

## 완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제( )

(과제번호 : PJ010074)

한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화

(Commercialization the Cheongzu brewing technology using the korean brewing rice  
and starter)

국립농업과학원

연구수행기간

2014. 02. 01. ~ 2016. 12. 31.

농촌진흥청

## 제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화”(개발기간 : 2014. 02. 01. ~ 2016. 12. 31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 한국형 청주용 벼 품종선발 및 발효제 개발

제1협동연구과제 : 한국형 청주 제조에 적합한 양조공정 확립

제2협동연구과제 : 한국형 청주 양조기술의 현장 실용화

2017. 02. 28.

제1세부 연구기관명 : 국립농업과학원

제1세부 연구책임자 : 정석태

참여 연구원 : 최한서, 강지은, 김한우, 전진아, 박지혜, 정의현,  
이재호, 박유덕, 김현수

제1협동 연구기관명 : 서울벤처대학원대학교 산학협력단

제1협동 연구책임자 : 정철

참여 연구원 : 이상현, 공태인, 심유미

제2협동 연구기관명 : (유) 참본

제2협동 연구책임자 : 양석호

참여 연구원 : 고인경, 김동성

주관연구책임자 : 정석태

주관연구기관장 : 국립농업과학원장

농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서  
열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

과제번호	pj010074		연구기간	2014. 02. 01. - 2016. 12. 31
연구사업명	단위사업명	현장 실용화 농업기술		
	세부사업명	농축산물 부가가치 향상 기술개발		
	내역사업명	농가 보급형 발효 종균 개발 및 실용화 기술		
연구과제명	주관과제명	한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화		
	세부(협동) 과제명	(1세부) 한국형 청주용 벼 품종선발 및 발효제 개발 (1협동) 한국형 청주 제조에 적합한 양조공정 확립 (2협동) 한국형 청주 양조기술의 현장 실용화		
연구책임자	구분	연구기관	소속	성명
	1세부	국립농업과학원	발효식품과	정석태
	1협동	서울벤처대학원	융합산업학	정철
	2협동	(유)참본	제품생산부	양석호
총 연구기간 참여 연구원 수	총 : 17 명 내부 : 10 명 외부 : 7 명.	총 연구개발비	정부 : 517,000 천원 민간 : 35,000 천원 계 : 552,000 천원	
위탁연구기관명 및 연구책임자		참여기업명	(유)참본	
국제공동연구	상대국명:	상대국	연구기관명:	
요약	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국형 청주는 전통적인 제조 과정, 국산 원료미 사용, 국산 개발 누룩 사용이 중요한 핵심이었음</li> <li>○ 청주용 벼 품종으로 다산1호, 삼광, 동진찰, 보석찰 품종 선발</li> <li>○ 누룩유래 곰팡이 A. oryzae 83-10와 효모 S. cerevisiae Y263을 활용한 쌀누룩 및 밀술 제조방법 확립</li> <li>○ 원료쌀의 도정은 20~30%, 급수율은 130~140% 사용시 적합한 단맛과 향미가 있었음</li> <li>○ 저온발효시 향미성분인 ethyl acetate가 많이 생성됨</li> <li>○ 압착한 청주에 벤토나이트는 500~1000pp, 활성탄은 100ppm 처리시 충분히 청정이 되었음</li> </ul>	보고서 면수 172		

## 〈 국 문 요 약 문 〉

<b>연구의 목적 및 내용</b>	<p>한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화</p>					
<b>연구개발성과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소비자 인식 조사 결과, 한국형 청주는 전통적인 제조 과정, 국산 원료미 사용, 국산 개발 누룩 사용이 중요한 핵심이었음</li> <li>○ 한국형 청주 제조에 적합한 벼 품종으로 다산1호, 삼광, 동진찰, 보석찰 품종 선발</li> <li>○ 누룩유래 곰팡이 <i>A. oryzae</i> 83-10와 효모 <i>S. cerevisiae</i> Y263을 활용한 쌀누룩 및 밑술 제조방법 확립</li> <li>○ 원료쌀의 도정은 20~30%, 급수율은 130~140% 사용시 적합한 단맛과 향미가 있었음</li> <li>○ 저온 발효 시 향미성분인 ethyl acetate가 많이 생성됨</li> <li>○ 압착한 청주에 벤토나이트는 500~1000pp, 활성탄은 100ppm 처리 시 충분히 청정이 되었음.</li> </ul> <p>○ 한국형 청주 제조공정도</p> <pre> graph LR     subgraph RawMaterials [ ]         direction TB         A[쌀누룩 8kg] --- B[쌀누룩 12kg]         B --- C[쌀 30kg]         C --- D[쌀 50kg]         D --- E[급수 80L]     end     subgraph Fermentation [ ]         direction TB         F[누룩 1kg] --- G[쌀 50kg]         G --- H[급수 80L]         H --- I[2차 덧술]         I --- J[1차 덧술]         J --- K[발효온도 20-25°C]         K --- L[발효온도 20-25°C]         L --- M[2차 덧술]         M --- N[발효온도 15-20°C]         N --- O[발효]     end     subgraph PostFermentation [ ]         direction TB         P[열처리] --- Q[청정 및 여과]         Q --- R[숙성]         R --- S[압착]         S --- T[알코올 농도조절]         T --- U[제품]         U --- V[제품]         V --- W[제품]         W --- X[제품]         X --- Y[제품]         Y --- Z[제품]         Z --- AA[제품]     end     subgraph FinalProcess [ ]         direction TB         BB[저장] --- CC[규격조정]         CC --- DD[병주입]         DD --- EE[제품]     end </pre>					
<b>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 청주용으로 선발된 벼 품종에 대한 홍보 및 활용기술 보급을 통한 우리쌀 소비촉진</li> <li>○ 누룩유래 청주용 곰팡이 및 효모 활용, 발효제 제조기술 보급으로 청주의 전통성 확보</li> <li>○ 한국형 청주제조기술 보급을 통한 청주 품질향상 및 국내 전통주시장 활성화</li> <li>○ 일본 사케와 차별화되는 청주제조기술의 독립</li> </ul>					
<b>중심어 (5개 이내)</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">청주 (Cheongju)</td> <td style="width: 15%;">발효제 (Starter)</td> <td style="width: 15%;">양조공정 (Brewing process)</td> <td style="width: 15%;">실용화 (Commercialization)</td> <td style="width: 15%;">품질 (Quality)</td> </tr> </table>	청주 (Cheongju)	발효제 (Starter)	양조공정 (Brewing process)	실용화 (Commercialization)	품질 (Quality)
청주 (Cheongju)	발효제 (Starter)	양조공정 (Brewing process)	실용화 (Commercialization)	품질 (Quality)		

## 〈 Summary 〉

Purpose& Contents	Commercialization the Cheongzu brewing technology using the Korean brewing rice and starter				
Results	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ In consumer survey, The important things of Korean Cheongju were traditional brewing process, domestic material and starter</li> <li>○ Dasan 1, samgoang, dongginchal and boseokchal were the best rice cultivars for Korean cheongju makiing</li> <li>○ The method for rice nuruk and starter culture using mold(<i>A. oryzae</i> 83-10) and yeast(<i>S. cerevisiae</i> Y263) origin from nuruk were established for Korean cheongju making.</li> <li>○ The adequate sweetness and good flavor for Korean cheongju, the milling ratio of rice material and water addition ratio were 20~30% and 130~140%, respectively.</li> <li>○ Aroma compound such as ethyl acetate was plentiful at the low temp. fermentation.</li> <li>○ Bentonight 500~1000 ppm and active carbon 100 ppm were good for fining of Korean cheongju.</li> <li>○ Processing for Korean cheongju</li> </ul> <pre> graph TD     A[Rice nuruk 8kg] --&gt; D[Starter]     B[Water 10L] --&gt; D     C[Yeast 25g] --&gt; D     D --&gt; E[First addition]     E --&gt; F[Second addition]     F --&gt; G[Fermentation]     G --&gt; H[Press]     G --&gt; I[Aging]     G --&gt; J[Control alcohol]     J --&gt; K[Heating]     J --&gt; L[Fining and filtration]     J --&gt; M[Storage]     M --&gt; N[Adjustment]     N --&gt; O[Bottling]     O --&gt; P[Cheongju]     </pre>				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Consumption promotion of domestic rice on the advertising and supply the using methods of rice cultivar selected for Korean cheongju.</li> <li>○ Secure the traditionality of cheongju as using the rice ruruk and starter, making from the mold and yeast origin from traditional nuruk</li> <li>○ Quality upgrade and activation of traditional alcohol beverage market on the suppling the making process of Korean cheongju</li> <li>○ Independent of cheongju making process different from Japanese sake</li> </ul>				
Keywords	Cheongju	Starter	Brewing process	Commercialization	Quality

## 〈 목 차 〉

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	1
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	2
제 3 장 연구수행 내용 및 결과 .....	3
제 4 장 목표달성을 및 관련분야에의 기여도 .....	159
제 5 장 연구결과의 활용계획 등 .....	162
제 6 장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	163
제 7 장 연구개발성과의 보안등급 .....	164
제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비현황 ..	165
제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ..	166
제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	167
제 11장 기타사항 .....	171
제 12장 참고문헌 .....	172

# 제 1 장 연구 개발 과제의 개요

## 제1절 연구 개발 목적

본 과제는 농축산 생산과 유통·가공·외식·관광과의 연계를 강화하고 가공·향토산업을 육성하고 마을공동체 중심으로 농촌체험관광을 활성화하며 종자, 식품, 기자재 등 고부가가치 분야에 대한 집중 투자로 농식품을 최첨단산업으로 육성시켜 농림축산업을 신성장 동력화하여 일자리 창출 및 부가가치를 높이기 위한 목적을 가지고 있다. 또한 전통 청주의 품질 향상을 위한 원료 처리기술을 표준화하고 누룩미생물의 표준화 및 안정성 확보하며 최적 품질 유지를 위한 청주 공정 표준화 및 과학화 등 표준화·과학화·안전성 확보를 목적으로 하고 있다.

## 제2절 연구 개발의 필요성

최근 국내에는 일본식 선술집이 성공적으로 정착, 일본문화에 익숙한 선술집과 오뎅바에서 일본산 사케가 많이 소비되면서 사케 수입이 증가 추세에 있다. 따라서 국내 주류시장에서 급성장하고 있는 수입 사케 시장의 대응책이 필요하고 이에 따라 국산 청주의 고급화를 통해 내수시장을 확보하고 수입 청주 시장의 확산을 방지해야 할 필요가 있다. 더 나아가 국산 청주의 최적 품질 유지를 위한 공정 표준화 및 과학화가 요구되며 한국만의 청주 제조 기술이 요구된다.

## 제3절 연구 개발 범위

1년차에서는 한국형 청주의 품질 특성을 구명하고 청주용 양조미 예비 선발과 한국형 청주 제조를 위한 원료처리 기술 개발을 하였다. 2년차에서는 청주용 양조미를 최종적으로 선발하고 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 균주로 발효제(효모, 곰팡이)를 개발하였다. 동시에 한국형 청주의 담금 방법 최적화 실험 및 현장 적용을 통한 실용화 기술을 개발하였다. 3년차에는 청주용 발효제 생산조건을 확립 및 품질 특성을 구명하였다. 또한 최적품질 유지를 위한 양조 공정을 확립하고 한국형 청주 양조기술 실용화를 위한 최적 공정을 개발여 최종적으로 청주 양조미 및 발효제 활용 청주 양조 기술을 실용화하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

국내 연구 현황은 탁·약주 연구에 있어서 막걸리에 대한 연구가 주류를 이루었으며, 민속주로써의 약주에 대한 연구가 간헐적으로 있었으나, 가향재가 첨가되지 않고 주원료인 쌀로만 제조한 청주에 대한 전문적인 연구는 미흡한 실정이다.

청주에 관한 국내 연구 현황은 당화단계에 팽화미분과 제올라이트를 첨가하여 청주 제조방법을 개선한 연구가 있었으며, 백국균 배양 밀기울국과 황국균 배양 쌀국을 병용하여 청주를 제조하는 등 제조 방법에 관한 연구가 있었다. 청주 제조시 쌀의 도정도에 따른 연구는 도정도를 달리한 소곡주의 품질특성 연구, 도정도가 진양주의 품질에 미치는 영향, 도정도에 따른 찹쌀발효주의 이화학적 특성 및 휘발성 향기성분 연구 등 찹쌀에 대한 일부 연구가 있었으나, 맵쌀 및 다양한 양조미의 도정에 따른 원료 전처리 및 담금 특성에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 또한 쌀낱알누룩의 접종균에 대한 연구와 사용비율에 대한 연구는 많이 진행되었지만, 고두밥이 낱알누룩 제조와 그 발효특성에 미치는 영향에 대한 연구는 쌀입국 제조시 Rhizopus 배양조건에 대한 연구 등이 있었으나 매우 미흡한 실정이다. 청주 발효온도에 대한 연구로는 청주의 품질특성에 미치는 효모와 누룩 첨가량의 영향에 대한 연구가 진행되었으나 청주 저온발효에 관한 연구는 전무하였다. 기능성 청주에 대한 연구로 곶감과 동충하초 첨가에 따른 청주 발효 특성 변화에 대한 연구가 진행되었다. 가열 살균한 한국 전통 청주를 Tetra Pack에 무균 포장하였을 때 저장성이 향상되었다는 연구가 있었으며 한국산 청주와 일본산 청주의 당에 관한 연구도 진행되었다.

국외 연구 현황은 일본 청주인 사케의 경우 다양한 일본 양조미 및 사케 전용 곰팡이에 대한 연구, 그리고 제조공정이 체계적으로 연구되어 실용화 및 산업화를 이루었다. 원료에 대한 연구로 벼 등숙기 기온과 주조용 원료미의 전분 특성에 대한 연구 등이 있으며 원료처리방식으로 팽화전분의 사용에 대한 연구가 있었다. 제조방식에 대한 연구로 고온성  $\alpha$ -amylase와 함께 쌀과 물을 함께 고온으로 가열하여 쌀을 호화 시킨 후 국을 첨가하여 발효하는 방법을 연구하였고, 맥주 제조공정과 같이 원료를 미리 당화시킨 후 발효를 수행하는 단행복발효법(單行復醣酵法)을 청주 제조에 적용하려는 연구가 있었다. 또한 저알코올 청주 및 발포성 저알코올 청주의 제조법에 대한 연구 등이 진행되었다.

### 제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

#### 제1절 연구 수행 내용

##### <제 1세부> 한국형 청주용 벼 품종선발 및 발효제 개발

###### 1. 한국형 청주 개발을 위한 소비자 조사

###### 가. 조사 내용

소비자 조사는 먼저 일반인 및 전문가의 인식을 파악하여 한국형 청주의 기반을 마련하고, 한국형 청주 개발 방향을 설정하기 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다. 일반인 및 전문가를 대상으로 설문 조사를 실시하였다.(표 1)

###### 나. 조사 방법

###### (1) 일반인 소비자 조사 방법

일반인 소비자 대상은 전통주를 6개월 간 음용한 경험이 있고 서울 및 6대 광역시에 거주하는 소비자로 하고 총 500명을 무작위로 선정하여 조사 하였다. 조사 방법은 시장조사 전문기업인 마크로밀 엠브레인 업체에 의뢰하여 온라인 패널 조사를 실시하였다.

###### (2) 전문가 소비자 조사 방법

전문가 소비자 대상은 전통주 교육기관 수강생으로 서울에 거주하는 소비자로 선정하여 조사 하였다. 조사 방법은 농촌진흥청 국립농업과학원에서 개별 면접 조사를 이용하였으며 각 항목을 %로 표시 하였다.

(표 1) 한국형 청주 개발을 위한 소비자 조사

구 분	소비자 대상	
조사 대상	▪ 일반인 (전통주를 6개월간 음용한 경험)	▪ 전문가 (전통주 교육기관 수강생)
조사 지역	▪ 서울 및 6대 광역시	▪ 서울
표본 수	▪ 500명	▪ 100명
조사방법	▪ 온라인 패널 조사	▪ 개별 면접 조사
조사기간	▪ 2014년 6월 24일~6월 26일(3일간)	▪ 2014년 8월 11일~8월 22일(9일간)
조사기관	▪ 마크로밀 엠브레인	▪ 국립농업과학원

## 다. 설문지의 주요 내용

설문지의 내용은 청주 브랜드 인식과 저도주 주종 U&A에 대한 내용을 조사 하였다. 청주 브랜드 인식에 관련된 사항은 최선호 청주 브랜드, 최선호 청주 음용 이유로 구성되어 있다. 저도주 주종 U&A에 관련된 사항은 청주에 대한 인식, 국산 청주와 국산 약주의 인식 동일 여부, 국산 청주와 일본 사케의 인식 동일 여부, 이상적인 한국형 청주 특성, 국산 약주, 국산 청주, 일본 사케의 맛, 향 이미지 분석의 항목으로 구성되어 있다.(그림 1)

### (그림 1) 청주 브랜드 인식 설문지 내용과 구성

#### Part A. 청주 Brand 인식

※ 지금부터는 주류의 한 종류인 청주에 대해 여쭤보겠습니다.

A1. 귀하는 청주하면 어떤 브랜드가 가장 먼저 떠오르십니까? \_\_\_\_\_

A1-1. 그 다음으로 생각나는 청주 브랜드는 무엇입니까?

A2. 귀하께서는 본 조사 이전에 다음에 제시되는 '청주' 브랜드를 알고 계셨습니까?  
알고 있는 청주 브랜드를 모두 골라 주십시오. [Prog: 보기 Rotation, 중복응답]

- |              |           |                |       |              |
|--------------|-----------|----------------|-------|--------------|
| 1) 청하        | 2) 백화수복   | 3) 설화          | 4) 국향 | 5) 국순당 예당    |
| 6) 배상면주가 차례술 | 7) 경주법주   | 8) 화랑          | 9) 천수 | 10) 경주법주 차례주 |
| 11) 순미주      | 12) 기타( ) | 13) 없음 (→ B1로) |       |              |

A3. [A2의 인지 브랜드] 귀하께서 최근 6개월 이내에 드셔 본 적이 있는 청주 종류(브랜드)는 무엇입니까?  
모두 선택해 주세요 [Prog: 보기 Rotation, 중복응답]

- |              |           |                |       |              |
|--------------|-----------|----------------|-------|--------------|
| 1) 청하        | 2) 백화수복   | 3) 설화          | 4) 국향 | 5) 국순당 예당    |
| 6) 배상면주가 차례술 | 7) 경주법주   | 8) 화랑          | 9) 천수 | 10) 경주법주 차례주 |
| 11) 순미주      | 12) 기타( ) | 13) 없음 (→ B1로) |       |              |

A4. [A3의 6개월 이내 음용 청주 종] 귀하께서 가장 선호하는 '청주' 브랜드는 다음 중 무엇입니까?  
[Prog: 보기 Rotation, 단일응답]

- |              |           |                |       |              |
|--------------|-----------|----------------|-------|--------------|
| 1) 청하        | 2) 백화수복   | 3) 설화          | 4) 국향 | 5) 국순당 예당    |
| 6) 배상면주가 차례술 | 7) 경주법주   | 8) 화랑          | 9) 천수 | 10) 경주법주 차례주 |
| 11) 순미주      | 12) 기타( ) | 13) 없음 (→ B1로) |       |              |

A4-1. (A4의 최선호 청주)을/를 주로 드시는 이유는 무엇입니까?  
순서대로 3가지를 선택해 주십시오.

1순위 \_\_\_\_\_, 2순위 \_\_\_\_\_, 3순위 \_\_\_\_\_

[PROG : 보기 Rotation]

이미지	기능	광고	맛/향	기타
1) 인지도가 높아서	5) 숙취가 적어서	10) 광고가 스토리가 좋아서	14) 단맛이 충분해서	19) 가격이 적당해서
2) 브랜드가 마음에 들어서	6) 마시기 편해서	11) 광고 모델이 마음에 들어서	15) 알코올 향이 전어서	20) 병 디자인이 마음에 들어서
3) 제조회사가 맛을 수 있어서	7) 알코올 도수가 낮아서	12) 광고 메시지가 좋아서	16) 술 특유의 향이 좋아서	21) 구입 환경이 좋아(편리성/다양성)
4) 상품 이미지가 좋아서	8) 건강에 도움이 되어서	13) 프로모션/이벤트 때문에	18) 쓴맛이 적어서	22) 주위사람 권유
	9) 원료 및 성분이 마음에 들어서			23) 종업원 권유
				24) 음식과 잘 어울려서
				25) 소주가 싫어서
				26) 맥주가 싫어서
				99) 기타(____)

## Part B. 저도주 주종 U&A

B1. 귀하는 '청주'란 어떤 술이라고 생각하십니까? 귀하의 생각과 가장 가까운 것을 하나만 선택해 주세요.

- 1) 밤, 물, 누룩으로만 만드는 술이다.
- 2) 맑은 술이다.
- 3) 찰로 만든 누룩(코지)을 사용한다.
- 4) 도수가 낮은 저도주이다.
- 5) 제사용 술이다.
- 6) 기타( )

B2. 귀하는 국산 '청주'와 국산 '악주'가 **비슷한 종류**의 술이라고 생각하십니까? 아니면 **다른 종류의 술**이라고 생각하십니까?

- 1) 같은 술이다.
- 2) 다른 술이다.

B3. 귀하는 국산 '청주'와 일본 술인 '사케'가 **비슷한 종류**의 술이라고 생각하십니까? 아니면 **다른 종류의 술**이라고 생각하십니까?

- 1) 같은 술이다.
- 2) 다른 술이다.

B4. 그렇다면, "한국형 청주"를 새로 만든다고 했을 때, "한국형 청주"는 어떤 특성을 가져야 한다고 생각하십니까? 가장 중요하다고 생각하시는 순서대로 두 가지만 선택해 주세요.

- 1순위: \_\_\_\_\_ 2순위: \_\_\_\_\_
- 1) 국산 찰을 사용하여 만들어야 한다.
  - 2) 국산 개발 누룩을 사용하여 만들어야 한다.
  - 3) 양조 도구(발효통, 용수 등)가 전통적인 것이어야 한다.
  - 4) 국내에서 만들어야 한다.
  - 5) 전통적인 방법으로 만들어야 한다.
  - 6) 기타( )

국산 악주란 국물(발), 누룩, 물로 발효시킨 후 맑게 여과한 술을 말합니다.

일본 사케는 찰과 코자(압력)으로 발효 시킨 후 여과하여 맑게 걸러낸 술입니다.

새로 개발한 "한국형 청주"는 한국적인 요소가 들어 있는 국물, 누룩, 물만을 주재료로 사용하여 맑은 술입니다.

B5. 귀하가 생각하시기에 **국산 악주의** 맛/향 등과 관련된 이미지는 어떻습니까?

순서대로 3 가지를 선택해 주십시오. 1순위 ( ), 2순위 ( ), 3순위 ( )

B6. 귀하가 생각하시기에 **일본 사케의** 맛/향 등과 관련된 이미지는 어떻습니까?

순서대로 3 가지를 선택해 주십시오. 1순위 ( ), 2순위 ( ), 3순위 ( )

B7. 국산 악주와 일본 사케 대비하여 "한국형 청주"의 맛/향 등을 어떠해야 한다고 생각하십니까?

순서대로 3 가지를 선택해 주십시오. 1순위 ( ), 2순위 ( ), 3순위 ( )

	B5. 국산 악주	B6. 일본 사케	B7. 한국형 청주
맛	1) 깔끔한 맛이다	1	1
	2) 달콤이 깨끗하다	2	2
	3) 쓴맛이 적다	3	3
	4) 부드러운 맛이다	4	4
	5) 단滞한 맛이 있다	5	5
	6) 맛이 깊고 친하다	6	6
	7) 쉽게 질리지 않는 맛이다	7	7
	8) 볶에서 잘 넣어 간다	8	8
	9) 단맛이 풍성하다	9	9
향	10) 향이 친하다	10	10
	11) 향이 든든하다	11	11
	12) 과일향이 풍부하다	12	12
	13) 꽃향이 풍부하다	13	13
	14) 국물향이 풍부하다	14	14

## 2. 한국형 청주 특성 규명 및 시판 청주 품질특성 평가

### 가. 실험 재료

분석에 사용된 시료는 시판되는 국산 약주 22종, 국산 청주 3종, 일본 청주 10종 등 총 35종의 약주, 청주 및 사케를 사용하였다.(표 2)

(표 2) 분석에 사용된 시판 국산 약주, 청주 및 일본 청주

분류	제품명	분류	제품명
약주	대일술	약주	명작오미자
	술송주		하얀연꽃맑은술
	한산소곡주		경주법주
	송화오곡주		경주법주초특선
	부안강산		자희향청주
	둔송구기술		청하
	가야곡왕주		설화
	지리산국화주		긴까금박주
	녹파주		대관
	국화면좋으리		무진구라
	송절주		아마구치
	자주		모찌요단
	사시통음주	일본 청주	준마이다루마720
	교동법주		준마이다루마900
	진양주		우끼요에
	예담차례주		오제끼준마이
	화랑		노모노모
	명장상황버섯		

### 나. 분석 방법

#### (1) 일반 성분

##### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (나) 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### (다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

#### (라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 중류수 50 mL를 가하여 중류하였다. 중류액은 90 mL 이상을 받고 중류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### (마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 중류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

#### (바) 환원당

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법을 이용하여 희석한 시료용액 0.2mL에 DNS 시약 0.6 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이 후 중류수 4.2 mL을 넣고 혼합 한 뒤, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 포도당(glucose) 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%, w/v)을 계산하였다.

#### (2) 색도

색도는 색차계(Hunterlab Ultra Scan Pro, Reston, VA, USA)를 사용하여 명도(lightness, L), 황색도(yellowness, b) 값을 측정하였다.

### 3. 벼 품종별 청주 양조용 적합성 평가를 통한 예비선발

#### 가. 실험 재료

분석에 사용된 시료는 국립식량과학원 담작과의 협조를 받아 맵쌀 10종, 찹쌀 5종 등 총 15 종을 사용하여 예비선발을 실시하였다(표 3).

## (표 3) 청주용 양조미 적합성 예비 선발에 사용된 양조미

분류	품종명	분류	품종명
멥쌀	고아미4호	찹쌀	동진찰
	다산		백설찰
	다산1호		백진주1호
	다산2호		보석찰
	삼광		화선찰
	일품		
	청아		
	팔방미		
	향미벼1호		
	화성		

## 나. 분석 방법

## (1) 일반조성분 함량

일반조성분 함량은 농업기술실용화재단 종합분석검정센터 농식품분석팀에 분석 의뢰하여 실시하였다.

## (2) 무기성분 함량

무기성분 함량은 농업기술실용화재단 종합분석검정센터 농식품분석팀에 분석 의뢰하여 실시하였다.

## 4. 벼 품종별 청주 양조 품질특성 평가

## 가. 실험 재료 및 청주 제조 방법

청주 제조에 사용된 원료미는 국립식량과학원 담작과의 협조를 받아 멥쌀 10종, 찹쌀 5종 등 총 15종을 선발하여 사용하였다. 청주는 원료미 2kg을 깨끗하게 쟁어서 1시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 10 L 플라스틱 병에 수침 전 백미 무게기준 150%의 물과 1.6% 개량누룩, 0.05%의 효모를 넣은 다음 25°C에서 7일간 발효하였다. 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상등액만 취해 청주로 이용하였다.

## 나. 분석 방법

## (1) 일반 성분

#### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (나) 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### (다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

#### (라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 중류수 50 mL를 가하여 중류하였다. 중류액은 90 mL 이상을 받고 중류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### (마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 중류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

### 5. 한국형 청주용 발효제로 적합한 누룩곰팡이 선발

#### 가. 원료 처리 및 발효제 제조 방법

발효제는 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 증자하고 처리구 별로 밀 100, 밀 75 쌀 25, 밀 50 쌀 50, 밀25 쌀75, 쌀 100 의 비율로 분배 및 측량하였다.(표 4) 각 처리구에 균 3종 (Aspergillus Oryzae 83-10, Rizopus Oryzae CN084, Lichtheimia ramosa CN044)을 접종하여 38°C에서 24시간 배양, 24시간 이후 36°C에서 48시간 배양하여 50°C에서 건조하였다.

(표 4) 청주용 발효제 누룩 곰팡이 선발을 위한 원료 처리 비율

명명	원료 처리 비율	
	밀(%)	쌀(%)
1	100	-
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	-	100

#### 나. 분석 방법

##### (1) 효소 활성 측정

효소활성 분석은 Kikkoman 양조분석키트(Biotechnology, Kikkoman Co., Tokyo, Japan)를 구입하여 사용하였으며, 측정값은 누룩의 수분함량을 제외한 dry base를 기준으로 표기하였다.

##### (가) 효소활성 분석용 시료 조제

효소활성은 시료 10 g에 염화나트륨 완충용액(염화나트륨 5 g을 중류수에 녹인 후 10 mM 초산완충액 50 mL를 가하고 중류수로 1 L로 만든다) 50 mL를 가하고 실온에서 3시간 동안 가끔씩 교반하여 침출한 후 여과한 것을 효소실험에 사용하였다. 약주는 발효중인 술덧을 교반하여 상등액 50 g 씩 채취한 것을 18,800 × g으로 15분간 원심 분리하여 효소활성 분석에 사용하였다.

##### (나) α-Amylase 활성

α-Amylase 효소 활성은 Kikkoman α-Amylase 분석키트의 기질 용액과 효소 용액을 각 0.5ml씩 필요량 만큼 섞어둔 반응액을 1ml씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1ml의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2ml을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10mm cell을 이용하여 400nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1ml를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2ml와 조효소액 0.1ml을 넣고 혼합하여 생선된 색을 400nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{unit/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f \times \text{추출율}$$

$$U(\text{unit/ml, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f$$

Es : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

Eb : 효소반응 전, Blank의 흡광도

D<sub>f</sub> : 시료 희석 배수

## (2) 일반 성분

### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

### (나) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

## 6. 청주용 원료인 찹쌀과 맵쌀의 품질특성 및 양조적성 평가

### 가. 실험 재료 및 청주 제조 방법

분석에 사용된 양조미는 맵쌀(오대, 신동진, 삼광) 3종, 찹쌀(백운, 동진, 화선) 3종 등 총 6 종을 선발하여 사용하였다.(표 5) 청주는 원료미 2kg을 깨끗하게 씻어서 1시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 10 L 플라스틱 병에 수침 전 백미 무게기준 150%의 물과 1.6% 개량누룩, 0.05%의 효모를 넣은 다음 25°C에서 7일간 발효하였다. 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상등액만 취해 약주로 이용하였다.

(표 5) 찹쌀, 맵쌀 양조 적성 평가 분석에 사용된 양조미

분류	품종명	분류	품종명
맵쌀	오대	찹쌀	백옥찰
	신동진		동진찰
	삼광		화선찰

### 나. 분석 방법

#### (1) 일반 성분

(가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

(나) 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

(다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

(라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 증류수 50 mL를 가하여 증류하였다. 증류액은 90 mL 이상을 받고 증류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

(마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 증류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

(바) 환원당

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법을 이용하여 희석한 시료용액 0.2mL에 DNS 시약 0.6 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이 후 증류수 4.2 mL을 넣고 혼합 한 뒤, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 포도당(glucose) 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%, w/v)을 계산하였다.

(2) 관능 평가

관능평가 패널은 일반인 패널 66명과 맛과 향의 식별 능력이 우수한 전통주 소믈리에 및 전통주 관련 직업에 종사하여 전통주 제조 경험이 있는 25명의 전문인 패널로 구성하여 총 91명의 패널이 참가하였다. 관능평가는 맵쌀(오대미, 신동진, 삼광)과 찹쌀(동진찰, 화선찰, 백옥찰) 각각 세 품종씩 담군 총 여섯 개의 샘플을 맛이 비슷하게 느껴지는 것끼리 두 개씩 두 그룹으로 선택하도록 하고 선택한 기준을 서술하고 선호 그룹을 구분하도록 하였다. 관능평가 결과는 아래와 같은 공식으로 Z값을 구하여 정규분포표에 따라 유의성을 검정하였고, 다중응답분석은 SPSS를 이용하여 나타내었다.

$$Z = \frac{X - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}}$$

## 7. 청주 제조에 적합한 벼 품종 최종선발

### 가. 실험 재료

분석에 사용된 시료는 국립식량과학원 담작과의 협조를 받아 맵쌀 10종, 찹쌀 5종 등 총 15종을 사용하여 최종 선발을 실시하였다.(표 6)

(표 6) 청주용 양조미 적합성 최종 선발 사용된 양조미

분류	품종명	분류	품종명
멥쌀	고아미4호	찹쌀	동진찰
	다산		백설찰
	다산1호		백진주1호
	다산2호		보석찰
	삼광		화선찰
	일품		
	청아		
	팔방미		
	향미벼1호		
	화성		

### 나. 품종 선정 기준

품종 선정 기준은 재배특성, 원료특성, 가공특성, 양조특성으로 구성하였다. 재배특성의 항목에는 포기 당 이삭 수(개), 이삭 당 벼알 수(개), 내병충성(내도복성, 도열병, 흰잎마름병(kl), 바이러스, 벼멸구), 쌀수량(kg/10a)의 내용을 포함하고 있다. 원료특성의 항목에는 일반조성분(조단백질, 지방, 수분, 회분, 탄수화물), 무기성분(Ca, Fe, K, Mg, Na, P)의 내용을 포함하고 있다.

### 다. 분석 방법

#### (1) 재배 특성

재배특성은 포기 당 이삭 수(개), 이삭 당 벼알 수(개), 내병충성(내도복성, 도열병, 흰잎마름병(kl), 바이러스, 벼멸구), 쌀수량(kg/10a)의 내용을 농촌진흥청에서 운영하는 농업 전문 포털 사이트 농사로(<http://www.nongsaro.go.kr>)에서 조사하였다.

#### (2) 원료 특성

##### (가) 일반조성분 함량

일반조성분 함량은 농업기술실용화재단 종합분석검정센터 농식품분석팀에 분석 의뢰하여 실시하였다.

#### (나) 무기성분 함량

무기성분 함량은 농업기술실용화재단 종합분석검정센터 농식품분석팀에 분석 의뢰하여 실시하였다.

#### (3) 가공 특성

##### (가) 수분 흡수율

수분 흡수율은 원료미를 침지시킨 뒤 10분, 60분, 120분, 180분에 시료를 건져내어 겉의 물기를 제거 후 무게를 측정하여 원료대비 중량된 무게를 Percentage(%)로 나타내었다.

##### (나) 당화 특성

당화 특성은 원료미 100g에 물 300ml, 정제효소0.2g(충무효소)을 섞어 55°C 항온수조에서 급속 당화하여 1~7시간, 20시간에 샘플링하여 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 가용성 고형물( $^{\circ}$ Brix) 함량을 측정하여 분석하였다.

#### (4) 양조 특성

##### (가) 청주 제조 방법

청주는 원료미 2kg을 깨끗하게 씻어서 1시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 10 L 플라스틱 병에 수침 전 백미 무게기준 150%의 물과 1.6% 개량누룩, 0.05%의 효모를 넣은 다음 25°C에서 7일간 발효하였다. 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상등액만 취해 청주로 이용하였다.

##### (나) 일반 성분

###### ① pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

###### ② 가용성 고형물( $^{\circ}$ Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

###### ③ 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말

린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 흰은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

#### ④ 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 중류수 50 mL를 가하여 중류하였다. 중류액은 90 mL 이상을 받고 중류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### ⑤ 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 중류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

#### (다) 관능평가

관능평가는 농촌진흥청 국립농업과학원 관계자 중 13명의 훈련된 패널을 선별하여 외관 선호도, 향 선호도, 맛 선호도, 전체적인 선호도를 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분 전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 평가는 9점 척도법으로 매우 좋음 9점, 좋음 7점, 보통 5점, 나쁨 3점, 매우 나쁨 1점으로 표시하도록 하여 그 결과를 평균 값으로 나타내었다.

## 8. 한국형 발효제(곰팡이) 배양조건 확립

### 가. 원료별 발효제(곰팡이) 배양조건 특성

#### (1) 원료 처리 및 발효제 제조 과정

발효제는 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 증자하고 처리구 별로 밀 100, 밀 75 쌀 25, 밀 50 쌀 50, 밀25 쌀75, 쌀 100 의 비율로 분배 및 측량하였다.(표 7) 각 처리구에 균 3종 (Aspergillus Oryzae 83-10, Rizopus Oryzae CN084, Lichtheimia ramosa CN044)을 접종하여 38°C에서 24시간 배양, 24시간 이후 36°C에서 48시간 배양하여 50°C에서 건조하였다.

(표 7) 원료별 발효제(곰팡이) 배양조건 탐색을 위한 원료 처리 비율

명명	원료 처리 비율	
	밀(%)	쌀(%)
1	100	-
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	-	100

## (2) 분석 방법

### (가) α-Amylase 효소 활성

α-Amylase 효소 활성은 Kikkoman α-Amylase 분석키트의 기질 용액과 효소 용액을 각 0.5ml씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1ml씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1ml의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2ml을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10mm cell을 이용하여 400nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1ml를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2ml와 조효소액 0.1ml을 넣고 혼합하여 생선된 색을 400nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{unit/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f \times \text{추출율}$$

$$U(\text{unit/ml, 술도}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f$$

$E_s$  : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

$E_b$  : 효소반응 전, Blank의 흡광도

$D_f$  : 시료 회석 배수

### (나) 일반성분

#### ① pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### ② 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레이인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 잿은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 잿은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

## 나. pellet 누룩 품질 특성

### (1) pellet 누룩 제조 방법

#### (가) 원료 처리 방법

누룩 제조를 위하여 도정되지 않은 통밀을 roll mill 곡물파쇄기(대우기계, Seoul, Korea)를 이용하여 2 mm 간극으로 2회 파쇄 후 수분측정용 저울(MX-50, And Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 수분함량을 측정하고, 총 수분함량이 35%가 되도록 수분을 주어 잘 섞은 다음 플라스틱 필름으로 덮고 1시간 방치하여 수분이 골고루 스며들게 하여 누룩 제조 원료로 사용하였다.

### (나) pellet 누룩 제조

Pellet 누룩의 제조는 원료 밀을 6 mm pellet 사출기를 통하여 성형한 pellet을 고압살균을 수행한 살균원료 그룹(S)과 하지 않은 비살균원료 그룹(N)으로 나누어 그룹별로 A. oryzae 83-10(AO), R. oryzae CN084(RO), L. ramosa CN044(LR), 세 균주를 혼합한 mixed strain(Mix) 그리고 균주를 접종하지 않은 대조구(Non) 누룩으로 제조·접종(종국 0.05%)하여, 고온 멸균된 수건으로 감싸 습도 85%, 35°C로 설정한 배양기에서 72시간 동안 발효하였다. 발효 중 pellet 누룩의 품온이 40°C가 넘지 않도록 관리에 유의하며 8시간 간격으로 시료를 채취하였다. Pellet 누룩의 시료를 채취할 때는 무균 작업대에서 덩어리를 깨고 잘 혼합한 다음 일정 분량을 취한 뒤 -20°C의 냉동고에 8~72시간 동안 보관하였다. (표 8)

(표 8) pellet 누룩 배합비

그룹	균주	재료(g)			
		밀	물	AO	RO
살균구(S)	AO	2500	927	0.25	-
	RO	2500	927	-	0.25
	LR	2500	927	-	0.25
	MIX	2500	927	0.8	0.8
	Non	2500	927	-	-
비살균구(N)	AO	2500	927	0.25	-
	RO	2500	927	-	0.25
	LR	2500	927	-	0.25
	MIX	2500	927	0.8	0.8
	Non	2500	927	-	-

### (2) 분석방법

#### (가) 효소 활성 측정

효소활성 분석은 Kikkoman 양조분석키트(Biotechnology, Kikkoman Co., Tokyo, Japan)를 구입하여 사용하였으며, 측정값은 누룩의 수분함량을 제외한 dry base를 기준으로 표기하였다.

##### ① 효소활성 분석용 시료조제

누룩의 효소활성은 시료 10 g에 염화나트륨 완충용액(염화나트륨 5 g을 증류수에 녹인 후 10 mM 초산완충액 50 mL를 가하고 증류수로 1 L로 만든다) 50 mL를 가하고 실온에서 3시간 동안 가끔씩 교반하여 침출한 후 여과한 것을 효소실험에 사용하였다. 약주는 발효중인 술덩을 교반하여 상등액 50 g 씩 채취한 것을  $18,800 \times g$ 으로 15분간 원심 분리하여 효소활성 분석에 사용하였다.

## ② $\alpha$ -Amylase 활성

$\alpha$ -Amylase 활성측정은 Kikkoman  $\alpha$ -amylase분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f \times \text{추출율}$$

$$U(\text{unit/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f$$

$E_s$  : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

$E_b$  : 효소반응 전, Blank의 흡광도

$D_f$  : 시료 희석 배수.

## ③ Acidic protease 활성

Acidic protease 활성측정은 Kikkoman acidic carboxypeptidase분석키트의 기질용액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 5분간 예열한 뒤 정량효소액을 0.1 mL을 혼합하여 20분간 정량반응을 실시하고, 여기에 정량발색액을 0.1 mL을 혼합하여 10분간 반응을 계속하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 기질용액 1mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 이후의 반응은 효소반응액과 동일하게 처리하여 생성된 색을 460 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times \text{희석배수} \times \text{추출율}$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times D_f$$

$E_s$  : 10분간 효소반응 시킨 후의 흡광도

$E_b$  : 효소반응을 시키기 전의 흡광도

$E_{std}$  : kit 표준반응액의 흡광도

$E_c$  : 증류수반응액의 흡광도

## ④ Glucoamylase 활성

Glucoamylase 활성측정은 Kikkoman 당화력분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times \text{추출율} \times 144.6$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times 144.6$$

Es : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

Eb : 효소반응 전, blank의 흡광도

D<sub>f</sub> : 시료 희석 배수.

#### (나) 수분 함량 측정

누룩의 수분함량 측정은 수분측정용 저울(MX-50, And Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.

다. pellet 누룩과 시판 누룩 품질 특성

##### (1) 실험 재료

###### (가) pellet 누룩

###### ① 원료 처리 방법

누룩 제조를 위하여 도정되지 않은 통밀을 roll mill 곡물파쇄기(대우기계, Seoul, Korea)를 이용하여 2 mm 간극으로 2회 파쇄 후 수분측정용 저울(MX-50, And Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 수분함량을 측정하고, 총 수분함량이 35%가 되도록 수분을 주어 잘 섞은 다음 플라스틱 필름으로 덮고 1시간 방치하여 수분이 골고루 스며들게 하여 누룩 제조 원료로 사용하였다.

###### ② pellet 누룩 제조

Pellet 누룩의 제조는 원료 밀을 6 mm pellet 사출기를 통하여 성형한 pellet을 고압살균 처리 후 A. oryzae 83-10(AO), L. ramosa CN044(LR), 세균주를 혼합한 mixed strain(Mix) 누룩으로 제조·접종(종국 0.05%)하여, 고온 멸균된 수건으로 감싸 습도 85%, 35°C로 설정한 배양기에서 72시간 동안 발효하였다. 발효 중 pellet 누룩의 품온이 40°C가 넘지 않도록 관리에 유의하며 제조하였다. Pellet 누룩의 시료 채취는 무균 작업대에서 덩어리를 깨고 잘 혼합한 다음 일정 분량을 취한 뒤 -20°C의 냉동고에 보관하였다.(표 9)

(표 9) pellet 누룩 배합비

(단위 : g)

그룹	균주	원료				스타터
		밀	물	AO	RO	
				AO	RO	LR
살균구(S)	AO	2500	927	0.25	-	-
	LR	2500	927	-	-	0.25
	MIX	2500	927	0.8	0.8	0.8

### ③ 시판 누룩

분석에 사용된 시판 누룩은 송학곡자(SH), 상주곡자(SJ), 산성누룩(SS), 총 3종의 누룩을 사용하였다.(표 10)

(표 10) 분석에 사용된 시판 누룩

명명	품명	회사명
SH	송학곡자	농업회사법인송학곡자
SJ	상주곡자	상주곡자(주)
SS	산성누룩	산성누룩

## (2) 분석방법

### (가) 효소 활성 측정

효소활성 분석은 Kikkoman 양조분석키트(Biotechnology, Kikkoman Co., Tokyo, Japan)를 구입하여 사용하였으며, 측정값은 누룩의 수분함량을 제외한 dry base를 기준으로 표기하였다.

#### ① 효소활성 분석용 시료조제

누룩의 효소활성은 시료 10 g에 염화나트륨 완충용액(염화나트륨 5 g을 중류수에 녹인 후 10 mM 초산완충액 50 mL를 가하고 중류수로 1 L로 만든다) 50 mL를 가하고 실온에서 3시간 동안 가끔씩 교반하여 침출한 후 여과한 것을 효소실험에 사용하였다. 약주는 발효중인 술엿을 교반하여 상등액 50 g 씩 채취한 것을 18,800 × g으로 15분간 원심 분리하여 효소활성 분석에 사용하였다.

#### ② α-Amylase 활성

α-Amylase 활성측정은 Kikkoman α-amylase분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f \times \text{추출율}$$

$$U(\text{unit/mL, 술엿}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f$$

Es : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

Eb : 효소반응 전, Blank의 흡광도

D<sub>f</sub> : 시료 희석 배수.

### ③ Acidic protease 활성

Acidic protease 활성측정은 Kikkoman acidic carboxypeptidase분석키트의 기질용액을 1 mL 씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 5분간 예열한 뒤 정량효소액을 0.1 mL을 혼합하여 20분간 정량반응을 실시하고, 여기에 정량발색액을 0.1 mL을 혼합하여 10분간 반응을 계속하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 기질용액 1mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 이후의 반응은 효소반응액과 동일하게 처리하여 생성된 색을 460 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times \text{희석배수} \times \text{추출율}$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times D_f$$

$E_s$  : 10분간 효소반응 시킨 후의 흡광도

$E_b$  : 효소반응을 시키기 전의 흡광도

$E_{std}$  : kit 표준반응액의 흡광도

$E_c$  : 중류수반응액의 흡광도

### ④ Glucoamylase 활성

Glucoamylase 활성측정은 Kikkoman 당화력분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL 씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times \text{추출율} \times 144.6$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times 144.6$$

$E_s$  : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

$E_b$  : 효소반응 전, blank의 흡광도

$D_f$  : 시료 희석 배수.

#### (나) 수분 함량 측정

누룩의 수분함량 측정은 수분측정용 저울(MX-50, And Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.

#### (다) 당화 특성

당화 특성은 원료미 100g에 물 300ml, pellet 누룩과 시판누룩을 섞어 55°C 항온수조에서 급속 당화하여 30분간격으로 4시간 동안 샘플링하여 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 가용성 고형물(°Brix) 함량을 측정하여 분석하였다.

## 라. pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 품질 특성

### (1) 청주 제조 방법

청주는 원료미 1kg을 깨끗하게 쟁어서 3시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 1시간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 5 L 플라스틱 병에 수침 전 백미 무게기준 150%의 물과 Glucoamylase 활성기준으로 생쌀 1g 당 30unit/g 분량의 누룩, 0.01%의 효모를 넣은 다음 25°C에서 10일간 발효시키면 2일 간격으로 샘플링해주었다.(표10) 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상등액만 취해 청주로 이용하였다.(표 11)

(표 11) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 원료 배합비

명명	원료				
	쌀 (g)	누룩 (g)	가수량 (g)	건조효모 (g)	누룩 / 쌀(%)
AO	1000	92	1500	0.25	9%
LR	1000	102	1500	0.25	10%
Mix	1000	126	1500	0.25	13%
SH	1000	111	1500	0.25	11%
SJ	1000	200	1500	0.25	20%
SS	1000	74	1500	0.25	7%

### (2) 분석 방법

#### (가) 일반 성분

##### ① pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### ② 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굽질계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

##### ③ 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말

린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 흰 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다.

#### ④ 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 중류수 50 mL를 가하여 중류하였다. 중류액은 90 mL 이상을 받고 중류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### (나) 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×30 mm, Showa Denko, Tokyo, Japan) 2개를 연결하여 사용하였다. 이동상은 3 mM perchloric acid(Kanto chemical, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, flow rate는 0.8 mL/min, column oven의 온도는 63°C로 하였다. 분리물은 반응용액(0.2 mM bromothymol blue(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), 15 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), 2 mM NaOH)과 반응한 후 UV 440 nm에서 검출하였다. 이때 반응용액의 flow rate는 1.0 mL/min, 반응온도는 30 °C로 하였다. 시료는 여과(0.2 μm, Millipore Co., Cork, Ireland)후 사용하였다.

#### (다) 유리당

유리당 분석을 위해서 HPLC(Waters E2695, Milford, Massachusetts, USA)를 이용하였으며 post column 방법을 사용하여 분석하였다. 유리당 분석용 column은 supelco(25 cm×4.6 mm, Bellefonte, Pennsylvania, USA)을 이용하였으며, flow rate는 1 mL/min, column oven의 온도는 25°C로 하였다. 시료는 여과(0.2 μm, Millipore Co., Cork, Ireland)후 사용하였다.

#### (라) 효소 활성 측정

효소활성 분석은 Kikkoman 양조분석키트(Biotechnology, Kikkoman Co., Tokyo, Japan)를 구입하여 사용하였으며, 측정값은 누룩의 수분함량을 제외한 dry base를 기준으로 표기하였다.

#### ① 효소활성 분석용 시료조제

청주의 효소활성은 시료 10ml에 염화나트륨 완충용액(염화나트륨 5 g을 중류수에 녹인 후 10 mM 초산완충액 50 mL를 가하고 중류수로 1 L로 만든다) 50 mL를 가하고 실온에서 3시간 동안 가끔씩 교반하여 침출한 후 여과한 것을 효소실험에 사용하였다. 약주는 발효중인 술덩을 교반하여 상등액 50 g 씩 채취한 것을 18,800 × g으로 15분간 원심 분리하여 효소활성 분석에 사용하였다.

#### ② α-Amylase 활성

α-Amylase 활성측정은 Kikkoman α-amylase분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL 씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1

mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f \times \text{추출율}$$

$$U(\text{unit/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.179 \times D_f$$

$E_s$  : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

$E_b$  : 효소반응 전, Blank의 흡광도

$D_f$  : 시료 희석 배수.

### ③ Acidic protease 활성

Acidic protease 활성측정은 Kikkoman acidic carboxypeptidase 분석키트의 기질용액을 1 mL 씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 5분간 예열한 뒤 정량효소액을 0.1 mL을 혼합하여 20분간 정량반응을 실시하고, 여기에 정량발색액을 0.1 mL을 혼합하여 10분간 반응을 계속하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 기질용액 1mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 이후의 반응은 효소반응액과 동일하게 처리하여 생성된 색을 460 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times \text{희석배수} \times \text{추출율}$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \div (E_{std} - E_c) \times 0.1 \times D_f$$

$E_s$  : 10분간 효소반응 시킨 후의 흡광도

$E_b$  : 효소반응을 시키기 전의 흡광도

$E_{std}$  : kit 표준반응액의 흡광도

$E_c$  : 증류수반응액의 흡광도

### ④ Glucoamylase 활성

Glucoamylase 활성측정은 Kikkoman 당화력분석키트의 기질용액과 효소용액을 각 0.5 mL 씩 필요양 만큼 섞어둔 반응액을 1 mL씩 시험관에 분주하여 37°C에서 5분간 예열한 후, 0.1 mL의 조효소액을 넣고 교반하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 반응정지액 2 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 10 mm cell을 이용하여 400 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 반응액 1 mL를 15분간 가온한 뒤 반응정지액 2 mL와 조효소액 0.1 mL을 넣고 혼합하여 생성된 색을 400 nm에서 흡광도를 측정한 값을 사용하였다.

$$U(\text{units/g, 누룩}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times \text{추출율} \times 144.6$$

$$U(\text{units/mL, 술덧}) = (E_s - E_b) \times 0.171 \times D_f \times 144.6$$

Es : 10분 효소반응, 시료의 흡광도

Eb : 효소반응 전, blank의 흡광도

D<sub>f</sub> : 시료 희석 배수.

#### 마. 쌀알누룩 품질 특성

##### (1) Aspergillus oryzae 83-10 쌀알 누룩 품질 특성

###### ① 실험 재료

본 실험에 사용된 쌀은 오대미와 한아름미를 사용하였으며, 사용 균주는 농축진홍청 발효식품과에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10을 사용하였다.

###### ② 쌀알 누룩 제조

쌀알 누룩은 원료미 10kg을 깨끗하게 씻어서 2시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 무균적으로 증자한 쌀에 *Aspergillus oryzae* 83-10 0.1%을 접종 한 후, 쌀에 흡착되도록 잘 비빈 다음 제국기(40°C)에 넣고 38°C 도달 시 뒤집기하고, 뒤집기 진행 후 4시간 간격으로 샘플링하고 28시간에 꺼내어 50°C에서 수분함량이 12~13%가 되도록 건조시켜 사용할 때까지 냉장보관 하였다.

###### ③ 분석 방법

###### ⓐ 과정 정도 비교

과정 정도 비교는 광학현미경(carl Zeiss, DE/EM109)을 이용하여 쌀알 누룩 단면을 관찰하였다.

###### ⓑ 일반 성분

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다. 아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 잿은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 잿은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다.

###### ⓓ 당화력(Saccharogenic Power) 측정

당화력은 국세청 주류 분석 규정에 준해 분석하였다(National tax service 2009). 2% 전분용액 50 mL, pH 5.0 식초산 완충용액 30 mL를 플라스크에 넣고, 55°C에서 10분간 예열한다. 다음 효소액 10 mL를 가하여 60분간 당화시킨 후 0.5N NaOH 10 mL를 가하여 효소작용을 중지시키고, 급냉시킨 다음 물을 가하여 100 mL로 한다. 펠링의 A액 5 mL와, B액 5 mL를 250

mL 삼각플라스크에 취하고 중류수 40 mL를 넣고, 효소액 10 mL를 가한 다음 끓이면서 포도당 용액으로 적정하였다. 적정은 청색이 점차 없어지면 메틸렌블루 용액 4방울을 가하여 끓이면서 청색이 없어진 때를 종말점으로 한다. 당화력은 대수 그래프를 이용하여 산출하였다.

## (2) *Lichideamia ramosa* CN044 쌀알누룩 품질 특성

### (가) 실험 재료

본 실험에 사용된 쌀은 한아름미를 사용하였으며, 사용 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Lichideamia ramosa* CN044를 사용하였다.

### (나) 쌀알 누룩 제조

쌀알 누룩은 원료미 10kg을 깨끗하게 씻어서 2시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 무균적으로 증자한 쌀에 *Lichideamia ramosa* CN044 0.1%을 접종 한 후, 쌀에 흡착되도록 잘 비빈 다음 제국기(40°C)에 넣고 38°C 도달 시 뒤집기하고, 뒤집기 진행 후 4시간 간격으로 샘플링하고 24시간 뒤 꺼내어 50°C에서 수분함량이 12~13%가 되도록 건조시켜 사용할 때까지 냉장보관 하였다.

### (다) 분석 방법

#### ① 일반 성분

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다. 아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다.

#### ② 당화력(Saccharogenic Power) 측정

당화력은 국세청 주류 분석 규정에 준해 분석하였다(National tax service 2009). 2% 전분용액 50 mL, pH 5.0 식초산 완충용액 30 mL를 플라스크에 넣고, 55°C에서 10분간 예열한다. 다음 효소액 10 mL를 가하여 60분간 당화시킨 후 0.5N NaOH 10 mL를 가하여 효소작용을 중지시키고, 급냉시킨 다음 물을 가하여 100 mL로 한다. 펠링의 A액 5 mL와, B액 5 mL를 250 mL 삼각플라스크에 취하고 중류수 40 mL를 넣고, 효소액 10 mL를 가한 다음 끓이면서 포도당 용액으로 적정하였다. 적정은 청색이 점차 없어지면 메틸렌블루 용액 4방울을 가하여 끓이면서 청색이 없어진 때를 종말점으로 한다. 당화력은 대수 그래프를 이용하여 산출하였다.

## 9. 한국형 발효제(효모) 배양조건 확립

### 가. 배지에 따른 미생물 증식 특성

#### (1) 실험 재료 및 방법

본 실험에 사용된 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Sacchromyces cerevisiae* Y190, Y263, Y270를 사용하였고 배지는 YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, Difco<sup>TM</sup>)와 YM배지(1.0% dextrose, 0.3% yeast extract, 0.3% malt extract, 0.5% peptone, Difco<sup>TM</sup>)를 사용하였다.

#### (2) 분석 방법

##### (가) 미생물 증식

미생물 증식은 Bioscreen C(Thermo Labsystems Co., NJ, USA)를 사용하여 측정하였다. 각각의 배지에 각 균주를 무균적으로 한백금이 접종하고 잘 섞은 후 Bioscreen C용 well plate에 100  $\mu$ L씩 넣은 다음 37°C에서 25시간 동안 증식시키면서 1시간 단위로 흡광도(600nm, Brown)를 측정하였다. 이때, 미생물 농도는 배지별 0시간 째의 흡광도를 blank로 하고 시간별 획득된 흡광도에서 blank를 뺀 수치로 하였다.

### 나. 포도당 농도에 따른 미생물 증식 특성

#### (1) 실험 재료 및 방법

본 실험에 사용된 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Sacchromyces cerevisiae* Y190, Y263, Y270를 사용하였고 배지는 YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, Difco<sup>TM</sup>)를 사용하였다.

#### (2) 분석 방법

##### (가) 미생물 증식

미생물 증식은 Bioscreen C(Thermo Labsystems Co., NJ, USA)를 사용하여 측정하였다. YPD배지에 포도당 농도가 1%, 3%, 5%, 10%, 20%되도록 배지를 제조하여 각 균주를 무균적으로 한백금이 접종하고 잘 섞은 후 Bioscreen C용 well plate에 100  $\mu$ L씩 넣은 다음 37°C에서 25시간 동안 증식시키면서 1시간 단위로 흡광도(600nm, Brown)를 측정하였다. 이때, 미생물 농도는 포도당의 각 농도별 증식 0시간 째의 흡광도를 blank로 하고 시간별 획득된 흡광도에서 blank를 뺀 수치로 하였다.

### 다. 알코올 농도에 따른 미생물 증식 특성

#### (1) 실험 재료 및 방법

본 실험에 사용된 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Sacchromyces*

cerevisiae Y190, Y263, Y270를 사용하였고 배지는 YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, Difco<sup>TM</sup>)를 사용하였다.

## (2) 분석 방법

### (가) 미생물 증식

미생물 증식은 Bioscreen C(Thermo Labsystems Co., NJ, USA)를 사용하여 측정하였다. YPD배지에 알코올 농도가 1%, 3%, 5%, 10%, 15%되도록 배지를 제조하여 각 균주를 무균적으로 한백금이 접종하고 잘 섞은 후 Bioscreen C용 well plate에 100  $\mu$ L씩 넣은 다음 37°C에서 48시간 동안 증식시키면서 1시간 단위로 흡광도(600nm, Brown)를 측정하였다. 이때, 미생물 농도는 알코올의 각 농도별 증식 0시간 째의 흡광도를 blank로 하고 시간별 획득된 흡광도에서 blank를 뺀 수치로 하였다.

## 10. 발효제 최적 생산조건 확립

### 가. 접종 온도에 따른 Aspergillus oryzae 83-10 쌀알누룩 품질 특성

#### (1) 실험 재료

본 실험에 사용된 쌀은 한아름미를 사용하였으며, 사용 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 Aspergillus oryzae 83-10을 사용하였다.

#### (2) 쌀알 누룩 제조

쌀알 누룩은 원료미 10kg을 깨끗하게 셋어서 2시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 무균적으로 증자한 쌀을 각각 38°C, 50°C까지 냉각시켜 Aspergillus oryzae 83-10 0.1%을 접종 한 후, 쌀에 흡착되도록 잘 비빈 다음 제국기(40°C)에 넣고 38°C 도달 시 뒤집기하고, 뒤집기 진행 후 4시간 간격으로 샘플링하고 28시간에 꺼내어 50°C에서 수분함량이 12~13%가 되도록 건조시켜 사용할 때까지 냉장보관 하였다.

#### (3) 분석 방법

##### (가) 당화력(Saccharogenic Power) 측정

당화력은 국세청 주류 분석 규정에 준해 분석하였다(National tax service 2009). 2% 전분용액 50 mL, pH 5.0 식초산 완충용액 30 mL를 플라스크에 넣고, 55°C에서 10분간 예열한다. 다음 효소액 10 mL를 가하여 60분간 당화시킨 후 0.5N NaOH 10 mL를 가하여 효소작용을 중지시키고, 급냉시킨 다음 물을 가하여 100 mL로 한다. 펠링의 A액 5 mL와, B액 5 mL를 250 mL 삼각플라스크에 취하고 중류수 40 mL를 넣고, 효소액 10 mL를 가한 다음 끓이면서 포도

당 용액으로 적정하였다. 적정은 청색이 점차 없어지면 메틸렌블루 용액 4방울을 가하여 끓이면서 청색이 없어진 때를 종말점으로 한다. 당화력은 대수 그래프를 이용하여 산출하였다.

#### 나. 원료 형태에 따른 *Lichideamia ramosa* CN044 누룩 품질 특성

##### (1) 실험 재료

본 실험에 사용된 쌀은 한아름미를 사용하였으며, 사용 균주는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Lichideamia ramosa* CN044를 사용하였다.

##### (2) 누룩 제조

쌀알 형태의 누룩은 원료미 10kg을 깨끗하게 씻어서 2시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 무균적으로 증자한 쌀에 *Lichideamia ramosa* CN044 0.1%을 접종 한 후, 쌀에 흡착되도록 잘 비빈 다음 제국기(40°C)에 넣고 38°C 도달 시 뒤집기하고, 뒤집기 진행 후 4시간 간격으로 샘플링하고 24시간 뒤 꺼내어 50°C에서 수분함량이 12~13%가 되도록 건조시켜 사용할 때까지 냉장보관 하였다. 가루 누룩 형태의 누룩은 쌀가루 10kg에 33~35%의 물을 첨가 후 반죽하여 체에 친 후 무균적으로 증자하여 쌀알 형태의 누룩과 같은 방법으로 제조하였다.

##### (3) 분석 방법

###### (가) 일반 성분

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다. 아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다.

###### (나) 당화력(Saccharogenic Power) 측정

당화력은 국세청 주류 분석 규정에 준해 분석하였다(National tax service 2009). 2% 전분용액 50 mL, pH 5.0 식초산 완충용액 30 mL를 플라스크에 넣고, 55°C에서 10분간 예열한다. 다음 효소액 10 mL를 가하여 60분간 당화시킨 후 0.5N NaOH 10 mL를 가하여 효소작용을 중지시키고, 급냉시킨 다음 물을 가하여 100 mL로 한다. 펠링의 A액 5 mL와, B액 5 mL를 250 mL 삼각플라스크에 취하고 증류수 40 mL를 넣고, 효소액 10 mL를 가한 다음 끓이면서 포도당 용액으로 적정하였다. 적정은 청색이 점차 없어지면 메틸렌블루 용액 4방울을 가하여 끓이면서 청색이 없어진 때를 종말점으로 한다. 당화력은 대수 그래프를 이용하여 산출하였다.

(다) 수분 함량

수분 함량은 수분측정용 저울(MX-50, And Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.

## 11. 발효제(효모) 특성이 청주 품질에 미치는 영향 평가

### 가. 실험 재료

청주 제조에 사용된 원료미 오대쌀을 사용하였고 누룩은 주식회사한국효소(Korea Enzyme Co., Hwaseong, Korea)에서 개량누룩을 구입하여 사용하였다. 효모는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190, Y263, Y270를 YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, Difco<sup>TM</sup>)를 사용하여 30°C에서 48시간 동안 활성화 한 후 사용하였다.

### 나. 청주 제조 방법

청주는 원료미 500g을 깨끗하게 쟁어서 1시간 수침한 다음 1시간 동안 물빼기를 수행하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 2L 플라스틱 병에 물 590g과 개량누룩 8g, 각 효모를 5ml 넣은 다음 25°C에서 15일간 발효하였다. 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상동액만 취해 청주로 이용하였다.

### 다. 분석 방법

#### (1) 일반 성분

##### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### (나) 가용성 고형물(<sup>°</sup>Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

##### (다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 짙은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 짙은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

## (라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 증류수 50 mL를 가하여 증류하였다. 증류액은 90 mL 이상을 받고 증류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

## (마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 증류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

## (2) 유리 질소화합물

유리 질소화합물은 아미노산 자동분석기(L-8900, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 시료 5 mL에 5% trichloroacetic acid(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 5 mL를 첨가한 후 원심분리(4°C, 12,000×g, 15 min)하였다. 상등액을 회수한 다음 여과(0.2 μm, Millipore Co., Cork, Ireland)한 것을 분석하였으며, 분석조건은 제조사의 매뉴얼을 따랐다

## (3) 관능 평가

관능평가는 농촌진흥청 국립농업과학원 관계자 중 15명의 훈련된 패널을 선별하여 색, 향, 맛(단맛, 신맛, 쓴맛), 전체적인 기호도를 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분 전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 평가는 5점 척도법으로 좋음 5점, 보통 3점, 나쁨 1점으로 표시하도록 하였다. 그 결과는 SPSS Statistics 18.0으로 통계처리 하였으며, 시료간의 항목별 유의성은 Duncan's multiple range test p<0.05 수준으로 비교하였다.

## 12. 발효제 종류 및 배합비율별 한국형 청주 품질 특성 평가

## 가. 실험 재료 및 방법

청주 제조에 사용된 원료미는 백미 기준 10% 도정한 삼광미를 사용하였고 누룩은 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 Aspergillus oryzae 83-10으로 제조한 쌀알 누룩을 사용하였다. 정제효소제는 효모는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리·동정한 Saccharomyces cerevisiae Y263을YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, DifcoTM)를 사용하여 30°C에서 48시간 동안 활성화 한 후 사용하였다. 한국형 청주와 비교 분석에 사용된 시료는 시판되는 약·청주 4종, 일본 청주 3종 등 총 7종을 사용하였다.(표 12)

(표 12) 분석에 사용된 시판되는 국산 약주, 청주 및 일본 청주

분류	명명	제품명	분류	명명	제품명
약·청주	HS	한산소곡주	일본청주	SJ	쿠보타 센쥬
	YD	국순당 예담		BS	코시노칸바이 벳센
	BS	백화수복		CS	코시노칸바이 쇼토쿠센
				SB	심백 야마다니시키

#### 나. 한국형 청주 제조 방법

청주 2단 담금으로 진행하였다. 밑술은 원료미 500g에 물 1250ml, 쌀알누룩 625g, 액상 효모 25ml을 혼합하여 술덧의 품온을 28~30°C로 유지하여 3일간 발효시켰다. 1단 담금은 밑술에 원료미 1250g, 물 1875ml, 쌀알누룩 625g, 정제효소제 1.25g을 혼합하여 술덧의 품온을 28~30°C로 유지하여 3일간 발효시켰다. 2단 담금은 1단 담금에 원료미 3250g, 물 5625ml, 정제효소제 3.75g을 혼합하여 술덧의 품온을 18°C로 유지하여 21일간 발효시켰다. 발효 후 60 Mesh의 거름망을 이용하여 1차 여과하고 원심분리기(High-speed Refrigerated centrifuge CR22 GIII HITACHI, Japan)를 이용하여 4°C에서 9000 rpm으로 15 분 동안 원심분리를 한 뒤 상등액만 취해 청주로 이용하였다.(표 13)

(표 13) 한국형 청주 배합비

담금	원료				
	쌀(g)	쌀알누룩(g)	정제효소(g)	액상효모(ml)	급수(ml)
밑술	500	625		25	1250
1단	1250	625	1.25		1875
2단	3250		3.75		5625

#### 다. 분석 방법

##### (1) 일반 성분

###### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

###### (나) 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

###### (다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

###### (라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 증류수 50 mL를 가하여 증류하였다. 증류액은 90 mL 이상을 받고 증류수 100

mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### (마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 증류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

#### (바) 환원당

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법을 이용하여 회색한 시료용액 0.2mL에 DNS 시약 0.6 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이 후 증류수 4.2 mL을 넣고 혼합 한 뒤, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 포도당(glucose) 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%, w/v)을 계산하였다.

#### (2) 다중 향기 패턴(전자코)

다중향기성분 분석은 0.5 mL을 10 mL Vial(Ls-Phs-Psck GmbH, Langerwehe, Germany)에 넣고, 40°C에서 30분간 500 rpm 으로 교반하여 전자코(Fast GC based HRACLES flash Electronic nose. Alpha Mos, AMcombi PAL, France)를 이용하여 측정하였다. 시료분석에는 두 개의 Column이 부착된 HRACLES E-nose(DB5 apolar and DB1701 Slightly polar)가 사용되었으며 Flame Ionization Detecter(FID)로 검출하였다. Injection은 Syringe type(5.0 mL - HS)으로 Column 온도가 25°C로 유지된 상태에서 Column head pressure 1.0 psi로 주입하였다. 분석 시 injector의 온도는 200°C, detector 200°C로 하고 injector pressure는 1.0 psi, detector pressure 39.0 psi로 하였다. 검출된 피크에 따라 discrimination power의 0.900이상 과 RSD 20% 미만의 sensor를 선택하여 Alpha Mos software를 이용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)과 SIMCA(Soft Independent Modelling of Class Analogy) method로 나타냈다. 시료분석 전 Kovats(Custom Alkanes Blend Standard)를 이용하여 C6-C16까지의 Pick 값을 얻어 Standard로 이용하였다.

#### (3) 관능평가

관능평가는 농촌진흥청 국립농업과학원 관계자 중 15명의 훈련된 패널을 선별하여 색 선호도, 향 선호도, 맛 선호도, 전체적인 선호도를 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분 전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 평가는 8개의 시료 중 1부터 5 위까지 나열하게 한 뒤 각 등수에 5점부터 1점(1위×5점, 2위×4점, 3위×3점, 4위×2점, 5위×1점)을 곱하고 그 값을 합하였다. 그 결과를 점수가 높은 시료부터 1위부터 8위까지 등수로 나타내었다.

### 13. 한국형 청주 현장 적용 실험

#### 가. 실험 재료 및 방법

청주 제조에 사용된 원료미는 백미 기준 10% 도정한 삼광미를 사용하였고 누룩은 농촌진흥

청 발효식품과에서 분리 · 동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10으로 제조한 쌀알 누룩을 사용하였다. 정제효소제는 효모는 농촌진흥청 발효식품과에서 분리 · 동정한 *Sacchromyces cerevisiae* Y263을 YPD 배지(2.0% dextrose, 1.0% yeast extract, 2.0% peptone, DifcoTM)를 사용하여 30°C에서 48시간 동안 활성화 한 후 사용하였다.

#### 나. 한국형 청주 제조 방법

청주 2단 담금으로 진행하였다. 밀술은 원료미 100kg에 물 25l, 쌀알누룩 12.5kg, 액상 효모 500ml을 혼합하여 술덧의 품온을 28~30°C로 유지하여 3일간 발효시켰다. 1단 담금은 밀술에 원료미 25kg, 물 37.5l, 쌀알누룩 12.5kg, 정제효소제 25g을 혼합하여 술덧의 품온을 28~30°C로 유지하여 3일간 발효시켰다. 2단 담금은 1단 담금에 원료미 65kg, 물 112.5l, 정제효소제 75g을 혼합하여 술덧의 품온을 18°C로 유지하여 21일간 발효시켜 1차, 2차 여과하였다. 여과한 청주는 실온과 냉장에서 스테인리스와 옹기에 담아 숙성하였다.(표 14)

(표 14) 현장 적용 한국형 청주 배합비

담금	원료				
	쌀(kg)	쌀알누룩(kg)	정제효소(g)	액상효모(ml)	급수(L)
밀술	10	12.5		500	25
1단	25	12.5	25		37.5
2단	65		75		112.5

#### 다. 분석 방법

##### (1) 일반 성분

###### (가) pH 및 총산

pH는 pH meter로(Beckman, Model 115PD, Istek, Korea) 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

###### (나) 가용성 고형물(°Brix)

가용성 고형물은 디지털 굴절계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

###### (다) 아미노산도

아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 폐놀프탈레인 지시약 2~3 방울을 가하여 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정한다. 여기에 중성포르말린 용액 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한다. 다시 0.1N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양을 아미노산도로 표시하였다

#### (라) 알코올

알코올은 시료를 여과하여 60°C의 항온 수욕조에서 5분간 보온하여 CO<sub>2</sub>를 제거한 후, 100 mL를 취하고 증류수 50 mL를 가하여 증류하였다. 증류액은 90 mL 이상을 받고 증류수 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

#### (마) 휘발산

휘발산은 알코올 농도 분석용 증류액 30 mL를 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 중화적정하여, 소비된 0.01 N NaOH을 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

#### (바) 환원당

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법을 이용하여 회색한 시료용액 0.2mL에 DNS 시약 0.6 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이 후 증류수 4.2 mL을 넣고 혼합 한 뒤, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 포도당(glucose) 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%, w/v)을 계산하였다.

#### (2) 관능 평가

관능평가는 농촌진흥청 국립농업과학원 관계자 중 15명의 훈련된 패널을 선별하여 색, 향, 맛, 전체적인 기호도를 평가하였다. 시료는 관능검사 시작 10분 전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 평가는 7점 척도법으로 좋음 7점, 보통 4점, 나쁨 1점으로 표시하도록 하였다. 그 결과는 SPSS Statistics 18.0으로 통계처리 하였으며, 시료간의 항목별 유의성은 Duncan's multiple range test p<0.05 수준으로 비교하였다.

## <제 1협동> 한국형 청주 제조에 적합한 양조공정 확립

### 1. 도정도에 따른 쌀의 품질특성 평가

#### 가. 시험재료

본 실험에 사용한 쌀은 2013년 수확한 강원도 철원 오대쌀 품종으로 현미를 사용하였다.

#### 나. 원료미의 도정

10% 이상의 도정을 위해서 세로형 연삭식 정미기(Laboratorial polishing machine, Model SDB2A, Satake Co., Tokyo, Japan)로 도정하였으며, 현미 중량 기준으로 10%, 20%, 30%, 40% 를 도정하였다.

$$\text{도정도} = \frac{\text{도정전 현미중량} - \text{도정후 백미중량}}{\text{도정전 현미중량}} \times 100(%)$$

#### 다. 분석 방법

현미 및 10%, 20%, 30%, 40% 도정미에 대해 각 300g씩 시료를 취하여 농업기술실용화재단 분석검정센터에 의뢰하여 쌀의 조성성분을 분석하였다. 일반성분으로 수분, 단백질, 지방, 회분율, 무기질성분으로 칼슘(Ca), 인(P), 칼륨(K), 나트륨(Na), 철(Fe), 마그네슘(Mg) 성분을 도정도별로 조사하였다.

### 2. 세미, 침지, 물빼기 공정중 쌀의 품질특성 변화연구

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 오대쌀 현미와, 현미 중량 기준 10%, 20%, 30%를 도정한 도정미를 사용하였다.

#### 나. 분석 방법

##### (1) 경도 측정

도정도 및 침지시간에 따른 침지미의 경도 변화 측정을 위해 20°C 수온에서 침지후 물빼기 한 다음 물성분석기(TextureAnalyser. TA-X T2-25)를 이용하여 관찰하였다.

### 3. 쌀의 침지온도 및 침지시간에 따른 쌀 품질특성 평가

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 오대쌀 현미와, 현미 중량 기준 10%, 20%, 30%를 도정한 도정미를 사용하였다.

#### 나. 분석방법

침지수온에 따른 수분흡수 속도와 흡수형태를 보기 위해 10°C, 20°C, 30°C의 수온조건을 설정, 각 온도조건에서 도정도별로 시간 경과에 의한 수분흡수율을 측정하였다.

도정도별 쌀 20g씩을 여과포에 담아 침지온도 10°C, 20°C 및 30°C 항온기에서 일정시간별로 각각 침지하여 수분을 흡수시킨 다음 여과포의 수분을 닦아내고 표면수를 제거한 후 무게 증가량을 측정하였다.

$$\text{수분흡수율} = \frac{\text{침지후 쌀중량} - \text{침지전 쌀중량}}{\text{침지전 쌀중량}} \times 100(%)$$

#### 4. 쌀의 품질특성에 따른 고두밥 제조특성 평가

##### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 오대쌀 현미와, 현미 중량 기준 10%, 20%, 30%를 도정한 도정미를 사용하였다.

##### 나. 도정도별/침지시간별 고두밥 제조

쌀입국을 만들기 위한 시료는 도정도 10%, 20%, 30% 및 40%의 원료를 20°C 수온에서 침지시간을 4단계로 나누어 침지한 후에 증자하여 고두밥을 제조하였다. 1단계는 최대흡수율 기준으로 수분흡수정도가 약 80%에 이를때까지 침지(도정도 10%는 25분, 20%는 20분, 30%는 15분, 40%는 10분간 침지)하여 시료를 만들었다. 2단계는 50분, 3단계는 90분 그리고 4단계는 240분을 침지하여 시료를 만들었다. 침지 후 시료는 체에 담아 1시간동안 물빼기를 한 후에 고온의 스팀에서 30분간 증자한 후 품온이 30-33°C 가 되도록 식혀서 고두밥을 제조하였다.(표 15)

(표 15) 도정도별 침지시간표

도정도	침지시간(분)			
	1단계	2단계	3단계	4단계
10%	25	50	90	240
20%	20	50	90	240
30%	15	50	90	240
40%	10	50	90	240

##### 다. 분석 방법

###### (1) 고두밥의 당화속도

제조된 고두밥에 정제효소를 투입하여 시간별로 가용성 고형물(°Brix)를 측정함으로써 도정율 및 침지시간에 따른 고두밥의 당화속도를 비교하였다. 고두밥 60g에 중류수 120ml와 주증무발효의 정제효소 2%(w/w)를 첨가 후 상온에서 당화를 진행하여 30분 간격으로 당도계

(ATAGO, japan)를 이용하여 가용성 고형물(°Brix)를 측정하였다.

#### (2) 고두밥의 경도, 탄성

도정도별로 침지시간을 달리하여 제조한 고두밥의 물리적 특성을 파악하기 위해 물성분석기 (TextureAnalyser. TA-X T2-25)를 이용하여 경도와 탄성변화를 관찰하였다.

### 5. 원료처리 방법에 따른 청주 품질특성 평가

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 오대쌀 현미와, 현미 중량 기준 10%, 20%, 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 쌀낱알누룩(입국)을 제조하기 위해 (주)충무발효의 조제종국(Asp. Luchuensis, Chungmoo Fermentation Co., Ltd., Ulsan, Korea)을 사용하였다.

#### 나. 원료처리 방법을 달리한 낱알누룩 제조

도정도(%) 및 침지시간(m)을 달리하여 제조한 고두밥을 상온에 식혀서 품온이 약 30°C가 된 후에 조제종국을 원료의 0.1%(w/w)로 과종한 후 소형 누룩발효기(FYS 자동발효기)에 넣어 38°C에서 36시간 배양하여 건조 후 냉장보관 하에 사용하였다.

#### 다. 원료처리방법을 달리한 낱알누룩을 이용한 발효주 제조

도정도 및 침지시간을 달리한 낱알누룩을 발효제로 사용하고 원료로 오대쌀을 사용하여 발효주를 제조한 후 발효특성을 파악하였다. 2단 담금으로 제조하였으며, 1단은 낱알누룩만을 사용하였고, 2단 담금은 1단에 침가한 낱알누룩의 1배에 해당하는 쌀을 침가하여 낱알누룩은 전체 쌀 양의 50%를 사용하였다. 효모(Saccharomyces cerevisiae Lalvin 71B, Lallemand)는 술덧양의 0.05%, 급수율은 160%, 발효온도는 20°C에서 이루어졌다. 1단은 2일, 2단 담금에서는 10일 동안 발효 후 120mesh를 사용하여 술지게미를 걸러내고 4°C에 저장하여 사용을 하였다.

#### 라. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 낱알누룩의 총산은 낱알누룩 20g에 증류수 100ml를 침가하여 30°C로 설정한 항온기에서 3시간 침출을 하고, 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다. 발효주의 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 같은 방법으로 구하였다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 1

5°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

### (3) 당화력

쌀낱알누룩의 당화력은 2% 가용성 전분용액을 기질용액으로 하여 낱알누룩 침출액을 55°C에서 1시간 효소반응 후 생성된 환원당의 양을 Lane-Eynon법으로 측정하여 기질의 당화율을 구하고 당화율이 15%일 때의 효소희석배수를 곱하여 당화력을 측정하였다.

### (4) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

### (5) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45 μm 맴브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45 μm 맴브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

## 6. 원료 대비 발효제 처리비율에 따른 청주 품질특성 평가

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 재배한 철원오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044을 각각 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

### 나. 청주의 제조

발효제 2종류(*Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044 쌀낱알누룩)에 대하여 총원료(양조미, 쌀낱알누룩) 기준 발효제(쌀낱알누룩) 투입비율을 15%, 25%, 35%로 달리하여, 양조용수는 총원료 대비 150%를 사용하고 발효온도는 20°C로 하여 청주를 제조하였다. 밀술과 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총원료 대비 7%, 33%, 60%로 나누어 사용하였다. 쌀은 1시간 이상 물에 침지후 물을 뺀 다음 증기로 찐 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 밀술은 20°C에서 3일간, 1차 덧술 후 2일간, 2차 덧술 후 발효 완료시 까지 발효시켰다.

### 다. 분석방법

#### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 간접 농축하여 증류수를 침가하여 100 mL로 보정한 후 0.45 μm 멤브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

### 7. 덧 담금 횟수 및 담금비율 최적화 연구

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 재배한 철원오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10을 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

#### 나. 원료대비 양조용수 처리비율에 따른 청주 제조

양조용수 처리비율을 총원료(양조미, 쌀낱알누룩) 기준 110%, 130%, 150%, 170%로 달리하여, 발효제는 총원료 대비 25%를 사용하고 발효온도는 20°C로 하여 청주를 제조하였다. 밀술과 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총원료 대비 7%, 33%, 60%로 나누어 사용하였다. 쌀은 1시간 이상 물에 침지 후 물을 뺀 다음 증기로 찐 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 밀술은 20°C에서 3일간, 1차 덧술 후 2일간, 2차 덧술 후 발효 완료시까지 발효시켰다.

#### 다. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45 μm 멤브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

## 8. 한국형 청주용 누룩곰팡이 발효제 최적 활용방법 개발

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 재배한 철원오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044을 각각 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

### 나. 발효제 2종의 발효온도별 (10°C, 15°C, 20°C) 청주제조

발효제 2종류(*Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044 쌀낱알누룩)에 대하여 발효온도를 10°C, 15°C, 20°C로 달리하여, 발효제는 총원료 기준 25%를 사용, 양조용수는 총원료 대비 150%를 사용하고, 발효온도는 20°C로 하여 청주를 제조하였다. 밀술과 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총원료 대비 7%, 33%, 60%로 나누어 사용하였다. 쌀은 1시간 이상 물에 침지후 물을 뺀 다음 증기로 찐 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 밀술은 20°C에서 3일간, 1차 덧술 후 2일간, 2차 덧술 후 발효 완료시까지 발효시켰다.

## 다. 분석방법

### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

### (4) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45  $\mu\text{m}$  멤브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45  $\mu\text{m}$  멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

## 9. 한국형 청주용 효모 활용 밑술 담금방법 최적화

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 재배한 철원오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190, Y263, Y270 배양효모를 각각 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10을 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

### 나. 효모 3종을 사용한 밑술의 제조

효모 3종(*Saccharomyces cerevisiae* Y190, Y263, Y270)과 황국균(*Aspergillus Oryzae* 83-10)으로 제조한 쌀누룩을 이용하여 발효 온도, 산소 공급량 및 가수량에 따른 밑술을 제조하여 술덧의 품질특성을 비교하였다.

온도별 실험은 3종의 효모를 각각 술덧양의 0.05%, 가수량은 쌀누룩대비 160%, 발효온도는 15°C, 20°C, 25°C 및 30°C의 조건으로 항온실에서 10일간 발효를 시키면서 알코올함량, pH, 산도 및 효모균수를 측정하였다.

가수량별 실험은 3종의 효모를 각각 술덧양의 0.05%, 가수량은 쌀누룩대비 130%, 160% 및 190%의 조건으로 20°C의 항온실에서 10일간 발효를 시키면서 알코올함량, pH, 산도 및 효모균수를 측정하였다.

공기주입량별 실험은 3종의 효모)를 각각 술덧양의 0.05%, 급수율은 160%, 공기주입은 0.2  $\mu\text{m}$  Syringe filter (WHATMAN)를 장착한 gas distribution bubbler에 공기발생기를 장착시켜 0 ml/min, 150 ml/min 및 300 ml/min의 조건으로 20°C의 항온실에서 10일간 발효를 시키면서 알코올도수, pH, 산도 및 효모균수를 측정하였다.

#### 다. 분석방법

##### (1) 효모균수

효모균수는 각 시료를 균일하게 혼합한 후 무균적으로 1 mL를 취하고 멸균수를 이용하여 10배 희석법으로 일정농도로 희석한 후 Disposable Hemocytometer(DHC-N01-5 C-Chip, incyto)에 10 uL를 주입한 후 현미경으로 효모균수를 측정하였으며 Cell/mL로 나타내었다.

##### (2) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### (3) 알코올 함량

알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac 표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

##### (4) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

### 10. 한국형 양조미에 적합한 청주 양조공정 정립

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 재배한 철원오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10을 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

#### 나. 도정도를 달리한 양조미의 청주 제조

양조미의 도정도를 10%, 20%, 30%, 40%로 달리하여, 발효제는 총원료 대비 25%를 사용, 양조용수는 총원료 대비 130%를 사용하고 발효온도는 10°C로 하여 청주를 제조하였다. 밀술과 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총원료 대비 7%, 33%, 60%로 나누어 사용하였다. 쌀의 침지는 10% 도정미는 3시간, 20% 도정미는 2시간, 30% 도정미는 1시간, 40% 도정미는 30분으로 하여 침지후 물을 뺀 다음 증기로 찐 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 밀술은 20°C에서 3일간, 1차 덧술 후 2일간, 2차 덧술 후 발효 완료시까지 발효시켰다.

#### 다. 최적의 발효조건 설정(고두밥, 발효제, 밀술, 담금비율)에 따른 청주제조

도정도 20% 양조미를 사용하여, 발효제 투입비율을 원료대비 25%로 하고, 발효온도 10°C에서 급수율(양조용수 투입비율)을 130%, 140%, 150%로 달리하여 청주를 제조하였다.

#### 라. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

##### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

##### (4) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45  $\mu\text{m}$  맴브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45  $\mu\text{m}$  맴브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

## 11. 한국형 청주에 적합한 청정제 처리기술 개발

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 원료미는 삼광쌀을, 쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이 (*Aspergillus Oryzae* 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며, 효모는 우리누룩에서 분리한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270을 사용하였다.

### 나. 청주의 제조

현미기준 도정도 20%인 양조미를 원료로 사용하여, 발효제는 총원료 대비 20%를 사용, 양조용수는 총원료 대비 130%를 사용하고 발효온도는 20°C로 하여 청주를 제조하였다. 맥술과 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총원료 대비 7%, 33%, 60%로 나누어 사용하였다. 쌀은 2시간 이상 물에 침지후 물을 뺀 다음 증기로 찐 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 맥술은 25°C에서 3일간, 1차 덧술 후 3일간, 2차 덧술 후 발효 완료시 까지 발효시켰다. 발효 완료된 술덧의 주박을 제거후 앙금을 가라앉히고 맑게 뜯은 청주를 시료로 사용하였다.

### 다. 청주의 청정

청주 제조후 청정제로써 벤토나이트, 카제인, PVPP을 각각 사용하여 사용량에 따른 품질변화를 연구하였다. 벤토나이트는 60°C에서 6시간이상 용해 후 원주 시료에 100, 250, 500, 750, 1000, 1500ppm을 각각 투입하여 골고루 저은 후 3일간 5°C에서 냉장 보관한 다음 청정 효과를 관찰하였다. 카제인나트륨은 수용액을 원주에 100, 250, 500, 750, 1000ppm 각각 투입하여 골고루 저은 후 3일간 5°C에서 냉장 보관한 다음 청정 효과를 관찰하였다. PVPP는 수용액을 원주에 100, 250, 500, 750, 1000ppm을 투입하여 골고루 저은 후 3일간 5°C에서 냉장보관한 다음 청정 효과를 관찰하였다.

### 라. 분석방법

#### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을

받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 흡광도

청주의 시각적인 청정효과를 나타내기 위해 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Thermo Scientific)를 이용하여 파장(420nm, 520nm, 650nm)에 따른 흡광도를 조사하였다.

## 12. 청주 침전물 제거 및 여과공정 최적화 연구

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 원료미는 삼광쌀을, 쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이(Aspergillus Oryzae 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며, 효모는 우리누룩에서 분리한 Saccharomyces cerevisiae Y270을 사용하였다. 발효 완료된 술덧의 주박을 제거후 앙금을 가라앉히고 맑게 뜯은 청주를 시료로 사용하였다.

### 나. 청주의 여과

탈색, 탈취 효과가 큰 것으로 알려진 활성탄의 사용량을 100, 200, 400, 800ppm으로 달리하여 청주 품질특성 변화를 파악하였다. 여과 보조제인 규조토는 100g/m<sup>2</sup>, 200g/m<sup>2</sup>, 300g/m<sup>2</sup>로 달리하여 사용하였다.

### 다. 분석방법

#### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 흡광도

청주의 시각적인 청정효과를 나타내기 위해 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Thermo Scientific)를 이용하여 파장(420nm, 520nm, 650nm)에 따른 흡광도를 조사하였다.

### 13. 열처리 등 품질안정화 방법 개발

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 원료미는 삼광쌀을, 쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이 (Aspergillus Oryzae 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며, 효모는 우리누룩에서 분리한 Saccharomyces cerevisiae Y270을 사용하였다. 발효 완료된 술덧의 주박을 제거후 앙금을 가라앉히고 맑게 뜯은 청주를 시료로 사용하였다.

#### 나. 청주의 살균처리

주질에 영향이 적은 저온살균방법으로 열처리 온도를 55°C, 60°C, 65°C로 달리하고 열처리 시간을 달리하여 품질특성 변화를 조사하였다.

#### 다. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 1 5°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

##### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

##### (4) 흡광도

청주의 시각적인 청정효과를 나타내기 위해 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Thermo Scientific)를 이용하여 파장(420nm, 520nm, 650nm)에 따른 흡광도를 조사하였다.

## 14. 청주의 숙성방법 및 숙성기간에 따른 품질변화 연구

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 원료미는 삼광쌀을, 쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이(*Aspergillus Oryzae* 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며, 효모는 우리누룩에서 분리한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270을 사용하였다. 발효 완료된 술덧의 주박을 제거후 앙금을 가라앉히고 맑게 뜯 청주를 시료로 사용하였다.

### 나. 청주의 숙성

청주의 향미를 향상시키기 위한 숙성기간을 파악하고자 숙성용기를 옹기와 스테인레스를 사용하고 기간별로 품질변화를 조사하였다.

### 다. 분석방법

#### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 흡광도

청주의 시각적인 청정효과를 나타내기 위해 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Thermo Scientific)를 이용하여 파장(420nm, 520nm, 650nm)에 따른 흡광도를 조사하였다.

## 15. 청주의 숙성중 품질안정화 및 실용화 연구

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 원료미는 삼광쌀을, 쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이(*Aspergillus Oryzae* 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며, 효모는 우리누룩에서 분리한

*Saccharomyces cerevisiae* Y270을 사용하였다. 발효 완료된 술덧의 주박을 제거후 앙금을 가라앉히고 맑게 뜯 청주를 시료로 사용하였다.

#### 나. 한국형 청주와 시판 청주의 품질특성 비교 분석

한국 고유의 쌀, 누룩곰팡이와 누룩, 효모를 이용하여 최적의 양조공정을 통한 한국형 청주를 제조하여, 시판중인 국산 청주 및 약주와 일본 사케와의 품질특성을 비교분석하였다.

#### 다. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 1 5°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

##### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

##### (4) 유기산

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45  $\mu\text{m}$  멤브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45  $\mu\text{m}$  멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다.

##### (5) 향기패턴

시판되고 있는 국산 청주 및 사케와의 향기패턴을 비교하고자 전자코에 의한 다중성 향기패턴을 분석하였다.

## <제 2 협동> 한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화

### 1. 원료 배합비율에 따른 양조 프로파일링 구축

#### 가. 시험재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 2014년도에 수확한 철원 오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044을 각각 접종, 배양한 쌀누룩을 사용하였다.

#### 나. 쌀누룩의 제조

고두밥 최적 조건을 기준으로 재래누룩에서 분리한 누룩곰팡이를 이용한 청주용 발효제(쌀누룩, 쌀품종:한아름) 200kg을 제조하였다(그림 2).

- *Aspergillus Oryzae* 83-10을 이용한 쌀누룩 제조
- *Lichtheimia ramosa* CN044 을 쌀누룩 제조



(그림 2) 쌀누룩 제조

#### 나. 원료대비 발효제 2종을 사용한 청주의 제조

쌀누룩 2종(*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩, *Lichtheimia ramosa* CN044 배양 쌀누룩)을 발효제로 사용한 청주를 제조하였다. 밑술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술담금(20-23°C 상온발효, 급수율 150%) 한후 발효상태를 분석하였다. 양조미는 30%도정한 쌀을 사용하였으며 파일로트 규모(발효조 규모 100L)에서 청주를 제조하였다

#### 다. 분석 방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

## 2. 발효조건에 따른 양조 프로파일링 구축

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 2014년도에 수확한 철원 오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044을 각각 접종, 배양한 쌀누룩을 사용하였다.

### 나. 발효온도를 달리한 청주의 제조

쌀누룩 2종(*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩, *Lichtheimia ramosa* CN044 배양 쌀누룩)을 발효제로 사용하고 발효온도를 상온(20-23°C)과 저온(15-17°C)으로 달리하여 청주를 제조하였다. 밑술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술담금하여 급수율을 150%로 한 청주 술덧을 파일로트 규모(발효조 규모 100L)로 제조한 후 발효상태를 분석하였다.

### 다. 분석 방법

#### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

## 3. 원료 및 발효제 처리기술 현장적용 연구

### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 강원도 철원에서 2014년도에 수확한 철원 오대쌀 현미를 중량 기준 30%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10과 *Lichtheimia ramosa* CN044을 각각 접종, 배양한 쌀누룩을 사용하였다.

#### 나. 발효제 투입비율을 달리한 청주의 제조

*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩을 발효제로 사용하고 발효제 투입량을 원료대비 20%와 25%로 달리하여 저온(15-17°C)에서 청주를 제조하였다. 밑술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술담금하여 급수율을 150%로 한 청주 술덧을 파일로트 규모(발효조 규모 100L)로 제조한 후 발효상태를 분석하였다.

#### 다. 분석 방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 중류수 30 mL를 넣어 가열하여 중류액을 70 mL 이상을 받은 후 중류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

### 4. 파일로트 규모 최적발효조건 확립

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 삼광쌀을 현미 중량 기준 20%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

#### 나. 최적발효조건에 따른 청주의 제조

*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩을 발효제로 사용하고 발효제 투입량을 원료대비 20%로 하였고 저온(15-17°C)에서 청주를 제조하였다. 밑술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술담금하여 급수율을 135%로 한 청주 술덧을 파일로트 규모(발효조 규모 500L)로 제조한 후 발효상태를 분석하였다.

#### 다. 청주의 청정

청주 제조후 청정제로써 벤토나이트를 사용하여 사용량에 따른 품질변화를 연구하였다. 벤토나이트는 60°C에서 6시간이상 용해 후 원주 시료에 500, 750ppm을 각각 투입하여 골고루 저은 후 3일간 청정후 효과를 관찰하였다.

탈색, 탈취 효과가 큰 것으로 알려진 활성탄의 사용량을 100, 200ppm으로 달리하여 청주 품질특성 변화를 파악하였다.

#### 라. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

##### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

### 5. 한국형 청주 품질 안정화 기술 현장적용 연구

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 삼광쌀을 현미 중량 기준 20%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

#### 나. 청주의 제조

*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩을 발효제로 사용하고 발효제 투입량을 원료대비 20%로 하였고 저온(15-17°C)에서 청주를 제조하였다. 밑술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술 담금하여 급수율을 135%로 한 청주 술덧을 파일로트 규모(발효조 규모 500L)로 제조한 후 발효상태를 분석하였다.

#### 다. 청주의 청정

청주 제조후 청정제로써 벤토나이트를 사용하여 사용량에 따른 품질변화를 연구하였다. 벤토나이트는 60°C에서 6시간이상 용해 후 원주 시료에 500, 750ppm을 각각 투입하여 골고루 저온 후 3일간 청정후 효과를 관찰하였다.

탈색, 탈취 효과가 큰 것으로 알려진 활성탄의 사용량을 100, 200ppm으로 달리하여 청주 품질특성 변화를 파악하였다.

#### 라. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 초산(acetic acid)로 환산하여 나타내었다.

#### (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### (3) 향기성분

저비점 휘발성 향기성분은 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다

#### (4) 흡광도

청주의 시각적인 청정효과를 나타내기 위해 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Thermo Scientific)를 이용하여 파장(420nm, 520nm, 650nm)에 따른 흡광도를 조사하였다.

### 6. 한국형 청주 시제품 생산

#### 가. 시험 재료

본 실험에 사용한 쌀은 삼광쌀을 현미 중량 기준 20%를 도정한 도정미를 사용하였다. 효모는 재래누룩에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270 배양효모를 사용하였고 발효제는 재래누룩에서 분리·동정한 *Aspergillus oryzae* 83-10 접종, 배양한 쌀낱알누룩을 사용하였다.

#### 나. 청주의 제조

*Aspergillus oryzae* 83-10 배양 쌀누룩을 발효제로 사용하고 발효제 투입량을 원료대비 20%로 하였고 저온(15-17°C)에서 청주를 제조하였다. 밀술은 쌀누룩으로 제조하였고 2단 덧술 담금하여 급수율을 135%로 한 청주 술덧을 파일로트 규모(발효조 규모 500L)로 제조한 후 발효상태를 분석하였다.

#### 다. 분석방법

##### (1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 발효술덧을 여과지를 이용하여 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 양(ml)을 나타내었다.

## (2) 가용성 고형분 및 알코올 함량

가용성 고형분은 디지털 굴절계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 30 mL를 넣어 가열하여 증류액을 70 mL 이상을 받은 후 증류수 100 mL로 정용한 다음 주정계를 이용하여 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 %(v/v) 농도로 나타내었다.

## 제2절 연구 수행 결과

### 1. 한국형 청주 개발을 위한 소비자 조사

최근 6개월 이내 드셔 본 청주 종류(브랜드)는 일반 소비자와 전문가 모두 ‘청하’가 가장 높게 나타났고(그림 2), 가장 선호하는 청주를 주로 드시는 이유(중복응답)는 일반 소비자와 전문가 모두 ‘마시기 편해서’가 가장 높게 나타났다(그림 3). 청주에 대한 인식은 ‘맑은 술이다’, ‘쌀, 물, 누룩으로만 만드는 술이다’ 순으로 나타났고(그림 4), 국산 ‘청주’와 국산 ‘약주’가 같은 술이라는 인식은 전문가가 49.0%로 일반 소비자 31.6%보다 높게 나타났다(그림 5). 또한 국산 ‘청주’와 일본 ‘사케’가 같은 술이라는 인식은 전문가가 61.8%로 일반 소비자 53.0%보다 높게 나타났다(그림 6). 이상적으로 생각하는 한국형 청주가 가져야하는 특성(중복응답)에 대해, 일반 소비자는 ‘전통적인 방법으로 만들어야 한다’(66.0%), ‘국산 쌀을 사용하여 만들어야 한다’(45.6%), ‘국산 개발 누룩을 사용하여 만들어야 한다’(41.2%) 순이며, 전문가는 ‘국산 개발 누룩을 사용하여 만들어야 한다’(58.8%), ‘전통적인 방법으로 만들어야 한다’(47.1%), ‘국산 쌀을 사용하여 만들어야 한다’(45.1%) 순으로 나타났다(그림 7). 일반 소비자의 맛과 향에 대한 이미지를 대응일치분석 결과, 국산 약주는 ‘향이 은은하다’와 ‘곡물향이 풍부하다’는 이미지가, 일본 사케는 ‘쓴맛이 적다’와 ‘향이 진하다’는 이미지가 있는 것으로 나타났다. 전문가의 맛과 향에 대한 이미지를 대응일치분석 결과, 한국형 청주는 ‘쉽게 질리지 않는 맛이다’와 ‘과일향이 풍부하다’는 이미지가, 일본 사케는 ‘깔끔한 맛이다’는 이미지가 있는 것으로 나타났다(그림 8).



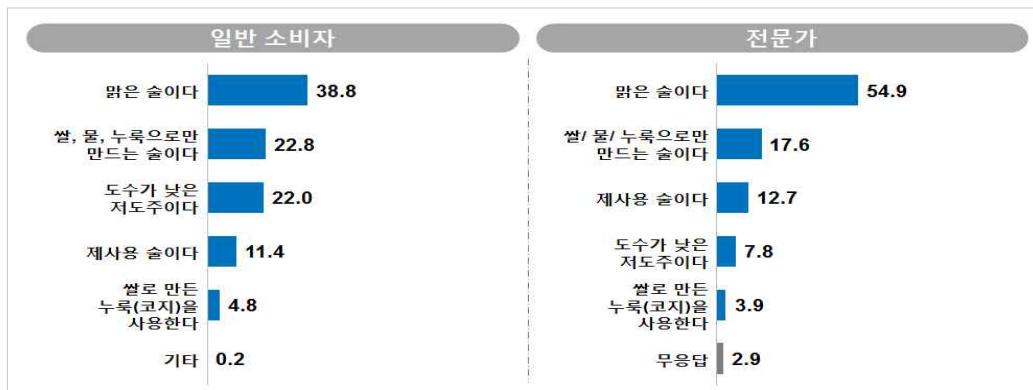
(그림 2) [최선호 청주 브랜드]

[Base: 일반 소비자 전체(N=440)/ 전문가 전체(N=84), 단위: %]



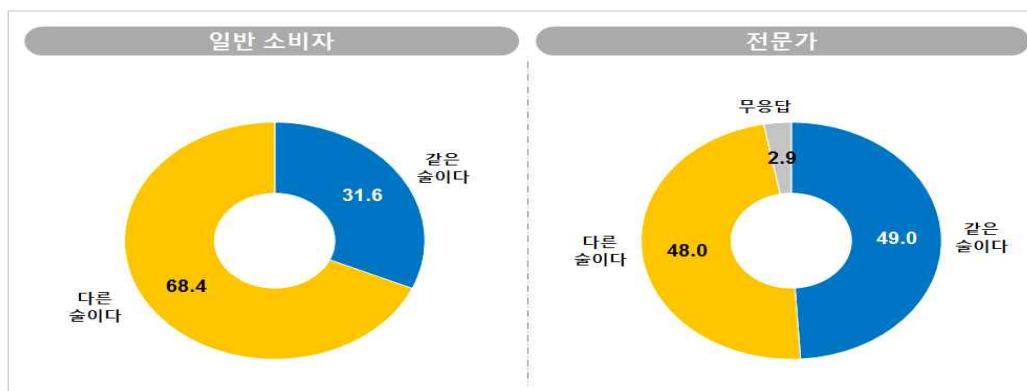
(그림 3) [최선호 청주 음용 이유]

[Base: 일반 소비자 전체(N=420)/ 전문가 전체(N=78), 단위: %]



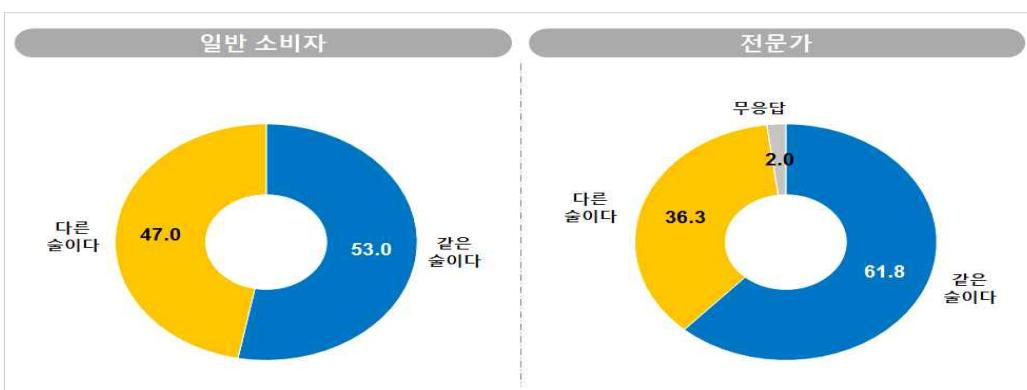
(그림 4) [청주에 대한 인식]

[Base: 일반 소비자 전체(N=500)/ 전문가 전체(N=102), 단위: %]



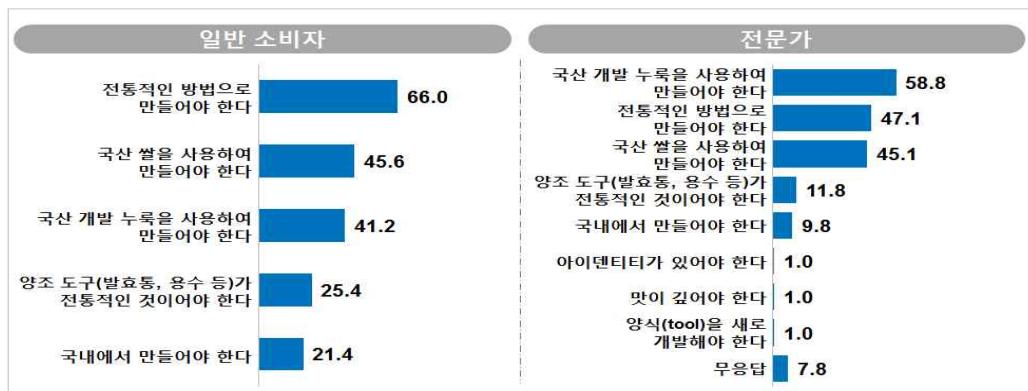
(그림 5) [국산 청주 Vs. 국산 약주]

[Base: 일반 소비자 전체(N=500)/ 전문가 전체(N=102), 단위: %]



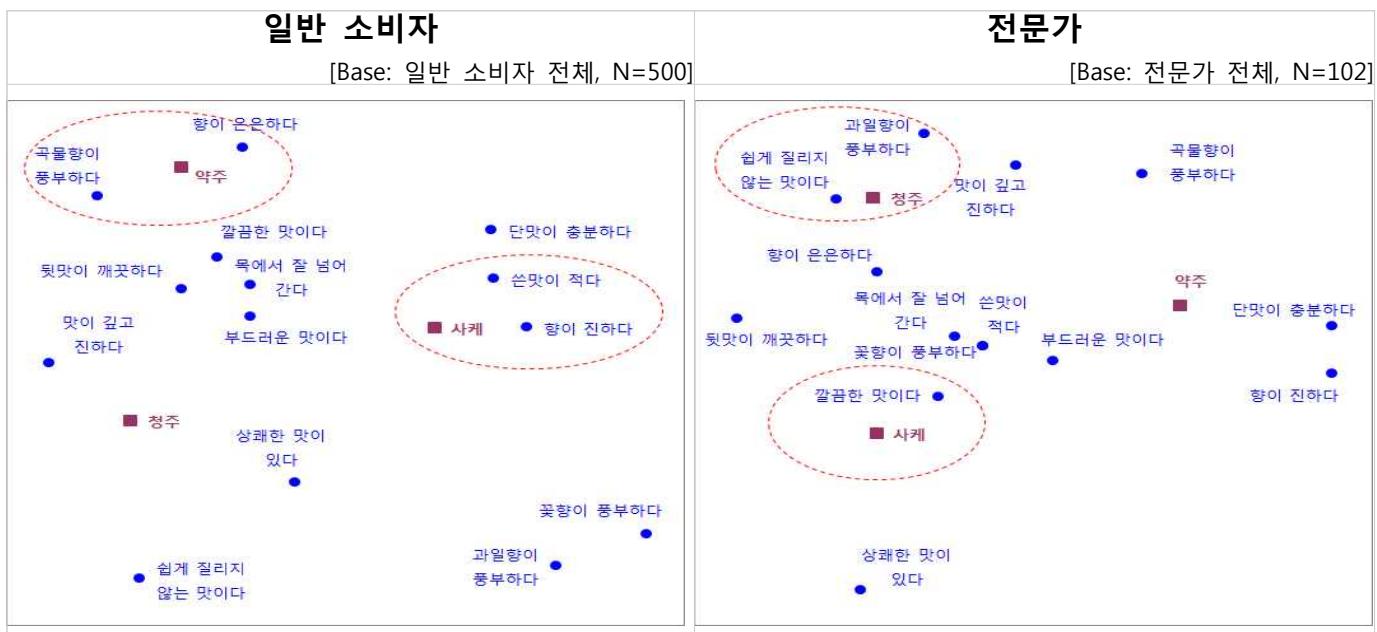
(그림 6) [국산 청주 Vs. 일본 사케]

[Base: 일반 소비자 전체(N=500)/ 전문가 전체(N=102), 단위: %]



(그림 7) [이상적인 한국형 청주 특성]

[Base: 일반 소비자 전체(N=500)/ 전문가 전체(N=102), 단위: %]



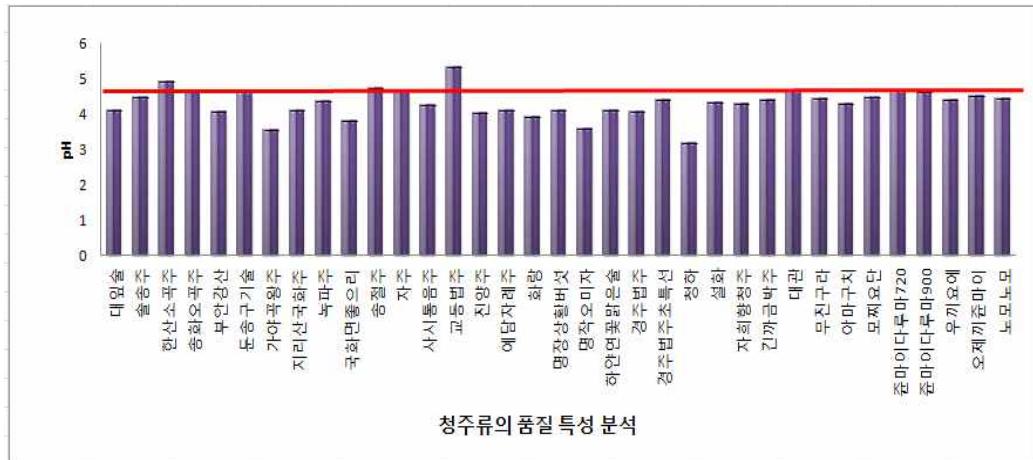
(그림 8) [일반 소비자 및 전문가 맛/향 이미지 분석]

소비자 인식 조사 결과, 한국형 청주라는 것은 전통적인 제조방법과 사용하는 원료와 발효제가 국산이라야 하는 것을 중요하게 여기고 있다. 따라서 본 조사 결과를 바탕으로 한국형 청주를 정리하며, “전통적인 방법을 근간으로 국내에서 생산한 곡류를 주재료로 사용하며, 발효제로 국산 개발 누룩을 활용하여 빚는 맑은 술”이라고 할 수 있다. 이때 국산 개발 누룩이라는 것은 재래누룩 또는 재래누룩에서 분리한 미생물을 활용한 다양한 발효제를 포괄하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 청주제조방법은 주로 제조시 유산을 사용하거나 식용 주정을 사용하는 사케와는 구별된다.

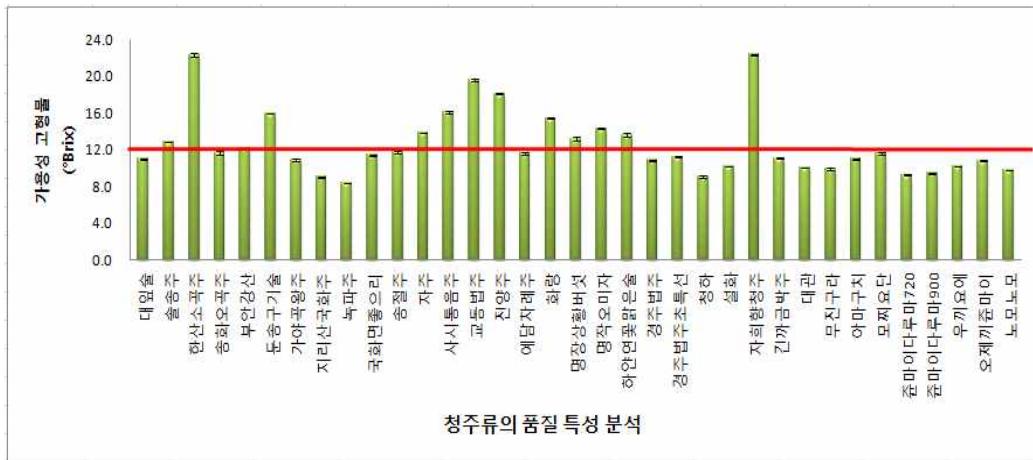
## 2. 한국형 청주 특성 규명 및 시판 청주 품질특성 평가

시판되는 청주류의 pH는 3.16~5.34의 범위를, 가용성 고형물 함량은 8.4~22.3 °Brix의 범위를 나타내고 있으며, 일본 청주는 국산 약주 및 청주보다 낮은 값(9.3~11.6 °Brix)의 범위를 나타낸다(그림 9, 10). 총산 함량은 국산 약주가 국산 및 일본 청주에 비해 높은 값을 나타냈으며,

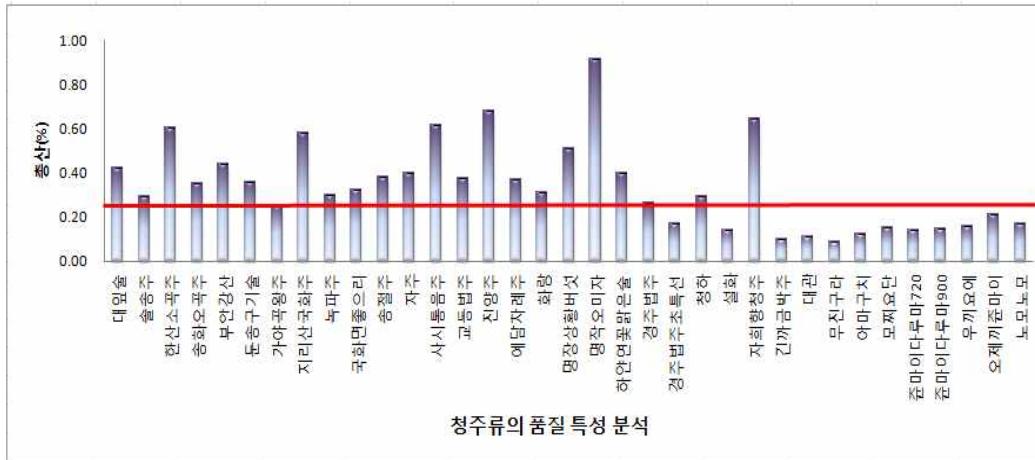
일본 청주의 총산함량은 대체로 0.2% 이하를 나타냈다(그림 11). 아미노산도는 0.29–6.20의 범위를 나타냈고, 한산소곡주가 가장 높은 값을 나타냈다(그림 12). 알코올 함량은 일본 청주는 약 13–15%의 범위를, 국산 청주는 13–14%를 나타내고 있고, 국산 약주는 약 10%–17.7%로 다양한 범위를 나타냈다(그림 13). 대체적으로 휘발산 함량이 낮으며, 국산 약주 중 지리산 국화주가 가장 높은 값을 나타냈고(그림 14), 환원당 함량은 국산 약주가 청주에 비해 높은 것으로 나타냈다(그림 15). 색도 L 값은 청주류에서는 매우 밝은 것으로 나타냈으며, b 값은 국산 약주와 청주를 비교하였을 때 국산 약주가 더 노란색을 띠는 것을 나타냈다(그림 16, 17).



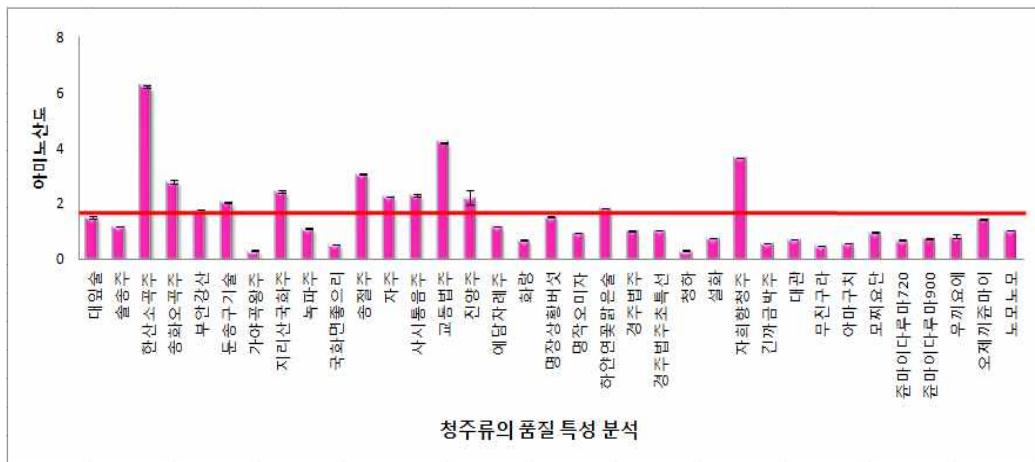
(그림 9) 청주류의 품질특성 분석



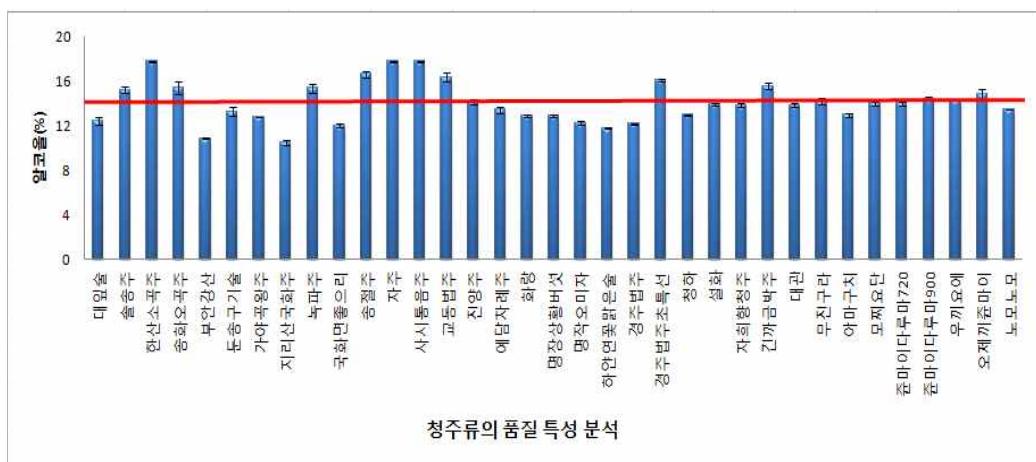
(그림 10) 청주류의 품질특성 분석



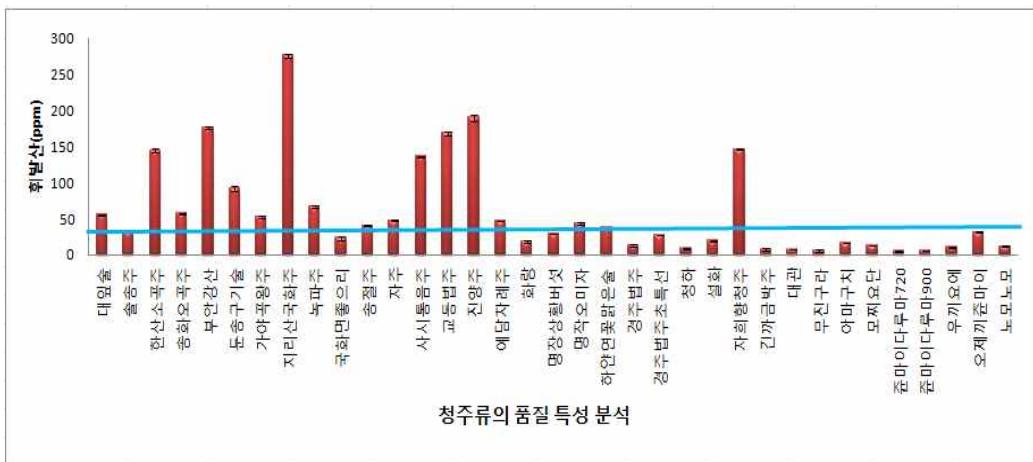
(그림 11) 청주류의 품질특성 분석



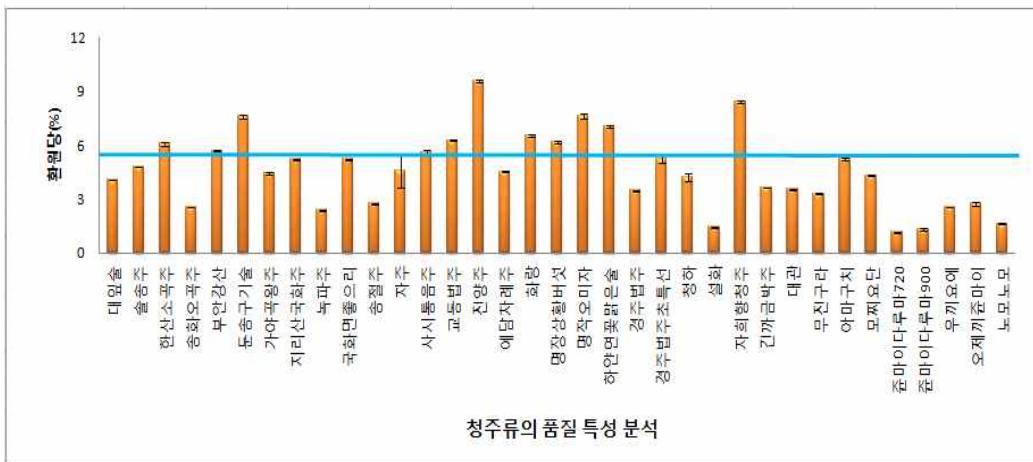
(그림 12) 청주류의 품질특성 분석



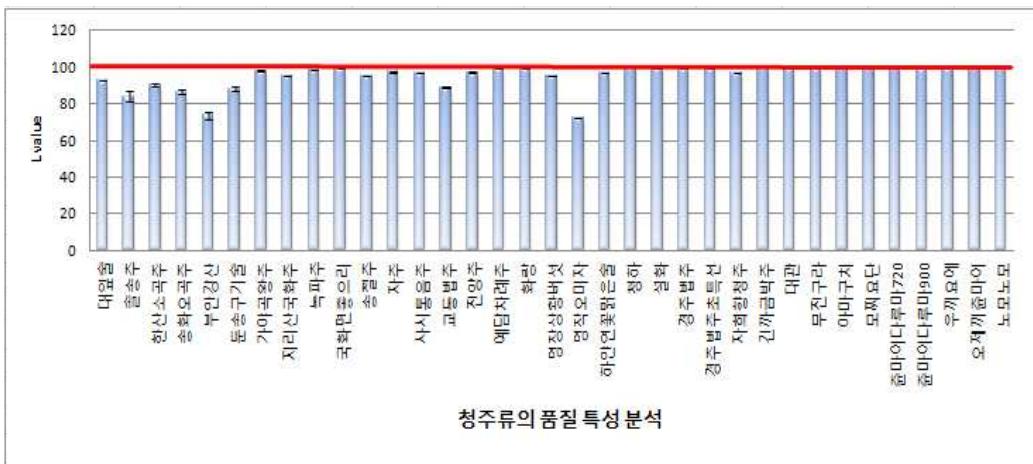
(그림 13) 청주류의 품질특성 분석



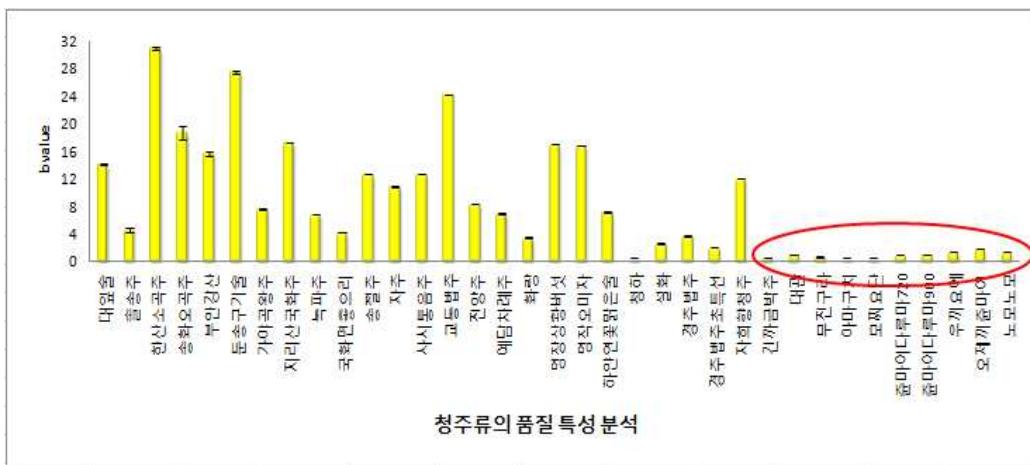
(그림 14) 청주류의 품질특성 분석



(그림 15) 청주류의 환원당 분석



(그림 16) 청주류의 색도 분석 (L value)



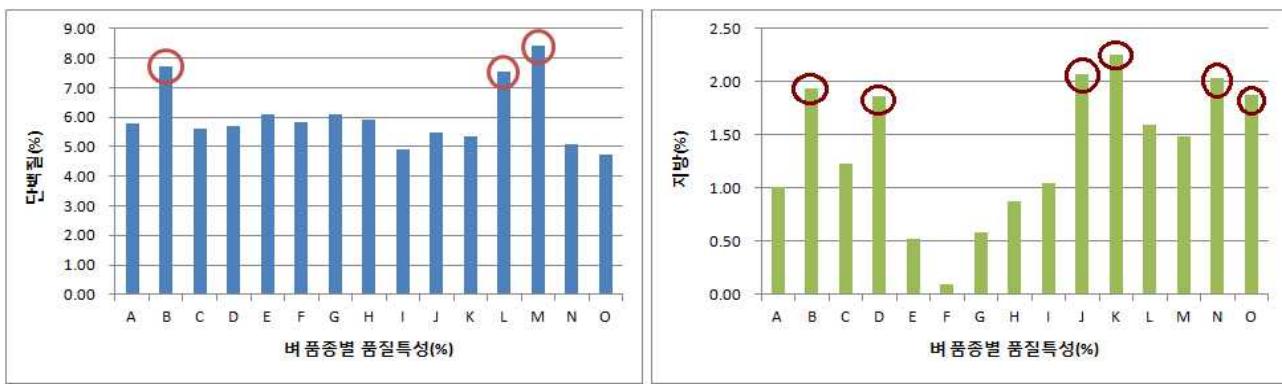
(그림 17) 청주류의 색도 분석 (b value)

### 3. 벼 품종별 청주 양조용 적합성 평가를 통한 예비선발

쌀 품종(계통)별 조단백질은 4.73~8.42% 정도였으며, 향미벼 1호의 단백질량이 8.42%로 가장 높았다. 지방은 0.09~2.25% 정도로, 백설찰이 0.09%로 가장 낮았고, 청아 품종이 2.25%로 가장 높았다. 수분은 12.04~14.62%로 고아미4호의 14.62의 함량을 제외하고는 평균 12.39%로 평이 하였다. 탄수화물은 조단백량, 지방, 수분, 회분의 합산을 제한 추정 percentage(%)로 향미벼1호가 76.96%로 가장 낮았으며, 삼광 품종이 81.38%로 가장 높은 함량을 가졌다(표 16, 그림 18). 양조에 있어 유해요소인 철(Fe)의 함량이 낮고, 유의성분인 칼슘(Ca), 칼륨(K), 인(P)의 함량이 비교적 높은 다산2호, 동진찰, 백설찰, 보석찰 품종이 양조 적성에 적합하다 유추하였다(표 17).

(표 16) 벼 품종(계통)별 품질특성 (단위 : %)

품종명	명명	조단백질	지방	수분	회분	탄수화물
고아미4호	A	5.79	1.01	14.62	0.57	78.01
다산	B	7.73	1.94	12.35	0.49	77.50
다산1호	C	5.62	1.23	12.46	0.42	80.27
다산2호	D	5.71	1.87	12.04	0.52	79.87
동진찰	E	6.09	0.52	12.81	0.48	80.11
백설찰	F	5.85	0.09	12.46	0.46	81.14
백진주1호	G	6.10	0.58	12.23	0.42	80.68
보석찰	H	5.93	0.87	12.34	0.45	80.41
삼광	I	4.93	1.04	12.23	0.42	81.38
일품	J	5.50	2.07	12.62	0.55	79.26
청아	K	5.35	2.25	12.64	0.46	79.30
풀방미	L	7.55	1.59	12.30	0.59	77.97
향미벼1호	M	8.42	1.48	12.49	0.65	76.96
화선찰	N	5.06	2.03	12.41	0.49	80.00
화성	O	4.73	1.88	12.14	0.45	80.81



(그림 18) 벼 품종별 품질특성 평가

(표 17) 벼 품종(계통)별 품질특성

(단위 : mg/kg)

품종명	명명	Ca	Fe	K	Mg	Na	P
고아미4호	A	119.07	13.87	1221.48	346.16	73.90	1245.66
다산	B	106.21	14.54	1126.95	312.22	99.37	1153.87
다산1호	C	92.88	10.00	1103.46	275.48	62.51	1019.40
다산2호	D	92.13	8.21	1038.69	294.91	87.79	1045.23
동진찰	E	96.15	6.57	966.93	282.08	92.17	890.74
백설찰	F	89.69	5.94	932.16	255.72	90.25	815.26
백진주1호	G	110.35	14.82	932.28	234.25	94.02	867.12
보석찰	H	74.23	7.27	901.84	227.10	90.95	734.73
삼광	I	94.75	13.04	794.23	162.75	81.96	757.55
일품	J	91.41	16.13	421.36	205.41	107.70	829.57
청아	K	73.60	13.82	803.98	175.13	96.99	751.80
팔방미	L	122.91	13.40	941.64	264.45	135.40	1052.03
향미벼1호	M	83.53	19.11	941.90	270.53	103.57	1044.49
화선찰	N	74.22	16.36	847.74	197.47	51.38	649.91
화성	O	75.29	13.64	627.53	159.80	100.19	657.38

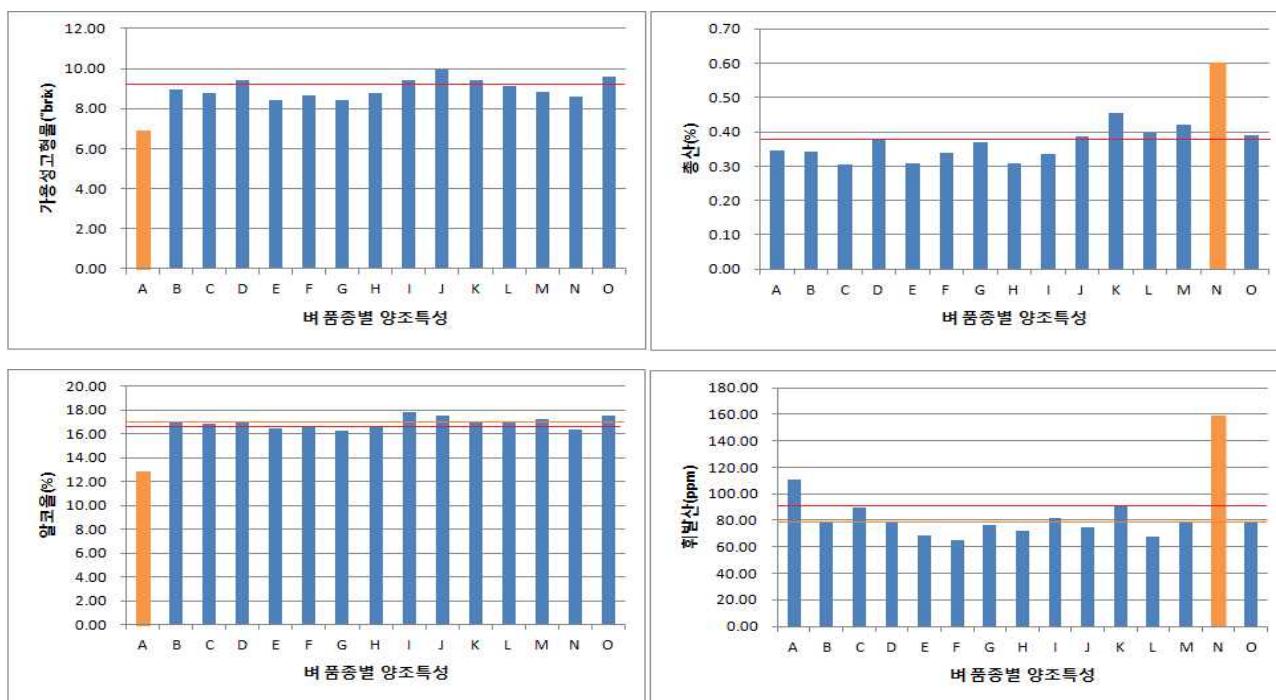
#### 4. 벼 품종별 청주 양조 품질특성 평가

가용성 고형물(6.90~9.93°Brix)과 pH(4.03~4.54)는 각 품종별 약간의 차이가 있었으며 고아미 4호의 경우만 유독 낮은 6.90°Brix(평균 8.88°Brix)를 나타내었다. 총산은 0.30~0.60% 범위로 화선찰이 가장 높은 0.60%의 총산을 나타내었으며, 기타 품종은 평균 0.38% 범위의 적은 차이를 보였다. 각 처리별 알코올 함량은 12.83~17.80%로 낮은 가용성 고형물의 잔량(6.90°Brix)을 나타내었던 고아미 4호가 가장 낮은 12.83%의 알코올 함량을 나타내었으며, 다른 처리구에서는 평균 17%의 알코올 함량을 나타내었다. 휘발산은 65.22~158.48 ppm로 고아미 4호와 화선찰 품종이 각각 110.55, 158.48 ppm으로 기타 처리구들의 평균 77.22 ppm보다 높은 휘발산 함량을 나타내었다.(표 18, 그림 19) 청주 제조용으로서 적합한 품종으로 가용성 고형물과

알코올 수득율이 낮은 고아미 4호, 총산(%), 휘발산의 농도가 높은 화선찰 품종을 제한 기타 품종이 적합하다고 판단된다.

(표 18) 벼 품종별 청주 양조 품질 특성

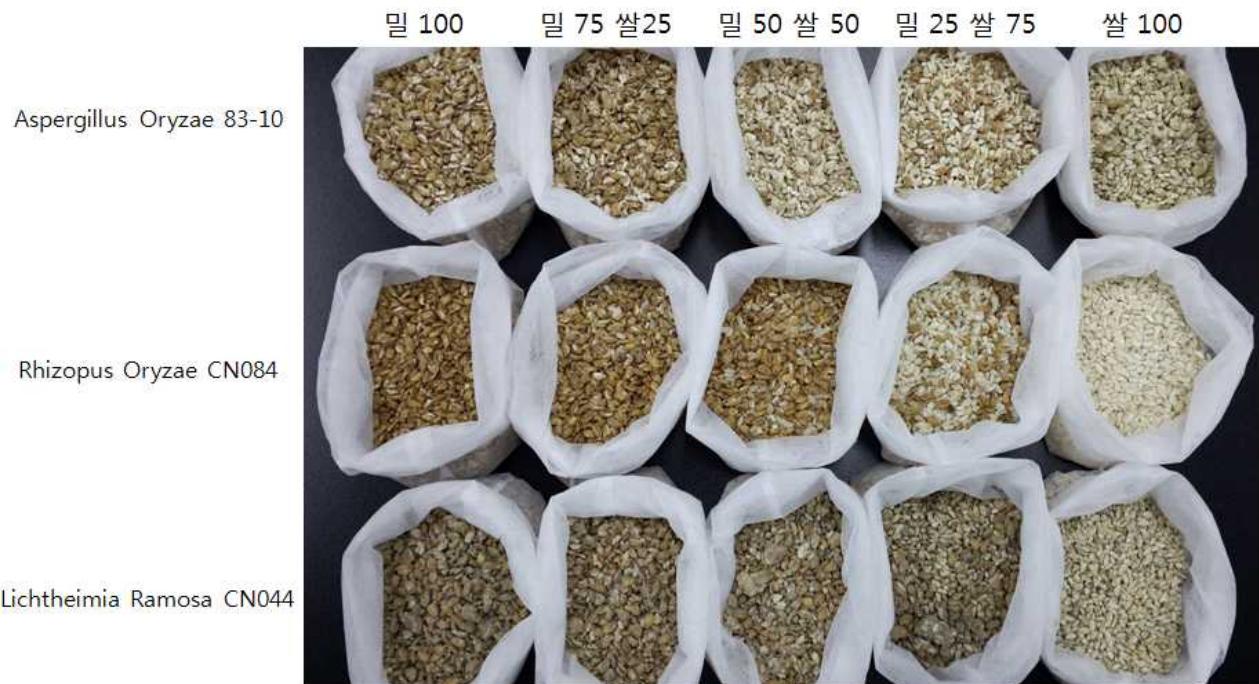
시료명	명명	가용성 고형물 (°Brix)	pH	총산(%)	아미노산 도	알코올 (%,v/v)	휘발산 (ppm)
고아미4호	A	6.90	4.19	0.35	0.94	12.83	110.55
다산	B	8.97	4.54	0.34	1.19	17.05	78.93
다산1호	C	8.77	4.42	0.30	0.79	16.90	89.74
다산2호	D	9.43	4.27	0.38	0.97	16.93	79.38
동진찰	E	8.40	4.48	0.31	1.19	16.45	68.85
백설찰	F	8.67	4.42	0.34	0.89	16.67	65.22
백진주1호	G	8.40	4.33	0.37	0.91	16.27	76.58
보석찰	H	8.75	4.44	0.31	0.97	16.70	71.64
삼광	I	9.40	4.44	0.33	0.85	17.80	81.36
일품	J	9.93	4.21	0.39	0.86	17.50	75.00
청아	K	9.43	4.15	0.46	0.91	17.07	90.88
팔방미	L	9.13	4.43	0.40	1.21	17.00	67.80
향미벼1호	M	8.83	4.15	0.42	1.13	17.20	78.34
화선찰	N	8.60	4.03	0.60	0.70	16.33	158.48
화성	O	9.60	4.07	0.39	0.76	17.50	78.66



\*빨간실선 = 전체평균 \*주황실선 = 주황계열을 제외한 평균

(그림 19) 벼 품종별 양조특성

## 5. 한국형 청주용 발효제로 적합한 누룩 곰팡이 선별



(그림 20) 배양 완료 후 쌀알누룩의 상태

### 가. $\alpha$ -Amylase 활성

Aspergillus Oryzae 83-10의  $\alpha$ -Amylase 활성수치는 쌀 100%에서 243.81로 쌀의 함량이 높을수록  $\alpha$ -Amylase 효소활성 값이 높았고, 반대로 Lichtheimia ramosa CN044는 밀 100%에서 60.17의 가장 높은  $\alpha$ -Amylase 활성을 나타내어 밀의 함량이 높을수록  $\alpha$ -Amylase 효소활성이 높게 나옴을 알 수 있었다.(표 19) Rizopus Oryzae CN084는  $\alpha$ -Amylase 효소활성이 밀 100%에서 20.66으로 가장 높은 수치를 나타내어 배양이 잘 되지 않음을 볼 수 있었고 특히 쌀에서는 거의 자라지 않았다.

(표 19) 국군별 쌀알누룩  $\alpha$ -Amylase 분석 실험 결과 (단위 : Units/g)

명명	밀 100	밀 75 쌀 25	밀50 쌀 50	밀 25 쌀 75	쌀 100
A.Oryzae	60.17	73.78	96.82	60.35	243.81
R.Oryzae	20.66	17.06	19.72	13.13	3.1
L.Ramosa	144.39	107.17	73.45	38.97	51.21

A.Oryzae : Aspergillus Oryzae 83-10

R.Oryzae : Rhizopus Oryzae CN084

L.Ramosa : Lichtheimia ramosa CN044

#### 나. 일반 성분

일반성분 분석 결과 각 처리구별로 큰 차이를 나타내지 않았지만 *Rizopus Oryzae* CN084의 아미노산도는 1.01~1.28로 낮은 함량을 나타냄을 볼 수 있었다.(표 20)

(표 20) 국균별 낱알누룩의 일반성분 함량 (Units/g)

균주	명명	pH	총 산(%)	아미노산도
A.Oryze	밀 100	5.44±0.02	1.86±0.35	2.60±0.61
	밀 75 : 쌀 25	5.33±0.03	1.81±0.30	2.38±0.49
	밀 50 : 쌀 50	5.23±0.01	1.95±0.44	2.97±0.36
	밀 25 : 쌀 75	5.27±0.08	1.92±0.25	3.26±0.53
	쌀 100	5.60±0.25	1.36±0.18	3.15±0.09
	밀 100	5.34±0.05	1.69±0.30	1.28±0.11
R.Oryze	밀 75 : 쌀 25	5.15±0.07	1.61±0.11	1.21±0.08
	밀 50 : 쌀 50	4.91±0.08	1.51±0.04	1.00±0.10
	밀 25 : 쌀 75	4.53±0.06	1.63±0.06	1.01±0.08
	쌀 100	4.14±0.10	1.63±0.27	0.81±0.03
L.Ramosa	밀 100	5.63±0.05	1.03±0.13	2.01±0.17
	밀 75 : 쌀 25	5.47±0.01	1.01±0.06	2.04±0.09
	밀 50 : 쌀 50	5.25±0.05	0.93±0.02	2.10±0.40
	밀 25 : 쌀 75	5.08±0.08	0.98±0.10	2.07±0.21
	쌀 100	4.82±0.04	1.41±0.36	2.25±0.22

A.Oryzae : *Aspergillus Oryzae* 83-10

R.Oryzae : *Rhizopus Oryzae* CN084

L.Ramosa : *Lichtheimia ramosa* CN044

## 6. 청주용 원료인 맵쌀과 찹쌀의 품질특성 및 양조적성 평가

### 가. 일반 성분

pH는 맵쌀 4.35, 찹쌀 4.54로 약간의 차이가 나타났고, 총 산도에서 맵쌀 0.35%, 0.26%로 유의적인 차이를 나타냄을 알 수 있다. 또한 발효 완료 후 총 산도 0.6% 이상이면 잡균에 의한 오염으로 볼 수 있는데 이에 미치지 않아 청주 발효가 정상적으로 이뤄진 것을 확인할 수 있었다. 아미노산도는 맵쌀 3.78 mL, 찹쌀 3.99 mL로 함량에 큰 차이가 없었다. 가용성고형물 함량은 맵쌀 11.27 °Brix, 찹쌀 11.47 °Brix가 나왔고 환원당 함량은 맵쌀 2.21%, 찹쌀 2.25%로 유의적인 차이가 없었다. 환원력이 있는 당으로 포도당, 과당, 젖당, 맥아당 등이 이에 해당하고 식품의 맛에 중요한 기여를 한다. 따라서 맵쌀 또는 찹쌀 약주에 단맛에 차이가 없을 것으로 판단된다. 알코올 함량은 맵쌀 17.0%, 찹쌀 17.2%로 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 휘발산은 맵쌀 36.67 ppm, 찹쌀 29.73 ppm으로 약간의 차이를 나타냈지만 유의적인 차이는 아니었다.(표 21)

(표 21) 맵쌀과 찹쌀의 양조특성 분석

	pH	총산 (%)	아미노 산도	가용성 고형물 (°brix)	환원당 (%)	알코올 (%)	휘발산 (ppm)
맵쌀	4.35±0.02	0.35±0.03	3.78±0.30	11.27±0.55	2.21±0.59	17.00±0.40	1.83±0.24
찹쌀	4.54±0.05	0.26±0.02	3.99±0.25	11.47±0.38	1.58±1.11	17.20±0.80	1.49±0.14

### 나. 관능 평가

관능평가 결과, 전체 패널에 있어서는 맵쌀과 찹쌀을 구분할 수 없었다. 통계학적으로 일반인 패널은 검정통계량 값이 1.28보다 작기 때문에 10% 유의수준에서도 귀무가설이 채택되어 일반인은 맵쌀 또는 찹쌀로 담근 청주를 구분하기 어렵다.

(표 22) 맵쌀과 찹쌀로 담근 청주에 대한 전문가 및 일반인 관능평가 결과

구 분	전문가(25명)		일반인(66명)	
	패널 수	%	패널 수	%
둘다 맞춤	8	32.0	12	18.2

$$Z = \frac{X - np_0}{\sqrt{np_0(1-p_0)}} = \frac{8 - 25 \times 0.2}{\sqrt{25 \times 0.2 \times 0.8}} = 1.5$$

$$Z_{0.01} = 2.33, \quad Z_{0.05} = 1.64, \quad Z_{0.1} = 1.28$$

$$\text{검정통계량} = 1.5 > 1.28$$

## 7. 청주 제조에 적합한 벼 품종 최종선발

### 가. 재배 특성

수확량이 높은 맵쌀품종은 다산1호 (718kg/10a), 다산2호(706kg/10a), 다산벼 (706kg/10a)이고 수확량이 높은 찹쌀품종은 동진찰 (537kg/10a), 백설찰 (537kg/10a), 보석찰 (521kg/10a)였다. 병해충 저항이 높은 맵쌀 품종은 다산2호, 다산1호, 다산벼, 삼광, 팔방미, 향미벼1호였고 병해충 저항이 높은 찹쌀 품종은 보석찰, 동진찰이었다.(표 23)

(표 23) 벼 품종별 재배특성(국립식량과학원 자료)

품종	특성	포기당	이삭당	내병충성				벼별구	쌀수량 (kg/10a)
		이삭수 (개)	벼알수 (개)	내도 복성	도열병	흰잎마 름병(k1)	바이 러스		
고아미4호		13	99	강	약	약	약	약	453
다산벼		15	135	강	강	강	약	약	677
다산 1호		11	137	강	강	강	강	약	718
다산 2호		9	160	강	강	강	강	강	706
삼 광		15	119	강	강	강	약	약	569
일품벼		15	119	강	중	약	약	약	534
청아벼		14	106	중	약	강	약	약	553
팔방미		12	148	강	강	약	약	강	672
향미벼1호		12	162	강	강	강	약	약	493
화 성 벼		18	97	중	약	약	약	약	493
동진찰벼		15	100	강	중	강	약	약	549
백설찰		11	111	중	중	약	약	약	537
백진주1호		10	121	중	약	약	약	약	492
보 석 찰		14	92	강	강	강	약	약	521
화선찰벼		15	95	중	약	강	약	약	464

### 나. 원료 특성

#### (1) 일반 조성분 함량

벼 품종(계통)별 원료특성 쌀 품종(계통)별 조단백질은 4.73~8.42% 정도였으며, 향미벼 1호의 단백질량이 8.42%로 가장 높았다. 지방은 0.09~2.25% 정도로, 백설찰이 0.09%로 가장 낮았고, 청아 품종이 2.25%로 가장 높았다. 수분함량은 12.04~14.62%로 고아미4호의 14.62의 함량을 제외하고는 평균 12.39%로 평이 하였다. 탄수화물은 조단백량, 지방, 수분, 회분의 합산을 제한 추정 percentage(%)로 향미벼1호가 76.96%로 가장 낮았으며, 삼광 품종이 81.38%로 가장 높은 함량을 가졌다(표 24).

(표 24) 벼 품종(계통)별 일반조성분 분석 결과

품종명	조단백질(%)	지방(%)	수분(%)	회분(%)	탄수화물(%)
고아미4호	<b>5.79</b>	<b>1.01</b>	14.62	0.57	78.01
다산	7.73	1.94	12.35	0.49	77.50
다산1호	<b>5.62</b>	<b>1.23</b>	12.46	0.42	<b>80.27</b>
다산2호	5.71	1.87	12.04	0.52	79.87
삼광	<b>4.93</b>	<b>1.04</b>	12.23	0.42	<b>81.38</b>
일품	<b>5.50</b>	2.07	12.62	0.55	79.26
청아	<b>5.35</b>	2.25	12.64	0.46	79.30
팔방미	7.55	1.59	12.30	0.59	77.97
향미벼1호	8.42	1.48	12.49	0.65	76.96
화성	<b>4.73</b>	1.88	12.14	0.45	<b>80.81</b>
동진찰	6.09	<b>0.52</b>	12.81	0.48	<b>80.11</b>
백설찰	<b>5.85</b>	<b>0.09</b>	12.46	0.46	<b>81.14</b>
백진주1호	6.10	<b>0.58</b>	12.23	0.42	<b>80.68</b>
보석찰	<b>5.93</b>	<b>0.87</b>	12.34	0.45	<b>80.41</b>
화선찰	<b>5.06</b>	2.03	12.41	0.49	<b>80.00</b>

## (2) 무기 성분 함량

양조에 있어 유해요소인 철(Fe)의 함량이 낮고, 유의성분인 칼슘(Ca), 칼륨(K), 인(P)의 함량이 비교적 높은 품종은 다산1호, 다산2호, 동진찰, 백설찰, 보석찰 품종으로 나타났다(표 25).

(표 25) 벼 품종(계통)별 무기 성분 분석 결과

품종명	Ca(mg/kg)	Fe(mg/kg)	K(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Na(mg/kg)	P(mg/kg)
고아미4호	119.07	13.87	1221.48	346.16	73.90	1245.66
다산	106.21	14.54	1126.95	312.22	99.37	1153.87
다산1호	92.88	<b>10.00</b>	1103.46	275.48	62.51	1019.40
다산2호	92.13	<b>8.21</b>	1038.69	294.91	87.79	1045.23
삼광	94.75	13.04	794.23	162.75	81.96	757.55
일품	<b>91.41</b>	16.13	421.36	205.41	107.70	<b>829.57</b>
청아	73.60	13.82	803.98	175.13	96.99	751.80
팔방미	<b>122.91</b>	13.40	<b>941.64</b>	264.45	135.40	<b>1052.03</b>
향미벼1호	83.53	19.11	<b>941.90</b>	270.53	103.57	<b>1044.49</b>
화성	75.29	13.64	627.53	159.80	100.19	657.38
동진찰	<b>96.15</b>	<b>6.57</b>	<b>966.93</b>	282.08	92.17	<b>890.74</b>
백설찰	89.69	<b>5.94</b>	<b>932.16</b>	255.72	90.25	<b>815.26</b>
백진주1호	<b>110.35</b>	14.82	<b>932.28</b>	234.25	94.02	<b>867.12</b>
보석찰	74.23	<b>7.27</b>	<b>901.84</b>	227.10	90.95	734.73
화선찰	74.22	16.36	847.74	197.47	51.38	649.91

## 다. 가공특성

### (1) 수분 흡수율

수분 흡수 종말점은 화성, 다산 2호가 60분, 팔방미, 향미벼1호, 삼광, 일품, 청아, 다산, 다산1호, 고아미4호가 60~120분, 백진주1호, 보석찰, 동진찰, 백설찰, 화선은 120분 이상으로 나타났다(표 26). 수분흡수율과 흡수속도는 맵쌀풀종보다 찹쌀풀종이 우수한 것으로 나타냈다.

(표 26) 침지시간에 따른 벼품종별 수분 흡수율(%)

벼 품종	원료수분함량	침지시간(분)			
		10	60	120	180
팔방미	13%	16.46%	22.53%	24.02%	23.81%
향미벼1호	14%	16.61%	25.59%	26.20%	27.39%
화성	13%	22.38%	26.88%	25.96%	27.58%
다산2호	14%	23.34%	<b>28.01%</b>	<b>28.06%</b>	<b>27.74%</b>
삼광	13%	16.67%	25.90%	<b>27.75%</b>	<b>27.92%</b>
일품	13%	16.68%	25.07%	27.87%	28.23%
청아	13%	15.97%	26.67%	27.87%	28.23%
다산	13%	19.38%	27.02%	27.68%	28.25%
다산1호	14%	25.15%	27.83%	<b>30.04%</b>	<b>29.91%</b>
백진주1호	13%	20.25%	32.11%	<b>33.92%</b>	<b>33.85%</b>
보석찰	13%	16.64%	32.81%	<b>35.33%</b>	<b>35.17%</b>
동진찰	13%	16.79%	34.09%	35.16%	37.03%
백설찰	13%	16.93%	34.50%	35.74%	37.06%
화선찰	13%	26.87%	35.15%	36.87%	37.08%
고아미4호	15%	34.85%	44.75%	<b>46.73%</b>	<b>46.11%</b>

### (2) 당화 특성

당화 특성 분석 결과 당화속도가 가장 빠른 것은 화선찰로 4시간에 당화가 완료 되었다. 5시간에 당화가 완료된 품종은 백선찰, 보석찰이였고 6시간에 완료된 품종은 동진찰, 백진주 1호로 맵쌀 품종보다 찹쌀풀종이 당화 속도가 빠른 것으로 나타났다.(표 27)

(표 27) 당화시간에 따른 벼 품종별 가용성고형물(Brix°) 변화

벼 품종	당화시간(분)								
	0hr	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	7hr	20hr
고아미4호	0.7	1.2	1.2	1.6	2.0	2.1	2.3	2.5	4.0
다산	1.5	2.9	6.9	9.1	10.6	10.9	13.2	13.5	15.1
다산1호	1.9	4.8	8.7	11.3	12.6	13.6	14.9	14.6	16.7
다산2호	1.1	4.1	7.8	10.0	12.5	14.0	14.9	15.3	16.7
삼광	2.1	4.1	8.8	11.1	12.0	14.4	15.2	15.7	17.4
일품	1.0	3.8	7.2	10.5	11.5	14.4	14.8	15.2	17.7
청아	1.2	3.6	7.6	10.0	11.8	13.5	14.0	14.2	16.7
팔방미	0.8	3.3	7.2	9.1	10.5	11.8	13.1	13.8	14.5
향미벼1호	1.7	3.5	6.8	9.3	11.0	12.3	13.2	13.0	16.0
화성	1.4	4.3	7.1	11.1	11.1	14.6	14.7	14.8	17.4
동진찰	3.7	9.2	13.8	15.5	16.8	17.5	18.4	18.3	18.5
백설찰	3.9	10.2	13.5	15.2	17.8	18.3	18.5	18.5	18.8
백진주1호	2.2	6.0	11.8	13.6	15.8	16.7	17.1	17.5	17.5
보석찰	3.7	8.1	14.1	15.8	17.8	18.8	18.7	19.2	19.1
화선찰	3.7	9.4	14.1	16.1	19.1	19.3	19.4	19.3	19.4

## 라. 양조특성

## (1) 일반 성분 분석

가용성 고형물(6.90~9.93。Brix)과 pH(4.03~4.54)는 각 품종별 약간의 차이가 있었으며 고아미 4호의 경우 유독 낮은 6.90。Brix(평균 8.88。Brix)를 나타내었다. 총산은 0.30~0.60% 범위로 화선찰이 가장 높은 0.60%의 총산을 나타내었으며, 기타 품종은 평균 0.38% 범위의 적은 차이를 보였다. 휘발산은 65.22~158.48 ppm로 고아미 4호와 화선찰 품종이 각각 110.55, 158.48 ppm 으로 기타 처리구들의 평균 77.22 ppm보다 높은 휘발산 함량을 나타내었다.(표 28)

(표 28) 벼 품종별 발효주 일반 성분 분석 결과

시료명	가용성 고형물 (°Brix)	pH	총산 (젖산 %)	아미노산도	알코올 (%,v/v)	휘발산 (ppm)
고아미4호	6.90	4.19	0.35	0.94	12.83	110.55
다산	8.97	4.54	0.34	1.19	17.05	78.93
다산1호	8.77	4.42	0.30	0.79	16.90	89.74
다산2호	9.43	4.27	0.38	0.97	16.93	79.38
삼광	9.40	4.44	0.33	0.85	17.80	81.36
일품	9.93	4.21	0.39	0.86	17.50	75.00
청아	9.43	4.15	0.46	0.91	17.07	90.88
팔방미	9.13	4.43	0.40	1.21	17.00	67.80
향미벼1호	8.83	4.15	0.42	1.13	17.20	78.34
화성	9.60	4.07	0.39	0.76	17.50	78.66
동진찰	8.40	4.48	0.31	1.19	16.45	68.85
백설찰	8.67	4.42	0.34	0.89	16.67	65.22
백진주1호	8.40	4.33	0.37	0.91	16.27	76.58
보석찰	8.75	4.44	0.31	0.97	16.70	71.64
화선찰	8.60	4.03	0.60	0.70	16.33	158.48

## (2) 관능 평가

관능평가 결과 외관 선호도는 색, 탁도, 점도 기준으로 평가, 맵쌀 3품종 고아미4호, 화성, 팔방미 품종이 우수했고 향의 선호도는 찹쌀 3품종 백설찰, 화선찰, 백진주 1호 품종이 우수했다. 맛의 선호도는 찹쌀 3품종 화선찰, 백설찰, 백진주 1호가 우수했고 전체적 선호도 조사에서도 찹쌀 3품종 보석찰, 화선찰, 백설찰 품종이 우수했다.(표 29).

품종선발에 있어서 재배조건과 원료특성 그리고 약조특성을 종합적으로 고려한 결과 맵쌀계 품종에는 다산 1호와 삼광이, 찹쌀계 품종에는 동진찰과 보석찰이 최종 선발되었다.(표 29-1)

(표 29) 벼 품종별 청주 관능평가 결과

품종	외관 선호도	향 선호도	맛 선호도	전체적 선호도
고아미4호	7.1	4.6	4.2	3.9
다산	5.2	3.8	4.6	4.6
다산1호	4.0	4.6	5.3	5.4
다산2호	4.6	4.8	5.0	4.9
삼광	4.9	4.5	6.0	5.9
일품	5.1	5.1	5.7	5.8
청아	5.5	4.4	4.8	5.2
팔방미	6.5	4.5	4.2	4.5
향미벼1호	6.3	4.9	5.4	5.5
화성	6.5	4.6	4.7	4.8
동진찰	4.2	4.2	5.8	5.9
백설찰	6.2	5.6	6.4	6.4
백진주1호	5.1	5.1	6.4	6.3
보석찰	5.5	4.8	6.3	6.5
화선찰	4.9	5.5	6.5	6.5

(표 29-1) 쌀 품종별 양조적합성 검토

품종	재배조건			원료특성			양조특성			적합 누계
	도복 (강)	내병해충성 (>중, 3항목)	수확성 (>500kg/10a)	단백질 (<6.5%)	지방 (<1.5%)	탄수화물 (>80%)	알코올 (>16%)	관능 (>5.5)		
고아미4호	○			○	○					3
다산벼	○	○	○				○			4
다산 1호	○	○	○	○	○	○	○			7
다산 2호	○	○	○	○		○	○			6
삼 광	○	○	○	○	○	○	○	○		8
일품벼	○		○	○			○	○		5
청아벼			○	○			○			3
팔방미	○	○	○				○			4
향미벼1호	○	○			○		○	○		5
화 성 벼				○		○	○			3
동진찰벼	○	○	○	○	○	○	○	○		7
백설찰			○	○	○	○	○	○		6
백진주1호				○	○	○	○	○		5
보 석 찰	○	○	○	○	○	○	○	○		8
화선찰벼				○		○	○	○		4

## 8. 한국형 발효제(곰팡이) 배양조건 확립

### 가. 원료별 발효제(곰팡이) 배양조건 특성

#### (1) $\alpha$ -Amylase 효소 활성

처리구별로  $\alpha$ -Amylase 효소활성차이는 표 30과 같이 곰팡이, 원료 배합별 차이가 다양하게 나타났다. Aspergillus Oryzae 83-10의 경우 원료 쌀 100%에서  $\alpha$ -Amylase 효소 활성이 가장 높았고 Rhizopus Oryzae CN084와 Lichtheimia ramosa CN044의 경우 원료 밀 100%에서 가장 높았다.(표 30)

(표 30) 원료 배합별 곰팡이의  $\alpha$ -Amylase 효소 활성 분석 단위 : (Units/g)

	밀100	밀75:쌀25	밀50:쌀50	밀25:쌀75	쌀100
A.Oryzae	60.17	73.78	96.82	60.35	243.81
R.Oryzae	20.66	17.06	19.72	13.13	3.1
L.Ramosa	144.39	107.17	73.45	38.97	51.21

#### (2) 일반 성분 분석

일반성분 분석 결과 각 처리구별로 큰 차이를 나타내지 않았지만 Rhizopus Oryzae CN084에 아미노산도는 낮은 함량을 나타냄을 볼 수 있었다.(표 31)

(표 31) 원료 배합비율별 일반성분 분석

		pH	총 산 (%)	Amino acid (ml/10ml)
A.oryzae	밀100	5.44±0.02	1.86±0.35	2.60±0.61
	밀75:쌀25	5.33±0.03	1.81±0.30	2.38±0.49
	밀50:쌀50	5.23±0.01	1.95±0.44	2.97±0.36
	밀25:쌀75	5.27±0.08	1.92±0.25	3.26±0.53
	쌀100	5.60±0.25	1.36±0.18	3.15±0.09
R.oryzae	밀100	5.34±0.05	1.69±0.30	1.28±0.11
	밀75:쌀25	5.15±0.07	1.61±0.11	1.21±0.08
	밀50:쌀50	4.91±0.08	1.51±0.04	1.00±0.10
	밀25:쌀75	4.53±0.06	1.63±0.06	1.01±0.08
	쌀100	4.14±0.10	1.63±0.27	0.81±0.03
L.ramosa	밀100	5.63±0.05	1.03±0.13	2.01±0.17
	밀75:쌀25	5.47±0.01	1.01±0.06	2.04±0.09
	밀50:쌀50	5.25±0.05	0.93±0.02	2.10±0.40
	밀25:쌀75	5.08±0.08	0.98±0.10	2.07±0.21
	쌀100	4.82±0.04	1.41±0.36	2.25±0.22

Aoryzae : Aspergillus Oryzae 83-10

R.oryzae : Rhizopus Oryzae CN084

L.ramosa : Lichtheimia ramosa CN044

## 나. pellet 누룩 품질 특성

### (1) 일반 성분 분석

#### (가) pH

pellet-type 누룩의 pH는 대체로 살균유무와 관계없이 발효시간이 경과하면서 포자생성 전후를 기점으로 하강과 상승하는 모습을 보였다. 누룩제조 직후의 pH는 원료의 살균 유무에 따라 다소 달랐는데, 살균구(S) pellet-type 누룩의 pH는 6.3~6.4로 나타났으며, 비살균구(N) pellet-type 누룩군의 pH는 제조직후 5.8~6.1을 나타내었다. 포자생성이 이루어지는 배양 32시간을 경과하였을 때 살균구(S)는 5.8~5.9의 pH를 나타내었고, 이후의 배양시간에는 비접종(S-Non) 누룩을 제외하고는 별다른 변화를 나타내지 않았다. 비살균구(N)는 32시간을 경과하였을 때 pH 5.0~5.6으로 살균원료군에 비하여 낮은 pH를 유지하였고 이후 배양시간이 경과하면서 비접종(N-Non)누룩은 유의적 변화가 없었으며 접종 누룩군은 pH가 소폭 상승하여 배양 64시간 이후에는 살균구와 비슷한 경과를 나타내었다.(표 32)

(표 32) pellet 누룩 pH 분석

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	0	6.3±0.03 <sup>a</sup>	6.4±0.05 <sup>a</sup>	6.4±0.03 <sup>a</sup>	6.3±0.05 <sup>a</sup>	6.3±0.03 <sup>a</sup>
	8	6.2±0.06 <sup>a</sup>	6.0±0.05 <sup>b</sup>	5.9±0.05 <sup>c</sup>	6.0±0.03 <sup>b</sup>	6.2±0.03 <sup>a</sup>
	16	5.7±0.05 <sup>b</sup>	5.6±0.03 <sup>c</sup>	6.0±0.03 <sup>a</sup>	6.0±0.03 <sup>a</sup>	6.0±0.06 <sup>a</sup>
	24	5.6±0.03 <sup>d</sup>	5.5±0.03 <sup>d</sup>	5.8±0.04 <sup>b</sup>	5.9±0.05 <sup>a</sup>	5.7±0.05 <sup>c</sup>
	32	5.8±0.05 <sup>a</sup>	5.8±0.04 <sup>a</sup>	5.9±0.05 <sup>a</sup>	5.8±0.03 <sup>a</sup>	5.8±0.02 <sup>a</sup>
	40	5.8±0.05 <sup>ab</sup>	5.7±0.05 <sup>bc</sup>	5.7±0.09 <sup>c</sup>	5.9±0.03 <sup>a</sup>	5.6±0.01 <sup>d</sup>
	48	5.8±0.03 <sup>a</sup>	5.9±0.03 <sup>a</sup>	5.9±0.05 <sup>a</sup>	5.8±0.06 <sup>a</sup>	5.3±0.03 <sup>b</sup>
	56	5.9±0.05 <sup>ab</sup>	6.0±0.05 <sup>a</sup>	5.9±0.03 <sup>b</sup>	5.9±0.05 <sup>b</sup>	5.2±0.03 <sup>c</sup>
	64	5.9±0.09 <sup>a</sup>	5.8±0.06 <sup>ab</sup>	5.8±0.04 <sup>b</sup>	5.8±0.05 <sup>ab</sup>	5.2±0.05 <sup>c</sup>
	72	5.7±0.04 <sup>c</sup>	5.9±0.05 <sup>ab</sup>	5.9±0.05 <sup>a</sup>	5.8±0.03 <sup>b</sup>	5.3±0.03 <sup>d</sup>
N	0	5.8±0.03 <sup>c</sup>	5.8±0.03 <sup>c</sup>	5.9±0.01 <sup>bc</sup>	5.9±0.03 <sup>bc</sup>	6.1±0.02 <sup>a</sup>
	8	5.3±0.01 <sup>ab</sup>	5.4±0.03 <sup>ab</sup>	5.2±0.03 <sup>b</sup>	5.5±0.16 <sup>a</sup>	5.2±0.01 <sup>b</sup>
	16	5.2±0.05 <sup>c</sup>	5.1±0.05 <sup>c</sup>	5.5±0.03 <sup>a</sup>	5.6±0.03 <sup>a</sup>	5.3±0.01 <sup>b</sup>
	24	5.4±0.03 <sup>a</sup>	5.3±0.05 <sup>b</sup>	5.5±0.03 <sup>a</sup>	5.2±0.05 <sup>bc</sup>	5.2±0.01 <sup>c</sup>
	32	5.5±0.05 <sup>a</sup>	5.6±0.05 <sup>a</sup>	5.2±0.06 <sup>b</sup>	5.2±0.06 <sup>b</sup>	5.0±0.01 <sup>c</sup>
	40	5.6±0.09 <sup>a</sup>	5.6±0.04 <sup>a</sup>	5.3±0.05 <sup>b</sup>	5.3±0.05 <sup>b</sup>	5.1±0.02 <sup>c</sup>
	48	5.8±0.05 <sup>a</sup>	5.8±0.03 <sup>a</sup>	5.2±0.02 <sup>b</sup>	5.2±0.03 <sup>b</sup>	5.0±0.01 <sup>c</sup>
	56	5.7±0.03 <sup>a</sup>	5.6±0.05 <sup>a</sup>	5.2±0.05 <sup>b</sup>	5.2±0.05 <sup>b</sup>	5.2±0.01 <sup>b</sup>
	64	5.8±0.04 <sup>b</sup>	6.0±0.03 <sup>a</sup>	5.8±0.03 <sup>b</sup>	5.5±0.05 <sup>c</sup>	5.2±0.01 <sup>d</sup>
	72	5.8±0.05 <sup>b</sup>	5.9±0.05 <sup>ab</sup>	5.9±0.05 <sup>ab</sup>	5.5±0.03 <sup>c</sup>	5.1±0.01 <sup>d</sup>

## (나) 총산

Pellet-type 누룩 제조 직후 살균구(S)의 총산은 0.04~0.05%였으며 점차 증가하여 32시간이 경과되었을 때 S-AO, S-RO 누룩의 총산이 각각 0.11, 0.12%로 S-LR, S-Mix, S-Non 누룩군의 0.07~0.08%보다 높은 값을 나타내었다. 비살균구(N)의 제조직후 총산은 0.05~0.06%였으며, 32시간이 경과했을 때 N-LR 누룩의 0.09%를 제외한 기타 누룩군은 0.11~0.12%를 나타내어 Mix, Non 누룩군은 원료의 살균유무에 의한 차이를 나타내었다.(표 33)

(표 33) pellet 누룩 총산 분석

(단위 : %)

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	0	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>
	8	0.04±0.00 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>c</sup>
	16	0.06±0.00 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>c</sup>
	24	0.11±0.00 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.07±0.00 <sup>c</sup>	0.07±0.00 <sup>d</sup>	0.06±0.00 <sup>d</sup>
	32	0.11±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>c</sup>
	40	0.13±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>c</sup>	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.12±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>e</sup>
	48	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.11±0.00 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>d</sup>	0.11±0.00 <sup>c</sup>	0.11±0.00 <sup>bc</sup>
	56	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>d</sup>	0.09±0.00 <sup>e</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>
	64	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.10±0.00 <sup>c</sup>
	72	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>c</sup>	0.09±0.00 <sup>b</sup>
N	0	0.06±0.03 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>
	8	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.03 <sup>a</sup>	0.10±0.03 <sup>a</sup>	0.09±0.16 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
	16	0.11±0.05 <sup>a</sup>	0.11±0.05 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>b</sup>	0.11±0.03 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
	24	0.14±0.03 <sup>a</sup>	0.13±0.05 <sup>a</sup>	0.09±0.03 <sup>c</sup>	0.11±0.05 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>
	32	0.12±0.05 <sup>a</sup>	0.12±0.05 <sup>a</sup>	0.09±0.06 <sup>b</sup>	0.12±0.06 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>
	40	0.12±0.09 <sup>b</sup>	0.12±0.04 <sup>b</sup>	0.09±0.05 <sup>c</sup>	0.12±0.05 <sup>b</sup>	0.14±0.02 <sup>a</sup>
	48	0.12±0.05 <sup>c</sup>	0.14±0.03 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>c</sup>	0.11±0.03 <sup>c</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>
	56	0.15±0.03 <sup>ab</sup>	0.16±0.05 <sup>a</sup>	0.11±0.05 <sup>c</sup>	0.14±0.05 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>ab</sup>
	64	0.16±0.04 <sup>a</sup>	0.13±0.03 <sup>c</sup>	0.10±0.03 <sup>d</sup>	0.14±0.05 <sup>bc</sup>	0.14±0.0 <sup>b</sup>
	72	0.15±0.05 <sup>a</sup>	0.14±0.05 <sup>b</sup>	0.10±0.05 <sup>c</sup>	0.14±0.03 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>a</sup>

## (다) 아미노산도

Pellet-type 누룩 제조직후 살균구(S)의 아미노산도는 0.39~0.45 (0.1 N NaOH mL/10mL)였으며, 종균을 접종한 누룩군은 발효시작 후 40~48시간 까지 지속적으로 증가하였으며, S-AO 누룩이 48시간 경과때 3.09으로 처리구중 가장 높은 아미노산도 수치를 나타내었다. 비접종(S-Non) 누룩은 아미노산도가 56시간까지 지속적으로 증가하였으나 종균 접종 누룩군 보다 낮은 증가폭을 나타내었다. 비살균구(N) 누룩군의 제조직후 아미노산도는 0.32~0.37으로 나

타났으며, 초기 40시간 까지는 살균구(S) 누룩보다 발효시간대별 아미노산도 증가 폭이 낮아 비교적 낮은 아미노산도 수치를 나타내었으나 꾸준히 증가하여 64시간 이후에는 비교적 높은 수치를 나타내었다.(표 34)

(표 34) pellet 누룩 아미노산도 분석 (단위 : 0.1 N NaOH/10mL)

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	0	0.41±0.02 <sup>ab</sup>	0.41±0.02 <sup>ab</sup>	0.39±0.01 <sup>b</sup>	0.42±0.03 <sup>ab</sup>	0.45±0.02 <sup>a</sup>
	8	0.28±0.05 <sup>a</sup>	0.35±0.05 <sup>a</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.06 <sup>a</sup>	0.34±0.01 <sup>a</sup>
	16	0.55±0.03 <sup>b</sup>	0.45±0.03 <sup>c</sup>	0.69±0.02 <sup>a</sup>	0.67±0.05 <sup>a</sup>	0.41±0.01 <sup>c</sup>
	24	1.47±0.05 <sup>a</sup>	0.72±0.04 <sup>c</sup>	1.01±0.01 <sup>b</sup>	1.01±0.02 <sup>b</sup>	0.47±0.01 <sup>d</sup>
	32	2.12±0.05 <sup>a</sup>	1.18±0.03 <sup>c</sup>	1.34±0.01 <sup>b</sup>	1.31±0.05 <sup>b</sup>	0.71±0.02 <sup>d</sup>
	40	2.35±0.06 <sup>a</sup>	1.58±0.05 <sup>b</sup>	1.54±0.03 <sup>b</sup>	1.53±0.03 <sup>b</sup>	0.86±0.01 <sup>c</sup>
	48	3.09±0.05 <sup>a</sup>	1.38±0.09 <sup>c</sup>	1.46±0.05 <sup>c</sup>	1.72±0.05 <sup>b</sup>	1.20±0.02 <sup>d</sup>
	56	2.95±0.03 <sup>a</sup>	1.73±0.03 <sup>b</sup>	1.63±0.05 <sup>b</sup>	1.45±0.09 <sup>c</sup>	1.49±0.01 <sup>c</sup>
	64	2.31±0.01 <sup>a</sup>	1.26±0.04 <sup>c</sup>	1.41±0.05 <sup>b</sup>	1.46±0.05 <sup>b</sup>	1.22±0.01 <sup>c</sup>
	72	2.14±0.01 <sup>a</sup>	1.44±0.05 <sup>bc</sup>	1.50±0.03 <sup>b</sup>	1.43±0.03 <sup>c</sup>	1.02±0.01 <sup>d</sup>
N	0	0.37±0.03 <sup>ab</sup>	0.38±0.03 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>ab</sup>	0.34±0.04 <sup>ab</sup>
	8	0.5±0.03 <sup>ab</sup>	0.58±0.05 <sup>a</sup>	0.53±0.03 <sup>ab</sup>	0.41±0.03 <sup>c</sup>	0.48±0.05 <sup>bc</sup>
	16	0.56±0.04 <sup>b</sup>	0.56±0.03 <sup>b</sup>	0.71±0.05 <sup>a</sup>	0.58±0.05 <sup>b</sup>	0.55±0.05 <sup>b</sup>
	24	1.56±0.05 <sup>a</sup>	0.85±0.05 <sup>d</sup>	0.98±0.06 <sup>c</sup>	1.08±0.05 <sup>b</sup>	0.66±0.05 <sup>e</sup>
	32	1.77±0.03 <sup>a</sup>	1.00±0.09 <sup>d</sup>	1.11±0.05 <sup>c</sup>	1.25±0.05 <sup>b</sup>	0.74±0.02 <sup>e</sup>
	40	2.07±0.05 <sup>a</sup>	1.09±0.05 <sup>b</sup>	1.12±0.03 <sup>b</sup>	1.08±0.04 <sup>b</sup>	0.91±0.03 <sup>c</sup>
	48	2.18±0.05 <sup>a</sup>	1.68±0.03 <sup>b</sup>	1.55±0.05 <sup>c</sup>	1.23±0.03 <sup>d</sup>	1.05±0.05 <sup>e</sup>
	56	2.52±0.02 <sup>a</sup>	1.72±0.04 <sup>b</sup>	1.40±0.05 <sup>d</sup>	1.55±0.05 <sup>c</sup>	1.52±0.03 <sup>c</sup>
	64	2.57±0.03 <sup>a</sup>	1.63±0.05 <sup>b</sup>	1.48±0.03 <sup>c</sup>	1.53±0.03 <sup>c</sup>	1.23±0.05 <sup>d</sup>
	72	2.50±0.03 <sup>a</sup>	1.73±0.03 <sup>b</sup>	1.66±0.05 <sup>b</sup>	1.66±0.05 <sup>b</sup>	1.44±0.03 <sup>c</sup>

## (2) 효소 활성 측정

### (가) $\alpha$ -Amylase 활성

$\alpha$ -Amylase활성은 살균구(S)가 비살균구(N)보다 높게 나타났으며 살균유무에 관계없이 AO 누룩군이 높은 효소활성을 나타내었다. 가장 높은 효소활성은 S-AO 누룩이 32시간 경과 때

18.98 unit/g로 동시간대 N-AO 누룩의 8.55 보다 두배 이상 높은 수치를 나타내었다. RO의 경우 살균구(S)에서 LR, Mix 군보다 높은  $\alpha$ -amylase 효소활성을 나타냈다.(표 35)

(표 35) pellet 누룩  $\alpha$ -Amylase 분석

(단위 : unit/g)

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	0	0.10±0.01 <sup>c</sup>	0.23±0.00 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>d</sup>
	8	2.19±0.01 <sup>a</sup>	0.76±0.00 <sup>b</sup>	0.45±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.00 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>e</sup>
	16	6.46±0.11 <sup>a</sup>	1.89±0.01 <sup>b</sup>	0.91±0.01 <sup>c</sup>	0.72±0.00 <sup>d</sup>	0.07±0.00 <sup>e</sup>
	24	18.98±0.05 <sup>a</sup>	2.57±0.01 <sup>b</sup>	1.25±0.01 <sup>c</sup>	1.08±0.00 <sup>d</sup>	0.30±0.00 <sup>e</sup>
	32	11.64±0.18 <sup>a</sup>	4.42±0.06 <sup>b</sup>	1.41±0.00 <sup>c</sup>	0.72±0.00 <sup>d</sup>	0.58±0.00 <sup>d</sup>
	40	13.64±0.07 <sup>a</sup>	3.88±0.05 <sup>b</sup>	1.43±0.01 <sup>c</sup>	1.17±0.00 <sup>d</sup>	0.50±0.00 <sup>e</sup>
	48	12.49±0.06 <sup>a</sup>	7.04±0.13 <sup>b</sup>	1.54±0.00 <sup>c</sup>	1.17±0.00 <sup>d</sup>	0.57±0.00 <sup>e</sup>
	56	13.24±0.1 <sup>a</sup>	4.81±0.09 <sup>b</sup>	1.77±0.01 <sup>c</sup>	1.27±0.00 <sup>d</sup>	0.59±0.00 <sup>e</sup>
	64	12.21±0.08 <sup>a</sup>	5.85±0.07 <sup>b</sup>	1.62±0.01 <sup>c</sup>	1.20±0.00 <sup>d</sup>	0.58±0.00 <sup>e</sup>
	72	0.59±0.01 <sup>a</sup>	0.57±0.00 <sup>b</sup>	0.58±0.01 <sup>b</sup>	0.58±0.01 <sup>ab</sup>	0.55±0.00 <sup>c</sup>
N	0	1.12±0.01 <sup>a</sup>	0.80±0.00 <sup>b</sup>	0.80±0.00 <sup>b</sup>	0.70±0.00 <sup>b,c</sup>	0.61±0.00 <sup>d</sup>
	8	4.40±0.11 <sup>a</sup>	1.01±0.01 <sup>c</sup>	0.99±0.01 <sup>d</sup>	1.30±0.00 <sup>b</sup>	0.96±0.00 <sup>e</sup>
	16	8.55±0.05 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>d</sup>	0.51±0.01 <sup>d</sup>	2.00±0.00 <sup>b</sup>	0.68±0.00 <sup>c</sup>
	24	10.33±0.18 <sup>a</sup>	1.43±0.06 <sup>d</sup>	1.44±0.00 <sup>d</sup>	2.36±0.00 <sup>b</sup>	1.64±0.00 <sup>c</sup>
	32	10.85±0.07 <sup>a</sup>	1.20±0.05 <sup>d</sup>	1.19±0.01 <sup>d</sup>	2.63±0.00 <sup>b</sup>	1.45±0.00 <sup>c</sup>
	40	8.79±0.06 <sup>a</sup>	1.11±0.13 <sup>d</sup>	1.10±0.00 <sup>d</sup>	2.17±0.00 <sup>b</sup>	1.58±0.00 <sup>c</sup>
	48	8.32±0.10 <sup>a</sup>	1.10±0.09 <sup>d</sup>	1.10±0.01 <sup>d</sup>	2.32±0.00 <sup>b</sup>	1.61±0.00 <sup>c</sup>
	56	8.25±0.08 <sup>a</sup>	1.08±0.07 <sup>d</sup>	1.09±0.01 <sup>d</sup>	2.19±0.00 <sup>b</sup>	1.56±0.00 <sup>c</sup>
	64	2.57±0.03 <sup>a</sup>	1.63±0.05 <sup>b</sup>	1.48±0.03 <sup>c</sup>	1.53±0.03 <sup>c</sup>	1.23±0.05 <sup>d</sup>
	72	2.50±0.03 <sup>a</sup>	1.73±0.03 <sup>b</sup>	1.66±0.05 <sup>b</sup>	1.66±0.05 <sup>b</sup>	1.44±0.03 <sup>c</sup>

## (나) Acidic protease 활성

Acidic protease 활성은 살균구(S)가 비살균구(N)에 비해 높은 효소활성을 나타내었으며 포자가 생성되기 시작한 이후에도 최대 56시간 경과때까지 지속적으로 효소활성이 상승하는 모습을 나타내었다. 살균원료구(S)에서는 발효경과 32시간 때 S-AO 누룩이 1.32 으로 가장 높은 효소활성을 나타내었다.(표 36)

## (표 36) pellet 누룩 Acidic protease 분석

(단위 : unit/g)

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	8	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>d</sup>	0.01±0.00 <sup>e</sup>
	16	0.43±0.00 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>d</sup>	0.28±0.00 <sup>b</sup>	0.26±0.00 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>e</sup>
	24	0.74±0.01 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>d</sup>	0.70±0.00 <sup>b</sup>	0.51±0.01 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>e</sup>
	32	1.32±0.00 <sup>a</sup>	0.33±0.00 <sup>d</sup>	0.81±0.00 <sup>b</sup>	0.57±0.03 <sup>c</sup>	0.06±0.00 <sup>e</sup>
	40	1.52±0.00 <sup>a</sup>	0.48±0.01 <sup>d</sup>	1.06±0.04 <sup>b</sup>	0.64±0.02 <sup>c</sup>	0.13±0.00P
	48	1.59±0.03 <sup>a</sup>	0.63±0.01 <sup>d</sup>	1.15±0.02 <sup>b</sup>	0.68±0.00 <sup>c</sup>	0.16±0.02 <sup>e</sup>
	56	1.44±0.01 <sup>a</sup>	0.64±0.02 <sup>d</sup>	1.26±0.01 <sup>b</sup>	0.75±0.00 <sup>c</sup>	0.19±0.01 <sup>e</sup>
	64	1.48±0.01 <sup>a</sup>	0.53±0.01 <sup>c</sup>	1.03±0.01 <sup>b</sup>	0.52±0.02 <sup>c</sup>	0.15±0.00 <sup>d</sup>
	72	1.42±0.01 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>d</sup>	1.05±0.01 <sup>b</sup>	0.60±0.02 <sup>c</sup>	0.15±0.01 <sup>e</sup>
N	8	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.02 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>
	16	0.21±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>b</sup>	0.23±0.03 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>bc</sup>	0.03±0.00 <sup>d</sup>
	24	0.58±0.05 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>d</sup>	0.55±0.06 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>c</sup>	0.12±0.02 <sup>d</sup>
	32	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.28±0.00 <sup>d</sup>	0.67±0.02 <sup>b</sup>	0.45±0.01 <sup>c</sup>	0.17±0.01 <sup>e</sup>
	40	1.09±0.03 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>d</sup>	0.59±0.02 <sup>b</sup>	0.51±0.02 <sup>c</sup>	0.34±0.01 <sup>d</sup>
	48	0.94±0.02 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>e</sup>	0.57±0.01 <sup>b</sup>	0.43±0.01 <sup>c</sup>	0.39±0.01 <sup>d</sup>
	56	0.78±0.05 <sup>a</sup>	0.3±0.00 <sup>d</sup>	0.52±0.03 <sup>b</sup>	0.52±0.01 <sup>b</sup>	0.39±0.00 <sup>c</sup>
	64	0.87±0.01 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>e</sup>	0.57±0.03 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>c</sup>	0.40±0.00 <sup>d</sup>
	72	0.81±0.02 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>d</sup>	0.40±0.02 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>c</sup>	0.37±0.00 <sup>bc</sup>

## (다) Glucoamylase 활성

전분 분해력의 지표인 glucoamylase 활성은 8시간 이후부터 나타나 16시간 이후 급격히 증가하는 것으로 보아 배양 16시간까지는 누룩 곰팡이의 포자가 발아하여 밀 입자에 균사가 착생하는 시기라고 생각된다. 또한 누룩의 배양기간 중 32시간을 기점으로 포자가 생성되기 시작하여 수시간만에 급속히 누룩의 표면을 덮는 것이 관찰되었다. 때문에 32시간을 기점으로 출국시기를 조절하는 것이 요구되며, 특히, 포자가 급속히 생성되고 난 배양 40시간 경과때에는 포자의 날림으로 작업성이 매우 나쁘며, 누룩의 효소활성이 크게 저하되는 것을 관찰할 수 있었다. 이후 16시간 정도가 경과한 64시간에는 포자가 생성되기 시작하는 32시간 대의 효소활성과 비슷한 역가를 나타내었는데, 이는 생성되었던 포자가 다시금 누룩의 환경에 적응하며 포자가 발아, 착생하여 효소활성이 오른 것으로 보여진다.

효소활성이 가장 우수한 누룩은 AO 접종 누룩군이었으며, 원료의 조건은 살균구(S)의 효소활성이 비살균구(N)보다 월등히 우수하게 나타났다. RO 누룩군은 균사의 착상은 육안상으로는 다른 종균접종 누룩군과 비교적 크게 차이가 없어 보였으나 포자의 생성은 40시간대 이후에 활발히 이루어 진것으로 관찰되었으며, 효소활성에서는 낮은 결과를 나타내었다.(표 37)

(표 37) pellet 누룩 Glucoamylase 분석

(단위 : unit/g)

그룹	시간(hr)	균주				
		AO	RO	LR	Mix	Non
S	8	0.2±0.05 <sup>c</sup>	0.9±0.42 <sup>b</sup>	2.4±0.05 <sup>a</sup>	0.9±0.35 <sup>b</sup>	ND <sup>c4)</sup>
	16	10.4±0.64 <sup>c</sup>	1.0±0.32 <sup>e</sup>	54.2±0.42 <sup>b</sup>	58.0±0.31 <sup>a</sup>	4.1±0.45 <sup>d</sup>
	24	109.9±0.79 <sup>c</sup>	12.8±2.22 <sup>d</sup>	197.9±0.85 <sup>a</sup>	168.4±1.48 <sup>b</sup>	9.7±0.30 <sup>e</sup>
	32	325.9±0.91 <sup>a</sup>	33.1±1.43 <sup>d</sup>	294.4±0.73 <sup>b</sup>	238.4±1.21 <sup>c</sup>	15.6±0.60 <sup>e</sup>
	40	193.1±1.47 <sup>b</sup>	43.0±0.91 <sup>d</sup>	202.9±2.56 <sup>a</sup>	121.0±1.46 <sup>c</sup>	16.6±0.66 <sup>e</sup>
	48	213.7±1.64 <sup>a</sup>	34.5±2.63 <sup>d</sup>	176.6±1.42 <sup>b</sup>	159.0±1.32 <sup>c</sup>	36.9±7.69 <sup>d</sup>
	56	300.9±2.67 <sup>a</sup>	81.6±1.6 <sup>d</sup>	291.1±1.75 <sup>b</sup>	214.0±2.22 <sup>c</sup>	51.9±0.64 <sup>e</sup>
	64	319.9±2.62 <sup>a</sup>	79.3±1.58 <sup>d</sup>	299.2±1.36 <sup>b</sup>	227.7±1.13 <sup>c</sup>	54.1±0.24 <sup>e</sup>
	72	294.2±3.46 <sup>a</sup>	79.7±1.58 <sup>d</sup>	288.3±1.19 <sup>b</sup>	216.3±1.76 <sup>c</sup>	52.7±0.43 <sup>e</sup>
	8	4.5±0.37 <sup>a</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>
N	16	6.3±1.49 <sup>c</sup>	ND <sup>d</sup>	77.5±1.6 <sup>a</sup>	11.4±0.83 <sup>b</sup>	ND <sup>d</sup>
	24	129±0.39 <sup>a</sup>	10.0±0.51 <sup>d</sup>	110.3±0.37 <sup>b</sup>	74.0±0.06 <sup>c</sup>	ND <sup>e</sup>
	32	141.5±0.39 <sup>a</sup>	12.0±0.49 <sup>d</sup>	81.7±0.37 <sup>b</sup>	80.6±0.06 <sup>c</sup>	2.0±0.12 <sup>e</sup>
	40	195.6±0.94 <sup>a</sup>	26.9±0.48 <sup>e</sup>	118.0±0.13 <sup>c</sup>	181.0±0.82 <sup>b</sup>	39.6±0.92 <sup>d</sup>
	48	232.7±1.16 <sup>a</sup>	10.9±0.05 <sup>e</sup>	111.6±4.19 <sup>b</sup>	60.5±1.65 <sup>c</sup>	33.3±0.77 <sup>d</sup>
	56	245.0±0.88 <sup>a</sup>	23.5±0.67 <sup>e</sup>	114.9±1.00 <sup>b</sup>	106.2±1.43 <sup>c</sup>	81.0±1.35 <sup>d</sup>
	64	236.7±0.86 <sup>a</sup>	25.6±0.66 <sup>e</sup>	120.7±1.00 <sup>b</sup>	100.5±1.40 <sup>c</sup>	68.4±1.32 <sup>d</sup>
	72	232.3±0.84 <sup>a</sup>	24.1±0.65 <sup>e</sup>	116.5±0.99 <sup>b</sup>	101.1±1.39 <sup>c</sup>	73.1±1.31 <sup>d</sup>

## 다. pellet 누룩과 시판 누룩 품질 특성

## (1) 효소 활성 및 수분 함량

Pellet-type 누룩 제조 실험에서 원료환경, 배양시간에 따른 누룩의 효소활성이 우수하게 나타났던 S-AO, S-LR, S-Mix 누룩(32시간 배양)과 시판되고 있는 재래식 누룩의 효소활성 비교표를 Table 10에 나타내었다. 시판되고 있는 재래누룩과 비교하였을 때 glucoamylase활성은 SS > S-AO > SH > S-LR > S-Mix > SJ 순으로 나타났으며 pellet-type 누룩군( $286.26\pm39.6$  unit/g)에 비하여 시판누룩( $304.92\pm126.8$  unit/g)은 품질차이가 상당히 크게 나타났다.

$\alpha$ -Amylase 활성은 S-AO 누룩이  $18.98\pm0.05$  unit/g으로 기타 누룩군( $1.75\pm0.94$  unit/g)에 비하여 상당히 우수하게 나타났으며, 시판누룩군 중에서는 SH 누룩이  $3.38\pm0.01$  unit/g으로 비교적 높은 값을 나타내었다. Acidic protease 활성 또한 S-AO 누룩이 가장 높은 수치를 나타내었고, 전체적으로 pellet-type 누룩군( $0.90\pm0.34$  unit/g)이 시판누룩군( $0.10\pm0.01$  unit/g)에 비하여 높은 수치를 나타냈다.(표 38)

시판누룩군의 SJ 누룩의 경우 낮은 효소활성으로 인하여 누룩의 사용량이 다른 누룩군 보다 높아짐으로 누룩 자체의 특성이 술로 상당량 전이 될 것으로 보인다.

(표 38) pellet 누룩과 시판 누룩 효소 활성 및 수분 함량 분석

누룩	Glucoamylase (unit/g)	$\alpha$ -Amylase (unit/g)	Acidic protease (unit/g)	Moisture (%)
S-AO	325.92±0.91 <sup>b</sup>	18.98±0.05 <sup>a</sup>	1.32±0.00 <sup>a</sup>	24.39±0.77 <sup>a</sup>
S-LR	294.43±0.73 <sup>d</sup>	1.25±0.01 <sup>d</sup>	0.81±0.00 <sup>b</sup>	23.51±0.77 <sup>a</sup>
S-Mix	238.44±1.21 <sup>e</sup>	1.08±0.00 <sup>d</sup>	0.57±0.03 <sup>c</sup>	22.15±0.54 <sup>b</sup>
SH	297.44±1.05 <sup>c</sup>	3.38±0.01 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>de</sup>	9.94±0.04 <sup>d</sup>
SJ	167.02±1.61 <sup>f</sup>	1.69±0.01 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>e</sup>	11.54±0.05 <sup>c</sup>
SS	450.29±1.32 <sup>a</sup>	1.32±0.49 <sup>cd</sup>	0.11±0.00 <sup>d</sup>	11.67±0.06 <sup>c</sup>

## (2) 당화 특성

고온당화결과 가용성 고형물 생성량에 있어 큰 차이를 나타내지 않았다(그림 21, 표 39).

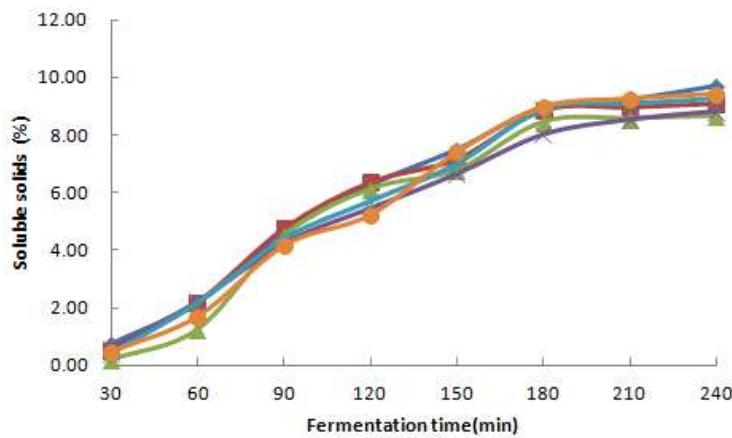


그림 21. Pellet 누룩과 시판 누룩의 당화특성 평가

(표 39) 당화시간 경과에 따른 가용성고형물 변화

(단위 : °Brix )

누룩	당화시간(min)							
	30	60	90	120	150	180	210	240
S-AO	0.77	2.20	4.60	6.27	7.50	8.97	9.23	9.70
S-LR	0.53	2.20	4.77	6.37	7.17	8.87	8.97	9.10
S-Mix	0.20	1.27	4.53	6.13	6.80	8.47	8.58	8.67
SH	0.60	2.23	4.27	5.47	6.67	8.03	8.55	8.83
SJ	0.40	2.17	4.40	5.70	7.00	8.90	9.08	9.27
SS	0.48	1.71	4.16	5.23	7.40	8.97	9.25	9.42

라. pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 품질 특성

### (1) 일반 성분

#### (가) pH

pH는 pellet-type 누룩군이 5.64~5.77, 시판누룩군이 5.91~6.09로 pellet-type 누룩군이 시판 누룩군보다 낮게 나타났으며, 술덧의 발효가 진행되면서 3일차 까지 pH가 감소하여 3.83~3.99 을 나타내었고, 이후의 발효기간 동안 완만히 증가하는 모습을 보였다. 발효 종료 후 pellet-type 누룩군 막걸리의 pH는 4.31~4.49로 시판누룩군 막걸리의 pH 4.10~4.31 보다 대체로 높게 나타났다(표 40).

(표 40) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 pH 분석 결과

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	5.72±0.09 <sup>d</sup>	5.77±0.13 <sup>cd</sup>	5.64±0.02 <sup>d</sup>	6.09±0.04 <sup>a</sup>	5.91±0.02 <sup>bc</sup>	6.04±0.04 <sup>ab</sup>
1	4.07±0.04 <sup>b</sup>	4.37±0.03 <sup>a</sup>	4.36±0.03 <sup>a</sup>	4.06±0.05 <sup>b</sup>	4.01±0.04 <sup>b</sup>	4.01±0.02 <sup>b</sup>
3	3.86±0.02 <sup>c</sup>	3.85±0.04 <sup>c</sup>	3.94±0.03 <sup>ab</sup>	3.88±0.03 <sup>bc</sup>	3.99±0.02 <sup>d</sup>	3.83±0.05 <sup>c</sup>
5	4.16±0.07 <sup>ab</sup>	4.04±0.04 <sup>bcd</sup>	4.09±0.03 <sup>abc</sup>	3.98±0.09 <sup>cd</sup>	4.18±0.08 <sup>a</sup>	3.92±0.03 <sup>d</sup>
7	4.4±0.02 <sup>a</sup>	4.3±0.04 <sup>b</sup>	4.35±0.02 <sup>ab</sup>	3.98±0.03 <sup>d</sup>	4.32±0.02 <sup>b</sup>	4.15±0.07 <sup>c</sup>
9	4.49±0.03 <sup>a</sup>	4.31±0.01 <sup>c</sup>	4.37±0.01 <sup>b</sup>	4.10±0.02 <sup>e</sup>	4.31±0.06 <sup>c</sup>	4.19±0.02 <sup>d</sup>

#### (나) 총산

총산은 0.02~0.03%로 차이가 없었으나 발효가 진행되면서 시판누룩군이 pellet-type 누룩군 보다 높은 폭의 총산함량의 증가를 나타내어 발효 종료인 9일차에 pellet-type 누룩군은 0.54~0.60% 나타내었고, 시판누룩군은 0.70~0.85%의 총산 함량을 나타내어 그룹 간 유의적인 차가 나타났다(표 41).

(표 41) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 총산 분석 결과

(Units : %)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	0.02±0.00 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>bc</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>ab</sup>	0.02±0.00 <sup>c</sup>
1	0.18±0.00 <sup>b</sup>	0.15±0.00 <sup>d</sup>	0.14±0.00 <sup>d</sup>	0.19±0.00 <sup>b</sup>	0.25±0.00 <sup>a</sup>	0.16±0.00 <sup>c</sup>
3	0.49±0.01 <sup>d</sup>	0.55±0.02 <sup>c</sup>	0.60±0.01 <sup>b</sup>	0.61±0.01 <sup>b</sup>	0.73±0.00 <sup>a</sup>	0.57±0.00 <sup>c</sup>
5	0.58±0.01 <sup>c</sup>	0.59±0.00 <sup>c</sup>	0.60±0.01 <sup>c</sup>	0.70±0.00 <sup>b</sup>	0.81±0.00 <sup>a</sup>	0.68±0.02 <sup>b</sup>
7	0.53±0.01 <sup>e</sup>	0.53±0.01 <sup>e</sup>	0.57±0.01 <sup>d</sup>	0.72±0.01 <sup>b</sup>	0.84±0.02 <sup>a</sup>	0.69±0.01 <sup>c</sup>
9	0.54±0.00 <sup>f</sup>	0.57±0.00 <sup>e</sup>	0.60±0.00 <sup>d</sup>	0.73±0.01 <sup>b</sup>	0.85±0.01 <sup>a</sup>	0.70±0.01 <sup>c</sup>

## (다) 가용성 고형물

pellet-type 누룩군의 경우 발효경과 1일 차에 발효기간중 가장 높은 가용성 고형물 함량을 나타내고 이후 감소추세를 보였고, 시판누룩군은 3일차 까지 높은 가용성 고형물 함량을 유지하며 발효초기부터 후반까지 대체로 pellet-type 누룩군 보다 높은 가용성 고형물 함량을 나타내었다.(표 42)

(표 42) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 가용성 고형분 분석 결과 (Units : °Brix)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	1.57±0.05 <sup>b</sup>	0.77±0.10 <sup>d</sup>	0.77±0.05 <sup>d</sup>	1.50±0.00 <sup>bc</sup>	1.70±0.00 <sup>a</sup>	1.40±0.00 <sup>c</sup>
1	18.1±0.05 <sup>c</sup>	14.6±0.00 <sup>f</sup>	15.6±0.00 <sup>e</sup>	18.3±0.05 <sup>b</sup>	20.6±0.05 <sup>a</sup>	16.2±0.05 <sup>d</sup>
3	15.5±0.15 <sup>c</sup>	13.3±0.21 <sup>d</sup>	12.9±0.05 <sup>e</sup>	19.5±0.05 <sup>b</sup>	20.3±0.00 <sup>a</sup>	15.5±0.15 <sup>c</sup>
5	13.6±0.14 <sup>c</sup>	11.6±0.00 <sup>f</sup>	12.2±0.09 <sup>e</sup>	17.4±0.09 <sup>b</sup>	18.3±0.00 <sup>a</sup>	12.8±0.09 <sup>d</sup>
7	13.5±0.18 <sup>b</sup>	11.5±0.00 <sup>e</sup>	12.3±0.00 <sup>c</sup>	15.9±0.19 <sup>a</sup>	16.0±0.00 <sup>a</sup>	11.9±0.05 <sup>d</sup>
9	13.0±0.05 <sup>c</sup>	11.1±0.05 <sup>f</sup>	11.9±0.05 <sup>d</sup>	15.8±0.05 <sup>a</sup>	14.8±0.05 <sup>b</sup>	11.4±0.05 <sup>e</sup>

## (라) 아미노산도

제조 직후 술덧의 아미노산도는 누룩에 따라 차이가 나타났다. S-AO, S-LR, SS 술덧의 아미노산도는 0.20~0.21이었으며 SH, SJ 누룩의 아미노산도는 0.32~0.35로 상대적으로 높은 수치를 나타내었다. 이는 누룩 유래의 아미노산도에 의한 차이로 생각되어진다. 발효가 경과하면서 아미노산의 증가는 S-AO, SJ 술덧이 가장 높게 나타났으며 발효 9일차에 각각 5.40±0.09, 5.42±0.06의 수치를 나타내었다. S-AO 술덧의 경우 누룩의 Acidic protease 활성이 높아 원료의 단백질이 분해로 높은 아미노산도를 나타낸 것으로 보이며 SJ 술덧의 경우 누룩의 사용량이 다른 술덧에 비하여 높은 비율로(20.0%) 사용된 것이 영향을 준 것으로 여겨진다. 제조직후 가장 높은 아미노산도 함량을 나타내었던 SH 술덧의 경우 아미노산도의 증가 폭이 가장 낮게 나타났으며 발효 종료 후 1.77±0.01을 나타내 가장 낮은 아미노산도 함량을 나타내었다. 이 같은 결과는 다른 누룩군에 비하여 비교적 낮은 Acidic protease 활성을 나타낸 SH, SS 누룩을 이용한 술덧에서 공통적으로 나타났다.(표 43)

(표 43) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 아미노산도 분석 결과 (Units : 0.1N NaOH/10 mL)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	0.21±0.01 <sup>c</sup>	0.21±0.02 <sup>c</sup>	0.20±0.01 <sup>c</sup>	0.35±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.21±0.01 <sup>c</sup>
1	1.67±0.01 <sup>a</sup>	0.60±0.00 <sup>d</sup>	0.92±0.01 <sup>b</sup>	0.30±0.00 <sup>f</sup>	0.70±0.01 <sup>c</sup>	0.39±0.01 <sup>e</sup>
3	2.92±0.06 <sup>a</sup>	1.31±0.08 <sup>d</sup>	1.55±0.02 <sup>c</sup>	0.58±0.02 <sup>e</sup>	2.52±0.03 <sup>b</sup>	0.67±0.02 <sup>e</sup>
5	3.89±0.05 <sup>a</sup>	2.09±0.02 <sup>d</sup>	2.47±0.01 <sup>c</sup>	1.11±0.03 <sup>f</sup>	3.79±0.05 <sup>b</sup>	1.19±0.02 <sup>e</sup>
7	5.18±0.03 <sup>a</sup>	2.99±0.05 <sup>c</sup>	3.54±0.02 <sup>b</sup>	1.74±0.05 <sup>e</sup>	5.18±0.07 <sup>a</sup>	1.89±0.03 <sup>d</sup>
9	5.40±0.09 <sup>a</sup>	3.07±0.06 <sup>c</sup>	3.63±0.03 <sup>b</sup>	1.77±0.01 <sup>e</sup>	5.42±0.06 <sup>a</sup>	1.90±0.02 <sup>d</sup>

## (마) 알코올

발효기간별 알코올 함량을 분석한 결과 발효 1일차에 pellet-type 누룩군이 2.6~3.8%로 나타났으며, 시판누룩군은 0.9~1.7%로 나타나 상대적으로 적은 알코올 함량을 나타내었으며, 발효가 진행되면서 지속적으로 편차가 늘어나 발효 9일차에 pellet-type 누룩군은 17.2~18.0%의 알코올 함량을 나타낸 반면 시판누룩군은 12.7~16.0%의 알코올 함량을 나타내어 그룹간 큰 편차를 나타내었다. 처리구간 편차가 크게 나타난 시판누룩군의 경우 glucoamylase활성이 높아, 누룩 사용량이 가장 적었던(7.4%) SS 술덧이 알코올 함량 16.0%으로 시판누룩군에서 가장 높은 알코올 함량을 나타내었으며 발효 7일 이후부터 유의적 변화가 없었다. 반면 효소활성이 가장 낮아 누룩사용량이 20.0%에 달했던 SJ 곡자는 발효 9일차에 15.0%를 나타내었다. pellet-type 누룩군과 비교적 평이한 효소활성을 나타내었던 SH 누룩을 사용한 술덧이 전체 처리구 중 가장 낮은 알코올함량을 나타내었다.(표 44)

(표 44) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 알코올 분석 결과 (Units : %)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	ND <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>	ND <sup>a</sup>
1	3.8±0.24 <sup>a</sup>	2.6±0.03 <sup>c</sup>	3.1±0.20 <sup>b</sup>	0.9±0.09 <sup>f</sup>	1.7±0.04 <sup>d</sup>	1.2±0.03 <sup>e</sup>
3	12.3±0.10 <sup>a</sup>	11.5±0.18 <sup>b</sup>	12±0.39 <sup>ab</sup>	7.2±0.29 <sup>d</sup>	7.3±0.31 <sup>d</sup>	10.2±0.41 <sup>c</sup>
5	15.5±0.23 <sup>a</sup>	14.6±0.49 <sup>ab</sup>	15.1±0.39 <sup>a</sup>	8.0±2.35 <sup>c</sup>	9.7±0.24 <sup>c</sup>	12.7±0.72 <sup>b</sup>
7	17.5±0.45 <sup>a</sup>	16.4±0.51 <sup>b</sup>	16.1±0.19 <sup>b</sup>	12.4±0.62 <sup>d</sup>	14.1±0.46 <sup>c</sup>	16.0±0.05 <sup>b</sup>
9	18.0±0.27 <sup>a</sup>	17.2±0.27 <sup>ab</sup>	17.8±0.36 <sup>a</sup>	12.7±0.27 <sup>d</sup>	15.0±0.52 <sup>c</sup>	16.0±1.42 <sup>bc</sup>

## (2) 유기산 분석

최종 발효 시점인 9일차 막걸리 술덧의 유기산 함량은 Table 21과 같다. 본 실험에서 pellet-type 누룩군의 경우 시판누룩군에 비하여 lactic acid의 함량이 절반정도로 낮게 나타났다. 이는 발효 중 젖산균에 의한 당의 소모와 산생성이 높게 이루어졌음을 알 수 있었다. pellet-type 누룩군의 malic acid의 함량은 시판누룩군에 비하여 상당량 검출되었는데 이는 막걸리 발효 중 malic acid를 분해시켜 lactic acid를 생성시키는 Lactobacillus와 Leuconostoc 등과 같은 특정 유산균의 부재에 의한 것으로 추측된다.(표 45)

(표 45) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 유기산 분석 결과 (Units : mg.%)

성분	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
Tartaric	5.90	6.01	30.51	12.75	ND	18.63
Malic	176.27	111.51	139.04	3.29	4.59	14.96
Lactic	336.96	309.93	334.50	650.72	636.03	639.79
Acetic	15.68	ND	21.80	ND	ND	ND
Citric	7.46	7.37	9.63	5.32	13.17	6.16
Succinic	2.10	3.15	4.97	3.19	23.33	3.56
Fumaric	3.23	2.10	7.36	7.05	5.39	3.36
Total	547.59	440.07	547.82	682.32	682.51	686.45

## (3) 유리당

모든 술덧의 유리당 함량은 0.72~81.96 ppm으로 거의 완전발효에 가깝게 발효가 이루어졌다. pellet-type 누룩군의 유리당의 총량은 0.72~4.02 ppm으로 나타났으며 주요 요소는 비발효 성당류로 효소작용으로 분해, 생성된 당의 이용은 완전발효에 가깝게 발효가 이루어진 것으로 해석되어 지며 알코올 수율이 17.2~18.0%으로 높았던 만큼 주질의 안정성도 높다고 판단된다. 시판누룩군의 경우 처리구간의 차가 상당히 크게 나타났다. 5.90 ppm으로 시판누룩군에서 가장 적은 유리당 함량을 나타낸 SJ 술덧의 경우 구성의 대부분이 xylose로 4.7 ppm을 차지하였으며, 알코올 함량이 15.0%으로 비교적 적고, 총산 함량과 lactic acid의 함량이 많았던 만큼 발효 중 당의 상당부분이 산 생성에 이용되었을 것으로 추측되어진다. 시판누룩군 중 16.0%으로 비교적 높은 알코올 함량을 나타낸 SS 술덧은 유리당의 총량이 51.54 ppm으로 대부분이 비발효성 당으로 남았으며 glucose가 7.9 ppm으로 나타났으나 극히 소량으로 술덧에 유의적 변화를 가져오지 않을 것으로 판단된다. SH 누룩의 유리당 총량은 81.96 ppm으로 처리구 중 가장 높은 함량을 나타내었으며 다른 처리구에서는 극미량이거나 검출되지 않은 sucrose와 maltose가 각각 18.0 ppm, 5.1 ppm 검출되었다.(표 46)

(표 46) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 유리당 분석 결과 (Units : ppm)

성분	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
Glycerol	0.114	ND	0.007	7.343	0.064	8.479
Ribose	ND	0.034	0.027	7.779	0.10	6.040
Xylose	2.179	0.345	0.418	12.249	4.694	10.398
Arabinose	0.760	0.317	0.248	12.060	0.467	12.957
Fructose	ND	0.053	ND	3.250	0.081	5.598
Glucose	ND	0.123	0.015	6.495	0.139	7.882
Sucrose	ND	0.019	ND	18.036	ND	0.176
Maltose	0.966	0.042	ND	5.125	0.122	0.008
Iso-maltose	ND	0.004	ND	9.273	0.224	ND
Raffinose	ND	0.008	0.006	0.348	ND	ND
Total	4.02	0.95	0.72	81.96	5.90	51.54

#### (4) 효소 활성 분석

술덧의 발효중 각 효소별 활성 변화를 Table 18, 19, 20에 나타내었다. 막걸리 제조를 위해 각각의 처리구별로 사용되는 누룩의 사용량을 쌀 1 g 당 glucoaylase 활성을 30 unit/g 으로 설정하여 사용하였지만 실제 술덧에서의 효소활성의 발현은 그에 미치지 못하는 경향을 나타내었으며, 술덧에서의 효소활성은 누룩에서의 효소활성이 높을수록 재현성이 우수하게 나타나는 경향을 보였다.

$\alpha$ -Amylase는 모든 발효구간에서 S-AO pellet-type 누룩이 다른 누룩에 비하여 높은 역할을 나타내었지만 발효시간이 경과하면서 7일차 까지 큰 폭으로 효소활성이 떨어지는 모습을 보였다. 대체로 모든 처리에서 발효가 경과하면서 7일차까지 효소활성이 떨어지는 모습을 관찰 할 수 있었다.(표 47)

glucoamylase활성의 경우 술덧의 발효 전체기간으로 보았을 때 S-AO( $26.4 \pm 2.73$  unit/g) > SS( $20.71 \pm 2.67$  unit/g) > S-LR( $17.5 \pm 3.82$  unit/g) > SH( $15.68 \pm 2.08$  unit/g) > S-Mix( $13.38 \pm 3.69$  unit/g) > SJ( $8.32 \pm 1.94$  unit/g) 순으로 효소활성이 나타났다.(표 48)

Acidic protease 활성에서 술덧 제조 초기에는 큰 차이를 보이지 않았으나 발효가 지속되면서 3일차 이후에는 SS 술덧을 제외, 기타 처리구는 발효 7일차까지 효소활성이 높아지는 추세를 나타내었다.(표 49)

(표 47) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주  $\alpha$ -Amylase 분석 결과 (Units : unit/mL)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	$1.07 \pm 0.00^a$	$0.07 \pm 0.00^f$	$0.08 \pm 0.00^e$	$0.20 \pm 0.00^b$	$0.13 \pm 0.00^d$	$0.14 \pm 0.00^c$
1	$0.86 \pm 0.00^a$	$0.03 \pm 0.00^e$	$0.08 \pm 0.00^d$	$0.14 \pm 0.00^c$	$0.19 \pm 0.00^b$	$0.02 \pm 0.00^f$
3	$0.83 \pm 0.00^a$	$0.06 \pm 0.00^f$	$0.07 \pm 0.00^e$	$0.34 \pm 0.00^b$	$0.18 \pm 0.00^c$	$0.08 \pm 0.00^a$
5	$0.62 \pm 0.00^a$	$0.04 \pm 0.00^e$	$0.05 \pm 0.00^d$	$0.34 \pm 0.00^b$	$0.14 \pm 0.00^c$	$0.05 \pm 0.00^d$
7	$0.37 \pm 0.00^a$	$0.01 \pm 0.00^e$	$0.01 \pm 0.00^e$	$0.23 \pm 0.00^b$	$0.07 \pm 0.00^c$	$0.02 \pm 0.00^d$
9	$0.38 \pm 0.00^a$	$0.02 \pm 0.00^e$	$0.03 \pm 0.00^d$	$0.25 \pm 0.01^b$	$0.07 \pm 0.00^c$	$0.02 \pm 0.00^e$

(표 48) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 glucoamylase 분석 결과 (Units : unit/mL)

Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	$27.0 \pm 0.05^a$	$13.1 \pm 0.17^c$	$9.0 \pm 0.15^e$	$17.6 \pm 0.16^b$	$9.5 \pm 0.17^d$	$26.7 \pm 0.20^a$
1	$20.7 \pm 0.09^b$	$12.4 \pm 0.04^d$	$8.0 \pm 0.04^e$	$13.7 \pm 0.06^c$	$6.5 \pm 0.08^f$	$21.2 \pm 0.22^a$
3	$28.6 \pm 0.69^a$	$21.1 \pm 0.18^c$	$16.5 \pm 0.02^d$	$12.4 \pm 0.09^e$	$6.1 \pm 0.03^f$	$25.2 \pm 0.22^b$
5	$27.4 \pm 0.04^a$	$21.7 \pm 0.14^c$	$16.0 \pm 0.09^e$	$16.8 \pm 0.07^d$	$7.2 \pm 0.06^f$	$26.4 \pm 0.17^b$
7	$27.0 \pm 0.03^a$	$17.9 \pm 0.07^c$	$14.5 \pm 0.03^e$	$15.9 \pm 0.10^d$	$9.2 \pm 0.01^f$	$21.4 \pm 0.24^b$
9	$27.9 \pm 0.38^a$	$19.6 \pm 0.48^c$	$16.3 \pm 0.14^e$	$17.7 \pm 0.14^d$	$11.4 \pm 0.12^f$	$20.7 \pm 0.17^b$

(표 49) pellet누룩과 시판 누룩을 이용한 청주 acidic protease 분석 결과 (Units : unit/mL)

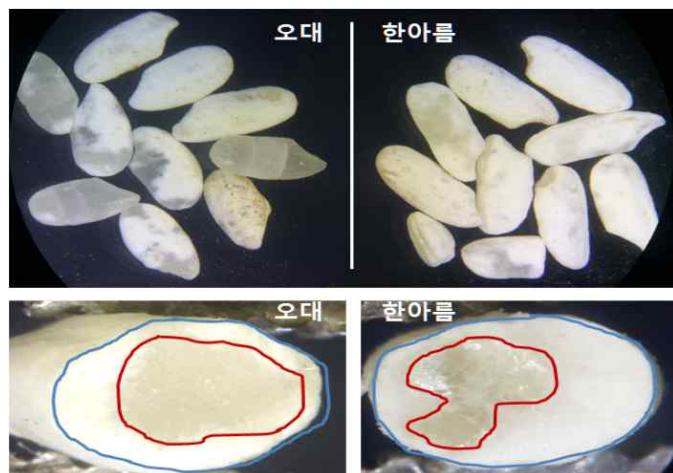
Time(Day)	S-AO	S-LR	S-Mix	SH	SJ	SS
0	0.06±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>e</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.00 <sup>d</sup>
1	0.05±0.00 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>d</sup>	0.03±0.00 <sup>f</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>e</sup>
3	0.04±0.00 <sup>f</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.12±0.00 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>d</sup>	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>e</sup>
5	0.15±0.00 <sup>e</sup>	0.20±0.00 <sup>b</sup>	0.18±0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>f</sup>
7	0.44±0.00 <sup>b</sup>	0.50±0.01 <sup>a</sup>	0.42±0.00 <sup>c</sup>	0.25±0.00 <sup>d</sup>	0.23±0.00 <sup>e</sup>	0.08±0.00 <sup>f</sup>
9	0.44±0.01 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>b</sup>	0.29±0.00 <sup>c</sup>	0.25±0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.00 <sup>e</sup>	0.06±0.00 <sup>f</sup>

#### 마. 쌀알누룩 품질 특성

##### (1) Aspergillus oryzae 83-10 쌀알 누룩 품질 특성

###### (가) 과정 정도 비교

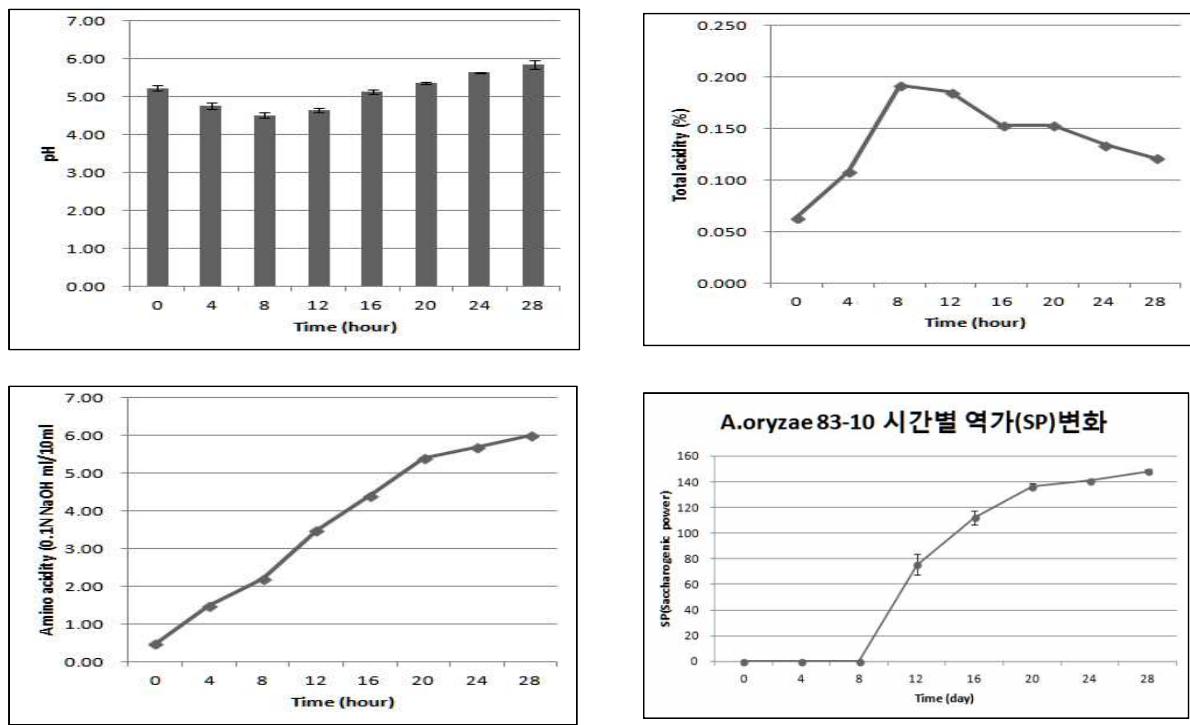
쌀알누룩 제조 시 벼 품종별 국균의 과정 정도의 차이가 나타났다. 오대미 품종으로 만든 쌀알누룩은 과정이 잘 이루어지지 않은 쌀알이 많고 균사가 내부로 침투되기 전에 굳어버린 쌀알도 관찰되었다. 한아름 품종으로 제조한 낱알누룩은 과정 상태가 대체적으로 양호하고 쌀알 내부로 잘 침투된 것으로 나타났다.(그림 22) 상기 결과는 오대미 19%, 한아름 16.9%의 아밀로오스 함량의 차이에 의한 것으로 고려됨으로 아밀로오스 함량이 적은 품종 또는 10%이상 도정한 쌀을 이용하여 쌀알 누룩 제조하는 것이 수월한 것으로 판단된다.



(그림 22) Aspergillus oryzae 83-10 쌀 품종별 입국의 과정 정도 비교

###### (나) 일반 성분 분석 및 당화력

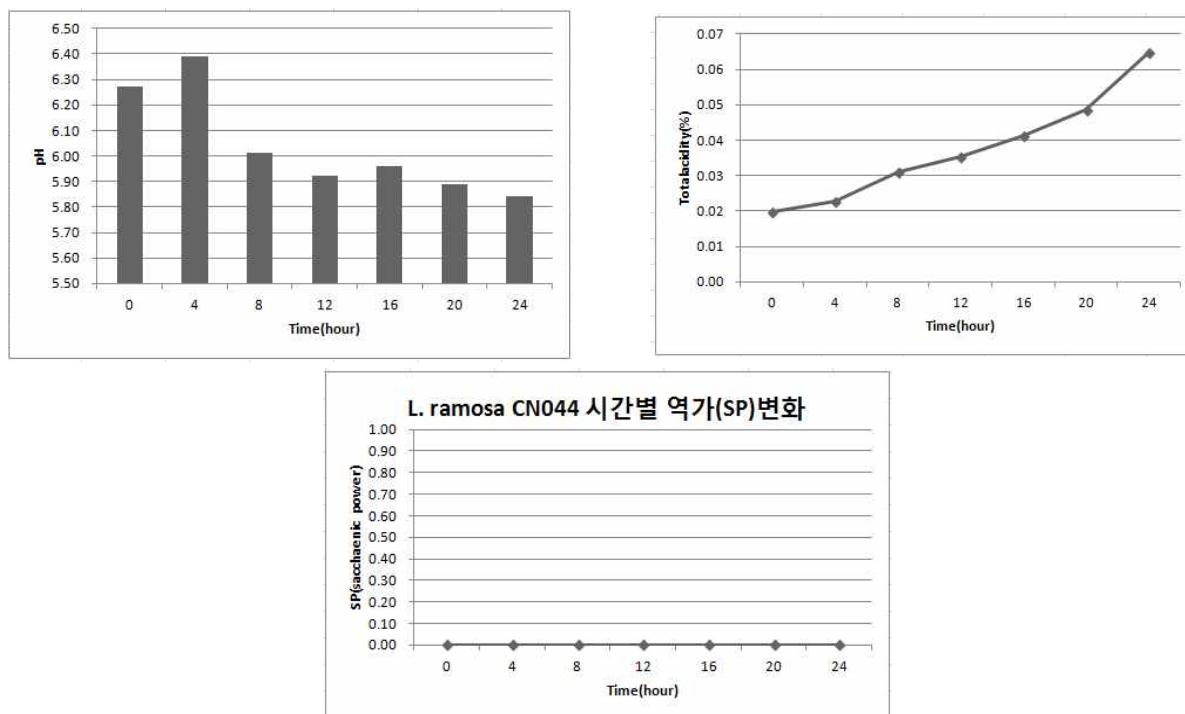
총산은 1차 뒤집기 이 후 8시간 까지 산도가 증가하였다. 이 후 시간부터는 산도가 감소하였고 생성된 산도는 당화력이 오르기 시작하는 8~12시간 사이에 감소하였다. 12~16시간 사이에 급격히 당화력이 오르는 것을 볼 수 있었다. 산을 많이 생성하지 않기 때문에 주로나 밀술로 이용시 별도의 산 첨가가 요구된다.(그림 23)



(그림 23) *Aspergillus oryzae* 83-10으로 만든 쌀알누룩의 일반성분 및 당화력

## (2) *Lichideamia ramosa* CN044 쌀알누룩 품질 특성

총산의 경우 1차 뒤집기 이후 지속적으로 증가하였다. 포자가 피기 전 출국하여 당화력 측정 결과 당화력 측정이 불가능하였는데 이는 국세청 주류분석규정 실험방법 상 60sp이상부터 당화력 측정이 가능하기 때문이다. 당화력이 부족하기 때문에 주로나 밀술에 이용 시 효소제를 통해 당화력 보충이 요구된다.(그림 24)

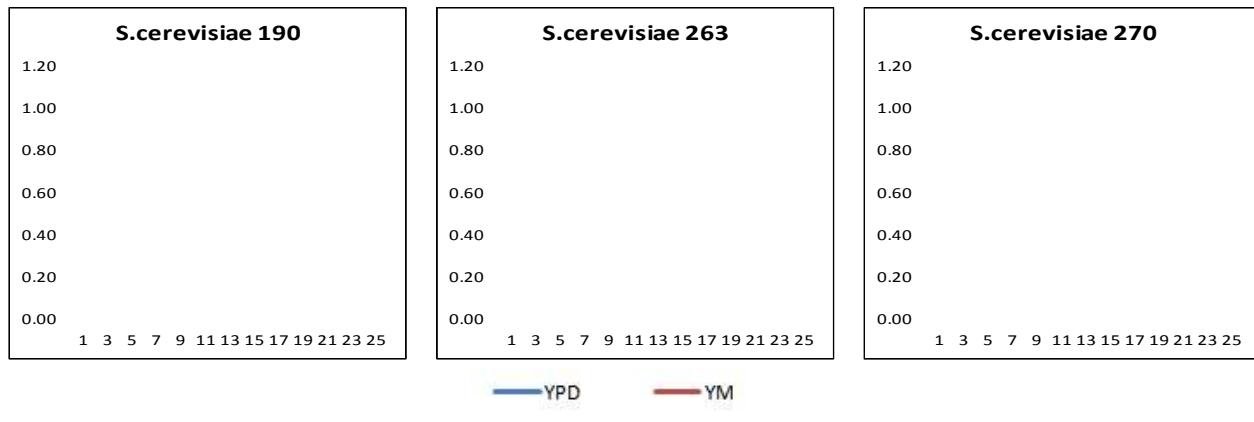


(그림 24) *Lichideamia ramosa* CN044으로 만든 쌀알누룩의 일반성분 및 당화력

## 9. 한국형 발효제(효모) 배양조건 확립

### 가. 배지에 따른 미생물 증식 특성

배지에 따른 미생물 증식 특성 분석 결과 세 가지 효모 모두에서 YM배지보다 YPD배지에서 더 높은 증식을 나타냈다.(그림 25)

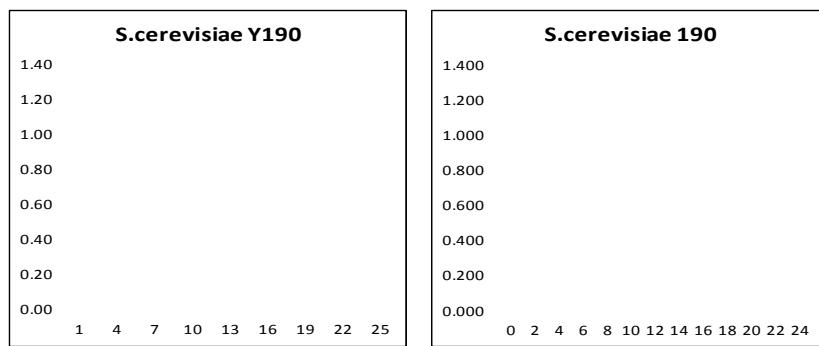


(그림 25) 배지에 따른 미생물 증식 특성

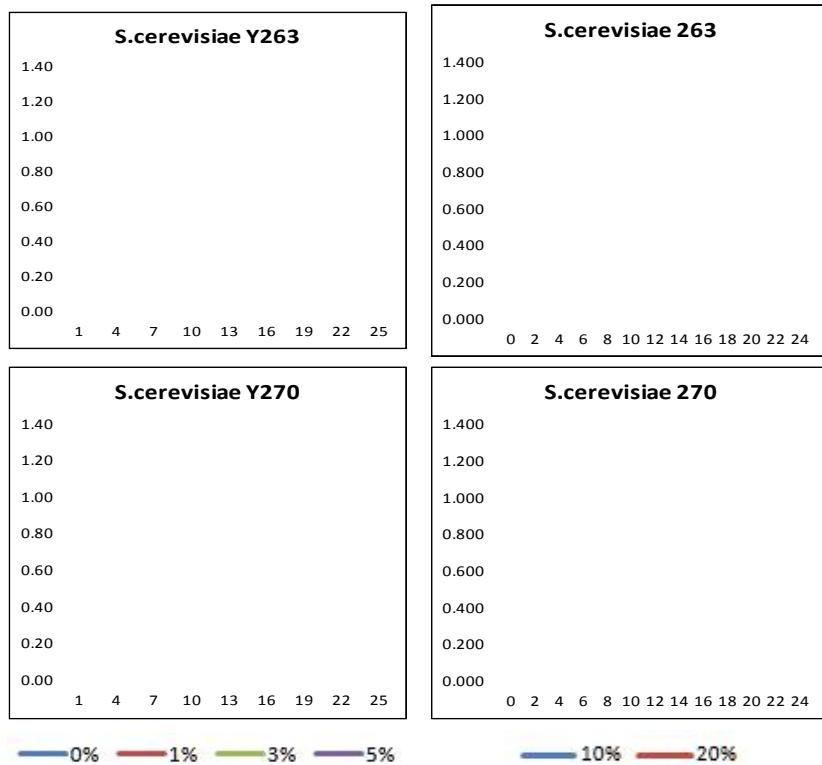
### 나. 포도당 농도에 따른 미생물 증식 특성

포도당 농도에 따른 미생물 증식 특성 분석 결과 대체적으로 1~5% 사이의 포도당을 함유한 배지에서 효모의 증식이 더 높은 것을 볼 수 있었다. 10%, 20%의 고당성일 경우 당에 생육저해를 받아 증식이 늦어졌다. Y190은 당이 높을 수록 생육이 더 많이 되는 것을 볼 수 있었고, Y263, Y270은 당의 함량이 높을수록 증식이 떨어지는 것을 보아 Y263, Y270 두 균주는 당이 높을수록 당에 의해 증식이 저해를 받는 것으로 판단된다. 효모의 배양 시 5%정도의 탄소원(포도당)을 첨가하여 배양하는 것이 보다 빠른 시간에 많은 양의 효모를 번식 시킬 수 있다고 판단된다.(그림 26)

<0,1,3,5% 포도당 함유>      <10,20% 포도당 함유>



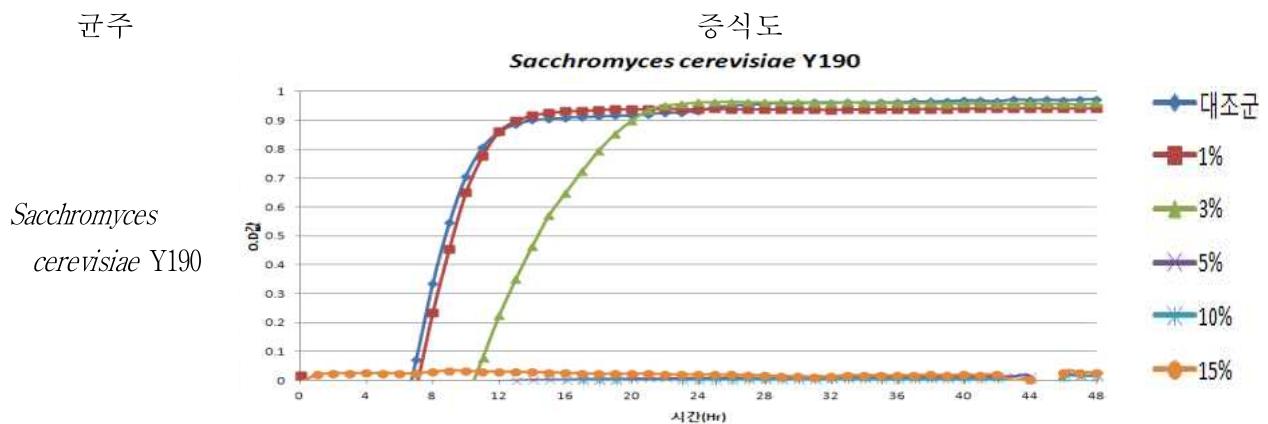
**<0,1,3,5% 포도당 함유>**

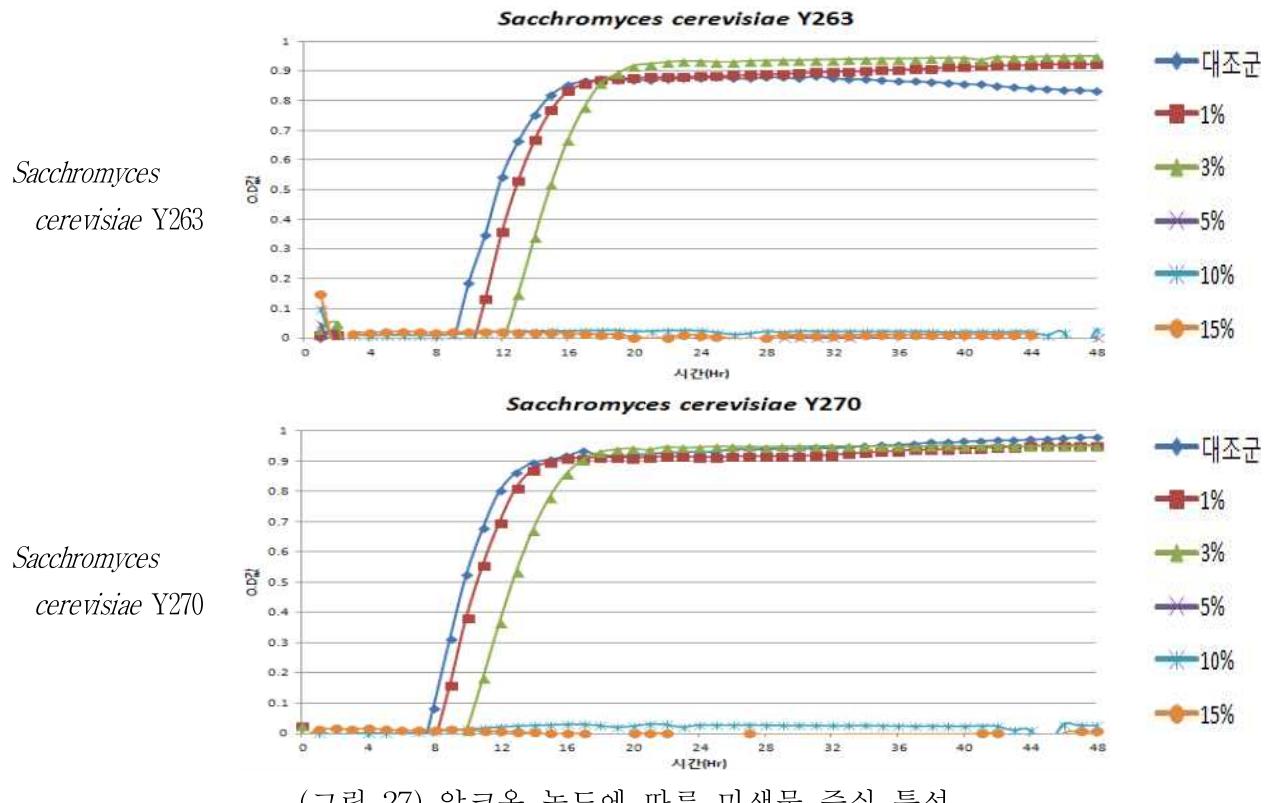


(그림 26) 포도당 농도에 따른 미생물 증식 특성

다. 알코올 농도에 따른 미생물 증식 특성

알코올 농도에 따른 미생물 증식 특성 분석 결과 1%, 3%의 알코올 농도의 배지에서 효모의 증식이 더 높은 것을 볼 수 있었고 5%이상 일 경우 증식에 저해를 받아 효모가 증식하지 못하는 것을 볼 수 있었다. 대조군(YPD배지)과 비교 해봤을 때 1%, 3%모두 유도기가 길어 증식이 느렸다. 세 종류의 효모 모두 배양 시 알코올이 증식에 저해를 주기 때문에 알코올을 첨가하지 않고 효모를 배양해야 한다.(그림 27)

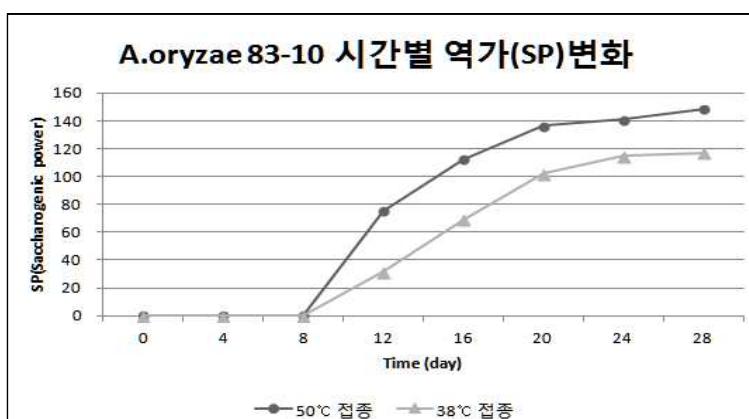




## 10. 발효제 최적 생산조건 확립

### 가. 접종 온도에 따른 Aspergillus oryzae 83-10 쌀알누룩 품질 특성

고두밥 냉각 후 분국 접종 시 50°C에서 접종한 낱알누룩의 당화력이 1차 뒤집기 후 8시간부터 38°C 접종구에 비해 급격히 올랐다. 당화력이 오르는 8시간 이후부터 28시간 까지 당화력이 50°C에서 접종한 쌀알누룩이 더 높은 차이를 나타냈다. A. oryzae 83-10를 이용하여 쌀알누룩을 제조할 경우 한아름 품종을 이용하여 고두밥을 짓고 50°C까지 냉각 후, 종국을 접종하여 배양하는 것이 작업 시간 대비 효율성이 가장 높다.(그림 28)



(그림 28) 접종 온도에 따른 Aspergillus oryzae 83-10 쌀알누룩 품질 특성

#### 나. 원료 형태에 따른 *Lichideamia ramosa* CN044 누룩 품질 특성

산도의 경우 쌀알형태는 지속적으로 증가하는 경향을 보였고 가루형태는 24시간에서 증가하는 변화를 보였지만 쌀알형태보다 그 수치가 낮았다. 아미노산도의 경우 역시 쌀알 형태는 지속적으로 증가하는 경향을 보였지만 가루형태는 24시간까지 큰 변화를 나타내지 않았다. 수분 함량의 경우 감소하는 경향을 보였고 원료 형태와 상관없이 당화력은 60sp보다 낮아 측정이 불가능하였다. *Lichideamia ramosa* CN044를 이용한 누룩 제조 시 원료 형태와 상관없이 추가적인 당화력 보충이 필요하다.(그림 30)

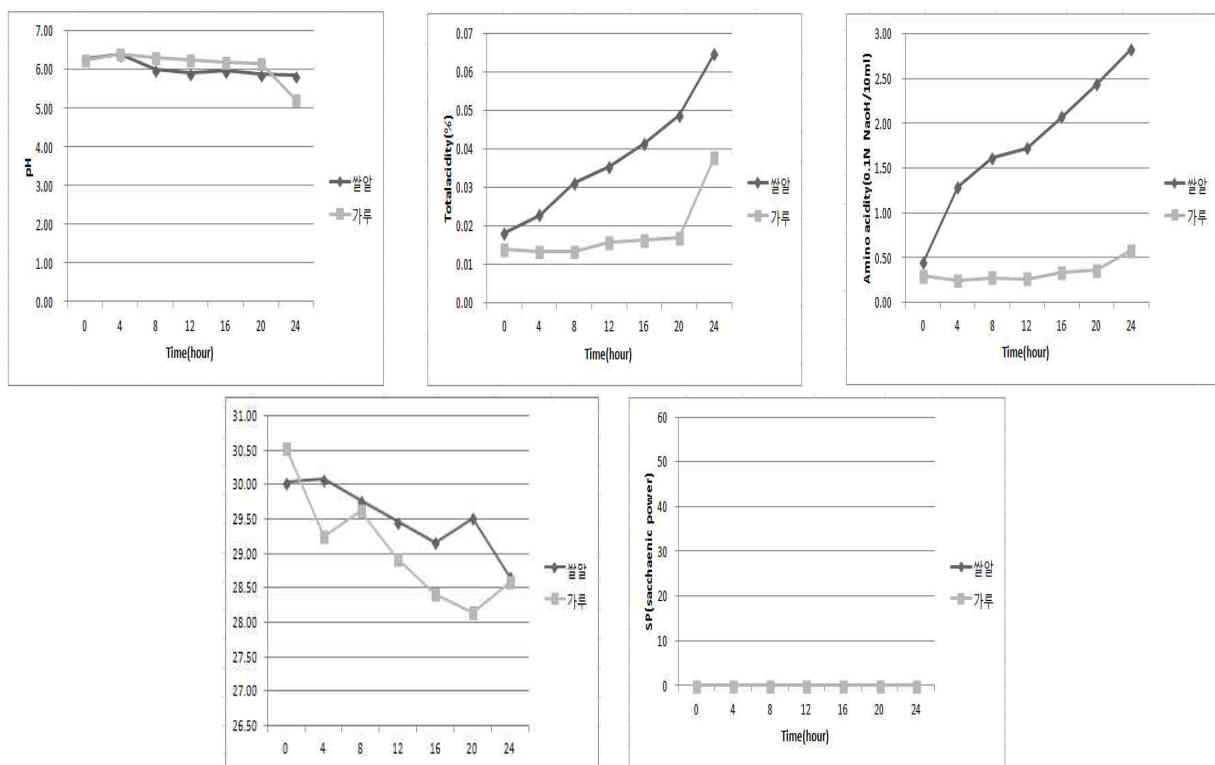


쌀알 누룩



가루 누룩

(그림 29) 원료 형태에 따른 *Lichideamia ramosa* CN044

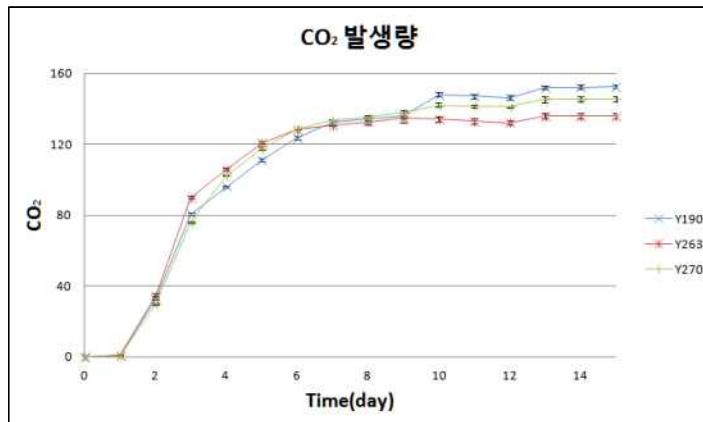


(그림 30) 원료 형태에 따른 *Lichideamia ramosa* CN044 누룩 품질 특성

## 11. 발효제(효모) 특성이 청주 품질에 미치는 영향 평가

### 가. 발효과정의 중량변화

2~4일까지  $\text{CO}_2$  발생량은 *Sacchromyces Cerevisiae* Y263이 가장 빠르게 발생하였고 발효 6~9일 사이 완만한 변화를 보이지만 9일 이후 후 Y190, Y270에서 발효가 더 진행되어  $\text{CO}_2$  생성량이 유의적으로 차이가 나타났다.(그림 31)



(그림 31) 발효시간에 따른  $\text{CO}_2$ 발생량 변화 그래프

### 나. 일반 성분 분석

발효 후반  $\text{CO}_2$  발생량이 가장 많았던 Y190의 가용성 고형물은 17.03°Brix으로 가장 적고, 알코올 함량은 16.27%로 가장 높게 나타났다. 발효 후반  $\text{CO}_2$  발생량이 가장 적었던 Y263의 가용성 고형물은 18.83°Brix로 가장 높고, 알코올 함량이 14.53%으로 가장 낮게 나타났다. 알코올 생성은 Y190가 가장 높아 수율을 높이기 위한 목적의 양조주에 적합한 것으로 판단되고 Y263은 비교적 높은 가용성 고형물을 남길 수 있어 발효주 고유의 개성을 살리는 양조주에 적합한 것으로 판단된다.(표 50)

(표 50) 효모별 청주 일반성분 분석 결과

균주	pH	총산 (%)	아미노 산도	가용성 고형물 (°brix)	알코올 (%)
<i>Sacchromyces Cerevisiae</i> Y190	3.94±0.03 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>c</sup>	2.09±0.06 <sup>a</sup>	17.03±0.21 <sup>a</sup>	16.27±0.21 <sup>c</sup>
<i>Sacchromyces Cerevisiae</i> Y263	4.07±0.03 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>	2.91±0.02 <sup>c</sup>	18.83±0.12 <sup>c</sup>	14.53±0.21 <sup>a</sup>
<i>Sacchromyces Cerevisiae</i> Y270	3.93±0.05 <sup>a</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	2.60±0.04 <sup>b</sup>	18.07±0.15 <sup>b</sup>	15.37±0.12 <sup>b</sup>

### 다. 유리 질소화합물 분석

*Sacchromyces Cerevisiae* Y190, Y263, Y270의 공통적인 유리 질소화합 Alanine, Arginine, Cystathionine, Leucine, Lysine, Phenyl alanine, Valine으로 나타났다. *S. Cerevisiae* Y190의

경우 쓴맛을 나타내는 Arginine, Tyrosine, Valine의 함량이 Y263, Y270에 비해 높게 나타났다. S. Cerevisiae Y263의 경우 단맛을 나타내는 Alanine의 함량이 높았고 쓴맛을 나타내는 Arginine, Tyrosine, Valine의 함량이 Y190, Y270에 비해 낮게 나타났다. S. Cerevisiae Y270의 경우 쓴맛을 나타내는 Arginine, Tyrosine, Valine과 단맛을 나타내는 Alanine의 함량이 높았다.(표 51)

(표 51) 효모별 청주 유리 질소화합물 분석 결과 단위 : (mg/%)

성분	Sacchromyces cerevisiae		
	Y190	Y263	Y270
Alanine	22.69±0.86(14.1)	71.99±2.75(23)	54.01±3.22(24.1)
Ammonia	1.04±0.01(0.6)	1.03±0.07(0.3)	0.75±0.03(0.3)
Anserine	ND	ND	ND
Arginine	30.66±1.07(19.0)	32.28±0.58(10.3)	25.66±1.79(11.5)
Aspartic acid	ND	ND	ND
α-Amino adioic acid	0.44±0.02(0.3)	0.47±0.09(0.2)	0.33±0.03(0.1)
α-Amino butyric acid	3.45±0.13(2.1)	4.89±0.15(1.6)	4.40±0.19(2.0)
β-Alanine	0.34±0.07(0.2)	4.11±0.04(1.3)	0.33±0.01(0.1)
β-Amino iso Butyric acid	0.38±0.27(0.2)	3.00±0.13(1.0)	0.15±0.03(0.1)
γ-Amino-n-butyric acid	6.28±0.94(3.9)	15.65±0.98(5.0)	7.33±0.62(3.3)
Carnosine	0.22±0.37(0.1)	0.46±0.40(0.1)	ND
Citrulline	ND	ND	ND
Cystathionine	8.70±0.48(5.4)	16.15±0.11(5.2)	13.77±2.53(6.1)
Cystine	0.74±1.28(0.5)	ND	ND
Ethanol amine	ND	1.74±0.06(0.6)	0.66±0.163(0.3)
Glutamic acid	ND	ND	ND
Glycine	6.31±0.14(3.9)	13.89±0.13(4.4)	11.67±0.79(5.2)
Histidine	2.38±0.13(1.5)	3.66±0.02(1.2)	2.66±0.20(1.2)
Hydroxy lysine	0.83±0.04(0.5)	0.32±0.35(0.1)	0.55±0.06(0.2)
Hydroxy proline	ND 0.14	ND	ND
Isoleucine	6.34±0.42(3.9)	9.63±0.15(3.1)	7.28±0.57(3.2)
Leucine	13.73±0.60(8.5)	25.80±0.35(8.2)	19.13±1.34(8.5)
Lysine	14.82±(9.2)	21.59±0.26(6.9)	16.37±1.17(7.3)
Methionine	ND	ND	ND
1-Methyl histidine	ND	ND	ND
3-Methyl histidine	ND	ND	ND
Ornithine	3.73±0.11(2.3)	5.23±0.27(1.7)	3.75±0.37(1.7)
Phenyl alanine	9.29±0.27(5.8)	16.07±0.18(5.1)	11.49±0.76(5.1)
Phospho ethanol amine	ND	ND	ND
Proline	7.58±4.87(4.7)	31.84±22.88(10.2)	17.25±21.19(7.7)
Phospho serine	ND	ND	ND
Sarcosine	ND	ND	ND
Serine	ND	ND	ND
Taurine	ND	ND	ND
Threonine	ND	ND	ND
Tyrosine	9.71±0.22(6.0)	14.47±0.04(4.6)	11.15±0.80(5.0)
Urea	ND	ND	ND
Valine	11.51±0.78(7.1)	19.24±0.22(6.1)	15.45±1.11(6.9)
Totals	161.18±4.68	313.52±22.4	224.12±35.47

### 라. 관능 평가 결과

*S. Cerevisiae Y190*은 쓴맛에서 높은 점수를 얻었고, *S. Cerevisiae Y263*은 단맛에서 높은 점수를 얻었고, *S. Cerevisiae Y270*은 신맛에서 높은 점수를 얻었다. *S. Cerevisiae Y263*의 경우 색, 향, 단맛, 전체적인 기호도에서 높은 점수를 얻었다. *S. Cerevisiae Y263*이 나머지 두 효모에 비해 비교적 우수한 관능 특성을 나타내었다.(표 52)

(표 52) 효모별 청주 관능평가 결과

균주	색	향	맛			기호도
			단맛	신맛	쓴맛	
<i>Sacchromyces Cerevisiae Y190</i>	4.4±1.2 <sup>b</sup>	5.2±1.6 <sup>b</sup>	5.4±1.7 <sup>b</sup>	4.3±2.2 <sup>a</sup>	5.2±1.8 <sup>a</sup>	5.0±2.0 <sup>b</sup>
<i>Sacchromyces Cerevisiae Y263</i>	5.9±1.6 <sup>a</sup>	7.0±1.2 <sup>a</sup>	6.9±1.0 <sup>a</sup>	4.1±2.0 <sup>a</sup>	4.4±1.5 <sup>a</sup>	6.4±1.4 <sup>a</sup>
<i>Sacchromyces Cerevisiae Y270</i>	5.9±1.6 <sup>a</sup>	5.6±2.1 <sup>b</sup>	6.1±1.5 <sup>ab</sup>	4.1±1.2 <sup>a</sup>	5.1±2.4 <sup>a</sup>	5.6±1.7 <sup>ab</sup>

## 12. 발효제 종류 및 배합비율별 한국형 청주 품질 특성 평가

### 가. 한국형 청주 일반 성분 분석

한국형 청주 일반성분 분석 결과 총산도, 알코올 함량, 휘발산도등을 보았을 때 안정적으로 청주가 제조되었음을 알 수 있었다.(표53)

(표 53) 한국형 청주 일반 성분 분석

pH	총산 (%)	아미노 산도	가용성 고형물 (°brix)	알코올 (%)	휘발산 (ppm)	환원당 (%)
4.54±0.01	0.32±0.01	4.16±0.17	15.80±1.85	16.47±0.55	63.00±5.57	3.22±1.08

### 나. 시판되는 국산 청주 및 일본 청주와 한국형 청주 비교 분석

#### (1) 일반 성분 분석

국내 청주와 일본 청주 일반성분 분석 결과 국내 청주의 경우 일본 청주에 대부분의 항목에서 높은 값을 나타내었다. 국내의 청주가 일본 청주에 비해 다양하고 복잡한 맛을 내는 것으로 판단되며 국내의 청주 제품 간의 특징도 서로 다를 것으로 예상된다.(표 54)

(표 54) 시판되는 국산 청주 및 일본 청주 일반 성분 분석

시료명	pH	총산(%)	아미노산도	가용성고형물 (°brix)	환원당(%)
약. HS	5.01±0.10 <sup>e</sup>	0.40±0.02 <sup>d</sup>	10.18±0.27 <sup>d</sup>	22.23±0.21 <sup>e</sup>	7.20±0.69 <sup>f</sup>
청 YD	4.33±0.05 <sup>a</sup>	0.32±0.03 <sup>c</sup>	3.17±0.32 <sup>c</sup>	10.63±0.25 <sup>bc</sup>	4.26±0.25 <sup>e</sup>
주 BH	4.25±0.03 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	1.72±0.04 <sup>b</sup>	8.47±0.40 <sup>a</sup>	2.02±0.15 <sup>ab</sup>
일 SJ	4.69±0.06 <sup>d</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	1.45±0.01 <sup>b</sup>	10.40±0.00 <sup>b</sup>	1.54±0.13 <sup>a</sup>
본 BS	4.70±0.03 <sup>d</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	1.51±0.02 <sup>b</sup>	10.30±0.00 <sup>b</sup>	2.28±0.20 <sup>bc</sup>
청 CS	4.43±0.02 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	1.06±0.02 <sup>a</sup>	10.77±0.06 <sup>cd</sup>	3.28±0.18 <sup>d</sup>
주 SB	4.55±0.03 <sup>c</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	1.56±0.03 <sup>b</sup>	11.04±0.06 <sup>d</sup>	2.79±0.08 <sup>cd</sup>

※ HS : 한산소곡주, YD : 국순당 예담, BH : 백화수복, SJ : 쿠보타센쥬, BS : 코시노칸바이벳센, CS : 코시노칸바이쵸토쿠센, SB : 심백야마다니시키

## (2) 관능 평가

시판되는 국산 청주 4품목, 일본 청주 4품목과 한국형 청주 관능평가 결과 향, 맛에서 3위, 색, 전반적인 기호도에서 4위를 하였음다. 한국형 청주와 국산 청주를 비교했을 때 맛과 전반적인 기호도에서는 국순당 예담이 가장 우수했지만 향에서는 한국형 청주가 우수함을 알 수 있었다. 한국형 청주와 일본 사케를 비교했을 때 일본 사케가 전반적으로 향 기호에서 앞섰지만 한국형 청주가 상위권에 포함되어 향이 좋다는 것을 알 수 있었다. 맛 기호도에 있어서는 여러 가지 맛을 내기 위해 첨가물을 첨가한 국산 청주에 반해 무감미의 한국형 청주가 상위권에 포함되어 맛이 좋다는 것을 알 수 있었다. 한국형 청주의 색, 향, 맛, 전반적인 기호도를 보았을 때 크게 떨어지지 않고 향과 맛에서 우수하며 경쟁력이 있음을 알 수 있었다.(표 55)

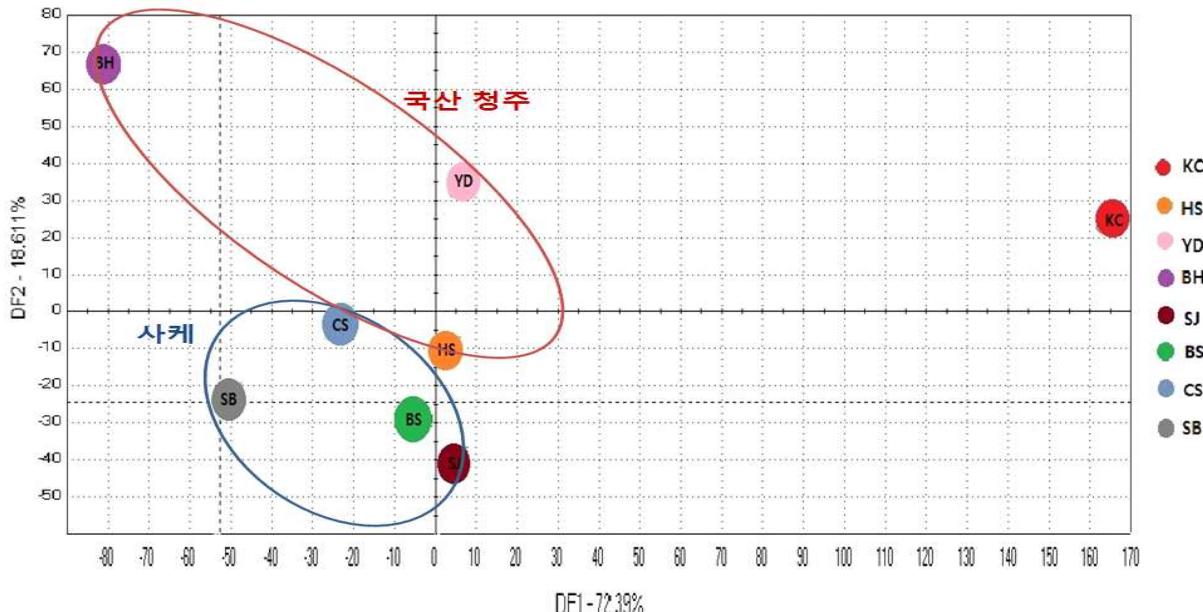
(표 55) 시판되는 국산 청주 및 일본 청주와 한국형 청주 관능 평가 (단위 : 순위)

시료명	색	향	맛	전반적 기호도
한국형 청주	<b>KJ</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
	HS	8	8	8
약·청주	YD	1	6	2
	BH	5	7	7
	SJ	2	4	5
일본청주	BS	6	2	4
	CS	7	4	1
	SB	3	1	6

※ HS : 한산소곡주, YD : 국순당 예담, BH : 백화수복, SJ : 쿠보타센쥬, BS : 코시노칸바이벳센, CS : 코시노칸바이쵸토쿠센, SB : 심백야마다니시키

#### 다. 다중 향기패턴(전자코) 분석

DFA분석 결과 X축, Y축 각각 72.39%, 18.611%의 영향력을 보였고 X축에 의한 구분이 더 큰 것을 알 수 있었다. 시판되는 국산 청주 및 사케와 한국형 청주 전자코 분석 결과 사케는 그룹의 범위가 적었으며 국산 청주의 경우 그룹의 범위가 다양함을 알 수 있었다. 한국형 청주의 경우 두 그룹에 포함되지 않았고 두 그룹과 X축으로 향기 차이가 확연히 구분되며 한국형 청주만의 독립된 향기 차이가 있음을 알 수 있었다.(그림 32)



※ HS : 한산소곡주, YD : 국순당 예담, BH : 백화수복, SJ : 쿠보타센쥬, BS : 코시노칸바이벳센, CS : 코시노칸바이쵸토쿠센, SB : 심백야마다니시키

(그림 32) 다중 향기패턴(전자코) 분석

### 13. 한국형 청주 현장 적용 실험

#### 가. 일반 성분 분석

실온과 냉장을 비교하였을 때 실온 숙성 시 아미노산도와 휘발산이 증가하여 품질에 영향을 주었을 것으로 예상된다. 옹기와 스테인리스를 비교하였을 때 두 온도에서 모두 큰 차이는 나타나지 않았다.(표 56)

(표 56) 숙성 온도 및 용기에 따른 한국형 청주 일반 성분 분석

숙성온도	숙성용기	pH	총산 (%)	아미노 산도	가용성 고형물 (°brix)	알코올 (%)	휘발산 (ppm)	환원당 (%)
실온	스테인리스	4.87	0.20	5.24	10.10	14.80	60.00	0.85
	옹기	4.81	0.20	4.98	9.00	14.30	62.80	0.94
냉장	스테인리스	4.62	0.20	3.97	10.10	14.70	31.40	0.85
	옹기	4.65	0.20	3.93	10.10	14.60	33.40	0.80

#### 나. 관능 평가

관능평가 결과 숙성 온도에 따라 유의적인 차이를 볼 수 있었다. 용기에 따른 차이는 두 온도에서 모두 유의적으로 차이가 없었으며 실온에서 스테인리스가 옹기보다 색 기호도가 높음을 알 수 있었다. 모든 항목에서 실온이 냉장보다 높은 점수를 얻어 실온 숙성보다는 냉장숙성이 관능적으로 더 좋은 영향을 주지만 용기에 따른 차이는 없음을 알 수 있었다.(표 57)

(표 57) 숙성 온도 및 용기에 따른 한국형 청주 일반 성분 분석

숙성온도	숙성용기	색	향	맛	기호도
실온	스테인리스	6.80±0.42 <sup>b</sup>	5.20±1.23 <sup>a</sup>	5.00±1.05 <sup>a</sup>	5.10±0.99 <sup>a</sup>
	옹기	6.50±0.97 <sup>a</sup>	5.40±1.07 <sup>a</sup>	5.10±0.99 <sup>a</sup>	5.10±1.10 <sup>a</sup>
냉장	스테인리스	2.60±0.52 <sup>c</sup>	2.80±1.14 <sup>b</sup>	3.20±1.69 <sup>b</sup>	2.90±1.29 <sup>b</sup>
	옹기	2.00±0.47 <sup>c</sup>	2.70±1.34 <sup>b</sup>	2.60±1.26 <sup>b</sup>	2.40±1.17 <sup>b</sup>

## <제 1협동> 한국형 청주 제조에 적합한 양조공정 확립

### 1. 도정도에 따른 쌀의 품질특성 평가

#### 가. 도정 소요시간

도정에 따른 소요시간은 3-15시간이 소요되었다(표 58).

(표 58) 도정도에 따른 도정 소요시간

도정도(%)	10	20	30	40
도정시간(h)	3	6	10	15
투입량(Kg)	20	20	30	30

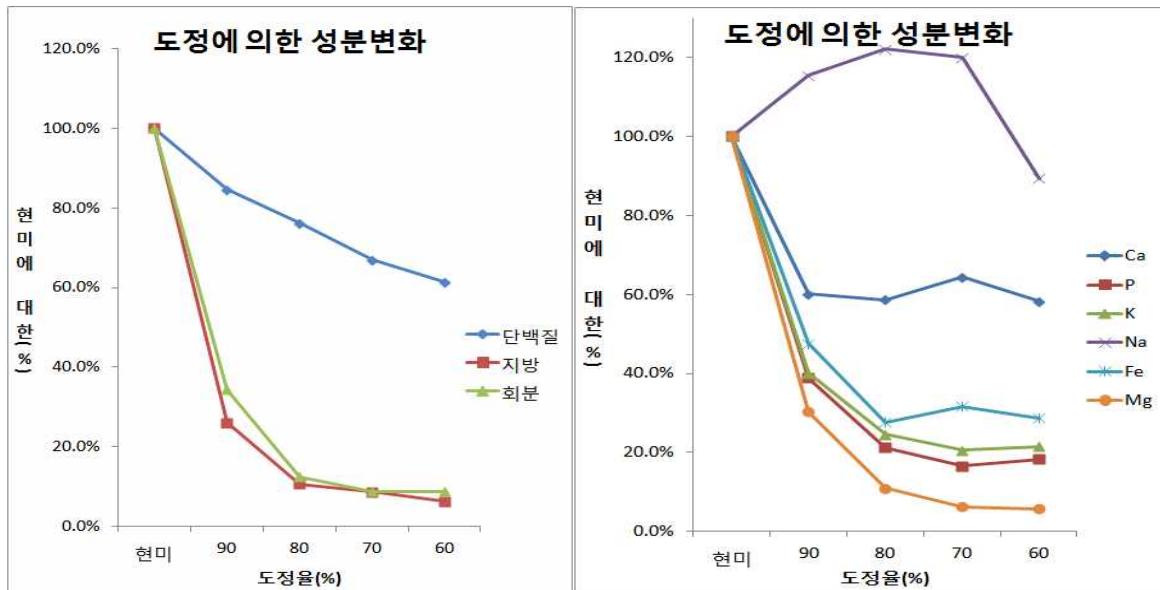


(그림 33) 도정미(좌로부터 현미, 10%, 20%, 30%, 40% 도정미)

#### 나. 도정도에 따른 쌀의 일반성분 분석

도정을 많이 할 수록 정미기 내에서 정미시간이 길어지고 마찰에 의한 열이 발생하여 수분증발이 일어나 수분율이 최대 3%까지 떨어졌고 도정미 100g당 탄수화물은 점차 증가하며 단백질, 지방, 회분은 감소하였다(그림 33, 표 59).

단백질의 함량은 현미의 경우 7.45%였으며, 도정도에 따라 4.57-6.30으로 도정도가 증가할수록 지속적으로 감소하였으며, 지방과 회분은 현미의 경우 2.07%와 1.37%였으나 20%의 도정시 0.22%, 0.17%로 급격하게 감소하였고 30% 도정 이후는 서서히 감소하여 40% 도정도에서는 0.13%와 0.12%를 나타내었다. 무기질(P, K, Fe, Mg)은 20% 도정시까지 급격한 성분감소를 보였으며 30% 이상 도정시에는 서서히 감소하였다. 따라서 단백질과 지방제거 측면에서 20%도정의 효율성이 높다고 판단된다.



(그림 33) 도정에 의한 성분변화

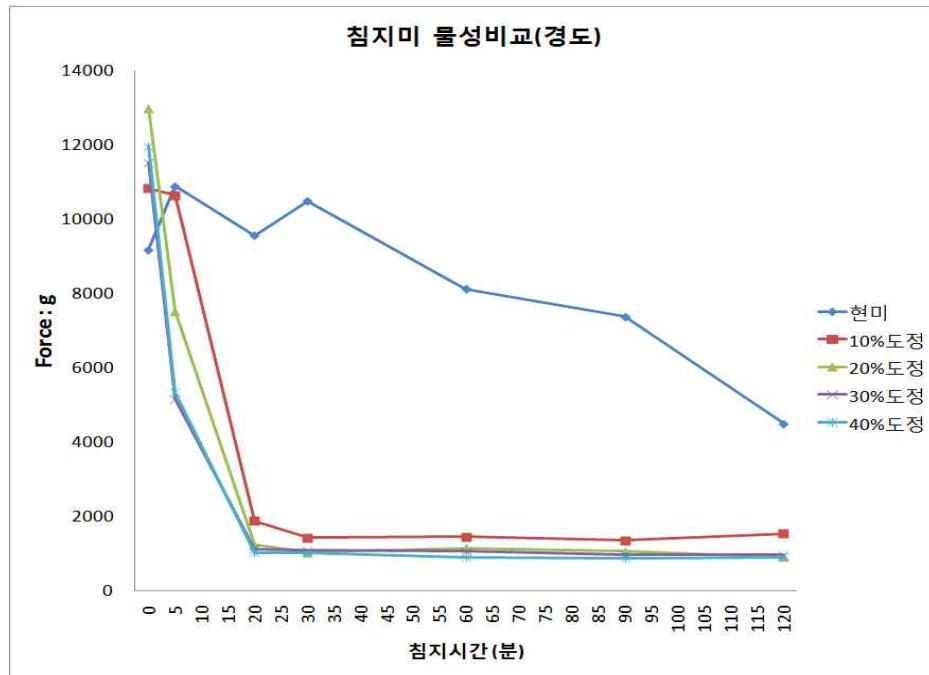
(표 59) 도정도(%)에 따른 쌀 성분

성 분	현미	도정도(%)			
		10	20	30	40
일반성분	수분	11.61	12.77	10.38	8.62
(g/100g)	단백질	7.45	6.30	5.67	4.99
	지방	2.07	0.54	0.22	0.18
	회분	1.37	0.47	0.17	0.12
무기질	Ca	12.75	7.66	7.48	8.21
(mg/100g)	P	323.54	125.90	68.61	53.60
	K	267.48	107.05	65.61	54.92
	Na	16.99	19.61	20.74	20.38
	Fe	1.01	0.48	0.28	0.32
	Mg	109.87	33.27	12.11	6.91

## 2. 세미, 침지, 물빼기 공정중 쌀의 품질특성 변화연구

### 가. 수분흡수에 따른 침지미 특성

침지과정은 수분흡수와 더불어 내부의 배유세포질이나 전분립 구조의 물성변화를 일으켜 증자시 수분흡수 및 증자한 고두밥의 특성에 영향을 미친다. 침지전 도정미의 경도는 현미와 유사하였으며, 현미는 수분을 서서히 흡수하여 경도가 서서히 낮아졌지만 10%이상 도정한 쌀은 수분을 흡수함에 따라 짧은 시간동안 경도가 급격하게 낮아졌으며 20분 경과 이후에는 낮은 경도를 유지하였으며 경도 감소가 미미했다(그림 34). 도정도 10%의 경우에는 도정도 20%, 30%, 40% 보다 높은 경도를 유지하였으며, 최대흡수율을 보인 시점 이후에도 높은 경도를 보였다. 20% 이상의 도정시에는 더 낮은 경도로 인해 침지미가 쉽게 깨질 확률이 높아지게 되어 고두밥 및 쌀입국의 특성에 좋지 않은 영향을 미치게 할 수 있으므로 조심히 다루어야 할 필요가 있다.



(그림 34) 침지미 물성비교

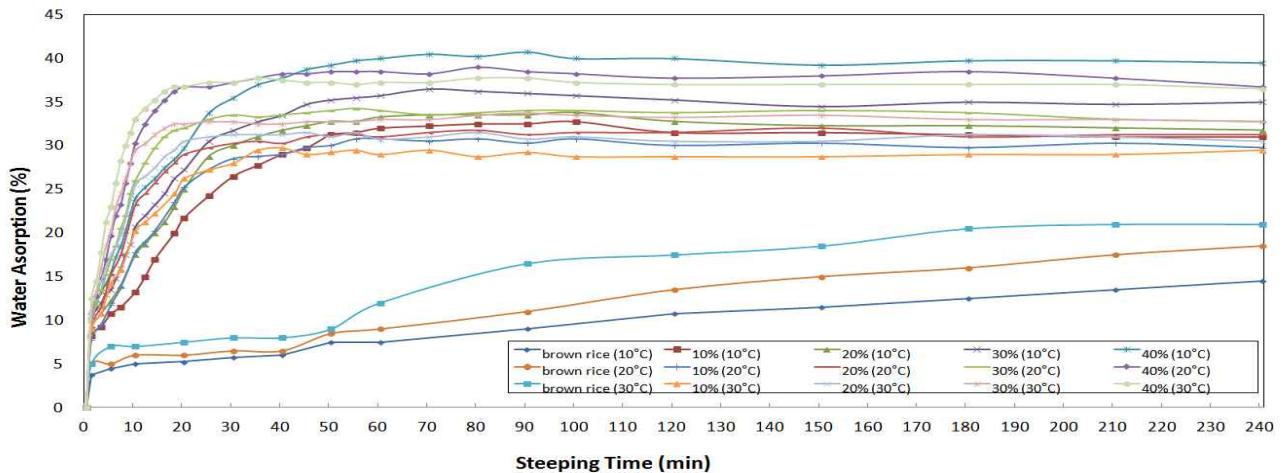
### 3. 쌀의 침지온도 및 침지시간에 따른 쌀 품질특성 평가

#### 가. 수분흡수율

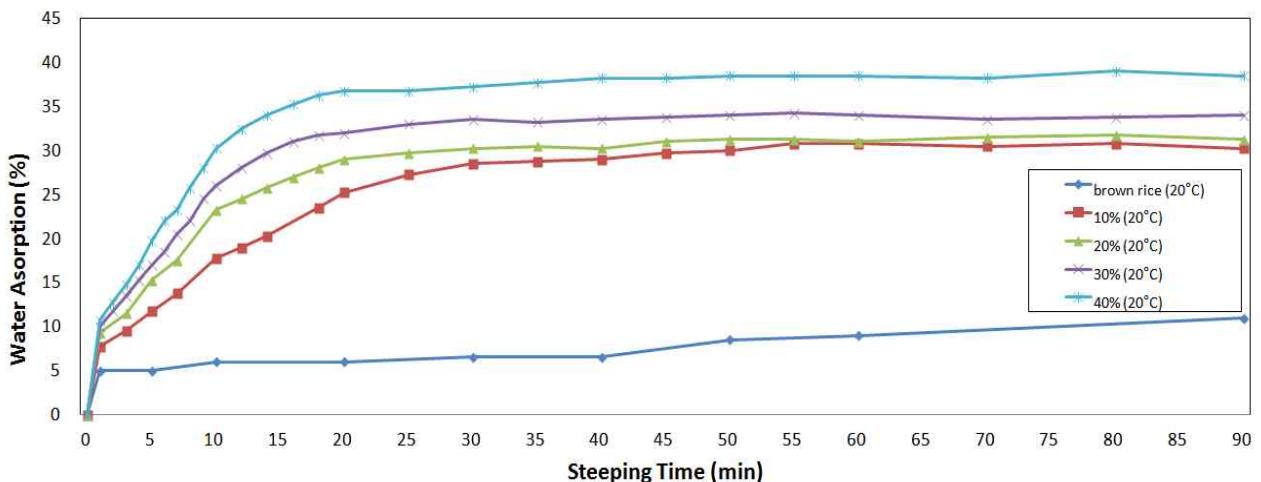
침지수온에 따른 수분흡수속도와 수분흡수율을 보기 위해 10°C, 20°C 및 30°C의 수온에서 도정율별로 시간 경과에 따른 수분흡수율을 측정하였다(그림 4). 10°C의 수온에서 침지시킨 경우 최대 수분흡수율은 침지시간 70-100분에서 도정도 10%는 32.8%, 도정도 20%는 33.8%, 도정도 30%는 36.5% 그리고 도정도 40%는 40.8%로 나타나 도정도가 높을수록 최대 수분흡수율은 높았다. 20°C의 수온에서 침지시킨 경우 최대흡수율은 50-80분에서 도정도 10%는 30.8%, 도정도 20%는 31.8%, 도정도 30%는 34.3% 그리고 도정도 40%는 39.0%로 나타났고, 30°C의 수온에서 침지시킨 경우에는 40-60분에서 도정도 10%는 29.8%, 도정도 20%는 31.5%, 도정도 30%는 33.8%, 도정도 40%는 37.8%로 나타나 그림 5에서 보이듯이 도정도가 증가할수록 수분흡수율은 증가하고 최대흡수율에 도달하는 속도가 빠름을 알 수 있다. 도정도와 상관없이 30-40분까지 수분흡수는 매우 빠르게 진행되었으며 그 이후에는 서서히 진행되어 최대수분흡수율에 근접하였다. 침지초반 약 8-15분까지의 수분흡수는 침지수온이 높을 때가 빨랐으나 그 이후에는 침지수온이 낮은 시료의 수분흡수가 빨라졌고 약 40분이후에는 대등한 수분흡수율을 보였으며 이후 약간의 수분흡수가 더 진행되는 것을 알 수 있다. 즉 그림 6에서 보이듯이 침지온도가 낮을수록 최대수분흡수율은 높아지고 최대수분흡수율에 도달하는 시간은 길어져 저온에서 수분흡수가 천천히 진행되고 더 많은 수분이 흡수됨을 알 수 있었다. 현미의 경우에는 도정도 10-40%의 원료가 침지온도에 따라 40-100분의 침지시간에 최대흡수율에 도달하는 경우와는 달리 흡수율은 도정도 10-40%의 원료보다는 많이 낮았지만 지속적으로 증가하여 현미를 25°C의 온도에서 수침시켰을 경우 9시간 이후에 최대흡수율에 도달하며 수분함량이 평형에 도달한다고 보고한 연구결과와 비슷한 결과를 보였다.

#### 나. 침지에 의한 용출

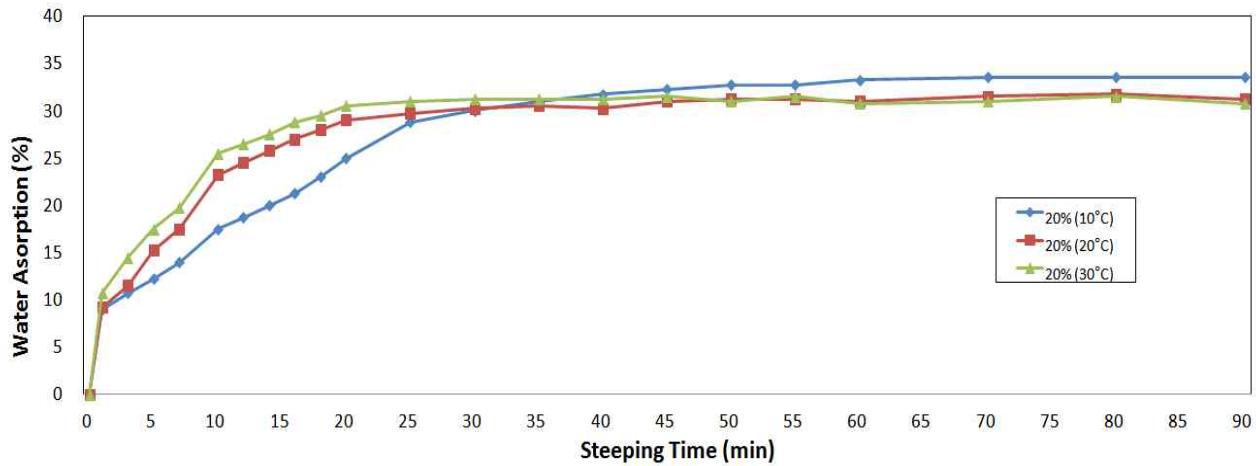
최대흡수율을 보인 후 일정기간 후에는 미세하게 무게감소를 보이는데 이는 침지미속의 성분이 물에 용출되어 빠져나감을 예상할 수 있다. 따라서 용출되어 나가는 물질과 이로 인해 주류에 미치는 영향을 향후에 연구할 필요가 있다.(그림 35, 36, 37)



(그림 35) 도정도별, 침지수온별 쌀의 수분 흡수율



(그림 36) 도정도별 수분 흡수율(침지수온 20°C)



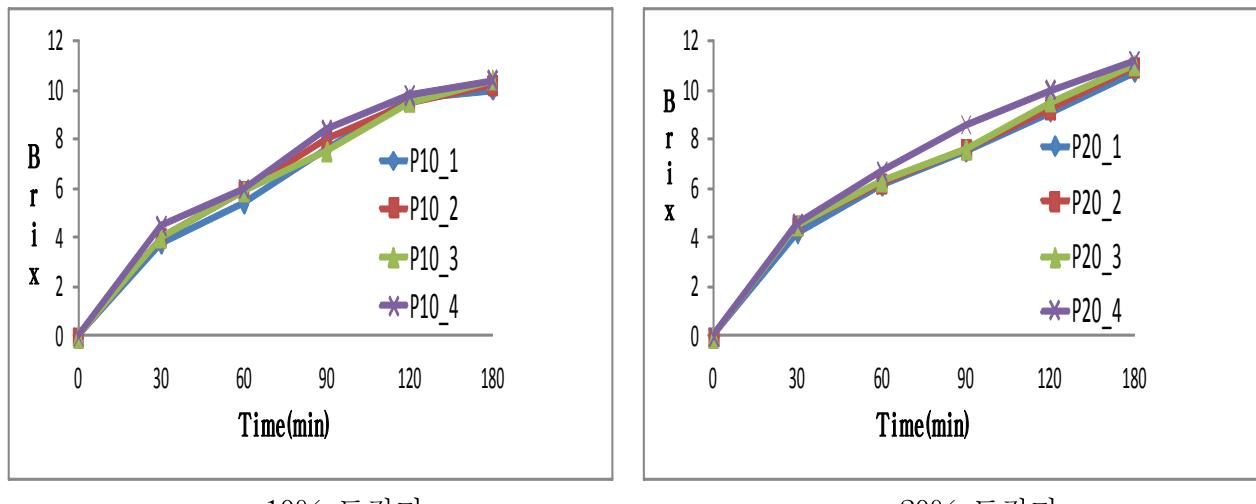
(그림 37) 침지수온별 수분 흡수율(도정도 20%)

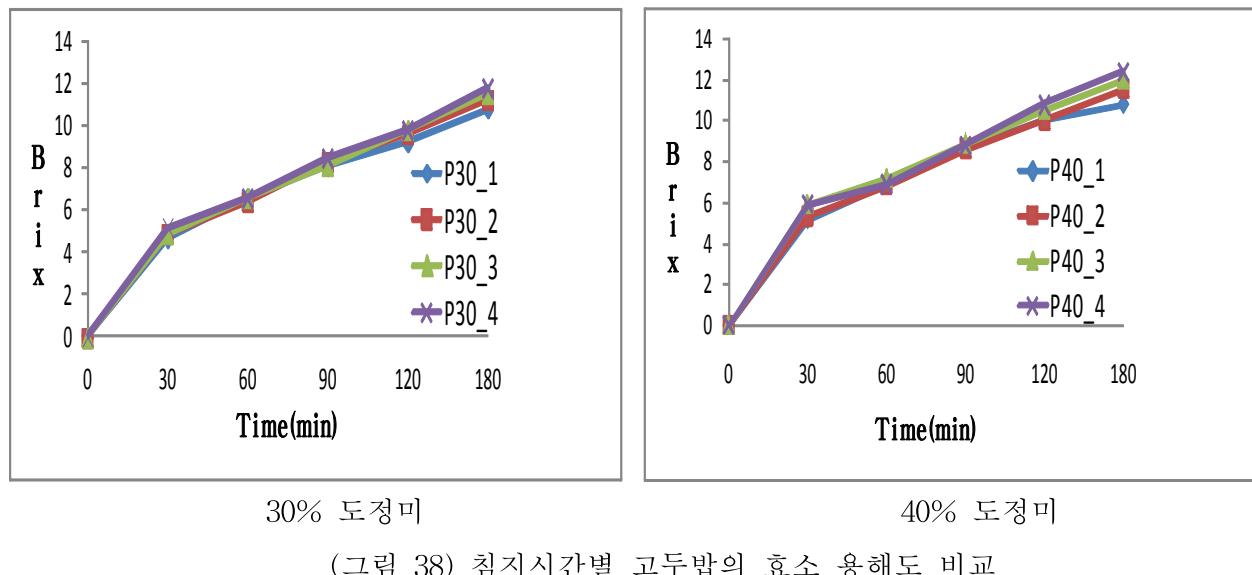
#### 4. 쌀의 품질특성에 따른 고두밥 제조특성 평가

##### 가. 도정도별/침지시간별 고두밥의 효소작용 특성

당화속도는 각 도정율에서 침지시간이 늘어날수록 대체로 증가하였다(그림 38). 그리고 같은 침지율인 경우 도정도가 높아질수록 당화속도는 증가하였는데, 침지율이 80%인 경우 60분 당화 후에 10% 도정미시험구는 5.4°Brix, 20% 도정미시험구는 6.1°Brix, 30% 도정미 시험구는 6.6°Brix 그리고 40% 도정미 시험구는 6.9°Brix의 당 함량을 보여 침지시간이 증가함에 따라 고두밥의 당화속도는 증가하였다.

180분 당화 후에 10% 도정미시험구는 10.4°Brix, 20% 도정미시험구는 11.2°Brix, 30% 도정미시험구는 11.8°Brix 그리고 40% 도정미 시험구는 12.4°Brix의 당 함량을 보여 당화속도는 도정도가 높을수록 대체적으로 증가하였다.

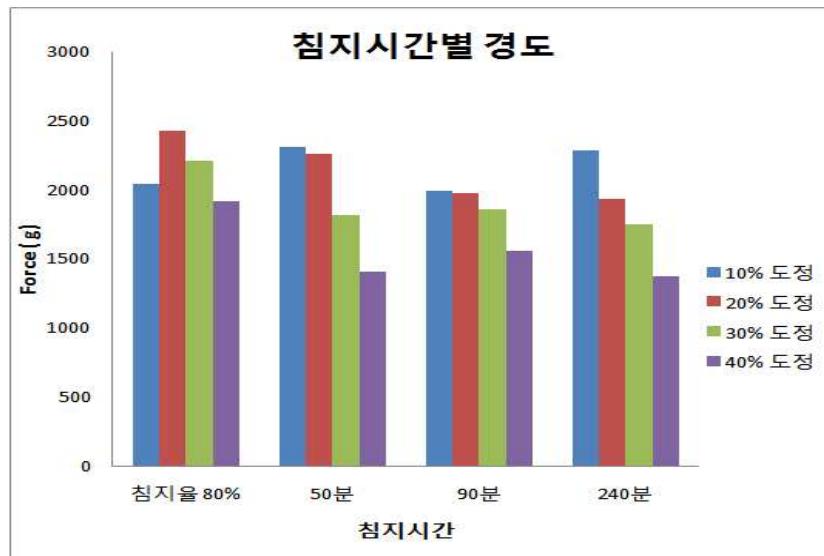


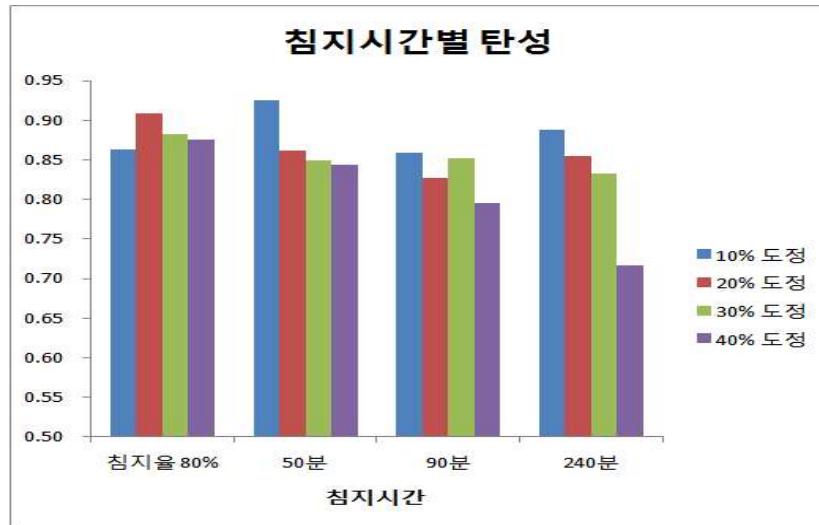


(그림 38) 침지시간별 고두밥의 효소 용해도 비교

#### 나. 도정도별/침지시간별 고두밥의 물리적 특성

도정도 10%인 고두밥의 경우 침지시간에 따른 경도차이가 크게 나타나지 않았으며 이는 침지쌀의 경도특성에서의 결과와 유사하다. 도정도 20%와 도정도 30%인 고두밥의 경우 침지시간이 늘어날수록 점차적으로 경도가 낮아지는 경향을 보였으며, 도정도 40%인 고두밥도 침지시간이 늘어날수록 경도가 낮아졌으며, 다른 도정도의 고두밥에 비해 많이 낮았다. 침지시간이 길수록 고두밥의 탄성은 점차 감소하는 경향을 보였으며 10%도정 고두밥의 경우 다른 것보다 약간 강하게 나타났다. 40%도정 고두밥은 침지시간이 길어짐에 따라 현저한 탄성감소를 보였다(그림 39). 즉 도정도가 높을수록 침지시간이 길수록 고두밥의 경도와 탄성은 낮아져서 마찰이나 압력에 의해 쉽게 으깨지거나 문드러질 수 있으므로 담금시나 쌀입국제조시 세심한 작업이 요구된다.





(그림 39) 침지시간별 고두밥 물성(경도, 탄성) 특성

## 5. 원료처리 방법에 따른 청주 품질특성 평가

### 가. 원료처리를 달리한 고두밥의 낱알누룩(입국) 제조 특성

도정도와 침지시간을 달리한 고두밥으로 제조한 낱알누룩의 산도는 각 시험구별로 5.6- 9.3로 모든 시험구에서 5.0 이상을 나타내어 입국의 규격에 적합하였다(표 60).

20%, 30% 및 40% 도정미의 시험구는 침지시간이 늘어남에 따라 산도와 당도( $^{\circ}$ Brix)가 증가하였지만 10% 도정미의 시험구는 침지시간이 60분인 시험구가 산도와 당도가 높게 측정되었으며, 대체적으로 산도가 증가하면 당도도 같이 증가를 하였다. 20%도정, 침지시간이 240분인 시험구가 9.3으로 산도가 가장 높게 나타났으며, 40% 도정, 침지시간이 10분인 시험구가 5.6으로 가장 낮은 것으로 나타났다.

당도는 30% 도정, 침지시간이 240분인 시험구가  $6.6^{\circ}$ Brix로 가장 높았으며, 40%도정, 침지시간이 10분인 시험구가 3.2로 가장 낮은 값을 나타내었다(표 60).

식품첨가물 공전에 표기된 낱알누룩의 역가 규격은 60sp/g이상인데 도정율 및 침지시간별로 제조한 낱알누룩의 역가는 53.1-100.9sp로 40%도정, 침지시간 10분인 시험구를 제외한 모든 시험구가 역가 60sp 이상을 나타내었다(표 60). 20%, 30% 및 40% 도정미의 경우 침지시간이 증가할수록 역가(SP)는 증가하였지만 10% 도정미인 시험구에서는 50분 침지시간의 낱알누룩이 가장 높은 값을 나타내었으며, 낱알누룩의 산도측정값과 같은 결과를 보였다.

낱알누룩의 산도와 역가를 고려한다면 P20\_3(20%도정미, 침지시간 90분), P20\_4(20%도정미, 침지시간 240분), P30\_3(30%도정미, 침지시간 90분), P30\_4(30%도정미, 침지시간 240분) 조건의 고두밥으로 낱알누룩을 제조하는 것이 유리하다고 추정 되었다.

도정을 많이 한 40%도정미의 경우 당화력(역가)이 다른 도정미보다 낮게 나타났는데 이는 고두밥에서 경도/탄성이 낮게 나타난 것과 연관이 있어 보인다.

본 연구에서 주질에 좋지 않은 영향을 미치는 단백질, 지방을 제거하고 전분질 비율을 높이기 위한 도정비율은 현미 기준 20%정도를 깍아내었을 때 가장 효율적이며 40%이상 도정은

그 감소효과가 미비하다 판단하였다.

효소에 의한 당화특성은 침지시간 및 도정도가 늘어날수록 당화 속도가 빨랐다. 입국 제조용에는 20%, 30% 도정미가 40% 도정미보다 적합하며 40% 도정미는 덧술용으로 연구할 필요가 있다.

(표 60) 도정도 및 침지시간별 고두밥으로 제조한 입국의 산도, 당도, 역가(SP)

입국	산도(Acidity)	당도(°Brix)	역가 (Saccharogenic power)
P10_1	6.1	3.6	84.8
P10_2	7.2	4.2	100.9
P10_3	5.8	3.4	79.6
P10_4	6.3	3.8	95.4
P20_1	6.0	3.5	64.1
P20_2	7.5	5.1	76.8
P20_3	9.0	5.7	81.5
P20_4	9.3	5.7	85.4
P30_1	8.1	4.8	69.7
P30_2	8.8	6.3	79.7
P30_3	8.7	6.2	84.8
P30_4	8.8	6.6	88.3
P40_1	5.6	3.2	53.1
P40_2	8.5	5.4	65.8
P40_3	8.4	6.3	70.1
P40_4	8.3	6.4	73.1

#### 나. 원료처리를 달리한 쌀누룩으로 제조한 청주의 발효 특성

##### (1) 알코올 함량, pH 및 산도

낱알누룩의 산도와 역가를 고려한다면 P20\_3(20%도정미, 침지시간 90분), P20\_4(20%도정미, 침지시간 240분), P30\_3(30%도정미, 침지시간 90분), P30\_4(30%도정미, 침지시간 240분) 조건의 고두밥으로 낱알누룩을 제조하는 것이 유리하다고 추정 되었다.

도정을 많이 한 40%도정미의 경우 당화력(역가)이 다른 도정미보다 낮게 나타났는데 이는 고두밥에서 경도/탄성이 낮게 나타난 것과 연관이 있어 보인다.

본 연구에서 주질에 좋지 않은 영향을 미치는 단백질, 지방을 제거하고 전분질 비율을 높이기 위한 도정비율은 현미 기준 20%정도를 깎아내었을 때 가장 효율적이며 40%이상 도정은 그 감소효과가 미비하다 판단하였다.

효소에 의한 당화특성은 침지시간 및 도정도가 늘어날수록 당화 속도가 빨랐다. 입국 제조용에는 20%, 30% 도정미가 40% 도정미보다 적합하며 40% 도정미는 덧술용으로 연구할 필요가 있다.

(표 61) 도정도와 침지시간을 달리한 쌀누룩으로 발효시킨 술덧의 이화학적 특성

입국	pH	Total Acidity (citric acid, %)	Total Acidity (citric acid, %) (6% alcohol adjusted)	Alcohol (%)
P10_1	4.15±0.01	0.71±0.02	0.23±0.04	16.3±0.3
P10_2	4.12±0.02	0.76±0.04	0.25±0.05	16.6±0.3
P10_3	3.92±0.01	0.72±0.03	0.23±0.07	16.5±0.4
P10_4	3.87±0.01	0.74±0.02	0.24±0.03	16.9±0.1
P20_1	3.79±0.03	0.81±0.00	0.30±0.08	17.2±0.5
P20_2	3.81±0.02	0.85±0.01	0.33±0.05	17.3±0.2
P20_3	3.78±0.01	0.96±0.03	0.36±0.07	17.5±0.5
P20_4	3.74±0.01	0.99±0.01	0.38±0.05	17.3±0.3
P30_1	3.91±0.02	0.93±0.02	0.35±0.04	17.3±0.1
P30_2	3.90±0.00	0.96±0.03	0.36±0.06	17.3±0.1
P30_3	3.87±0.01	0.99±0.01	0.39±0.06	17.4±0.5
P30_4	3.88±0.01	0.99±0.04	0.38±0.03	17.5±0.3
P40_1	3.94±0.02	0.77±0.01	0.27±0.09	17.3±0.3
P40_2	3.84±0.01	0.88±0.05	0.33±0.05	17.2±0.4
P40_3	3.92±0.00	0.90±0.02	0.35±0.04	17.3±0.3
P40_4	3.95±0.01	0.96±0.03	0.37±0.06	17.1±0.1

## (2) 휘발성 향기성분

주류의 향기 성분이며 발효초기 급속히 생성되는 퓨젤유는 i-amyl alcohol, i-butanol 및 n-propanol이 주요 성분으로 검출되었다(표 62).

바나나, 배 향기가 나는 고급알코올성분인 i-amyl alcohol은 도정도가 증가할수록 감소하였으며, 같은 도정도에서는 침지시간이 최대흡수율의 80%인 술덧이 가장 높은 값을 나타내었다. 도정도 10% 시험구가 283.7-298.9 ppm으로 가장 높은 값을 나타내어 향이 강한 술덧임을 알 수 있었다.

술의 향기성분에 크게 관여하는 에스터류의 대표 물질인 ethyl acetate는 도정도와 침지시간에 따라 일정한 경향을 보이지는 않았으며, 도정도 10%(침지시간 50min)의 시험구에서 72.4 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 도정도 40%(침지시간 50min)의 시험구에서 12.3 ppm으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

(표 62) 도정도와 침지율을 달리한 쌀누룩으로 발효시킨 술덧의 휘발성 향기성분

입국	Volatile compounds (mg/L)				
	aldehyde	n-propanol	i-butanol	i-amyl alcohol	ethyl acetate
P10_1	13.2±0.5	271.4±0.7	97.6±0.4	283.7±1.1	54.9±1.6
P10_2	10.3±0.8	241.1±1.1	101.1±0.9	298.9±1.8	72.4±0.9
P10_3	5.7±0.8	260.3±2.0	96.4±1.2	289.4±2.5	42.2±0.6
P10_4	10.4±0.3	231.8±1.3	96.9±0.9	289.4±1.2	55.8±0.9
P20_1	13.3±1.1	191.9±0.9	90.9±1.1	268.2±0.8	59.3±1.1
P20_2	29.4±0.7	190.9±1.4	68.5±1.0	203.8±1.2	50.4±0.8
P20_3	14.7±1.4	191.4±1.8	69.2±0.8	204.3±1.1	56.8±0.9
P20_4	13.3±0.5	74.1±0.4	28.4±0.5	83.0±0.7	19.2±1.0
P30_1	21.2±0.9	151.8±1.1	82.7±0.9	239.8±2.1	34.9±0.8
P30_2	31.6±1.0	158.1±1.0	57.4±0.6	175.5±1.1	46.5±1.0
P30_3	33.8±0.8	162.7±1.9	58.6±0.3	171.5±0.5	46.9±0.3
P30_4	14.1±1.8	160.0±1.5	57.7±0.9	176.2±2.4	32.3±0.9
P40_1	22.9±0.9	164.8±0.8	105.7±1.9	276.4±1.3	72.1±0.9
P40_2	13.4±0.5	47.6±0.4	24.8±0.4	167.2±0.3	12.3±0.7
P40_3	26.1±0.3	129.7±1.4	71.2±0.9	192.1±1.4	41.3±0.4
P40_4	25.4±0.8	133.7±2.1	61.3±0.7	170.7±1.3	35.4±0.7

## 6. 원료 대비 발효제 처리비율에 따른 청주 품질특성 평가

### 가. 누룩투입비율을 달리한 청주 발효특성

Aspergillus Oryzae 쌀누룩을 이용한 청주 발효특성은 그림 40과 같다. 원료대비 15%의 누룩 투입 시 30% 투입 시에 비해 다소 당화 속도는 떨어졌지만 충분히 당화가 이루어졌다. 1, 2차 덧술 시기에 따라 Brix의 변화가 나타나며 2차 덧술 후 서서히 감소하여 발효가 진행됨에 따라 약 12Brix로 일정하였다. 15% 누룩 투입 시 다소 발효 속도가 늦었으나 최종 알코올 농도는 약 17%로 다른 시료들과 유사하였다. 덧술 후 pH는 급격히 감소하여 약 3.4 정도가 되며 점차 발효가 진행됨에 따라 서서히 높아져 발효 종료 후에는 약 4.5로 되었다. 발효 완료 후 총산은 35% 누룩 투입 시 가장 높게 나타났다.

Lichtheimia ramosa 쌀누룩을 이용한 청주의 발효특성은 그림 41과 같다. Lichtheimia ramosa 쌀누룩은 당화력이 현저히 부족(30-50sp)하여 충분한 발효가 일어나지 않아 당화 속도가 늦는 것으로 나타났다. 35% 누룩 투입 시 비교적 발효 속도가 빨랐다. 청주의 알코올은 약 16-17%로 나타났으나 당화가 충분히 일어나지 않아 청주수율이 Aspergillus Oryzae 발효제에 비해 떨어졌다. pH는 덧술 초기 약 3.3정도로 낮아졌고 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하여

발효 종 후 약 4.4 로 나타났으며 25% 누룩투입비율에서 비교적 총산이 적게 나타났다.

Aspergillus Oryzae (당화력 약 130-140sp)를 이용한 쌀누룩 발효제가 Lichtheimia ramosa (당화력 약 30-50sp)를 이용한 쌀누룩에 비해 당화력이 좋아 청주제조에 좀 더 적합한 것으로 나타났으나 동등한 당화력에서의 비교가 아니므로 추후 당화력을 보완한 쌀누룩으로 비교 평가해야 할 것으로 여겨진다.

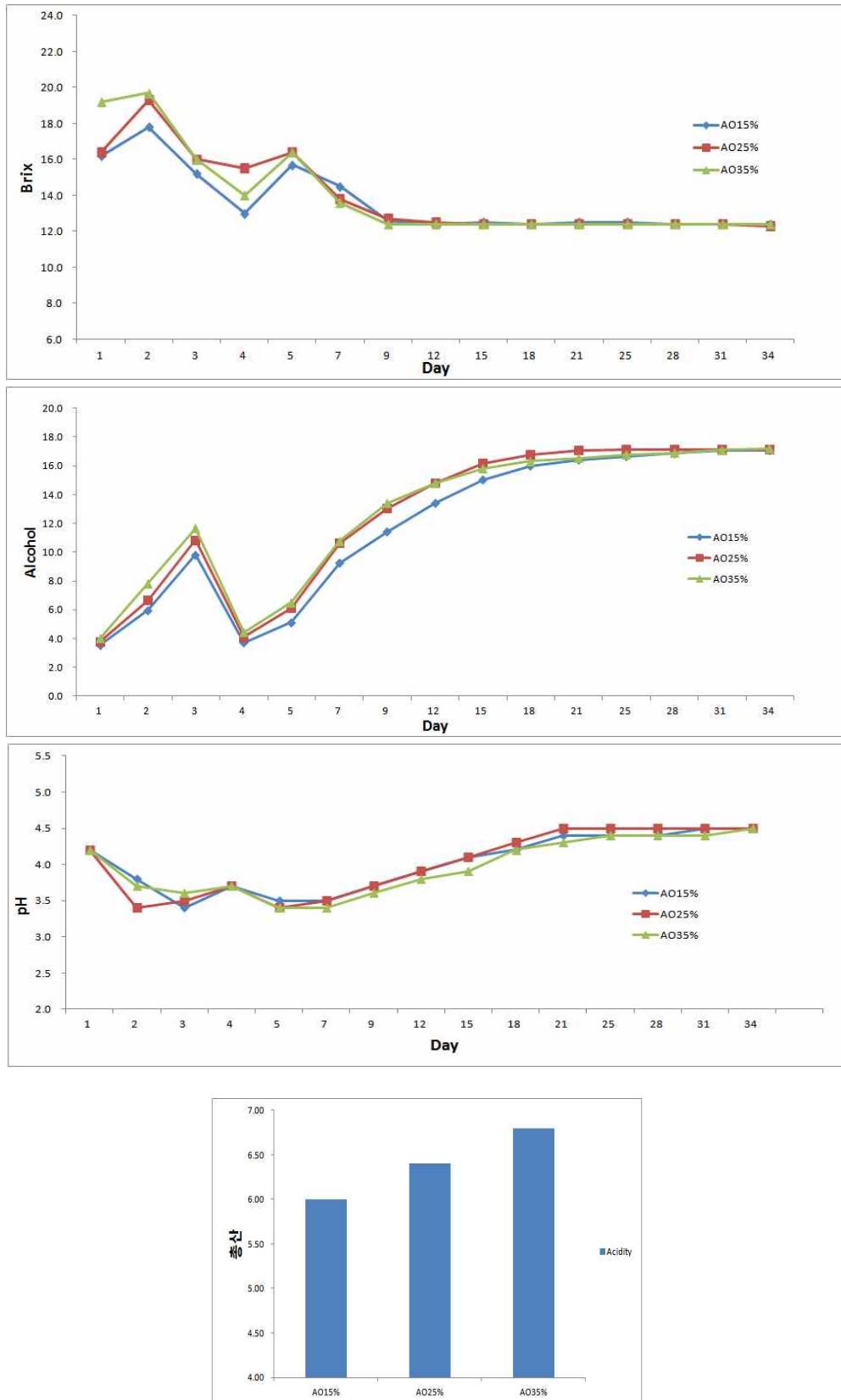
Aspergillus Oryzae 쌀누룩의 경우 총원료기준 25% 누룩 투입이 적합한 것으로 보이나 15% 누룩 사용시에도 발효가 정상적으로 일어난 것으로 보여 누룩투입비율을 20% 내외로 검토할 필요가 있다.

#### 나. 휘발성향기성분

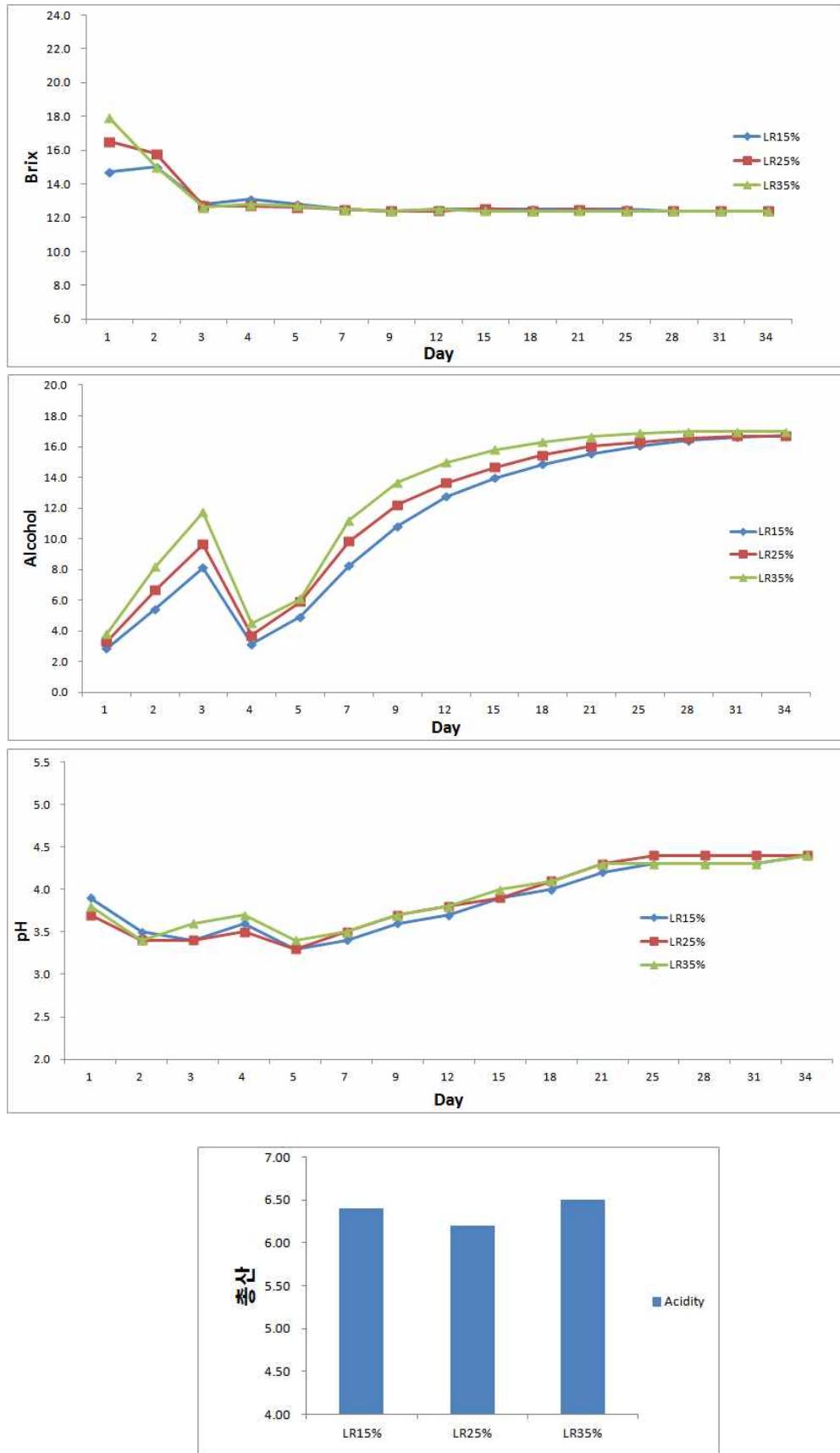
누룩투입비율에 따른 청주의 휘발성향기성분은 표 63과 같다. Aldehyde는 15% 누룩투입시 약 40mg/L으로 25%, 35% 누룩투입시의 50mg/L보다 낮게 나타났다. Aldehyde와 마찬가지로 ethyl acetate도 15% 누룩투입시 다소 낮게 생성된 것으로 나타났다. I-amyl alcohol은 아미노산인 leucine으로부터 생성되는 바나나향의 감미성 방향성분으로 탁약주나 맥주의 향미에 큰 영향이 주는 것으로 알려져 있으며, 고급알코올 중에서 317-344mg/L로 가장 많이 생성되었고 n-propanol과 i-butanol과 함께 누룩투입비율에 따른 큰 차이는 없었다.

#### 다. 유기산성분

누룩투입비율에 따른 청주의 유기산 함유량은 표 64와 같다. 총 유기산은 누룩비율 15% 투입시 1,962 mg/L, 25% 투입시 2,125 mg/L, 35% 투입시 2,235 mg/L로써 누룩투입비율이 높을수록 총유기산은 증가하였다. 누룩종류와 누룩투입비율에 상관없이 젖산과 구연산이 많이 생성되었다. AO누룩은 LR누룩에 비해 구연산, 주석산은 더 많이 사과산, 호박산 등이 더 적게 생성되었다. 또한 누룩투입이 높을수록 구연산과 주석산, 사과산이 증가하여 누룩투입비율이 유기산 조성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.



(그림 40) *Aspergillus Oryzae* 쌀누룩 투입비율을 달리한 청주 발효특성



(그림 41) *Lichtheimia ramosa* 쌀누룩 투입비율을 달리한 청주 발효특성

(표 63) 누룩 투입비율을 달리한 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	AO15	AO25	AO35	LR15	LR25	LR35
aldehyde	40.50	50.73	50.03	18.01	21.57	21.85
acetone	-	-	-	-	-	-
ethyl acetate	38.99	40.60	40.51	82.08	87.49	109.78
methanol	-	-	-	-	-	-
diacetyl	-	-	-	-	-	-
n-propanol	150.35	148.24	153.09	167.27	150.08	140.60
i-butanol	195.73	168.80	183.04	233.45	225.08	206.51
n-butanol	8.60	7.42	5.74	5.34	4.38	4.35
i-amyl alcohol	344.48	316.86	333.97	374.92	348.22	320.17

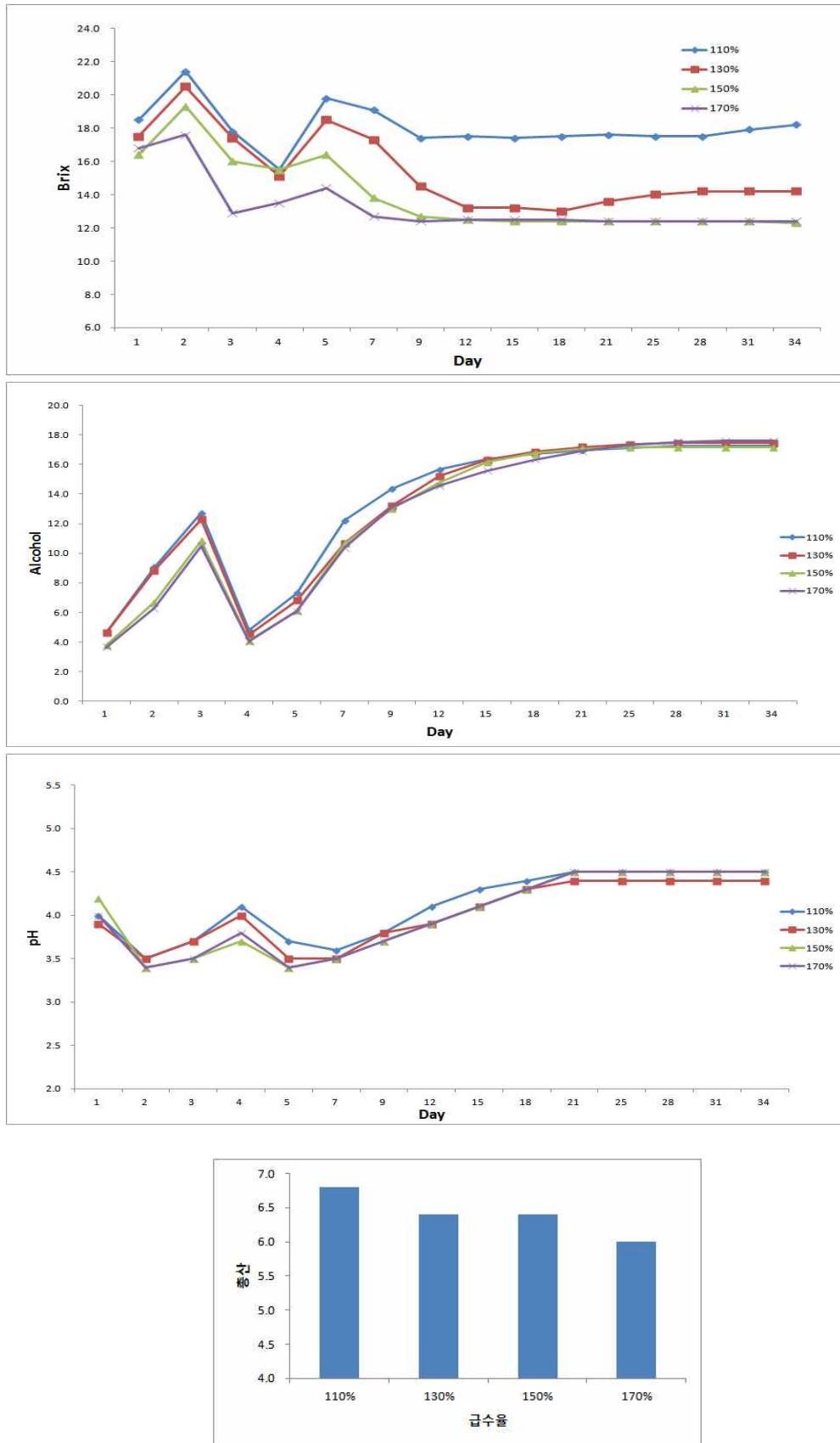
(표 64) 누룩 투입비율을 달리한 청주의 유기산 성분

유기산(mg/L)	AO15	AO25	AO35	LR15	LR25	LR35
구연산	464	588	660	215	249	228
주석산	51	68	152	-	19	23
사과산	246	253	266	371	385	416
호박산	212	179	144	464	579	543
젖산	633	625	607	962	1049	1105
초산	356	412	406	414	447	532

## 7. 술덧 담금 횟수 및 담금비율 최적화 연구

### 가. 양조용수비율을 달리한 청주 발효특성

1차 덧술과 2차 덧술후 pH는 3.4-3.7로 급격히 낮아졌는데 급수율이 낮을수록 술덧의 pH는 높게 나타났으며, 발효 후반으로 갈수록 완만히 높아져 최종 pH는 4.4-4.5로 유사하게 나타났다(그림 42). 발효완료 후 총산도는 110% 급수시 6.8, 170% 급수시 6.0으로 나타나 급수율이 높을수록 총산도가 낮게 나타났다(그림 42). 발효 중반까지의 술덧의 알코올 생성은 급수율이 낮을수록 많았다(그림 42). 이는 낮은 급수율에서 발효에 충분한 당이 더 빨리 생성되어 효모가 이용한 것으로 판단된다. 발효 종료후에는 17.1-17.6% (v/v)로 유사하게 나타나 실질적인 총알콜량은 급수율이 높을수록 많이 생성된 것으로 추정된다. 급수율이 제일 낮은 110% 시료 술덧은 발효초반부터 발효종료시까지 다른 시료에 비해 가용성고형분이 매우 높게 나타나 17Brix 이상을 유지하였는데 최종 알코올 함량도 높은 것으로 보아 알코올의 삼투압으로 인한 효모의 활성저하와 사멸로 원료전분의 불완전발효가 나타난 것으로 생각된다. 급수율 130%의 경우도 발효후반 Brix가 다소 증가하는 것으로 나타났고 150%와 170% 급수시에는 약 12Brix로 동일하여 발효가 충분히 일어난 것으로 보이며, 130%내외의 급수율로 발효주의 단맛을 조절할 수 있으리라 여겨진다.



(그림 42) 양조용수 투입비율을 달리한 청주 발효특성

#### 나. 휘발성 향기성분

양조용수비율에 따른 청주의 휘발성향기성분은 표 65와 같다. 저비점 휘발성 향기성분중 aldehyde는 130% 급수시 제일 적게 생성되었으며 110% 급수시 가장 많이 생성된 것으로 나타났다. Aldehyde와 마찬가지로 ethyl acetate도 130% 급수시 다소 낮게 생성된 것으로 나타났다. I-amyl alcohol과 i-butanol은 130% 급수시에 많이 생성되었고 n-propanol은 150% 급수시에 많이 생성되었는데 급수율과 고급알코올 생성과는 상관관계가 적은 것으로 판단된다.

(표 65) 양조용수 투입비율을 달리한 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	110%	130%	150%	170%
aldehyde	62.96	43.07	50.73	48.01
acetone	-	-	-	-
ethyl acetate	40.79	37.04	40.60	45.50
methanol	-	-	-	-
n-propanol	126.27	140.27	148.24	139.11
i-butanol	189.39	198.95	168.80	172.33
n-butanol	-	4.19	7.42	6.45
i-amyl alcohol	314.47	342.68	316.86	330.20

#### 다. 유기산 성분

양조용수비율에 따른 청주의 유기산 함유량은 표 66과 같다. 총 유기산은 급수율 110% 투입시 2,233 mg/L, 170% 투입시 1,998 mg/L로써 급수율이 높을수록 총유기산은 감소하였다. 급수율이 높을수록 구연산과 주석산은 적게 생성되었으며 호박산은 많이 생성되어 급수율도 유기산 조성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

(표 66) 양조용수 투입비율을 달리한 청주의 유기산 성분

유기산 (mg/L)	110%	130%	150%	170%
구연산	685	620	588	543
주석산	126	149	68	-
사과산	247	273	253	250
호박산	117	130	179	210
젖산	544	597	625	604
초산	514	370	412	391

## 8. 한국형 청주용 누룩곰팡이 발효제 최적 활용방법 개발

### 가. 발효제 종류에 따른 온도별 발효특성

#### (1) *Aspergillus Oryzae* 쌀누룩 발효특성

발효완료 후 pH는 4.5-4.6로 유사하게 나타났으며, 총산도는 10°C 발효에서 6.0, 15°C에서 6.2, 20°C에서 6.4로 나타나 저온발효에서 낮게 나타났다(그림 43). 발효 중반까지의 술덧의 알코올 생성은 10°C 저온발효시에 알코올 생성속도가 현저히 늦었다. 또한 발효 중반까지 발효온도가 낮을수록 가용성고형분(Brix)이 높게 나타났는데 이는 저온에서 효소의 촉매활성 저하보다 효모의 활성도 저하가 더 커기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 발효 종료후의 알코올농도가 10°C발효에서 18.1%(v/v), 15°C발효에서 17.4%(v/v), 20°C에서 17.1%(v/v)로 나타나 저온발효에서 더 지속적으로 길게 알코올발효가 일어나 최종알코올 농도가 높아짐을 알 수 있다.

#### (2) *Lichtheimia ramosa* 쌀누룩 발효특성

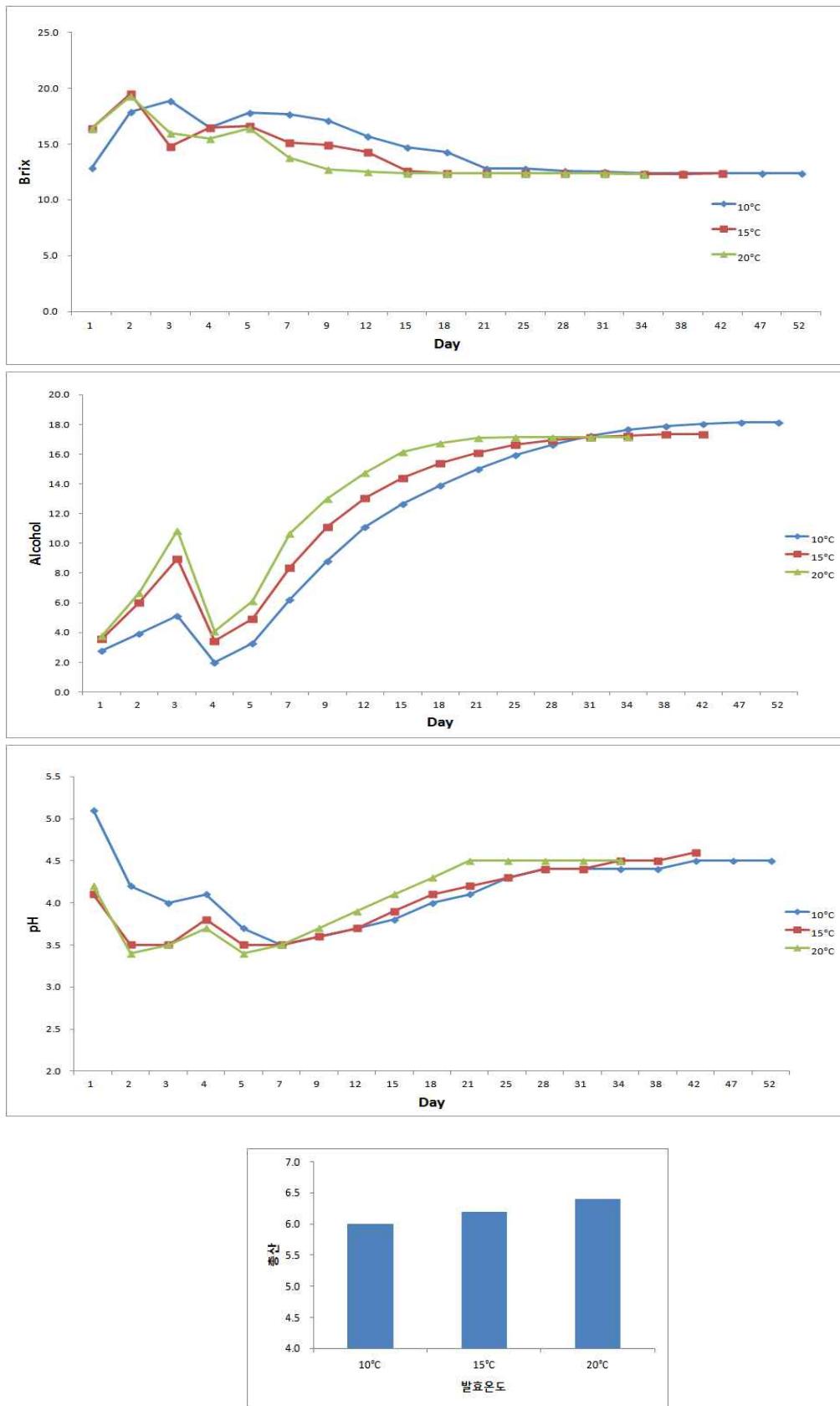
AO와 마찬가지로 발효 중반까지 10°C에서 보다 높게 Brix가 나타났지만 발효후반에 서서히 낮아졌다(그림 44). 20°C 상온에서 초기 발효속도가 빨랐고, 10°C 저온발효시 초기발효는 늦지만 지속적인 발효가 이루어졌으며 최종 알코올 함량은 약 16-17%로 AO발효제보다 다소 낮게 나타났다. 1차 덧술 과정에서 pH가 다소 다르게 나타났으나 2차 덧술 후 pH 3.4-3.5로 떨어진 다음 서서히 높게 나타나 최종 4.4-4.5로 되었으며, AO발효제와 마찬가지로 10°C에서 총산이 낮게 나타났다.

### 나. 휘발성 향기성분

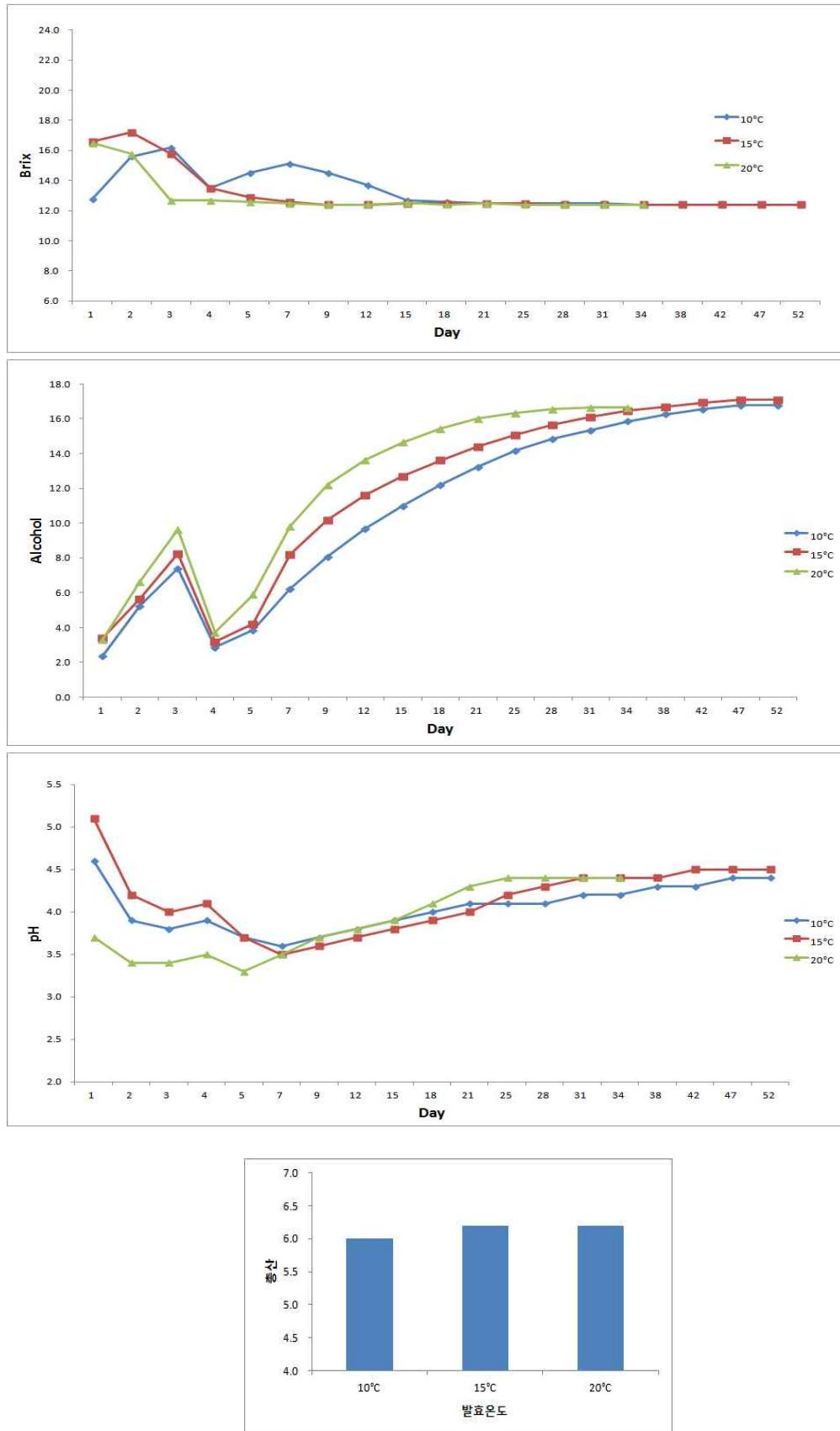
발효온도에 따른 청주의 휘발성향기성분은 표 67과 같다. *Aspergillus Oryzae* 쌀누룩의 경우 저비점 휘발성 향기성분중 aldehyde는 발효온도가 낮을수록 적게 나타났으며 ethyl acetate는 15°C 발효시 다소 높게 생성된 것으로 나타났다. I-amyl alcohol과 i-butanol은 저온에서 발효 할수록 적게 생성되었고 n-propanol도 10°C에서 가장 적게 생성된 것으로 나타났다.

### 다. 유기산 성분

발효온도에 따른 청주의 유기산 함유량은 표 68과 같다. *Aspergillus Oryzae* 쌀누룩의 경우, 총 유기산은 10°C 발효시 1,980mg/L, 15°C 발효시 2,104mg/L, 20°C 발효시 2,125mg/L으로 발효온도가 낮을수록 총유기산은 적게 생성되었다. 발효온도가 낮을수록 구연산, 사과산, 젤산은 적게 생성되었으며 호박산과 초산은 많이 생성되어 발효온도가 유기산 조성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.



(그림 43) *Aspergillus Oryzae* 쌀누룩 청주 온도별 발효특성

(그림 44) *Lichtheimia ramosa* 쌀누룩 청주 온도별 발효특성

(표 67) 발효온도를 달리한 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	AO10°C	AO15°C	AO20°C	LR10°C	LR15°C	LR20°C
aldehyde	31.4	44.1	50.73	61.95	20.51	21.57
acetone	-	-	-	-	-	-
ethyl acetate	55.94	59.22	40.6	110.82	103.99	87.49
methanol	-	-	-	-	-	-
n-propanol	114.58	148.14	148.24	108.78	144.73	150.08
i-butanol	94.73	140.71	168.8	115.45	189.85	225.08
n-butanol	7.69	10.74	7.42	4.75	9.67	4.38
i-amyl alcohol	235.32	283.21	316.86	247.68	314.41	348.22

(표 68) 발효온도를 달리한 청주의 유기산 성분

유기산 (mg/L)	AO10°C	AO15°C	AO20°C	LR10°C	LR15°C	LR20°C
구연산	469	555	588	154	194	249
주석산	-	-	68	48	26	19
사과산	230	246	253	253	407	385
호박산	310	210	179	412	667	579
젖산	477	616	625	596	1076	1049
초산	494	477	412	531	478	447

## 9. 한국형 청주용 효모 활용 밑술 담금방법 최적화

### 가. 발효온도별 밑술의 발효 특성

쌀누룩 술덧 담금의 발효기간 동안 온도에 따른 효모별 pH와 총산의 변화는 표와 같다. 발효온도가 높을수록 가장 낮은 pH에 도달하는 시간은 짧았으며, 더 낮은 pH값을 보였다(표 69).

총산은 발효기간이 길수록 유의적으로 증가하였으며, 발효온도가 높을수록 총산 값도 높게 나타났다(표 69).

쌀누룩으로 담금 한 밑술 술덧의 발효기간 동안 온도에 따른 알코올 함량과 효모균수의 변화는 그림 45와 같다. 담금 날짜별 생성되는 알코올 함량은 산도, pH, 및 효모균수의 변화와 유사한 경향을 보였는데, 효모균수가 급격하게 증가하는 구간에서 알코올의 함량의 증가폭과 pH의 감소폭이 크게 나타나 효모나 젖산균 등의 미생물 작용으로 다양한 유기산과 알코올이 생성이 되므로 pH가 낮아지고, 총산이 증가하는 것으로 볼 수 있다.

발효 10일 후 알코올 함량은 y190효모 시험구가 알코올 생성속도와 생성량이 유의적으로 높았으며, y190효모 시험구가 모든 온도구간에서 알코올 생성속도와 생성량이 유의적으로 높았다.

효모균수는 15~25°C에서 y190효모는 7.6~8.4 log cell/mL, y263 효모는 7.5~8.3 log cell/mL, y270 효모는 7.5~8.3 log cell/mL로 증가하여 비슷한 증가폭을 보였으며, 30°C에서는 발효초기부터 빠르게 증가하여 8.1~8.3 cell/mL을 보였고 발효 10일째까지 비슷한 효모균수를 유지하였다.

휘발성 향기성분 중 i-amyl alcohol은 30°C(y190 효모)에서 277.7 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 30°C(y263 효모)에서 189.7 ppm으로 가장 낮은 값을 나타내었으나 온도와 효모에 따라 특징적인 경향은 보이지 않았다. i-butanol은 온도가 증가할수록 높은 값을 나타내었으며, 같은 온도에서는 15°C y270 효모 시험구를 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향기성분인 ethyl acetate는 온도와 효모에 따른 특징적인 경향은 보이지 않았으며, 30°C y263 효모 시험구를 제외하고는 y260 효모가 다른 효모에 비해 높은 값을 나타내었다(표 70).

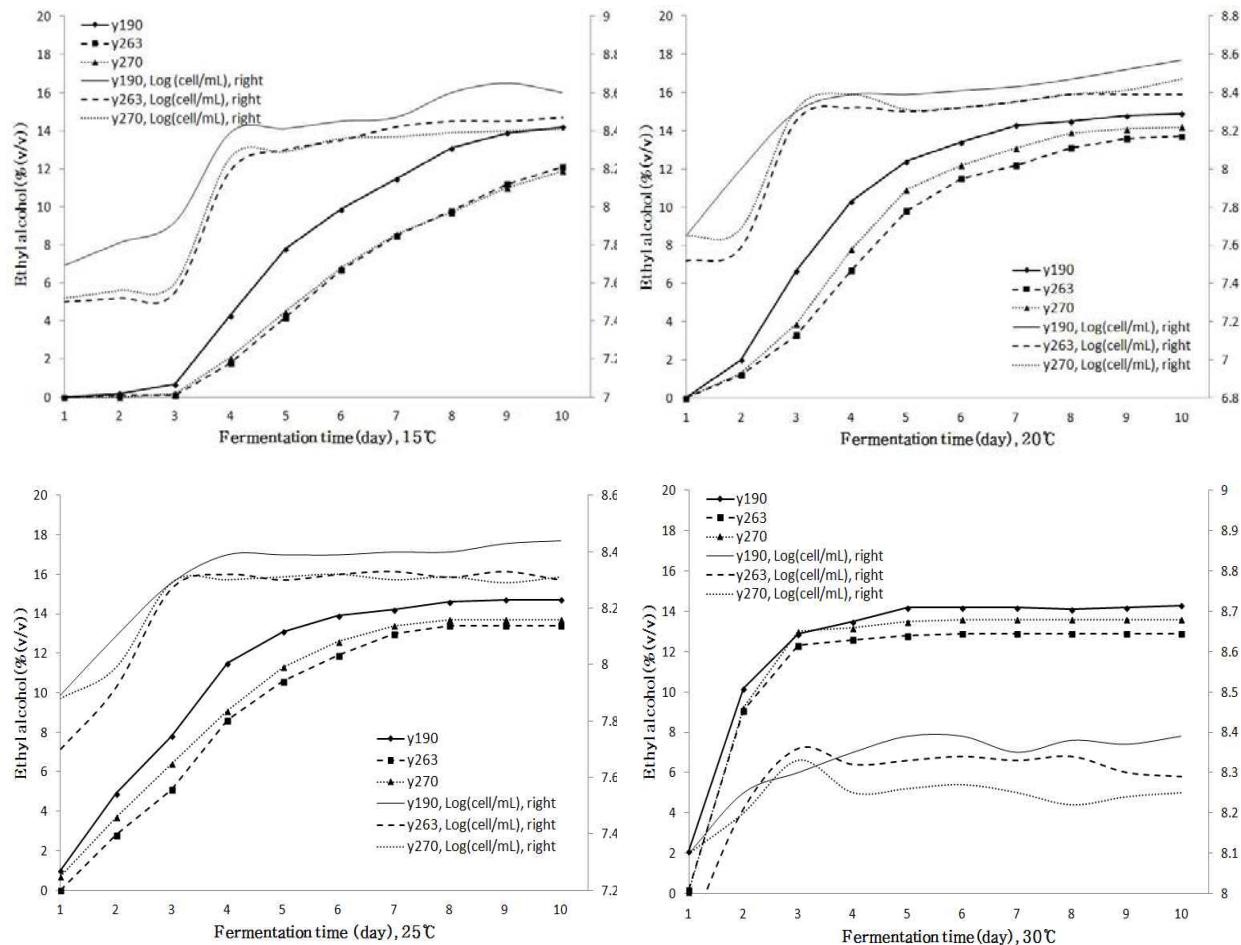
(표 69) 발효온도를 달리한 밑술 술덧의 pH 및 총산

Day	15°C			20°C		
	y190	y263	y270	y190	y263	y270
1	5.52 <sup>1)</sup> (0.125) <sup>2)</sup>	5.51 (0.122)	5.52 (0.120)	5.51 (0.138)	5.43 (0.144)	5.32 (0.144)
	4.88 (0.257)	5.13 (0.232)	5.10 (0.251)	3.73 (0.365)	4.05 (0.312)	3.98 (0.309)
5	3.93 (0.375)	3.90 (0.343)	3.97 (0.354)	3.67 (0.384)	3.64 (0.377)	3.64 (0.379)
	3.85 (0.391)	3.75 (0.371)	3.75 (0.372)	3.85 (0.425)	3.88 (0.428)	3.84 (0.425)
9	3.89 (0.421)	3.78 (0.393)	3.79 (0.405)	4.08 (0.442)	4.03 (0.441)	4.07 (0.439)

Day	25°C			30°C		
	y190	y263	y270	y190	y263	y270
1	5.34 (0.197)	5.38 (0.185)	5.36 (0.189)	4.92 (0.246)	4.88 (0.237)	4.90 (0.240)
	3.59 (0.328)	3.55 (0.310)	3.61 (0.319)	3.91 (0.395)	3.86 (0.396)	3.88 (0.391)
5	3.78 (0.391)	3.88 (0.384)	3.81 (0.393)	4.05 (0.408)	4.15 (0.402)	4.05 (0.407)
	3.94 (0.435)	4.11 (0.428)	4.08 (0.434)	4.15 (0.437)	4.25 (0.440)	4.18 (0.426)
9	4.19 (0.468)	4.23 (0.447)	4.18 (0.456)	4.20 (0.486)	4.30 (0.471)	4.23 (0.461)

1) pH

2) total acid (acetic acid, %)



(그림 45) 발효온도를 달리한 발효 술덧의 알코올생성량 및 효모 총균수 변화

(표 70) 발효온도를 달리한 맥술 술덧의 휘발성 향기성분

Temp.	Yeast	Volatile compounds (mg/L)				
		aldehyde	n-propanol	i-butanol	i-amyl alcohol	ethyl acetate
15°C	y190	14.4±0.3	73.7±0.3	158.2±0.3	244.5±0.5	40.7±0.2
	y263	31.5±0.2	158.4±0.4	159.2±0.5	216.6±0.4	68.7±0.3
	y270	21.9±0.2	77.0±0.2	179.6±0.4	263.4±0.7	36.9±0.1
20°C	y190	21.4±0.2	78.1±0.3	182.1±0.4	267.2±0.4	37.1±0.1
	y263	17.4±0.3	204.7±0.5	180.2±0.3	222.4±0.3	58.9±0.1
	y270	14.9±0.1	165.7±0.4	187.3±0.6	238.3±0.5	57.8±0.2
25°C	y190	21.6±0.1	75.0±0.2	188.4±0.3	270.7±0.5	29.7±0.3
	y263	53.2±0.3	180.9±0.4	189.3±0.5	210.8±0.2	46.2±0.1
	y270	37.8±0.4	149.4±0.5	191.3±0.6	216.4±0.3	38.4±0.3
30°C	y190	21.9±0.2	75.8±0.2	195.7±0.5	277.7±0.4	23.7±0.2
	y263	66.0±0.1	143.1±0.3	197.4±0.4	189.7±0.3	25.7±0.1
	y270	49.6±0.1	120.6±0.5	195.2±0.5	195.9±0.5	30.0±0.1

#### 나. 가수량별 밀술의 발효 특성

pH는 가수량이 증가할수록 더 낮은 pH값을 보였으나 효모종류에 따른 유의적인 차이는 없었다. 가수량이 증가할수록 총산은 감소하였으나 효모종류에 따른 유의적인 차이는 없었다. 또한 가수량이 증가함에 따라 총산의 감소에도 불구하고 pH가 낮아졌는데 이는 가수량이 증가함에 따라 아미노산도가 낮아지면서 영향을 주었을 것으로 보여진다(표 71).

담금 날짜별 생성되는 알코올 함량은 산도, pH, 및 효모균수의 변화와 유사한 경향을 보였는데, 효모균수가 급격하게 증가하는 구간에서 알코올의 함량의 증가폭과 pH의 감소폭이 크게 나타나 효모나 젖산균 등의 미생물 작용으로 다양한 유기산과 알코올이 생성이 되므로 pH가 낮아지고, 총산이 증가하는 것으로 볼 수 있다. y190효모 시험구가 모든 가수량별 구간에서 알코올 생성속도와 생성량이 유의적으로 높았다(그림 46).

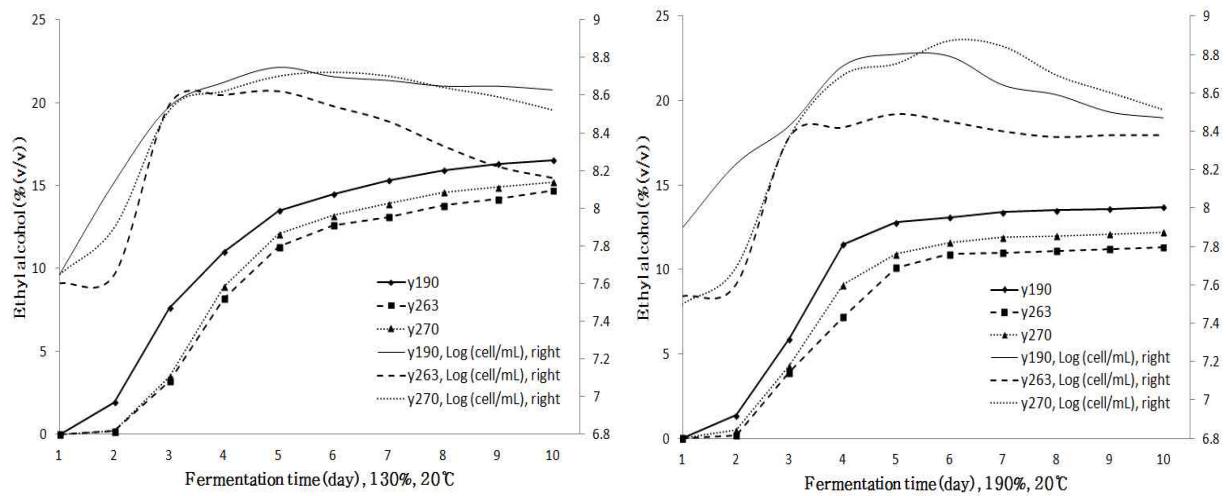
효모는 130% 가수량에서 3일째 y190, y263, y270 효모 모두 8.5 log cell/mL로 증가하였다. 160% 가수량, 190% 가수량 모두에서 3일째 8.2-8.3 log cell/mL로 증가하였다(그림 46).

(표 71) 가수량을 달리한 밀술 술덧의 pH 및 총산

Day	130%			160%			190%		
	y190	y263	y270	y190	y263	y270	y190	y263	y270
1	5.31 <sup>1)</sup> (0.192) <sup>2)</sup>	5.29 (0.188)	5.29 (0.189)	5.51 (0.138)	5.43 (0.144)	5.32 (0.144)	5.37 (0.126)	5.35 (0.125)	5.33 (0.119)
	3.75 (0.432)	3.94 (0.423)	3.88 (0.428)	3.73 (0.365)	4.05 (0.312)	3.98 (0.309)	3.64 (0.348)	3.77 (0.306)	3.69 (0.322)
3	3.83 (0.442)	3.75 (0.433)	3.81 (0.438)	3.67 (0.384)	3.64 (0.377)	3.64 (0.379)	3.59 (0.378)	3.55 (0.367)	3.57 (0.361)
	3.93 (0.446)	3.86 (0.441)	3.91 (0.445)	3.85 (0.425)	3.88 (0.428)	3.84 (0.425)	3.75 (0.413)	3.65 (0.402)	3.69 (0.399)
5	4.12 (0.468)	4.09 (0.453)	4.08 (0.459)	4.08 (0.442)	4.03 (0.441)	4.07 (0.439)	3.99 (0.426)	3.89 (0.425)	3.88 (0.428)

1) pH

2) total acid (acetic acid, %)



(그림 46) 가수량을 달리한 발효 술덧의 알코올생성 및 효모 총균수 변화

#### 다. 공기 공급량별 밑술의 발효 특성

pH는 담금 3-5일 째 가장 낮은 값을 보이다가 점차 증가하였고 공기 공급량이 많을수록 pH는 더 낮은 경향을 보였으나 효모 종류에 따라서는 큰 차이는 보이지 않았다(표 72).

총산은 발효기간이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 공기 공급량이 많을수록 높은 값을 나타내었다(표 72).

담금 날짜별 생성되는 알코올 함량은 효모균수가 증가하는 구간에서 알코올의 함량의 증가폭과 pH의 감소폭이 크게 나타나 pH 및 효모균수의 변화와 유사한 경향을 보였다. 발효 10일 후 알코올 함량은 y190효모 시험구가 알코올 생성속도와 생성량이 높았으며, 공기 공급량에 상관없이 y190효모 시험구가 알코올 생성속도와 생성량이 유의적으로 높았다. 또한 공기 공급량이 증가할수록 생성되는 알코올양이 급격하게 감소하였는데 이는 효모의 증식에 탄소원이 소비되고 공기 공급에 따라 알코올의 휘발량도 증가하였다(그림 47).

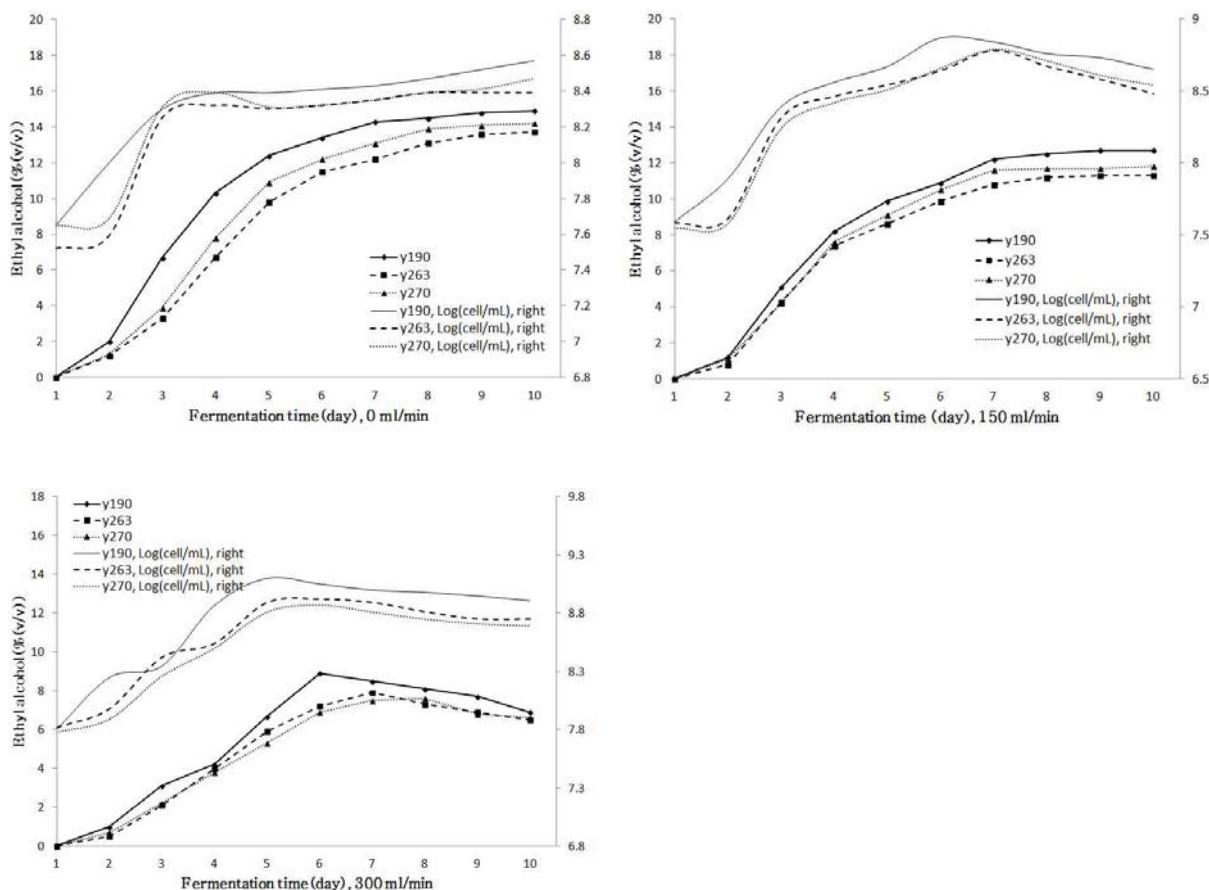
효모개체수는 공기 공급량이 0 ml/min에서는 발효 3-4일째 8.3 log cell/mL로 최대값에 이르렀고, 공기 공급량이 150 ml/min에서는 발효기간이 증가할수록 개체수도 같이 증가하여 발효 6-7일째 8.8-8.9 log cell/mL로 최대값을 보였다. 공기 공급량이 300 ml/min에서는 발효 5-6일째 효모개체수가 8.9-9.1 log cell/mL로 최대값을 보여, 산소공급량이 증가할수록 효모 개체수는 증가하였다(그림 47).

(표 72) 공기 공급량을 달리한 발효 술덧의 pH 및 총산

Day	0 ml/min			150 ml/min			300 ml/min		
	y190	y263	y270	y190	y263	y270	y190	y263	y270
1	5.51 <sup>1)</sup> (0.138) <sup>2)</sup>	5.43 (0.144)	5.32 (0.144)	5.31 (0.174)	5.33 (0.126)	5.32 (0.154)	5.41 (0.116)	5.23 (0.121)	5.33 (0.129)
3	3.73 (0.365)	4.05 (0.312)	3.98 (0.309)	3.71 (0.335)	3.77 (0.346)	3.98 (0.323)	3.75 (0.405)	3.68 (0.349)	3.69 (0.345)
5	3.67 (0.384)	3.64 (0.377)	3.64 (0.379)	3.75 (0.495)	3.72 (0.412)	3.64 (0.419)	3.72 (0.513)	3.80 (0.463)	3.57 (0.461)
7	3.85 (0.425)	3.88 (0.428)	3.84 (0.425)	3.89 (0.582)	3.95 (0.532)	3.84 (0.554)	3.89 (0.599)	3.94 (0.558)	3.69 (0.568)
9	4.08 (0.442)	4.03 (0.441)	4.07 (0.439)	4.01 (0.599)	4.08 (0.564)	4.07 (0.587)	3.95 (0.614)	4.05 (0.602)	3.88 (0.599)

1) pH

2) total acid (acetic acid, %)



(그림 42) 공기 공급량을 달리한 발효 술덧의 알코올생성 및 효모 총균수 변화

## 10. 한국형 양조미에 적합한 청주 양조공정 정립

### 가. 양조미의 도정도를 달리한 청주 발효특성

도정도가 높은 양조미일수록 발효전반에 Brix가 더 높게 나타남. 10%도정미가 제일 낮은 Brix를 나타냈고 알코올함량도 높아 알코올 발효가 좀더 활발히 진행되어 나타난 현상으로 보인다. 이는 10% 도정미에 많은 단백질과 무기성분의 함유로 효모활성에 도움을 주었기 때문이라 여겨진다. 즉 10%도정미의 경우 발효속도가 현저히 빠르고 최종 알코올 함량도 19.6%로 제일 높았다. 30~40%도정미의 경우 최종 알코올함량은 약 18%로 유사한 패턴을 보였다. pH는 10%도정미 사용시 현저히 높았으며, 20%,30%도정미는 유사한 패턴을 보이고, 40%도정미는 발효초기와 중반까지 다소 낮게 나타났다. 총산은 30%,40%도정미가 다소 높게 나타났다(그림 43).

휘발성 향기성분 중 aldehyde는 40% 도정미 사용시 가장 적게 나타났고 ethyl acetate는 30% 도정미 사용시 가장 적게 나타났다. 또한 n-propanol, i-butanol, i-amyl alcohol 모두 도정도가 높을수록 적게 생성되는 것으로 나타나 유기산과 마찬가지로 20% 이상의 도정효과가 컸으며 30%와 40%도정미의 차이는 미비하였다(표 73).

총 유기산은 10℃도정미 사용시 2,579mg/L, 20℃도정미 사용시 2,144mg/L, 30℃도정미 사용시 2,050mg/L, 40% 도정미 사용시 2,091mg/L로 나타나 원료쌀의 도정도가 높을수록 적게 생성되는 것으로 나타났다. 특히 10% 도정미 사용시 구연산, 호박산, 젖산이 많이 생성된 것에 비해 20%-40% 도정미의 경우는 현저히 적게 생성되었고 도정율에 따른 유의미한 차이가 나타나지 않아 20% 이상의 도정은 유기산조성에 큰 영향을 미치지만 그 이상의 도정율 증가에 따른 영향은 미비한 것으로 나타났다(표 74).

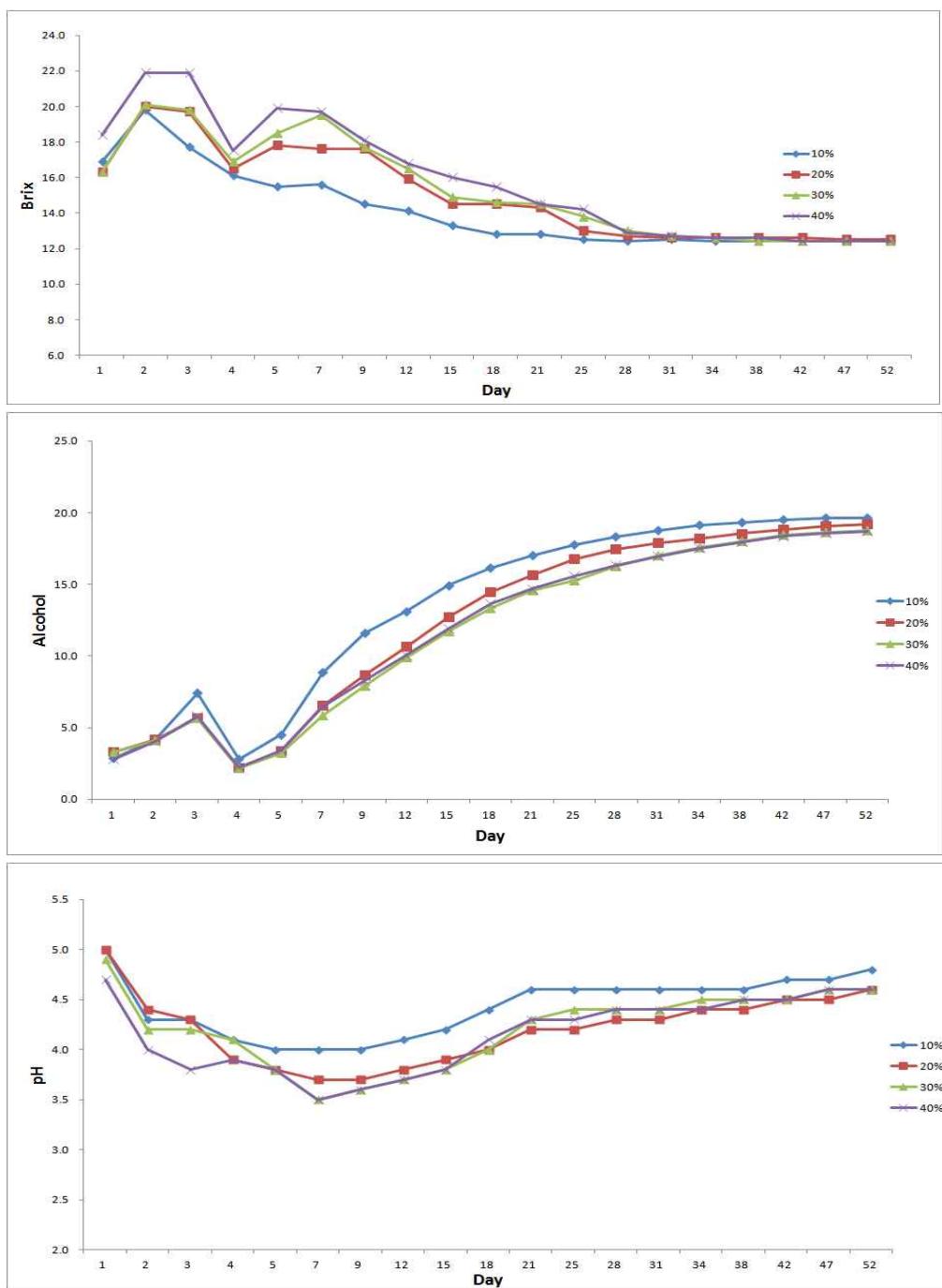
도정도 20%, 30%, 40% 양조미 사용시 10%도정미 사용시보다 발효패턴이 현저히 달랐으며 30% 도정미의 경우 40%와 비교적 유사한 형태를 보였다. 10%도정미보다 20%또는 30%도정미의 사용이 한국형 청주제조에 적합할 것으로 여겨진다.

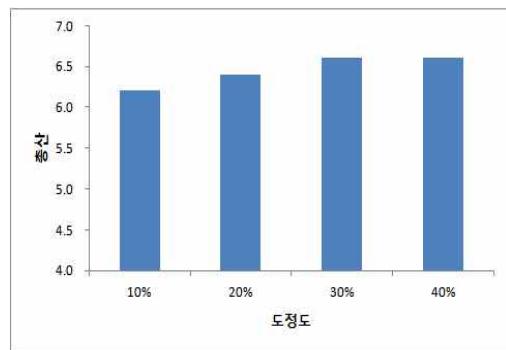
(표 73) 도정도를 달리한 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	도정도			
	10%	20%	30%	40%
aldehyde	29.27	35.48	32.19	17.11
acetone	-	-	-	-
ethyl acetate	61.38	66.46	49.23	52.94
methanol	-	-	-	-
n-propanol	155.42	123.87	117.95	110.65
i-butanol	119.49	109.73	84.09	80.67
n-butanol	10.59	6.58	7.37	7.27
i-amyl alcohol	297.3	251.41	205.01	194.32

(표 74) 도정도를 달리한 청주의 유기산 성분

유기산 (mg/L)	도정도			
	10%	20%	30%	40%
구연산	798	552	523	533
주석산	-	-	-	-
사과산	249	227	244	237
호박산	700	344	320	301
젖산	670	499	472	491
초산	162	522	491	529





(그림 43) 양조미 도정도를 달리한 청주 발효특성

#### 나. 최적 발효조건에 따라 급수율을 달리한 청주 발효특성

급수율이 높을수록 가용성고형분(Brix)이 낮게 나타났으며, 급수율 130%와 150%사이에서는 알코올 발효패턴이 유사하게 나타났다. 발효초반에는 높은 급수율이 pH가 낮았고, 발효후반에는 낮은 급수율이 pH가 낮았으며, 총산은 유사하게 나타났다. 단맛의 조절과 원활한 발효를 위해 급수율 130%나 140%가 청주제조에 적합할 것으로 여겨진다(그림 44).

급수율 130% 청주의 휘발성 향기성분 조성은 급수율 140%와 급수율 150%의 향기성분 조성이 유사한 것에 비해 유의적인 차이가 있었으며, 전반적으로 높게 나타났다. 급수율 130%와 급수율 140% 구간 사이에서 향기성분의 유의미한 변화가 있는 것으로 여겨진다(표 75).

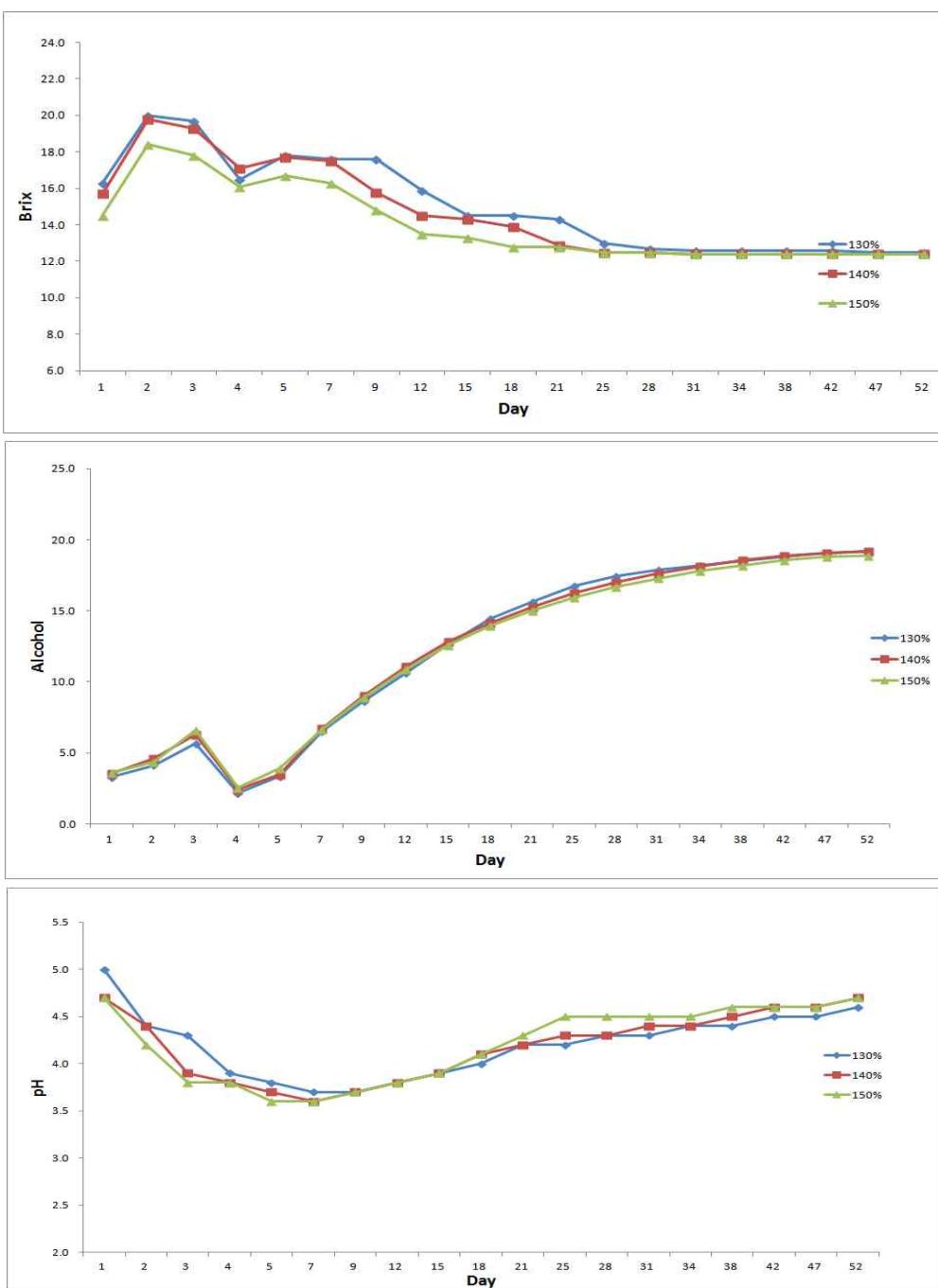
급수율 130%와 급수율 140% 청주의 유기산 조성은 유사하였으며 급수율 150%는 약간 다르게 나타났다(표 76).

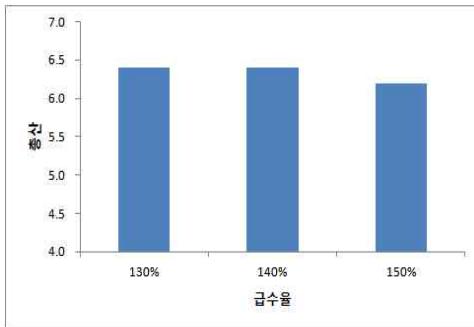
(표 75) 급수율을 달리한 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	급수율		
	130%	140%	150%
aldehyde	35.48	15.03	14.2
acetone	-	-	-
ethyl acetate	66.46	54.18	54.81
methanol	-	-	-
n-propanol	123.9	115.1	124.6
i-butanol	109.7	102.9	107.1
n-butanol	6.58	7.2	9.26
i-amyl alcohol	251.4	236.9	246.9
n-amyl alcohol	-	-	-

(표 76) 급수율을 달리한 유기산 성분

유기산(mg/L)	급수율		
	130%	140%	150%
구연산	552	551	510
주석산	-	-	-
사과산	227	210	211
호박산	344	330	523
젖산	499	506	546
초산	522	560	415





(그림 44) 급수율을 달리 한 청주 발효특성

#### 다. 한국형 양조미에 적합한 청주 양조공정

##### (1) 원료쌀의 가공

낱알이 크며 단백질과 지질성분이 적고 심백이 발달하여 주조용에 적합한 원료미 선택한다. 원료쌀의 도정은 현미 기준 20~30%를 도정한다(도정율 70~80%). 도정이 끝난 쌀은 도정 과정의 마찰로 인해 건조하고 수분에 취약하므로 주조용으로 바로 투입하지 않고 서늘한 창고에서 일정기간 보관후 사용한다.

##### (2) 발효제

쌀누룩(입국)은 우리누룩에서 분리한 곰팡이(*Aspergillus Oryzae* 83-10)를 접종한 황국을 사용하였으며 향후 지속적으로 개발할 필요가 있다. 효모는 우리누룩에서 분리한 *Saccharomyces cerevisiae* Y270을 사용하였으며 역시 향후 지속적으로 개발할 필요가 있다.

##### (3) 원료쌀의 전처리

쌀의 침지시간은 침지수온에 따라 달라지며 20~25°C 수온하에서 20% 도정미는 1~2시간, 30% 도정미는 1시간 내외면 적합하다. 증자시간은 20% 도정미는 약 30분, 30% 도정미는 약 20분이면 적합하다.

##### (4) 밀술 제조

밀술(주모)을 위해 총원료의 6~8%를 사용하며, 밀술 제조시 양조용수는 밀술원료의 140~160%를 사용한다. 발효온도는 약 20~25°C 유지하며 30°C를 넘지 않도록 하고 약 3~4일간 발효시킨다.

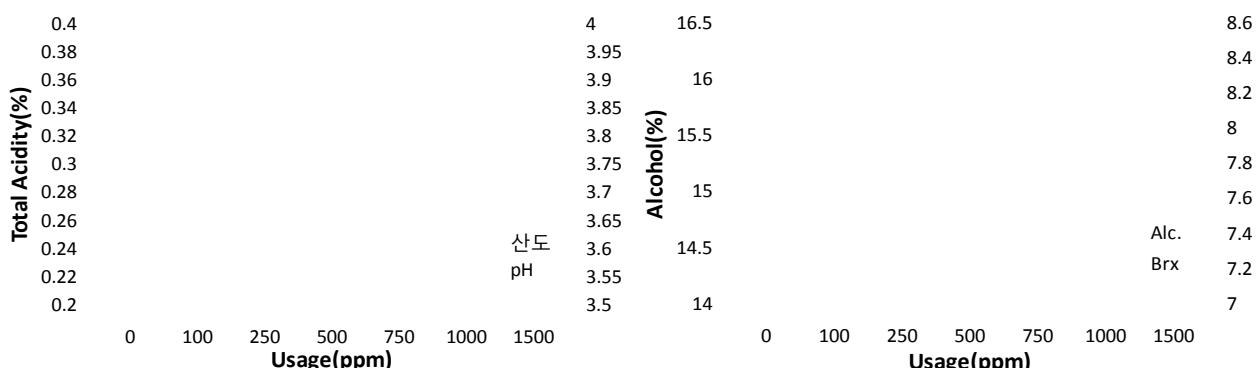
##### (5) 술덧 담금

담금횟수는 기본적으로 2단담금을 하며, 안전한 발효와 주질개선을 위해 3단담금도 고려할 필요가 있다. 1단 담금, 2단 담금후 발효온도는 약 10~15°C 내외를 유지한다. 양조용수는 담금 완료까지 총원료의 130~140%를 사용한다.

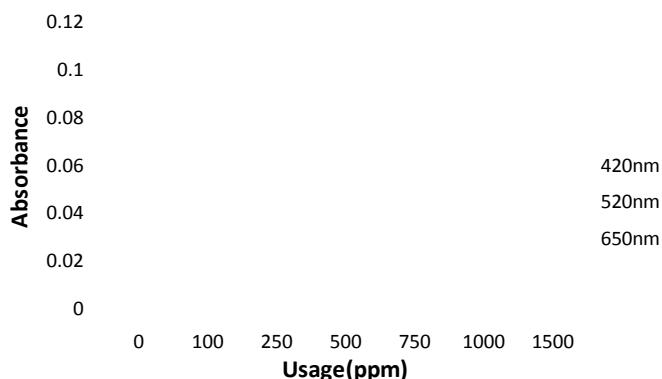
## 11. 한국형 청주에 적합한 청정제 처리기술 개발

### 가. 벤토나이트 청정효과

벤토나이트를 많이 사용할수록 총산은 약간 감소하였으며 pH는 약간 높아졌고, 알코올 함량은 약간 감소하였으나 당도의 변화는 없었다(그림 45). 벤토나이트 100ppm의 사용에도 청정효과가 크게 나타났으며 사용량이 많을수록 흡광도 수치가 낮게 나타나 청정효과가 커지는 것으로 나타났다(그림 46). 휘발성 향기성분은 fusel oil이 처음에는 증가하였다가 벤토나이트를 많이 사용할수록 점차 감소하여 1000ppm 사용시 최저가 되는 것으로 나타났다. Acetaldehyde 와 ethyl acetate는 벤토나이트 사용량에 따른 변화는 없었다(표 77). 벤토나이트의 사용은 원주에 500-1000ppm 사용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.



(그림 44) 벤토나이트 사용량에 따른 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화



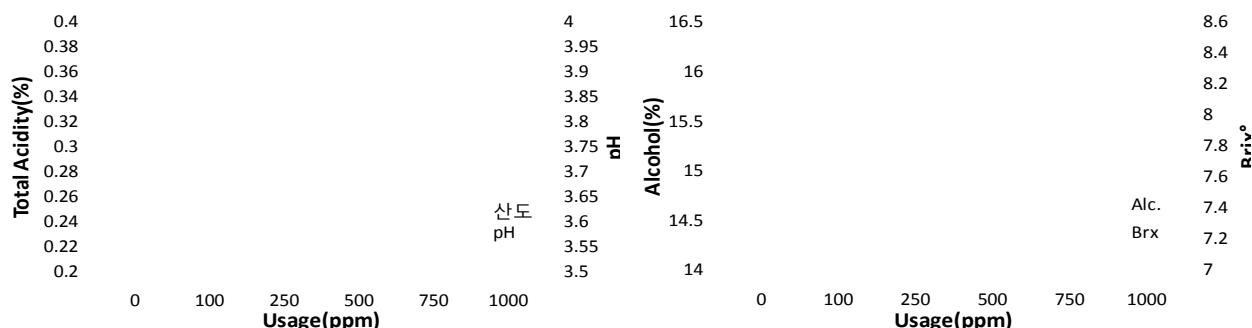
(그림 45) 벤토나이트 사용량에 따른 청주의 흡광도

(표 77) 벤토나이트 사용량에 따른 청주의 휘발성 향기 성분

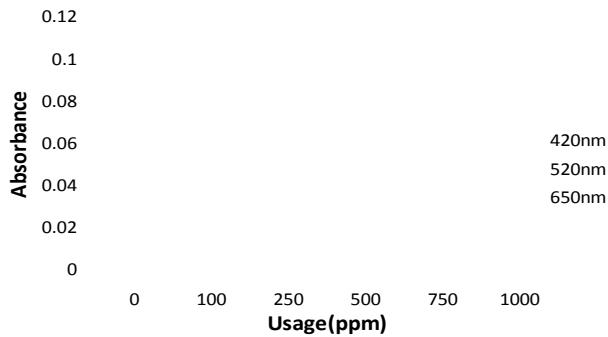
Volatile compounds (mg/L)	Bentonite Usage						
	0ppm	100ppm	250ppm	500ppm	750ppm	1000ppm	1500ppm
Acetaldehyde	42.02	41.34	40.27	41.11	42.92	40.85	42.18
Acetone	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	36.57	37.99	36.82	37.24	36.74	34.43	36.85
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	181.21	186.40	184.15	184.15	177.79	171.60	178.49
<i>i</i> -Butanol	308.86	316.01	311.98	311.78	307.24	303.74	307.39
<i>n</i> -Butanol	5.47	5.64	5.49	5.66	5.54	5.51	5.52
<i>i</i> -Amyl alcohol	281.66	288.81	285.37	284.43	284.87	278.16	281.28
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	777.20	796.86	786.99	786.02	775.44	759.01	772.68

## 나. 카제인 청정효과

카제인을 많이 사용할수록 총산은 약간 감소하였으며 pH는 약간 높아졌고, 알코올 함량은 약간 감소하였으나 당도는 카제인 사용후 약간 감소한 후 변화는 없었다(그림 46). 카제인 500ppm 사용까지 흡광도 수치가 많이 낮아져 청정효과가 컸으며 이후 서서히 낮아진 것으로 나타났다(그림 47). 카제인을 많이 사용할수록 acetaldehyde가 소량 증가하는 것으로 나타났고 fusel oil은 500ppm 까지 점차 감소하다 750ppm 이상 사용시 증가하는 것으로 나타났다(표 78). 카제인 최적 사용량은 원주에 500-750ppm 사용하는 것이 적합하다 판단된다.



(그림 46) 카제인 사용량에 따른 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화



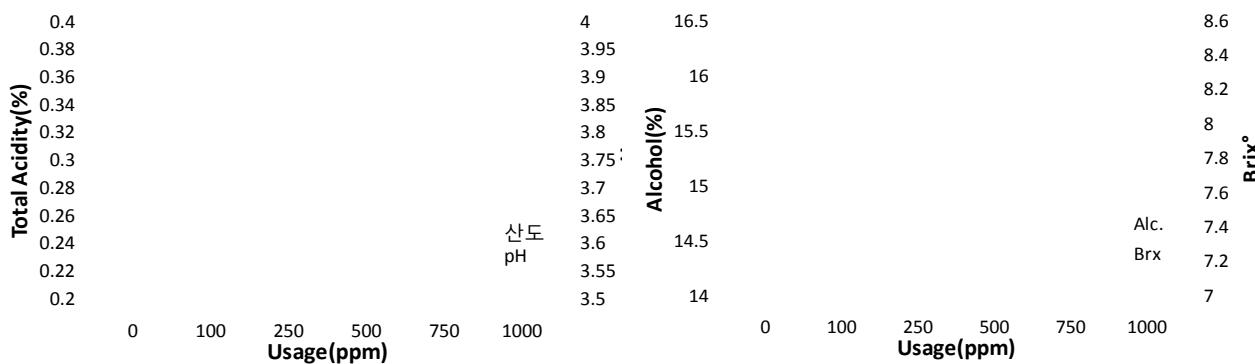
(그림 47) 카제인 사용량에 따른 청주의 흡광도

(표 78) 카제인 사용량에 따른 청주의 휘발성 향기성분

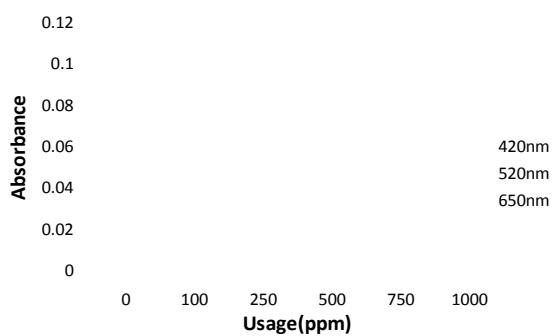
Volatile compounds (mg/L)	Casein Usage					
	0ppm	100ppm	250ppm	500ppm	750ppm	1000ppm
Acetaldehyde	42.02	42.16	48.69	49.42	51.70	52.60
Acetone	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	36.57	35.72	37.83	34.99	36.29	36.15
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	181.21	181.15	185.99	176.83	180.22	180.25
<i>i</i> -Butanol	308.86	308.17	315.38	299.40	306.06	306.26
<i>n</i> -Butanol	5.47	5.47	5.54	5.35	5.42	5.52
<i>i</i> -Amyl alcohol	281.66	281.27	288.47	273.34	279.27	279.85
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	777.20	776.06	795.38	754.92	770.97	771.88

#### 다. PVPP 청정효과

PVPP를 많이 사용할수록 총산은 약간 감소하였으며 pH는 약간 높아졌고, 알코올 함량은 약간 감소하였으나 당도는 PVPP 사용후 약간 감소한 후 변화는 없었다(그림 48). PVPP 100ppm 사용후 흡광도 수치가 약간 낮아졌으나 250ppm 이상 투입하여도 더 이상의 수치변화는 없는 것으로 나타나 PVPP에 의한 청주의 청정효과는 미비한 것으로 나타났다(그림 49). PVPP 사용량에 따른 휘발성 향기성분 변화는 acetaldehyde만 증가하는 것으로 나타났고 ethyl acetate와 fusel oil의 변화는 거의 없는 것으로 나타나(표 79) PVPP에 의한 청주의 청정효과는 없는 것으로 나타났다.



(그림 48) PVPP 사용량에 따른 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화



(그림 49) PVPP 사용량에 따른 청주의 흡광도

(표 79) PVPP 사용량에 따른 청주의 휘발성 향기 성분

Volatile compounds (mg/L)	PVPP Usage					
	0ppm	100ppm	250ppm	500ppm	750ppm	1000ppm
Acetaldehyde	42.02	55.61	49.30	87.42	88.59	87.61
Acetone	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	36.57	37.22	36.55	36.01	36.36	35.71
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	181.21	186.23	181.56	180.58	181.42	180.71
<i>i</i> -Butanol	308.86	315.68	307.96	305.91	307.65	307.02
<i>n</i> -Butanol	5.47	5.65	5.46	5.44	5.48	5.46
<i>i</i> -Amyl alcohol	281.66	288.55	281.34	279.88	281.22	280.64
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	777.20	796.11	776.32	771.81	775.77	773.83

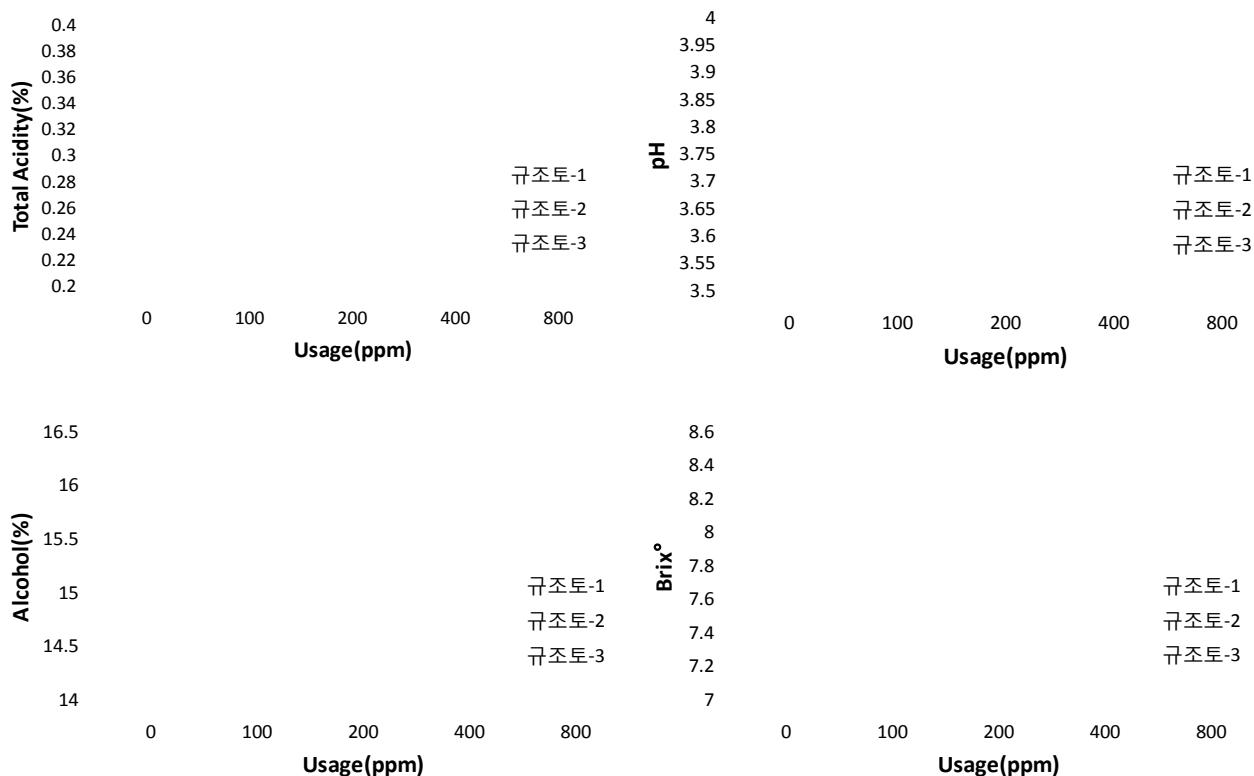
## 12. 청주 침전물 제거 및 여과공정 최적화 연구

### 가. 활성탄 및 규조토 사용에 따른 여과 특성

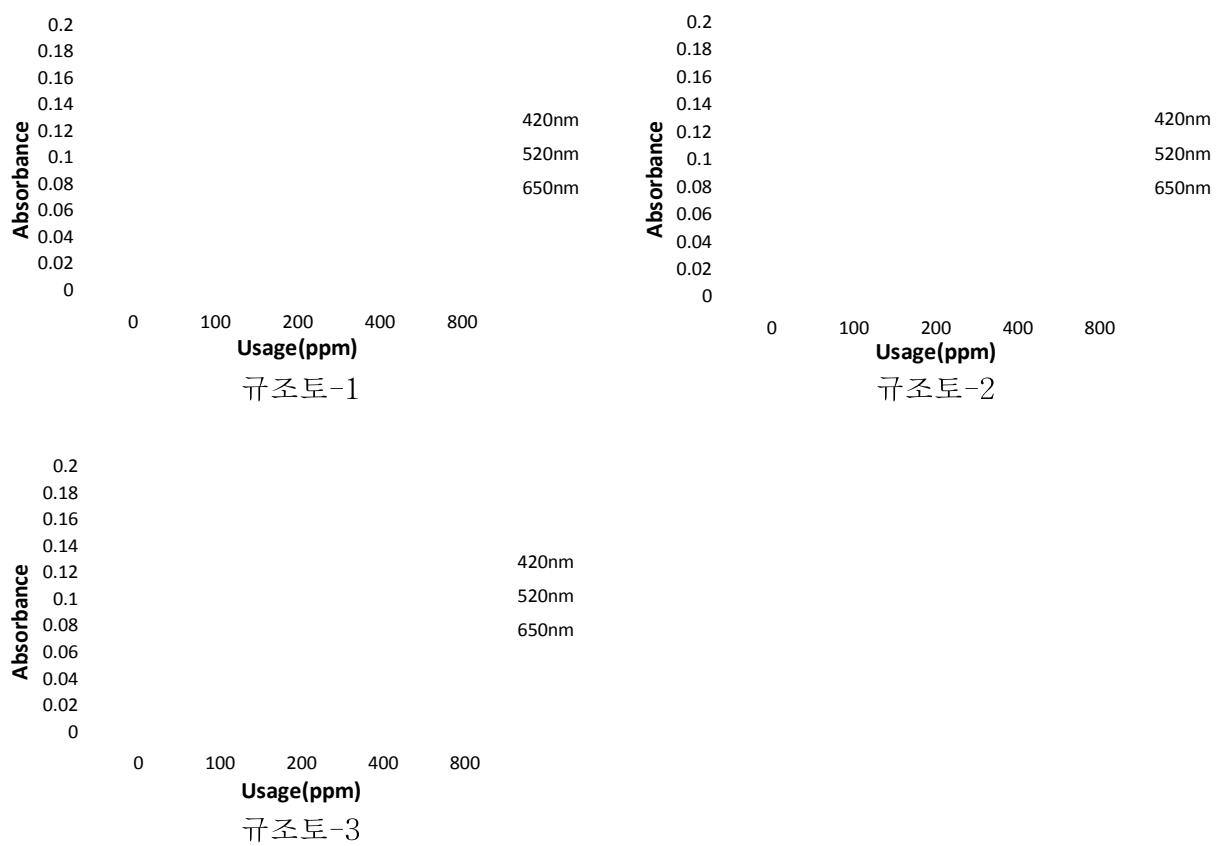
활성탄을 많이 사용할수록 총산은 지속적으로 낮아졌고 pH는 높아졌으며, 알코올 함량도 지속적으로 감소하고 당도도 소폭 감소하는 것으로 나타나 활성탄의 흡착효과가 큰 것으로 나타났다(그림 50). 규조토의 사용량이 많을수록 그 효과는 좀더 크게 나타났다. 활성탄은 100ppm 만 사용하여도 흡광도 수치가 크게 낮아져 탈색과 청정효과가 큰 것으로 나타났으며 200ppm 이상 사용시 점차 수치가 커져 과다 사용시 오히려 탁도가 증가하는 것으로 나타났다(그림 51).

활성탄을 많이 사용할수록 acetaldehyde와 ethyl acetate는 점차 감소하였으며 fusel oil은 점차 증가하는 것으로 나타나 활성탄의 주질에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다(표 80). 규조토의 사용량이 증가할수록 휘발성 향기성분이 전반적으로 증가하는 것으로 나타나 역시 주질에 영향을 많이 미치는 것으로 나타났다.

활성탄은 100~200ppm 사용이 적합할것으로 판단되며 청주의 향미를 유지하기 위해 사용하지 않을 수도 있다. 또한 규조토도 여과에 지장이 없는 한 최소한으로 사용하는 것이 바람직하다 여겨진다.



(그림 50) 규조토와 활성탄 사용량에 따른 청주여과후 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화



(그림 51) 활성탄 사용량에 따른 청주의 흡광도 변화

(표 80) 활성탄 사용량에 따른 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	No Use	Activated carbon / KJT1			
		100ppm	200ppm	400ppm	800ppm
Acetaldehyde	82.53	83.04	82.41	82.88	81.00
Acetone	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	57.84	53.52	49.41	47.42	40.43
Methyl alcohol	4.20	4.21	4.24	4.23	4.31
Diacetyl	0.67	0.60	0.65	0.63	0.62
<i>n</i> -Propanol	137.43	145.41	145.72	147.79	149.72
<i>i</i> -Butanol	368.94	374.44	373.59	379.93	385.37
<i>n</i> -Butanol	-	-	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	383.35	385.80	392.77	419.87	417.39
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-
Fusel oil	889.72	905.65	912.07	947.59	952.48

Volatile compounds (mg/L)	Activated carbon / KJT2			
	100ppm	200ppm	400ppm	800ppm
Acetaldehyde	88.64	89.22	87.71	84.35
Acetone	-	-	-	-
Ethyl acetate	57.75	55.85	54.07	53.15
Methyl alcohol	4.46	4.41	4.25	4.20
Diacetyl	0.68	0.75	0.70	0.65
<i>n</i> -Propanol	151.66	152.33	151.94	153.53
<i>i</i> -Butanol	394.63	395.42	395.14	397.53
<i>n</i> -Butanol	-	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	440.93	444.84	440.41	442.63
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-
Fusel oil	987.23	992.59	987.49	993.69

Volatile compounds (mg/L)	Activated carbon / KJT3			
	100ppm	200ppm	400ppm	800ppm
Acetaldehyde	91.73	92.18	91.67	89.87
Acetone	-	-	-	-
Ethyl acetate	61.49	60.29	57.96	50.60
Methyl alcohol	4.38	4.71	4.57	4.63
Diacetyl	0.69	0.75	0.72	0.70
<i>n</i> -Propanol	151.69	157.31	159.80	161.46
<i>i</i> -Butanol	392.52	395.26	411.94	410.20
<i>n</i> -Butanol	-	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	447.09	463.49	483.20	482.29
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-
Fusel oil	991.30	1,016.06	1,054.94	1,053.95

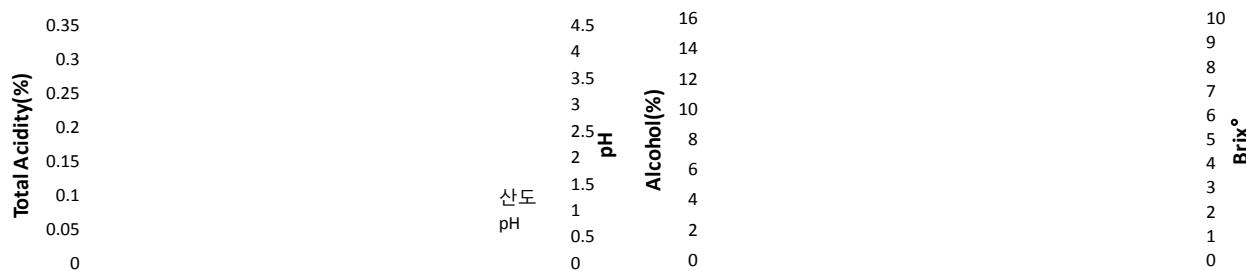
KJT1; 규조토 100g/m<sup>2</sup>, KJT1; 규조토 200g/m<sup>2</sup>, KJT1; 규조토 300g/m<sup>2</sup>

### 13. 열처리 등 품질안정화 방법 개발

#### 가. 열처리시 온도별, 시간별 품질특성 변화

열처리에 따른 산도, pH, 알코올 함량, 당도의 변화는 없는 것으로 나타났다(그림 52). 열처리에 따른 휘발성 향기성분은 Acetaldehyde와 Ethyl acetate는 큰 변화가 없었으며 Fusel oil은 소폭 증가하는 것으로 나타났다(표 81). 65°C에서 1-5분이 적합할 것으로 판단되나 목표온도에 이르는 시간을 짧게 유지하고 원하는 시간만큼 정밀하게 조절하기 위해서는 실험실 조건과는 다른 기계장비를 사용하고 살균효과를 파악하기 위해서 미생물적인 실험도 추후 병행 연구해

야 할 필요가 있다.



**Pasteurization Condition**  
(그림 52) 열처리 조건에 따른 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화

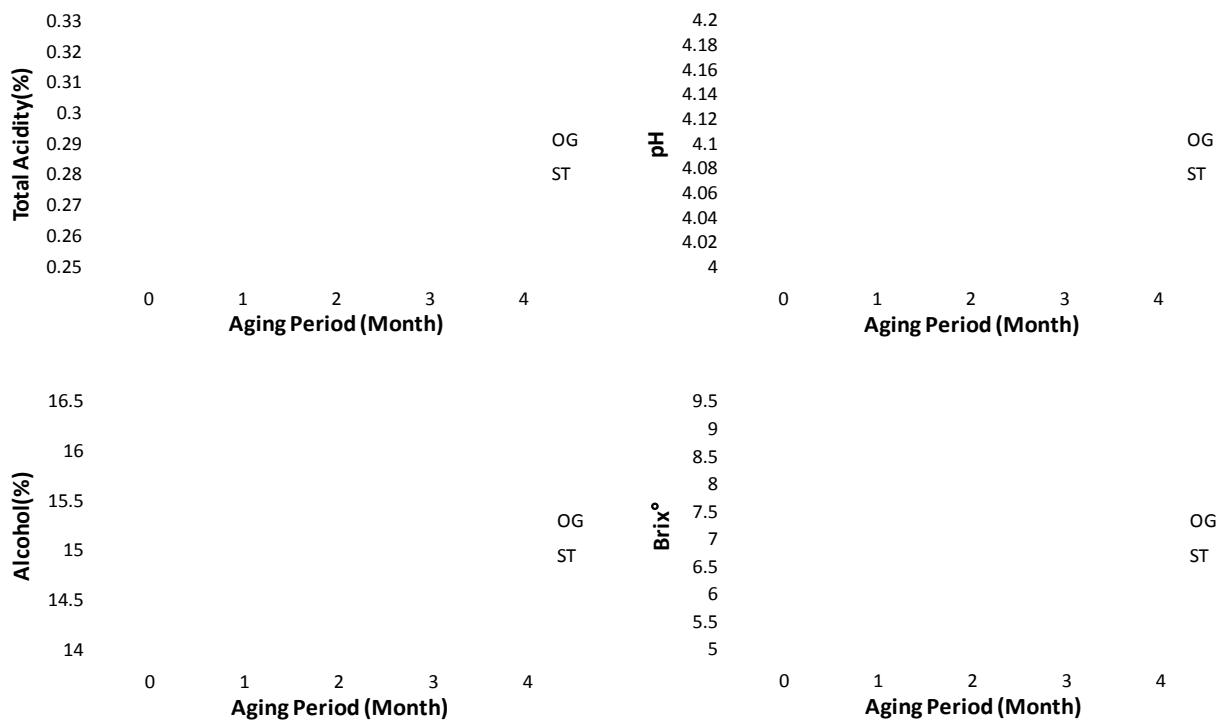
(표 81) 열처리 조건에 따른 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	SD	Pasteurization Condition								
		55°C			60°C			65°C		
		10m	20m	1m	5m	10m	15m	1m	5m	10m
Acetaldehyde	75.71	74.08	77.10	77.10	76.54	77.33	75.83	75.36	75.54	78.95
Acetone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	27.51	26.61	29.28	28.56	29.05	28.63	27.72	27.69	27.63	29.20
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	160.10	169.10	172.89	192.82	174.15	174.96	174.53	170.67	172.81	174.03
<i>i</i> -Butanol	275.07	278.97	288.89	285.34	289.22	289.75	288.79	282.89	285.89	289.01
<i>n</i> -Butanol	4.63	5.52	5.61	5.60	5.58	5.60	5.59	5.52	5.62	5.58
<i>i</i> -Amyl alcohol	252.21	253.49	261.91	262.50	263.04	263.03	262.10	257.45	259.93	261.71
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	692.01	707.08	729.30	746.26	731.99	733.34	731.01	716.53	724.25	730.33

#### 14. 청주의 숙성방법 및 숙성기간에 따른 품질변화 연구

##### 가. 숙성용기에 따른 숙성기간별 품질변화

옹기와 스테인레스 용기 모두 숙성기간이 길어질수록 총산은 소폭 증가하였으며 알코올과 당도가 서서히 감소하였다(그림 53). 숙성용기와 숙성기간에 따른 청주의 휘발성 향기성분은 유의미한 차이를 보이지 않았다(표 82).



(그림 53) 숙성용기에 따른 숙성기간별 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화

(표 82) 숙성용기에 따른 숙성기간별 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	옹기(month)				
	0	1	2	3	4
Acetaldehyde	6.7	7.5	8.2	7.1	10.7
Acetone	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	98.6	95.3	99.1	88.2	96.7
Methyl alcohol	16.8	13.1	11.9	8.7	10.0
Diacetyl	-	-	-	-	-
n-Propanol	36.6	37.4	36.1	35.7	38.0
i-Butanol	124.7	127.3	129.3	122.9	128.9
n-Butanol	0.6	0.7	0.6	0.4	0.8
i-Amyl alcohol	203.3	201.5	203.9	196.6	205.8
n-Amyl alcohol	-	0.1	0.1	0.1	0.1
Fusel oil					

Volatile compounds (mg/L)	스테인레스(month)				
	0	1	2	3	4
Acetaldehyde	10.2	8.1	6.8	8.4	10.9
Acetone	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	107.9	112.3	104.8	115.2	103.8
Methyl alcohol					
Diacetyl	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	37.8	40.0	35.9	37.5	39.7
<i>i</i> -Butanol	133.9	140.8	133.7	134.5	137.0
<i>n</i> -Butanol	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8
<i>i</i> -Amyl alcohol	215.1	223.6	215.5	207.3	218.1
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	0.1	-	-
Fusel oil	387.6	405.2	385.9	380.0	395.6

## 15. 청주의 숙성증 품질안정화 및 실용화 연구

### 가. 청주의 품질안정화

#### (1) 제성

발효가 완료되면 약 18-19%의 최종술덧이 만들어짐. 발효 완료후 추가적으로 급수하여 제성을 통해 원하는 기준(약 14-15%)의 알코올함량 제품을 만듬.

#### (2) 숙성

발효완료 및 압착 직후의 거친맛을 순화시키고, 추가 급수와 여과를 거친 다음 주질의 안정화와 향미 조정을 위해 약 2주-1달간 5°C 저온에서 숙성시킨다 .

#### (3) 청징 및 여과

1차적으로 압착여과 또는 자연 청징으로 주박을 분리한다. 주박 분리후 앙금을 가라 앓힌 다음 병입후 품질유지를 위해 청징과정을 거친다. 청징은 벤토나이트가 가격대비 효과가 우수하여 약 500-1000ppm 사용하며, 활성탄은 100-200ppm을 사용하는 것이 적합하지만 풍부한 원주의 향을 유지하기 위해 사용하지 않을 수 있다. 규조토의 사용은 가급적 적게하는 것이 좋다.

#### (4) 살균

온수탱크안에서 65°C를 유지하며 약 1-5분 체류가 적합하다.

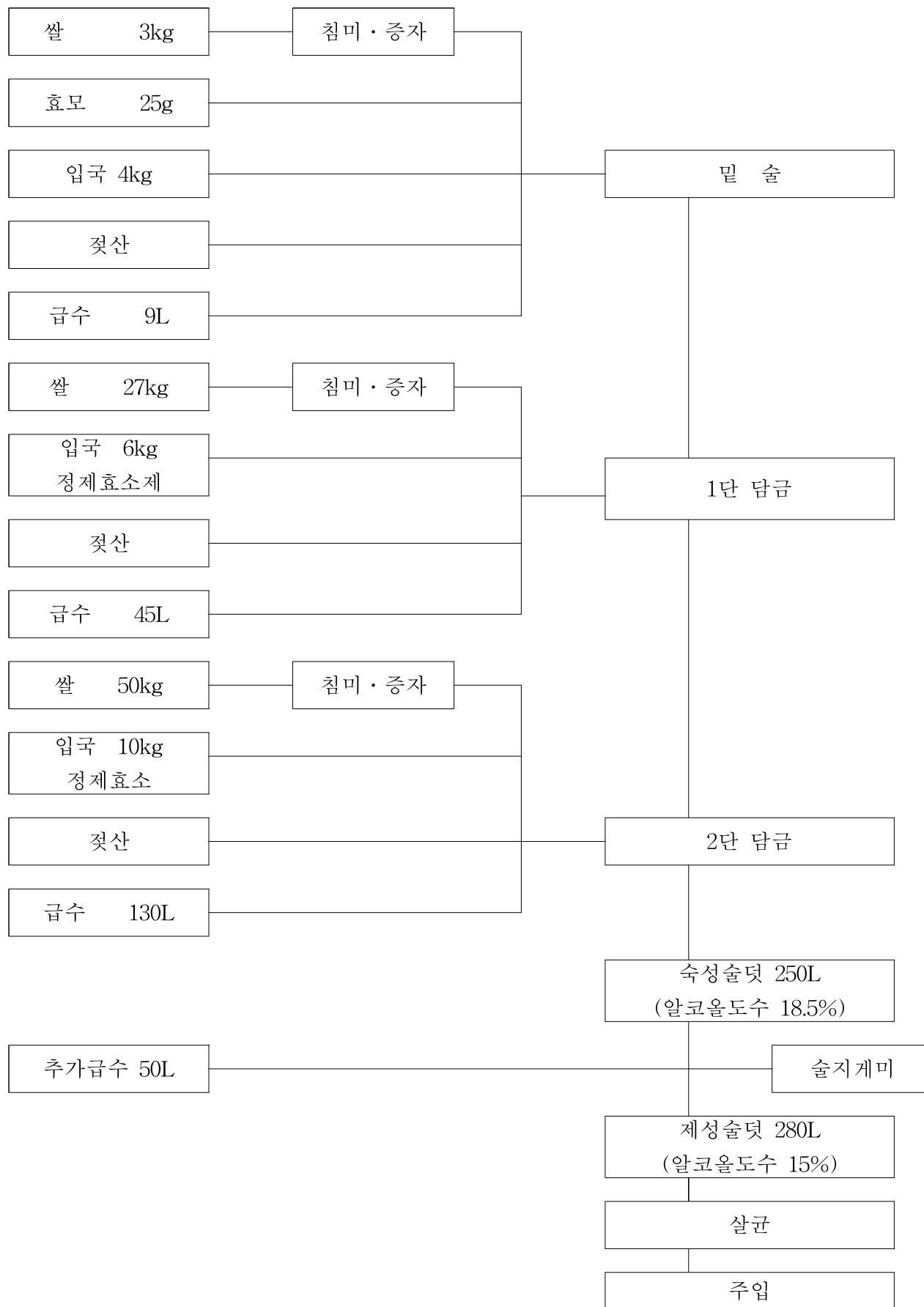
### 나. 한국형 청주 실용화를 위한 레시피 및 최적공정도 확립

발효제로 쌀낱알누룩(입국)을 총원료 기준 약 20% 내외를 사용한다. 양조용수는 술덧 담금

시 총원료기준 130-135%를 사용하고, 제성과정에서 알코올 함량 15% 내외 제품을 위해 약 40-50% 추가 급수를 하여 조정한다(표 54, 그림 83).

(표 83) 한국형 청주 제조에 적합한 원료배합(총원료 100kg 기준)

원료 100kg 기준	밀술	1단	2단	계	추가급수
쌀낱알누룩(kg)	3-4	6-7	10	20	
쌀(kg)	3-4	26-27	50	80	
총원료(kg)	6-8	32-34	60	100	
물(L)	9	45	75-80	130-135	40-50
술엿(L)	16-18	85-88	145-150	250-255	290-300
알코올함량(%)				18-19	15



(그림 54) 청주 제조 공정도

## 나. 한국형 청주 실용화를 위한 시판청주와 비교 분석

### (1) 시판청주 제품 유형 및 특성

사케는 총산이 낮고 pH가 높았으며, 특정명칭 사케의 알코올함량은 15-16.5%로 국내 청주의 13-14%보다 높았고 당도도 낮았다. 국내 청주와 약주는 제품마다 총산과 당도의 차이가 컸다. 시제품으로 만든 한국형 청주는 총산이 높게 나타났고 당도도 약간 높았다(표 84, 그림 55).

(표 84) 비교분석용 시판 청주와 사케

구분	주종	도정도 (%)	알코올 (%)	제품특성(Label)	
				발효제(누룩)	첨가물/비고
청주	한국형 청주	20	14.5-15	쌀누룩(개발)	저온발효, 무첨가물 고유 누룩곰팡이, 효모
	청주 1	50	14	입국	저온발효
	청주 2	-	13	개량누룩, 입국	정제포도당
	청주 3	-	13	밀누룩, 입국	정제포도당
	청주 4	30	13	입국	주정, 액성과당, 정제포도당 구연산
	청주 5	-	13	입국	주정, 정제포도당, 구연산
	청주 6	-	13	밀누룩	정제포도당, 과당, 구연산
사케	청주 7	-	14	입국	주정, 액성과당, 물엿, 구연산
	사케 1	준마이다이긴죠	50	16.5	입국 저온발효
	사케 2	준마이긴죠	50	15.5	" "
	사케 3	준마이긴죠	45	15.8	" "
	사케 4	다이긴죠	50	15.5	" 저온발효, 주정
	사케 5	준마이	40	15.0	"
	사케 6	준마이	30	15.6	"
	사케 7	혼조쥬	45	15.5	" 주정
	사케 8	준마이(팩)	22	14.5	"
	사케 9	보통주(팩)	-	15.0	" 주정
	사케 10	보통주(팩)	-	13.5	" 주정, 물엿, 호박산



(그림 55) 한국형 청주와 시판 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도

### (2) 유기산 분석

유기산은 도정을 많이 한 국내청주1을 제외하고 국내 청주, 약주가 사케에 비해 월등히 많았고 한국형 청주는 시판제품에 비해 젖산 생성이 많은 것으로 나타났다. 국내 청주는 제조시 구연산을 첨가하여 수치가 높게 나타났다. 사케중 최고급으로 분류되는 사케1의 경우 다른 사케보다 유기산 함량이 많았다(표 85).

(표 85) 한국형 청주와 시판 청주의 유기산 성분

Organic acid (mg/L)	Cheongju							
	New	1	2	3	4	5	6	7
Tartaric	-	-	-	-	-	-	-	-
Malic	42.32	14.23	38.51	89.26	38.33	11.96	43.74	16.39
Lactic	111.83	56.80	57.48	67.25	44.61	24.61	93.63	15.73
Acetic	102.23	31.21	40.02	37.54	27.92	44.92	35.93	53.96
Citric	11.78	0.00	133.40	120.02	99.63	166.49	178.96	262.38
Succinic	9.92	9.32	6.08	18.51	7.34	3.35	17.03	1.63
Total	278.07	111.55	275.48	332.58	217.83	251.32	369.29	350.08

Organic acid (mg/L)	Sake									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tartaric	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malic	45.55	43.65	30.40	14.77	40.67	26.57	35.83	25.80	27.37	24.01
Lactic	61.79	41.72	36.46	41.11	57.65	63.04	42.93	44.50	61.26	36.87
Acetic	54.00	46.81	48.08	53.47	44.19	43.49	50.49	42.07	42.86	39.57
Citric	15.46	7.21	12.78	3.51	9.62	9.20	6.91	6.90	0.89	19.41
Succinic	9.06	11.31	10.44	1.59	8.43	10.63	7.76	10.06	6.45	5.59
Total	185.87	150.69	138.15	114.46	160.55	152.94	143.92	129.33	138.82	125.45

### (3) 휘발성 향기성분 분석

n-Propanol, i-Butanol, i-Amyl alcohol 등의 고급알코올은 사케에서는 비교적 고르게 나타난 반면 국내 청주와 약주는 편차가 컸으며, 한국형 청주는 모든 성분이 많이 생성된 것으로 나타나 향이 다른 시제품에 비해 강하게 나타났다(표 86).

(표 86) 한국형 청주와 시판 청주의 휘발성 향기 성분

Volatile compounds (mg/L)	Cheongju							
	New	1	2	3	4	5	6	7
Acetaldehyde	30.71	10.36	24.36	16.69	10.72	15.88	25.01	10.88
Acetone	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	34.51	41.09	53.44	35.92	27.03	19.20	47.34	16.94
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	160.10	85.64	87.82	87.30	75.19	29.59	155.02	68.21
<i>i</i> -Butanol	275.07	53.70	70.89	99.87	50.92	31.91	207.80	22.66
<i>n</i> -Butanol	4.63	-	-	-	-	-	8.86	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	252.21	158.07	158.12	263.95	104.04	67.96	292.34	105.96
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	692.01	297.41	316.83	451.12	230.15	129.46	664.02	196.83

Volatile compounds (mg/L)	Sake									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acetaldehyde	14.34	13.61	25.38	17.09	13.24	16.00	9.82	16.57	24.71	14.01
Acetone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	43.11	57.54	32.47	46.45	54.80	50.86	40.59	51.90	29.60	23.47
Methyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diacetyl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -Propanol	128.31	59.99	69.13	137.08	73.40	131.01	76.88	92.24	95.70	60.71
<i>i</i> -Butanol	53.10	52.43	37.18	60.75	56.95	52.16	52.96	51.13	72.38	35.13
<i>n</i> -Butanol	-	-	-	-	-	3.76	-	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	150.41	161.51	110.05	168.62	148.91	165.52	131.82	141.86	127.38	97.20
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fusel oil	331.82	273.93	216.36	366.45	279.26	352.45	261.66	285.23	295.46	193.04

#### (4) 유리아미노산 분석

유리 아미노산은 사케중에서는 사케1이 다른 시제품에 비해 월등히 높게 나타났고, 한국형 청주도 압도적으로 많이 생성된 것으로 나타났는데, 그중 특히 *b*-AiBA가 많이 생성되었다(표 87, 표 88).

(표 87) 한국형 청주와 시판 청주의 유리아미노산 성분

Free amino acid (ppm)	Cheongju							
	New	1	2	3	4	5	6	7
P-Ser	-	0.52	0.74	0.80	0.66	-	-	-
PEA	-	0.09	-	-	0.20	0.09	-	-
Urea	1.55	1.58	2.05	-	1.54	0.57	0.19	0.55
Asp	29.59	3.85	19.56	2.79	7.18	2.77	17.20	1.49
Thr	15.54	1.58	11.05	1.08	4.46	1.39	11.14	0.51
Ser	23.14	3.17	17.42	1.98	6.98	2.37	17.67	1.01
Glu	60.08	10.58	36.61	5.84	18.01	9.06	31.54	5.81
a-AAA	5.12	-	1.96	-	0.74	-	1.39	-
Pro	31.27	9.81	20.02	4.50	12.03	4.75	14.26	3.85
Gly	90.87	22.19	46.28	6.49	31.32	11.86	51.46	11.74
Cit	1.69	2.03	4.99	0.29	3.40	1.78	4.89	0.45
a-ABA	59.49	10.91	34.07	7.89	20.93	7.73	27.58	3.98
Cys	11.28	0.24	4.29	0.34	0.93	0.40	7.57	0.17
Met	1.83	0.34	1.29	0.21	0.68	0.32	0.65	0.26
Cysthi	37.60	5.58	24.34	4.35	13.76	3.91	16.66	2.14
Ile	54.23	7.73	30.17	6.54	16.29	5.40	28.87	3.02
Leu	42.40	5.60	19.79	6.53	12.48	3.34	16.99	2.44
Tyr	41.65	3.84	19.05	4.85	9.77	2.88	18.25	1.92
Phe	1.76	0.32	0.16	0.58	0.23	0.41	0.07	-
b-Ala	12.73	2.87	1.29	0.46	1.50	0.28	0.72	-
b-AiBA	594.43	107.36	475.55	55.23	447.11	90.26	214.70	32.47
Hylys	1.23	-	-	-	-	-	-	-
Orn	8.64	3.12	26.37	2.47	10.55	7.70	13.50	5.02
Lys	29.01	3.95	18.01	6.81	5.65	3.76	22.91	3.08
His	13.19	2.05	7.14	2.02	4.59	1.82	4.54	1.88
Ans	1.94	-	-	-	-	-	-	-
Car	0.42	-	2.37	-	-	-	-	-
Arg	91.04	3.26	88.45	74.09	47.22	24.41	49.26	35.32
Hypro	-	-	-	0.06	-	-	-	0.19
Pro	67.76	11.44	18.10	12.12	10.98	5.09	23.72	5.70
Total	1329.48	224.00	931.12	208.32	689.17	192.33	595.73	123.01

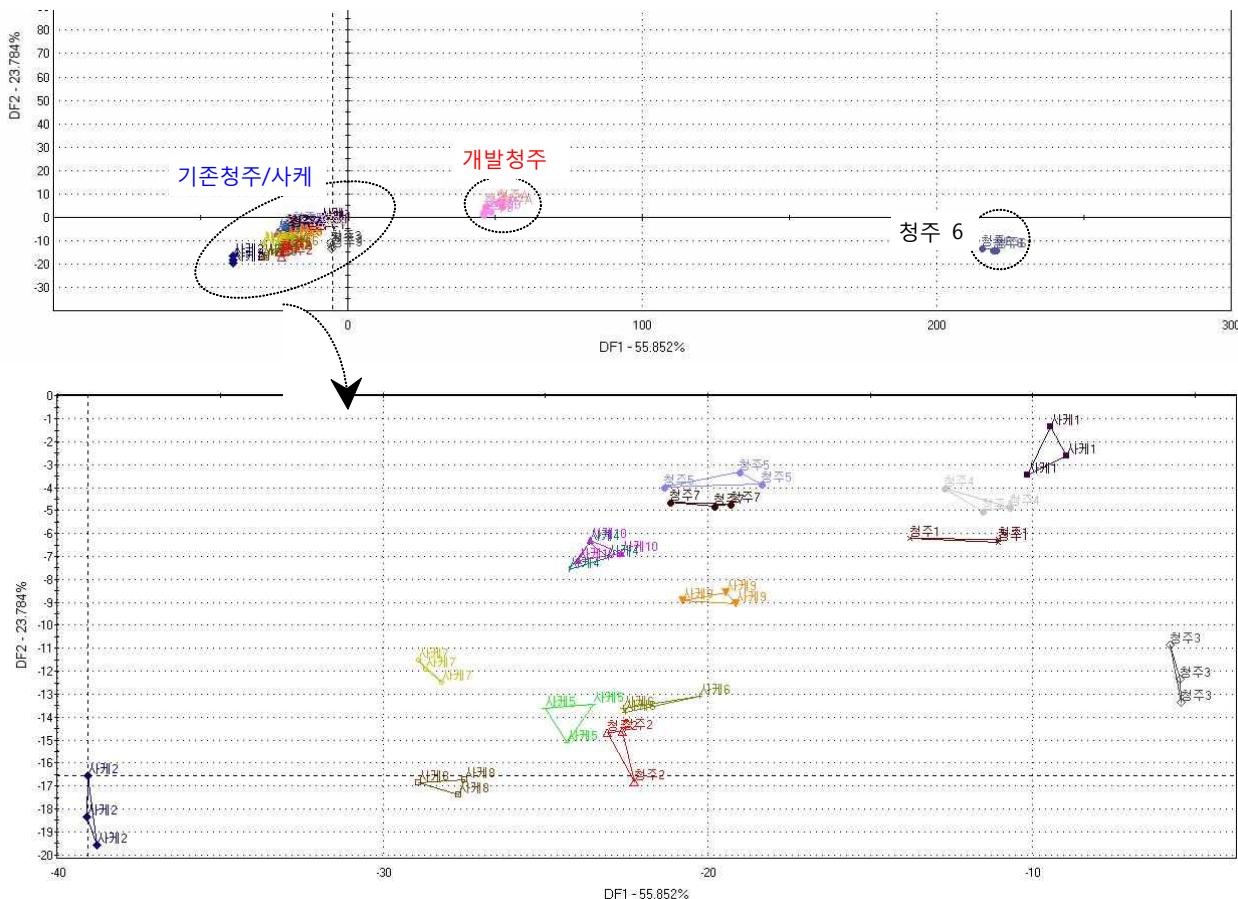
(표 88) 시판사케의 유리아미노산 성분

Free amino acid (ppm)	Sake									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P-Ser	0.78	0.54	0.54	0.54	-	0.70	0.56	0.52	0.43	0.41
PEA	-	-	-	-	0.28	0.23	-	-	0.24	-
Urea	-	2.18	2.70	0.54	2.88	-	2.16	-	0.74	-
Asp	10.10	5.54	5.32	4.67	6.76	4.55	5.34	8.00	3.51	4.47
Thr	4.60	2.47	2.36	2.41	3.74	2.60	3.13	4.45	2.30	2.43
Ser	7.74	4.72	4.18	4.43	6.73	4.63	5.74	7.75	4.06	4.12
Glu	18.81	17.26	11.07	10.18	17.61	15.00	14.92	20.29	8.90	8.51
a-AAA	1.46	-	0.29	-	0.65	-	-	1.00	-	-
Pro	13.92	12.42	9.83	10.52	13.45	9.35	12.39	14.81	7.95	6.79
Gly	26.17	27.87	19.04	18.76	32.95	21.64	22.55	32.89	18.30	11.04
Cit	1.59	2.79	0.88	1.74	3.04	1.16	2.73	3.51	1.86	1.94
a-ABA	24.54	18.74	12.54	16.95	17.90	12.41	16.44	22.58	10.19	11.57
Cys	0.42	0.14	0.22	0.12	0.59	0.40	0.26	0.41	0.57	0.73
Met	0.74	0.50	0.35	0.32	0.67	0.47	0.50	0.66	0.39	0.43
Cysthi	13.61	9.78	5.95	8.79	11.20	8.05	9.65	12.58	5.31	5.43
Ile	16.68	10.79	7.28	10.53	12.55	8.94	10.71	15.76	6.56	7.85
Leu	14.18	8.83	6.20	8.99	8.52	7.12	7.81	11.28	5.43	5.99
Tyr	11.36	5.12	4.27	6.04	6.51	5.52	5.13	8.58	3.62	4.99
Phe	0.47	0.11	0.11	0.62	0.05	0.05	0.18	0.11	0.04	0.10
b-Ala	2.51	0.84	0.85	4.09	1.23	0.64	0.63	1.13	0.85	1.07
b-AIBA	326.74	214.41	107.37	169.56	238.61	156.53	184.19	216.52	125.78	128.50
Hylys	2.24	-	1.02	-	-	-	-	-	-	-
Orn	7.04	3.39	2.60	4.95	5.91	-	8.16	11.23	3.92	0.50
Lys	9.23	3.94	2.92	4.38	6.72	8.34	4.15	7.92	6.37	5.87
His	5.65	3.08	2.78	3.25	3.26	4.29	3.86	4.71	2.66	2.91
Ans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Car	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arg	83.24	49.75	18.04	68.42	31.67	100.54	46.42	88.23	37.46	55.06
Hypro	-	0.13	0.20	0.13	-	-	-	-	-	-
Pro	13.03	15.02	13.09	10.20	11.70	4.90	9.65	13.14	6.58	5.05
Total	616.86	420.37	242.01	371.11	445.18	378.06	377.28	508.03	264.00	275.75

## (5) 전자코에 의한 다중성 향기패턴 분석

전자코에 의한 다중성 향기패턴을 분석한 결과 재래 밀누룩을 이용한 국내청주6이 기존 청주, 사케 영역과 매우 다른 영역에 위치함을 알 수 있고, 한국형 청주는 그 사이에 위치하였는

데(그림 56) 이는 기존 재래누룩에서 분리한 곰팡이와 효모를 사용하였기 때문에 쌀누룩으로 제조하였지만 재래 밀누룩의 특성을 일부분 갖고 있는 것으로 추정된다.



(그림 56) 전자코에 의한 다중성 향기패턴 분석

#### (6) 관능검사에 의한 비교분석

10인 이상의 전문패널이 4가지 항목(향, 맛, 후미, 선호도)으로 주질의 좋고 나쁨을 평가하였고, 관능적 특징으로 5가지 항목(향의 강/약, 향의 화려함/단순함, 단맛의 강/약, 신맛의 강/약, 쓴맛의 강/약)을 평가하였다(그림 57, 그림 58). 주질 평가에서 최고급사케인 사케1이 좋은 평가를 받았는데, 한국형 청주는 이보다 더 좋은 평점을 받아 한국인 패널에게 선호도가 좋음으로 나타났다(그림 59). 한국형 청주는 신맛과 단맛이 강했지만 향과 후미가 어느 정도 조화를 이뤄 한국인의 음식문화에 좀 더 어울리는 것으로 판단된다. 반면 사케는 맛이 극도로 단순하였고 최고급 사케의 특수한 향(저온발효향)를 제외하면 향도 약한 것으로 나타났다. 하지만 시판중인 국내 약주와 청주의 일부는 맛과 향이 조화를 이루지 못하고 인위적인 맛으로 낮은 평점을 받기도 하였다.

후미(약-강)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0	3.4 향(단순-화려)	2.8 2.0	3.4 향(단순-화려)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0
	쓴맛(약-강)	2.0 3.5				쓴맛(약-강)	2.2 1.8
쓴맛(약-강)	신맛(약-강)	3.4 단맛(약-강)	2.4 향(단순-화려)	2.0 2.8	2.4 단맛(약-강)	신맛(약-강)	2.4 단맛(약-강)
	Cheongju New	3.5				Cheongju 1	

후미(약-강)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0	2.2 향(단순-화려)	2.8 2.0	2.6 향(단순-화려)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0
	쓴맛(약-강)	2.4 2.8 2.4				쓴맛(약-강)	2.6 2.4 3.4
쓴맛(약-강)	신맛(약-강)	2.8 단맛(약-강)	3.4 향(단순-화려)	2.4 2.0	3.4 단맛(약-강)	신맛(약-강)	3.4 단맛(약-강)
	Cheongju 2	3.4				Cheongju 3	

후미(약-강)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0	2.0 향(단순-화려)	2.6 2.0	2.4 향(단순-화려)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0
	쓴맛(약-강)	2.2 1.8 2.4				쓴맛(약-강)	2.4 2.2 2.6
쓴맛(약-강)	신맛(약-강)	2.4 단맛(약-강)	3.4 향(단순-화려)	2.4 2.0	3.4 단맛(약-강)	신맛(약-강)	3.4 단맛(약-강)
	Cheongju 4	3.4				Cheongju 5	

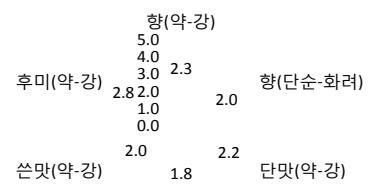
후미(약-강)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0	2.4 향(단순-화려)	3.0 2.0	2.0 향(단순-화려)	향(약-강)	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0
	쓴맛(약-강)	1.6 3.0 3.2				쓴맛(약-강)	2.0 3.0 3.0
쓴맛(약-강)	신맛(약-강)	3.0 단맛(약-강)	3.4 향(단순-화려)	2.0 2.0	3.0 단맛(약-강)	신맛(약-강)	3.0 단맛(약-강)
	Cheongju 6	3.4				Cheongju 7	

(그림 57) 국내 시판 청주, 약주 관능특성 평가



신맛(약-강)

Sake 1



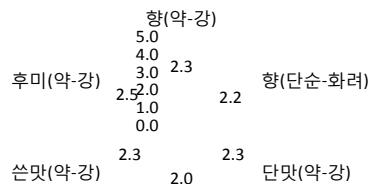
신맛(약-강)

Sake 2



신맛(약-강)

Sake 3



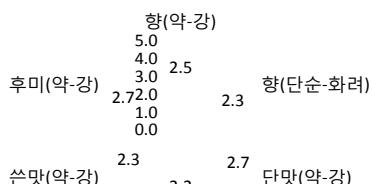
신맛(약-강)

Sake 4



신맛(약-강)

Sake 5



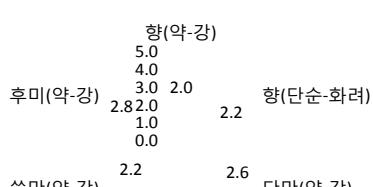
신맛(약-강)

Sake 6



신맛(약-강)

Sake 7



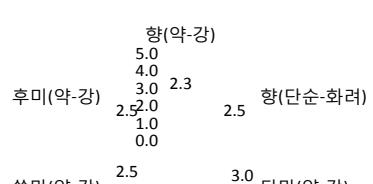
신맛(약-강)

Sake 8



신맛(약-강)

Sake 9



신맛(약-강)

Sake 10

(그림 58) 시판 사케 관능특성 평가

1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Cheongju New	Cheongju New
Cheongju 1	Cheongju 1
Cheongju 2	Cheongju 2
Cheongju 3	Cheongju 3
Cheongju 4	Cheongju 4
Cheongju 5	Cheongju 5
Cheongju 6	Cheongju 6
Cheongju 7	Cheongju 7
Sake 1	Sake 1
Sake 2	Sake 2
Sake 3	Sake 3
Sake 4	Sake 4
Sake 5	Sake 5
Sake 6	Sake 6
Sake 7	Sake 7
Sake 8	Sake 8
Sake 9	Sake 9
Sake 10	Sake 10

향(나쁨1-좋음5)

맛(나쁨1-좋음5)

1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Cheongju New	Cheongju New
Cheongju 1	Cheongju 1
Cheongju 2	Cheongju 2
Cheongju 3	Cheongju 3
Cheongju 4	Cheongju 4
Cheongju 5	Cheongju 5
Cheongju 6	Cheongju 6
Cheongju 7	Cheongju 7
Sake 1	Sake 1
Sake 2	Sake 2
Sake 3	Sake 3
Sake 4	Sake 4
Sake 5	Sake 5
Sake 6	Sake 6
Sake 7	Sake 7
Sake 8	Sake 8
Sake 9	Sake 9
Sake 10	Sake 10

후미(나쁨1-좋음5)

선후도(나쁨1-좋음5)

(그림 59) 시판제품과의 관능평가 비교

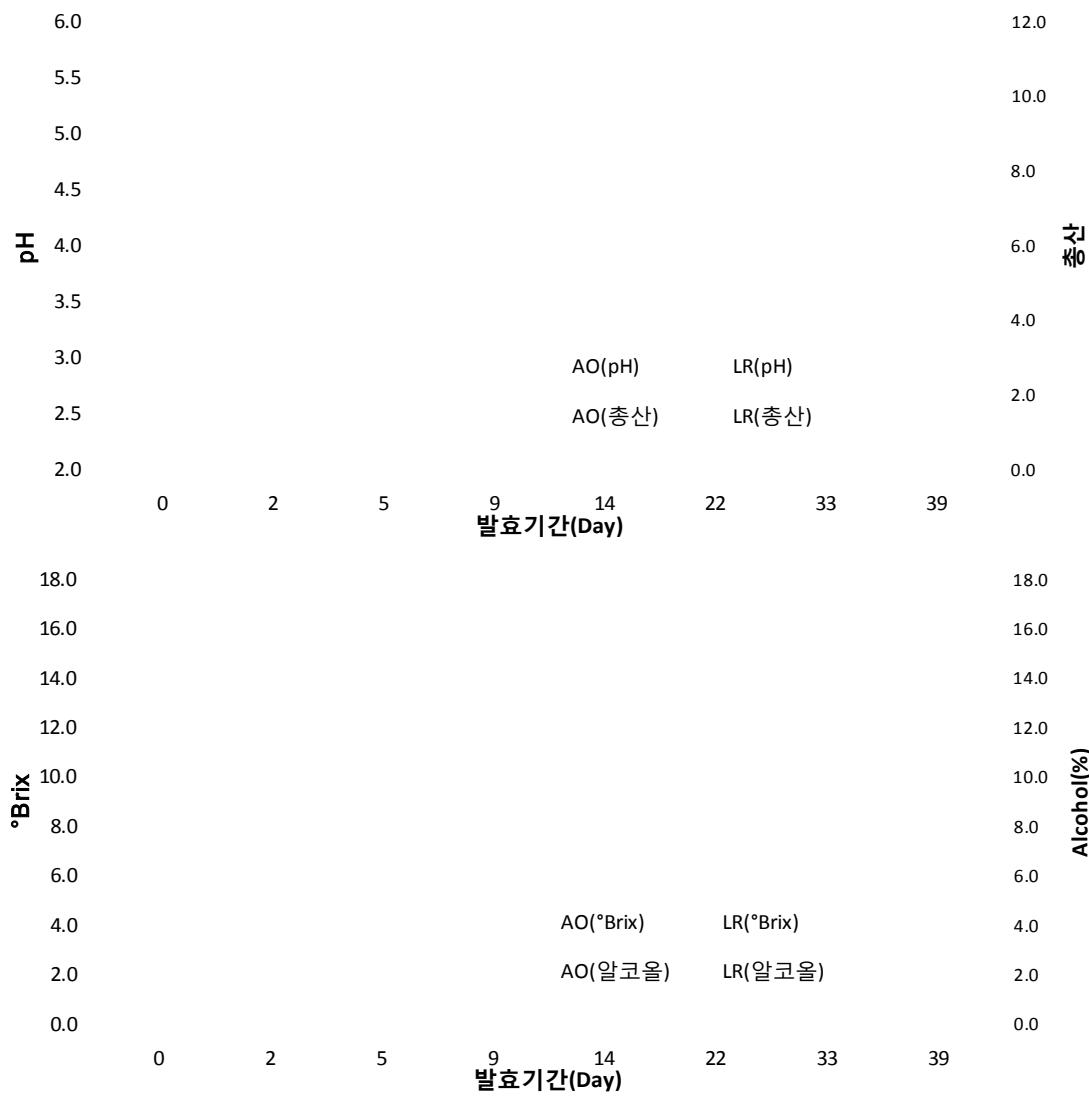
## <제 2 협동> 한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화

### 1. 원료 배합비율에 따른 양조 프로파일링 구축

#### 가. 발효제 2종의 청주 술덧 특성

AO(Aspergillus Oryzae) 쌀누룩의 역가는 120-150SP였고, LR(Lichtheimia ramosa) 쌀누룩은 역가가 30-50SP로 당화력이 부족하여 정제효소를 첨가하여 당화력을 보충하였다.

발효제 2종을 사용한 청주 술덧의 최종 pH는 4.0-4.2로 AO 쌀누룩 사용시 LR 쌀누룩 사용시에 비해 약간 낮게 나타났으며, 총산 역시 AO 쌀누룩 사용시 낮았다. 효소를 첨가한 LR 사용시 AO 사용시에 비해 당화와 발효진행 속도가 약간 빨랐으나 발효형태는 유사하였다. 알코올 함량은 두 경우 모두 약 15%로 다소 낮았으나 정상적인 발효형태를 보였다(그림 60).



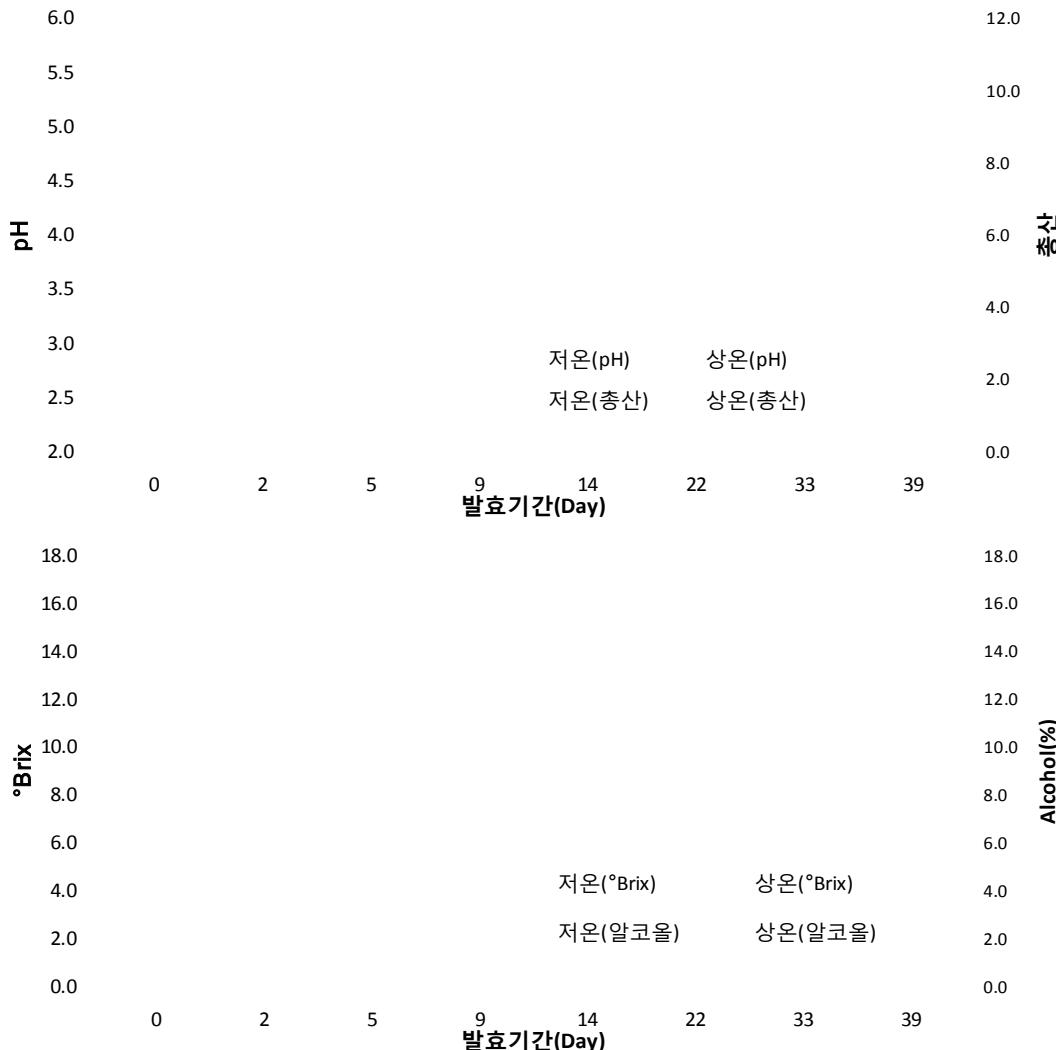
(그림 60) 쌀누룩 2종을 사용한 청주술덧의 발효특성

## 2. 발효조건에 따른 양조 프로파일링 구축

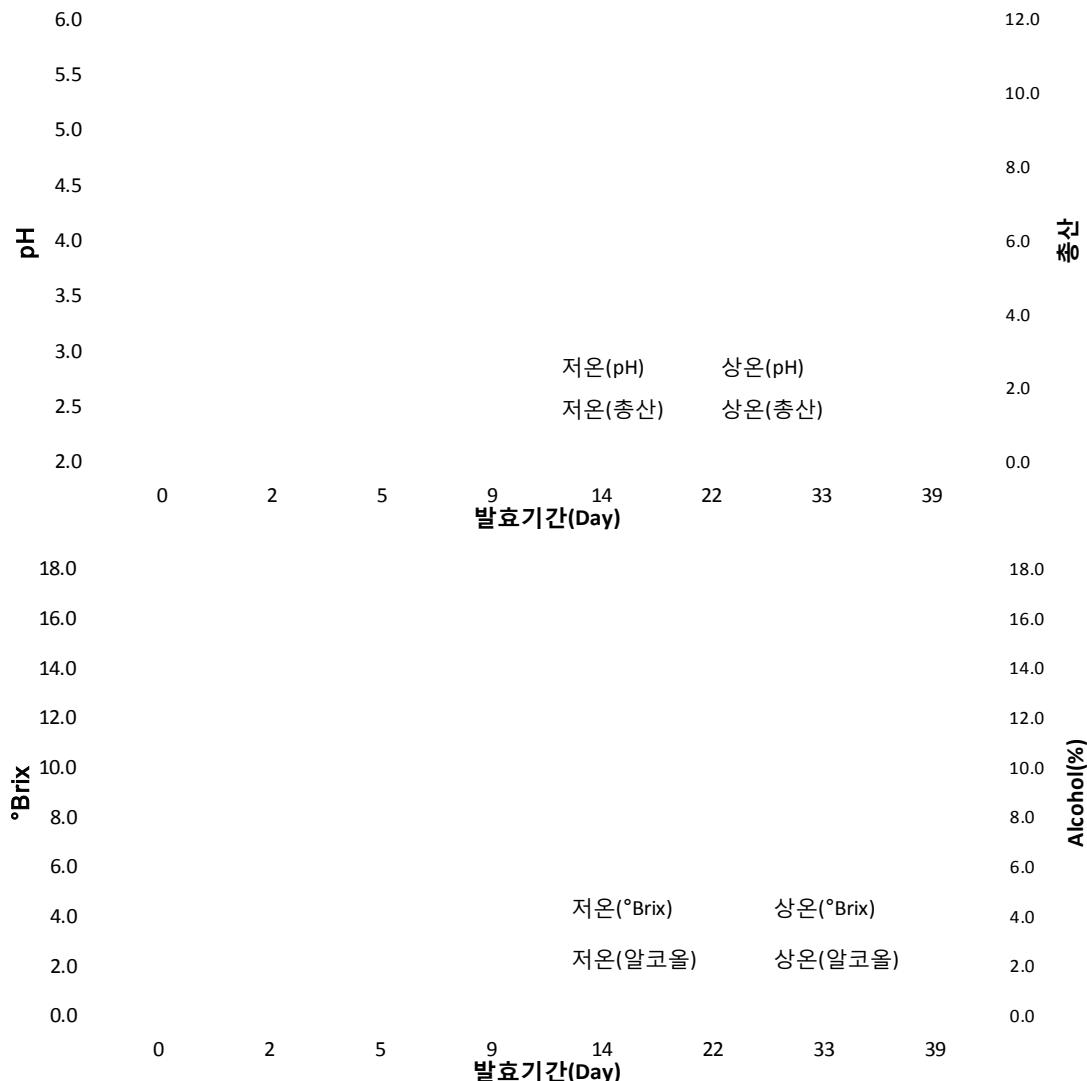
### 가. 발효온도를 달리한 청주술덧의 특성 변화 분석

AO 쌀누룩을 사용하였을 때 저온발효가 상온발효보다 높은 가용성고형분(Brix)을 유지하였으며, 초기 발효속도는 낮았지만 지속적인 발효를 통해 최종 알코올 함량은 더 높게 나타났다. pH와 산도도 저온발효에서 다소 높았다. 저온발효시 발효특성이 우수하였다(그림 61).

LR 쌀누룩 사용시에도 AO와 마찬가지로 저온발효가 상온발효보다 가용성고형분(Brix)이 더 높게 유지되었으며 초기 발효속도는 낮았지만 지속적인 발효를 통해 최종 알코올 함량은 높게 나타나 저온발효 특성이 우수하게 나타났다(그림 62).



(그림 61) 발효온도를 달리한 청주술덧의 발효특성(AO 쌀누룩)

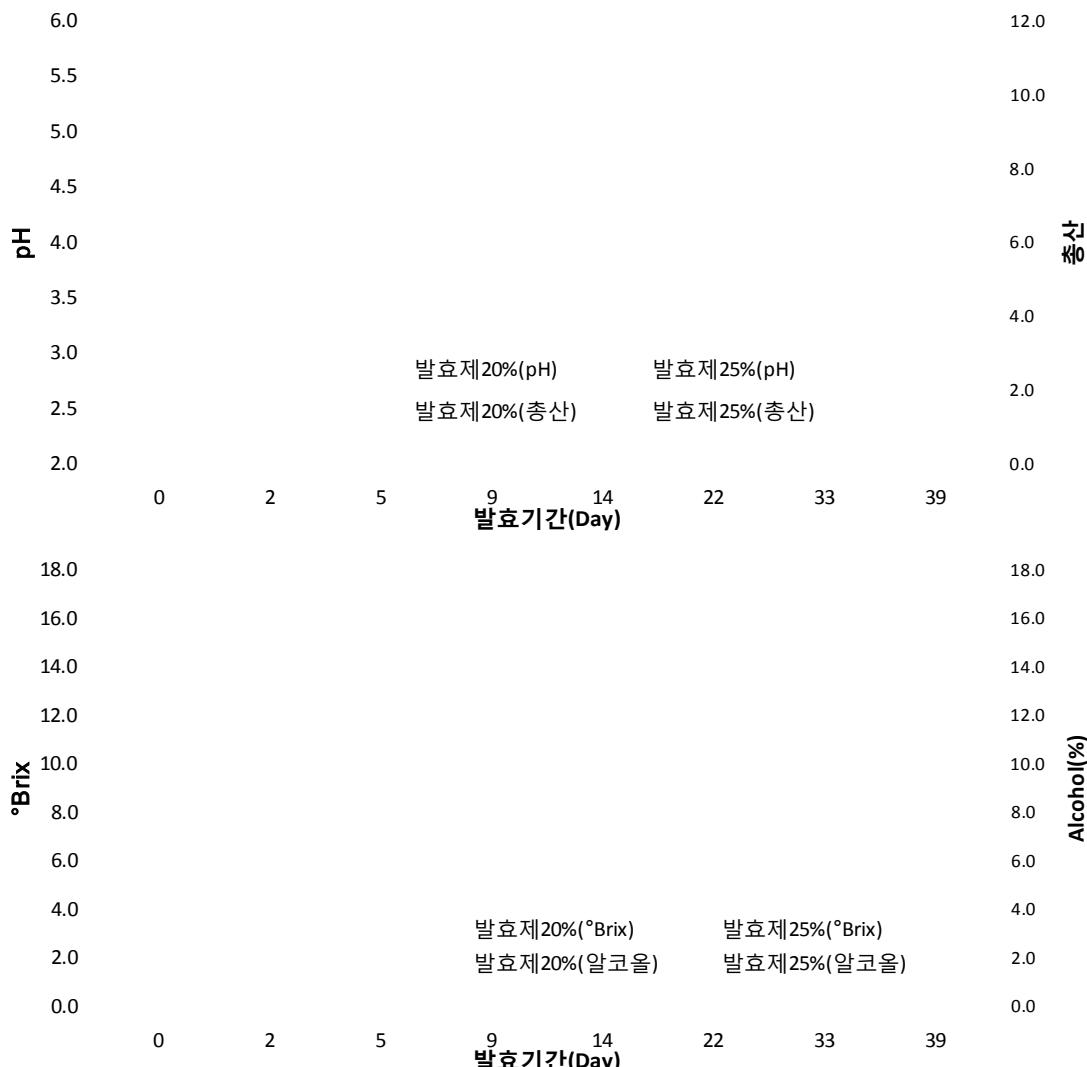


(그림 62) 발효온도를 달리한 청주술덧의 발효특성(LR 쌀누룩)

### 3. 원료 및 발효제 처리기술 현장적용 연구

#### 가. 발효제 투입량을 달리한 청주술덧의 특성 변화 분석

쌀누룩 25% 투입시 쌀누룩 20% 투입시보다 당화속도와 발효속도가 빨랐으며 최종 알코올 함량도 높게 나타나 발효 특성이 우수하였다(그림 63).



(그림 63) 발효제 투입량을 달리한 청주술덧의 발효특성(AO쌀누룩)

#### 4. 파일로트 규모 최적 발효조건 확립

최적 발효조건에 따른 파일로트(500L) 규모로 제조한 한국형 청주의 품질특성은 표 89와 같다. 밀술(주모)을 위해 총원료의 8%를 사용하며 양조용수는 밀술원료의 150%를 사용한다. 발효온도는 약 20-25°C 유지하고 약 3-4일간 발효시킨다. 총 담금횟수는 기본적으로 2단 담금을 하며, 발효온도는 약 15°C 내외를 유지하고 양조용수는 2단 담금까지 총원료 대비 130-140%를 사용한다(표 90, 그림 64).

(표 89) 한국형 청주 품질특성

특성	가용성 고형물(°Brix)	pH	총산(%)	알코올(%)
한국형 청주	6.5	4.1	0.15	17.8

(표 90) 한국형 청주 제조에 적합한 원료배합(발효조 3,000L 기준)

	밀술	1단	2단	계	추가급수
쌀깻알누룩(kg)	30	50	80	160	
쌀(kg)	25	175	400	600	
총원료(kg)	55	250	480	760	
물(L)	80	340	600	1020	350~400
술엿(L)				1900~1950	2250~2300
알코올함량(%)				18~19	14~15

## 5. 한국형 청주 품질 안정화 기술 현장적용 연구

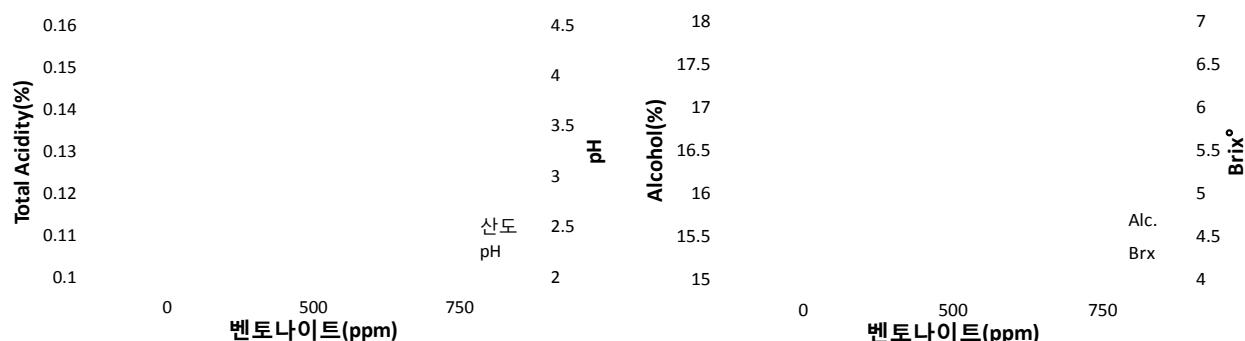
### 가. 청정공정 현장적용 연구

#### (1) 벤토나이트를 이용한 청정 효과

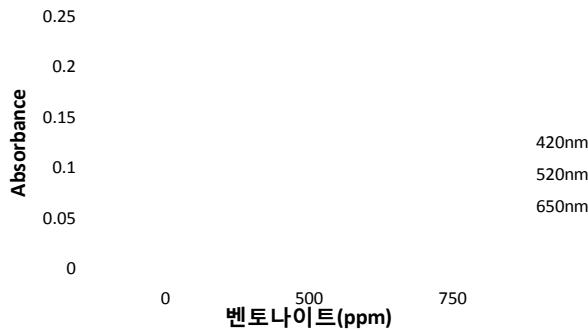
벤토나이트 500ppm, 750ppm을 투입하여 3일간 청정한 결과 총산은 소폭 감소하였고 750ppm이 좀더 많은 감소를 보였으며, pH는 큰 변화를 보이지 않았다. 알코올 함량은 소폭 감소하였고 당도변화는 거의 없었다(그림 64).

청정효과를 나타내기 위한 흡광도 분석결과 흡광도 수치가 크게 낮아져 탁도가 많이 개선되는 것으로 나타났으며 벤토나이트 투입량에 따른 차이는 크지 않았다(그림 65).

벤토나이트 500ppm 사용시 충분한 청정효과가 나타나는 것으로 판단된다.



(그림 64) 벤토나이트 사용에 따른 청주의 산도, pH, 알코올함량, 당도



(그림 65) 벤토나이트 사용량에 따른 청주의 흡광도

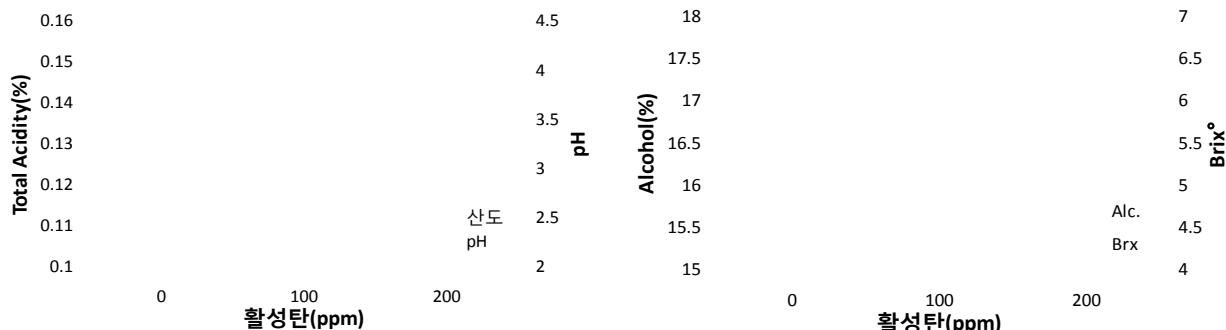
## (2) 활성탄을 이용한 여과공정 현장적용 연구

활성탄 100ppm, 200ppm을 투입하여 혼합한후 여과한 결과 총산은 소폭 감소하였고 200ppm 투입시 좀더 많은 감소를 보였으며, pH는 큰 변화를 보이지 않았다. 알코올 함량은 소폭 감소하였고 당도변화는 거의 없었다(그림 66).

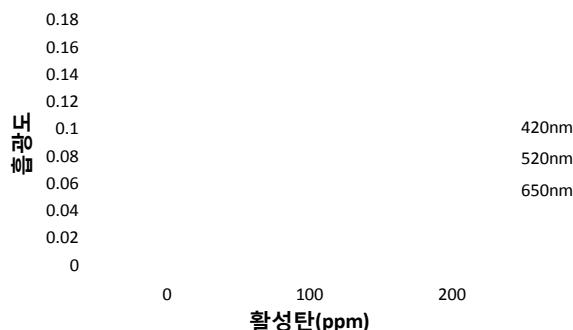
활성탄 사용후 흡광도 수치가 크게 낮아져 탁도가 많이 개선되는 것으로 나타났으며 200ppm 투입시 좀 더 낮았으나 투입량에 따른 차이는 크지 않았다(그림 67).

활성탄을 사용한 결과 투입량이 많을수록 acetaldehyde와 ethyl acetate는 점차 감소하였으며 fusel oil은 점차 증가하는 것으로 나타나 향미에 영향을 주는 것으로 나타났다(표 91).

활성탄 100ppm 사용시 충분한 여과효과가 나타나는 것으로 판단된다.



(그림 66) 활성탄 사용량에 따른 청주여과후 산도, pH, 알코올 함량, 당도



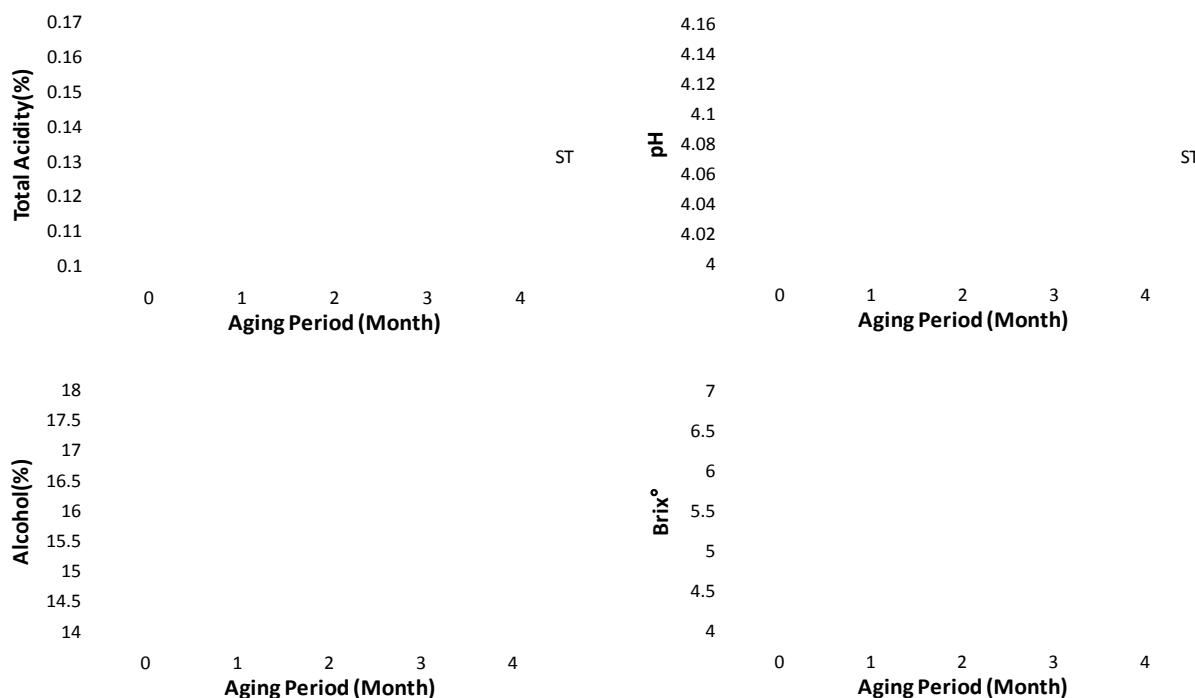
(그림 67) 활성탄 사용량에 따른 청주의 흡광도 변화

(표 91) 활성탄 사용량에 따른 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	No Use	활성탄	
		100ppm	200ppm
Acetaldehyde	13.53	13.07	12.69
Acetone	-	-	-
Ethyl acetate	57.84	53.52	48.30
Methyl alcohol	4.20	4.22	4.26
Diacetyl	0.57	0.42	0.46
<i>n</i> -Propanol	125.63	132.65	135.64
<i>i</i> -Butanol	268.32	274.65	275.34
<i>n</i> -Butanol	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	286.32	287.35	292.77
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-
Fusel oil	680.27	694.65	703.75

#### 나. 숙성 기술 현장 적용 연구

스테인레스 저장조에서 숙성한 결과 숙성기간이 길어질수록 총산과 알코올이 소폭 증가하였으며 pH와 당도변화는 크지 않았다(그림 68). 숙성기간에 따른 청주의 휘발성 향기성분은 본 연구에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다(표 92).



(그림 68) 숙성기간별 청주의 산도, pH, 알코올 함량, 당도 변화

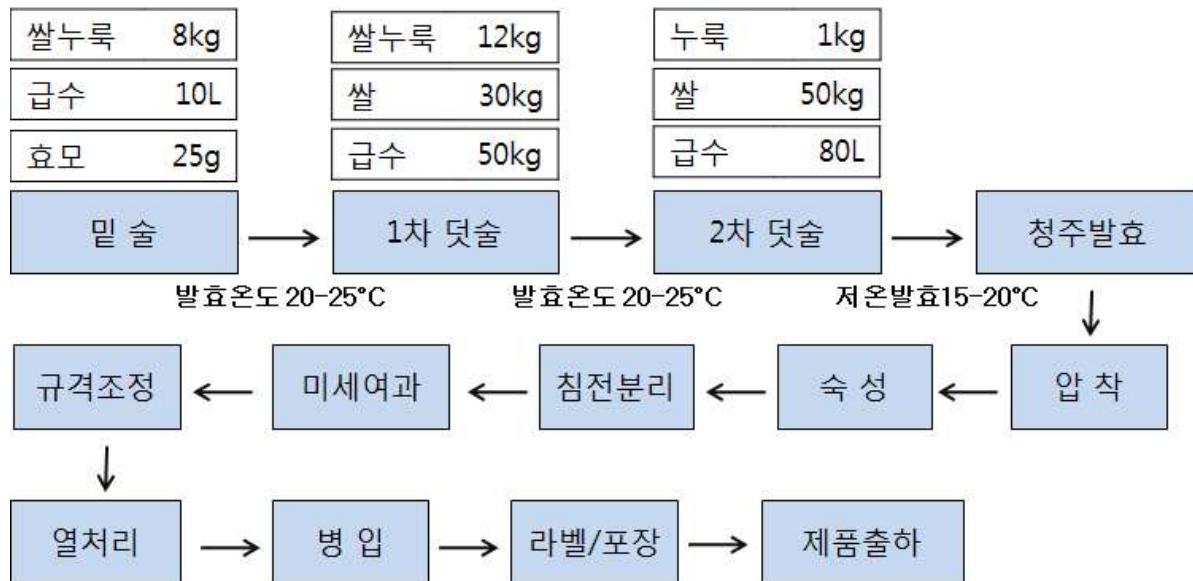
(표 92) 숙성기간별 청주의 휘발성 향기성분

Volatile compounds (mg/L)	스테인레스 저장조 숙성(month)				
	0	1	2	3	4
Acetaldehyde	13.53	12.87	13.24	11.65	12.13
Acetone	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	57.84	53.52	58.35	56.57	57.68
Methyl alcohol	4.20	3.25	3.65	4.01	3.84
Diacetyl	0.57	0.42	0.46	0.25	0.31
<i>n</i> -Propanol	125.63	135.20	130.52	129.60	132.50
<i>i</i> -Butanol	268.32	274.65	271.46	265.85	276.14
<i>n</i> -Butanol	-	-	-	-	-
<i>i</i> -Amyl alcohol	286.32	301.85	291.25	287.46	294.25
<i>n</i> -Amyl alcohol	-	-	-	-	-
Fusel oil	680.27	711.70	693.23	682.91	702.89

## 6. 한국형 청주 시제품 생산

한국형 청주에 대한 소비자 인식에서 언급했듯이 한국형 청주란 “전통적인 방법을 근간으로 국내에서 생산한 곡류를 주재료로 사용하며, 발효제로 국산 개발 누룩을 사용하여 빚는 맑은 술”이라고 정리하고 있다. 그리고 국산 개발 누룩을 재래누룩 또는 재래누룩에서 분리한 미생물을 활용한 다양한 발효제를 포괄하는 것으로 볼 수 있다. 는 것을 바탕으로 한국형 청주의 표준 제조공정과 원료배합비율을 아래에 제시하였다.

최적 발효조건 및 청주 품질 안정화 기술에 따라 한국형 청주 시제품을 파일로트 규모로 생산하였다 (표 93, 그림 69, 70). 청주 제조공정도에 있어서 기존 방법에서 밀술 담금시 쌀누룩만을 사용하거나 2차 덧술에서 쌀누룩을 사용하지 않는 등 현장에 맞게 제조공정을 간단하게 적용하였다.



(그림 69) 한국형 청주 표준 제조공정도

(표 93) 한국형 청주 시제품 품질특성

특성	가용성 고형물(°Brix)	pH	총산(%)	알코올(%)
한국형 청주	6.9	4.2	0.21	15.0



원료



침지



증자



밀술



1, 2차 덧술



발효완료



여과



시제품

(그림 70) 시제품 생산

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

### 제1절 : 목표대비 달성도

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
○ 한국형 청주 품질특성 규명 및 청주용 양조미 예비선발	15%	○ 한국형 청주 품질특성 규명 및 청주용 양조미 예비선발	100%
○ 한국형 청주 제조를 위한 원료처리 기술 개발	15%	○ 한국형 청주 제조를 위한 원료처리 기술 개발	100%
○ 청주용 양조미 선발 및 발효제 개발	12.5%	○ 청주용 양조미 선발 및 발효제 개발	100%
○ 한국형 청주의 담금 방법 최적화	12.5%	○ 한국형 청주의 담금 방법 최적화	100%
○ 한국형 양조미 및 발효제 현장 적용을 통한 실용화 기술 개발	10%	○ 한국형 양조미 및 발효제 현장 적용을 통한 실용화 기술 개발	100%
○ 청주용 발효제 생산조건 확립 및 품질특성 규명	10%	○ 청주용 발효제 생산조건 확립 및 품질특성 규명	100%
○ 청주 최적 품질유지를 위한 양조공정 확립	12.5%	○ 청주 최적 품질유지를 위한 양조공정 확립	100%
○ 한국형 청주 양조기술의 실용화를 위한 최적공정 개발	12.5%	○ 한국형 청주 양조기술의 실용화를 위한 최적공정 개발	100%
○ 한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화	100%	○ 한국형 양조미 및 발효제 활용 청주양조기술 실용화	100%

### 제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

성과지표명	당초목표 (전체)	실적	달성도 (%)	가중치 (%)
논문게재	SCI	3	0	0
	비SCI	8	8	10
산업재산권	출원	4	5	125
	등록	-	-	-
학술발표	국제	3	4	133
	국내	8	11	20
기술이전	3	5	166	10
정책자료 기관제출	-	1	-	-
영농기술·정보 기관제출	4	4	100	20
국내행사개최	-	1	-	-
대외협력 건수	-	3	-	-
자료발간	-	3	-	-
호보 성과	-	13	-	-
계	33	58	109	100

가. 논문게재(비SCI) 8건:

- 전통주 테이스팅 항목 개발에 관한 연구
- 연잎의 품질특성에 미치는 전처리 방법과 저장온도의 영향
- 전처리를 달리한 연잎을 이용한 약주의 품질특성
- 누룩종류를 달리한 청주 술덧의 이화학적 특성
- 가수량을 달리한 전통청주의 발효 및 숙성특성 연구
- 도정도에 따른 쌀의 침지특성 및 쌀입국의 발효특성
- 청주제조 시 담금방법에 따른 발효 및 품질특성
- 저온발효에 의한 청주의 이화학적 특성연구

나. 산업재산권출원 5건:

- 간편 거품막걸리 제조방법
- 아스페질러스 오리제 83-10 균주를 이용한 쌀알 누룩의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 쌀알 누룩
- 청주 제조방법
- 쌀입국 발효주의 제조방법
- 청주의 제조방법 및 이에 의해 제조된 청주

다. 학술발표(국제) 4건:

- Physicochemical Characteristics of Cheongju by Different Adding of Brewing Water
- Brewing characteristics of 15 rice cultuvars
- Brewing Characteristics of Chungju Mashed with Different Yeast Strains and Aspergillus Oryzae isolated from Korean Rice Nuruk
- Fermentation and Quality Charateristics of Korean Traditional Cheongju by Different Mashing Methods

라. 학술발표(국내) 11건:

- 시판효모의 종류에 따른 약주 품질특성
- 효모 종류에 따른 약주의 품질특성
- Sensory and brewing characteristics of nunglutinous rice and glutinous rice
- 전자코와 전자혀를 이용한 맵쌀과 찹쌀로 담근 약주의 관능특성 분석
- 재래누룩에서 분리 동정한 효모에 따른 약주 품질 특성
- Quality Characteristics of Makgeolli according to the heat treatment
- Physicochemical Characteristics in the Mash Quality of Cheongju Prepared Using Different Nuruks
- 도정도에 따른 쌀의 침지특성 및 쌀입국 발효주의 이화학적 특성
- 효모종류와 발효조건에 따른 청주의 품질특성비교
- 누룩투입비율과 양조용수비율을 달리한 약주 품질특성 연구
- 청징제 및 여과보조제 사용에 따른 청주품질특성 연구

마. 기술이전 5건:

- 전통주 칵테일(저작물, 무상 1건)
- 저온발효공법에 의한 한국형청주 제조기술(유상 1건)
- 쌀입국 제조기술 및 한국형 고품질의 청주제조기술(무상 1건, 유상 1건)
- 아스퍼질러스 오리제 83-10 균주를 이용한 쌀알 누룩의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 쌀알 누룩(유상 1건)

바. 영농활용 4건:

- 양조 목적에 맞는 벼품종의 선택
- 한국형 청주 발효 기술
- 한국형 청주 청정 및 여과기술
- 고품질 쌀입국의 제조기술 개발

## 제 5 장 연구 결과의 활용 계획

- 한국형 청주제조를 위해 누룩에서 분리 동정한 다양한 효모개발 연구
- 한국형 청주 아로마 프로필 확립을 위한 아로마 훈 개발
- 개발기술의 현장적용을 통한 기술이전 및 실용화
- 연구내용의 학술발표 및 논문게재를 통한 학술적 교류
- 일반적인 기술에 대해서는 영농활용으로 기술의 폭넓은 보급
- 개발기술의 지적재산권화

## 제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

○ 해당 없음

## 제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

○ 일반

## 제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

○ 없음

## 제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

### 가. 연구실 안전조치 이행계획

#### ○ 기술적 위험요소 분석

- 화학약품 및 전기시설 등에 대한 사전 안전교육 실시
- 화재 및 소방시설에 대한 안전교육 실시

#### ○ 안전관리대책

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 따른 연구실 안전점검과 정밀안전진단실시
- 참여연구원의 교육훈련 실시
- 기타 당해 연구개발사업 수행 시 필요한 연구실안전에 만전을 기함

## 제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역 할 저자	논문개재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문개재일 /특허등록일	사사여부 (단독/중복)
1-1	논문 (BSCI)	전통주 테이스팅 항목 개발에 관한 연구	농과원 발효식품과	교신 저자	외식 경영 연구 제17권 6호 pp. 7-33	2.0667	2014년 11월	단독
1-2	논문 (BSCI)	누룩종류를 달리한 청주 술덧의 이화학적 특성	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학기술 학회논문지 제115권 6호 pp. 150-5158	0.2098	2014년 08월	단독
1-3	논문 (BSCI)	가수량을 달리한 전통 청주의 발효 및 숙성 특성 연구	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학기술 학회논문지 제116권 8호 pp.5468-5475	0.3506	2015년 11월	단독
1-4	논문 (BSCI)	도정도에 따른 쌀의 침지 특성 및 쌀입국의 발효 특성	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학기술 학회논문지 제116권 8호 pp. 384-5393	0.3506	2015년 11월	단독
1-5	논문 (BSCI)	연잎의 품질특성에 미치는 전처리 방법과 저장온도의 영향	농과원 발효식품과	교신 저자	한국식품저장 유통학회지 23권 제 2호 pp. 155-161	1.1245	2016년 04월	단독
1-6	논문 (BSCI)	전처리를 달리한 연잎을 이용한 약주의 품질특성	농과원 발효식품과	교신 저자	한국식품저장 유통학회지 23권 제 2호 pp. 204-210	1.1245	2016년 04월	단독
1-7	논문 (BSCI)	청주 제조시 담금방법에 따른 발효 및 품질 특성	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학기술 학회논문지 17권 제 8호 pp. 637-648	0.4326	2016년 11월	단독
1-8	논문 (BSCI)	저온발효에 의한 청주의 이화학적 특성연구	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학기술 학회논문지 17권 제 8호 pp. 492-501	0.4326	2016년 11월	단독
2-1	산업 재산 권 출원	청주 제조방법	서울벤처대 학원대학교	공동 저자	대한민국 1020140149852		2014년 10월	
2-2	산업 재산 권 출원	간편 거품막걸리 제조방법	농과원 발효식품과	공동 저자	대한민국 1020150158150		2015년 11월	
2-3	산업 재산 권 출원	쌀입국 발효주의 제조방법	서울벤처대 학원대학교	공동 저자	대한민국 1020150129394		2015년 11월	
2-4	산업 재산 권 출원	아스퍼질러스 오리제 83-10 균주를 이용한 쌀알 누룩의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 쌀알 누룩	농과원 발효식품과	공동 저자	대한민국 1020160152883		2016년 11월	
2-5	산업 재산 권 출원	청주의 제조방법 및 이에 의해 제조된 청주	(유)침본	주 저자	대한민국 1020160131756		2016년 11월	

3-1	학술발표 (국제)	계통별 벼 15품종의 양조적성 평가	농과원 발효식품과	공동 저자	한국식품 영양과학회지 P06-35		2015년 11월	
3-2	학술발표 (국제)	Physicochemical Characteristics of Cheongju by Different Adding of Brewering Water	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국생명 과학회 P3-67		2015년 11월	
3-3	학술발표 (국제)	Brewing characteristics of chungju mashed with different yeast strains and Aspergillus oryzae isolated from Korean Rice Nuruk	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국식품 영양과학회 P06-03		2015년 11월	
3-4	학술발표 (국제)	담금 방법에 따른 청주제조방법	서울벤처대 학원대학교	주 저자	한국생명 과학회 57차 국제학술대회		2016년 11월	
3-5	학술발표 (국내)	시판효모의 종류에 따른 약주 품질 특성	농과원 발효식품과	공동 저자	식품영양 과학회 P06-21		2014년 11월	
3-6	학술발표 (국내)	효모 종류에 따른 약주의 품질특성	농과원 발효식품과	공동 저자	용용과학회 PMF-41		2014년 06월	
3-7	학술발표 (국내)	Sensory and brewing characteristics of nonglutinous rice and glutinous rice	농과원 발효식품과	공동 저자	한국식품 과학회 P12-117		2014년 08월	
3-8	학술발표 (국내)	Physicochemical Characteristics in the Mash Quality Cheongju Prepared Using Different Nuruks	서울벤처대 학원대학교	공동 저자	한국식품 과학회 D13-1		2014년 08월	
3-9	학술발표 (국내)	전자코와 전자혀를 이용한 맵쌀과 참쌀로 담근 약주의 관능특성 분석	농과원 발효식품과	공동 저자	한국식품 영양과학회 P06-04		2015년 11월	
3-10	학술발표 (국내)	효모종류와 발효조건에 따른 청주의 품질특성 비교	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산학 기술학회 16권 1호		2015년 11월	
3-11	학술발표 (국내)	도정도에 따른 쌀의 침지특성 및 쌀입국 발효주의 이화학적 특성	서울벤처대 학원대학교	교신 저자	한국산업 식품공학회 P-16		2015년 11월	
3-12	학술발표 (국내)	재래누룩에서 분리 동정한 효모에 따른 약주 품질 특성	농과원 발효식품과	공동 저자	한국식품 영양과학회 P06-30		2016년 11월	
3-13	학술발표 (국내)	Quality Characteristics of Makgeoli according to the heat treatment	농과원 발효식품과	공동 저자	한국식품 과학회지 P12-101		2016년 11월	
3-14	학술발표 (국내)	누룩투입비율과 양조용수비율을 달리한 약주 품질특성 연구	서울벤처대 학원대학교	주 저자	한국식품 영양학회 P-45		2016년 11월	
3-15	학술발표 (국내)	청정제 및 여과 보조제 사용에 따른 청주 품질특성 연구	서울벤처대 학원대학교	주저 자	한국산업 식품공학회 P59		2016년 11월	

4-1	기술이전 (무상)	(저작물)전통주 칵테일_(주)휴면컬쳐 아리랑	농과원 발효식품과	공동 저자	(주)휴면 컬처 아리랑		2015년 07월	
4-2	기술이전 (무상)	쌀입국 제조기술 및 한국형 고품질 청주제조기술	서울벤처대 학원대학교	공동 저자	(유)참본		2015년 12월	
4-3	기술이전 (유상)	쌀입국 제조기술 및 한국형 고품질 의 청주제조기술	서울벤처대 학원대학교	주 저자	(유)참본		2016년 11월	
4-4	기술이전 (유상)	저온발효공법에 의한 한국형청주제 조기술	서울벤처대 학원대학교	주 저자	(유)참본		2016년 11월	
4-5	기술이전 (유상, 기술료)	아스퍼질러스 오리제 83-10 균주를 이용한 쌀알 누룩의 제조방법 및 상 기 방법으로 제조된 쌀알 누룩	발효식품과	주 저자	신탄진주조		2017년 1월	
5-1	영농활용 기관제출	한국형 청주 청징 및 여과기술	(유)참본	주 저자			2016년 11월	
5-2	영농활용 기관제출	고품질 쌀입국의 제조기술 개발	(유)참본 관 리부	주 저자			2015년 11월	
5-3	영농활용 기관제출	양조 목적에 맞는 벼품종의 선택	농과원 발효식품과	주 저자			2015년 11월	
5-4	영농활용 기관제출	한국형 청주 발효 기술	농과원 발효식품과	주 저자			2016년 11월	
6-1	국내 행 사개최 건수	전통주분야 농산업체 협의회 결과 보고	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 06월	
7-1	대외 협 력 건수	전통주 범위 확대를 위한 전문가 토론회 참석	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 02월	
7-2	대외 협 력 건수	쌀소비 연구활성화 협의회 참석	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 04월	
7-3	대외 협 력 건수	발효식품과 '함께 가꾸는 농촌운동' 및 '산불예방 캠페인' 결과보고	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 04월	
8-1	발효식품 실 용화 기술 개발 실적	탄산막걸리용 양조재료세트 개발	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 06월	
9-1	자료 발간	한국형 청주 개발을 위한 소비자 조사	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 11월	
9-2	자료 발간	와인 전통주 국제 학술 심포지엄	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 10월	
9-3	자료 발간	Begin with Rice, Nuruk & Water (A Primer on Brewing Makgeolli)	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 11월	
10-1	정책 제안 기관제출	전통주 범위 제조정	농과원 발효식품과	주 저 자			2015년 11월	
11-1	홍보 성과	중국의 백주 제조	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 04월	
11-2	홍보 성과	과하주 제조	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 07월	
11-3	홍보 성과	전통 발사믹 식초 제조	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 10월	
11-4	홍보 성과	전통 술 화요 품평회 열려	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 06월	

11-5	홍보성과	영월군-국립농업과학원(농식품자원부) 업무협약 체결	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 08월	
11-6	홍보성과	생방송 빛날	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 12월	
11-7	홍보성과	알싸한 문배술에 스파게티	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 05월	
11-8	홍보성과	2015년 음식 키워드(맥주대 전통주)	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 01월	
11-9	홍보성과	개성이 있는 살아있는 전통주가 뜬다	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 01월	
11-10	홍보성과	장 담그듯 집집마다 빚은술 가양주	농과원 발효식품과	공동 저자			2015년 01월	
11-11	홍보성과	대한민국술테마박물관, 전문성-활성화 제고 나서	농과원 발효식품과	공동 저자			2016년 06월	
11-12	홍보성과	'농식품 기술이전 설명회' 강원, 충북 등 농신업체 방문	농과원 발효식품과	공동 저자			2016년 06월	
11-13	홍보성과	고려 때 즐기던 술, 21세기에 납시 오~	농과원 발효식품과	공동 저자			2016년 06월	
12-1	홍보지원 건수	KBS 한국인의 밥상 옷관련 자료 홍보지원	농과원 발효식품과	공동 저자			2014년 06월	

## 제 11 장 기타사항

○ 없음

## 제 12 장 참고문헌

배상면 (2008) 청주제조기술. 우곡출판사

국세청 (1999) 주류제조교본. 국세청기술연구소

김계원, 김재호, 노봉수, 안병학, 여수환, 조호철 (2012) 탁·약주개론. 농림수산식품부

Kim HR, Kwon YH, Kim JH, Ahn BH (2011) Quality Analysis of Diverse Rice Species for Rice Products, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43(2): 142–148.

Lee YJ, Yi HC, Hwang KT (2012) The Qualities of Makgeolli (Korean Rice Wine) Made with Different Rice Cultivars, Milling Degrees of Rice, and Nuruks. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(12): 1785–1791.

Yoshihiko A, Yoshihito N, Kenji S, Yuko S, Satomi O (2013) Polishing Properties of Sake Rice Koshtanrei for High-Quality Sake Brewing. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 77(10): 2160–2165.

Chun AR, Kim DJ, Yoon MR, Oh SK, Choi IS (2012) Effect of Milling Degree on the Physicochemical and Sensory Quality of Sogokju. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(1): 136–142.

Jin TY, Chung HJ, Eun JB (2006) The Effect of Fermentation Temperature on the Quality of Jinyangju, a Korean Traditional Rice Wine. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38(3): 414–418.

Lee DH, Kang HY, Lee YS, Cho1 CH, Kim SJ, Lee JS (2011) Effects of Yeast and Nuruk on the Quality of Korean Yakju. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.*, 39(3): 274–280.

Son HS, Park BD, Ko BK, Lee CH (2011) Quality characteristics of Takju produced by adding different amounts of water. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43(4): 453–457.

Seo WT, Cho HK, Lee JY, Kim B, Cho KM (2012) Quality Characteristics of Wheat–Rice Makgeolli by Making of Rice Nuruk Prepared by Rhizopus oryzae CCS01. *Korean J. Microbiology*, 48(2): 147–155.

Lee JK, Moon SH, Bae KH, Kim JH, Choi HS (2016) Distilled Spirits. Ministry of Agriculture, Food and Rual Affairs.

## 주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「농축산물 부가가치 향상 기술개발 사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「농축산물 부가가치 향상 기술개발 사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.