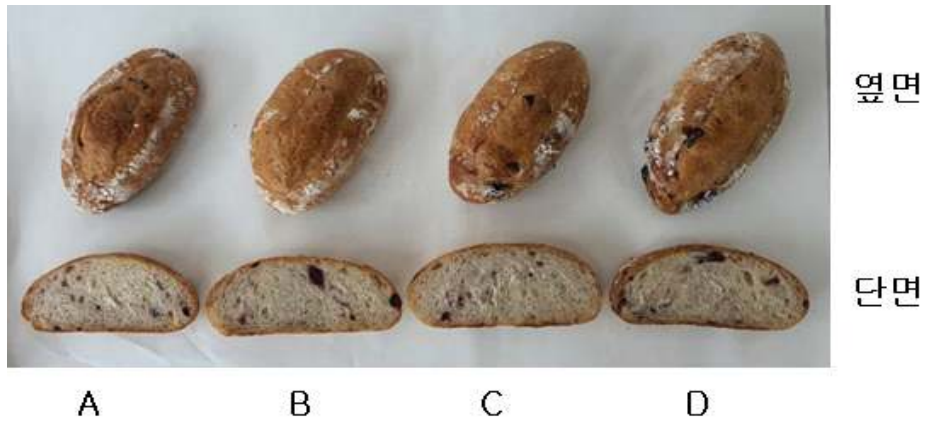


그림 11. 아로니아발효종과 콩포트함량에 따른 빵의 품질특성(옆면, 단면)

아로니아 발효종과 아로니아 콩포트를 활용한 시제품 개발을 진행하기 위해 표 17과 같이 아로니아콩포트 함량별로 곡물빵 테스트를 진행하였다.

표 17 . 아로니아 발효종과 콩포트를 이용한 곡물빵의 레시피

(g)

	sample			
	A(호밀)	B(통곡물)	C(크라프트)	D(믹싱)
믹싱가루	1000	1000	1000	1000
설탕	60	60	60	60
제빵계량제	1	1	1	1
쇼트닝	30	30	30	30
분말우유	40	40	40	40
소금	10	10	10	10
물	570	570	570	570
3차원종	1000	1000	1000	1000
생이스트	4	4	4	4
아로니아콩포트	100	150	200	300

아로니아 콩포트 함량별로 제품을 만들 품질특성 결과 표 18과 같다. 볼륨은 402.20~433.95 가량이 많아질수록 부피가 증가하는 경향을 보였으며 색도 또한 외부와 내부 아로니아 콩포트 첨가량이 많아질수록 외부 색상(50.85~54.76)이 점점 어두어 지는 것을 볼 수 있으며 크럼의 내부 또한 첨가량이 증가할수록 내부색이 어두어 지는 것(61.38~52.16)을 볼 수 있다. 이는 콩포트의 당 함량이 발효력에 영향을 미쳐 색도와 부피등에 영향을 미치는 결과로 보이며 텍스처 결과 경도가 첨가량이 증가할수록 낮아지는 결과를 보여 콩포트가 곡물빵의 식감개선에 효과를 주는것으로 사료된다. 구워진빵의 외관과 단면은 그림 12와 같이 외관의 부피는 첨가량에 영향을 보여주며 내부색상과 빵의 질감 또한 영향을 주는 것을 볼 수 있다. 이결과 콩포트 첨가량은 색상, 질감, 부피 개선에 효과를 주는 것을 확인할 수 있었다. 시제품개발시 콩포트를 첨가량을 늘려서 사용할 계획이다.

표18. 아로니아 발효종과 아로니아 콩포트 첨가량에 따른 곡물빵의 품질특성

Characteristics	Sample			
	A	B	C	D
Weight (g)	110.63±0.60	115.58±2.99	113.23±3.01	111.58±2.28
Volume (mL)	402.20±2.67	411.30±1.01	421.74±1.69	433.95±11.09
Specific volume (mL/g)	3.64±0.01	3.56±0.09	3.73±0.08	3.89±0.09
Crust color L	50.85±0.52	52.71±0.46	55.19±.59	54.76±.52
Crust color a	8.40±0.16	7.66±0.43	6.32±.39	4.45±0.22
Crust color b	23.04±1.88	15.25±0.17	13.32±.46	11.13±0.066
Crumb color L	61.38±1.07	60.33±0.21	56.97±1.30	52.16±0.74
Crumb color a	1.52±0.31	0.80±0.25	-2.13±.19	-3.77±0.17
Crumb color b	5.33±.25	4.63±0.26	2.63±0.28	2.16±.18
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	171.96±2.60	160.43±3.65	148.75±8.32	140.43±2.68
Cohesiveness	1.18±0.05	1.19±0.02	1.08±0.03	0.94±0.02
Springiness	0.74±0.01	0.71±0.02	0.66±0.02	0.65±0.03
Gumminess (g)	167.76±13.92	153.96±2.08	144.97±1.91	125.54±4.05
Resilience	0.28±.04	0.29±0.01	0.30±0.01	0.23±.01

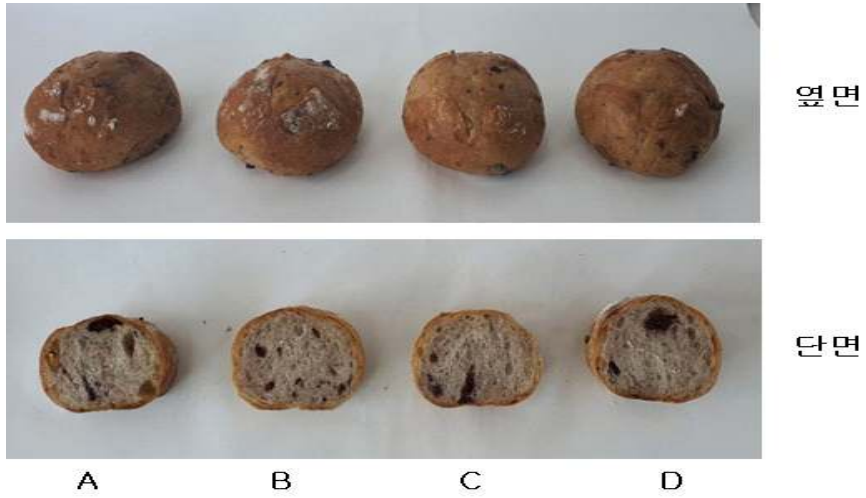


그림 12. 아로니아발효종과 콩포트함량에 따른 곡물빵의 품질특성(옆면, 단면)

## 2. 아로니아 천연발효빵 및 발효 콩포트 포장디자인 개발

아로니아 천연발효종을 사용한 일반빵과 곡물빵에 사용한 제품 디자인은 그림 13과 같다.



그림 13. 아로니아 발효액 (천연발효빵, 천연곡물빵) 패키지 디자인



아로니아 콩포트에 사용한 제품 디자인은 그림 14와 같다.



그림 14. 아로니아 콩포트 시제품 패키지 디자인

### 3. 아로니아 천연발효빵 및 발효 콤포트 시제품 생산



재료	무게(g)
발효 아로니아 (으깬 아로니아)	1000
레몬숙성청	200
레몬제스트	30
올리고당	100

그림15. 아로니아 콤포트 시제품

#### 제조법

1. 100일 발효시킨 아로니아를 으깨서 준비
2. 일주일 숙성된 레몬청(설탕: 레몬 1:1)을 레몬을 다지고 시럽을 사용
3. 레몬제스트혼합
4. 약한불로 10분정도 맞춰서 농도와 당도 조절
5. 콤포트 완성

-아로니아 발효액 사용한 천연발효빵

○ 아로니아 누아



재료	무게(g)
아로니아종	1000
강력분	1000
분유	30
설탕	30
식물성유지	30
흰자	30
소금	17
물	300
아로니아콩포트	200

제조법

- 반죽

1. 27℃, 최종단계
2. 믹싱볼에 종 반죽을 혼합, 체질한 재료(강력분, 소금, 설탕, 분유)혼합
3. 액체재료(흰자, 물)혼합, 식물성유지를 넣고 믹싱
4. 아로니아콩포트혼합
5. 발효(1차발효 실온: 27℃,60~120분)
6. 분할: 255g, 둥글리기, 중간발효: 20분
7. 정형: 쿠베형으로 성형
8. 팬닝: 면포위에 정현한 반죽을 넣는다.
9. 2차발효 :30~32℃,75% 60~90분
10. 굽기 160/230℃ 스팀후 200℃ 25분

○ 빵오 아로니아 세이글



재료	무게(g)
강력분	1000
아로니아발효종	1000
소금	24
설탕	30
분유	30
식물성유지	45
물	445
아로니아콩포트	200

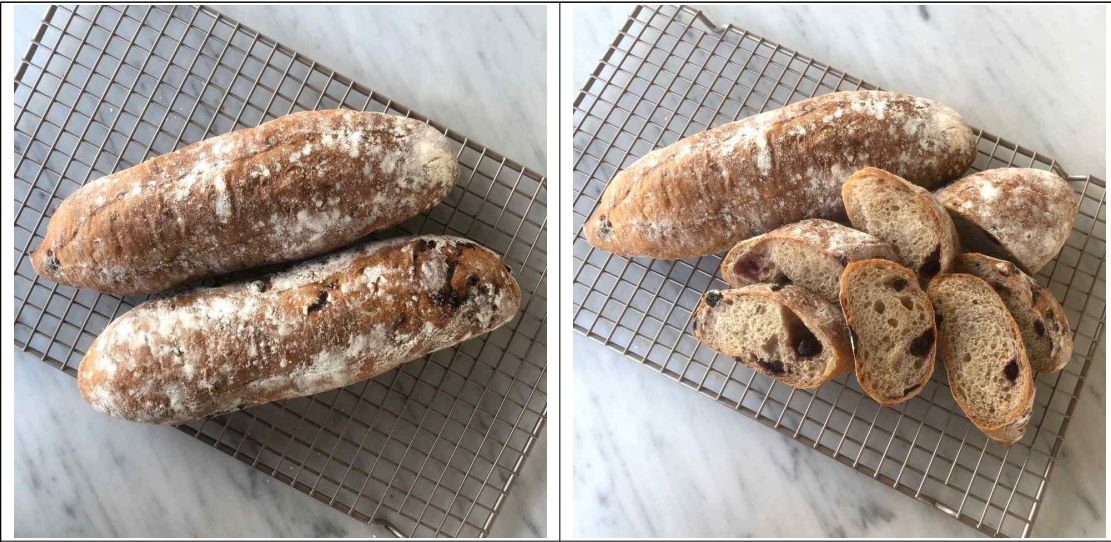
제조법

- 반죽: 24℃, 최종단계

1. 믹싱볼에 종 반죽을 혼합
2. 체질한 재료(강력분, 소금, 설탕, 분유)혼합, 액체재료혼합
3. 식물성유지를 넣고 믹싱, 아로니아콩포트혼합
4. 발효(1차발효 실온: 27℃, 60~120분)
5. 분할: 150g, 둥글리기
6. 중간발효: 20분
7. 정형: 원형으로 성형
8. 팬닝: 면포위에 정형한 반죽을 넣는다.
9. 2차발효 : 30~32℃, 75% 70~90분
10. 굽기 160/230℃ 스팀후 200℃ 25분

-아로니아 발효액 사용한 천연곡물빵

○ 통밀곡물 브레드



재료	무게(g)
아로니아종	1000
오트밀	400
통밀혼합가루	1000
소금	30
레몬즙스	360
우유	1000
몰트	10
아로니아콩포트	300
견과류	300

제조법

- 반죽:24℃, 픽업단계

1. 믹싱볼에 종 반죽을 혼합
2. 체질한 가루혼합
3. 액체재료혼합
4. 식물성유지를 넣고 믹싱
5. 아로니아콩포트혼합(견과류 전처리 하루전)
6. 휴지: 5분
7. 분할 450g
8. 정형: 25cm 길이로 성형
9. 팬닝: 면포위에 정형한 반죽을 넣는다. 칼집넣기
10. 2차발효 :30~32℃,75% 70~90분
11. 굽기 200/180℃ 스팀후 180℃ 25분





그림 16. 아로니아 발효종을 이용한 다양한 빵류 시제품 판매

### 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 3-1. 목표

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 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		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10			10		30	10		20				10	5			5			
최종목표	1			1		3	40		1			1	2	2			2			
연기간내 달성실적	1			1		3	2		1			1	2	3			2	2		
달성율(%)	100			100		100	5		100			100	100	150			100			

#### 3-2. 목표 달성여부

- 연구기반 지표인 논문, 학술발표, 홍보전시는 100% 달성화였고 교육지도는 3건으로 150% 달성하였으며 목표에는 없었으나 수상실적 1건과 미생물 기탁 1건을 초과달성하였음
- 사업화 성과인 특허출원, 고용창출, 기술실시, 제품화는 모두 100% 달성하였으나 매출액은 부족한 상태임
- 제품개발이 완료되는 시기인 19년 12월 이후 코로나로 인한 사회적 거리두기로 인해 박람회 및 축제 등이 취소되어 마케팅에 어려움이 있었고 그에 따른 불경기로 인해 매출 달성에 어려움이 큰 상태임. 특히 오프라인 매출을 주력으로 하고 있는 본사에서는 SNS 이벤트 등을 통해 매출달성을 위한 노력을 하였으나 코로나로 인한 타격이 매우 큰 실정임.

#### 3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 개발 제품은 원료의 발효기간이 필요한 제품으로 시제품 완성 시기가 늦어졌고 코로나로 인해 매출액 달성이 미흡하였으며 지속적으로 온라인, 오프라인 홍보마케팅을 통해 연구종료후 매출액 증대에 기여, 아로니아 발효액을 이용한 다양한 소스와 브런치 개발 등 다양한 제품으로 출시 예정임
- 현재 등록된 신규 균주를 활용한 다양한 베리류 발효음료류 개발 예정
- 신규 등록된 유산 균주를 활용한 probiotic, postbiotic 연구 예정
- 신규 효모균주 등록을 통한 천연발효종 및 제품개발 연구를 진행할 예정임

## 4장 연구결과의 활용 계획 등

### 1. 교육, 지도, 홍보 등 기술확산 계획 등

- 수확시기에 따른 아로니아 품질특성 연구 결과를 토대로 농가 및 가공업체 간담회를 통해 아로니아 수확시기 및 가공품질 특성을 홍보하여 연구결과 활용도를 높이고자 함
- 아로니아 발효에 의해 안전성 및 기능성 증가에 관한 연구 결과를 아로니아 가공 업체에 홍보하여 다양한 발효제품으로 가공될 수 있도록 함
- 올라이스 매장을 이용하는 소비자에게 아로니아 발효 제품과 베이커리의 안전성 및 기능성에 관한 홍보물 배포 및 시식 행사 등을 통해서 소비자에게 꾸준히 상품을 홍보하고, 유사 디저트 카페 매장 점주들에게 꾸준히 홍보할 예정임
- 기존처럼 축제 및 박람회에 참석하여 상품 홍보 및 바이어 발굴 예정
- 천연발효종은 다양한 빵 제품에 응용할 수 있으며, 발효 콩포트는 디저트, 음료, 베이커리 제품 등 다양한 응용제품으로 사업화 추진하여 활용할 계획임. 현재 아로니아는 원액 및 분말 시장에 한정되어 있어, 본 사업에서 개발된 제품을 기반으로 아로니아 시장이 베이커리, 디저트 시장으로 확대 될 것으로 기대함
- 아로니아 수확시기에 따른 원료의 품질관리를 통해 아로니아의 원료의 균질성 관리를 통해 아로니아 발효종 및 발효 콩포트가 베이커리 및 디저트, 음료 등 다양한 분야로 활용될 수 있는 것을 지자체 지원을 통해 홍보하도록 하겠음

### 2. 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

- 아로니아 발효에 따른 안전성 및 기능성 향상에 따른 연구결과를 보완실험 후 논문을 게재할 예정임
- 이번 연구를 통해 신규 유산균 및 효모를 발견하여 유산균은 기탁을 하였으나 아직 보완 실험이 필요한 균주가 있어 이에 대한 보완실험 후 이에 대한 특허를 출원할 계획임
- 아로니아 발효액에서의 신규 균주에 대한 탐색 등에 대한 연구를 진행할 계획이며, 천연발효빵 및 발효 콩포트에 대한 특허출원 가능 여부를 추후 검토하여 추진하고자 함

### 3. 추가연구, 타 연구에 활용 계획 등

- 이번 연구를 통해 발견된 균주에 관한 특성 조사 등 추가적인 연구가 필요하며, 신규 과제



를 확보하여 균주 활용 제품 개발에 대한 추가 연구를 진행할 계획임

- 향후 아로니아 열매 및 아로니아 발효액에 함유된 페놀성 화합물 연구를 통해 발효에 의한 성분 변화의 기전 연구를 추진 할 계획임

#### 4. 마케팅 전략

- 당사의 판매장을 활용하여 발효 콩포트를 활용한 디저트, 음료, 베이커리 제품 등 다양한 응용제품으로 사업화 추진
- 홈페이지, 인스타 등 SNS 활용 홍보
- 당사에서 운영하는 베이커리 카페매장 및 플리마켓 등을 통한 오프라인 판매
- 아로니아 원물 생산 농가 및 영농조합과 연계하여 온오프라인 공동마케팅 추진
- 타사 디저트 카페 등에 천연발효빵 및 콩포트 납품을 통한 B2B판매
- 전남대학교 자회사 협약을 진행하였고 프랜차이즈 사업으로 확대하고자 함

## 붙임. 참고문헌

- Andrzejewska J, Sadowska K, Klóska Ł, Rogowski L. 2015. The effect of plant age and harvest time on the content of chosen components and antioxidative potential of black chokeberry fruit. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus* 14(4):105-114.
- Arts MJTJ, Haenen GRMM, Voss HP, Bast A. 2004. Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay. *Food Chem Toxicol* 42(1):45-49.
- Cha HS, Hwang JB, Park JS, Park YK, Jo JS. 1999. Changes in chemical composition of Mume(*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korean J Food Preserv* 6(4):481-487.
- Choi JS, JH Lee, Park JH, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus daviana*. *Korean J Pharmacol* 24(4):299-303.
- Choi S, Yun KW, Kim YD, Jin SW, Kim KJ, Kang KY, Koh YW, Im S, Jeong SW, Seo KS. 2017. Changes of useful components and biological activities of *Solanum nigrum* Linne fruit according to different harvest time. *Korean Soc Food Preserv* 24(6):849-856.
- Friend J, Rhodes MJC. 1981. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. Academic Press, NY, USA. pp 1-40.
- Han SK, Song YS, Lee JS, Bang JK, Suh SJ, Cho JY, Moon JH, Park KH. 2010. Change of the chemical constituents and antioxidant activity during microbial-fermented tea (*Camellia sinensis* L.) processing. *Korean J Food Sci Technol* 42(1):21-26
- Hong JY, Nam HS, Kim NW, Shin SR. 2006. Changes on the components of *Elaeagnus multiflora* fruits during maturation. *Korean J Food Sci Technol* 13(2): 228-233.
- Hwang ES, Do Thi N. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 46(3):303-308.
- Jeppsson N & Johansson R. 2000. Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 75(3):340-345.
- Kaack K, Kühn BF. 1992. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) for manufacture of a food colorant. *Tidsskr Planteavl* 96(2):183-196.
- Kawecki Z, Tomaszewska Z. 2006. The effect of various soil management techniques on growth and yield in the black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Elliot). *J. Fruit Ornam. Plant Res.* 14:67-73.
- KFDA. 2012. Korea health supplements food standard codex. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. pp 529.
- Kim JH, Auger C, Kurita I, Anselm E, Rivoarilala LO, Lee HJ, Lee KW, Schini-Kerth VB. 2013. *Aronia melanocarpa* juice, a rich source of polyphenols, induces endothelium-dependent relaxations in porcine coronary arteries via the redox-sensitive

activation of endothelial nitric oxide synthase. *Nitric Oxide* 35(1):54-64.

- Kim JM, Shin M. 2011. Characteristics of *Rubus coreanus* Miq. Fruits at different ripening stages. *Korean J Food Sci Technol* 43(3):341-347.
- Kim SH, Chung HG, Jang YS, Park YK, Park HS, Kim SC. 2005. Characteristics and screening of antioxidative activity for the fruit by *Rubus coreanus* Miq. Clones. *J Korean For Soc* 94(1):11-15.
- Kim YD, Ha KY, Lee KB, Shin HT, Cho SY. 1998. Varietal variation of anthocyanin content and physicochemical properties in colored rice. *Korean J Breed Sci* 30(3):305-308.
- Krenn L, Steitz M, Schlicht C, Kurth H, Gaedcke F. 2007. Anthocyanin- and proanthocyanidin-rich extracts of berries in food supplements - analysis with problems. *Pharmazie* 62(11):803-812.
- Kulling SE, Rawel HM. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)-a review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med* 74(13):1625-1634.
- Oszmiański J, Lachowicz S. 2016. Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds. *Molecules* 21(8):1098-1111.
- Oszmiański J, Wojdyło A. 2005. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol* 221(6):809-813.
- Park HJ, Jeong SH, Yoon HH, Jung JH, Song JY. 2014. Optimization of the acetic acid fermentation for aronia vinegar using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 30(6): 792-799.
- Seidemann J. 1993. Chokeberries a fruit little-known till now. *Deutsche Lebensmitt-Rundschau* 89(5):149-151.
- Shim KH, Sung NK, Choi JS, Kang KS. 1989. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J Korean Soc Food Nutr* 18(1):101-108.
- Stefka V, Kuzmanova V, Belcheva A. 2006. Current knowlege of *Aronia Melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia Medica* 48(2):11-17.
- Szahdek A, Borowska J. 2004. Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 4(41)S:5-28.
- Tosun I, Ustun NS, Tekguler B. 2008. Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Sci Agric* 65(1):87-90.
- Valcheva-Kuzmanova SV, Belcheva A. 2006. Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia Medica* 48(2):11-17.
- Won J, Shin H, Oh Y, Han H, Kwon Y, Kim D. 2018. Tree growth and fruit characteristics of 'Nero' black chokeberry according to different cultivation regions and altitudes. *Korean J Plant Res* 31(2): 136-148.
- Yang H, Kim YJ, Shin Y. 2019. Influence of ripening stage and cultivar on physicochemical properties and antioxidant compositions of aronia grown in south Korea. *Foods* 8(12):598-613.

Xie L, Vance T, Kim B, Lee SG, Caceres C, Wang Y, Hubert PA, Lee JY, Chun OK, Bolling BW. 2017. Aronia berry polyphenol consumption reduces plasma total and low-density lipoprotein cholesterol in former smokers without lowering biomarkers of inflammation and oxidative stress: a randomized controlled trial. *Nutr Res* 37(1):67-77.

[ 별첨 1 ]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발				
	(영문) Development of naturally fermented breads and fermented compote using aronia				
주 관 연구 기관	(주)올라이스		주 관 연 구 책 임 자	(소속) (주)올라이스	
참 여 기 업	(주)올라이스			(성명) 김 지 명	
총 연구개발비 (133,400천원)	계	133,400	총 연구 기간	2019.06.05. ~ 2020.06.04. (1년)	
	정부출연 연구개발비	100,000	총 참 연 구 원 수	총 인 원	7
	기업부담금	33,400		내부인원	7
	연구기관부담금	0		외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

- 연구개발 목표
  - 수확기별 아로니아 열매의 품질 특성 조사를 통한 가공용 아로니아 품질 규격 설정
  - 아로니아를 활용한 천연발효종 및 베이커리, 콩포트 제품 개발

○ 연구내용 및 결과

- 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 설정
  - 품종에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사  
 네로, 바이킹, 멜라메킨지 품종의 열매특성을 조사한 결과 멜라메킨지의 열매가 가장 컸으나 당산도 등 이화학적 특성에는 품종간의 큰 차이가 없었음. 멜라메킨지가 항산화활성은 높았고 관능검사 결과 기호도가 높았음
  - 수확기간에 따른 아로니아 열매의 품질특성 조사  
 아로니아 열매는 7월 25일부터 크기가 최대로 증가하고 검은색으로 착색되며 당산도 등 이화학적 특성은 8월 8일 이후 일정수준으로 유지됨. 항산화활성 및 페놀성화합물, 탄닌 함량은 성숙에 따라 감소되며 7월 25일 이후 감소속도가 완만해짐. 관능검사 결과 8월 22일 수확한 경우 떫은 맛은 가장 낮고 기호도가 가장 높았음.
  - 아로니아 지표물질 선정  
 아로니아 지표물질은 페놀성 화합물 중 함량이 높은 chlorogenic acid와 rutin으로 선정하였음
- 아로니아 천연발효종 제조공정 표준화
  - 아로니아 천연발효종 특성 조사  
 아로니아 천연발효종은 아로니아 열매, 설탕, 물 혼합물에 분유 첨가 유무에 따른 특성조사를 실시 하였고 분유를 첨가하지 않는 조성인 경우 발효팽창력이 높았으며 아로니아를 저온건조한 경우 유산균 및 효모 균수가 높고 발효 팽창력이 가장 우수하였으며 탄닌함량이 낮았음
  - 아로니아 천연발효종의 색도 개선  
 아로니아 발효종 제조시 열매를 절단 처리 한 경우 색소의 용출로 붉은색이 더 진하게 나타났고 포도당과 과당은 더 높고 유기산은 더 낮았으며 페놀성 화합물이 더 높게 검출되었음
  - 아로니아 천연발효종 제조공정 확립  
 아로니아 천연발효종은 아로니아 열매 19.72%, 설탕 12.44%, 물 67.84%의 조성을 사용하였고 열매를 절단한 후 저온건조하여 제조하였다

- 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립

· 아로니아 발효종의 3차 완종을 만들어 일반빵과 곡물빵을 제조하여 실험한 결과 아로니아 완종의 조건에 따라 부피 형성이 달라지며 아로니아 발효종 함량이 높을수록 제품의 품질향상에 도움을 주었으며 천연발효빵의 품질개선을 위해 이스트양을 최소로 첨가하여 천연발효빵의 표준화와 생산량 증대에 도움을 줄수 있도록 함

· 곡물빵 제조시 곡물의 종류에 따라 부피형성이 달라져서 최적의 조건인 믹스혼합물을 사용하였으며 이는 가루성분에 따라 제품의 품질평가인 부피형성에 도움을 줄뿐 아니라 식감형성에 도움을 줄수 있는 연구 결과를 보임

- 아로니아 발효 콩포트 제조공정 확립

· 아로니아 발효액 특성조사 및 신규 균주 개발

아로니아 발효액을 다른 설탕농도(20, 35, 50%)로 제조하여 특성조사를 실시한 결과 발효 기간에 따라 당도는 감소하고 산도는 증가하였으며 명도가 높아짐. 설탕 이 20% 함유된 경우 발효가 빨리 진행되어 유기산 함량이 높았고 총안토시아닌, 총 폴리페놀 함량, 페놀성 화합물, 유산균 함량이 높았음. 특히 모든 설탕농도에서 8주동안 발효한 경우 총 폴리페놀 함량과 항산화활성이 최고치를 나타냄. 아로니아 발효액으로부터 유산균과 효모를 분리한 후 아로니아의 떫은 맛 성분인 탄닌을 분해하는 균주를 선별하여 동정하였고 그 중 유산균 5균주, 효모 5균주에서 모두 탄닌 저감화 기능을 확인하였음. 탄닌 저감화 기능이 가장 우수한 균주는 유산균은 *Lactobacillus plantarum* 균주, 효모는 *Wickerhamomyces anomalus* 균주로 확인하였음

· 아로니아 발효 콩포트 레시피 및 제조공정 확립

· 아로니아 발효 콩포트 개발시 떫은맛의 감소를 위해 발효 아로니아 처리조건을 달리하여 제조한 결과 통아로니아를 으갠서 사용시 떫은맛 감소에 도움을 주었으며 다양한 음료, 소스, 디저트용 베이스로 사용하기 위해 최적의 레시피를 만들어 상품화하여 현재 본업체 및 카페에 납품하고 있음

- 아로니아 천연발효종을 이용한 빵 및 발효 콩포트 사업화

· 아로니아 발효종을 이용한 빵류의 시제품에 사용될 패키지 및 디자인 3건을 만들어 시제품에 사용하고 있음

· 아로니아 콩포트의 사용을 음료 뿐 아니라 소스용으로 개발하여 다양하게 활용하고 있으며 아로니아 천연발효빵에 부가적인 재료로 사용함으로써 제품의 품질뿐만 아니라 아로니아 소비촉진에 기여하고 있음

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- (사업화 지표) 특허출원 1건, 기술실시 1건, 제품화 3건, 고용창출 1명, 홍보전시 2건, 매출 2백만원,

- (연구기반지표) 학술발표 2건, 논문 1건, 교육지도 3건, 수상실적 1건, 신규 균주 기탁 1건

- 활용 계획

· 아로니아 수확시기 및 발효 특성 연구 결과를 토대로 아로니아 농가 및 가공업체에 교육 및 홍보

· 신규 발굴 균주에 관한 보완실험을 통한 특허 출원 및 추가 연구를 위한 신규 연구과제 확보

· 아로니아 발효제품의 안전성 및 기능성에 대한 지속적인 홍보 마케팅을 통한 사업화 및 매출 증가

[별첨 2]

## 자체평가의견서

### 1. 과제 현황

		과제번호		119048-1	
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	고부가가치식품기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발			과제유형	개발
연구기관	(주)올라이스			연구책임자	김 지 명
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.06.05. ~ 2020.06.04	100,000	33,400	133,400
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계	2019.06.05. ~ 2020.06.04	100,000	33,400	133,400
참여기업	(주)올라이스				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.07.13(월)

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)올라이스	대표	김 지 명

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	
-----	---

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

아로니아의 품종 및 수확시기별 특성조사를 통해 가공을 위한 적정 수확시기를 결정하였고 발효 연구를 통해 아로니아의 기능성을 확보하고 짙은 맛을 감소시켰으며 발효 아로니아를 활용한 제품화 기술을 개발하였음. 아로니아 수확시기에 대한 근거 및 짙은 맛 개선에 대한 연구 결과는 아로니아 재배농가 및 가공업체에서 즉시 적용할 수 있는 활용도가 매우 높은 기술임. 또한 아로니아 발효 콩포트와 천연발효종을 활용하는 제품개발과 다양한 활용방법 제시를 통해 아로니아 가공제품군이 다양화되었으므로 많은 아로니아 가공업체에서 활용할 수 있는 연구 결과임

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

기존 아로니아 수확은 농가의 편의에 따라 이루어져 왔으나 본 연구를 통해 과학적인 근거를 제시하였고 아로니아 가공의 가장 큰 애로사항인 짙은 맛을 개선함으로써 아로니아 재배농가 및 가공업체에서 즉시 적용할 수 있는 활용도가 매우 높은 기술임. 아로니아 가공의 큰 문제점을 해결함으로써 아로니아 가공 활성화에 기여하여 아로니아 열매 재고와 가격 하락의 문제를 개선할 수 있음

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

아로니아 가공의 가장 큰 애로사항인 짙은 맛의 문제를 본 연구를 통해 개선하였으므로 아로니아 가공업체에서 발효음료 등으로 활용가능 함. 또한 아로니아 발효 콩포트를 활용하여 다양한 소스 개발이 가능하므로 브런치 카페 및 소스 생산업체에서 제품군 확대 가능. 아로니아 천연발효종 개발로 천연발효빵 제조 베이커리 업체에서 아로니아 제품을 활용한 제품군 확대 가능



4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

연구목표 달성을 위해 협동기관인 베리&바이오식품연구소와 책임자 및 실무자 회의를 주기적으로 실시하면서 과제 진행상황을 점검하고 기관간 협업이 이루어지도록 하였고, 천연발효빵 및 천연색소 안정화를 위한 전문가의 의견수렴을 통해 연구과제를 추진하였음. 그 결과 제품화 3건(100%), 특허출원 1건(100%), 기술실시 1건(100%)을 달성하였고, KCI 논문 1편(100%)을 게재하였으며 그 외 수상실적 및 신규 균주 등록은 연구기간내 목표에 없었으나 실적을 내었고, 학술발표, 홍보전시 목표를 100% 달성하였고, 교육지도 등 부분에서는 초과달성하였음. 특히 홍보전시 성과는 코로나 발생이전에 개최된 행사에 참여함으로써 목표달성이 가능하였으며 성과 목표에는 없었으나 개발제품 홍보를 위해 제 14회 제과제빵 경진대회에 참여하여 은상을 수상하였고, 신규 균주를 발굴하여 기탁한 성과는 연구를 성실히 수행한 결과라고 생각함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

1년간 진행된 연구결과 특허출원 1건(100%), KCI 논문 1편(100%)을 게재하였고 학술발표 2건(100%), 개발제품 홍보전시 2건(100%), 교육지도 3건(150%)을 달성하였음. 또한 성과 목표에 없었으나 제과제빵 경진대회에 참여하여 은상을 수상하였음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
아로니아 천연발효종을 이용한 빵 가공공정 확립	25	100	아로니아 천연발효종을 이용한 빵 2종의 레시피를 개발하고 가공공정을 확립하였음
아로니아 발효 콩포트 가공공정 확립	25	100	아로니아 발효액을 사용한 콩포트 제조조건을 확립하고 다양한 활용법을 제시하였음
가공용 아로니아 열매의 품질 규격 및 지표물질 선정	20	100	아로니아 품종별, 수확시기별 열매의 특성을 조사하여 품질 규격과 지표물질을 제시하였음
아로니아 발효액 품질 관리	15	100	아로니아 발효액의 제조조건에 따른 특성을 조사하여 아로니아의 기능성, 떫은 맛 개선 조건을 제시하였음
아로니아 천연발효종 제조공정 표준화	15	100	아로니아 천연발효종 제조공정을 표준화하고 천연발효빵 제조에 적합한 천연발효종 제조조건을 제시하였음
합계	100점	100	

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

이번 연구는 아로니아의 수확량 증가와 소비 시장 감소로 인한 아로니아 재고 문제 해결과 시장 활성화를 위해 수행된 연구로 아로니아 열매의 수확시기에 따른 특성조사를 통해 가공용 아로니아의 적정 수확시기를 결정하였고 발효 연구를 통해 아로니아의 기능성을 확보하고 짙은 맛을 감소시켰으며 발효 아로니아를 활용한 제품화 기술을 개발함으로써 가공업체에서 겪고 있는 가장 큰 애로사항을 해결하였음. 또한 아로니아 발효 콩포트와 천연발효종을 활용하는 제품개발과 다양한 활용방법 제시를 통해 아로니아 제품군의 다양화와 아로니아 가공산업을 활성화 할 수 있을 것이라고 생각함

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

코로나로 인해 축제 및 박람회 등이 취소되어 개발제품에 대한 홍보 마케팅의 기회가 없었고 또한 경제 불황으로 인한 매출 달성에 어려움을 겪고 있음. 매출 이외 성과는 초과달성 하였으므로 매출 부분에 대해 현재 코로나로 인한 경제 상황을 감안해주시기 바람

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

이번 연구를 통해 아로니아 수확시기 및 가공용 아로니아의 품질에 대한 근거를 제시하였으며 아로니아 가공시 가장 큰 문제점인 짙은 맛을 개선하였고 이를 활용한 다양한 제품화와 활용방법을 제시하였음. 이번 연구 결과는 아로니아 가격하락과 가공방법 부족으로 인해 아로니아 재배와 가공제품의 생산 및 판매에 어려움을 겪고 있는 아로니아 농가 및 다양한 가공업체에서 활용 가능함. 코로나로 인한 시장경제 위축으로 마케팅과 제품판매에 어려움을 겪고 있지만 온라인 마케팅을 더욱 활성화 하여 판로를 개척하고자 함

또한 신규 발굴된 균주들을 보완연구를 실시하여 활용도를 높일 수 있도록 신규 과제를 확보하여 추가적인 연구가 필요할 것임

### IV. 보안성 검토 - 해당사항 없음

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	아로니아를 활용한 천연발효빵 및 발효 콩포트 개발			
주관연구기관	(주)올라이스		주관연구책임자	김 지 명
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	100,000천원	33,400천원		133,400천원
연구개발기간	2019. 06. 05 ~ 2020. 06. 04			
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 가공용 아로니아 열매의 품질 규격 설정	품종별 및 수확시기별 아로니아의 특성조사를 통해 아로니아의 적정 수확시기를 제시하였으며 제품가공을 위해 아로니아 열매의 짙은 맛 감소방법을 제시하였음
② 아로니아 천연발효종 제조공정 확립	아로니아 전처리 방법 및 발효종 조성에 따른 특성조사를 통해 제조공정을 확립하였음
③ 아로니아 천연발효종을 활용한 빵 제조공정 확립	아로니아 천연발효종을 활용한 천연발효빵 2종의 제조공정을 확립하였음
④ 아로니아 발효 콩포트 제조공정 확립	아로니아 발효액을 활용한 발효 콩포트 제조공정을 확립하고 발효 콩포트의 다양한 활용방법을 제시하였음

\* 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		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10			10		30	10		20				10	5			5			
최종목표	1			1		3	40		1			1	2	2			2			
연구기간내 달성실적	1			1		3	2		1			1	2	3			2	2		
달성율(%)	100			100		100	5		100			100	100	150			100			

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	아로니아 천연발효종을 이용한 천연발효빵 제조기술
②	아로니아 발효 콩포트 제조기술
③	가공용 아로니아 열매의 품질 규격 및 지표물질 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	산업제이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술					V		V			
②의 기술		V				V	V	V		
③의 기술		V						V		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	베이커리 제조업체 등에서 활용가능한 기술로 기존 빵류의 품질 향상 및 천연발효빵 소비 확대를 통해 국민건강 개선에 기여
②의 기술	음료 가공업체 및 디저트 카페 등에 기술이전을 통해 아로니아 가공제품의 다양화를 통해 아로니아 가공산업 활성화 기대
③의 기술	적정 수확시기 및 지표물질 설정으로 짧은 맛이 적은 아로니아 가공제품 생산이 가능한 기술로 아로니아 재배농가 및 가공업체에서 활용 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문 SC I	논문 SC I	논문 평균 IF	학술발표			정책 활용	홍보 전시	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	10			10		30	10		20				10	5			5			
최종목표	1			1		3	40		1			1	2	2			2			
연구기간내 달성실적	1			1		3	2		1			1	2	3			2	2		
연구종료 후 성과창출 계획		1					10							1			1			

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	아로니아 발효액으로부터 분리한 미생물을 이용하여 아로니아 탄닌을 저감 처리하는 방법		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	50천원 (매출액의 0.5%)
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간	3년	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2022
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	아로니아 발효액 제조 시설		

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 허

락한 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)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.