

319117
-01

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

발간등록번호

11-1543000-003418-01

국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발

2021. 02. 26.

주관연구기관 / 한국농수산대학
협동연구기관 / 술도가제주바당
협동연구기관 / 농업회사법인(주)자연과사람들
협동연구기관 / 농업회사법인우리도가(주)
협동연구기관 / 순성왕매실영농조합법인

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발

2021

농림식품기술기획평가원
농 립 축 산 식 품 부

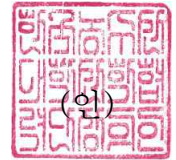
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술 개발”(개발기간 : 2019.12.02 ~ 2020.12.01)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 02. 26.

주관연구기관명 : 한국농수산물대학 산학협력단 (대표자) 노환국 (인)



협동연구기관명 : 술도가제주바당 (대표자) 임병준



협동연구기관명 : 농업회사법인(주)자연과사람들 (대표자) 조희동



협동연구기관명 : 농업회사법인우리도가(주) (대표자) 차효심



협동연구기관명 : 순성왕매실영농조합법인 (대표자) 황철연



주관연구책임자 : 한국농수산물대학 최한석

협동연구책임자 : 술도가제주바당 임병준

협동연구책임자 : 농업회사법인(주)자연과사람들 이규선

협동연구책임자 : 농업회사법인우리도가(주) 박은배

협동연구책임자 : 순성왕매실영농조합법인 정제민

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	319117-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.12.2. ~ 2020.12.1	단 계 구 분	해당단계(1) /총단계(1)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발			
연구책임자	최한석	해당단계 참여연구원 수	총: 13명 내부: 13명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 150,000천원 민간: 50,000천원 계: 200,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13명 내부: 13명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 150,000천원 민간: 50,000천원 계: 200,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국농수산대학 산학협력단			참여기업명 술도가제주바당 농업회사법인(주)자연과사람들 농업회사법인우리도가(주) 순성왕매실영농조합법인	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

- 생쌀발효를 위한 기준규격 설정
 - 소주용 곡자 : 생전분분해력
 - 효모 국산화 : 내산성, 알코올 생성력, 쌀 : 분쇄도, 수분함량
- 생쌀발효 효율성 증대기술 개발
 - 수율향상 : 발효방법 개선, 공정 표준화
- 증류 조건 표준화
 - 자극취 저감화 : 감압도, 불쾌취 저감화 : 증류 종료점
- 숙성 및 후처리 공정 표준화
 - 품질안정성 : 숙성조건
- 지역쌀과 국산효모를 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가
 - 발효규모 : 100 ~ 2000 L/batch
 - 지역쌀의 발효특성 평가 : 알코올 생산수율, 잔당함량
 - 증류특성 평가 : 증류비율(수율), 불쾌취 저감도
- 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화
 - * 원료처리공정 : (기존) 5단계 → (개선) 1단계
 - * 원료처리시간 : (기존) 4시간 → (개선) 1시간
 - * 인력소요 : (기존) 6명 → (개선) 2명
 - * 설비소요 : (기존) 3000만원 → (개선) 300만원
 - * 발효기간 : (기존) 20일 → (개선) 15일

보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화 ○ 생쌀발효 증류식 소주의 상품화 																
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생쌀발효를 위한 기준규격 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 소주용 곡자 : 생전분분해력 - 효모 국산화 : 내산성, 알코올 생성력, 쌀 : 분쇄도, 수분함량 ○ 생쌀발효 효율성 증대기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수율향상 : 발효방법 개선, 공정 표준화 ○ 증류 조건 표준화 <ul style="list-style-type: none"> - 자극취 저감화 : 감압도, 불쾌취 저감화 : 증류 종료점 ○ 숙성 및 후처리 공정 표준화 <ul style="list-style-type: none"> - 품질안정성 : 숙성조건 ○ 지역쌀과 국산효모를 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 발효규모 : 100 ~ 2000 L/batch - 지역쌀의 발효특성 평가 : 알코올 생산수율, 잔당함량 - 증류특성 평가 : 증류비율(수율), 불쾌취 저감도 ○ 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화 <ul style="list-style-type: none"> * 원료처리공정 : (기존) 5단계 → (개선) 1단계 * 원료처리시간 : (기존) 4시간 → (개선) 1시간 * 인력소요 : (기존) 6명 → (개선) 2명 * 설비소요 : (기존) 3000만원 → (개선) 300만원 * 발효기간 : (기존) 20일 → (개선) 15일 ○ 토착미생물 활용 생쌀발효 증류식 소주 양산공정 표준화 및 상품화 <table border="1" data-bbox="438 1373 1401 1503" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">구분</th> <th style="width: 15%;">기술 이전</th> <th style="width: 15%;">제품화</th> <th style="width: 15%;">인력 채용</th> <th style="width: 15%;">학술 발표</th> <th style="width: 15%;">홍보</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정량성과(건)</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>					구분	기술 이전	제품화	인력 채용	학술 발표	홍보	정량성과(건)	4	4	2	1	10
구분	기술 이전	제품화	인력 채용	학술 발표	홍보												
정량성과(건)	4	4	2	1	10												
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술혁신으로 기존제품 대비 가격경쟁력 향상 <ul style="list-style-type: none"> - 소비자 판매가 : (기존제품) 1~3만원 → (개발제품) 0.5만원 ○ 지역쌀 소비확대 <ul style="list-style-type: none"> - 증류식 소주시장 6.0%로 확대 시 쌀 연간 15만톤 소비 가능 ○ 산업화 기술개발로 농산업체 소규모 창업 촉진 																
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>소주용 토착 미생물</p>	<p>생쌀</p>	<p>증류주</p>	<p>소주</p>	<p>제품 개발</p>												
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Indigenous microorganisms for soju</p>	<p>raw rice</p>	<p>distilled spirit</p>	<p>soju</p>	<p>product development</p>												

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발 추진전략 및 방법	5
3. 연구개발 추진체계	8
4. 연구수행 내용 및 결과	10
5. 연구개발성과	54
6. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	55

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 자체평가의견서

<별첨 3> 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 국내 농산물 소비를 유도할 수 있는 기반구축 필요
 - (우리 술의 정체성 확립) 미생물 국산화 및 제조방법 과학화로 제품의 품질경쟁력 확보
 - 소주용 효모 : 일본 10종 vs 우리나라 0종, 수입도 불가(자국 산업보호)
 - 나고야 의정서 발효로 수입 미생물에 대한 로열티 지급문제 대두
 - * 미생물 배양체 무역수지(적자) : 114만달러('00) → 949만달러('13)
- (농산물 소비 확대) 증류식 소주 일본시장과 유사 확대 시 쌀 15만톤
 - 증류식 소주 시장 규모 : (우리나라) 0.02% → (일본) 5.66
 - * 농산물 사용량(일본 증류식 소주) : 보리 16.5만톤, 고구마 23.9만톤
- (건전 주류 소비문화 확대) 취하기 위한 술 → 즐기는 술
 - 스토리텔링 : 전통지식 + 우리술의 우수성 + 지역농산물 특성
 - * 음주손실 비용 절감 : 1조2천억('12) * 직접의료비 1조3천억, 간병비 16백억 등

1-2. 연구개발의 필요성

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

- 기술현황
 - 국내 증류식 소주용 효모는 생산되지 않아 막걸리용 효모 또는 수입산 빵효모를 사용하고 있어 발효효율이 낮음
 - * 국내 상용효모 : 막걸리용 1종(송천효모)에 불과
 - 국내 자원으로부터 효모를 분리하고 보급사업을 하고 있으나 내산성 등에 대하여 검증이 되질 않아 이용에 어려움이 있음
 - * 발효제 보급사업(농림축산식품부) : 한국식품연구원 막걸리용 효모 10종 보급
 - 정제효소(glucoamylase)를 첨가하여 생쌀로 막걸리 제조를 시도한 사례가 있으나 알코올 함량이 12%내외로 수득량이 높지 못함
 - * 문헌 : Sucralose 첨가에 따른 참외 생쌀발효 막걸리의 품질특성(한국식품저장유통학회지)
- 시장현황
 - 국내 증류식 소주의 출고가격은 희석식 소주 대비 4.9배나 높은 고가격구조이며 품질문제로 대중화되지 못하면서 소비량이 전체주류의 0.05%에 불과
 - * 소주 1L당 출고가('17) : (희석식 소주) 1,826원 ↔ (증류식 소주) 8,874원
 - * 국내주류 소비량('17) : (전체) 397만kL(출고가 : 5조3천억원) ↔ (증류식 소주) 0.2만kL(172억원)
- 경쟁기관현황
 - 국내에서는 농촌진흥청과 한국식품연구원 등에서 양조관련 연구를 하고 있으나 아직 생쌀 발효증류주에 대한 접근은 이루어지고 있지 않음

○ 지식재산권현황

- 생쌀발효와 관련하여 2건의 특허가 검색되고 있으나 표준화 되어 있지 않아 산업적용에 어려움이 있음
- * 특허 1 : 당화효소의 40% 이상을 glucoamylase 첨가 → 발효수율 낮음
- * 특허 2 : 끓는 물을 붙는 방식 → 현장 작업성 떨어짐

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 효모의 육종을 통하여 소주의 향미증진 연구 지속적 수행 → 일본의 소주 붐 유도

[알코올 고생산성 효모의 육종]

대상 알코올	사용 아미노산 analogue
iso-Amyl alcohol	5,5,5-Trifluoroleucine
iso-Butanol 또는 iso-Amyl alcohol	Azaleucine
iso-Butanol, iso-Amyl alcohol	2-Thiazolylalanine
n-Propyl alcohol, Active amyl alcohol	Thiaiso-leucine, Hydroxynorvaline
n-Propyl alcohol, iso-Butanol	3-Aminotyrosine
iso-Amyl alcohol, Active amyl alcohol	3-Aminotyrosine
β-Phenethyl alcohol	3-Aminotyrosine
β-Phenethyl alcohol	Fluorophenylalanine
β-Phenethyl alcohol, Tyrosol, Tryptophol	p-Fluorophenylalanine
β-Phenethyl alcohol	β-(2-thienyl)Alanine

- 일본은 다양한 증류식 소주 효모를 보유하고 지자체에서 보급하고 있음

- (핵심기술) 내산성 : pH 3.0에서 증식 가능

내열성 : 38℃에서 증식 가능

내알코올성 : 알코올 농도 5%에서 증식 가능

[일본 소주용 효모]

가고시마 2호 : 내산성, 내열성 * 80%이상 사용
가고시마 4호 : 화사한 향(에스테르향)
가고시마 5호 : 알코올 수율 향상(3~5%)
Ko-CR-37(향기효모) : 향기성분 다량생성(과일향)
Ka4-3 : 과당 이용성 증대(흑설탕 소주)
협회 2호 : 내열성, 알코올 수율 증대
협회 3호 : 고온내성, 내산성
협회 4호
구마모토 효모
미야자키 효모

○ 시장현황

- 우리나라와 식문화가 유사한 일본의 증류식 소주의 소비량은 전체 주류시장의 5.7%로 국내

대비 114배 높은 소비를 하고 있음

- * 일본 주류소비량('17) : (전체) 8,138만KL ↔ (증류식 소주) 46만KL *자료 : 일본국세청
- 일본의 경우 생산성을 높여 가격을 낮추고 품질 고급화를 통해 소비자들의 요구를 충족했기 때문으로 판단
- * 증류식 소주 소비자 가격 비교('19) : (한국) 11,000원(25%/375mL) ↔ (일본) 5,800원
- 국내 증류식 소주 소비량이 일본 수준으로 확대될 경우 추가적으로 **쌀 15.7만톤 소비 가능**
- * 산출기준 : 쌀 1톤당 순알코올 생산량 450L, 알코올 25%로 제품화
- * 소주용 농산물 소비량 : (국내, '17) 1만톤 추정 ↔ (일본, '14) 보리 16.5만톤+고구마 24만톤

○ 경쟁기관현황

- 일본 가고시마대학에서는 소주학과를 개설하였고 국가기관인 주류총합연구소에서 효모 분양 및 양조기술 지도에 관련하여 체계적인 관리
- * 가고시마대학 소주 학과 : 소주전문 인력양성 기관
- * 주류총합연구소 : 사케, 과실주, 소주 연구 및 기술지도

◆ 증류식 소주에 사용되는 수입효모를 국내 토착미생물로 국산화하고 제조공정과 설비투자, 인력사용, 발효기간을 단축시킬 수 있는 생쌀발효 기술 필요

<기술개발 개념도>

<소주 원료>	관행	개선
효모	수입 빵효모 : 알코올 생산성 ↓	국산화 : 생산수율 향상, 이취억제
누룩	재래누룩 : 생쌀 분해율 ↓	소주용 곡자 : 생쌀 발효
쌀	증자 : 공정, 인력, 설비소요 ↑	생쌀 : 공정단축, 설비 및 인력 감축

◆ 생산공정 표준화를 통한 제품의 균일성 확보 및 소규모 양조장 및 창업자에게 생산 가이드라인 제시 필요

<기술개발 개념도>

<표준화 공정>	적용
술덧 규격	관행제품 : 제조비용 절감, 품질향상을 통한 소비촉진
증류방법	소규모 양조장 신제품 출시 : 설비투자 효율성 확대
숙성 및 제품화	창업자 : 하우스 소주집 등 신규 창업 촉진

◆ (핵심기술)

- 높은 산도(acidity)의 발효환경에서도 알코올 생산성이 높은 국내 토착 효모와 생쌀을 분해시킬 수 있는 곡자 사용으로 제품의 수율을 증대시키고 불쾌취 원인물질 저감화

<소주용 원료>	특성	기대효과
토착 전용 효모	- 내산성 ↑ - 알코올 생산성 ↑	- 산성 조건에서 발효 가능 : 잡균억제 - 제품생산량 증대, 이취(탄내) 저감화
소주용 곡자	- 생전분 분해력 ↑	- 생쌀발효 가능, 발효기간 단축
생쌀	- 공정 단순화	- 처리시간 ↓, 인력소요 ↓, 설비투자 ↓

- 증류공정을 표준화함으로써 제품의 불쾌취 및 자극취 저감화

<표준화 요소>	기술
불쾌취(탄내) 저감화	- 증류기술 : 감압도, 증류 종말점, 증류시간, 자켓온도
자극취 저감화	- 숙성기술 : 숙성기간
제품화	- 제품화 기술 : 여과방법

1-3. 연구개발 범위

- 주관연구기관(한국농수산대학) : 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화
 - 생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정 : 발효제, 쌀
 - 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화 : 수율향상, 공정 단순화, 작업성 향상
 - 생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화 : 감압도, 증류 종료점
 - 숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화
- 협동연구기관 1(술도가제주바당), 협동연구기관 2((농)(주)자연과사람들), 협동연구기관 3((농)우리도가(주)), 협동연구기관 4(순성왕매실(영)) : 생쌀발효 증류식 소주의 상품화
 - 지역쌀을 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가
 - 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화

2-2. 평가의 착안점 및 기준

- (연구기반 지표) 생쌀발효 증류식 소주 제조모델 1건
 - 기준규격 설정 : 쌀, 발효제(소주용 곡자, 국산 전용효모)
 - 제조모델 설정 : 원료혼합비, 발효방법, 증류방법, 숙성방법
- (생산기반 지표) 생쌀발효 증류식 소주 제품화 3건, 양산공정도 4건
 - 제품화 : 지역쌀, 국산 효모사용, 소주류 제조방법 신청, 신제품 출시
 - 양산공정도 : 참여기업의 규모와 생산현장에 부합한 제조공정

2. 연구개발 추진전략 및 방법

(1) 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화

(가) 생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정

- 시험재료 : 발효제의 기준규격 설정 : 6종(소주용 곡자, 소주용 효모)
 - ① 소주용 곡자의 생쌀발효 특성 평가
 - 곡자의 효소활성 탐색 : 생전분 분해력, 당화력, 산성단백질 분해력
 - 생전분 분해력 : 2% 가용성 전분/buffer(0.1M sodium acetate, pH 4.5)활용
 - 당화력, 산성단백질 분해력 : 분석용 kit 활용
 - 곡자의 이화학적 조성 평가 : 총산, 젖산 함량
 - 총산 : 중화 적정법으로 분석한 후 구연산 함량으로 환산
 - 유기산(젖산) : HPLC 분석
 - 일반성분 : 수분함량 분석
 - 곡자의 물리적 특성 평가 : 입도 등
 - 평가항목 : 1000립 중, 길이, 폭, 두께 등 조사
 - 미생물(오염균) 조사 : 젖산균, 일반세균 수 등
 - 분석방법 : 생균수 측정
 - ② 소주용 효모의 사용 가능 기간 평가
 - 보관온도에 따른 효모의 생존율 조사 : 4℃, 30℃
 - 보관일수에 따른 생존율 평가 : 6개월간, 1달 단위 평가

(나) 발효효율 향상을 위한 원료의 처리방법 개발

- ① 발효기간 단축 및 효율성 향상을 위한 발효제의 처리
 - 곡자의 분쇄도에 따른 발효특성 평가 : 분쇄도(원곡, 10, 30, 60, 100 mesh)
 - 발효조건 : 급수비율 120%, 효모 1×10^6 cells/mL
 - 알코올 : 비중법, 효모생존율 : DNA 염색법, 잔당 : 환원당 측정
 - 효소활성 : 생전분 분해력, 당화력, 산성단백질 분해력 조사
- ② 쌀의 분쇄도에 따른 발효특성 평가
 - 생쌀의 분쇄도 : 원곡, 10, 30, 60, 100 mesh
 - 발효조건 : 급수비율 180%, 효모 1×10^6 cells/mL
 - 알코올 : 비중법, 효모생존율 : DNA 염색법, 잔당 : 환원당 측정
 - 효소활성 : 생전분 분해력, 당화력, 산성단백질 분해력 조사

(2) 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화

(가) 발효공정 표준화 : 생산성 향상, 생산현장을 고려한 공정 단순화 및 작업성 향상

<1단 담금공정 표준화 : 오염방지, 전용효모 사용, 작업성 개선>

원료	관행	개선
+ 소주용 곡자	원곡 : 분해지연	분쇄 : 발효속도 향상
+ 효모	빵효모 : 이취(탄내) 생성	전용효모 : 수율, 품질 향상
+ 물(가수량)	1.2배 : 고점도로 교반 불량	1.5배 이상 : 작업성 향상
발효기간	5일 : 생산비용 증대	5일 이하

① 1단 담금에 적합한 적정 가수량 설정

- 가수량 변화에 따른 발효특성, 오염균 제어 및 작업성 향상 평가

- 발효조건 : 가수량(120, 150, 170, 190%), 발효온도(30℃)
- 알코올 : 비중법, 효모생존율 : DNA 염색법, 잔당 : 환원당 측정
- 오염균 : 젖산균, 일반세균 생균수 조사
- 작업성 : 점도

<2단 담금공정 표준화 : 공정단축, 수율향상, 이취억제, 발효기간 단축>

원료	관행	개선
+ 쌀	증자미 : 원곡→세척→수침→물빼기→증자	생쌀가루 : 원곡→분쇄
+ 물(가수량)	총 쌀양의 1.6배	*단계 : (관행)5단계→(개선)1 *시간 : (관행)4시간→(개선)1 *인력 : (관행)6명→(개선)2
발효기간	15일	총쌀양의 1.8배 이상 : 수율증대 *쌀 이용율 : 74%→90%이상 12일 이하

② 2단 담금에 적합한 적정 가수량 설정

- 가수량 변화에 따른 발효특성, 오염균 제어 및 작업성 향상 평가

- 발효조건 : 가수량(160, 180, 200%), 발효온도(30℃)
- 알코올 : 비중법, 효모생존율 : DNA 염색법, 잔당 : 환원당 측정
- 오염균 : 젖산균, 일반세균 생균수 조사
- 작업성 : 점도

(나) 소주용 술덧의 기준규격 설정 : 1종

① 정상발효 술덧의 각 지표별 기준규격 설정 : 증류비율 향상, 불쾌취 저감화

- 설정조건 : 증류(상압증류)
- 이화학 분석(주류분석규정) : pH, 산도, 아미노산도
- 불쾌취 유발성분 : 술덧의 잔당, 총당 측정
- 오염지표 물질(HPLC 분석) : 젖산, 초산

지표	관행(빵효모)	개선(전용효모)
√ 증류비율 향상	90% 미만 * 알코올 : 15% 미만 * 쌀 1kg 당 순알코올 0.33L	92% 이상 * 알코올 : 17% 이상 * 쌀 1kg 당 순알코올: 0.41L
√ 이상발효 판별	pH, 산도, 아미노산도	pH, 산도, 아미노산도
√ 불쾌취 유발성분	총당 : 8% 이상 잔당 : 8% 이상	총당 : 4% 이하 잔당 : 2% 이하
√ 오염지표 물질	비측정	젖산, 초산

(3) 생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화 : 불쾌취, 자극취 등 비선호 감각인지 물질 저감화

(가) 감압증류 조건 설정 : 1종

조건	설정기준
감압도	- 쌀의 향을 구현하되 자극취가 낮은 조건 * 주요성분 : 에틸아세테이트(ethyl acetate) 등
증류 종료 시점	- 증류비율 92% 이상에서 불쾌취가 저감화되는 조건 * 주요성분 : 푸르푸랄(furfural)

① 감압도에 따른 비선호물질 생성평가

- 감압도 : 100, 200, 300, 400, 500 torr
- 증류액의 비선호물질 평가 : furfural(비색법), 휘발산(중화적정법)

(4) 숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화

(가) 숙성기간 설정 : 공장 숙성조건(스테인레스 탱크, 상온)에서의 숙성기간 설정

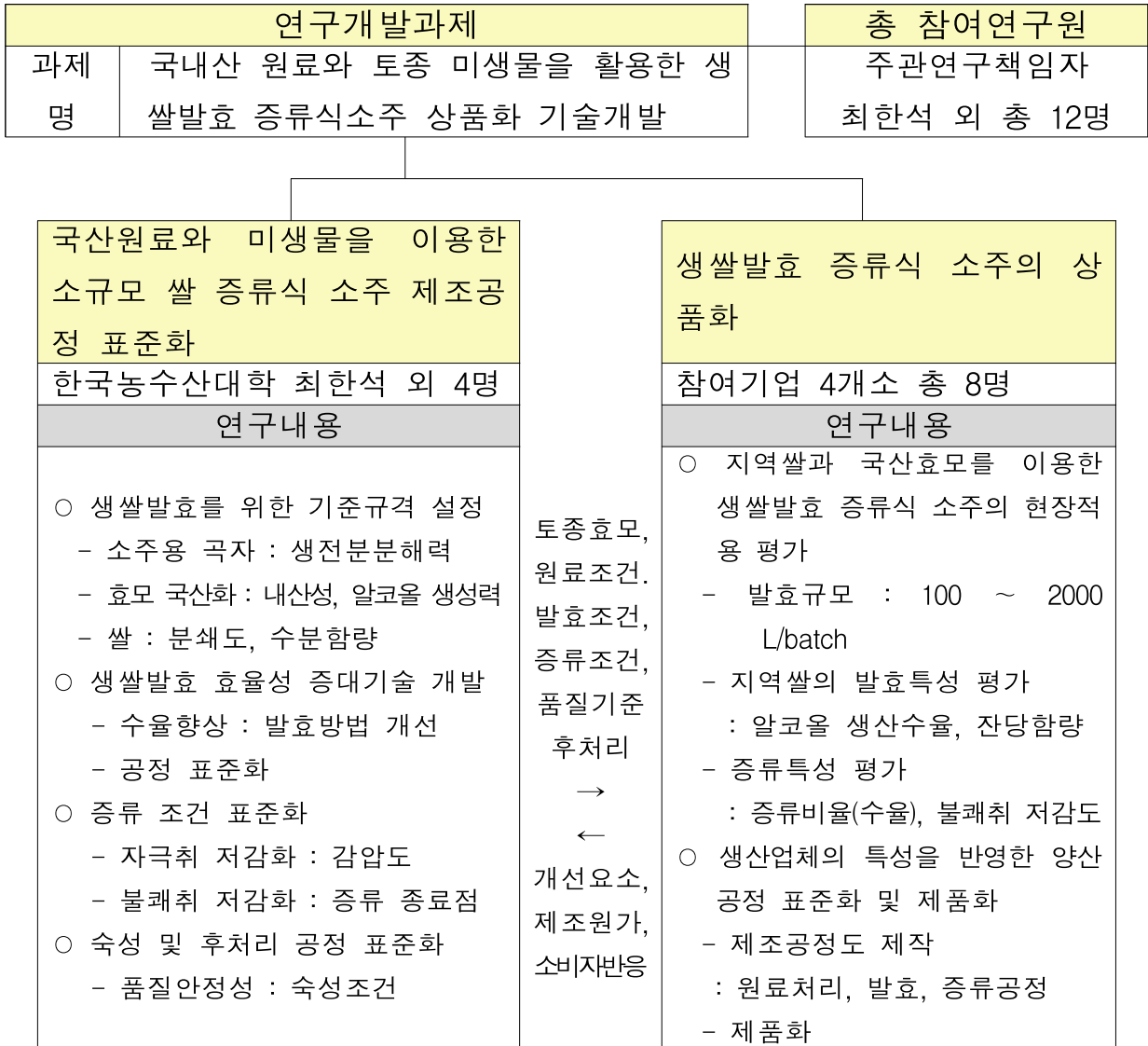
① 숙성기간에 따른 품질평가

- 평가방법 : 3개월 동안 1개월 단위로 관능평가를 통해 숙성기간 설정
- 물질변화 : 숙성기간에 따른 지방산에스테르 화합물 변화 조사

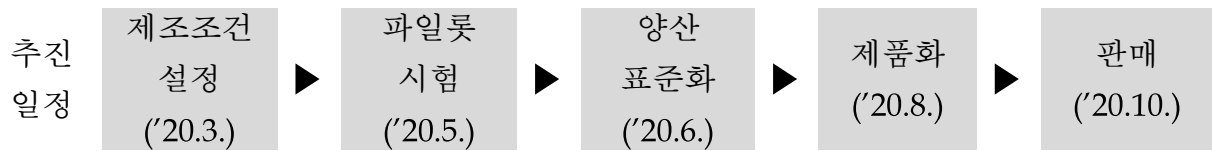
② 후처리 공정 표준화

- 알코올 농도 조정 : 백색 이물질 생성 여과 공정 설정(온도, 여과지 선정 등)

3. 연구개발 추진체계



다. 연구개발 추진일정



1차년도																
일련번호	연구내용	월별 추진 일정												연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	소주용 곡자 규격 설정	■	■												10,000	최한석 (한농대)
2	소주용 효모 규격 설정		■	■	■										10,000	최한석 (한농대)
3	쌀 규격 설정		■	■	■										5,000	최한석 (한농대)
4	발효공정 설정				■	■	■	■							10,000	최한석 (한농대)
5	파일럿 발효						■	■	■							기업 (4개소)
6	증류공정 설정						■	■	■						10,000	최한석 (한농대)
7	파일럿 증류								■	■						기업 (4개소)
8	숙성기간 설정								■	■	■	■			5,000	최한석 (한농대)
9	양산 표준화								■	■	■					기업 (4개소)
10	숙성										■	■				기업 (4개소)
11	제품화 (양산)											■	■	■		기업 (4개소)

4. 연구개발수행 내용 및 결과

제1장 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화

1절 생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정

재료 및 방법

공시재료

본 시험에 사용된 원료는 2019년 재배된 신동진 쌀을 구입하였으며, 시험에 사용된 균주는 표 1과 같다. 일반성분 및 유기산 분석에 사용한 시약은 Sigma Co(USA) 및 시중에 시판되는 특급품을 사용하였다.

Table 1-1. 시험에 사용된 소주용 곡자 및 효모 목록

Samples	누 룩	비 고
1	백국1(조은곡자)	곡자(상업용)
2	백국2(청회곡자)	곡자(상업용)
3	산성누룩(금정산성)	곡자(상업용)
4	개량누룩(한국발효)	곡자(상업용)
5	정제효소(충무발효)	곡자(상업용)
6	황국 (국립농업과학원 제공)	곡자(농과원)
7	N9 효모	효모(농과원)

소주용 곡자의 효소활성 측정

효소액에 조제

100 mL용 삼각플라스크에 소주용 곡자를 10g을 넣은 다음 NaCl용액(pH 5.0) 50mL를 첨가하여 실온에서 3시간 동안 때때로 흔들어 주면서 침출한 후 Filter paper No.5C로 여과하여 제조하여 사용하였다.

당화력 측정

전분용액 0.9 mL를 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2mL를 가하여 40°C 에서 5분간 예열한다. 여기에 효소액 0.1mL를 가하여 40°C에서 20분간 반응시키고, 1N-NaOH 용액

0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지한다. 30분간 방치한 후 1N-HCl 용액 0.1mL를 가하여 중화한다. 대조구는 전분용액 0.9 mL을 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2 mL를 가하여 40℃에서 5분간 예열한다. 여기에 1N-NaOH 용액 0.1mL를 첨가한 후 효소액 0.1mL를 첨가하여 동일하게 반응 시킨다. 반응액중에 생성된 포도당량은 포도당 CII 테스트를 사용하여 측정한다. Glucoamylase의 활성은 가용성전분에작용해 40℃에서 60분간에 1mg의 포도당을 생성하는 활성을 1 단위로 한다.

산성단백질 분해력

Acidic protease(PU) 활성은 시료 10 g에 염화나트륨 용액 50 mL를 가해서 저온실 (4℃)에서 하룻밤 또는 실온(15~20℃)에서 3시간 때때로 흔들여 침출한 후, 여과하였다. 이 여액 10mL을 투석막에 넣어 10~2 M 초산완충액에서 하룻밤 투석(4℃)한 후, 그 효소액을 희석하여 조효소액으로 하였다. 카제인 용액 1.5 mL에 pH 3.0 맥바인 완충액 1.0 mL와 조효소액 0.5 mL를 넣고 40℃에서 60분간 반응시킨 후, TCA용액 3 mL를 가해 반응을 정지시키고 침전을 제거하였다. 이 액 1 mL에 탄산나트륨용액 5 mL와 페놀시약 1 mL를 가해서 40℃에서 30분간 발색시킨 후, 660 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 별도로 대조구로는 TCA용액을 가하기 직전에 효소액을 첨가하여 이하 위의 방법과 동일하게 하여 흡광도를 측정하여 아래식에 의해서 효소활성을 구했다.

$$\text{효소활성(unit/g)} = y \times 6 / 1(\text{반응액량}) \times 1 / 0.5(\text{효소액량}) \times 100 / 10(\text{추출률})$$

생전분 분해력

생전분 분해력을 측정하기 위하여 2% 소맥전분 현탁액 1 mL에 0.1M Na-acetate buffer(pH 4.5) 1 mL를 가하여 40 ℃에서 5분간 예열한 후, 효소액 2 mL를 첨가하여 40 ℃에서 60분간 반응시켰다. 냉각수로 효소반응을 정지시킨 다음 상등액 0.1 mL를 취하여 환원당 측정법으로 효소기질 반응액 0.1 mL에 함유된 환원당량을 측정하여 산출하였다.

적정산도 및 pH 측정

적정산도는 일정량의 시료를 취하여 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어트린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며, 소비된 용액의 양을 산도로 표시하였다. 시료 침출액 pH는 시료 20 g에 증류수 100 mL를 가하고 실온에서 3시간 침출하여 그 여액을 측정하였다. 사용된 pH meter는 Orion Model SA 520이었다.¹⁾

아미도산도 측정

아미노산도는 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로

중화시킨 후, 중성 포르말린 용액 5 mL를 넣어 혼합하고, 여기에 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 pH 8.3이 될 때까지 소요된 0.1 N NaOH의 mL수로 표시하였다.²⁾

일반성분 및 미생물

수분, 천립중, 입도는 식품공전(KFDA, 2010)에 준하여 실시하였다. 일반세균, 젖산균의 생균수 측정을 위해서 곡자 10g에 0.85% 멸균생리식염수 90 mL를 가해 균질화한 다음 10⁸까지 단계적으로 희석하고 단계별 희석액 1 mL를 건조필름(3M™ Petrifilm™, 3M Microbiology Products, St Paul, Minnesota, USA)에 접종하였다. 일반세균은 aerobic count plate, 젖산균은 Lactic Acid Bacteria Count Plate를 각각 사용하였으며 30°C에서 48-60시간 동안 배양하면서 특징적인 집락수를 계수하였다.

유기산

유기산 분석을 위해서 HPLC(LC-20A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하였으며 post column방법을 사용하여 분석하였다. 유기산분석용 column은 Shodex Rspack KC-G(6.0 mm×50.0 mm) guard column에 RSpak KC-811(8.0 mm×300 mm, Showa Denko, Tokyo, Japan) 2개를 연결하여 사용하였다. 이동상은 3 mM perchloric acid를 이용하였으며, flow rate는 0.8 mL/min, column oven의 온도는 63°C로 하였다. 분리물은 반응용액(0.2 mM bromothymol blue, 15 mM Na₂HPO₄, 2 mM NaOH)과 반응한 후 UV 440nm에서 검출하였다. 이때 반응용액의 flow rate는 1.0 mL/min, 반응온도는 30°C로 하였다. 시료는 된장 1g에 증류수 20 mL를 붓고 균질화(WiseTis HG-15D, Wlteg Co., Germany)한 다음 원심분리(4°C, 12,000×g, 10 min)하고 여과(0.2 µm, Millipore Co., Cork, Ireland)하여 사용하였다.

소주용 효모의 제조 및 저장성평가

효모의 제조 및 저장

소주용 효모의 저장성 평가를 위하여 국립농업과학원에서 제공받은 *Saccharomyces cerevisiae* N9(N9 효모)를 사용하였다. YPD 액체배지 5 mL에 효모를 1 백금이 접종하고 30°C에서 2일 동안 1~2×10⁹cells/mL가 되도록 배양하여 사용하였다. 배양된 효모는 4°C와 30°C 저장 창고에서 보관하며 1개월 단위로 총 6개월간 생균수를 측정하였다.

효모의 생균수 측정

효모의 생균수는 효모 1mL와 증류수 4mL 및 methylene blue용액 5mL를 넣고 vortexing하여 상온에서 15분간 방치한 후 이 혼합액을 혈구계수기(헤미토미터)를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

소주용 곡자의 이화학적 특성

소주용 곡자의 일반성분 및 이화학적인 특성은 Table 1-2에 나타내었다. 증류식 소주의 현장 적용을 위하여 시중에서 구하기 용이한 균주 및 누룩으로 선별하여 실험을 진행하였다. pH는 백국이(3.16~3.46) 다른 시판 곡자 및 정제효소보다 낮게 나왔으며, 산도 역시 일반적으로 산 생성이 높았다고 알려진 백국에서 총산의 함량이 높게 나타났다.

Table 1-2. 소주용 곡자의 일반성분 및 이화학적인 특성

Samples	수분함량 (%)	pH	산도	총산 (citric acid, % db)	아미노산함량 (glycine, % db)
백국1	18.46±0.33	3.46±0.02	2.14±0.08	1.68±0.06	0.06±0.00
백국2	12.28±0.23	3.16±0.03	3.57±0.02	2.60±0.02	0.03±0.00
산성누룩	8.86±0.15	6.91±0.15	0.55±0.07	0.39±0.05	0.06±0.01
개량누룩	5.42±0.06	6.57±0.07	2.30±0.00	0.26±0.00	0.19±0.02
정제효소	2.85±0.16	7.09±0.02	0.50±0.00	0.33±0.00	0.06±0.00
황국	15.31±0.18	5.23±0.02	0.32±0.04	0.24±0.03	0.04±0.00

소주용 곡자의 효소활성

소주용 곡자의 효소활성을 측정한 결과는 Table 1-3과 같다. 균주별 당화력은 백국1으로 제조한 입국에서 306.98 U/g dry base로 가장 높았으며, 황국은 15.31 U/g dry base로 가장 낮은 효소활성을 나타내었다. 발효물의 잔당함량이 적을수록 고량주의 탄내를 줄일 수 있으므로 당화력이 높은 균주를 사용하는 것이 유리함에 따라 시판 입국에서는 황국보다는 백국을 사용하는 것이 액체발효에 유리 할 것으로 판단된다. 생전분 분해력은 백국(32~49 U/g dry base), 황국(5 U/g dry base), 개량누룩(413.16 U/g dry base)으로 개량누룩이 가장 높은 분해력을 나타내었으며, 입국에서는 황국보다 백국이 높은 효소활성을 나타내어, 백국이 황국보다 증자하지 않은 생쌀 발효에 사용하기에 더 적합할 것으로 판단된다.

Table 1-3. 소주용 곡자의 효소활성(U/g dry base)

누룩	당화력	생전분분해력	산성단백질 분해력
백국1	306.98±3.56	49.80±2.92	7583.69±680.79
백국2	270.04±1.53	32.27±2.22	5358.70±148.60
산성누룩	668.22±17.53	261.01±6.24	1937.66±304.47
개량누룩	2193.18±43.82	413.16±33.87	457.00±71.81
정제효소	8386.64±564.79	398.32±30.19	625±86±.000
황국	15.31±0.18	5.23±0.02	0.32±0.04

선발된 소주용 곡자의 물리적 특성 및 이화학적 특성

소주용 곡자의 이화학적 분석 및 효소활성을 측정한 결과 누룩의 산생성이 1.6% 이상이면서 당화력이 250 U/g db 이상인 백국 1, 백국 2를 고량주 제조에 사용하는 것이 타당하다고 판단 되었으나 백국2의 경우 시중에서 구매하기 어려운 측면이 있는 바 본 연구에서는 구매가 용이한 백국 1을 대상으로 실험을 진행하였다.

선발된 소주용 곡자인 백국1 물리적 특성 및 이화학적 특성은 표 1-4, 1.5, 1-6에 나타내었으며, 비교군으로 맥아와 백국2를 두었다. 선발된 소주용 곡자의 유기산 함량을 측정한 결과 백국 1과 백국 2의 경우 citric acid만 각각 1582.98 mg/100g, 2441.59 mg/100g 검출되었으며 다른 유기산은 측정되지 않았다.

Table 1-4. 선발된 소주용 곡자의 물리적 특성

Samples	중량 (g/1000립)	길이 (mm)	폭 (mm)	두께 (mm)
맥아	40.97±1.36	8.62±0.49	3.78±0.32	3.08±0.27
백국1	21.50±0.52	5.62±0.28	2.70±0.14	1.97±0.11
백국2	19.73±1.14	5.48±0.22	2.71±0.17	1.91±0.09

Table 1-5. 선발된 소주용 곡자의 유기산함량(mg/100g)

Samples	Malic acid	Ascorbic acid	lactic acid	Acetic acid	Citric acid
맥아	23.37±9.6	ND ¹⁾	ND	ND	ND
백국1	ND	ND	ND	ND	1582.98±43.0
백국2	ND	ND	ND	44.45	2441.59±74.1

¹⁾ND : not dated

Table 1-6 선발된 소주용 곡자의 오염균

Samples	일반세균 (cfu/g)	젖산균 (cfu/g)
맥아	2.1x10 ³	ND ¹⁾
백국1	9.3x10 ²	ND
백국2	2.8x10 ³	ND

¹⁾ND : not dated

소주용 효모의 저장성

소주용 효모의 저장안정성을 측정하기 위하여 10^9 cells/mL 이상으로 배양된 *accharomyces cerevisiae* N9(N9 효모)를 각각 4℃, 30℃에 6개월간 보관하며 측정한 결과는 Table 1-7과 같다. 저장 3개월까지 각각 다른 두 조건에서 보관한 효모의 생균수는 $3.0 \sim 7.0 \times 10^8$ cells/mL으로 높은 생존률을 나타내었으며, 특히 4℃에서 보관한 효모는 저장 6개월 차에도 2×10^8 cells/mL으로 높은 활성을 나타내어, 현상 적용 시 효모를 대량으로 생산한 후 장기간 보관하면서 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1-7 소주용 효모(N9효모)의 저장안정성 (단위 : cells/mL)

구 분	0개월	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월
4℃	1×10^9	9×10^8	9×10^8	7×10^8	6×10^8	3×10^8	2×10^8
30℃	1×10^9	5×10^8	3×10^8	3×10^8	9×10^7	7×10^7	6×10^7

2절 발효효율 향상을 위한 원료의 처리방법 개발

재료 및 방법

재료 및 담금액의 조제

재료

본 시험에 사용된 원료는 국내에서 생산된 쌀(신동진, 김제, 2019년산), 곡자(조은곡자, Korea)를 구입하여 사용하였으며, 쌀과 입국은 편밀분쇄기로 분쇄한 후 메쉬 채망으로 걸러 원곡, 10-40 mesh, 40-60 mesh, 60-100 mesh, 100 mesh로 분류하여 보관 하였다.

1단 담금액의 조제

곡자의 분쇄도에 따른 술덧의 발효특성을 측정하기 위하여 분쇄도별 곡자 1kg에 물 1.2L를 가하고 N9호모 2.2g을 첨가하여 술덧을 제조하였으며, 30℃에서 5일간 관찰하며 실험을 진행하였다.

2단 담금액의 조제

원료의 분쇄도에 따른 술덧의 발효특성을 측정하기 위하여 소주용 곡자 1kg에 물 1.2L를 가하고 N9호모 2.2g을 첨가하여 30℃에서 5일간 보관하여 1단 술덧을 제조하였다. 1단 술덧에 분쇄도 별로 분류된 쌀을 2kg 첨가하고 물 3.6L를 가하여 30℃에서 15일간 관찰하며 실험을 진행하였다.

알코올 함량

알코올 함량은 발효술덧을 잘 교반한 후, 시료 100 mL를 메스실린더에 취하여 삼각플라스크에 옮긴 다음, 동량의 물로 메스실린더를 씻어 플라스크에 넣고 소포제와 액화효소를 소량 첨가하였다. 이를 증류 및 냉각장치에 연결 후, 가열하여 증류액이 약 80 mL가 되면 증류를 중지하고 100 mL까지 물로 정용하였다. 그리고 이를 잘 섞어 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15℃로 보정하여 알코올 함량으로 나타내었다.

효모의 생균수 측정

효모의 생균수는 효모 1mL와 증류수 4mL 및 methylene blue용액 5mL를 넣고 vortexing하여 상온에서 15분간 방치한 후 이 혼합액을 혈구계수기(헤미토미터)를 사용하여 측정하였다.

효소활성 측정

당화력 측정

전분용액 0.9 mL를 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2mL를 가하여 40℃ 에서 5분간 예열한다. 여기에 효소액 0.1mL를 가하여 40℃에서 20분간 반응시키고, 1N-NaOH 용액 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지한다. 30분간 방치한 후 1N-HCl 용액 0.1mL를 가하여 중화한다. 대조구는 전분용액 0.9 mL를 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2 mL를 가하여 40℃에서 5분간 예열한다. 여기에 1N-NaOH 용액 0.1mL를 첨가한 후 효소액 0.1mL를 첨가하여 동일하게 반응 시킨다. 반응액중에 생성된 포도당량은 포도당 CII 테스트를 사용하여 측정한다. Glucoamylase의 활성은 가용성전분에 작용해 40℃에서 60분간에 1mg의 포도당을 생성하는 활성을 1 단위로 한다.

산성단백질 분해력

Acidic protease(PU) 활성은 시료 10 g에 염화나트륨 용액 50 mL를 가해서 저온실 (4℃)에서 하룻밤 또는 실온(15~20℃)에서 3시간 때때로 흔들여 침출한 후, 여과하였다. 이 여액 10mL을 투석막에 넣어 10~2 M 초산완충액에서 하룻밤 투석(4℃)한 후, 그 효소액을 희석하여 조효소액으로 하였다. 카제인 용액 1.5 mL에 pH 3.0 맥바인 완충액 1.0 mL와 조효소액 0.5 mL를 넣고 40℃에서 60분간 반응시킨 후, TCA용액 3 mL를 가해 반응을 정지시키고 침전을 제거하였다. 이 액 1 mL에 탄산나트륨용액 5 mL와 페놀시약 1 mL를 가해서 40℃에서 30분간 발색시킨 후, 660 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 별도로 대조구로는 TCA용액을 가하기 직전에 효소액을 첨가하여 이하 위의 방법과 동일하게 하여 흡광도를 측정하여 아래식에 의해서 효소활성을 구했다.

$$\text{효소활성(unit/g)} = y \times 6 / 1(\text{반응액량}) \times 1 / 0.5(\text{효소액량}) \times 100 / 10(\text{추출률})$$

생전분 분해력

생전분 분해력을 측정하기 위하여 2% 소맥전분 현탁액 1 mL에 0.1M Na-acetate buffer(pH 4.5) 1 mL를 가하여 40 ℃에서 5분간 예열한 후, 효소액 2 mL를 첨가하여 40 ℃에서 60분간 반응시켰다. 냉각수로 효소반응을 정지시킨 다음 상등액 0.1 mL를 취하여 환원당 측정법으로 효소기질 반응액 0.1 mL에 함유된 환원당량을 측정하여 산출하였다.

환원당 함량

시료 1~5 g를 취하여 100 mL 용량 플라스크에 넣고 증류수를 가하여 용해시킨 후, 초산납(lead acetate) 포화용액을 가하여 단백질과 유기산을 침전시키고 증류수로 정용한 후 Toyo no.2 여지로 여과하여 얻은 여액에 탄산나트륨(Na₂CO₃) 2 g를 가하여 초산납을 침전시켜 여과, 제거한 후, 여액을 Somogyi 변법으로 측정하여 표기하였다.

결과 및 고찰

생쌀발효 소주용 곡자의 분쇄도 결정

각 mesh 별로 분쇄한 곡자로 제조한 1단 술덧의 발효 특성은 Table 1-8과 같다. 1단 발효 종료 후 알코올 함량은 원곡이 17.78%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 분쇄도가 높아질수록 낮은 함량을 나타내어 100 mesh 이상에서는 13.53%의 함량을 나타내었다. 이는 곡자의 분쇄도가 높아짐에 따라 곡자 사이의 공극이 줄어들어 효소의 활동성이 저하됨에 따른 결과로 판단된다. 또한 곡자의 분쇄 및 mesh망으로 여과하는 과정에서 곡자 표면의 균주의 탈락과 분쇄과정 중 열에 의한 변질로 효소의 활성이 저하된 결과로 판단된다.

소주용 곡자의 분쇄도에 따른 1단 술덧의 효소활성을 보면 당화력과 생전분 분해도는 100 mesh 이상으로 분쇄된 원곡이 각각 2133.77 및 150.89 U/g로 가장 높았으며, 산성단백질의 경우에는 원곡이 1237.58 U/g으로 가장 높았으며, 분쇄된 원곡에서는 분쇄도가 높을수록 높은 활성을 나타낸 것을 알 수있다. 이는 원곡의 분쇄도가 높아짐에 따라 발효 초기 효소활성이 저하되어, 1단 발효 종점시기에도 발효가 진행 되고 있기 때문이라고 판단된다.

분쇄도를 달리한 소주용 곡자로 담근 1단 술덧의 발효 특성 및 효소활성을 종합하여 볼 때, 분쇄를 하지 않은 원곡으로 담근 1단 술덧의 알코올 함량이 가장 높아 1단 발효가 가장 잘 진행 되었다고 판단된다. 또한 효소활성을 보면 분쇄도가 높을수록 초기 발효 속도가 더디었을 것으로 판단된다. 초기 발효 속도가 느려지면 잡균의 오염이 커질 뿐만 아니라 발효효율도 떨어지기 때문에 소주용 곡자는 분쇄를 하지 않은 원곡을 최적 조건으로 설정한 후 실험을 진행 하였다.

Table 1-8. 소주용 곡자의 분쇄도에 따른 1단 술덧의 일반성분 함량 및 효소활성

분쇄도(mesh)	알코올 (%)	환원당 (%)	효소활성((U/g dry base)		
			당화력	생전분 분해력	산성단백질 분해력
원곡	17.78±0.39	5.36±0.06	1702.68±76.69	85.20±13.90	1237.58±10.66
10-40	16.45±1.27	3.14±0.07	1285.14±145.70	108.04±4.21	825.06±42.06
40-60	16.05±0.27	6.79±0.03	1171.27±46.01	74.18±0.42	869.32±27.97
60-100	15.55±1.27	8.12±0.06	1287.85±42.18	136.00±1.69	933.37±38.69
100 이상	13.53±1.17	9.67±0.01	2133.77±49.85	150.89±12.64	1133.98±95.90

생쌀발효 소주용 원료의 분쇄도 및 2단발효 기간 결정

각 mesh 별로 분쇄한 원료로 제조한 2단 술덧의 발효 특성은 Table 1-9- 및 1-10과 같다. 1단 발효 시 소주용 곡자는 분쇄하지 않은 원곡으로 사용하여 진행하였으며, 생쌀의 발효특성

을 비교하기 위하여 고두밥으로 담근 술덧을 대조구로 두었다.

원료의 분쇄도에 따른 알코올 함량을 보면 2단 발효 12일 차에 고두밥의 알코올 함량은 18.43%였으며, 생쌀의 경우 분쇄도가 높아 질수록 알코올 함량이 높아져 40-60 mesh로 분쇄한 생쌀이 119.02%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 60 mesh 이상부터는 함량이 다시 감소하였다. 고두밥과 비교하여보면 0-100 mesh로 분쇄한 생쌀의 경우 기존 전통 방법인 고두밥으로 술덧을 제조하였을 때보다 더 우수한 발효특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 원료의 분쇄도에 따른 2단 술덧의 환원당 함량을 보면 고두밥이 0.39%로 발효가 가장 잘 되었음을 알 수 있고, 분쇄도가 높아 질수록 환원당 함량이 높아져 발효 효율이 떨어졌다.

발효일자별로 보았을 경우에는 12일 차와 비교하였을 때 15일차에서 대부분의 실험구에서 알코올 함량이 감소하거나 낮아지는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 2단 발효 12일 차 이후로는 효모의 알코올 생성능이 감소하여, 알코올 증발속도와 같거나 비슷하였기 때문이라고 판단된다. 따라서 2단발효의 경우 기존의 15일보다 3일 감소한 12일차에 발효를 종료하는 것이 산업적으로 우수하다고 판단되었다.

따라서 이러한 결과를 종합하여 볼 때 2단 술덧에 첨가되는 원료의 분쇄도는 0-60 mesh가 가장 적합하다고 판단되었다. 공정의 간소화를 위하여 실제 산업현장에서 많이 사용되는 roll-mill 분쇄기로 1회 분쇄하여 주는 정도로 결정하였으며, 2단 발효중점은 2단 발효 시작 12일차로 결정하였다.

Table 1-9. 원료의 분쇄도에 따른 2단 술덧의 일자별 알코올 함량(%)

발효일자	고두밥	원곡	0-10	10-40	40-60	60-100	100-
12 days	18.43	17.77	18.56	18.91	19.18	19.02	18.14
15 days	18.55	17.93	18.14	18.24	19.26	18.16	17.41

Table 1-10. 원료의 분쇄도에 따른 2단 술덧의 일자별 환원당 함량(%)

발효일자	고두밥	원곡	0-10	10-40	40-60	60-100	100-
12 days	0.39±0.20	1.30±0.04	1.94±0.18	3.74±0.00	1.74±0.21	1.65±0.04	1.08±0.08
15 days	1.40±0.08	1.54±0.43	2.39±0.08	1.25±0.03	1.77±0.05	1.05±0.05	1.15±0.06

원료 입도에 따른 2단 술덧의 발효일자별 무게감소량(g)

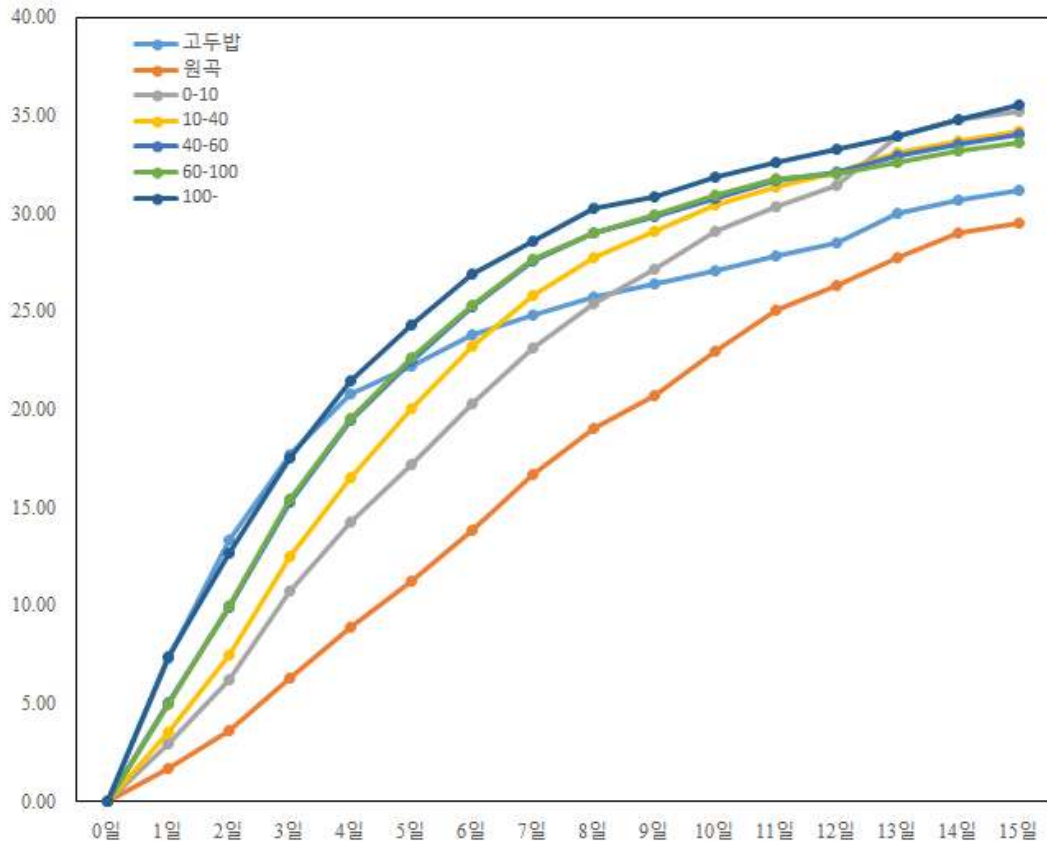


Fig. 1-1. 원료 분쇄도에 따른 2단 술덧의 발효 일자별 무게감소량(g)

Table 1-11. 원료의 분쇄도에 따른 2단 술덧의 품질특성

분쇄도(mesh)	알코올 (%)	환원당 (%)	효소활성(U/g dry base)	
			당화력	생전분분해력
고두밥	18.43±0.02	0.39±0.20	458.20±25.31	21.91±11.12
원곡	17.77±0.05	1.30±0.04	604.07±42.94	72.00±2.05
0-10	18.56±0.06	1.94±0.18	599.19±0.77	107.61±10.24
10-40	18.91±0.15	3.74±0.00	645.28±32.21	207.61±0.00
40-60	19.18±0.06	1.74±0.21	701.13±28.37	69.68±2.79
60-100	19.02±0.01	1.65±0.04	662.09±42.18	91.40±58.30
100 이상	18.14±0.00	1.08±0.08	766.75±42.94	60.20±4.68

제2장 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화

1절 발효공정 표준화 : 생산성 향상, 생산현장을 고려한 공정 단순화 및 작업성 향상

재료 및 방법

공시재료

본 시험에 사용된 원료는 국내에서 생산된 쌀(신동진, 김제, 2019년산)과 곡자(조은곡자, Korea)를 구입하여 사용하였으며, 시험에 사용된 균주는 표1과 같다. 일반성분 및 유기산 분석에 사용한 시약은 Sigma Co(USA) 및 시중에 시판되는 특급품을 사용하였다.

가수량을 달리한 1단 담금 술덧의 제조

가수량 변화에 따른 발효특성을 알아보기 위하여 1단 담금 시 가수량을 원료 대비 120%, 140%, 160%, 180%, 200%로 설정하여 제조하였으며 담금 조건은 표 2-1과 같다.

Table 2-1 가수량을 달리한 1단 담금 술덧의 담금조건

	원료	1	2	3	4	5
1단 (5일)	곡자(백국, g)	100	100	100	100	100
	물(g)	120	140	160	180	200
	효모(g)	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3

가수량을 달리한 2단 담금 술덧의 제조

가수량 변화에 따른 발효특성을 알아보기 위하여 2단 담금시 가수량을 원료 대비 160%, 180%, 200%로 설정하여 제조하였으며 담금 조건은 표 2-2와 같다.

Table 2-2 가수량을 달리한 2단 담금 술덧의 담금조건

	원료	1	2	3
1단 (5일)	곡자(백곡, g)		100	
	물(g)		180	
	효모(g)		0.28	
2단 (12일)	쌀(g)	200	200	200
	물(g)	320	360	400

효소활성 측정

당화력 측정

전분용액 0.9 mL를 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2mL를 가하여 40℃에서 5분간 예열한다. 여기에 효소액 0.1mL를 가하여 40℃에서 20분간 반응시키고, 1N-NaOH 용액 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지한다. 30분간 방치한 후 1N-HCl 용액 0.1mL를 가하여 중화한다. 대조구는 전분용액 0.9 mL을 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2 mL를 가하여 40℃에서 5분간 예열한다. 여기에 1N-NaOH 용액 0.1mL를 첨가한 후 효소액 0.1mL를 첨가하여 동일하게 반응 시킨다. 반응액중에 생성된 포도당량은 포도당 CII 테스트를 사용하여 측정한다. Glucoamylase의 활성은 가용성전분에 작용해 40℃에서 60분간에 1mg의 포도당을 생성하는 활성을 1 단위로 한다.

산성단백질 분해력

Acidic protease(PU) 활성은 시료 10 g에 염화나트륨 용액 50 mL를 가해서 저온실(4℃)에서 하룻밤 또는 실온(15~20℃)에서 3시간 때때로 흔들어서 침출한 후, 여과하였다. 이 여액 10mL를 투석막에 넣어 10~2 M 초산완충액에서 하룻밤 투석(4℃)한 후, 그 효소액을 희석하여 조효소액으로 하였다. 카제인 용액 1.5 mL에 pH 3.0 맥바인 완충액 1.0 mL와 조효소액 0.5 mL를 넣고 40℃에서 60분간 반응시킨 후, TCA용액 3 mL를 가해 반응을 정지시키고 침전을 제거하였다. 이 액 1 mL에 탄산나트륨용액 5 mL와 페놀시약 1 mL를 가해서 40℃에서 30분간 발색시킨 후, 660 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 별도로 대조구로는 TCA용액을 가하기 직전에 효소액을 첨가하여 이하위의 방법과 동일하게 하여 흡광도를 측정하여 아래식에 의해서 효소활성을 구했다.

$$\text{효소활성 (unit/g)} = y \times 6 / (1(\text{반응액량}) \times 1 / 0.5(\text{효소액량}) \times 100 / 10(\text{추출률}))$$

생전분 분해력

생전분 분해력을 측정하기 위하여 2% 소맥전분 현탁액 1 mL에 0.1M Na-acetate buffer(pH 4.5) 1 mL를 가하여 40 °C에서 5분간 예열한 후, 효소액 2 mL를 첨가하여 40 °C에서 60분간 반응시켰다. 냉각수로 효소반응을 정지시킨 다음 상등액 0.1 mL를 취하여 환원당 측정법으로 효소기질 반응액 0.1 mL에 함유된 환원당량을 측정하여 산출하였다.

적정산도 및 pH 측정

적정산도는 일정량의 시료를 취하여 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어트린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며, 소비된 용액의 양을 산도로 표시하였다. 시료 침출액 pH는 시료 20 g에 증류수 100 mL를 가하고 실온에서 3시간 침출하여 그 여액을 측정하였다. 사용된 pH meter는 Orion Model SA 520이었다.(1)

아미도산도 측정

아미노산도는 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 중화시킨 후, 중성 포르말린 용액 5 mL를 넣어 혼합하고, 여기에 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 pH 8.3이 될 때까지 소요된 0.1 N NaOH의 mL수로 표시하였다(2).

알코올 함량

알코올 함량은 발효술덧을 잘 교반한 후, 시료 100 mL를 메스실린더에 취하여 삼각플라스크에 옮긴 다음, 동량의 물로 메스실린더를 씻어 플라스크에 넣고 소포제와 액화효소를 소량 첨가하였다. 이를 증류 및 냉각장치에 연결 후, 가열하여 증류액이 약 80 mL가 되면 증류를 중지하고 100 mL까지 물로 정용하였다. 그리고 이를 잘 섞어 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량으로 나타내었다.

술덧의 효모수 측정

면보로 여과한 시료 1mL와 증류수 4mL 및 methylene blue용액 5mL를 넣고 vortexing하여 상온에서 15분간 방치한 후 이 혼합액을 혈구계수기(헤미토미터)를 사용하여 측정하였다.

환원당 함량

시료 1~5 g를 취하여 100 mL 용량 플라스크에 넣고 증류수를 가하여 용해시킨 후, 초산납(lead acetate) 포화용액을 가하여 단백질을 침전시키고 증류수로 정용한 후 Toyo no.2 여지로 여과하여 얻은 여액에 탄산나트륨(Na_2CO_3) 2 g를 가하여 초산납을 침전시켜 여과, 제거한 후, 여액을 Somogyi 방법으로 측정하여 표기하였다.

결과 및 고찰

생쌀발효 증류식 소주의 1단 담금 최적 가수량 설정

생쌀발효 증류식 소주의 1단 담금 시 최적 가수량을 결정하기 위한 가수 조건은 표 2-1과 같다. 가수량별 발효 특성을 측정한 결과(Table 2-3 및 2-4) 각 가수량별 술덧의 알코올 생산율은 180%(39.62%) > 160%(39.60%) > 200%(38.79%) > 140%(34.93%) > 120%(31.45) 순으로 180%가 수율에서 가장 높은 알코올 함량을 보였으며, 이 후 가수량 증가에 의존적으로 감소하는 경향으로 나타났다. 이러한 결과는 가수량을 달리한 술덧의 품질 특성을 측정한 Choi외 5인(6)의 연구 결과와 일치하였다. 가수량 별 1단술덧의 잔당은 120%(4.00%) > 140%(2.380%) > 160%(0.72%) > 180%(0.34%) > 200%(0.32) 순으로 가수량이 증가할수록 잔당은 감소하는 결과를 나타내었다. 이러한 이유는 가수량 함량이 140% 이하에서는 알코올 농도 및 균주농도가 다른 시험구에 비해 높아 삼투압의 영향으로 발효가 지연된 것으로 판단된다. 일반세균 및 대장균(Table 2-5)은 모든 실험구에서 검출되지 않았다.

이러한 결과를 요약하면 발효관리 측면에서는 잡균의 오염방지를 위해 술덧의 알코올 농도가 비교적 높은 108%이하의 가수율이, 알코올 생산 수율, 효소활성 및 잔당 함량 측면에서는 가수율이 160% 이상일 때 좋을 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서는 생쌀발효 증류식 소주의 1단 담금 최적 가수량을 원료 대비 180%로 결정하고 이후 실험을 진행하였다.

Table 2-3 가수량을 달리한 1단 술덧의 무게변화(g)

가수량(%)	0일	1일	2일	3일	4일	5일
120	0.0000	0.4710	0.9365	1.2775	1.4940	1.7350
140	0.0000	0.5415	1.0485	1.3830	1.6075	1.9055
160	0.0000	0.5350	1.0530	1.3675	1.6330	1.8915
180	0.0000	0.6240	1.1275	1.5020	1.7340	1.9580
200	0.0000	0.6755	1.2075	1.6125	1.8820	2.0900

Table 2-4 가수량에 따른 1단 술덧의 일반성분 함량 및 효소활성

가수량 (%)	알코올 (%)	잔당 (%)	효소활성(U/g dry base)		
			당화력	생전분 분해력	산성단백질 분해력
120	31.45±0.46	4.00±0.06	1491.20±99.69	106.41±1.90	1469.62±197.94
140	34.93±0.08	2.38±0.04	1230.92±7.67	102.83±10.53	1566.58±117.53
160	39.60±0.24	0.72±0.15	1046.55±222.39	109.14±0.21	851.16±20.57
180	39.62±0.21	0.34±0.17	1100.78±38.34	129.34±14.96	1202.29±29.38
200	38.79±1.24	0.32±0.01	905.56±38.34	125.37±8.64	977.90±11.75

Table 2-5 가수량에 따른 1단 술덧의 오염도

가수량 (%)	일반세균	대장균
120	ND ¹⁾	ND
140	ND	ND
160	ND	ND
180	ND	ND
200	ND	ND

¹⁾ND : not dated

생쌀발효 증류식 소주의 2단 담금 최적 가수량 설정

생쌀발효 증류식 소주의 2단 담금 시 최적 가수량을 결정하기 위한 가수 조건은 표 2-2와 같다. 가수량별 발효 특성을 측정된 결과(Table 2-6 및 fig. 2-1) 각 가수량별 술덧의 알코올 농도는 180%(17.492%) > 160%(17.21%) > 200%(16.77%) 순으로 180%가 가장 높은 알코올 함량을 보였으며, 이러한 결과는 가수량에 따른 1단 술덧의 알코올 함량과도 일치하였다. 가수량별 2단 술덧의 잔당은 160%(0.22%) > 180%(0.11%) > 200%(0.05%) 순으로 가수량이 증가할수록 잔당은 감소하였으며 모든 실험구에서 1% 미만으로 낮은 수치를 나타내었다. 일반세균 및 대장균은 모든 실험구에서 검출되지 않았다. 따라서 현장편의성을 고려하여 1단 담금의 가수량과 일치하며, 알코올 함량이 가장 높았던 180%를 2단 술덧의 최적 가수량으로 결정하였다.

Table 2-6 가수량에 따른 2단 술덧의 일반성분 함량 및 오염도 확인

가수량 (%)	알코올 (%)	잔당 (%)	일반세균	대장균
160	17.21±0.00	0.22±0.03	ND ¹⁾	ND
180	17.49±0.32	0.11±0.01	ND	ND
200	16.77±0.61	0.05±0.02	ND	ND

¹⁾ND : not dated

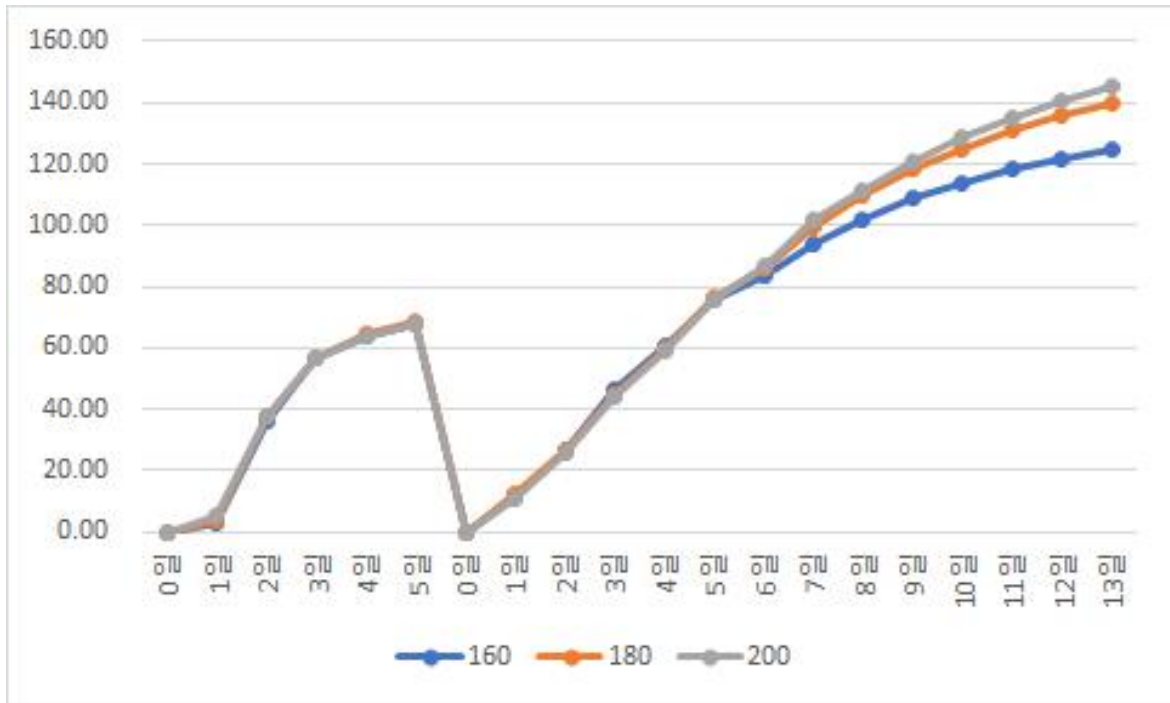


Fig. 2-1. 가수량에 따른 슬래트의 무게감소량

2절 소주용 술덧의 각 지표별 기준규격 설정

재료 및 방법

술덧의 제조

정상발효 술덧의 기준규격 설정의 위한 술덧은 쌀(신동진, 김제, 2019년산), 곡자(조은곡자, Korea)를 사용하여 제조하였다. 분쇄하지 않은 곡자 1 kg에 물 1.8 L를 가하고 N9효모 0.1%를 첨가하여 30°C에서 5일간 발효시켜 1단 술덧을 제조하였다. 1단 술덧에 0-100 mesh로 조분쇄된 생쌀을 2kg 첨가하고 쌀 대비 160%, 180%의 물을 가하여 30°C에서 12일간 발효하여 제조된 2단 술덧을 최종 실험 재료로 사용하였다.

Table 2-7 소주용 술덧의 담금 최적 조건(1000 L 기준)

제조과정	료	사용량(kg)	규격
1단담금 (30°C, 5일 발효)	소주용곡자(산업용)	113.5	원곡
	전용효모	1.2	건조 또는 액상
	물	204.3	음용수(180%)
2단담금 (30°C, 12일 발효)	지역쌀	227.0	조분쇄(롤러밀 1회)
	물	408.6	음용수(180%)

술덧의 증류

술덧 4,000 mL를 상압 증류법을 사용하여 증류식 소주를 제조하였다. 최종 제품의 이화학적 성분 분석은 초류부터 후류까지 모두를 포집하여 사용하였으며, 이때 알코올 함량은 45%가 되도록 맞추었다.

적정산도 및 pH 측정

적정산도는 일정량의 시료를 취하여 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어트린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며, 소비된 용액의 양을 산도로 표시하였다. 시료 침출액 pH는 시료 20 g에 증류수 100 mL를 가하고 실온에서 3시간 침출하여 그 여액을 측정하였다. 사용된 pH meter는 Orion Model SA 520이었다.¹⁾

알코올 함량

알코올 함량은 발효술덧을 잘 교반한 후, 시료 100 mL를 메스실린더에 취하여 삼각플라스크

에 옮긴 다음, 동량의 물로 메스실린더를 씻어 플라스크에 넣고 소포제와 액화효소를 소량 첨가하였다. 이를 증류 및 냉각장치에 연결 후, 가열하여 증류액이 약 80 mL가 되면 증류를 중지하고 100 mL까지 물로 정용하였다. 그리고 이를 잘 섞어 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량으로 나타내었다.(3)

환원당 함량

시료 1~5 g를 취하여 100 mL 용량 플라스크에 넣고 증류수를 가하여 용해시킨 후, 초산납(lead acetate) 포화용액을 가하여 단백질과 유기산을 침전시키고 증류수로 정용한 후 Toyo no.2 여지로 여과하여 얻은 여액에 탄산나트륨(Na_2CO_3) 2 g를 가하여 초산납을 침전시켜 여과, 제거한 후, 여액을 Somogyi 방법으로 측정하여 표기하였다.

총당 함량

200mL용 삼각플라스크에 술덧 10g과 증류수 80mL 및 25% HCl 10mL를 넣고 길이 약 1m의 공기냉각관으로 밀봉하여 끓는 수욕 중에서 2.5시간 가열한 후 물로 냉각하여 10% NaOH 용액으로 미산성이 될 때 까지 중화하고 200mL로 정용한 시료를 filter paper NO.2로 여과하고 얻어진 여액의 환원당의 양을 somogyi 방법으로 측정하고 술덧에 함유된 총당을 구하였다.

Furfural 함량

검체를 석영 셀에 취하여 증류수를 대조로 파장 275nm에서의 흡광도를 측정하고 측정 값 $\times 1000$ 으로 나타내었다.

결과 및 고찰

소주용 술덧의 기준규격 설정

소주용 술덧의 기준 규격을 설정하기 위하여 최적조건으로 제조한 술덧의 품질특성 (Table 2-8, 2-9)을 측정하였다. 대조구로는 가수량 160%(2단)로 두었다. 최적조건의 pH는 4.07, 총산은 8.98, 아미노산함량은 0.65%로 백국을 사용하여 제조한 쌀 소주용 술덧의 품질특성을 측정 한 연구(7)와 일치하였다. 알코올 함량의 경우 17.49%로 대조구(17.21%)보다 높은 함량을 나타내었으며, 총 당은 0.11% 휘발산도는 1을 나타내었다. 이러한 결과를 바탕으로 Table 2-10과 같이 생쌀발효 소주용 술덧의 기준규격을 확립하여 나타내었다.

Table 2-8 최적조건으로 제조된 술덧의 일반성분 함량

가수량 (%)	pH	산도	총산 (citric acid, % db)	아미노산함량 (glycine, % db)
대조구	4.14±0.06	13.13±0.50	9.58±0.37	0.67±0.01
최적조건	4.07±0.01	12.27±0.12	8.95±0.08	0.65±0.03

Table 2-9 최적조건으로 제조된 술덧의 알코올 함량 및 불쾌취 유발 성분 함량

가수량 (%)	알코올 (%)	총당 (%)	Furfural (OD 275nm)	휘발산도
대조구	17.21±0.00	0.22±0.03	59.33±0.58	1.00±0.00
최적조건	17.49±0.32	0.11±0.01	50.00±1.00	1.00±0.00

Table 2-10 생쌀발효 소주용 술덧의 기준규격

기준규격	판단기준
알코올함량	17% 이상
pH	3.8-5.0
총산	6-10%
잔당	2% 미만
젖산 및 초산	1% 미만

제3장 생쌀발효 술덧의 증류 조건 및 숙성공정 표준화

1절 감압증류 조건 설정

재료 및 방법

술덧의 제조

정상발효 술덧의 기준규격 설정의 위한 술덧은 쌀(신동진, 김제, 2019년산), 곡자(조은곡자, Korea)를 사용하여 제조하였다. 분쇄하지 않은 곡자 1 kg에 물 1.8 L를 가하고 N9효모 0.1%를 첨가하여 30℃에서 5일간 발효시켜 1단 술덧을 제조하였다. 1단 술덧에 0-100 mesh로 조분쇄된 생쌀을 2kg 첨가하고 물을 3.6 L 가하여 30℃에서 12일간 발효하여 제조된 2단 술덧을 최종 실험 재료로 사용하였다.

술덧의 증류

술덧 4,000 mL를 감압 증류법(압력 70, 100, 200, 300, 400 mmHg, 술덧 온도 40℃)최종 제품의 이화학적 성분 분석은 초류부터 후류까지 모두를 포집하여 사용하였으며, 이때 알코올 함량은 45%가 되도록 맞추었다.

휘발성산도 측정

검체 10mL를 100mL 삼각플라스크에 취하고 페놀프탈레인 지시약 4-5 방울을 첨가하여 0.01N-NaOH 용액으로 엷은 적색이 몇 초간 나타날 때 까지 적정한 한 후 소요 mL수에 0.01N-NaOH 용액의 Factor를 곱한 값을 산도로 하였다.

Furfural 함량

검체를 석영 셀에 취하여 증류수를 대조로 파장 275nm에서의 흡광도를 측정하고 측정 값 × 1000으로 나타내었다.

결과 및 고찰

생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화

생쌀발효 증류식 소주의 증류 조건 표준화를 위하여 술덧을 조건별로 증류한 후 증류액의 비선택물질인 Furfural과 휘발산도를 측정된 결과는 Table 3-1과 같다. 감압도는 70, 100, 200, 300, 400 torr로 하였으며, 발효 종점은 증류액이 원주량의 40%가 되는 시점을 기준으로 두고 진행하였다.

산과 과열에 의해서 나타나는 휘발성 향기성분인 Furfural은 주류의 증류과정에서 발생되며, 증류식 소주의 탄내의 주원인이 된다. 후류에 갈수록 술덧이 가열에 의한 영향을 많이 받아 Furfural 함량이 높아지며(fig. 3-1) 숙성기간이 길어질수록 감소한다. 감압도에 따른 비선택 물질의 생성 평가 결과 70 torr 및 100 torr에서 각각 17.33 ppm, 18.67 ppm으로 나타났다. 이는 증류액이 한 달 이상 숙성되어야 나타나는 수치로(Table 3-2), 감압도를 100 torr 이하로 낮추면 약 한달 이상 숙성하는 것과 같은 효과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 따라서 생쌀 발효 술덧의 증류 시 감압도를 70-100 torr로 설정하는 것이 적합하다고 판단되었다.

Table 3-1 감압도에 따른 비선택 물질 생성 평가

Samples (Torr)	Furfural (OD 275nm)	휘발산도
70	17.33±0.58	1.93±0.12
100	18.67±1.53	1.27±0.12
200	22.67±0.58	1.40±0.00
300	26.00±0.00	1.53±0.12
400	80.67±0.58	1.33±0.12



Fig. 3-1. 감압 증류시간에 따른 Furfural 함량 변화

2절 숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화

결과 및 고찰

증류액의 숙성기간 설정

숙성기간에 따른 증류액의 불쾌취 유발성분을 측정하기 위하여 증류액을 숙성조에 보관 한 후 1개월 단위로 총 3개월간 시료를 채취하여 숙성기간에 따른 furfural 함량을 측정하였다. 증류 직후 furfural 함량은 30.67 ppm이었으며, 1개월 후에는 19.33, 2개월 차에는 14.67, 3개월에는 13.67로 2개월 이후에는 Furfural의 함량에 큰 변화가 나타나지 않았다. 따라서 가장 생쌀 발효 증류액의 숙성기간을 2개월 이상으로 설정하였다.

Table 3-2 숙성기간에 따른 불쾌취 유발 물질 변화

Samples	0개월	1개월	2개월	3개월
Furfural (OD 275nm)	30.67±0.58	19.33±0.58	14.67±2.08	13.67±0.58

제4장 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가

재료 및 방법

적정산도 및 pH 측정

적정산도는 일정량의 시료를 취하여 여과지로 여과한 검체 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어트린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며, 소비된 용액의 양을 산도로 표시하였다. 시료 침출액 pH는 시료 20 g에 증류수 100 mL를 가하고 실온에서 3시간 침출하여 그 여액을 측정하였다. 사용된 pH meter는 Orion Model SA 520이었다.

알코올 함량

알코올 함량은 발효술덧을 잘 교반한 후, 시료 100 mL를 메스실린더에 취하여 삼각플라스크에 옮긴 다음, 동량의 물로 메스실린더를 씻어 플라스크에 넣고 소포제와 액화효소를 소량 첨가하였다. 이를 증류 및 냉각장치에 연결 후, 가열하여 증류액이 약 80 mL가 되면 증류를 중지하고 100 mL까지 물로 정용하였다. 그리고 이를 잘 섞어 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량으로 나타내었다.

Furfural 함량

검체를 석영 셀에 취하여 증류수를 대조로 파장 275nm에서의 흡광도를 측정하고 측정 값 $\times 1000$ 으로 나타내었다.

효모의 생균수 측정

효모의 생균수는 효모 1mL와 증류수 4mL 및 methylene blue용액 5mL를 넣고 vortexing하여 상온에서 15분간 방치한 후 이 혼합액을 혈구계수기(헤미토미터)를 사용하여 측정하였다.

효소활성 측정

당화력 측정

전분용액 0.9 mL를 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2mL를 가하여 40°C 에서 5분간 예열한다. 여기에 효소액 0.1mL를 가하여 40°C에서 20분간 반응시키고, 1N-NaOH 용액 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지한다. 30분간 방치한 후 1N-HCl 용액 0.1mL를 가하여 중화한다. 대조구는 전분용액 0.9 mL을 eppen튜브에 넣고, 0.2M acetic acid buffer 0.2 mL를 가하여 40°C에서 5분간 예열한다. 여기에 1N-NaOH 용액 0.1mL을 첨가한 후 효소액 0.1mL를 첨가하여 동일하게 반응 시킨다. 반응액중에 생성된 포도당량은 포도당 CII 테스트를 사용하여 측정

한다. Glucoamylase의 활성은 가용성전분에 작용해 40℃에서 60분간에 1mg의 포도당을 생성하는 활성을 1 단위로 한다.

산성단백질 분해력

Acidic protease(PU) 활성은 시료 10 g에 염화나트륨 용액 50 mL를 가해서 저온실 (4℃)에서 하룻밤 또는 실온(15~20℃)에서 3시간 때때로 흔들여 침출한 후, 여과하였다. 이 여액 10mL을 투석막에 넣어 10~2 M 초산완충액에서 하룻밤 투석(4℃)한 후, 그 효소액을 회석하여 조효소액으로 하였다. 카제인 용액 1.5 mL에 pH 3.0 맥바인 완충액 1.0 mL와 조효소액 0.5 mL를 넣고 40℃에서 60분간 반응시킨 후, TCA용액 3 mL을 가해 반응을 정지시키고 침전을 제거하였다. 이 액 1 mL에 탄산나트륨용액 5 mL와 페놀시약 1 mL을 가해서 40℃에서 30분간 발색시킨 후, 660 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 별도로 대조구로는 TCA용액을 가하기 직전에 효소액을 첨가하여 이하 위의 방법과 동일하게 하여 흡광도를 측정하여 아래식에 의해서 효소활성을 구했다.

$$\text{효소활성(unit/g)} = y \times 6 / 1(\text{반응액량}) \times 1 / 0.5(\text{효소액량}) \times 100 / 10(\text{추출률})$$

생전분 분해력

생전분 분해력을 측정하기 위하여 2% 소맥전분 현탁액 1 mL에 0.1M Na-acetate buffer(pH 4.5) 1 mL를 가하여 40 ℃에서 5분간 예열한 후, 효소액 2 mL를 첨가하여 40 ℃에서 60분간 반응시켰다. 냉각수로 효소반응을 정지시킨 다음 상등액 0.1 mL를 취하여 환원당 측정법으로 효소기질 반응액 0.1 mL에 함유된 환원당량을 측정하여 산출하였다.

결과 및 고찰

현장적용 지역별 곡자의 품질특성

현장적용에 사용된 각 지역별 곡자의 효소활성은 Table 4-1과 같다. 4지역 모두 백국균을 사용한 곡자를 구입하여 사용하였다. 당화력은 85.47~164.27 U/g로 실험실에서 사용한 백국으로 만든 곡자(306.98 U/g)보다 낮은 활성을 나타내었고, 생전분분해력의 경우에는 69.53~176.20 U/g로 실험실 백국의 생전분 분해력(49.80 U/g)보다 약 2배이상 높은 활성을 나타내었다. 이는 각 지역별 곡자의 구입 시기 및 보관방법 등에 따른 차이로 판단된다.

Table 4-1. 각 지역별 곡자의 효소활성((U/g dry base)

	당화력	α -glucosidase	산성단백질 분해력
강릉	88.73±6.04	1.59±0.08	69.53±5.78
당진	108.52±3.90	1.50±0.08	101.97±4.37
제주	164.27±5.00	0.12±0.00	147.95±1.16
가평	85.47±2.22	3.40±1.44	176.20±3.24

현장적용 지역별 술덧의 담금 조건

현장적용 지역별 술덧의 담금조건은 Table 4-2와 같다. 각 지역별 현장의 발효조 용량의 80%가 되도록 조정하였으며, 1단 담금 시 가수량은 입국의 180%, 효모는 0.1%(분말기준) 첨가하여 5일간 발효하였으며, 1단 발효액에 백미와 백미 대비 180%의 물을 첨가하여 12일간 발효하여 술덧을 제조하였다.

Table 4-2. 현장적용 지역별 술덧의 담금 조건

발효단계	원료	강릉	당진	제주	가평
1단	입국 (kg)	190	214	180	237.5
	물 (L)	342	386	324	476.25
	효모 (g)	532	600	500	587.5
2단	백미 (kg, 수분 12.0%)	381	428	360	427.5
	물 (L)	686	770	648	665
총 합(kg)		1600	1800	1500	2200

지역별 현장적용 술덧의 품질특성

지역별 현장적용 술덧의 따른 품질특성 및 발효일자에 따른 알코올 함량 변화는 다음과 같다. 각 지역별 pH 및 총산 4개 지역 모두 생쌀발효 소주용 술덧의 기준규격에 적합하였으며, 알코올 함량의 경우에는 강릉(18.44%), 당진(18.13%), 제주(17.75%)로 기준규격에 부합하였으나 가평의 경우에는 16.88% 기준인 17%보다 다소 낮게 나타났다. 이는 발효 초기 온도가 너무 낮아 초기 발효가 더디게 나타난 결과로 판단된다. 추후 현장 적용 시 25-30℃로 유지될 수 있도록 제어하는 것이 중요하다고 판단된다.

Table 4-3. 지역별 현장적용 평가 술덧의 품질특성

	pH	총산(%)	아미노산도	알코올(%)
강릉	4.40	6.83±0.15	3.43±0.06	18.44±0.08
당진	4.13	6.32±0.02	3.97±0.05	18.13±0.01
제주	4.54	9.34±0.15	10.00±0.00	17.75±0.51
가평	4.52	6.8±0.13	2.97±0.05	16.88±0.17

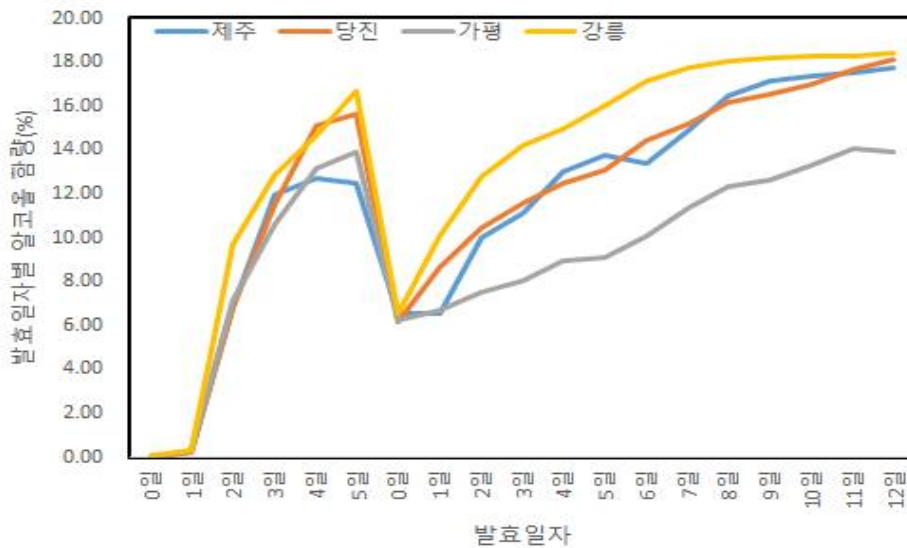


Fig. 4-1. 지역별 현장적용 평가 술덧의 발효일자별 알코올 함량 변화

지역별 현장적용 증류액의 품질특성

지역별 현장적용 평가를 위하여 증류시간별 알코올 함량 변화 및 최종 증류액의 품질특성을 측정하였다. 강릉, 당진, 제주의 경우 증류 종점을 알코올 함량 15%로 두었으며, 가평은 20%로 두고 증류를 실시하였으며 그결과와는 Table 4-4와 같다. 각 기준별 증류 종점 시간을 보면 강릉은 300분, 제주 390분, 당진 450분, 가평의 경우 270분이 소요되었었다. 이러한 결과는 각 지역별 술덧의 품질의 차이 및 증류조건 및 증류기의 차이에 의한 결과로 판단된다.

Table 4-4. 지역별 현장적용 증류시간에 따른 증류액의 알코올 함량 변화

	증류시간 (min)											
	30	60	90	150	180	210	240	270	300	330	360	390
강릉	64.1	64.32	57.41	53.77	44.71	38.48	27.4	20.11	17.98	-	-	-
당진	65.21	64.35	59.75	60.76	54.39	49.13	52.3	41.11	37.86	33.71	28.45	25.31
제주	63.07	68.19	67.31	61.62	59.52	54.76	48.93	43.57	37.55	31.44	24.78	17.66
가평	59.1	59.3	51.2	47.39	43.2	39.1	29.65	20.9	-	-	-	-

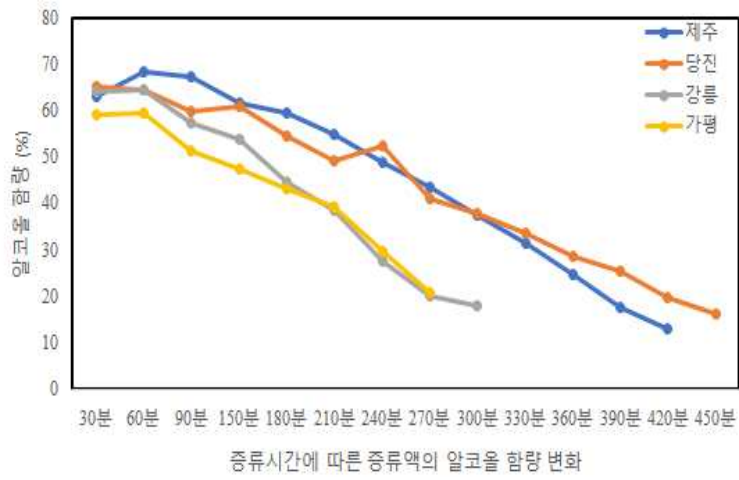


Fig 4-2. 현장적용 증류시간에 따른 증류액의 알코올 함량 변화

Table 4-5. 지역별 현장적용 평가 증류액의 품질특성

	총산 (%)	Furfural (OD 275nm)	휘발산도
강릉	0.56±0.15	30.67±0.58	0.87±0.23
당진	0.94±0.07	52.67±4.62	1.47±0.12
제주	0.81±0.15	114.67±0.58	1.27±0.23
가평	3.50±0.15	44.33±2.31	4.80±0.20

제5장 생산업체의 특성을 반영한 양산공정도

1절 순성왕매실

제품 배합비

◦ 담금조건 (입국 : 쌀 = 1 : 2, 가수량 = 180%)

- 총량 = 원료 (642kg) + 물 (1156kg) = 1800kg(발효조의 80%)

Table 5-1 업체 특성을 반영한 제품 배합비(순성왕매실)

원 료	1단(발효기간 5일)	2단(발효기간 12일)
입국 (kg)	214	0
백미 (kg, 수분 12.0%)	0	428
물 (L)	386	770
효모 (g)	600	0

제품 품질규격

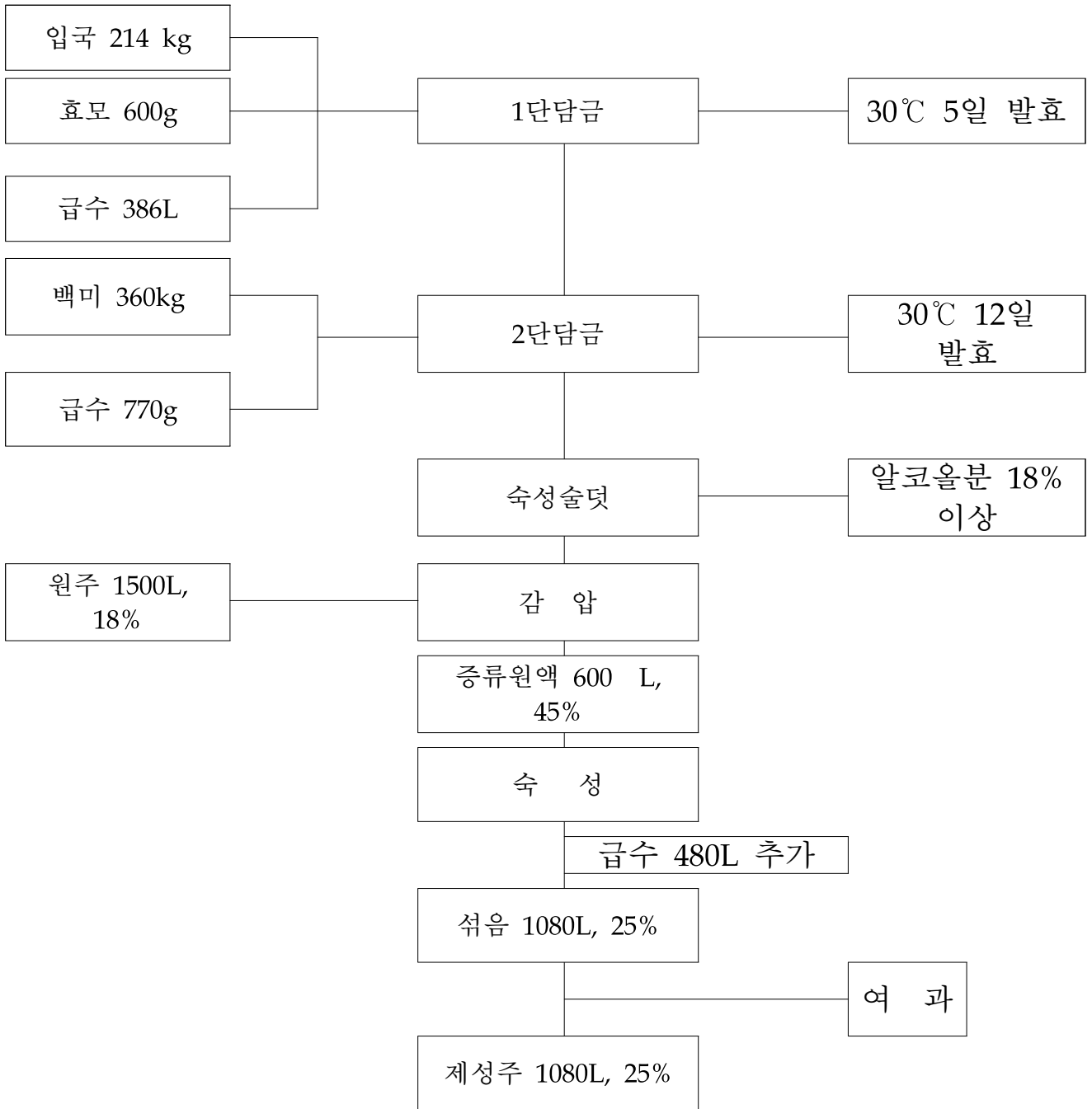
Table 5-2 제품의 이화학적 품질기준(순성왕매실)

검사항목		기준	검사방법
알코올함량	술덧	18% 이상	Refractometer, 15°C
	제품	25%±0.5 이하	
불휘발분		1.0% 이하	
메탄올		0.3 mg/mL 이하	
알데히드		10.0 mg/100 mL 이하	
성상		고유의 색택과 향미를 가지며 이 미, 이취가 없어야 한다	
미 생 물	일반세균	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 2)세균수(일반세균수) (1)표 준평판법
	대장균군	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 5)대장균군
용기		330ml이상	
식품유형			

Table 5-3 주요 원료(백미)의 품질기준(순성왕매실)

검사항목	단위	규격	비고
성상		고유의 색택과 향미를 가지고 이미와 이 취가 없어야 한다.	
이물	%	0.3 이하	
수분	%	16.0 이하	
싸라기	%	7 이하	

제조 공정도



생산업체의 특성을 반영한 양산공정도 I (순성왕매실)

제조공정도	공정	조건	관리사항
1단 원료첨가 및 혼합	소주용 곡자	원곡	214kg
	전용효모(N9)	0.1%	600 g, 4 °C 보관
	물	180%	386 L, 온도 30°C
1단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	5일	1회/1일 교반
2단 원료첨가 및 혼합	쌀(파쇄미)	조분쇄 (10 mesh ↓)	428 kg, 샘플채취(1kg)
	물	180%	770 L 음용수, 온도 30°C
2단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	12일	1회/1일 교반
증류	술덧용량	증류기 자켓 상부 30cm 이상	
	냉각수 온도	15°C, 냉각수 사용	
	술덧온도/감압도	20~25°C/90mmHg	
	자켓 증기압	0.6 kg/cm ² (증기온도 112°C)	
	유출시간 및 온도	유출개시(40분, 18°C), 본류(이후 150분간, 30°C), 증류공정 소요시간 240분	
증류종료	술덧의 온도 52°C 또는 제품의 양=술덧양의 40% 또는 제품의 알코올 함량 42% 또는 유출액의 알코올 함량 15%		
숙성	숙성탱크 이송	누적해서 첨가하여 가득 채움(공기혼입방지)	
	온도/기간	상온, 최소 1개월	
	품질분석	알코올, 이취 유무	
제품	알코올 조정	음용수로 알코올 25.3% 조정 후 2일 상온숙성	
	여과	0.45µm 이하, 상온 여과	
	병입	총진양 375mL, 라벨링	
	적재	P/L단위 적재, 상온보관(40°C 이하)	

2절 술도가제주바당 농업회사법인

제품 배합비

- 담금조건 (입국 : 쌀 = 1 : 2, 가수량 = 180%)
- 총량 = 원료 (540kg) + 물 (972kg) = 1500kg(발효조의 80%)

Table 5-4 업체 특성을 반영한 제품 배합비(술도가제주바당)

원 료	1단(발효기간 5일)	2단(발효기간 12일)
입국 (kg)	180	0
백미 (kg, 수분 12.0%)	0	360
물 (L)	324	648
효모 (g)	500	0

제품 품질규격

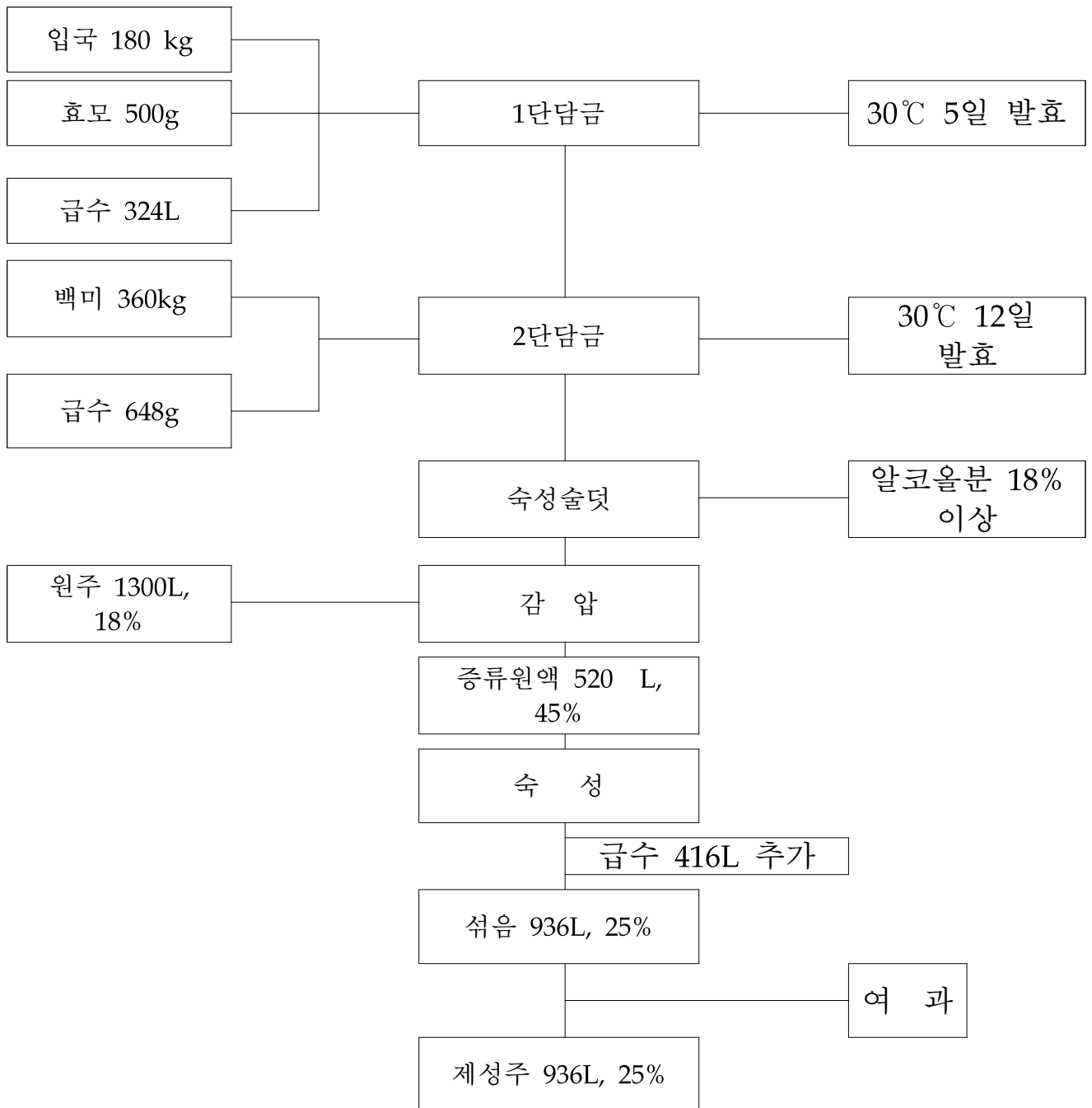
Table 5-5 제품의 이화학적 품질기준(술도가제주바당)

검사항목		기 준	검 사 방 법
알코올함량	술 덧	18% 이상	Refractometer, 15°C
	제 품	25%±0.5 이하	
불휘발분		1.0% 이하	
메탄올		0.3 mg/mL 이하	
알데히드		10.0 mg/100 mL 이하	
성상		고유의 색택과 향미를 가지며 이 미, 이취가 없어야 한다	
미 생 물	일반세균	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 2)세균수(일반세균수) (1)표준평판법
	대장균군	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 5)대장균군
용 기		330ml이상	
식품유형			

Table 5-6 주요 원료(백미)의 품질기준(술도가제주바당)

검사항목	단 위	규 격	비 고
성 상		고유의 색택과 향미를 가지고 이미와 이취가 없어야 한다.	
이 물	%	0.3 이하	
수 분	%	16.0 이하	
싸라기	%	7 이하	

제조 공정도



생산업체의 특성을 반영한 양산공정도 II (술도가제주바당)

제조공정도	공정	조건	관리사항
1단 원료첨가 및 혼합	소주용 곡자	원곡	180 kg
	전용효모(N9)	0.1%	500 g, 4 °C 보관
	물	180%	324 L, 온도 30°C
1단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	5일	1회/1일 교반
2단 원료첨가 및 혼합	쌀	조분쇄 (10 mesh ↓)	360 kg
	물	180%	648 L 음용수, 온도 30°C
2단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	12일	1회/1일 교반
증류	술덧용량	증류기 자켓 상부 30cm 이상	
	냉각수 온도	15°C, 냉각수 사용	
	술덧온도/감압도	20~25°C/90mmHg	
	자켓 증기압	0.6 kg/cm ² (증기온도 112°C)	
	유출시간 및 온도	유출개시(40분, 18°C), 본류(이후 150분간, 30°C), 증류공정 소요시간 240분	
증류종료	술덧의 온도 52°C 또는 제품의 양=술덧양의 40% 또는 제품의 알코올 함량 42% 또는 유출액의 알코올 함량 15%		
숙성	숙성탱크 이송	누적해서 첨가하여 가득 채움(공기 혼입방지)	
	온도/기간	상온, 최소 1개월	
	품질분석	알코올, 이취 유무	
제품	알코올 조정	음용수로 알코올 25.3% 조정 후 2일 상온숙성	
	여과	0.45µm 이하, 상온 여과	
	병입	총진양 375mL, 라벨링	
	적재	P/L단위 적재, 상온보관(40°C 이하)	

3절 농업회사법인 우리도가 주식회사

제품 배합비

- 담금조건 (입국 : 쌀 = 1 : 2, 가수량 = 180%)
 - 총량 = 원료 (715kg) + 물 (1285kg) = 2200kg(발효조의 80%)

Table 5-7 업체 특성을 반영한 제품 배합비(우리도가)

원 료	1단(발효기간 5일)	2단(발효기간 12일)
입국 (kg)	237.5	0
백미 (kg, 수분 12.0%)	0	476.25
물 (L)	427.5	587.5
효모 (g)	665	0

제품 품질규격

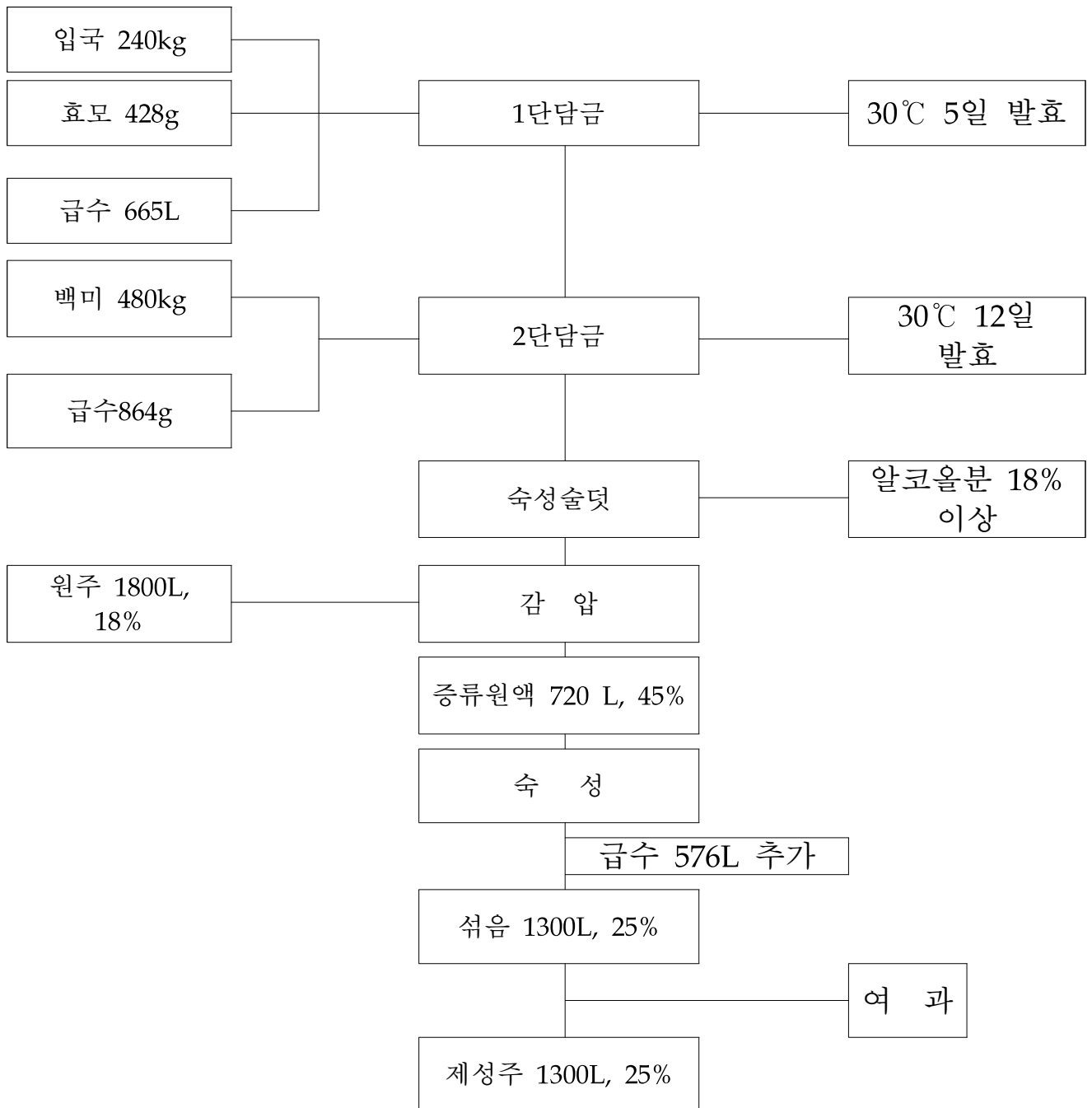
Table 5-8 제품의 이화학적 품질기준(우리도가)

검사항목		기 준	검 사 방 법
알코올함량	술 덧	18% 이상	Refractometer, 15°C
	제 품	25%±0.5 이하	
불휘발분		1.0% 이하	
메탄올		0.3 mg/mL 이하	
알데히드		10.0 mg/100 mL 이하	
성상		고유의 색택과 향미를 가지며 이 미, 이취가 없어야 한다	
미 생 물	일반세균	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 2)세균수(일반세균수) (1)표 준평판법
	대장균군	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 5)대장균군
용 기		330ml이상	
식품유형			

Table 5-9 주요 원료(백미)의 품질기준(우리도가)

검사항목	단 위	규 격	비 고
성 상		고유의 색택과 향미를 가지고 이미와 이취가 없어야 한다.	
이 물	%	0.3 이하	
수 분	%	16.0 이하	
싸라기	%	7 이하	

제조 공정도



생산업체의 특성을 반영한 양산공정도 III (우리도가)

제조공정도	공정	조건	관리사항
1단 원료첨가 및 혼합	소주용 곡자	원곡	240 kg
	전용효모(N9)	0.1%	665 g, 4 °C 보관
	물	180%	428 L, 온도 30°C
1단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	5일	1회/1일 교반
2단 원료첨가 및 혼합	쌀	조분쇄 (10 mesh ↓)	480 kg
	물	180%	864 L 음용수, 온도 30°C
2단 발효	온도	30 °C	실내온도 또는 품온
	기간	12일	1회/1일 교반
증류	술덧용량	증류기 자켓 상부 30cm 이상	
	냉각수 온도	15°C, 냉각수 사용	
	술덧온도/감압도	20~25°C/90mmHg	
	자켓 증기압	0.6 kg/cm ² (증기온도 112°C)	
	유출시간 및 온도	유출개시(40분, 18°C), 본류(이후 150분간, 30°C), 증류공정 소요시간 240분	
증류종료	술덧의 온도 52°C 또는 제품의 양=술덧양의 40% 또는 제품의 알코올 함량 42% 또는 유출액의 알코올 함량 15%		
숙성	숙성탱크 이송	누적해서 첨가하여 가득 채움(공기 혼입방지)	
	온도/기간	상온, 최소 1개월	
	품질분석	알코올, 이취 유무	
제품	알코올 조정	음용수로 알코올 25.3% 조정 후 2일 상온숙성	
	여과	0.45µm 이하, 상온 여과	
	병입	총진양 375mL, 라벨링	
	적재	P/L단위 적재, 상온보관(40°C 이하)	

4절 농업회사법인 주식회사 자연과사람들

제품 배합비

- 담금조건 (입국 : 쌀 = 1 : 2, 가수량 = 180%)
- 총량 = 원료 (572kg) + 물 (1028kg) = 1600kg

Table 5-10 업체 특성을 반영한 제품 배합비(자연과사람들)

원 료	1단(발효기간 5일)	2단(발효기간 12일)
입국 (kg)	190	0
백미 (kg, 수분 12.0%)	0	381
물 (L)	342	686
효모 (g)	532	0

제품 품질규격

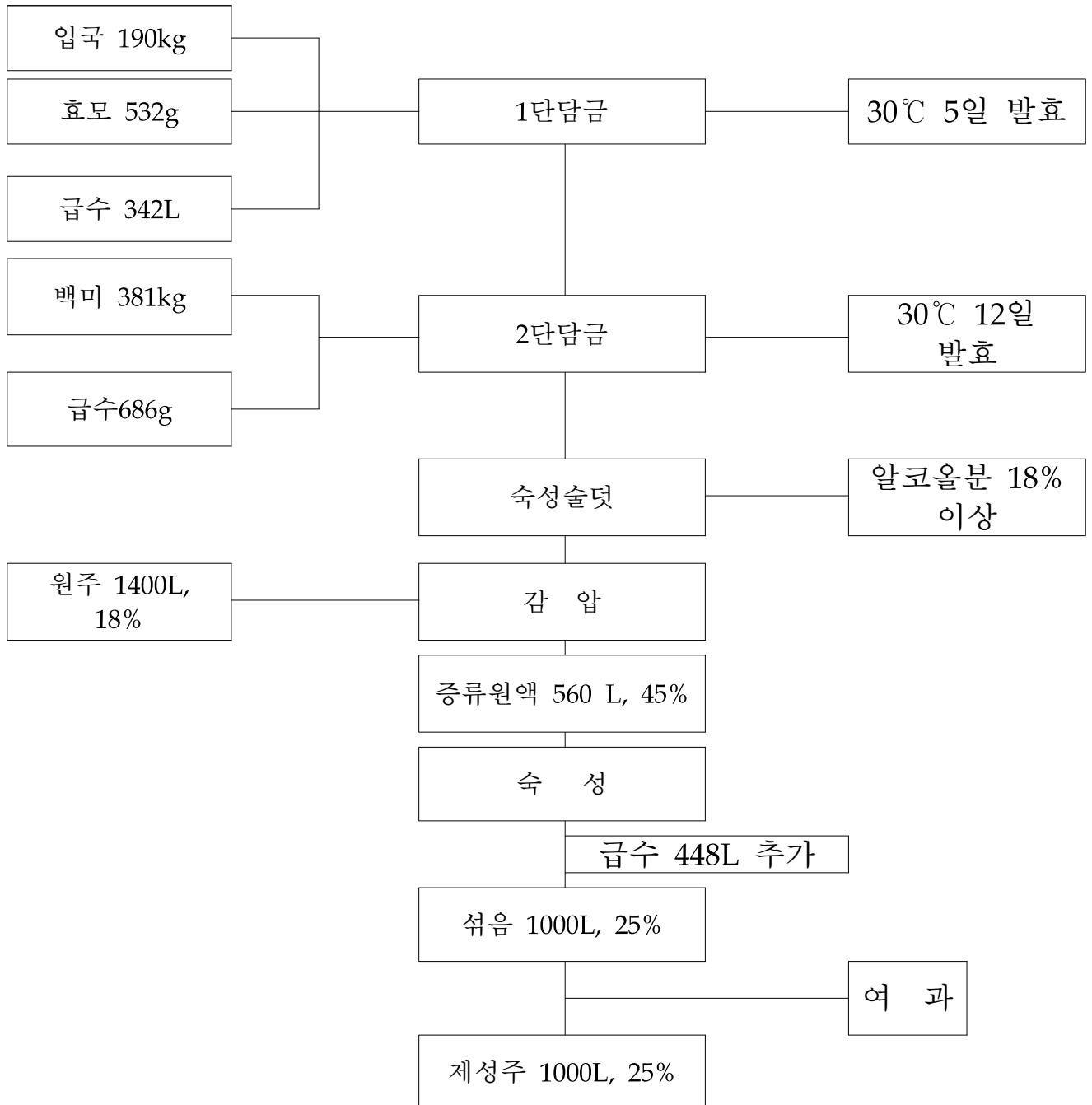
Table 5-11 제품의 이화학적 품질기준(자연과사람들)

검사항목		기 준	검 사 방 법
알코올함량	술 텃	18% 이상	Refractometer, 15℃
	제 품	25%±0.5 이하	
불휘발분		1.0% 이하	
메탄올		0.3 mg/mL 이하	
알데히드		10.0 mg/100 mL 이하	
성상		고유의 색택과 향미를 가지며 이 미, 이취가 없어야 한다	
미 생 물	일반세균	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 2)세균수(일반세균수) (1)표준평판법
	대장균군	음성	식품공전제7.일반시험법 8. 미생물시험법 5)대장균군
용 기		330ml이상	
식품유형			

Table 5-12 주요 원료(백미)의 품질기준(자연과사람들)

검사항목	단 위	규 격	비 고
성 상		고유의 색택과 향미를 가지고 이미와 이취가 없어야 한다.	
이 물	%	0.3 이하	
수 분	%	16.0 이하	
싸라기	%	7 이하	

제조 공정도



생산업체의 특성을 반영한 양산공정도 III (자연과사람들)

제조공정도	공정	조건	관리사항
1단 원료첨가 및 혼합	소주용 곡자	원곡	190 kg
	전용효모(N9)	0.1%	532 g, 4 °C 보관
	물	180%	342 L, 온도 30°C
1단 발효	온도	25 °C	실내온도 또는 품온
	기간	5일	1회/1일 교반
2단 원료첨가 및 혼합	쌀	조분쇄 (10 mesh ↓)	381 kg
	물	180%	686 L 음용수, 온도 30°C
2단 발효	온도	25 °C	실내온도 또는 품온
	기간	12일	1회/1일 교반
증류	술덧용량	증류기 자켓 상부 30cm 이상	
	냉각수 온도	15°C, 냉각수 사용	
	술덧온도/감압도	20~25°C/90mmHg	
	자켓 증기압	0.6 kg/cm ² (증기온도 112°C)	
	유출시간 및 온도	유출개시(40분, 18°C), 본류(이후 150분간, 30°C), 증류공정 소요시간 240분	
증류종료	술덧의 온도 52°C 또는 제품의 양=술덧양의 40% 또는 제품의 알코올 함량 42% 또는 유출액의 알코올 함량 15%		
숙성	숙성탱크 이송	누적해서 첨가하여 가득 채움(공기혼입방지)	
	온도/기간	상온, 최소 1개월	
	품질분석	알코올, 이취 유무	
제품	알코올 조정	음용수로 알코올 25.3% 조정 후 2일 상온숙성	
	여과	0.45µm 이하, 상온 여과	
	병입	충진양 375mL, 라벨링	
	적재	P/L단위 적재, 상온보관(40°C 이하)	

5. 연구개발성과

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내			
국외					
	향후 관련기술, 제품을 응용한 다 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

6. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

6-1. 목표

- 주관연구기관(한국농수산대학) : 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화
 - 생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정 : 발효제, 쌀
 - 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화 : 수율향상, 공정 단순화, 작업성 향상
 - 생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화 : 감압도, 증류 종료점
 - 숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화
- 협동연구기관 1(술도가제주바당), 협동연구기관 2((농)(주)자연과사람들), 협동연구기관 3((농)우리도가(주)), 협동연구기관 4(순성왕매실(영)) : 생쌀발효 증류식 소주의 상품화
 - 지역쌀을 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가
 - 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화

6-2. 목표 달성여부

계 획		실 적	달성도 (%)
주관 연구기관	생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정	- 생쌀발효 증류식 소주에 적합한 입국 선별 - 사주용 효모의 사용 가능 기간 평가	100
	생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화	- 발효효율 향상을 위한 원료의 처리방법 확립 - 쌀의 분쇄도에 따른 발효특성 평가 - 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화	100
	숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화	- 소주용 술덧의 기준규격 설정: 1종 - 감압증류 조건 설정 : 1종	100
협동 연구기관	지역쌀을 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가	- 지역 증류주 품질특성 평가 - 발효, 증류, 숙성조건 확립	100
	생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화	- 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 4건 - 제품화 3건	100

6-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 해당 없음

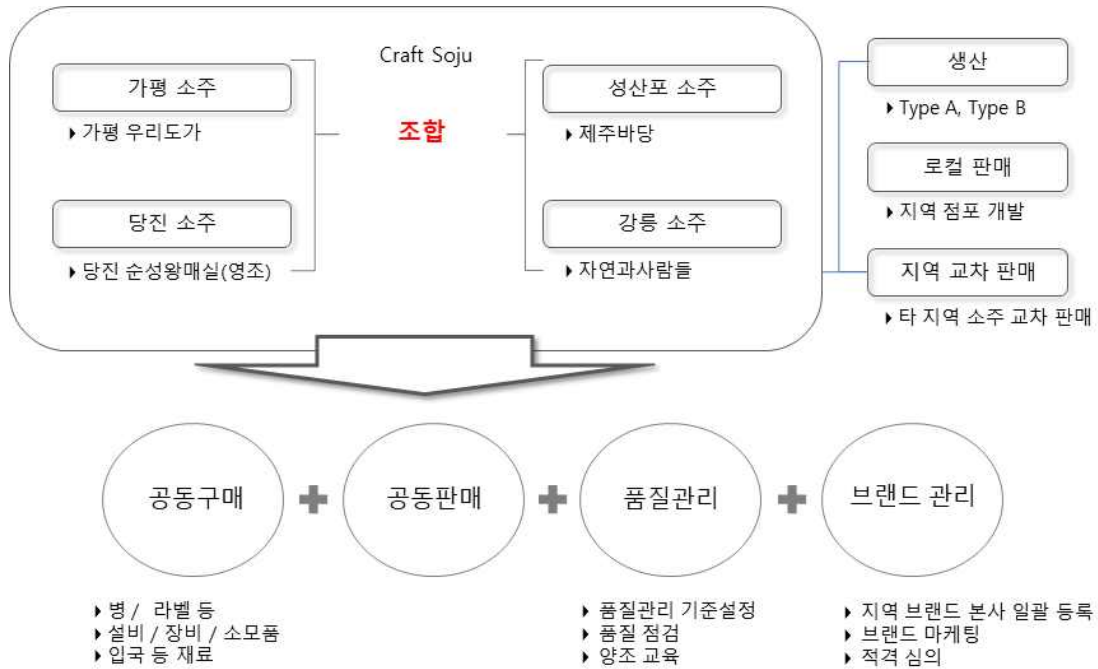
4. 연구결과의 활용 계획 등

가. 참여기업의 연구결과를 이용한 사업 고도화

○ 비즈니스 모델 : 소규모 업체 조직화(규모의 경제)를 통한 수익구조 창출

- 조합을 통한 생산과 판매의 효율화 * 생산자 단체조직 : 우리소주 조합(협동조합, '20.8. 구성)

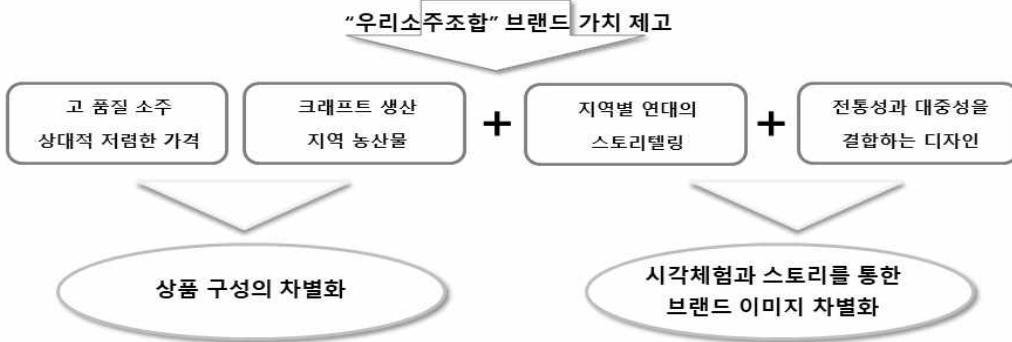
<우리소주 조합의 운영개념>



- 공용병사용 : Type A 투명, Type B 갈색 두가지 색깔로 공용병 제작
- 공동판매 : 조합자체 특정주류면허 획득, 공동물류, 공동판매(온오프라인)
- 양조설비 공용화 : 유사 설비 도입으로 공정개선과 A/S용이하도록
- 공동구매 : 병, 뚜껑, 수축필름, 박스 포장재, 재료, 설비 등 공동구매
- 제조방법 공유 : 연구개발 결과를 적용하여 동일한 제품을 지역별로 생산
- 공동품질관리 : 품질 관리를 조합에서 담당하며 품질저하시에는 출고정지

- 사업차별화 전략

체계적 운영, 상품 관리, 브랜드 관리를 통해 지속적 성장모델 구축 가능



- 지역 쌀을 이용한 쌀 소주(지역특산주면허, 주세 감면 50%)
- 크래프트 생산, 크래프트 소주의 카테고리 선점
- 기술개발을 통해 생산 효율 증대로 일반 소주에 대응 가능한 가격
- 지역별 연대를 통한 다양성 확대
- 공동 생산하는 Type A와 지역별 개성을 살리는 Type B로 구별

사업 컨셉트	지역 쌀로 만든 지역 수제 소주들의 연합	
기본구성	운영	- 공동구매 : 포장재(병, 라벨, 케이스), 소주용 곡자, 설비 등 - 품질관리 : 중앙 통제형 품질관리 - 기술지원 : 한농대, 농진청
	판매	- 온라인 : 지역특산주의 온라인 판매 최대 활용 * 조합/양조장물+대형 쇼핑몰(네이버 등)+백화점 물(AK물 등) - 교차판매 : 지역의 소주를 다른 양조장에서도 판매 - 오프라인(음식점 등) : 특정주류유통면허취득 * 자체판매+전국특정주류 및 종합주류도매상 공급 - 해외수출 : 공동 해외 수출
	상품 구성	- A타입: 연합 규격 을 지키는 쌀 소주 (생쌀발효 소주) - B타입: 규격을 지키지 않는 자율형 소주 - C타입: 주정을 95% 활용한 일반 증류주 (기존 희석식 소주와 유사가격 판매) * 디자인 : 흥익대 시각디자인과 참여
브랜드 관리	- 강력한 브랜드 관리가 사업 성공의 핵심 - 디자인 요소 등을 중앙이 직접 통제 - 크레프함을 강조하는 콘텐츠 생성과 관리	

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발 (영문) Development of technology for distilled rice-soju using non-steamed domestic rice and indigenous microorganisms				
주 관 연 구 기 관	한국농수산대학		(소속) 한국농수산대학		
참 여 기 업	술도가제주바당 농업회사법인(주)자연과사람들 농업회사법인우리도가(주) 순성왕매실영농조합법인		주 관 연 구 책 임 자	(성명) 최한석	
총 연구개발비 (200,000천원)	계		총 연구 기간	2019.12.2 ~ 2020.12.1(1년)	
	정부출연 연구개발비	150,000	총 참 연 구 원 수	총 인원	13
	기업부담금	50,000		내부인원	13
	연구기관부담금			외부인원	

○ 연구개발 목표 및 성과

- 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화
- 생쌀발효 증류식 소주의 상품화

구분	기술이전	제품화	인력채용	학술발표	홍보
정량성과(건)	4	4	2	1	10

○ 연구내용 및 결과

- 생쌀발효를 위한 기준규격 설정
 - 소주용 곡자 : 생진분분해력
 - 효모 국산화 : 내산성, 알코올 생성력, 쌀 : 분쇄도, 수분함량
- 생쌀발효 효율성 증대기술 개발
 - 수율향상 : 발효방법 개선, 공정 표준화
 - 증류 조건 표준화
- 자극취 저감화 : 감압도, 불쾌취 저감화 : 증류 종료점
 - 숙성 및 후처리 공정 표준화
 - 품질안정성 : 숙성조건
- 지역쌀과 국산효모를 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가
 - 발효규모 : 100 ~ 2000 L/batch
 - 지역쌀의 발효특성 평가 : 알코올 생산수율, 잔당함량
 - 증류특성 평가 : 증류비율(수율), 불쾌취 저감도
- 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화
 - 제조공정도 제작 : 원료처리, 발효, 증류공정
 - 제품화

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 지역쌀을 이용한 증류식 소주의 고도 산업화 : 연합체 구성을 통한 시장개척

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		319117-01	
사업구분	고부가가치식품개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	고부가가치식품개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발			과제유형	개발
연구기관	한국농수산대학 산학협력단			연구책임자	최한석
연구기간	연차	기간	정부	민간	계
연구비 (천원)	1차년도	'19.12.02~'20.12.01	150,000	50,000	200,000
	계	'19.12.02~'20.12.01	150,000	50,000	200,000
참여기업	술도가제주바당 농업회사법인(주)자연과사람들 농업회사법인우리도가(주) 순성왕매실영농조합법인				
상대국	상대국연구기관				

2. 평가일 : '21. 1. 9

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
한국농수산대학	조교수	최한석

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.

확약	최한석
----	-----

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구를 통해 일본과 중국 등에서 수입되는 수입주류를 대체효과를 기대해볼 수 있으며 외국산 농산물을 사용하는 희석식소주를 대체함으로써 국산농산물을 사용 확대할 수 있게 되었음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구를 통해 쌀 증류식소주 4개를 제품화하였고 제조공정을 표준화 시킴으로서 생산 가격도 기존 대비 최소 2배 이상 낮춰 가격경쟁력을 갖고 있음. 더불어 생산자들을 조직화 시킴으로서 마케팅적 요소를 증가시킴

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구는 기존 장비와 인력이 많이 필요로 하는 공정을 단순하게 개선시킴으로서 2인 이상의 소규모 사업장에서도 쉽게 생산할 수 있기 때문에 이 후 많은 기술이전 수요가 발생할 것으로 판단됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

공정개선을 위해 주관기관에서는 사업에 참여하는 4개 사업장에서 현장지도를 하였으며, 농촌진흥청과 공조하여 소주제조용 미생물을 지속적으로 공급하였음. 제조장에서는 양산을 위해 설비투자과 인력고용 노력을 하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제는 1년 과제임에도 불구하고 국제학술대회에서 발표하였고 4건의 기술이전을 통해 제품화에 성공하였음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
생쌀의 안정적 알코올 발효를 위한 원료의 기준규격설정	20	100	- 생쌀발효 증류식 소주에 적합한 입국 선별 - 사주용 효모의 사용 가능 기간 평가
생쌀발효 술덧의 증류 조건 표준화	20	100	- 발효효율 향상을 위한 원료의 처리방법 확립 - 쌀의 분쇄도에 따른 발효특성 평가 - 생쌀발효 효율성 증대를 위한 발효공정 표준화
숙성기간 설정 및 후처리 공정 표준화	10	100	- 소주용 술덧의 기준규격 설정: 1종 - 감압증류 조건 설정 : 1종
지역쌀을 이용한 생쌀발효 증류식 소주의 현장적용 평가	10	100	- 지역 증류주 품질특성 평가 - 발효, 증류, 숙성조건 확립
생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화	40	100	- 생산업체의 특성을 반영한 양산 공정 표준화 4건 - 제품화 3건
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 과제를 통해 기존 장치와 인력에 의존하던 증류식 소주 생산방법이 국산농산물을 사용하는 소규모 제조장에도 접목가능하게 되면서 국내산 농산물의 소비가 증가될 수 있는 환경이 조성 되었음. 특히, 제조공정이 표준화 되면서 제품의 품질이 일정하게 공급가능하게 됨으로서 소비자들의 신뢰도 제고에서 큰 역할을 할 것으로 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 과제는 1년동안 수행한 과제로 제조현장의 실용화에 중점이 있음. 소규모 제조장에서는 실험실을 운영할 수 있는 환경이 조성이 되어 있지 않은바 과제수행에 많은 부담이 있었음. 그러나 과제가 성공하면서 설비투자액과 인력채용으로 이어졌음. 평가시 우리나라 전통주 업계의 영세성과 판로 등에 상당한 어려움이 있고 이를 타계하기 위해 노력하고 있음을 반영해주길 요청함

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 과제를 통해 제품화에 성공한바 제품이 시장에서 성공할 수 있도록 사후관리가 필요함. 소주용 효모를 지속적으로 공급할 필요성이 있고 예상치 못한 문제점이 발생했을시 문제점 분석과 해결방안에 대해서도 제시가 요구됨

IV. 보안성 검토

- 참여기업 보호를 위해 3년간의 보안을 유지하는 것이 필요

1. 연구책임자의 의견

- 기존 대기업은 본 보고서의 내용을 참조하여 신제품을 개발할 수 있다고 판단됨
- 대기업이 본 기술을 이용하여 제품을 생산할 경우 본 사업에 참여한 소규모 양조장의 가격 경쟁력이 낮아질 것으로 예상됨
- 이는 본 연구의 목적인 지역특산물을 이용하여 우리농산물의 소비를 촉진하고자 하는 취지에 반하는 것으로서 소규모 업체의 생산이 정상화될 때까지 보안을 유지하는 것이 필요
- 이에 3~5년간의 보안을 요구하는 바임

2. 연구기관 자체의 검토결과

- 연구책임자의 의견에 동의하며, 일정기간 보안이 필요하다고 판단됨

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분야	식품중소기업 공통 수요 기술개발	
연구과제명	국내산 원료와 토종 미생물을 활용한 생쌀발효 증류식소주 상품화 기술개발			
주관연구기관	한국농수산대학		주관연구책임자	최한석
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	150,000,000	50,000,000		200,000,000
연구개발기간	2019.12.02.~2020.12.01			
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 국산원료와 미생물을 이용한 소규모 쌀 증류식 소주 제조공정 표준화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생쌀발효를 위한 기준규격 설정 ○ 생쌀발효 효율성 증대기술 개발 ○ 증류 조건 표준화 ○ 숙성 및 후처리 공정 표준화
② 생쌀발효 증류식 소주의 상품화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산업체의 특성을 반영한 양산공정 표준화 및 제품화 - 제품화 4건

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표							연구기반지표				기타 (타 연구 활용 등)
	기술 실시(이전)		사업화					기술 인증	학술성과			
	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출액	고 용 창 출	투자 유치		논문		학술 발표	
								SCI	비 SCI	논문 평균 IF		
단위	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		건
가중치	30		20			30						20
최종목표	4		3			1						1
연구기간내	4		4			2						1

달성실적												
달성율(%)	100		100			100						100

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	생쌀 발효 증류식 소주제조기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		✓					✓			

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	기술이전을 통한 사업화

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과 목표	사업화지표							연구기반지표				기타 (타 연구 활용 등)	
	기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				
	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출액	고 용 창출	투자 유치		논문		학술 발표		
단위	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	SCI	비 SCI	논문 평균 IF	건	
가중치	30		20			30						20	
최종목표	4		3			1						1	
연구기간 내 달성실적	4		4			2						1	
연구종료 후 성과창출 계획				1,600									

주의

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.