

최 종
연구보고서

찰쌀을 이용한 眞釀酒의 발효기술 개발 및
기능성 고급 양조상품화 기술 개발

Technical development of the
fermentation and commercialization of
Jinyangju as a functional high-grade
brewery with waxy rice

연 구 기 관
전 남 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “참쌀을 이용한 眞釀酒의 발효기술 개발 및 기능성 고급 양조상품화 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 05월 22일

주관연구기관명 : 전남대학교

총괄연구책임자 : 정 희 중

세부연구책임자 : 정 희 중

세부연구책임자 : 은 중 방

연 구 원 : 윤 혜 미

연 구 원 : 고 봉 국

연 구 원 : 김 철 암

협동연구기관명 : 농업과학기술원

협동연구책임자 : 김 태 영

연 구 원 : 김 상 범

요 약 문

I. 제 목

참쌀을 이용한 眞釀酒의 발효기술 개발 및 기능성 고급 양조상품화 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

과거 식량난으로 주식만으로 이용을 제한해왔던 우리 쌀이 과잉 생산되고 있고 특히 쌀 시장이 개방되어 잉여 쌀을 이용한 쌀 가공식품의 개발에 의한 쌀 가격의 안정은 물론 쌀의 부가가치 향상에 의한 쌀 생산농가의 소득증대에 기여할 수 있는 대체방안으로 대표적인 민속주의 개발은 필연적이다.

우리 전통주는 양조방법이 독특한 가향곡주 및 증류주이며 누룩이란 복합미생물 발효제를 사용하여 발효시켜 맛과 향이 독특하나 누룩품질 하락 등에 의해 술의 품질이 저하되면서 대외경쟁력도 약화되고 있다. 이런 전통주의 품질개선 및 상품화를 위해서 필수적으로 재래누룩 제조기술의 과학에의 의한 누룩품질 개선 및 고급화, 유용균주 도 입으로 기능성 부여, 저장성 개선에 의한 유통 연장 기술이 중요한 선결문제로 이의 기술 개발이 절실한 실정이다.

막걸리를 비롯한 몇 종류의 쌀 약주가 생산되었거나 생산되고 있으나 우리나라를 대표할만한 쌀 약주의 개발이 이루어지지 못해 수출 가능한 우리 술을 개발하여 민족의 자긍심을 고취시켜야 하는데, 전남 해남군에서 가내규모로 생산되고 있는 眞釀酒는 소비자들로부터 좋은 호응을 얻고 있는 전통 약주로서 우리나라를 대표하는 쌀 민속약주로 개발할 경우 양주나 포도주를 마시는 현재의 술 문화를 국산 술 마시는 문화로 바꿀 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 지역 특산 양조주인 진양주의 양조조건을 개선하고 최적 발효조건을 확립함으로써 대량생산체제를 구축하고 장기간 저장·유통이 가능한 우리나라 최고의 쌀 명주로 상품화하며 유자 등을 이용하여 기능성을 갖는 고급 양조주의 상품화 기술을 개발하고자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 찹쌀을 원료로 가내규모로 생산되고 있는 해남 진양주를 우리나라의 대표적인 전통 약주로 상품화하기 위하여 제1 세부과제에서는 진양주의 미생물학적 발효 특성과, 관련 발효균주의 특성 및 최적 담금 비율 등의 발효조건을 최적화, 그리고 진양주의 품질을 분석하였다. 제2 세부과제에서는 멥쌀과 찹쌀의 비율과 원료 쌀에 의한 진양주의 품질 특성, 쌀의 도정도에 따른 술의 품질 특성 등 원료 쌀과 술의 품질과의 상관관계를 구명하였고 진양주에 적합한 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 상품화 기술 개발에 대한 연구를 수행하였다. 협동연구과제에서는 진양주 양조에 적합한 발효제(누룩, 효모) 및 양조기술 확립하였고 저장성 확보를 위한 유통·저장기간의 연장 기술을 개발하였으며 대량생산 기술의 개발 및 대량생산 system의 구축 방안을 제시하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 진양주의 발효조건과 품질과의 상관관계를 구명하였다.

가. 밀술의 물 양에 따른 밀술 및 술덧의 성분변화

담금 24시간째 세 개의 밀술 모두 품온이 발효 온도 25℃보다 높았으며, 담금 48시간 후에는 품온이 발효온도25℃와 같거나 담금 24시간의 온도보다는 낮지만 발효온도(25℃)보다는 높았다. pH변화는 담금 이후 발효가 진행됨에 따라 그 값이 점점 감소하였다. 당은 각각의 밀술 모두 담금 직후부터 차츰 증가하다가 담금 16시간에서 24시간사이에 급격한 증가를 보였다. 담금 24시간 이후에는 환원당이 감소하였다.

pH 24시간째 세 개의 밀술 모두 품온이 발효 온도 25℃보다 높았으며, 담금 48시간 후에는 품온이 발효온도25℃와 같거나 담금 24시간의 온도보다는 낮았다. pH변화는 담금 24시간 후 가장 낮은 pH를 나타냈으며 발효가 진행됨에 따라 그 값이 점점 상승하였다. 당은 각각의 밀술 모두 담금 직후부터 차츰 감소하다가 담금 48시간에서는 급격한 증가를 보였고 그 이후에는 점차 감소하는 경향을 보였다.

나. 밀술의 누룩양에 따른 성분 변화

밀찹쌀 700 g, 물 700 ml, 효모 5g에 누룩양을 각각 7.5 g(0.875%), 20.0 g(1%), 22.5 g(1.125%)으로 하여 25℃에서 48시간 발효시켜 제조한 밀술의 성

분변화는 누룩양을 달리한 밀술의 품온, pH, 효모수는 매우 유사한 변화를 나타내었으나 알코올 함량과 환원당은 다소 차이가 있었다. 밀술의 누룩양이 술덧이 미치는 영향은 술덧 역시 환원당을 제외한 다른 성분변화는 매우 유사한 경향을 보였다.

다. 밀술의 발효온도에 따른 성분 변화

밀술 담금 24시간째에 27.5℃에서 발효시킨 밀술이 3.59로 가장 낮은 pH값을 나타냈으나 밀술담금 48시간째인 밀술 담금 종료시에는 25℃에서 발효시킨 밀술이 3.62로 가장 낮은 값을 나타냈고 밀술의 알코올 함량은 발효온도가 높을수록 높았다. 환원당 함량은 22.5℃에서 발효시킨 밀술은 담금 12~36시간에는 감소하나 그 이후에는 함량이 증가하였으며, 25℃ 밀술과, 27.5℃ 밀술은 담금 24시간까지 환원당 함량이 증가하다가 24~36시간에 함량이 감소하였고, 36~48시간에는 다시 환원당의 함량이 증가하였다. 각 밀술의 효모수는 담금 24시간까지는 증가하나 그 이후 차츰 감소하였다.

라. 밀술의 효모량에 따른 성분 변화

밀술의 품온 변화는 세 가지 밀술 모두 유사하였으나 0.375%의 효모를 첨가한 밀술이 담금 24시간에 29℃, 담금 48시간 후에 28℃로 조사되어, 0.25% 및 0.125% 효모첨가로 제조한 밀술보다는 낮은 온도를 나타냈다. pH는 담금 24시간째 0.25% 효모첨가 밀술이 3.42로 가장 낮았고 담금 48시간에는 0.125% 첨가구가 3.56으로 가장 낮은 pH값을 나타냈으나 담금 48시간 후에는 모두 유사한 pH를 나타냈다. 알코올 함량은 담금 48시간 후 0.125%의 효모를 첨가한 밀술은 11.2%, 0.25%의 효모를 첨가한 밀술은 14.5%, 0.375%의 효모를 첨가한 밀술은 15.1%로 알코올 수율만을 고려한다면 0.25% 효모를 첨가한 밀술이 가장 좋았다.

마. 술덧의 발효온도에 따른 성분변화

술덧의 품온은 술덧 담금 1일째 모든 온도 조건에서 가장 높은 품온이 나타났으나 25℃의 술덧과 27.5℃ 술덧의 품온은 술덧 담금 6일째까지 거의 동일한 경향을 보였다. 술덧의 pH는 술덧 담금 1일째 25℃와 27.5℃의 술덧이 각각 3.61과 3.7로 담금 기간중 가장 낮은 pH 값을 나타냈고 그 이후 차츰 상승하는 경향을 보이다가 다시 감소하는 경향이 나타났다. 알코올 함량의 변화는 모두 유사한 경향을 보였고 알코올 함량도 큰 차이가 없었다. 발효온도가 가장 높은 27.5℃의 술덧이 담금 초반에 많은 양의 환원당을 생성하고, 25℃의 술덧이 담금 중반, 22.5℃의 술덧이 담금 말기에 환원당의 생성량이 많은 것으로 나타나 술덧의 발효 온도는 술덧의 환원당과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 추측되었다. 효모

수는 술덧 담금 2일까지는 증가하다가 담금 3일째부터는 발효가 끝날 때까지 효모수가 감소하는 공통적인 경향을 보였다.

2. 진양주 발효균주의 분리 및 특성 규명

효모를 분리용 배지인 PDA를 사용하여 상이한 외관을 보인 6개의 colony를 채취하여 PDA에 계대배양하여 순수분리하였다. 분리된 6개의 효모 중 MEB에서 생육할 때 gas를 발생하나 배양액 표면에 막을 형성하지 않는 3균주를 1차 선발하였다. 1차 선발된 3균주 모두 알코올을 4.0%(v/v) 이상 생성하였고 특히 J-1 균주가 5.5%로 가장 높은 알코올 생성량을 나타냈고 과일 향기 등의 향기의 강도가 가장 강하였다. J-1 효모의 최종 발효액의 유기산 조성은 succinic acid와 citric acid 함량이 높았고 휘발성분은 향기에 좋은 영향을 주는 것으로 알려진 iso-amyl alcohol, iso-amyl acetate, ethyl acetate, iso-butyl acetate 등의 함량은 비교적 높았으나 acetaldehyde는 낮았다.

분리 효모는 난형이고 다극출아로 증식하였으며 위균사 및 진균사는 형성하지 않았다. 자낭포자는 구형이었고 액체배지 상에서는 막을 형성하지 않았으며 고체배지 상에서는 colony는 cream color를 띄고 윤기가 있었다. 당류시험에서는 포도당, 자당, 맥아당 및 galactose 등을 발효하였으나 lactose는 발효하지 않았고 galactose, 맥아당 및 자당만을 자화하였다. 질소원 중에서는 KNO₃, ethylamine-HCl을 자화하지 못했고 비타민 결핍배지 및 100 ppm cycloheximide 첨가 배지에서는 생육하지 못하였으나 37°C에서는 생육할 수 있었다. 이상의 결과로부터 분리 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*로 추정하였고 BIOLOG사의 BIOLOG YT MicroPlate를 사용하여 일부 생화학적 특성을 시험한 결과 99.7%의 확률로 *Saccharomyces cerevisiae*인 것으로 확인되어 *Saccharomyces cerevisiae*로 동정하였다.

분리 효모는 초기 알코올 농도 10%까지는 증식하였으나 12%에서는 효모의 증식이 관찰되지 않아 생육한계 초기 알코올 농도는 12% 정도인 것으로 추정되었다. 초기 식염농도 9%까지는 아주 느리게나마 증식하였으나 식염농도 11%에서는 균체증식이 관찰되지 않았다. 46~50°C에서는 효모가 죽지 않고 생육하였으나 54°C 이상에서는 생육하지 못하였다. 52°C에서는 생육이 지연되었으나 생육하는 것으로 나타나 사멸온도는 52°C 정도인 것으로 생각되었다. 분리 효모의 시간경과에 따른 침전량은 10분까지는 거의 침전되지 않았으나 15분 후부터는 효모가 침전되기 시작하여 정치 60분 후에는 0.5 mL 수준까지 도달하였고 응집형태는 tube의 바닥 근처에서 매우 서서히 경계면이 형성되어 점점 올라가는 전형적인 non-flocculent 효모로 관찰되었다.

올리고당 이용성은 glucose, maltose 및 maltotriose는 이용하였으나 maltotetraose는 전혀 이용하지 못하였다. 분리 효모는 acid phosphatase 활성이 높게 나타나 산성조건에서 phosphate 대사를 원활하게 진행할 수 있음을 알 수 있었고 α -glucosidase 활성이 다소 높게 나타났으며 다른 효소류는 활성이 전혀 없거나 있어도 아주 미약한 것으로 나타났다.

균체의 지방산 조성은 포화지방산으로는 C_{10:0}부터 C_{18:0}까지 존재하였고 미량의 hydroxy 지방산도 존재하였으나 지방산 중에는 C_{16:1}가 40.99%로 가장 많이 함유된 것으로 분석되었고 그 외에 summed feature 8이 31.98%로 나타났다.

3. 최적발효조건에서의 진양주 생산 및 특성분석

결정된 최적발효조건인 찹쌀 700 g에 물 700 ml, 누룩 20.0 g, 효모 5.0 g의 배합비율로 25°C에서 48시간 발효시켜 밀술을 제조하고 제조된 밀술에 찹쌀 1300 g과 물 1300 ml를 첨가하여 25°C에서 10일간 덧술을 발효시켜 최적 조건의 진양주를 제조하였다. 최적 조건으로 제조한 진양주의 이화학적 특성을 살펴보면 pH는 4.08~4.36, 알코올 함량은 14.1~15.1%, 환원당 함량은 0.072~0.089 g/ml를 갖는 것으로 조사되었으며, 효모수는 $2.1 \times 10^3 \sim 2.1 \times 10^5$ cfu/ml로 나타났다.

4. 멥쌀 첨가량이 진양주의 품질에 미치는 영향

참쌀 100%로 제조한 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이가 인정되지 않았으나 100% 찹쌀로 제조한 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구는 각각 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가한 제조한 시험구와 5%에서 유의적 차이가 인정되어 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하였을 때에 pH에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있었다. 총산은 100% 찹쌀로 담근 시험구는 1.02, 찹쌀에 멥쌀을 30%, 50%, 70% 첨가한 시험구는 각각 0.98, 1.1, 1.1로 나타나 pH나 총산은 찹쌀로 담근 시험구와 멥쌀 첨가량이 30%이상 일 때 차이가 있는 것으로 나타났다.

100% 찹쌀 담근 시험구와 찹쌀에 멥쌀을 30% 첨가하여 담근 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 그러나 100% 찹쌀로 담근 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 각각 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구와 5%에서 유의적 차이를 나타냈다. 멥쌀의 첨가량이 증가하면서 총당의 함량이 적게 나타났고 이것이 최종 총당의 함량이 시험구간에 차이를 나타낸

것으로 생각되었다.

100% 찹쌀로 제조한 시험구의 에탄올 함량은 14.2%, 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구의 에탄올 함량은 각각 14.8%, 15.6%, 15.2%로 나타났고 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구 사이에서는 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았으나 100% 찹쌀과 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구와는 각각 5%에서 유의적 차이를 보였다. 그리고 100% 찹쌀과 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구의 사이에도 유의적 차이를 보이지 않았다.

진양주의 색도에서 L값은 100% 찹쌀을 첨가하여 담근 시험구와 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았고 a값과 b값도 각 시험구 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 멥쌀 첨가는 진양주의 색도에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

5. 최적살균온도의 설정

살균하지 않은 대조구와 60℃에서 살균한 시험구를 5℃에 저장할 때 저장 12주 후부터 점차적으로 감소되는 추세를 보였으나 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 변화가 없는 것으로 나타났다. 20℃와 37℃에 저장할 때 살균하지 않은 대조구는 저장 10주부터 감소되었고 60℃에서 살균한 시험구도 저장 14주부터 점차적으로 감소되는 추세를 보였으나 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 변화가 없었다.

5℃에 저장할 때 저장 12주 후부터 대조구는 증가하는 추세를 보였으나 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 변화가 없는 것으로 나타났고 저장 20주 후 총산 함량은 대조구와 여러 온도에서 살균된 시험구들 사이에는 5%에서 유의적 인 차이가 없었다. 20℃에 저장할 때 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 10주와 14주부터 증가하였고 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 거의 변화가 없었다. 37℃에 저장할 때 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 14주부터 증가하였으나 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 저장 기간 중 변화가 없었다.

살균 후 5℃에 저장할 때 총당의 함량은 대조구를 포함한 모든 시험구에서 변화가 없는 것으로 나타났고 20℃에 저장할 때 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 10주와 14주부터 감소되었고 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 저장기간 중 변화가 없었다. 37℃에 저장할 때 대조구는 저장 10주부터 감소되었고 60℃에서 살균된 시험구는 저장 12주부터 14주부터 감소되는 경향을 나타냈으며 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 저장 기간 중 변화가 없었다.

5℃에서 20주간 저장 중 에탄올 함량은 대조구와 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 14.2-14.7% 사이에서 변화되었고 20℃에서는 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 8주와 14주부터 증가하였고 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 거의

변화가 없으며 37℃에서는 대조구와 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 20주간 저장 중 변화가 없었다. 따라서 대조구와 온도별로 살균된 시험구 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없었다.

다른 온도에서 살균한 진양주를 5℃에서 저장 시 L 값은 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하고 b 값은 증가하며 a 값은 변화가 없는 것으로 나타나 색도의 변화로 볼 때 대조구와 온도별 살균된 시험구들 사이에는 저장 기간 중 서로 유의적 차이가 없었고 60℃나 65℃에서 적정살균온도로 생각되었다. 20℃에서 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 L값은 감소하고 b값은 증가하며 a값은 변화가 없는 것으로 나타났고 37℃에서 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 L값은 감소하고 b값은 증가하며 a값은 변화가 없는 것으로 나타났다.

미생물수는 5℃, 20℃, 및 37℃에 저장할 경우 모두 대조구나 온도별 살균한 시험구나 모두 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났고 살균온도에 따라 미생물수는 차이가 있었으나 살균온도가 높을수록 미생물수는 더 적은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 효모와 젖산균에서 더 강하게 나타났으며 60℃에서 보다 65℃에서 살균하는 것이 더 효과적임을 보여 준 것이다.

60, 65, 70 및 75℃에서 각각 살균된 진양주를 5℃, 20℃, 및 37℃에서 20주간 저장할 경우에서 모두 전체적 기호도가 65℃가 제일 좋은 것으로 나타나 최적살균 온도도 65℃로 결정되었다.

6. 부위별 유자 첨가량에 따른 진양주의 이화학적 특성 변화

유자 과육을 각각 5, 7.5, 10, 12.5, 15% 첨가하여 14일간 발효과정에서 진양주의 pH, 총산, 총당 함량, 에탄올 함량 및 색도의 경우 대조구와 5, 7.5, 10% 첨가한 시험구 간에는 유의적인 차이가 없었으나 12.5%, 15% 첨가한 시험구와 대조구간에는 유의적인 차이가 인정되었다. 관능검사결과에서도 전체적 기호도가 대조구와 5, 7.5%의 유자 과육을 첨가한 시험구 간에는 유의적 차이가 없었으나 10%의 유자 과육을 첨가한 시험구에서는 상대적으로 높은 유의적 차이를, 12.5, 15%의 유자 과육을 첨가한 시험구에서는 상대적으로 낮은 유의적 차이를 보였다.

유자 과피를 각각 10, 20, 30, 40% 첨가하여 14일간 발효과정에서 진양주의 pH, 총산, 총당 함량 및 에탄올 함량의 경우 대조구와 10, 20% 첨가한 시험구 사이에는 서로 유의적인 차이가 없었으나 30, 40% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 나타났다. 색도의 경우 L, a, b값이 모두 대조구와 10% 유자 과피를 첨가한 시험구 간에는 유의적 차이가 없었으나 20, 30, 40% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이를 보였다. 관능검사결과에서도 전체적 기호도가 대조구와 40% 첨가 진양주 간에는 유의적 차이가 없었으나 10, 20, 30% 첨가한 진양주에서는 유의적 차이가 나타났는데 특히 20% 첨가 진양주의 경우 가장 높은 평가를 받았다.

유자즙을 각각 1, 2, 2.5, 3, 4% 첨가하여 14일간 발효과정에서 진양주의 pH와 에탄올 함량은 대조구와 모든 실험구 간에 유의적 차이가 없었고 총산과 총당 함량은 대조구와 1, 2, 2.5% 첨가한 실험구 간에는 유의적 차이가 없었으나 3, 4% 첨가한 실험구 간에는 유의적 차이가 있었다. 색도의 경우 L값에서는 대조구와 실험구에서 유의적인 차이를 나타내지 않았고 a 및 b값은 대조구와 1, 2, 2.5% 유자즙을 첨가한 실험구 간에는 유의적인 차이는 보이지 않았으나 3, 4% 유자즙을 첨가한 실험구 간에는 유의적 차이를 보였다. 능검사결과에서도 전체적 기호도는 대조구와 1, 2% 유자즙을 첨가한 실험구 간에는 유의적인 차이가 없었으나 2.5, 3, 4% 유자즙을 첨가한 실험구 간에는 유의적인 차이가 있었으며 특히 2.5% 첨가 진양주가 상대적으로 가장 높은 평가를 받았다.

7. 가공용 특수미의 진양주용 원료쌀 적성 구명

양조 원료별 수침 후 수분흡수율은 수원 428호>대립벼 1호>양조벼, 다산벼>일품벼 순이었으며 수침 4시간이면 목적수분 32% 내외가 되었다.

Koji 제국특성에서 발효기간 중 균사활착상태 및 발효 후 품질은 대립벼 1호 및 양조벼가 가장 우수하였으며 그 다음이 일품벼 및 다산벼로 양호하였고, 수원 428호는 점성이 있어 균사활착이 불량하였다.

Koji 제조 후 효소력은 다산벼가 32.8sp 로 가장 높았고 그 다음이 양조벼>일품벼, 대립벼>수원 428호 순으로 높았으나 수원 428호는 25.5sp로 효소력이 낮았다.

양조원료별 술덧 품질특성에서 산도는 3.4~4.0, 아미노산도는 0.5~0.8, 환원당은 0.93~1.09%, 알콜은 16.6~17.2% 사이였으며 양조 중 술덧 발효상태 및 향 등의 품질은 대립벼 1호, 수원 428호, 양조벼가 비교적 양호 하였으며 일품벼 및 다산벼는 미미한 차이였으나 약간 낮았다.

술덧을 여과하여 색차를 비교한 결과 육안으로 차이는 구별하기는 어려웠고 기계적 분석값은 L값이 27.51~27.85, a 값이 -0.41~-0.68, b값은 2.30~2.87 사이였다.

8. 곡자 종류별 양조 특성

증자 술덧 발효 중의 품온은 담금 24시간 후 개량 곡자구가 27.4℃로 가장 높았

고 쌀곡자와 개량곡자는 25.8~26.5℃였으며, 담금 후 48시간에서도 개량곡자구가 30℃로 가장 높았으며 다른 구도 큰 차이는 없었다. 발효과정 중의 pH는 발효기간의 경과에 따라 증자구에서는 담금 24시간 이후부터 급격히 감소하여 처리구 모두 pH 4.05~4.17을 보였으며, 개량곡자가 pH 4.05로 제일 낮았다. 술덧의 산도변화에서도 pH와 비슷한 경향을 나타내었다.

술덧 발효과정중의 알코올 생성량은 증자 처리구에서 2단 감금직후 발효 48시간에서 개량곡자구가 4.2%로 가장 높았고 산성곡자구는 3.8%, 쌀곡자는 3.6%로 나타났다.

술덧의 관능시험결과, 증자법처리구의 맛에서는 산성곡자와 개량곡자가 양호하였으나 쌀곡자구에서는 이보다 낮았으며 술덧 향기에서는 산성곡자나 쌀곡자는 이취가 나지 않아 보통으로, 개량곡자는 향긋한 국균의 냄새가 나서 양호한 것으로 나타났다. 압착여과한 술덧의 색깔은 처리구 모두 차이를 구별할 수 없었다.

9. 상품성 향상을 위한 조미 및 제성 기술 개선

술의 감미원으로서는 고과당만 첨가하거나 또는 스테비오사이드만을 첨가하는 것보다 고과당이나 스테비오사이드를 적정비율로 첨가하는 것이 경제성과 감미가 좋았다. 이러한 결과로 C처리인 고과당을 30도 정도인 술 1ℓ당 30.6g과 스테비오사이드를 150ppm첨가하고 여기에 구연산을 3도로 맞춘다. 즉 술 ℓ당 2.13g을 첨가하고 정제염보다는 천일염을 0.15%첨가한 조미비율이 가장 관능이 양호하였다.

SUMMARY

I. Title

Technical development of the fermentation and commercialization of *Jinyangju* as a functional high-grade brewery with waxy rice

II. The purposes and needs for the research and development

Rice which was limited to use only as a meal in Korea is recently overproduced and the residual amount is increased. Especially world market for rice is completely opened and the development of traditional Korean rice wine is needed to spent the excess rice to keep the rice price level to safe and to ensure the income for rice farmers in Korea.

Traditional folk liquors are generally grain wines added with specific aroma or spirituous liquors, which are fermented with the *Nuruk* as a ferment fungus contained various microorganisms. These liquors have unique tastes and aromas, but the liquor quality is dropped with a falling-off in quality of *Nuruk*, and declined the ability of the competition to the imported wines.

Therefore, the purposes of this research were to improve and optimize the fermenting conditions for *Jinyangju* and to set up the system to scale up to the factory level, and to develop the product to enable to extend the shelf life for the storage and the circulation, and to develop the new and upper class of the products which have some specific functionalities with using some of citrous fruits in Korea, to develop the basic constituents for the production of *Jinyangju* such as *Nuruk* as a ferment fungus and yeast and the general brewing techniques needed for *Jinyangju* fermentation

III. The contents and limit of the research

In the 1st research team of this study, analyzed the whole current process of

the fermentation for *Jinyangju*, the properties of microorganisms related to the fermentation of *Jinyangju*, and optimized the fermentation conditions and characterize the qualities of the produced *Jinyangju*.

In the 2nd research team of this study, analyzed the effect of the mixed ratio of the glutinous and non-glutinous rice as a raw material on the properties of *Jinyangju* and understood the correlation of raw rice and the wine quality, developed the technique for the sterilization of *Jinyangju* to extend the shelf time of *Jinyangju*, and analyzed the effect of the addition of the flesh or skin of citrous fruit on the properties of *Jinyangju*.

In the 3rd cooperative research team of this study, developed the basic constituents for the production of *Jinyangju* such as *Nuruk* as a ferment fungus and yeast and the general brewing techniques needed for *Jinyangju* fermentation, developed the techniques to extend the period of the storage and the circulation of *Jinyangju*, and set up the system for the scale up of the production.

IV. Research development and Results

Jinyangju, a Korean traditional rice wine is brewed using unique glutinous rice, only produced in Haenam, Chonnam, South Korea. Current industrial method are generally based on wine-maker experience, however, experience alone may be insufficient to manufacture true optimal processes. The objectives of this research were to optimize the fermentation conditions and evaluate the effect of non-waxy rice content and heat treatment upon alcohol content, acidity, sugar content, and sensory properties.

When *Jinyangju* was brewed with the different ingredient ratio of raw materials and the brewing temperature, both of the temperature of fermenting material and pH in seed and accessory mashes were not greatly changed, but the contents of alcohol and reducing sugars and the number of yeast were significantly changed at different brewing conditions of the seed and accessory mashes. Alcohol content of the accessory mash fermented at 20°C was 16.9% which was the highest and the reducing sugar was the lowest, 0.048 g/ml,

when 900 ml of water was used in seed mash. The number of yeast in seed mash fermented with 2.5 g of dried yeast added was reached to the highest of log 8.437 cfu/ml, but it tended to be decreased when the fermentation of accessory mash continued with different fermentation conditions. From these results, it was concluded that the optimal fermenting conditions to prepare the best quality of *Jinyangju* were as follows; the seed mash was fermented with 700 g of glutinous rice, 700 ml of water, 20 g of *Nuruk*, and 5 g of yeast at 25°C for 48 hours, and the accessory mash was fermented the fermented seed mash after adding 1,300 g of glutinous rice and 1,300 ml of water at 25°C for 10 days.

Koji of *Jinyangju* were fermented at 10, 15, 20, and 25°C for 2 weeks and final pH were declined to 3.70, 3.73, 3.40, and 3.26 and the final total acidities were 1.04, 1.01, 1.39, and 1.72%, respectively. The total sugar contents were showed 6.43 (10°C), 6.22 (15°C), 5.91 (20°C), and 5.53% (25°C) and the alcohol contents were 14.20 (10°C), 14.20 (15°C), 14.80 (20°C), and 15.40% (25°C), respectively. The color of *Jinyangju* did not affect the fermentation temperature. Fermentation at 15°C exhibited the highest sensory properties such as flavor, order and overall favorite.

Although waxy rice has been widely used for traditional wine making, the cost of waxy rice limits the industrial mass production. Second research was to study the effect of addition of different amount of non-glutinous rice on the physico-chemical properties of the resulting waxy rice based *Jinyangju*. The substitution levels were set at 0, 30, 50, and 70%. The pH value, total acidity, total sugar content, alcohol content, color values of the 4 different rice wines were determined and their sensory evaluation was conducted. The pH values, total acidity, and alcohol content were not affected by replacement levels of non-glutinous rice. The total sugar contents were 6.22, 6.31, 4.58 and 4.73%. A 30% non-glutinous rice replacement showed highest overall acceptance in the

sensory test.

Physicochemical, microbial, and sensory properties of *Jinyangju* pasteurized at 60, 65, 70, and 75°C for 20 weeks and stored at 5, 20, and 37°C were investigated. There was no significant changes in physicochemical characteristics of *Jinyangju* stored at 5°C. Total viable cells of *Jinyangju* decreased with increasing pasteurization 60 to 75°C. Sensory quality showed higher overall acceptance in the pasteurized *Jinyangju* at 60 and 65°C. There were no significant changes in physicochemical characteristics of *Jinyangju* pasteurized at 65, 70, and 75°C and storage at 5, 20, and 37°C except at 60°C. *Jinyangju* had the highest overall sensory acceptance at 65°C. Therefore, the pasteurization at 65°C for 5 seconds increased shelf-life of *Jinyangju* in ambient storage condition, primarily due to the extended inhibition of microorganism by heat treatment.

It measured of *Jinyangju* at different addition level of the part in citron had better add 10% of citron pulp, 20% of citron peel and 2.5% of citron juice. There were no significant changes in physicochemical characteristics highest quality Sensory properties of *Jinyangju* at different addition level of the part in citron.

CONTENTS

Summery(Korean)	2
Summery(English)	11
Contents(English)	15
Contents(Korean)	18
Part One. The outline for research and development	21
Chapter One. The purpose and limit	
for research and development	21
Chapter Two. The need of research and development	21
Part Two. The present condition of technical development	24
Part Three. Research development and results	27
Chapter One. Optimization of fermentation conditions	
and characterization of microbiological properties	
of <i>Jinyangju</i>	27
1. Interpretation of traditional fermenting method	
and analysis of the qualities of <i>Jinyangju</i>	27
가. Interpretation of traditional fermenting method	
of <i>Jinyangju</i>	27
나. Optimization of fermentation conditions of <i>Jinyangju</i>	31
2. Characterization and isolation of the strains	
related to <i>Jinyangju</i> fermentation	58
가. <i>Jinyangju</i> preparation	58
나. Isolation of the yeasts related	
to <i>Jinyangju</i> fermentation	60
다. Identification of the isolated yeasts	65
3. Optimization of the fermentation conditions	
and analysis of the properties of <i>Jinyangju</i>	78
가. <i>Jinyangju</i> preparation at optimal conditions	78
나. Property analysis of the seed and accessory mashes	
fermented at optimal conditions	102
다. Quality analysis of <i>Jinyangju</i> produced	

at optimal conditions	106
Chapter Two. Development of the sterilizing technique	
and up-graded functional <i>Jinyangju</i>	108
1. Materials and Methods	108
가. Raw materials and the microorganisms	108
나. Koji preparation	108
다. Mixed ratio of waxy and non-waxy rice	108
라. Addition ratio of citron to <i>Jinyangju</i>	108
마. Sterilization and storage of <i>Jinyangju</i>	109
바. Analysis and color determination	109
사. Microbial counts	109
아. Sensory evaluation and statistical analysis	110
2. Results	110
가. Effect of the addition of non-waxy rice	
on the quality of <i>Jinyangju</i>	110
나. Determination of optimal temperature	
for the sterilization	116
다. Changes of physicochemical properties of <i>Jinyangju</i>	
with the addition of the different parts of citron	164
라. Conclusion	176
Chapter Three. Development of koji and techniques	
to produce the large scale of <i>Jinyangju</i>	177
1. Determination of the aptitude of rice material for	
special rices only use for the processing	177
가. Chemical composition of raw rice	177
나. Moisture absorption at different soaking times	177
다. Mycelium growth during koji preparation	177
라. Changes of saccharifying enzyme activity	
at different time of koji preparation	178
마. Enzyme activity and the quality after koji preparation ...	178
바. Properties of the accessory meshes	
with different kinds of rice	178
사. Comparison of the color	179
2. Brewing properties and kojis	179
가. Temperature changes in accessory meshes	179

나. Changes in pH and acidity of accessory mashes	180
다. Changes in reducing sugars of accessory mashes	181
라. Changes in alcohol production of accessory mashes	182
마. Sensory evaluation of accessory mashes	182
3. Improvement of fermentation conditions	183
가. Properties of the retailed <i>Jinyangju</i>	183
나. Improvement of fermentation conditions	184
다. Techniques for tasting and flavoring of <i>Jinyangju</i>	190
라. Establishment of scale-up production system	193
Part Four. Achievements of the purpose and	
the rest of relative fields	195
Chapter One. Achievement of the purpose of research	195
Chapter Two. The rest of relative fields	197
Part Five. Application plan of the results of	
research and development	199
Part Six. References	200

목 차

제출문	1
요약문	2
영문요약서	11
제 1 장 연구개발과제의 개요	21
제 1 절 연구개발과제의 목적	21
제 2 절 연구개발과제의 필요성	21
1. 기술적 측면	21
2. 경제적·산업적 측면	22
3. 사회적·문화적 측면	23
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	24
제 1 절 국내·외 관련분야에 대한 기술개발 현황	24
1. 우리나라의 기술개발 현황 및 개발 수준	24
2. 외국의 기술개발 현황 및 개발 수준	25
제 2 절 연구결과가 국내·외 기술개발에서 차지하는 위치	26
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	27
제 1 절 진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적발효조건외 확립	27
1. 진양주의 전통적 담금 방법의 해석 및 품질 분석	27
가. 진양주의 전통적 담금 방법의 해석	27
나. 진양주의 최적 발효조건외 확립	31
2. 진양주 발효균주의 분리 및 특성 규명	58
가. 진양주의 제조	58
나. 진양주 발효효모의 분리	60
다. 분리 효모균주의 동정	65
3. 진양주의 최적발효조건외 확립 및 품질 특성 분석	78
가. 최적발효조건외에서의 진양주 생산	78
나. 최적발효조건외에서 제조한 밀술과 덧술의 특성 분석	102
다. 최적발효조건외에서 생산된 진양주의 품질 특성 분석	106
제 2 절 진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발 ...	108
1. 연구내용 및 방법	108

가. 원료 및 균주	108
나. 주모 제조	108
다. 서로 다른 비율로 멍쌀 첨가하여 담금	108
라. 서로 다른 비율로 유자의 부위별 첨가하여 담금	108
마. 진양주 살균 및 저장	109
바. 성분 분석 및 색도 측정	109
사. 미생물수 측정	109
아. 관능검사 및 통계처리	110
2. 연구 결과	110
가. 멍쌀 첨가량이 진양주의 품질에 미치는 영향	110
나. 최적 살균온도의 설정	116
다. 부위별 유자 첨가량에 따른 진양주의 이화학적 특성의 변화	164
라. 결론	176
제 3 절 진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산기술의 개발	177
1. 가공용 특수미에 대한 진양주 제조용 원료쌀의 적성 구명	177
가. 원료미의 화학성분 조성	177
나. 수침시간별 수분흡수 상태	177
다. koji 발효 중 균사 활착 상태	177
라. koji 제조 시간별 당화효소력 변화	178
마. koji 제조 후 효소력 및 품질	178
바. 쌀 품종별 술덧 품질 특성	178
사. 원료품종별 술덧 색차 비교	179
2. 곡자 종류별 양조 특성	179
가. 술덧 발효 중 온도의 변화	179
나. 술덧 발효 중의 pH 및 산도의 변화	180
다. 술덧 발효 중 환원당의 변화	181
라. 술덧 발효 중 알코올 생성량의 변화	182
마. 술덧의 관능검사	182
3. 진양주 품질향상을 위한 발효조건 개선	183
가. 시판 진양주의 품질특성	183
나. 진양주 품질개선을 위한 발효조건 설정	184
다. 상품성 향상을 위한 조미 및 제성 기술 개선	190
라. 진양주의 대량생산 기술개발 및 체제 확립	193

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	200
제 1 절 연구목표 달성도	200
제 2 절 관련분야에의 기여도	201
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	203
제 1 절 추가연구의 필요성	203
제 2 절 기업화 추진 방안	203
제 6 장 참고문헌	204

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발과제의 목적

과거 식량난으로 주식만으로 이용을 제한해왔던 우리 쌀이 과잉 생산되고 있고 특히 쌀 시장이 개방되어 잉여 쌀을 이용한 쌀 가공식품의 개발에 의한 쌀 가격의 안정은 물론 쌀의 부가가치 향상에 의한 쌀 생산농가의 소득증대에 기여할 수 있는 대체방안으로 대표적인 민속주의 개발은 필연적이다.

우리 전통주는 양조방법이 독특한 가향곡주 및 증류주이며 누룩이란 복합미생물 발효제를 사용하여 발효시켜 맛과 향이 독특하나 누룩품질 하락으로 인한 주질이 저하되고 품질이 열악하며 대외경쟁력이 약함. 이런 전통주의 품질개선 및 상품화를 위해서 필수적으로 재래누룩 제조기술의 과학에의 의한 누룩품질 개선 및 고급화, 유용균주 도입으로 기능성 부여, 저장성 개선에 의한 유통 연장 기술이 중요한 선결문제로 이의 기술 개발이 절실한 실정이다.

막걸리를 비롯한 몇 종류의 쌀 약주가 생산되었거나 생산되고 있으나 우리나라를 대표할만한 쌀 약주의 개발이 이루어지지 못해 수출 가능한 우리 술을 개발하여 민족의 자긍심을 고취시켜야 하는데, 전남 해남군에서 가내규모로 생산되고 있는 眞釀酒는 소비자들로부터 좋은 호응을 djee고 있는 전통 약주로서 우리나라를 대표하는 쌀 민속약주로 개발할 경우 양주나 포도주를 마시는 현재의 술 문화를 국산 술 마시는 문화로 바꿀 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 지역 특산 양조주인 진양주의 양조조건을 개선하고 최적 발효조건을 확립함으로써 대량생산체제를 구축하고 장기간 저장·유통이 가능한 우리나라 최고의 쌀 명주로 상품화하며 유자 등을 이용하여 기능성을 갖는 고급 양조주의 상품화 기술을 개발하고자 하였다.

제 2 절 연구개발과제의 필요성

1. 기술적 측면

- 과거 식량난으로 지금까지 주식으로만 제한적으로 이용해왔던 쌀이 과잉 생산되고 특히 2005년 쌀 시장의 완전 개방되어 잉여 쌀을 이용하기 위한 쌀을 이용한 대표적인 민속주의 개발이 필연적으로 요구될 것이다.

- 眞釀酒의 발효기술의 개선에 의한 약주의 맛 증진, 균주 개량에 의한 생산수율의 향상 등의 생산기술 개발이 영세적 眞釀酒 제조에 도입되어야 한다.
- 전통 약주의 상품화에 있어서 가장 큰 문제점은 유통 기간의 한계성에 있으므로 이들을 장기간 유통시키고 저장하기 위해서는 그에 맞는 첨단살균기술의 개발이 필수적이다.
- 유자의 향, 펙틴, 즙액 등의 영양학적, 약리적, 기능성분들에 의한 약주의 기능성 및 저장성 향상이 기대된다.
- 우리의 전통주는 양조방법이 독특한 가향곡주 및 증류주이며 누룩이란 복합미생물 발효제를 사용하여 발효시켜 맛과 향이 독특하나 누룩품질 하락으로 인한 주질이 저하되고 품질이 열악하며 대외경쟁력이 약함. 이런 전통주의 품질개선 및 상품화를 위해서 필수적으로 재래누룩 제조기술의 과학에의 의한 누룩품질개선 및 고급화, 유용균주 도입으로 기능성 부여, 저장성 개선에 의한 유통 연장 기술이 중요한 선결문제로 이의 기술 개발이 절실하다.
- 우리의 전통곡주는 지역 특산한약재, 가향재를 첨가하여 약용주류를 많이 제조하여 왔으며 문헌에 의하면 250여종의 민속주중 대부분이 가향재를 첨가하였고, 순수한 약용 가향주류는 50여가지 이상 기록되어 있으며 효능은 불로장생의 건강 지향성 주류이나 원료처리나 발효기술 미흡으로 기호성 술로서의 품질과 기호도가 낮다.

2. 경제적·산업적 측면

- 잉여 쌀을 이용한 쌀 가공식품의 개발에 의한 쌀 가격의 안정은 물론 쌀의 부가가치 향상에 의한 쌀 생산농가의 소득증대를 도모한다.
- 眞釀酒를 세계적인 쌀약주로 개발함으로써 매년 지속적으로 증가하고 있는 외국산 약주의 수입을 제한할 수 있다.
- 최근 소비자들이 건강에 관심이 많으므로 기능성 식품의 선호도가 높아 기능성 약주의 수요가 증가할 것이다.
- 진양주 제조에 솔잎과 유자의 기능성을 접목시킴으로서 진양주 생산농가는 물론 솔잎 및 유자 생산 농가도 소득을 증대시킬 수 있다.
- 새로운 제품 제조기술을 관련업체에 양도하고 지도함으로써 국내·외 경쟁력 증진에 크게 기여할 수 있다.
- 수입주류에 비하여 전통 민속주의 상대적 품질열위로 경쟁력이 위축된 실정이

다.

- 전체시장규모가 약 5조 3,470억원(2000년도 기준)으로 매우 크다.
- 주류수입액(2000)이 3억 6천만 달러이고 위스키 수입은 1억 8,700만 달러로 세계 4위의 위스키 소비국이며 포도주 수입도 크게 증가되고 있는 실정이다.

3. 사회적·문화적 측면

- 막걸리를 비롯한 몇 종류의 쌀 약주가 생산되었거나 생산되고 있으나 우리나라를 대표할만한 쌀 약주의 개발이 이루어지지 못해 수출 가능한 우리 술을 개발함으로써 민족의 자긍심을 고취시킬 수 있다.
- 眞釀酒를 우리나라를 대표하는 쌀 민속약주로 개발하여 양주나 포도주를 마시는 현재의 술 문화를 국산 술 마시는 문화로 바꾸어야 한다.
- 음주 문화가 저급 도수 술을 선호하므로 도수가 낮은 전통 약주가 상품성이 높다.
- 최근 국민들의 건강에 대한 관심도가 높아짐과 더불어 위생 및 식품의 기능성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있고 특히, 건강 증진에 도움이 되는 각종 생리 활성 물질을 함유한 기능성 가공 제품을 선호하는 추세를 비취볼 때 전통약주에도 다양한 기능성의 도입이 필요하다.
- 유자에 대한 많은 연구가 진행된 결과 고유한 향기성분과 정유성분(Limonene)의 항균효과 그리고 쓴맛의 주성분인 Limonoid화합물의 암발생 억제 기능이 밝혀졌기 때문에 이를 이용한 기능성 민속주 제조시 국내뿐만 아니라 국제적인 상품으로의 활용이 기대되며 한국전통주의 세계적 위상 확립에도 기여할 수 있다.
- 우리나라의 전통술은 300여종이 알려지고 있으며 그중 약 150여종의 제조비법이 전수되고 있으나, 술의 종류 만큼이나 각 지방의 전통적인 식문화는 다양하며 외래 관광객 여론 조사에서 향토음식이 가장 인상깊었다는 응답이 42.0%나 나올 만큼 우리의 전통음식 문화는 우수하지만 무차별적인 외래문화의 유입으로 음식 맛의 전국적 획일화 경향이 심화되고 있다.
- 전통문화는 문화의 전통으로만 그치는 것이 아니라 하나의 강력한 상품으로 등장하고 있으므로 각 지방마다 전통의 음식과 옛술을 체계화, 과학화 한다면 민족 고유의 식문화의 전통을 이어받고 특색있는 지방문화의 맥을 이어가는데 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

- 전통 민속주의 발굴과 현대식 산업화를 위해 '91년부터 민속주 제조관련 행정 규제 완화를 통한 전통문화의 보전과 전수를 적극적으로 농림부에서 추진하고 있으며 UR 이후 농가소득증대와 농산물의 부가가치 제고를 위해 '93년부터 농민단체에게는 주류제조 참여를 적극 지원하여 우리의 민속고유주의 복원을 시도하고 있다.
- 고혈압 등 순환기계 질환과 간장질환 등 성인병의 발생이 지속적으로 증가함에 따라서 이들을 예방 또는 치료하는데 효과가 있는 '기능성 식품'으로서 전통가향곡주, 약초주 등의 개발이 요구되고 있다.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련분야에 대한 기술개발 현황

1. 우리나라의 기술개발 현황 및 개발 수준

- 막걸리 등의 쌀 약주는 저장성이 극히 약하고 탁도 등에 의한 술 색깔이 고급화되지 못하고 있어서 이에 대한 집중적인 연구가 절실하게 요구되고 있다.
- 국내 전통주에 관한 연구는 주로 체계적이지 못하고 단편적이고 부분적으로 이루어지고 있는 실정이다.
- 탁주 및 일반 약주의 살균에 대한 많은 연구가 수행된 못하였다.
- 기능성 쌀 약주의 개발이 아직 시도된 바 없다.
- 농촌진흥청에서는 전통누룩에서 3종류이상의 우수 누룩균을 선발 배양하여 밀에 액체 균사체 접종법을 적용, 기계화 압출성형공법으로 제공하는 고품질의 전통주용 개량누룩 개발에 성공 특허출원(제 96-61286호, '96. 12)하였음. 본 개량누룩의 특징은 재래누룩보다 당화효소력이 4배가량 높고 누룩 제조기간도 20일 이상 단축하였고 또한 재래누룩은 여름철에 술덧의 산패, 감패가 잘되어 주질의 기욕이 심하나 개발된 개량누룩은 실패율이 거의 없고 품질이 균일하고 술덧의 맛과 향이 뛰어나 현재 산업적 대량생산 체계를 위하여 기술을 이전하였다.

- 일부 전통 약용 약주 및 가향 약주에 대해서는 명인들을 중심으로 그 제조방법이 전해져 내려오고 있으나 이들의 품질수준이 현대인의 기호에 부합할 것인지는 속단할 수 없다.
- 성인병의 예방 또는 치료에 효과를 나타낼 수 있는 기능성 식품의 제조에 대해서는 산업계 및 학계에서 연구를 시작하는 단계에 있다.
- 우리 식문화의 보전 차원에서 전통주에 대한 역사적, 문화적 고찰에 의한 우리술의 우수성이 점차 규명되면서 술문화 보전차원에서 우리술 양조법의 재현, 전통 누룩중의 미생물상 분포, 탁주발효중 주요의 성분변화, 효소역가, 효모의 동태 및 향기성분 분석과 최근 탁주의 보존성 향상을 위한 열처리 기술개발에 대한 연구가 조금씩 보고되었을 뿐이고 우리술 제조기술의 특성과 우리 옛술의 우수성, 발효 양조기술 특성 및 다양성에 대한 과학적이고 체계적인 연구가 거의 이루어지지 않은 상태이다.

2. 외국의 기술개발 현황 및 개발 수준

- 쌀을 주정생산을 위한 원료로 사용하는 경우는 있으나 소위 쌀을 주원료로 한 약주, 즉 rice wine 등은 아직 상품화된 바 없다.
- 전통민속주에 대한 외국의 연구사례는 아직 보고된 바 없으나 우리와 비슷한 곡주술 문화권인 일본 청주의 양조기술 연구사례는 Biotechnology의 최신 기법을 이용하여 균주를 각 주류별로 용도에 맞게 개량하고 대량 보급 체계를 확립하여 각 주류업체에서 요구하는 미생물을 정부지원협회에서 대량 보급하고 있으며 특히 알콜발효효모에 대하여 수율을 높이기 위하여 내알콜성 및 유용물질 생산 균주를 개발실용화 하였으며, 이들 균주를 이용한 고농도도 담금법의 실용화로 경제적인 생산체계를 산업화 기술로 개발하고 유통성 연장과 풍미의 하락방지를 위하여 U.F공법을 이용한 생주를 생산하여 일본 청주의 국제화를 위하여 제품에 기능성을 부여하여 세계인의 기호 패턴에 맞는 생산 기술 개발 연구가 활성화 되어 진행중이다..
- 중국에서는 죽순을 침출시켜 제조한 ‘죽엽청주’등 고품질의 침출주가 제조되어 세계적인 명주로 평가되고 있으나 이들의 조성 및 제법 등은 잘 알려져 있지 않다.
- 구미제국에서는 커피, 카카오, 페퍼민트 등 향이나 맛이 독특한 소재를 고농도의 알코올에 추출시킨 리큐르제품이 제조되어 칵테일 및 여성용 알콜음료로 폭

넓게 소비되고 있는 바 이들의 제조에는 향과 맛이 안정화에 대한 기술이 노하우로 알려져 있다.

- 과학적으로 성인병의 예방, 치료등에 생리적 효과가 입증된 소재를 함유한 식품 즉 기능성 식품(functional food)또는 Medical food등을 개발하기 위한 연구가 일본, 독일, 미국 등지에서 매우 활발하게 이루어져 있는데 특히 유효성분의 효능입증, 대사경로, 안정성 확인 등에 많은 노력을 하고 있다.

제 2 절 연구결과가 국내 · 외 기술개발에서 차지하는 위치

- 지역특화 약용작물 및 토산품을 이용한 전통약용 민속주의 담금 방법을 현대 미생물학과 대량생산 및 상품성 향상을 위한 산업차원에서 과학 기술의 접목을 통한 제조기술혁신, 품질개선, 기호성 개선 및 저장유통성 증진 기술을 개발함으로써 향토주의 관광상품화가 가능하며 나아가 대외적으로 경쟁력을 가진 보건 기능성 전통술의 제품화가 가능하게 된다.
- 농촌생활연구소 농산물가공 연구팀이 개발한 전통주용 개량누룩에 의해 전통약용 민속주류 제조기술에 과학화된 현대미생물과학과 양조기술을 접목함으로써 산업적 차원에서 전통 약용술의 기호성 향상과 품질개선으로 우리술의 장점을 살린 맛의 현대화와 다양화가 가능해져 계층별 소비자의 기호에 부응할수 있는 전통민속주의 내수창출과 국제 경쟁력 제고로 수출은 물론 외국산 주류의 수입 대체 효과가 있다.
- 우리의 전통주류는 우리 농산물을 이용하여 제조하는 우리만의 고유 양조기호 식품이므로 원료를 생산하는 농민의 소득향상은 물론 활로를 찾지못하는 농촌 경제에 고용창출 효과가 기대되며, 전통식문화의 계승발전과 우리 고유 전통술의 명맥을 이어가게 할 수 있을 것이다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적발효 조건의 확립

1. 진양주의 전통적 담금 방법의 해석 및 품질 분석

가. 진양주의 전통적 담금 방법의 해석

1) 전통적 진양주 제조 방법대나무 품종별 죽여 시료의 채취 및 전처리

(1) 재료 : 찹쌀 1말, 누룩 2되, 물 10되

(2) 밀술 제조

- ① 찹쌀 1되로 죽을 쓴다. 찹쌀 1되 + 물 5되를 섞어 끓인다.
- ② 차갑게 식힌다.
- ③ 누룩 2되를 곱게 찢어서 죽과 함께 섞는다.
- ④ 손으로 잘 버무린다.
- ⑤ 항아리에 안친다.
- ⑥ 명주베나 삼베로 항아리를 봉한 후
- ⑦ 따뜻한 아랫목(부뚜막)에 이불로 싸맨 뒤 5일정도(혹은 3-4일로 술이 익을 때까지) 보관한다(이 때 온도는 20℃이상을 유지한다).

(3) 고두밥 제조

- ① 찹쌀 9되를 깨끗이 씻어 한나절 잘 불린다.
- ② 술가지 불을 떼서 푹 찜는다.
- ③ 고두밥을 돛자리에 깔고 널어서 완전히 식힌다.

(4) 술덧 제조

- ① 고두밥이 완전히 식으면 5일이 지난 항아리의 밀술과 섞는다. 이때 찹쌀(고두밥)이 잘 안 익거나, 덜 식었을 때 넣으면 술맛이 나빠진다.
- ② 밀술과 동일한 방법으로 항아리를 아랫목에 1주일(7-8일)정도 보관한다. 따뜻한 아랫목(부뚜막)에 이불로 싸맨 뒤 보관한다(이 때 온도는 20℃이상을 유지한다).

- ③ 7일 후, 끓여서 식힌 물 5되를 항아리에 붓는다.
- ④ 사흘 뒤 용수를 박아 용수 안에 고이는 맑은 청주를 떠낸다.
- ⑤ 찌꺼기나 밥알을 체로 제거한다.

2) 개량식 진양주 제조 방법

(1) 주모 제조

① 원료 배합비

원료	첨가량	비고
참쌀	1.0 kg	
물	1.5 ℓ	
효모	7.5 g	
누룩	30 g (25 g)	해당 누룩의 당화력을 측정(1,000~1,200 SP) 쌀 1g당 20~25 SP 필요 따라서 쌀 1.0 kg에는 누룩이 최소 25 g 필요

② 제조 공정

- 필요한 양(1.0 kg)의 쌀을 3~4시간 동안 침지한다.
- 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.
- 증자한 쌀(고두밥)에 물은 쌀의 150%, 누룩은 쌀의 2%(20~25 SP/쌀 1g), 효모는 쌀의 0.5%를 각각 첨가하고 혼합한다
- 광구의 넓은 용기에 담아(통기가 용이한 용기) 20~25℃에서 40~48시간 발효시켜 주모를 제조한다.

(2) 고두밥 제조

- ① 참쌀을 세척한 후 3~4시간 침지한다.
- ② 침지한 쌀을 건져 찜통에서 찐다.
- ③ 찜통에 찌 때 김이 나기 시작한 후에 약 40분간 더 찐다.
- ④ 찌 쌀은 얇게 펼쳐서 식히면서 약간 건조시킨다.

(3) 술덧 제조 (담금은 3차 담금)

① 1차 담금

- 원료 배합비

원료	첨가량	비고
쌀	0.8 kg	
물	1.2 ℓ	
주모	250 g	
누룩	20 g	해당 누룩의 당화력을 측정(1,000~1,200 SP) 쌀 1 g당 20~25 SP 필요 따라서 쌀 1.0 kg에는 누룩이 최소 25 g 필요

- 제조 공정

- 필요한 양(0.8 kg)의 쌀을 3~4시간 동안 침지한다.
- 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.
- 고두밥에 물은 1,200 ml(쌀의 150%), 누룩은 20 g(쌀의 2%, 20~25 SP/쌀 1g), 주모 250 g을 각각 첨가하고 혼합한다
- 적당한 크기의 유리 용기에 담아 입구를 2겹의 cheese cloth로 막고 20~22℃의 항온기 내에서 24~30시간 동안 발효시킨다.

② 2차 담금

- 원료 배합비

원료	첨가량	비고
쌀	0.6 kg	
물	0.9 ℓ	
누룩	20 g	해당 누룩의 당화력을 측정(1,000~1,200 SP) 쌀 1 g당 20~25 SP 필요 따라서 쌀 1.0 kg에는 누룩이 최소 25 g 필요

- 제조 공정

- 필요한 양(0.6 kg)의 쌀을 3~4시간 동안 침지한다.
- 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.
- 1차 담금한 술덧에 고두밥, 물 900 ml(쌀의 150%), 누룩 20 g(쌀의 2%, 20~25 SP/쌀 1 g)을 각각 첨가하고 혼합한다
- 기존의 용기에 담아 입구를 2겹의 cheese cloth로 막고 20~22℃의 항온기 내에서 24시간 발효시킨다.

③ 3차 담금

- 원료 배합비

원료	첨가량	비고
쌀	0.6 kg	
물	0.9 ℓ	
누룩	20 g	해당 누룩의 당화력을 측정(1,000~1,200 SP) 쌀 1 g당 20~25 SP 필요 따라서 쌀 1.0 kg에는 누룩이 최소 25 g 필요

- 제조 공정

- 필요한 양(0.6 kg)의 쌀을 3~4시간 동안 침지한다.
- 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.
- 2차 담금한 술덧에 고두밥, 물 900 ml(쌀의 150%), 누룩 20 g(쌀의 2%, 20~25 SP/쌀 1 g)을 각각 첨가하고 혼합한다
- 기전의 용기에 담아 입구를 2겹의 cheese cloth로 막고 20~22℃의 항온기 내에서 발효시킨다. 이때의 발효시간은 발효온도에 따라 달라지는데, 20℃에서는 5일, 15℃에서는 7일, 10℃에서는 10일 정도가 적당하다.

3) 현행 진양주 제조 방법

(1) 주모 제조

① 원료 배합비

원료	첨가량	비고
참쌀	0.7 kg	
물	0.7 ℓ	1말의 1/3 = 3.5되
효모	5.0 g	
누룩	20 g	해당 누룩의 당화력을 측정(1,000~1,200 SP) 쌀 1g당 20~25 SP 필요 따라서 쌀 1.0 kg에는 누룩이 최소 25 g 필요

② 제조 공정

- 필요한 양(0.7 kg)의 쌀을 4시간 동안 침지한다.
- 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.

- 증자한 쌀(고두밥)에 물은 쌀의 100%, 누룩은 쌀의 2%(20~25 SP/쌀 1g), 효모는 쌀의 0.5%를 각각 첨가하고 혼합한다
- 광구의 넓은 용기에 담아(통기가 용이한 용기) 25℃에서 48시간 발효시켜 주모를 제조한다.

(2) 고두밥 제조

- ① 찹쌀을 세척한 후 4시간 침지한다.
- ② 침지한 쌀을 건져 찜통에서 찐다.
- ③ 찜통에 찌는 때 김이 나기 시작한 후에 약 40분간 더 찐다.
- ④ 찐 쌀은 얇게 펼쳐서 식히면서 약간 건조시킨다.

(3) 술덧 제조 (담금은 1차 담금)

① 1차 담금

- 원료 배합비

원료	첨가량	비고
쌀	1.3 kg	
물	1.3 ℓ	
주모	밑술 전체	
누룩	추가 없음	

- 제조 공정
 - 필요한 양(1.3 kg, 나머지 찹쌀)의 쌀을 4시간 동안 침지한다.
 - 침지한 쌀을 증자하여 고두밥을 만든다.
 - 고두밥에 물은 1,300 ml(쌀의 100%)을 첨가하고 혼합한다
 - 적당한 크기의 유리 용기에 담아 입구를 2겹의 cheese cloth로 막고 25℃의 항온기 내에서 7일~10일 동안 발효시킨다.

나. 진양주의 최적 발효조건의 확립

1) 재료

(1) 원료쌀

본 실험에서 사용된 원료쌀은 2003년 및 2004년에 담양에서 생산된 찹쌀을

농협 하나로마트에서 구입하여 사용하였다.

(2) 물

본 실험에서 사용된 물은 담양군 창평면 고려전통식품이 개발하여 사용하고 있는 지하수를 사용하였다.

(3) 누룩

본 실험에서 사용된 누룩은 농촌진흥청 농업과학기술원 농촌개발연구소에서 개발한 개량누룩을 분양받아 사용하였다.

(4) 효모

본 실험에서 사용된 효모는 주식회사 비전바이캠(서울)에서 개발하여 상품화한 *Saccharomyces cerevisiae*를 구입하여 사용하였다.

2) 진양주의 제조

진양주는 Fig. 1과 같은 제조공정을 거쳐 제조하였는데 주모를 제조한 후에 다시 술덧을 만들어 발효시켜 진양주를 제조하였는데 재료의 사용비율은 찹쌀 2 kg에 대하여 양조용수 100%, 누룩 1.0%, 효모 0.25%를 각각 사용하였다.

먼저 주모(밑술)의 제조는 찹쌀 700 g을 물에 수세하고 실내온도의 물에 8시간 동안 침지한 후 건져 증자하여 고두밥을 제조하였다. 제조된 고두밥을 물 700 ml, 누룩 20.0 g, 효모 5.0 g과 잘 혼합하여 25℃에서 48시간 발효시켜 주모를 제조하였다.

술덧은 앞에서 제조된 주모에 미리 쪄 놓은 찹쌀 1,300 kg의 고두밥, 물 1,300 ml를 첨가하여 잘 혼합한 후 25℃에서 10일간 발효시켜 술덧을 제조하였다. 제조된 술덧으로부터 진양주를 얻었다.

3) 주모(밑술) 및 술덧의 발효과정에서의 시료 채취

진양주의 주모 및 술덧의 발효과정에서 분석용 시료는 술덧을 잘 혼합한 후 필요한 양의 시료를 고형분과 발효액을 고루 채취하였으며 채취한 시료는 여과지로 여과한 후 여액을 분석용 시료로 사용하였다.

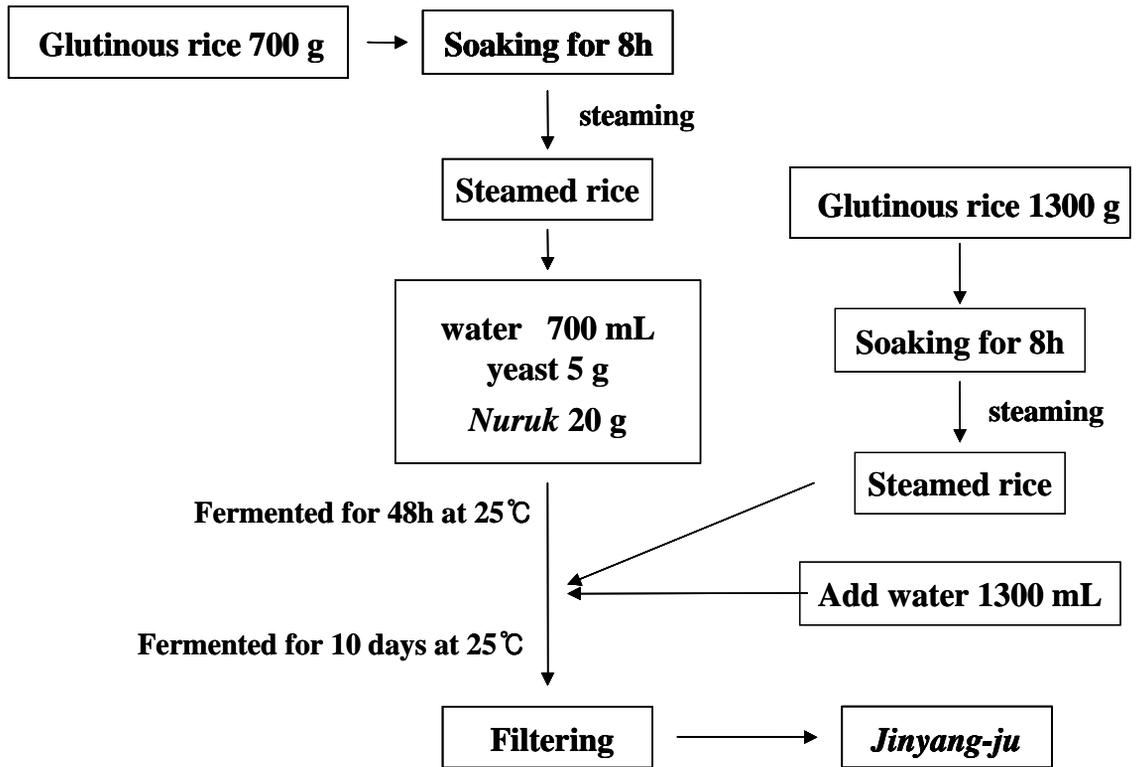


Fig. 1 Schematic diagram for the preparation of *Jinyang-ju*

4) 진양주 발효과정에서의 성분 및 미생물 변화 측정

(1) 온도 변화 측정

진양주 주모 및 술덧 발효과정에서 품온의 변화는 발효 용기안에 온도계를 부착하여 주모 및 술덧의 품온을 일정간격으로 측정하였다.

(2) pH 변화 측정

진양주 주모 및 술덧 발효과정에서 pH 변화는 pH meter(Thermo orion model 520A)를 사용하여 채취한 분석용 시료 20 ml를 취하여 pH를 측정하였다.

(3) 알코올 함량 변화

진양주 주모 및 술덧 발효과정에서 생성된 알코올 함량 분석은 국세청 주류규정에 따라 진양주 주모 및 술덧 100 ml에 증류수 30 ml를 더하여 증류장치를 이용하여 증류하였다. 증류물이 70 ml가 될 때까지 증류시킨 후 여기에 증류수 30

ml를 더하여 100 ml로 하여 잘 혼합한 후 온도를 측정된 다음 주정계를 이용하여 알코올 함량(주정분, %)을 측정하였다. 단 온도가 15°C가 아닐 때에는 국제청 주류규정의 온도 보정표에 따라 보정한 후의 주정분을 시료의 알코올 함량으로 환산하였다.

(4) 환원당 함량 변화

진양주 주모 및 술덧 발효과정에서 환원당 함량 분석은 Dinitrosalicylic acid(DNS)법에 의해 측정하였다. 즉, 시험관에 (DNS)시약 1.5 ml와 시료용액 0.5 ml를 혼합하여 boiling water bath에서 정확히 5분간 반응시킨 다음 냉각(급냉)한 후에 10.5 ml의 증류수를 첨가하여 혼합한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하고 D(+)-glucose의 표준곡선으로부터 환원당 함량을 산출하였다.

(5) 효모수의 변화

진양주 주모 및 술덧 발효과정에서 효모수의 변화는 10% 주석산으로 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar (potato infusion from 200 g, dextrose 20 g, agar 15 g, distilled water 1 l, pH 3.5 with 10% tartaric acid)에 0.1% peptone water로 희석된 시료 1 ml를 접종한 후 30°C에서 48시간 배양하고, 평판계수법으로 colony를 계수하였다. (시료의 희석은 예비실험을 통해 $10^2 \sim 10^6$ 사이에서 발효시기에 따라 다른 희석배수를 적용하였다.)

5) 진양주 주모(밑술) 및 술덧의 최적발효조건 확립

진양주 주모의 최적 발효조건 실험은 찹쌀과 물의 양, 효모 첨가량, 누룩 첨가량, 발효온도를 달리하여 발효시키면서 그 특성 변화를 분석하였고, 술덧의 최적 발효조건 실험은 술덧의 물 첨가량, 발효온도를 달리하여 발효시키면서 성분특성을 분석하였다. 또한 한 재료의 기존 배합비와 다른 비율이 진양주 발효에 좋은 영향을 줄 때에는 그 배합비율로 재료의 첨가량을 변화하여 다른 재료의 최적조건 실험에 적용하였고 온도역시 최적 발효 온도가 결정된 후 그 온도조건을 적용하여 진양주를 제조하였다. 즉 주모의 물양 결정실험은 Table 1.의 원료 배합비에서 물양만을 500 ml, 700 ml, 900 ml로 하였으며, 주모의 효모양 결정실험은 Table 1.의 배합비에서 효모양을 2.5 g, 5.0 g, 7.5 g으로, 주모의 누룩양 결정실험은 17.5 g, 20.0 g, 22.5g으로, 주모의 온도 결정 실험은 22.5°C, 25°C, 27.5°C으로 하여 각 조건

마다 3개의 sample을 제조하여 실험에 이용하였다. 주모의 최적조건 결정 실험 후 술덧을 제조하여 주모의 조건 변화가 술덧에 미치는 영향도 함께 조사하였다. 주모의 최적 조건이 결정된 후 최적 조건의 배합비율과 온도에서 주모를 제조하여 술덧의 물양을 1,100 ml, 1,300 ml, 1,500 ml로 하여 술덧의 물의 최적량을 결정하였고, 술덧의 온도를 22.5℃, 25℃, 27.5℃로 하여 술덧의 최적 온도를 결정하였다. 술덧 역시 조건의 변화가 발효에 좋은 영향을 미칠 때에는 그 변화된 조건을 적용하여 술덧을 제조하였다.

(1) 밀술의 물양에 따른 밀술의 성분변화

참쌀:물의 비율을 1:1, 1:1.5, 1:2로 제조한 밀술의 성분변화는 Fig. 2., Fig.3., Fig. 4.와 같다.

① 온도 변화

각각의 밀술의 품온변화를 조사한 결과는 Fig. 2.와 같다. 담금 24시간째 세 개의 밀술 모두 품온이 발효 온도 25℃보다 높았으며, 담금 48시간 후에는 품온이 발효온도25℃와 같거나 담금 24시간의 온도보다는 낮지만 발효온도(25℃)보다는 높은 수치를 나타냈다. 밀술 담금 8~16시간에 품온이 급상승하여 발효온도보다 높은 온도를 나타냈으며, 밀술 담금 24시간 후 세 개의 밀술 모두 밀술 담금중 가장 높은 온도를 나타내었다. 이는 밀술 담금 8~24시간에 누룩의 당화반응이 활발해져 열이 발생했기 때문으로 추측된다.

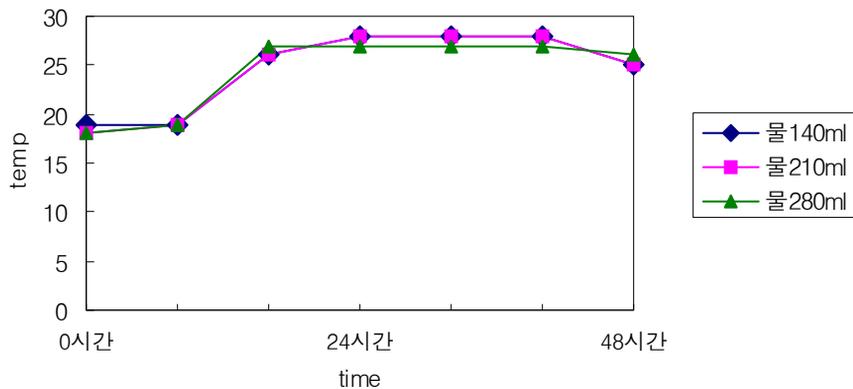


Fig. 2. Changes in the temperature of Mitsool at the different levels of water.

② pH 변화

pH변화는 Fig. 3.과 같다. pH변화는 담금 24시간 후 가장 낮은 pH를 나타냈으며 발효가 진행됨에 따라 그 값이 점점 상승하였다. 담금 24시간째 pH는 1:2(참쌀:물)로 제조한 밑술의 3.1로 가장 낮았으며, 1:1.5 비율로 제조한 밑술이 3.22, 1:1 비율의 밑술이 3.35를 나타냈다. 밑술의 품온과 같은 담금시간에 pH가 급변하게 된 이유는 당화반응으로 인해 열과 함께 산이 생성되었기 때문인 것으로 생각된다.

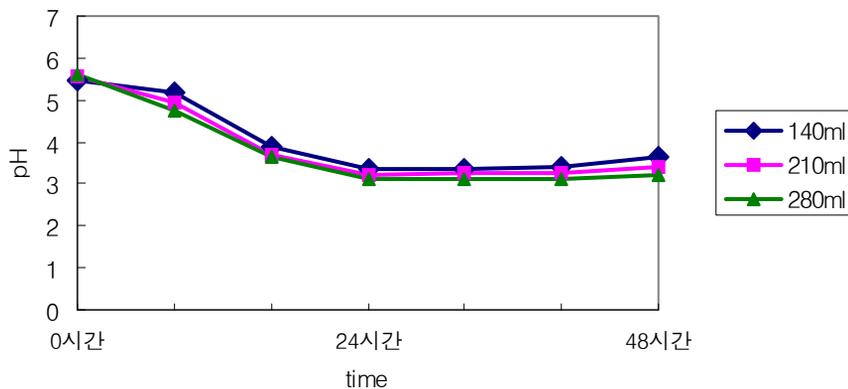


Fig. 3. Changes in pH of *Mitsool* at the different levels of water.

③ 환원당 함량 변화

밑술의 환원당의 변화는 Fig. 4.와 같다. 환원당은 각각의 밑술 모두 담금 직후부터 차츰 증가하다가 담금 16시간에서 24시간 사이에 급격한 증가를 보였다. 담금 24시간 이후에는 환원당이 감소하는데, 그 이유는 담금 24시간까지의 발효로 밑술의 환경이 산성으로 바뀌면서 누룩의 당화력이 감소하고, 누룩에 비해 내산성을 갖는 효모는 환원당을 이용해 알코올을 계속 생산하기 때문이다. 즉, 밑술 담금 24시간 후에는 누룩이 만들어내는 환원당의 양보다 효모가 이용하는 환원당의 양이 많아진 것으로 추측된다.

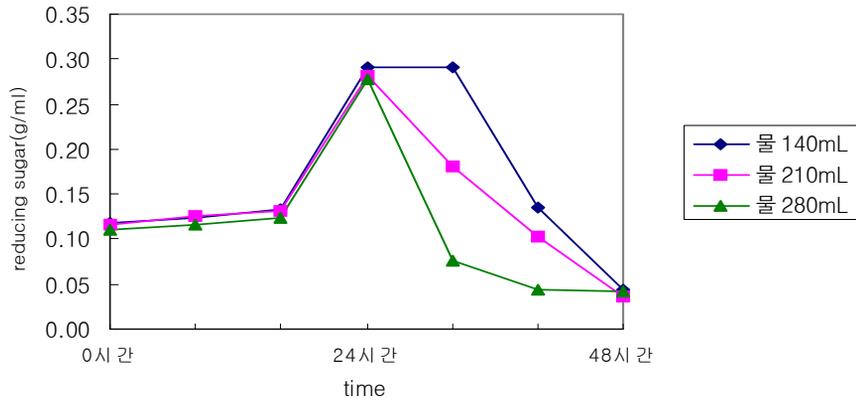


Fig. 4. Changes in reducing sugars of *Mitsool* at the different levels of water.

(2) 밀술의 물양에 따른 술덧의 성분변화

참쌀:물의 비율을 1:1, 1:1.5, 1:2로 제조한 밀술의 물의 비율이 술덧에 미치는 영향은 Fig. 5.~Fig. 7.과 같다

① 술덧의 품온 변화

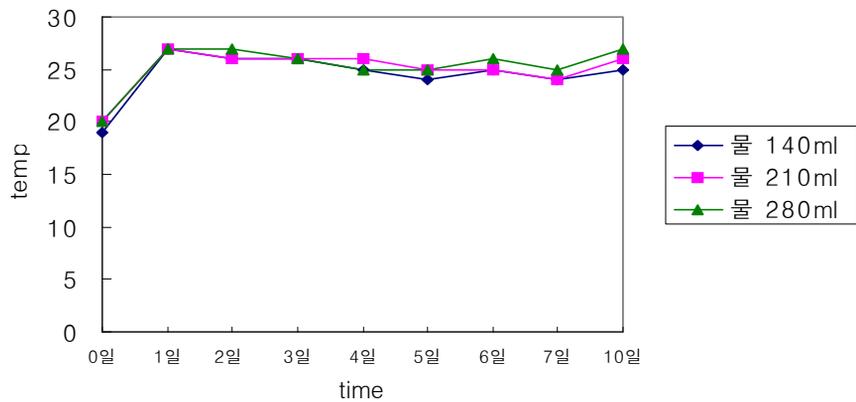


Fig. 5. Effects of the amount of water added to *Mitsool* at the different levels on the temperature of *Souldut*.

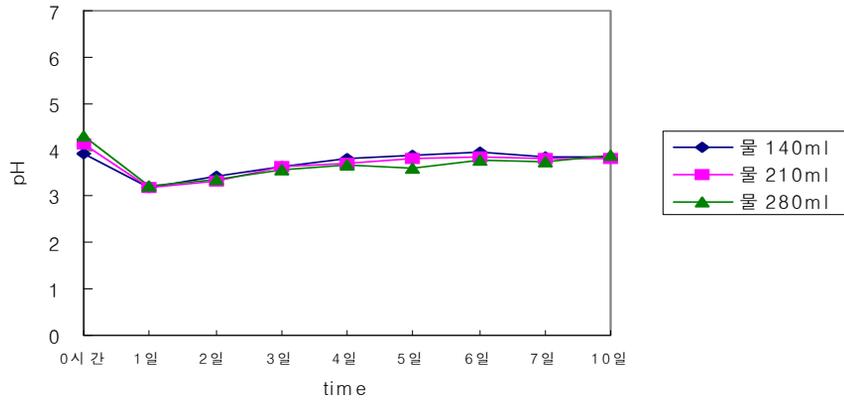


Fig. 6. Effects of the amount of water added to *Mitsool* at the different levels on pH of *Souldut*.

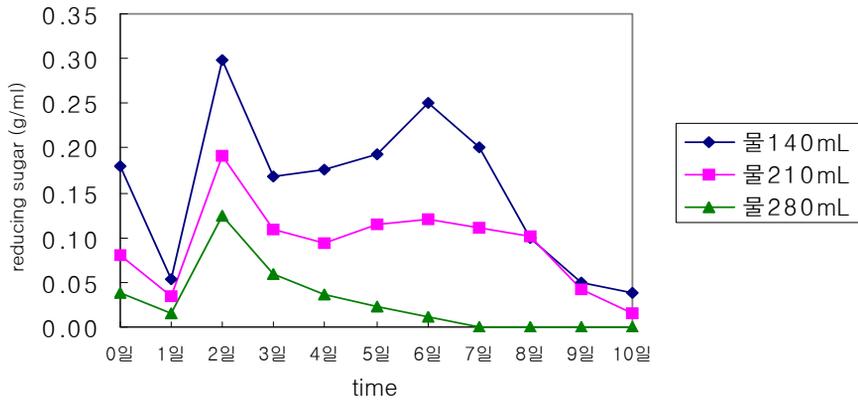


Fig. 7. Effects of the amount of water added to *Mitsool* at the different levels on the reducing sugar of *Souldut*.

(3) 밀술의 누룩양에 따른 성분 변화

참쌀 700 g, 물 700 ml, 효모 5g에 누룩양을 각각 7.5 g(0.875%), 20.0 g(1%), 22.5 g(1.125%)으로 하여 25°C에서 48시간 발효시켜 제조한 밀술의 성분변화는 Fig. 8., Fig. 9., Fig. 10., Fig. 11. 및 Fig. 12.와 같이 조사되었다. 누룩양을 달리 한 밀술의 품온과 pH, 효모수는 매우 유사한 변화를 나타내었으나 알코올 함량과 환원당은 다소 차이가 있었다. 밀술의 누룩양이 술덧이 미치는 영향은 Fig.

13.~Fig. 17.과 같고, 술덧 역시 환원당을 제외한 다른 성분변화는 매우 유사한 경향을 보였다.

① 온도 변화

밀술의 품온은 밀술 담금 기간동안 3개의 밀술 모두 발효온도인 25℃보다 높은 온도를 유지하였으며(fig.8), 밀술 담금 기간 24시간 후 가장 높은 품온을 나타내었다. 이런 결과는 밀술의 물양 실험과 유사한 결과로 밀술 발효 중 공통적인 현상으로 나타났다.

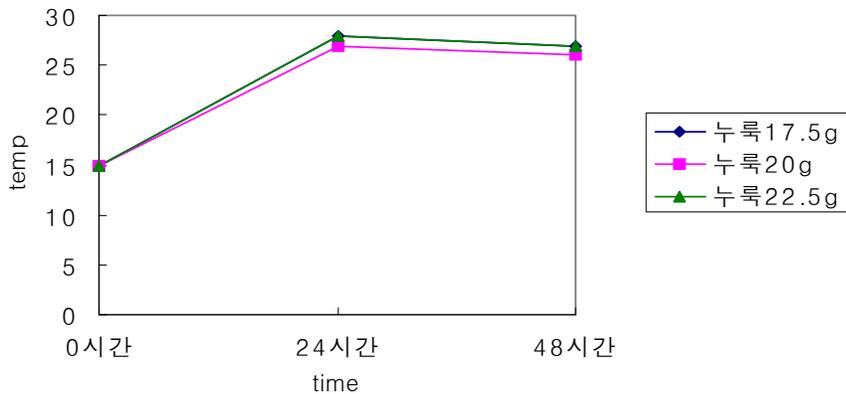


Fig. 8. Changes in temperature of *Mitsool* at the different levels of *Nurook*.

② pH 변화

pH는 담금 24시간째 3.6~3.7였으며, 48시간 후에는 3.8~3.9에서 pH 값이 조사되었다(Fg. 9).담금 24시간 후 1.125% 누룩으로 제조한 밀술이 3.62로 가장 낮은 값을 나타냈으며, 밀술 담금 48시간 후에는 0.875% 누룩이 사용된 밀술이 3.81로 가장 낮은 pH값을 보였으나 세 가지 밀술 모두 근사한 pH 값을 나타냈다. 즉, 누룩양의 변화는 밀술 pH 값에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

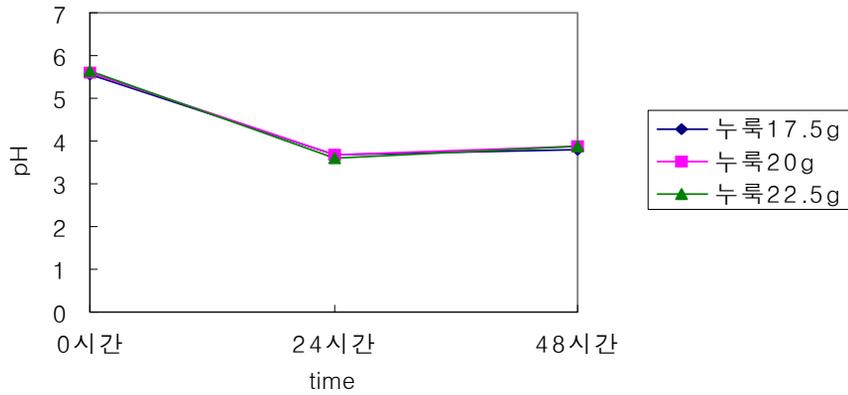


Fig. 9. Changes in pH of *Mitsool* at the different levels of *Nurook*.

③ 알코올 함량 변화

누룩양이 가장 많은 밀술의 경우(1.125%)가 담금 24시간 이후 높은 알코올 (14%)을 생성하였고(Fig. 10), 1%의 누룩이 사용된 밀술이 13.5%, 0.875%의 누룩이 사용된 밀술이 13.3%의 알코올 함량을 갖는 것으로 조사되었다. 누룩 양이 많을수록 밀술 담금초기에 많은 환원당이 생성되어 알코올 생성에 이용된 것으로 추측된다. 즉 밀술의 알코올 함량은 누룩양에 비례하는 것으로 생각된다.

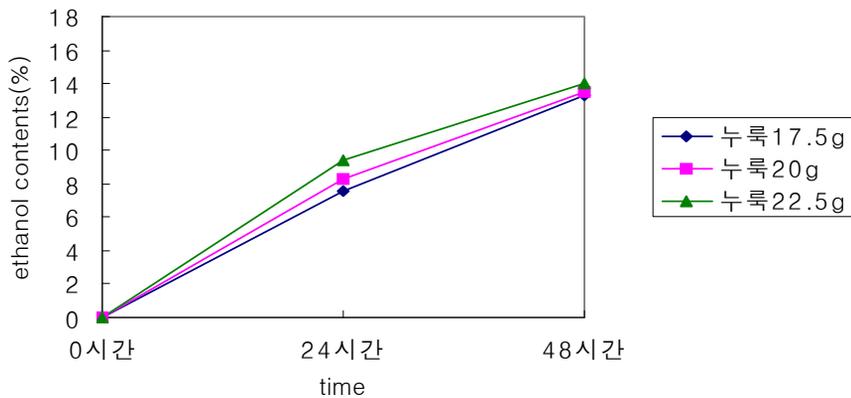


Fig. 10. Changes in alcohol content of *Mitsool* at the different levels of *Nurook*.

④ 환원당 함량 변화

밀술 담금 중 환원당은 0.875%의 누룩이 첨가된 밀술이 담금 24시간째 가장 많은 14.3%의 환원당을 생성하였으나 담금 48시간 이후의 조사된 환원당 함량은 가장 낮은 8.7%를 나타냈다(Fig.11)

술덧 담금 중 환원당은 술덧 담금 2일째와 3일째를 제외한 다른 담금 기간 동안 1.125% 누룩의 밀술로 제조한 술덧이 가장 많은 함량을 보였고, 담금 2일과 3일째는 1% 누룩의 밀술로 제조한 술덧이 가장 높은 환원당 함량을 나타내었다(Fig. 17). 1%의 누룩이 사용된 밀술의 술덧 환원당 함량이 술덧 담금 2일과 3일 각각 8.5%와 7.6%로 조사된 것으로 보아 술덧 담금 초기에 가장 활발한 당화반응이 일어났으며, 술덧 담금 3~5일에 많은 양의 알코올이 생성된 것으로 생각되며, 이는 Fig. 15에서의 알코올 함량변화를 통해 확인할 수 있었다.

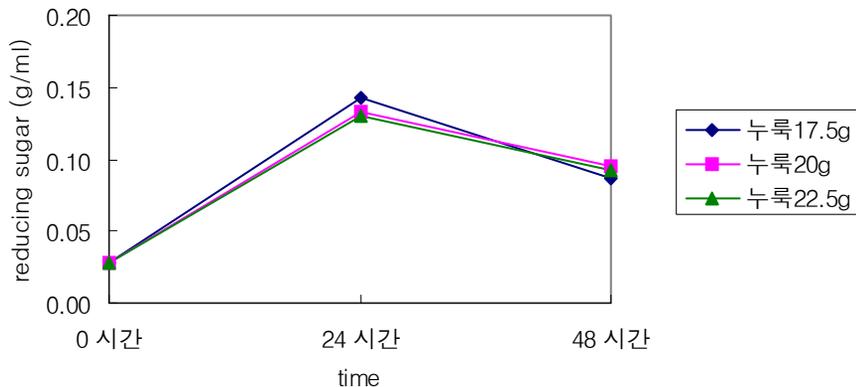


Fig. 11. Changes in reducing sugar of *Mitsool* at the different levels of *Nurook*.

⑤ 효모수 변화

효모수 역시 품은 변화와 유사하게 누룩양에 상관없이 비슷한 변화를 보였으며 밀술 담금 24시간에 1%의 누룩이 혼합된 밀술이 3.0×10^8 로 가장 많은 효모수를 갖는 것으로 나타났다(Fig. 12). 그러나 담금 시간이 경과함에 따라 효모수의 감소수에는 다소 차이가 있었는데, 0.875%의 누룩을 사용한 밀술의 효

모수 변화는 밀술 담금 24시간 후 2.72×10^8 이었던 효모수가 밀술 담금 48시간 후에는 1.63×10^8 로 조사되어 1.09×10^8 의 가장 큰 효모수 감소를 나타내었다.

술덧의 효모수는 1.125%의 누룩이 들어간 밀술로 제조한 술덧이 술덧 담금이 진행됨에 따라 가장 크게 감소한 것으로 조사되었다(Fig. 16).

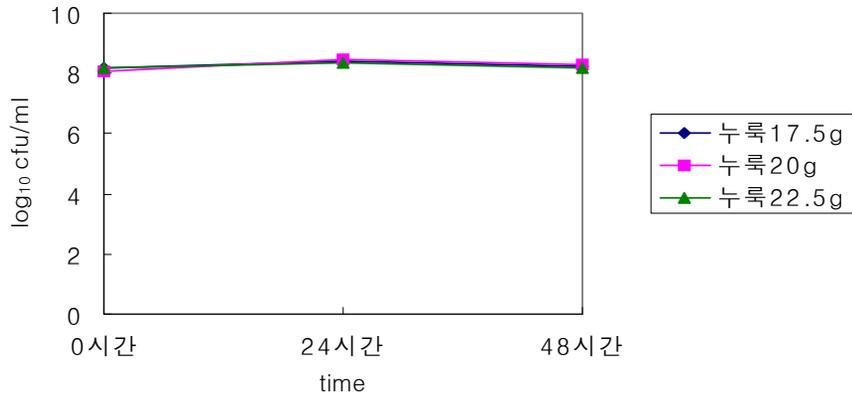


Fig. 12. Changes in yeasts of *Mitsoul* at the different levels of *Nurook*.

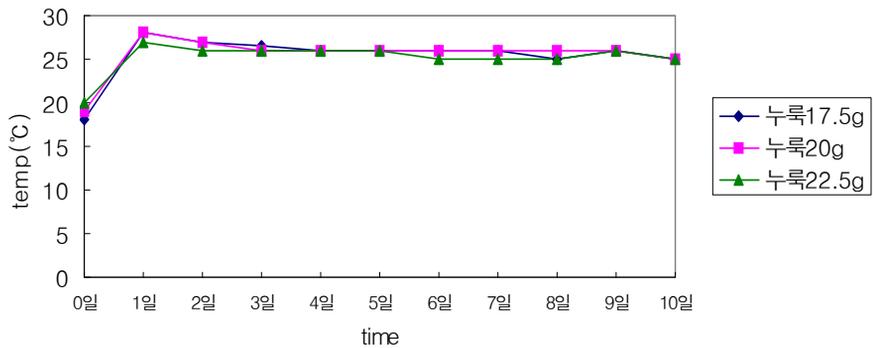


Fig. 13. Effects of the amount of *Nurook* added to *Mitsoul* at the different levels on the temperature of *Souldut*.

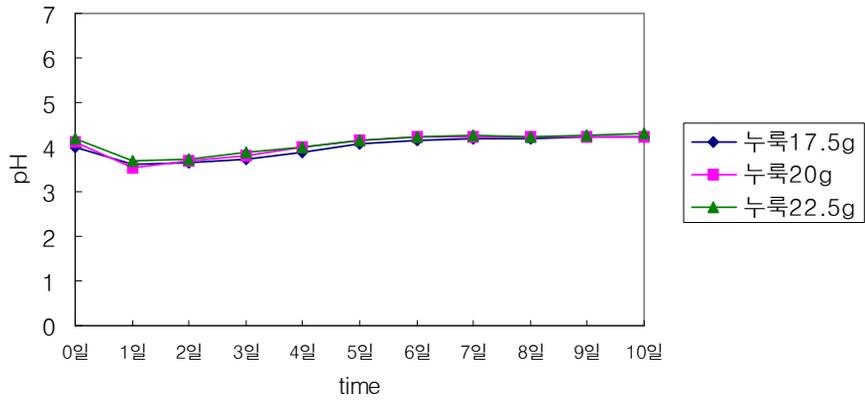


Fig. 14. Effects of the amount of *Nurook* added to *Mitsool* at the different levels on pH of *Souldut*.

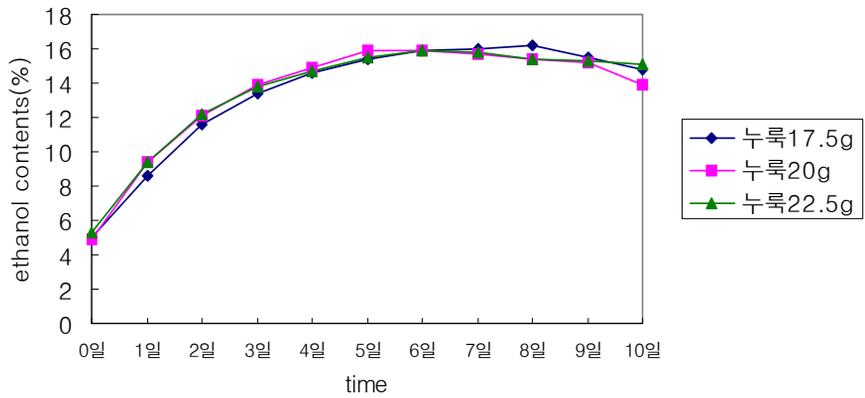


Fig. 15. Effects of the amount of *Nurook* added to *Mitsool* at the different levels on ethanol content of *Souldut*.

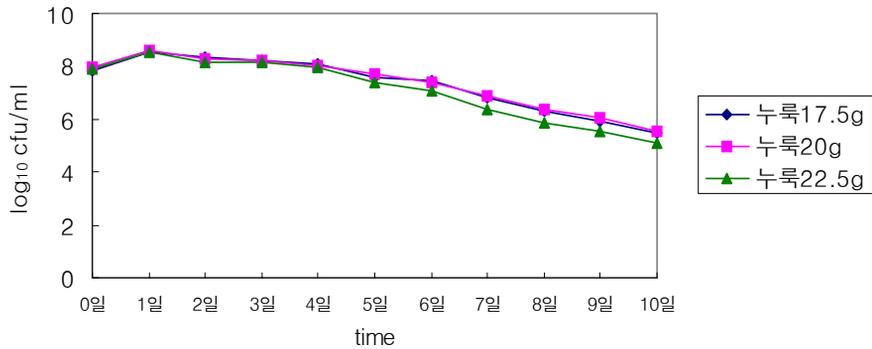


Fig. 16. Effects of the amount of *Nurook* added to *Mitsool* at the different levels on the count of yeasts of *Souldut*.

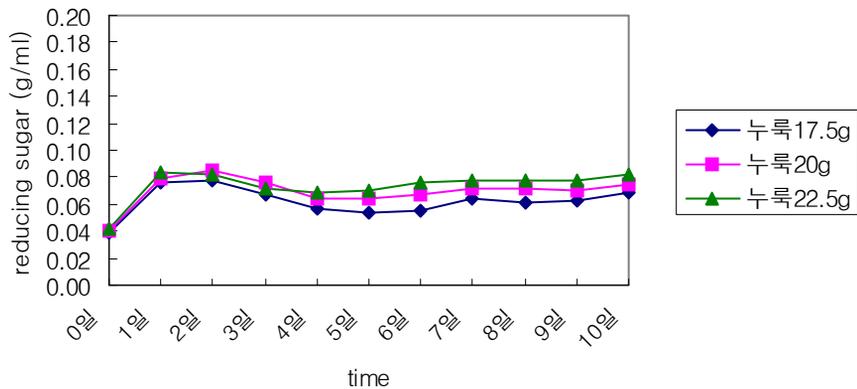


Fig. 17. Effects of the amount of *Nurook* added to *Mitsool* at the different levels on reducing sugars of *Souldut*.

(4) 밀술의 발효온도에 따른 성분 변화

참쌀 700 g, 물 700 ml, 효모 5.0 g, 누룩 20.0 g으로 제조한 밀술을 22.5℃, 25℃, 27.5℃에서 48시간 발효시켜 24시간 간격으로 성분 변화를 조사한 결과는 Fig. 18~Fig. 22와 같다.

① 온도 변화

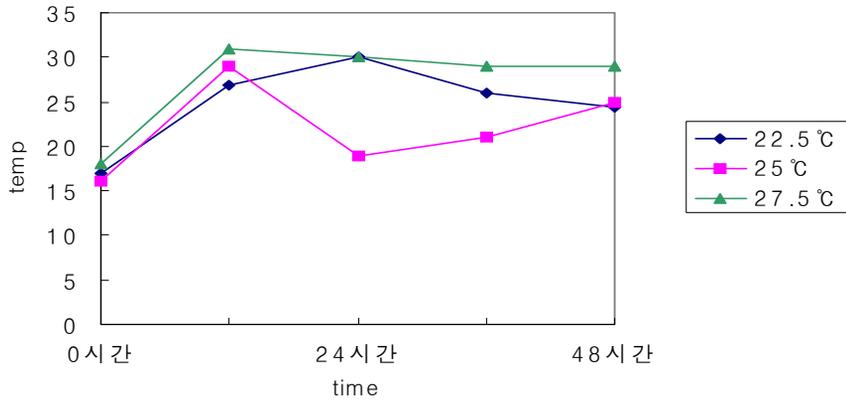


Fig. 18. Changes in temperature of *Mitsool* at the different temperatures of *Mitsool* for the fermentation.

② pH 변화

밀술 담금 24시간째에 27.5°C에서 발효시킨 밀술이 3.59로 가장 낮은 pH값을 나타냈으나 밀술담금 48시간째인 밀술 담금 종료시에는 25°C에서 발효시킨 밀술이 3.62로 가장 낮은 값을 나타냈다(Fig. 19).

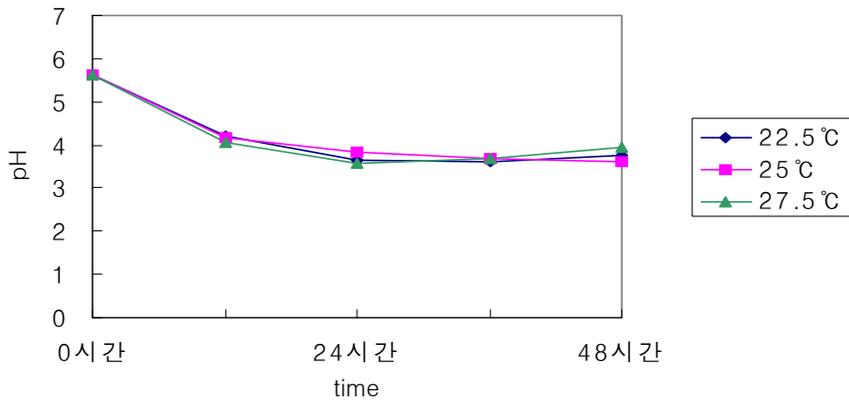


Fig. 19. Changes in pH of *Mitsool* at the different temperatures of *Mitsool* for the fermentation.

③ 알코올 함량 변화

밑술의 알코올 함량은 Fig. 20과 같이 발효온도가 높을수록 알코올 수율도 높은 것으로 조사되었다. 즉 밑술 담금 48시간 후 22.5℃, 25℃, 27.5℃에서 발효시킨 밑술의 알코올 함량은 각각 13.6%, 11.4%, 14.3%였다.

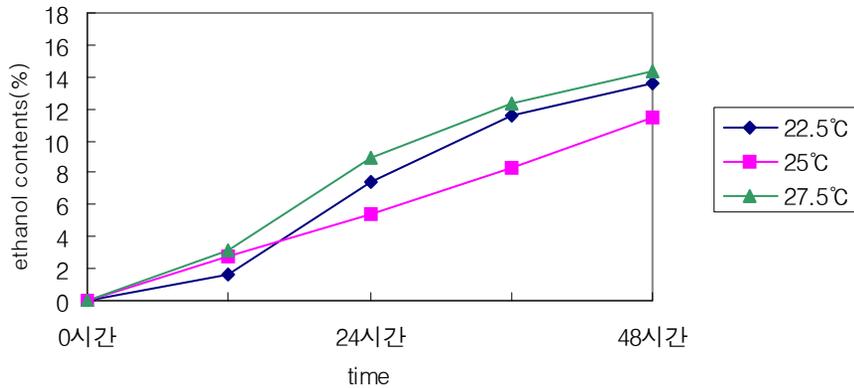


Fig. 20. Changes in ethanol content of *Mitsool* at the different temperatures of *Mitsool* for the fermentation.

④ 환원당 함량 변화

환원당 함량을 조사한 결과 22.5℃에서 발효시킨 밑술은 담금 12~36시간에는 감소하나 그 이후에는 함량이 증가하였으며, 25℃ 밑술과, 27.5℃ 밑술은 담금 24시간까지 환원당 함량이 증가하다가 24~36시간에 함량이 감소하였고, 36~48시간에는 다시 환원당의 함량이 증가하였다(fig.21). 밑술 담금 24~36시간에서의 세 가지 밑술모두 환원당이 감소하는 공통적인 특징을 보였다. 온도에 따라 환원당이 생성되고 이용되는 양에는 차이가 있으나 환원당이 활발히 이용되는 시간은 유사하다고 생각된다.

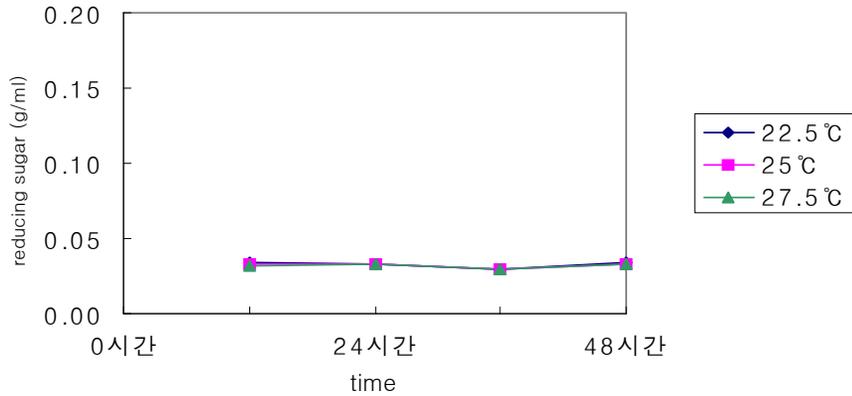


Fig. 21. Changes in reducing sugars of *Mitsoul* at the different temperatures of *Mitsoul* for the fermentation.

⑤ 효모수 변화

Fig. 22에서 볼 수 있는 바와 같이 각 밀술의 효모수는 담금 24시간까지는 증가하나 그 이후 차츰 감소하는 것으로 조사되었다. 담금 24시간이후 담금 36시간까지는 비슷한 양상을 보이나 36시간 이후 22.5°C의 밀술은 1.17×10^8 의 효모가 증가하였으며, 25°C에서 발효시킨 밀술은 5.4×10^7 의 효모가 감소하였다. 27.5°C의 밀술은 다른 온도에서 발효시킨 밀술에 비해 7.4×10^7 의 효모가 감소하여 가장 많은 감소를 보였다.

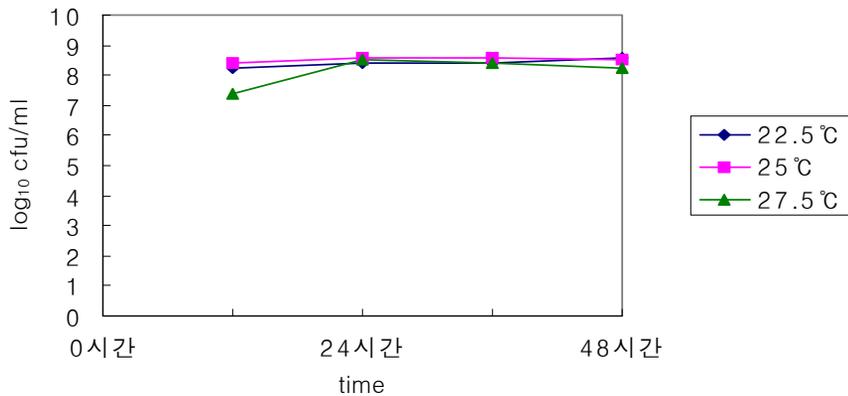


Fig. 22. Changes in the number of yeasts of *Mitsoul* at the different temperatures of *Mitsoul* for the fermentation.

(5) 밀술의 효모량에 따른 성분 변화

참쌀 700g, 물 700ml, 누룩 20g에 효모양을 2.5 g(0.125%), 5.0 g(0.25%), 7.5 g(0.375%)의 비율로 제조하여 27.5℃에서 48시간 발효시킨 밀술의 조사 결과는 Fig. 23~Fig. 27과 같다.

① 온도 변화

효모양에 따른 밀술의 품온 변화는 0.375%의 효모를 첨가한 밀술이 담금 24시간에 29℃, 담금 48시간 후에 28℃로 조사되어, 담금 24시간에 30℃, 담금 48시간에 29℃를 나타낸 0.25% 효모를 첨가한 밀술과 0.125% 효모로 제조한 밀술보다는 낮은 온도를 나타냈으나 밀술 담금 중의 품온 변화 경향은 세 가지 밀술 모두 유사한 것으로 나타났다(Fig. 23).

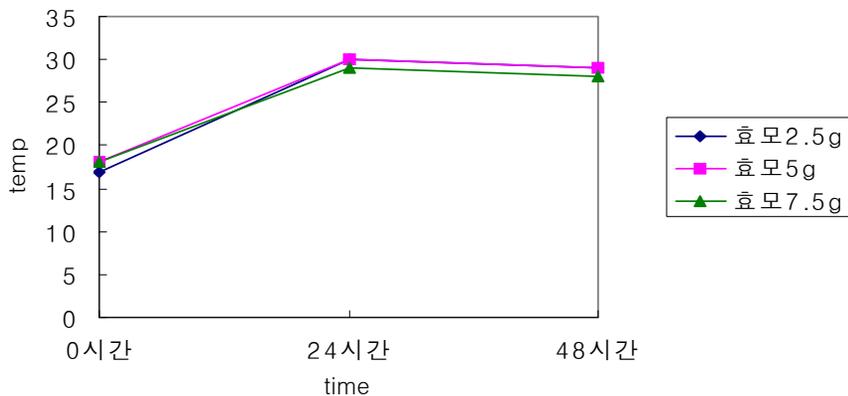


Fig. 23. Changes in temperature of *Mitsool* with the different amounts of yeast of *Mitsool*.

② pH 변화

pH는 담금 24시간째 0.25% 효모를 첨가한 밀술이 3.42로 가장 낮았으며, 담금 48시간에는 0.125%를 첨가한 밀술이 3.56으로 가장 낮은 pH값을 나타냈다(Fig. 24). 그러나 담금 48시간 후 pH는 모두 근사한 값을 나타냈는데 0.125%, 0.25%, 0.375%의 효모로 제조한 밀술들의 pH 값이 각각 3.56, 3.58, 3.59로 조사되었다.

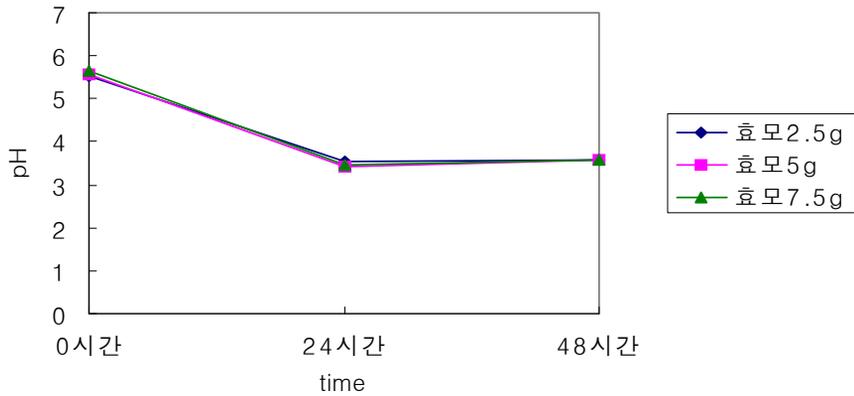


Fig. 24. Changes in pH of *Mitsool* with the different amounts of yeast of *Mitsool*.

③ 알코올 함량 변화

담금 48시간 후 0.25%의 효모를 첨가한 밀술은 14.5%, 0.375%의 효모를 첨가한 밀술은 15.1%의 알코올 함량을 보였으나 0.125%의 효모를 첨가한 밀술은 11.2%의 알코올 함량을 갖는 것으로 조사되었다. 알코올 함량은 효모양에 비례하는 것으로 나타났으나 효모를 0.25% 첨가한 것과 0.375%를 첨가한 밀술의 알코올 함량 차이는 0.125%의 효모를 첨가한 밀술과 0.25%의 효모를 첨가한 밀술과의 차이보다는 작았다(Fig. 25). 즉 알코올 수율만을 고려한다면 0.25% 효모를 첨가한 밀술이 가장 효율적이라고 생각된다.

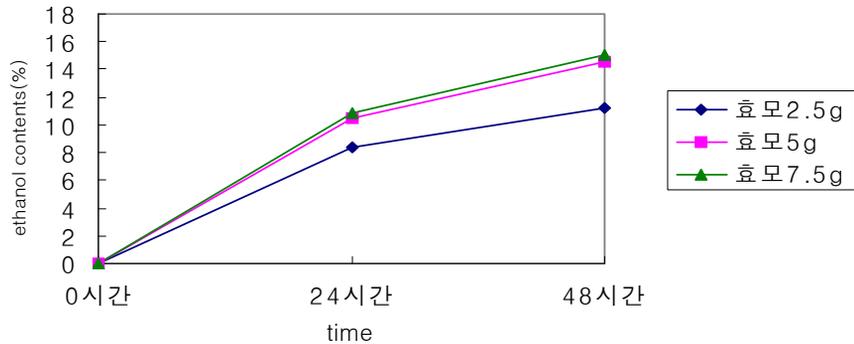


Fig. 25. Changes in ethanol content of *Mitsool* with the different amounts of yeast of *Mitsool*.

④ 환원당 함량 변화

밀술 담금 24시간 이후 세 가지 밀술의 환원당 함량은 0.028~0.03 g/ml로 매우 유사한 경향을 보였다(Fig. 26).

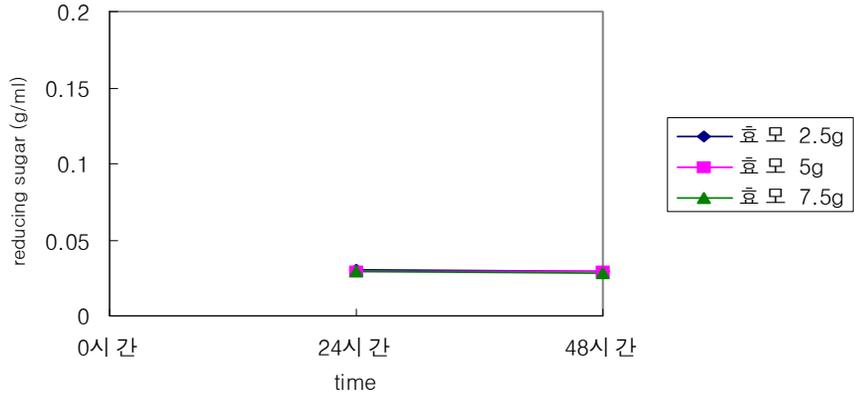


Fig. 26. Changes in reducing sugars of *Mitsool* with the different amounts of yeast of *Mitsool*.

⑤ 효모수 변화

효모수는 담금 24시간째 첨가한 효모량에 비례하였으나 담금 48시간째에는 0.25%의 효모를 첨가한 밀술이 가장 낮은 효모수를 나타냈다. 하지만 담금 24시간~담금 48시간 사이 감소한 효모수를 비교해 보면, 알코올 함량이 가장 높았던 0.375%의 효모를 첨가한 밀술이 큰 감소 현상을 보였으며 알코올 함량이 낮았던 0.125%가 다른 2가지의 밀술보다 감소치가 낮았다(Fig. 27).

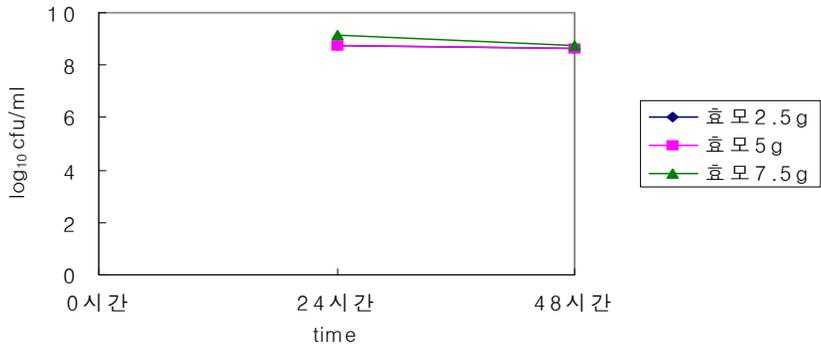


Fig. 27. Changes in yeast count of *Mitsool* with the different amounts of yeast of *Mitsool*.

(6) 술덧의 발효온도에 따른 성분변화

술덧의 발효 온도를 22.5℃, 25℃, 27.5℃로 하여 성분 변화를 조사한 결과는 Fig. 28~Fig. 32와 같다.

① 온도 변화

술덧의 품온은 술덧 담금 1일째 모든 온도 조건에서 가장 높은 품온이 나타났다. 하지만 예상과는 다르게 25℃의 술덧과 27.5℃ 술덧의 품온은 술덧 담금 6일까지 매우 흡사한 경향이 나타났으며, 술덧 담금 7일 이후에 술덧의 품온이 발효온도와 가까워지면서 그 차이가 뚜렷하게 나타났다(Fig. 28).

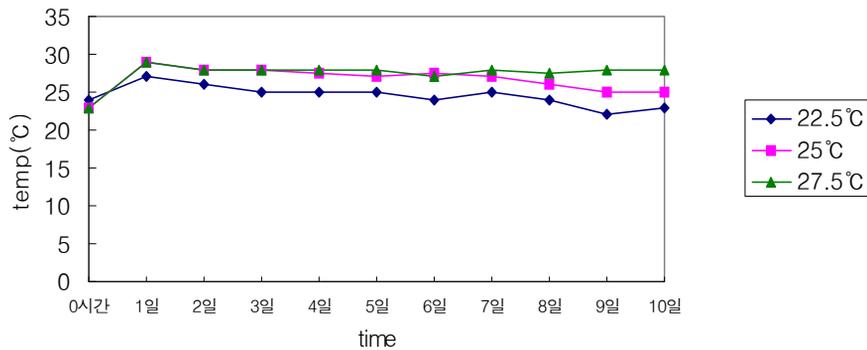


Fig. 28. Changes of the temperature of *Souldut* fermented at the different temperatures of *Souldut*.

② pH 변화

술덧의 pH는 술덧 담금 1일째 25℃와 27.5℃의 술덧이 각각 3.61과 3.7로 담금 기간중 가장 낮은 pH 값을 나타냈으며, 22.5℃의 술덧은 술덧 담금 2일째 3.54로 가장 낮은 pH값을 나타냈다. 가장 낮은 pH 값을 보인 이후 각각의 술덧은 차츰 상승하는 경향이 나타났고, 술덧 담금 6일과 10일에는 pH 값이 감소하는 경향이 공통적으로 나타났다(Fig. 29).

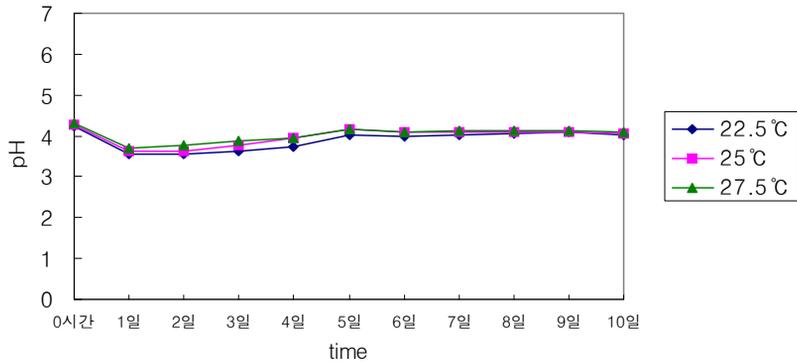


Fig. 29. Changes in pH of *Souldut* fermented at the different temperatures of *Souldut*.

③ 알코올 함량 변화

알코올 함량의 변화는 술덧 모두 유사한 양상이 나타났으며, 알코올 함량도 큰 차이를 보이지는 않았다. 다만 술덧 담금 5일~8일에 22.5°C의 술덧이 다른 술덧에 비해 높은 알코올 함량을 보였으나 술덧 담금 8일 이후, 다시 다른 술덧과 비슷한 알코올 함량을 갖는 것으로 조사되었다(Fig. 30). 술덧 담금 5일~8일사이의 알코올 함량의 차이는 22.5°C 술덧이 다른 술덧의 경우보다 더 많은 수의 효모가 생존하여 알코올 발효에 관여하였기 때문으로 추측된다(Fig. 31).

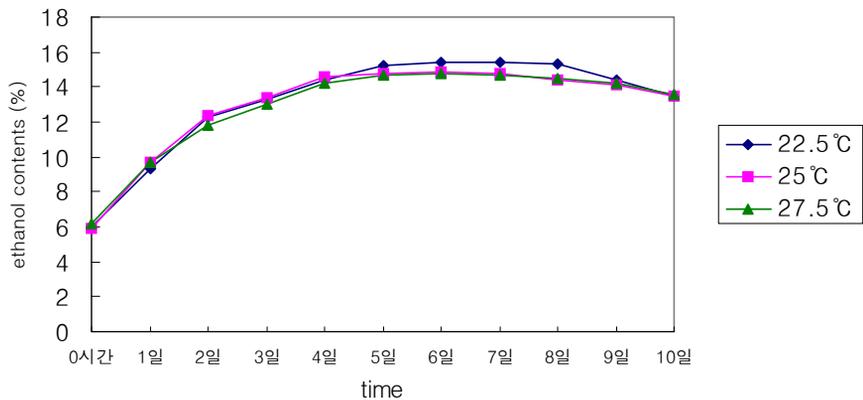


Fig. 30. Changes in ethanol content of *Souldut* fermented at the different temperatures of *Souldut*.

④ 환원당 함량 변화

술덧의 환원당 함량은 Fig. 32와 같다. 발효온도가 가장 높은 27.5℃의 술덧이 담금 초반에 많은 양의 환원당을 생성하고, 25℃의 술덧이 담금 중반, 22.5℃의 술덧이 담금 말기에 들어서면서 환원당의 생성량이 알코올에 소비되는 양보다 더 많아지기 시작한 것으로 나타났다(Fig. 31). 다시 말해, 술덧의 발효온도는 술덧의 환원당과는 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 추측된다.

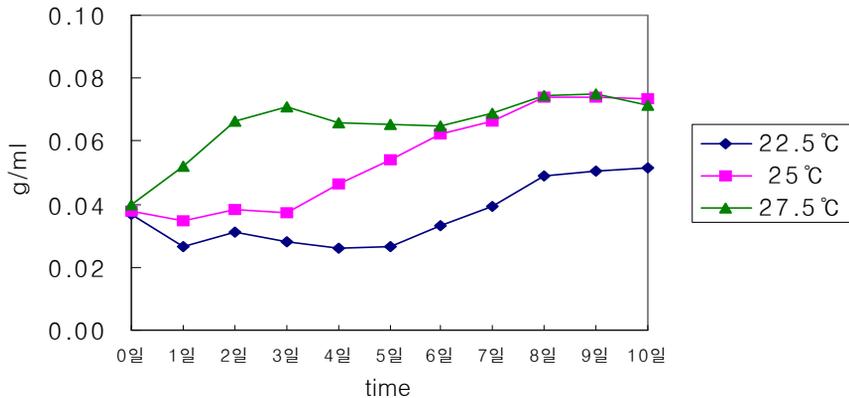


Fig. 31. Changes in reducing sugars of *Souldut* fermented at the different temperatures of *Souldut*.

⑤ 효모수 변화

술덧의 발효온도에 따른 효모수의 변화는 Fig. 32와 같이 조사되었다. 술덧 담금 2일까지는 효모수가 증가하거나 증가한 효모수가 유지되었으나, 담금 3일째부터는 효모수가 감소하여 발효종료시점인 담금10일째까지 꾸준히 감소하는 공통적인 성향을 보였다. 22.5℃와 25℃에서 발효시킨 술덧은 담금 2일째 각각 1.87×10^8 , 1.5×10^8 으로 가장 높은 수치를 보였으며, 27.5℃에서 발효시킨 술덧은 담금 1일째 9.37×10^7 , 담금 2일째 9.3×10^7 으로 담금기간 중 가장 높은 수치를 보였다. 담금 기간 내내 22.5℃, 25℃, 27.5℃에서 발효시킨 술덧순으로 효모수가 측정되었고, 22.5℃에서 발효시킨 술덧이 가장 완만한 감소를 보였으며, 25℃와 27.5℃에서 발효시킨 술덧이 술덧 담금 3일 이후 급격한 감소를 보였다. 즉, 발효온도가 높을수록 담금 기간이 경과함에 따라 술덧에서 효모수의

감소치가 큰 것으로 조사되었다.

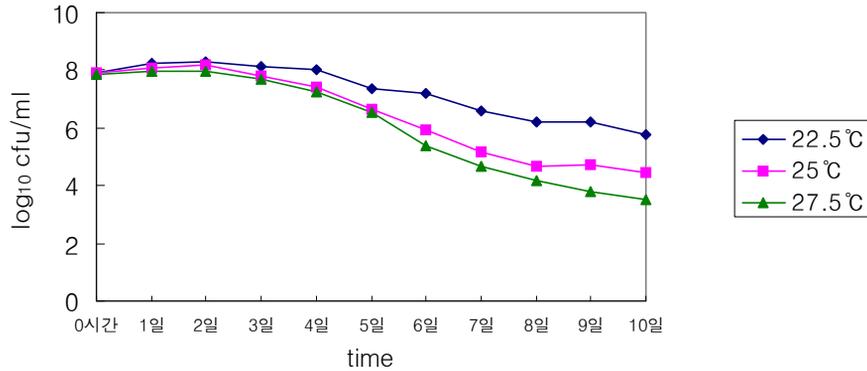


Fig. 32. Changes in yeast count of *Souldut* fermented at the different temperatures of *Souldut*.

(7) 술덧의 물양에 따른 성분변화

술덧의 물양에 대한 성분변화를 조사하기 위해 찹쌀 700 g, 물 700 ml, 누룩 20 g에 효모 5 g로 3개의 밑술를 제조하여 27.5°C에서 48시간 발효시킨 후 3개의 밑술에 각각 찹쌀 1300 g과 물 1100 ml, 물 1300 ml, 물 1500 ml를 혼합하여 27.5°C에서 10일간 발효시켜 진양주를 제조하였다. 술덧의 물양을 달리하여 제조한 진양주의 성분변화는 Fig. 33~Fig. 37과 같다.

① 온도 변화

술덧의 품온은 물양에 따라 큰 차이가 없었으며, 세가지 술덧 모두 비슷한 경향을 나타냈다. 술덧 담금 1일째 가장 높은 품온을 나타냈다(Fig. 33).

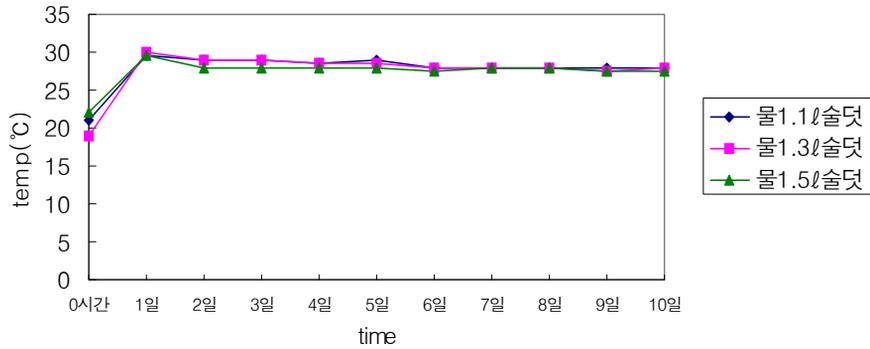


Fig. 33. Changes of the temperature in *Souldut* made and fermented with the different amount of water.

② pH 변화

술덧의 pH는 물 1.1 ℓ를 첨가하여 제조한 술덧이 3.74, 물 1.3 ℓ를 첨가한 술덧이 3.66, 물 1.5 ℓ를 첨가한 술덧이 3.56으로 각각 나타났고 술덧 담금 1 일째에 pH가 약간 감소하여 가장 낮은 pH값을 나타냈고 그 이후에는 서서히 증가하는 경향을 보였으나 큰 변화는 없었다.(Fig. 34).

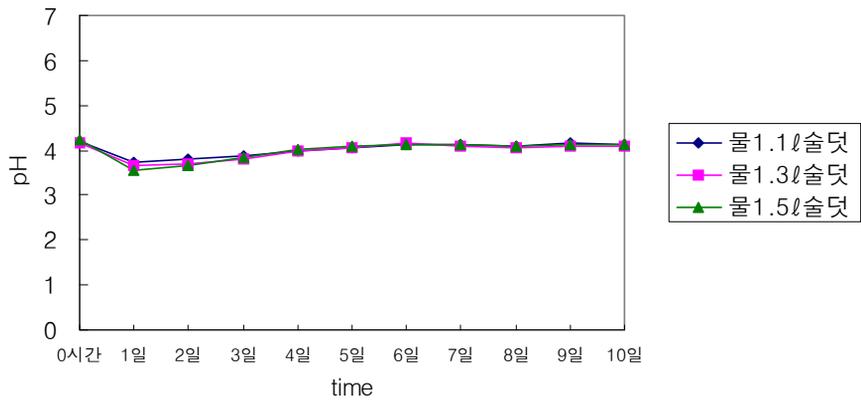


Fig. 34. Changes in pH of *Souldut* made and fermented with the different amount of water.

③ 알코올 함량 변화

알코올 함량의 변화는 물 1.1 ℓ의 술덧이 가장 적은 알코올 함량을 보였으며, 물 1.3 ℓ와 물 1.5 ℓ의 술덧은 비슷한 양상을 보였다. 물 1.1 ℓ의 술덧은 담금 4일째 14.1%로 술덧 담금기간중 가장 높은 함량을 보였으며, 물 1.3 ℓ의 술덧은 담금 7일째 14.7%로 가장 높은 함량을 보였다. 물 1.5 ℓ의 술덧은 술덧 담금 5일과 6일 14.7%로 2일에 걸쳐 담금 기간 중 가장 높은 알코올 함량이 나타났다(Fig. 35).

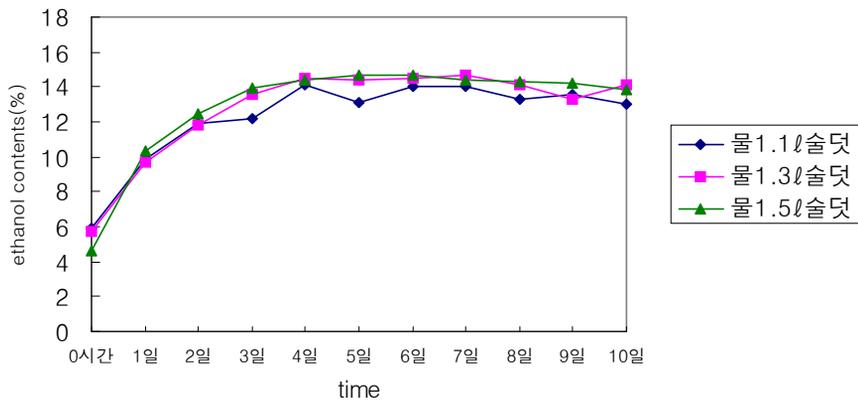


Fig. 35. Changes of ethanol content in *Souldut* made and fermented with the different amount of water.

④ 환원당 함량 변화

환원당 함량은 상승과 감소를 2회 이상 반복한 후 술덧 담금 8일 이후부터는 그 함량이 급증한 것으로 조사되었다. 담금기간 중 물 1.1 ℓ의 술덧이 술덧담금 0일~6일에서 다른 술덧에 비해 월등한 환원당 함량을 보여줬으며, 물 1.3 ℓ와 물 1.5 ℓ의 환원당 변화는 매우 유사한 것으로 나타났다(Fig. 36).

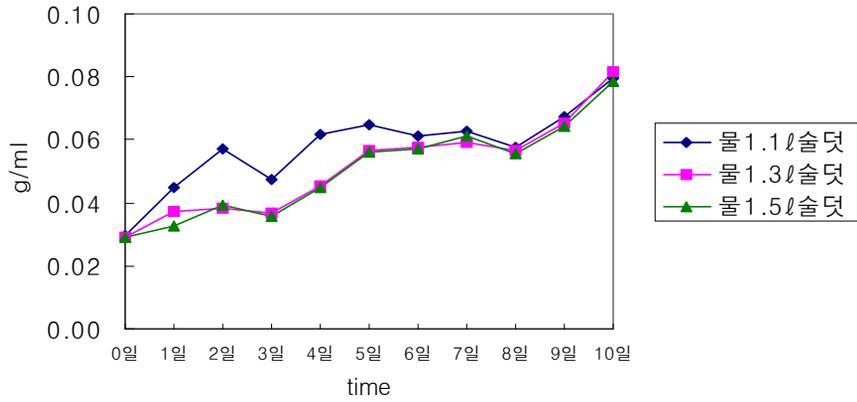


Fig. 36. Changes in reducing sugars of *Souldut* made and fermented with the different amount of water.

⑤ 효모수 변화

효모수 변화는 모두 비슷한 양상을 보였으며 술덧 담금 8일 이후 물 1.3 l 의 술덧, 물 1.1 l 의 술덧, 물 1.5 l 의 술덧 순으로 효모수가 많았었다(Fig. 37).

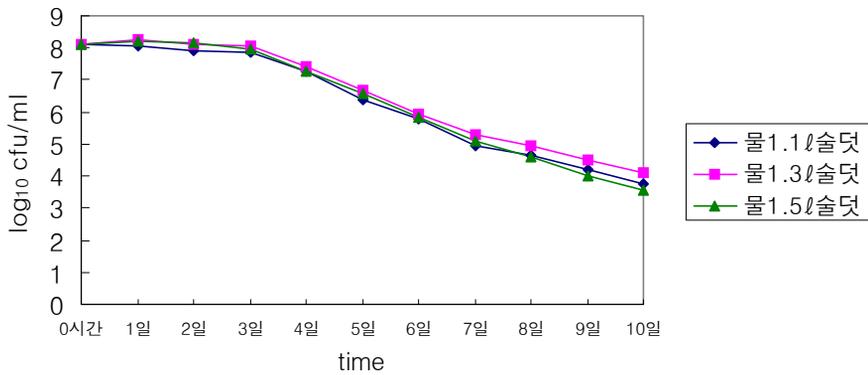


Fig. 37. Changes in yeast count of *Souldut* made and fermented with the different amount of water.

2. 진양주 발효균주의 분리 및 특성 규명

가. 진양주의 제조

진양주 제조시 사용된 원료의 배합비율은 Table 1과 같고, 그 제조과정은 Fig. 38과 같다.

Table 1. The ingredients used for fermenting *Jinyangju*

Raw materials	Amounts		
	Seed mash	Accessory mash	Total
Glutinous rice	700 g	1300 g	2 kg
Water	700 ml	1300 ml	2 l
Yeast	5 g	-	5 g
<i>Nuruk</i>	20 g	-	20 g

- : Not added

1) 밀술의 제조

찹쌀 700 g을 정량하여 5 l의 플라스틱용기에 담고 물로 2회 세척한 후, 물 2 l를 붓고 8시간동안 침지시켰다. 8시간 침지 후 용기에서 물을 제거하고 채반에 플라스틱 망사를 깔고 그 위에 침지시킨 찹쌀을 펼쳐 놓고 잉여 수분을 제거시켰다. 채반에서 1시간 방치한 찹쌀을 물 1200 ml를 채운 찹 솥에 플라스틱 망사를 깔고 그 위에서 30분 동안 증자하면서 찹쌀의 상태를 잘 관찰하면서 고루 잘 찌진 고두밥이 되면 증자를 중지하고 꺼내어 실온에서 냉각시켰다. 실온의 냉각된 고두밥, 누룩 20 g, 효모 5 g을 5 l의 유리항아리에 넣고 물 700 ml와 혼합하여 2겹의 cheese cloth로 입구를 덮은 후 25℃의 incubator에 넣고 48시간동안 발효시켜 밀술(진양주 주모)을 제조하였다.

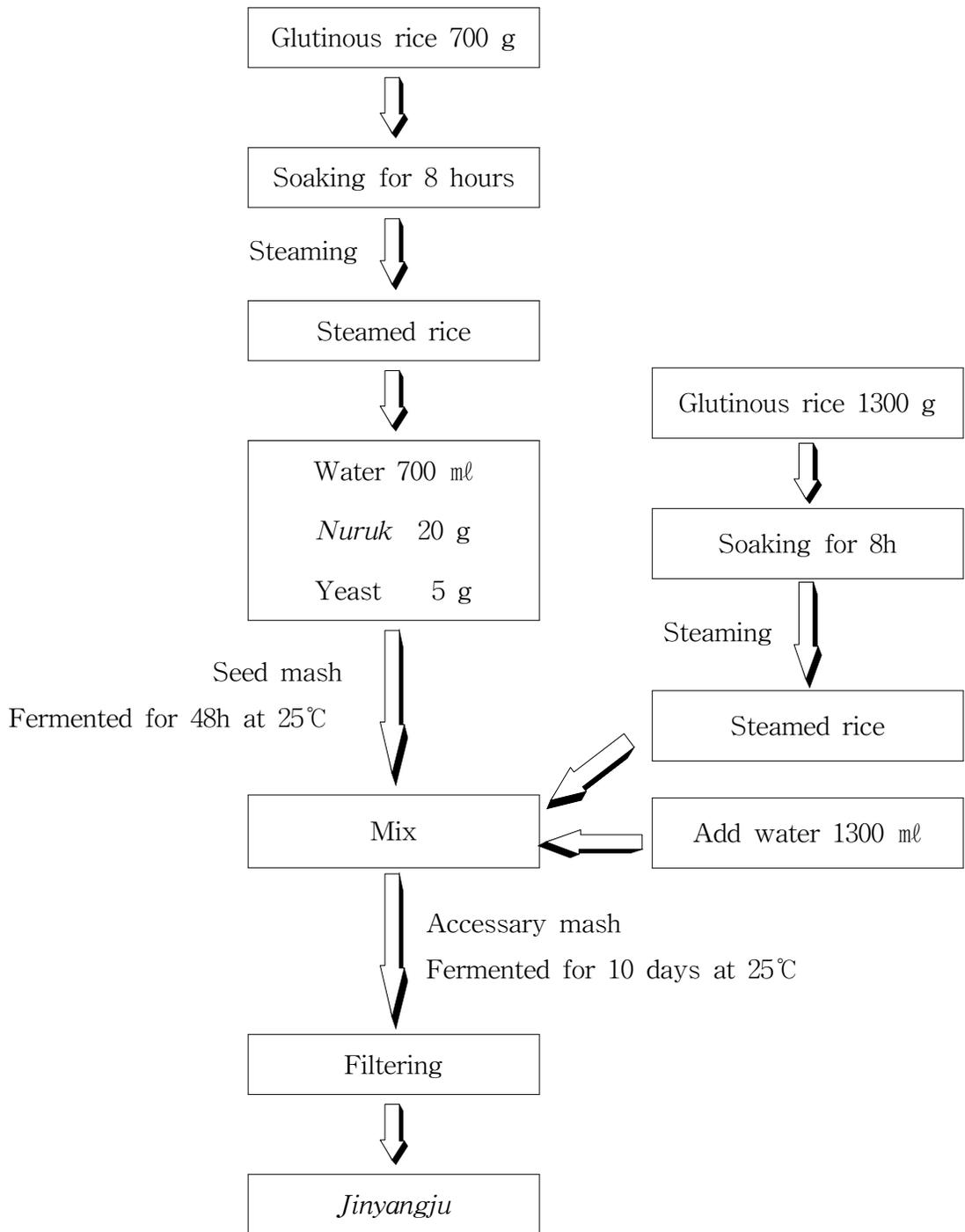


Fig. 38. Schematic diagram for preparing *Jinyangju*

나. 진양주 발효효모의 분리

1) 실험재료

진양주 술덧 10 g을 취하여 진양주 제조 시에 사용되는 누룩 5 g과 혼합하여 효모 분리원으로 사용하였고 물은 멸균된 증류수, 배지는 Difco(Detroit, Michigan, USA)제품을 사용하였다.

2) 덧술 제조

밑술발효 종료 시점이 되면, 미리 덧술용 찹쌀 1,300 g을 플라스틱용기에 취하여 2회 세척한 후, 물 4 ℓ를 붓고 8시간 침지한 다음 플라스틱 망사를 간채반에 걸쳐 1시간 동안 잉여수분을 제거하였다. 밑술 제조에서와 동일한 방법으로 1,300 g의 찹쌀을 증자하여 고두밥을 제조하고, 제조된 고두밥을 완전히 냉각시킨 후 물 1,300 ml와 함께 48시간동안 발효시켜 제조한 밑술과 유리항아리에 넣고 혼합하였다. 잘 혼합한 다음 유리항아리의 입구를 2겹의 cheese cloth로 덮어 25℃의 incubator에서 10일 동안 발효시켜 덧술, 즉 진양주를 제조하였다.

3) 발효 기질의 조제

쌀 40 g으로 밥을 제조하고 물을 가해 죽상으로 한 후 전체량을 250 ml로 하였으며 여기에 분쇄맥아 10 g을 첨가하여 62~65℃에서 5시간 동안 당화하였다. 당화액을 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액을 취하고 이를 100℃에서 5분간 끓인 후 멸균수로 14°Brix로 조정하여 백미 당화액으로 하였다.

입국의 당화는 입국, 맥아분말, 물을 20:1:100의 비율로 혼합하여 62~65℃에서 4시간 당화하고 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액을 취하고 이 상등액을 100℃에서 5분간 끓인 후 멸균수로 당도를 조정하여 조제하였다.

4) 진양주 발효 효모의 분리

가) 효모 균주의 분리 방법

진양주 제조 시에 사용되는 누룩 5 g과 진양주 술덧 10 g을 50 ml 멸균생리식염수(0.85% NaCl)에 넣고 잘 혼합한 후 적절한 비율로 희석하였다. 희석액 0.2 ml를 미리 제조한 potato dextrose agar(PDA) 배지 위에 에도말하고 30℃에서 48시간 배양한 후에 나타난 효모 집락의 외관을 관찰하고 계대배양하면서 순수 분리하였고 순수 분리된 효모 균주는 새로운 PDA 배지에 옮겨 냉장 보관하였으며 1개월마다 계대배양하면서 실험에 사용하였

다.

나) 발효액의 이화학적 특성 분석

(1) 분석시료의 전처리

각 분석용 시료로 사용된 발효액은 삼각 플라스크에 넣고 잘 흔들어서 CO₂를 구축시켰으며 효모 등 부유물질은 7,000 rpm에서 15분간 원심분리에 의해 제거하였다.

(2) pH 및 산도 측정

pH는 pH meter(Orion, 520A, USA)를 이용하여 측정하였고 또 적정산도는 시료 10 ml를 취하여 neutral red와 bromothymol blue의 혼합지시약을 2~3 방울을 가한 다음 0.1N NaOH 용액으로 담녹색이 될 때를 endpoint로 하여 NaOH의 소비량을 lactic acid(%)로 환산하여 측정하였다.

$$\text{Titrateable acidity(\%)} = \frac{0.1\text{N NaOH 소비량(ml)} \times \text{factor} \times 0.009}{\text{시료 채취량(ml)}} \times 100$$

(3) 당도 측정

당도는 디지털 당도계(ATACO, Japan)를 이용하여 °Brix로 측정하였고 20°C 기준으로 온도보정하여 나타냈다.

(4) 알코올 농도 측정

시료 100 ml를 정확히 취하여 국제청 주류규정에 따라 1,000 ml 삼각플라스크에 담고 술덧의 양을 측정된 메스실린더에 증류수 30 ml를 더하여 잘 흔들어 술덧이 들어있는 1000 ml 플라스크에 넣었다. 삼각플라스크를 증류장치에 연결하고, 가열판에서 삼각플라스크 안의 술덧을 교반하면서 가열하였다. 증류물이 70 ml가 되면 증류를 중지하고 얻어진 증류물에 증류수 30 ml를 더하여 100 ml로 하여 잘 혼합한 후 온도를 측정한다 다음 주정계를 이용하여 알코올 함량(주정분,%)을 측정하였다. 단, 온도가 15°C가 아닐 때에는 국제청 주류규정의 온도 보정표에 따라 보정한 후의 주정분을 시료의 알코올 함량으로 하였다.

(5) 유기산 농도

발효액을 7,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 그 상등액을 취하여 0.2 μm membrane filter로 여과한 후 Table 2와 같은 조건에서 HPLC로 분석하였다.

Table 2. Operating conditions of HPLC for the determination of organic acids

Instrument	Jasco system (Japan)
Column	SUPELCOGEL C-610H, 300 \times 7.8mm I.D.
Detection	UV at 210 nm
Flow rate	0.5 ml/min
Mobile phase	0.1% H ₃ PO ₄

다) 효모 균주의 분리 결과

(1) 효모의 순수분리

진양주 제조에 사용된 누룩과 진양주 술덧의 혼합물에 존재하는 효모를 분리용 배지인 PDA를 사용하여 분리하였는데 상이한 외관을 보인 6개의 colony를 채취하여 다시 PDA에 옮겨 순수분리 하였다.

(2) 1차 선발

분리된 6개의 효모 중 MEB에서 생육할 때 gas를 발생하나 배양액 표면에 막을 형성하지 않는 3균주를 1차 선발하였다. 1차 선발된 3균주를 200 ml 용량의 메스실린더에 12 °Brix, pH 3.9의 태국산 쌀 입국 당화액 180 ml에 각각 활성화된 균주를 5 \times 10⁶ cells/ml 수준으로 첨가하였다. 20°C에서 8일간 배양한 후 알코올 생성능력, 산도, pH, 향미 특성 및 강도 등을 측정하여 그 결과를 Table 3에 나타냈다.

알코올 생성에 있어서는 분리된 3균주 모두가 알코올을 4.0%(v/v) 이상 생성하였고 특히 J-1 균주가 5.5%로 가장 높은 알코올 생성량을 나타냈다.

Table 3. Fermentation characteristics of yeast strains isolated from *Jinyangju*

Isolate No.	°Brix	Alcohol (v/v%)	pH	Acidity (%)	Flavor characteristics	Intensity of fruity flavor
J-1	5.4	5.5	3.53	0.43	fruity	+++
J-2	6.9	4.8	3.58	0.42	fruity	++
J-3	5.5	5.2	3.64	0.41	fruity	++

(3) 2차 선발

분리된 효모는 알코올 생성량은 다소 차이가 있었으나 산도는 0.41~0.42% 수준으로 균주간에 거의 차이가 없었다. 향기 특성은 과일향이 강하게 나는 것이 특징이었는데 1차 선발된 3균주 중에서 알코올 생성능이 우수하고 최종 발효액에서 과일 향기 등의 향기의 강도가 가장 강한 J-1 균주를 2차로 선발하였다.

최종 선발된 J-1 균주를 산업적 생산과 유사한 발효상태를 비교하기 위하여 2 ℓ의 당화액이 담긴 tall tube를 사용하여 발효시켰다. 발효액은 14 °Brix의 *Aspergillus kawachii* 쌀 입국 당화액을 사용하였으며 효모첨가량은 5×10^6 cells/ml 수준이었다. 20°C에서 8일간 발효시켰을 때의 당 농도, 알코올 생성량, pH 및 산 생성량의 경시적 변화를 Table 4에 나타냈다. 분리된 J-1 효모의 초기 당 농도의 감소 속도가 비교적 빠른 것으로 보아 발효 속도도 빠른 것으로 생각되었다. 양조에 있어서 초기 발효 속도는 맛과 향에 큰 영향을 주며 특히 효모의 강력한 활성으로 인한 빠른 알코올 및 산 생성 등으로 다른 오염 미생물의 성장을 억제하여 주질을 좋게 한다고 보고된 바 있다. 분리된 효모 J-1의 최종 발효액의 유기산 조성은 Table 5와 같이 succinic acid와 citric acid 함량이 높았다.

J-1 효모의 휘발성분의 분석결과는 Table 6과 같이 향기에 좋은 영향을 주는 것으로 알려진 *iso*-amyl alcohol, *iso*-amyl acetate, ethyl acetate, *iso*-butyl acetate 등의 함량은 비교적 높았으나 acetaldehyde는 낮았다. 이는 J-1 효모가 초기에 발효가 왕성하다는 것을 의미하는 것이다. Acetaldehyde는 발효 중 효소의 작용에 의해 ethanol로 환원되며 일부는 acetic acid로 산화되는 것으로 알려져 있다.

Table 4. Alcohol and acid fermentation by the secondary selected yeast strain from *Jinyangju*

Isolate No.	Fermentation time (days)	°Brix	Alcohol (v/v%)	pH	Acidity (%)
J-1	0	14.0	0.0	3.96	0.26
	2	10.1	3.5	3.65	0.39
	4	7.3	5.0	3.54	0.41
	6	6.3	5.5	3.49	0.43
	8	5.9	6.2	3.50	0.46

Table 5. Organic acids in the rice wine mashes brewed by the secondary selected yeast strain from *Jinyangju* for 8 days

Isolate No.	Components (mg/ml)						
	Oxalic acid	Malic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid
J-1	0.04	0.40	0.08	2.61	8.61	ND*	ND

* ND : not detected.

Table 6. Organic acids in the rice wine mashes brewed by the secondary selected yeast strain from *Jinyangju* for 8 days

Compounds	Amount (ppm)
Acetaldehyde	5.21
Dimethyl sulfide	ND*
Ethyl formate	0.17
Ethyl acetate	27.77
<i>iso</i> -Butyl acetate	0.31
<i>n</i> -Propanol	32.97
<i>iso</i> -Butanol	15.01
<i>iso</i> -amyl acetate	6.99
<i>iso</i> -amyl alcohol	47.89
Ethyl hexanoate	1.11

* ND : not detected.

다. 분리 효모균주의 동정

1) 효모균주의 동정 방법

분리된 효모는 Kreger van Rij 분류 동정법 및 효모의 분류 동정법에 의하여 형태학적, 배양학적, 생리학적 특성 등에 관한 시험에 의하여 동정하였고 BIOLOG사의 YT MicroPlate 및 BIOLOG 프로그램을 사용하여 재확인하였다.

가) 형태학적 특성

분리된 효모를 Yeast malt (YM) agar에서 2일간 활성화시킨 후, V8 juice agar, Gorodkova agar, acetate agar, malt extract agar의 사면배지에 접종하고 25℃에서 4주간 배양한 후 포자를 관찰하였다. 포자형성을 더욱 확실히 관찰하기 위해 malachite green 용액으로 염색을 하여 포자형성 유무를 판단하였다. YM agar 배지에서 전 배양한 효모를 potato dextrose agar를 이용한 slide culture method에 준하여 25℃, 5일간 배양한 후 균사의 형성, 종류 및 형태를 관찰하였다. 그리고 YM agar 배지 상에서 2일간 활성화시킨 각각의 효모들을 2% glucose-yeast extract-peptone water에 접종한 다음 25℃에서 3일간 배양하여 세포 형태, 증식 방법 등을 관찰하였다.

나) 배양학적 특성

분리된 효모를 2% glucose-yeast extract-peptone water에 접종하여 25℃에서 4주 동안 배양하면서 일주일 간격으로 pellicle 형성 유무, 침전, 혼탁정

도, 색깔, 냄새를 관찰하였다. 또한 YM agar 배지에 효모를 접종하여 25℃에서 7~10일간 배양하면서 colony의 형태, 색깔 및 생육정도를 관찰하였다.

다) 생리학적 특성

생리학적 특성 실험 중 탄소원 자화성 실험은 Bacto yeast nitrogen base와 washed agar를 사용하였다. YM agar 배지에서 전 배양시킨 효모들을 살균된 증류수에 희석시킨 다음, 그 효모 현탁액 2 ml를 무균적으로 취하여 pour plating하였다. 배지 표면을 충분히 건조시킨 후 여러 가지 탄소화합물을 각각 소량씩 첨가하여 25℃에서 1주일간 배양하고 균체 형성으로 그 이용성을 판단하였다.

질소원 자화성 실험은 Bacto yeast carbon base와 washed agar를 사용하였으며 탄소원 자화성 실험과 동일한 방법으로 결과를 비교하였다. Potassium nitrate, cadaverine, dihydrochloride, ethylamine hydrochloride, L-lysine 등 여러 가지 형태의 질소원을 사용하였다.

발효성 실험은 durham관이 든 시험관에 yeast extract 4.5 g, peptone 7.5 g, bromothymol blue solution 7.0 ml, 증류수 1.0 l 조성의 배비를 각각 5 ml씩 분주하여 살균한 다음 미리 제균한 12% 시험당액을 1.0 ml씩 첨가하고 여기에 YM agar 배지에서 전배양한 효모를 멸균수로 희석한 후 효모 현탁액 0.1 ml씩 접종하였다. 이것을 28℃에서 2주 동안 배양하면서 gas의 발생 또는 지시약의 변색여부를 통해 발효성을 판정하였다. 당류로는 glucose, galactose, sucrose, maltose 및 lactose를 각각 사용하였다.

2) 분리 효모균주의 동정 결과

가) 분리 효모균주의 동정

분리 효모의 형태학적, 생리학적 시험결과는 Table 7과 8에 나타난 바와 같이, J-1 영양세포의 형태는 난형이었으며 다극출아로 증식하였다. 위균사 및 진균사는 형성되지 않는 것으로 관찰되었으며 자낭포자는 구형이었다. 액체배지 상에서는 막을 형성하지 않았으며 고체배지 상에서는 colony는 cream color를 띄고 윤기가 있었다.

당류시험에서는 포도당, 자당, 맥아당 및 galactose 등을 발효하였으나 lactose는 발효하지 않았다. 한편 galactose, 맥아당 및 자당만을 자화하였다. 질소원 중에서는 KNO₃, ethylamine-HCl을 자화하지 못했고 비타민 결핍배지 및 100 ppm cycloheximide 첨가 배지에서는 생육하지 못하였으나 37℃에서는 생육할 수 있었다.

이상의 결과로부터 분리 선발된 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*로 추정하였으며 BIOLOG사의 BIOLOG YT MicroPlate를 사용하여 일부 생화학적

특성을 시험한 결과 Table 9와 같이 99.7%의 확률로 *Saccharomyces cerevisiae*인 것으로 확인되었기 때문에 본 분리 효모를 *Saccharomyces cerevisiae*로 동정하였다.

Table 7. Morphological characteristics of J-1

Shape of vegetative cell	Vegetative reproduction	Pseudo mycelia	True mycelia	Shape of ascospore	Pellicle
oval	mutilateral budding	- ¹⁾	-	spheroidal	-

¹⁾- : not observed.

Table 8. Some physiological characteristics of J-1

Characteristics				
Fermentation	galactose	+	glucose	+
	maltose	+	lactose	-
	sucrose	+		
Assimilation	D-arabinose	-	L-arabinose	-
	cellobiose	-	erythritol	-
	galactose	+	inositol	-
	lactose	-	maltose	+
	D-mannitol	-	melezitose	-
	melibiose	-	raffinose	-
	rhamnose	-	ribose	-
	salicin	-	L-sorbose	-
	starch	-	sucrose	+
	trehalose	-	D-xylose	-
	citric acid	-	KNO ₃	-
	ethylamine-HCl	-		
Growth in 100 ppm of cycloheximide				-
Growth in vitamin-free medium				-
Growth at 37°C				+

Table 9. Results of BIOLOG YT MicroPlate test of J-1

water - ¹⁾	cellobiose -	N-acety- D-glucosamine -	water -	cellobiose -	N-acety- D-glucosamine -	mannitol W	D-xylitol -
acetic acid -	gentiobiose -	α-D-glucose + ²⁾	fumaric acid -	gentiobiose -	D-glucosamine -	mannitol -	methyl succinate+D-xylitol +
formic acid -	maltose +	D-galctose +	L-malic acid +	maltose +	α-D-glucose +	D-sorbitol -	N-acety- L-glutamic acid+D-xylose -
propionic acid -	maltotriose +	D-ψicose -	methyl succinate -	maltotriose +	D-galctose +	adonitol -	quinic acid+D-xylose -
succinic acid -	D-melezitose -	D-sorbose -	bromo succinic acid -	D-melezitose -	D-ψicose -	D-arabitol -	D-glucuronic acid+D-xylose -
methyl succinate -	D-melibiose -	salicin -	L-glutamic acid -	D-melibiose -	L-rhamnose -	xylitol -	dextrin+D-xylose w ³⁾
L-aspartic acid -	palatinose +	D-mannitol -	γ-amino butyric acid -	palatinose +	L-sorbose -	L-erythritol -	α-D-lactose+D-xylose -
L-glutamic acid -	raffinose -	D-sorbitol -	α-keto glutaric acid -	raffinose -	α-methyl D-glucose w	glycerol -	D-melibiose+D-xylose -
L-proline -	stachyose +	D-arabitol -	2-keto-D-gluconic acid -	stachyose +	β-methyl D-glucose -	tween 80 -	D-galactose+D-xylose -
D-gluconic acid -	sucrose +	xylitol -	D-gluconic acid -	sucrose +	amygdalin -	L-arabinose -	m-inositol+D-xylitol -
dextrin -	trehalose w	glycerol -	dextrin w	trehalose w	arbutin -	D-arabinose -	1,2-propanediol+D-xylose -
inulin -	turanose +	tween 80 -	inulin -	turanose +	salicin -	D-ribose -	acetoin+D-xylose -

¹⁾- : negative, ²⁾+ : positive, ³⁾w : weak

3) 분리 동정한 효모균주의 내알코올성 시험

가) 시험 방법

YM 배지에서 증식된 효모를 회수하여 YM 배지에 10^8 cells/ml 수준으로 조정하였다. 각각의 알코올 농도로 미리 조제된 YM 배지에 준비된 효모 1.0를 각각 접종하여 30°C에서 배양하고 spectrophotometer(UV Kon 930, Kontron instrument, Switzerland)를 사용하여 600 nm에서 흡광도를 측정하여 생육도를 비교하여 알코올에 대한 내성을 평가하였다.

나) 시험 결과

배지의 초기 알코올 농도가 분리 효모균주의 증식에 미치는 영향을 검토한 결과, Fig. 39에서와 같이 초기 알코올 농도 10%까지는 증식하였으나 12%에서는 효모의 증식이 관찰되지 않아 생육한계 초기 알코올 농도는 12% 정도인 것으로 추정되었다. 또한 초기 알코올 농도가 높으면 효모 증식이 뚜렷하게 저해 되었으며 알코올 첨가시 효모는 발효초기에는 성장이 지연되지만 일단 알코올에 적응하면 빠르게 증식하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 일반적으로 다른 약주에서의 보고와 일치하였다.

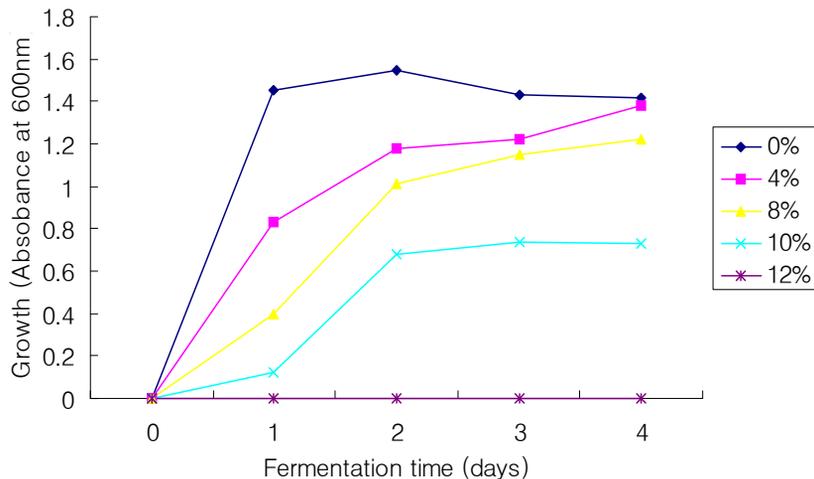


Fig. 39. Alcohol tolerance of J-1 during fermentation at 30°C.

4) 분리 동정한 효모균주의 내염성 시험

가) 시험 방법

YM 배지에서 증식된 효모를 회수하여 YM 배지에 10^8 cell/ml 수준으로 조정한다. 각각의 NaCl 농도로 조절된 YM 배지에 준비된 효모 1%를 첨가하여 30°C에서 배양하고 660 nm에서 흡광도를 측정하여 성장을 관찰하고 내염성을 판단하였다.

나) 시험 결과

배지의 식염농도가 효모균주의 생육에 미치는 영향을 검토한 결과는 Fig. 40과 같은데 초기 식염농도 9%까지는 아주 느리게나마 증식하였으나 식염농도 11%에서는 균체증식이 관찰되지 않았다. 식염농도가 높으면 효모 증식이 뚜렷하게 저해되는 경향을 보였고 이러한 결과는 일반적으로 *Saccharomyces cerevisiae*의 생육한계 식염농도가 9~12% 수준이라는 보고와 일치하였다.

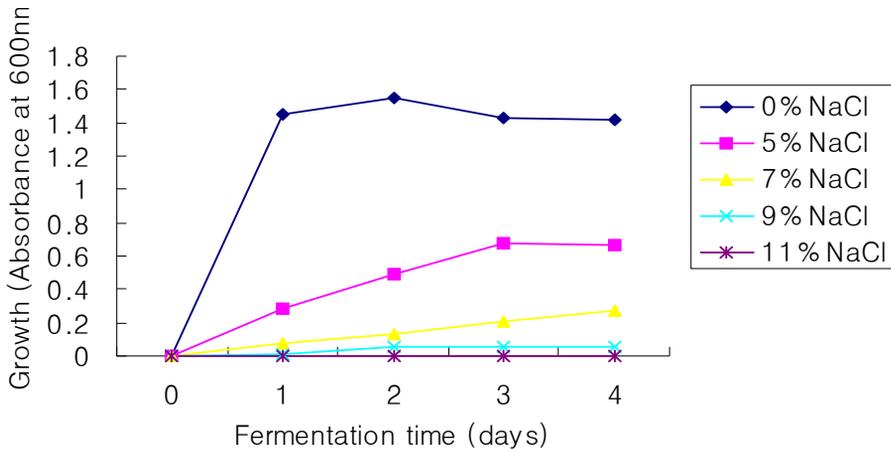


Fig. 40. Salt tolerance of J-1 during fermentation at 30°C.

5) 분리 동정한 효모균주의 내열성 시험

가) 시험 방법

YM액체 배지에서 전 배양된 균주를 같은 배지에 10^8 cells/ml 수준으로

현탁하고, 각 온도로 유지된 같은 배지에 효모 현탁액 1%를 첨가한다. 각 온도에서 10 분간 유지한 후 급냉하여 다시 30℃에서 배양하여 성장여부를 관찰하였다.

나) 시험 결과

분리 효모균주를 각각의 온도에서 10분간 열처리 한 결과는 Table 10에 나타났다. 46~50℃에서는 효모가 죽지 않고 생육하였으나 54℃ 이상에서는 생육하지 못하였다. 52℃에서는 생육이 지연되었으나 생육하는 것으로 나타나 사멸온도는 52℃ 정도인 것으로 생각되었다. 대부분의 양조용 배양 효모가 49℃, 10분 처리로 사멸된다고 보고된 것에 비하면 본 진양주에서 분리한 효모는 사멸온도가 다소 높은 것으로 평가되었다.

Table 10. Effect of temperature on the growth of J-1

Temperature(°C) held for 10 min	Survival of yeast ¹⁾
46	+
48	+
50	+
52	w
54	-
56	-

The initial yeast population was 1×10^6 cells/ml

¹⁾ + : positive, - : negative, w : weak

6) 분리 동정한 효모균주의 응집성 시험

가) 시험 방법

효모의 응집성은 Helm의 방법에 따라 측정하였다. MEB에 접종하여 28℃에서 증식된 균주를 원심분리(3,000 rpm, 5 분)에 의해 회수한 후 0.051%(w/v) CaSO₄ 용액으로 3회 반복하여 원심분리(3,000 rpm, 5 분)세척하였다. 15 ml graduated centrifuge tube에 calcium sulphate buffer(증류수 1 L에 CaSO₄ 0.51 g, CH₃COONa 4.05 g을 녹인다. pH 4.5±0.1)를 10 ml 첨가하여 세정효모 약 1 g을 넣어 현탁한 후 water bath(20±0.1℃)에서 20 분

간 유지하고 다시 흔들어 재현탁하여 침전된 효모량을 측정하였다. 또한 시험관에서 효모의 응집현상을 관찰하였다. 즉 시험관의 상층부에서 현탁액이 두층으로 빠르게 분리되어 시간 경과에 따라 이 경계면이 점점 떨어지는 효모는 flocculent로, 반면에 시험관의 바닥 근처에서 시간 경과에 따라 매우 서서히 경계면이 형성되어 경계면에 올라가는 효모는 non-flocculent로 분류하였다.

나) 시험 결과

분리 효모의 시간경과에 따른 침전량은 Fig. 11에서와 같이 10분까지는 거의 침전되지 않았으나 15분 후부터는 효모가 침전되기 시작하여 정치 60분 후에는 0.5 mL 수준까지 도달하였다. 응집형태는 tube의 바닥 근처에서 매우 서서히 경계면이 형성되어 점점 올라가는 전형적인 non-flocculent 효모로 관찰되었다. 효모의 응집성은 발효과정에서 매우 중요한 요소인데 응집성이 있는 효모는 응집 덩어리를 형성하여 발효액 중에서 쉽게 가라앉으므로 응집성이 없는 효모보다 발효력이 떨어지는 반면에 발효액에서 균체를 분리하기는 용이하다. 이러한 효모의 응집성은 효모 세포의 분자 구성, 전하, hydrophobicity 등 세포표면의 특성이 관여하는 것으로 보고되고 있으나 그 작용기작은 아직 밝혀지지 못했다. 그렇지만 양조가들은 효모의 응집 형태와 침전율을 비교함으로써 효모의 특성을 파악한다. 맥주 효모의 경우는 대체로 하면발효효모는 flocculent 특성을 나타내고 상면발효효모는 non-flocculent 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다.

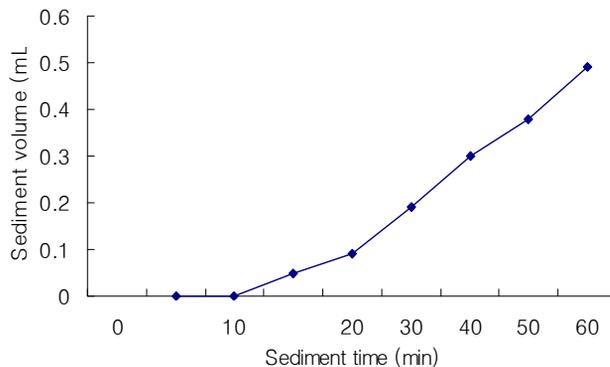


Fig. 11. Relationship between sediment amount and time in the flocculation test of J-1.

7) 분리 동정한 효모균주의 올리고당 이용성 시험

가) 시험 방법

효모의 올리고당 이용성은 glucose-yeast extract-peptone water broth(glucose 20 g, yeast extract 5 g, peptone 10 g, 1 L)에 glucose 대신 maltose, maltotriose, maltotetraose를 각각 첨가하여 사용하였다. glucose-yeast extract-peptone water broth에서 24시간 배양된 효모를 3,000 rpm에서 15 분 동안 원심분리 하여 균체를 회수하였고 이를 살균된 증류수로 현탁하여 사용하였다. 배지 중에 남아있는 각각의 올리고당 및 이의 가수분해 산물의 분석은 thin layer chromatography(TLC)를 이용하였다. Precoated silicagel plate(Kieselgel 60 F254, E. Merck AG, Darmstadt, Germany)에 배양액을 5 μ l 점적한 후 n-propanol:water를 8:2의 비율로 섞은 전개용매로 2 회 전개하였다. 전개 후 건조시킨 plate는 발색제 (H_2SO_4 :phenol:ethanol = 5:3:92, v/v/v)를 분무하여 110°C에서 5 분간 가열하였다.

나) 시험 결과

효모의 올리고당 이용성을 6일간 조사한 결과 glucose, maltose 및 maltotriose의 양은 배양 일수가 경과함에 따라 점차 감소하여 배양 3일째에 모두 소모된 것으로 나타났다. 반면에 maltotetraose를 첨가한 배지는 균체의 성장은 미약하게나마 관찰되었으나 maltotetraose의 양은 배양 6일째까지 배지 내에서 전혀 감소되지 않은 것으로 보아 분리 효모는 탄소원으로 maltotetraose를 전혀 이용하지 못하는 것으로 보였다.

일반적으로 양조효모는 glucose, maltose, sucrose 등은 잘 이용하나 maltotriose의 이용율은 효모의 종류에 따라 다른 것으로 알려져 있다.

8) 분리 동정한 효모균주의 효소활성 측정

가) 시험 방법

효모균체가 생산하는 효소의 종류를 API ZYM kit(#2520)를 사용하여 측정하였다. YM broth에서 전 배양한 효모를 8000×g에서 원심분리하여 멸균된 증류수에 현탁한 후, 600 nm에서 흡광도가 1.0 (1.0×10^5 - 1.0×10^7 /ml) 수준이 되도록 조정하고, 현탁된 효모를 API ZYM kit strip에 분주하여 30°C 항

온조에서 18 시간 배양시키고, 공급자에 의하여 공급된 API ZYM A와 API ZYM B를 각각 한 방울씩 떨어뜨린 후 형광등 불빛 아래에서 5 분간 발색 시켜, 발색 여부 및 생상의 강도에 준하여 효소의 존재 여부와 활성을 관찰 하였다.

나) 시험 결과

API ZYM kit(#2520)를 사용하여 J-1의 효소활성을 관찰한 결과는 Table 11에 나타났다. 분리 효모는 acid phosphatase 활성이 높게 나타나 산성조건에서 phosphate 대사를 원활하게 진행할 수 있었음을 짐작할 수 있었으며 특히 이 효소는 발효 중 trehalose phosphate를 trehalose로 분해하며 이로 인하여 효모를 환경적 변화에서 보호하는 작용하는 하는 것으로 알려져 있어 이 효모는 야생의 환경에서 복원력이 좋은 것으로 사료된다. 또한 α -glucosidase 활성이 다소 높게 나타나 발효과정 중 maltotriose도 분해할 수 있어 발효능이 좋은 것으로 생각된다. 이외의 다른 효소류는 활성이 전혀 없거나 있어도 아주 미약한 것으로 나타났다.

9) 분리 동정한 효모균주의 균체지방산 분석시험

가) 시험 방법

Miller의 방법에 따라 fatty acid methyl ester (FAMES) 분석을 위한 시료를 준비하였다. Sabouraud dextrose agar(BBL 11584)에서 28°C, 24 시간 동안 2 회에 걸쳐서 계대 배양된 균체 약 100 mg을 Teflon-lined screw cap tube(13×100 mm, pyrex)에 옮긴 후, 50% methanol에 15% NaOH를 첨가한 용액 1 ml를 넣고 100°C에서 30 분간 가열하여 실온에서 식힌다. 여기에 methanolic HCl 2 ml(6.0 N HCl 325 ml와 methanol 275 ml를 혼합한 용액)을 첨가하여 80°C에서 10 분간 가열한 뒤 급냉한 후 1.25 ml의 hexane/methyl-*tert*-buthylether(1:1, v/v)을 넣고 10 분간 잘 섞어준다. 실온에 정치한 후 반응액이 2 개의 층으로 분리되면 상등액을 취해서 3 ml의 희석 NaOH(10.8 g NaOH/900 ml 증류수)를 첨가하여 5 분간 섞어주고 포화 NaCl 용액을 몇 방울 떨어뜨린 다음 상등액의 2/3 정도를 septum-capped sample vial(12×32 mm, Alltech Associates, Inc., IL, USA)로 옮겨 capping 하여 시료로 사용하였다.

FAMES의 분석에는 Hewlett Packard Series II Gas Chromatograph

model 6890A(Microbial ID, Inc., Delaware, USA)를 이용하였으며 분석 조건은 Table 12와 같았다. FAMEs profile은 Microbial Identification System Software Microbial ID. Inc., Delaware, USA, version 3.5)를 이용하였으며, 표준용액과 비교하여 peak의 동정, retention time, peak의 면적, 면적비율을 구하였다.

Table 11. Enzyme profiles of J-1 determined by API ZYM system

Enzyme	Substrate	Result ¹⁾
alkaline phosphatase	2-naphthyl phosphate	
esterase(C4)	2-naphthyl butyrate	+
esterase lipase(C8)	2-naphthyl caprylate	++
lipase(C14)	2-naphthyl myristate	
leucine arylamidase	L-leucyl-2-naphthylamide	++
valine arylamidase	L-valyl-2-naphthylamide	+
cystine arylamidase	L-cystyl-2-naphthylamide	++
trypsin	N-benzoyl-DL-arginine-2-naphthylamide	+
chymotrypsin	N-glutaryl-phenylalanine-2-naphthylamide	+
acid phosphatase	2-naphthyl phosphate	+++
naphthol-AS-BI-phosphohydrolase	naphthol-AS-BI-phosphate	++
α -galactosidase	6-Br-2-naphthyl- β -D-galatopyronoside	
β -galactosidase	2-naphthyl- β -D-glucopyronoside	
β -glucuronidase	naphthol-AS-BI- β -D-glucuronide	
α -glucosidase	2-naphthyl- β -D-glucopyronoside	+++
β -glucosidase	6-Br-2-naphthyl- β -D-glucopyronoside	+
N-acetyl- β -glucosaminidase	1-naphthyl-N-acetyl- β -D-glucosaminide	
α -mannosidase	6-Br-2-naphthyl- α -D-mannopyronoside	
α -fucosidase	2-naphthyl- α -L-fucopyronoside	

¹⁾number + to +++ indicate activity strength.

Table 12. Operating condition for the GC analysis of FAMES

Instrument	Hewlett Packard series II-Model 6890(USA)
Column	25 m(L)×0.22 mm(I.D)×0.33 mm(O.D) methyl phenyl silicon fused silica capillary column (HP190918-102)
Carrier gas	hydrogen
Column head pressure	9 psi
Split ratio	100 : 1
Split vent	50 ml/min
Septum purge	5 ml/min
FID hydrogen	30 ml/min
FID nitrogen	30 ml/min
FID air	400 ml/min
Initial temperature	170 °C
Program rate	5 °C/min
Final temperature	260 °C
FID temperature	300 °C
Injection port	250 °C
Injection volume	2 μ l

나) 시험 결과

분리 효모 J-1의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 13에 나타난 바와 같이 포화지방산으로는 C_{10:0}부터 C_{18:0}까지 존재하였고 미량의 hydroxy 지방산도 존재하였으나 지방산 중에는 C_{16:1}가 40.99%로 가장 많이 함유된 것으로 분석되었고, 그 외에 summed feature 8이 31.98%로 나타났다. Summed feature 8은 다른 지방산과 석여 있을 가능성은 있으나 C_{18:1}이 대부분인 것으로 생각되어 불포화 지방산이 대부분인 것으로 나타났다.

Botha 등은 50여 균주의 *Saccharomyces cerevisiae*에서 C_{16:1}이 40~45%로 가장 많이 검출되었고 그 다음으로 C_{18:1}이 35~40%의 수준을 나타낸다고 보고한 바 있다. 이것으로 보아 J-1의 지방산 조성도 이와 유사한 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

Table 13. Fatty acid profiles of J-1

Fatty acids	Composition(%)
Saturated fatty acids	
10:0	4.08
12:0	3.10
14:0	2.35
16:0	11.03
18:0	2.18
Unsaturated fatty acids	
16:1 ω 7 <i>c</i>	40.99
Branched fatty acids	
14:0 2CH ₃	0.68
Hydroxy fatty acids	
18:0 12OH	1.01
Summed feature ¹⁾ 1	1.62
Summed feature 8	31.98
Summed feature 9	0.92

¹⁾+Summed features represent groups of two or three fatty acids which could not be separated by gas-chromatography with the MIDI system. Summed feature 1 contained one or more of following fatty acids: 14:1 *trans* 9/*cis* 9, and/or 14:1 *cis* 9/*trans* 9. Summed feature 8 contained one or more of following fatty acids: 18:1 *cis* 9(ω 9) and/or 18:1(ω 8). Summed feature 9 contained one or more of following fatty acids: 18:1 *trans* 6/*trans* 9/*cis* 11 and/or 18:1(ω 8).

3. 진양주의 최적발효조건의 확립 및 품질 특성 분석

가. 최적발효조건에서의 진양주 생산

1) 진양주 제조

진양주 제조 시 사용된 원료의 배합비율은 Table 14와 같다.

가) 밀술제조

찹쌀 700 g을 정량하여 5 ℓ의 플라스틱용기에 담고 물로 2회 세척한 후, 물 2 ℓ를 붓고 8시간동안 침지시켰다. 8시간 침지 후 용기에서 물을 제거하고 채반에 플라스틱 망사를 깔고 그 위에 침지시킨 찹쌀을 펼쳐 놓고 잉여 수분을 제거시켰다. 채반에서 1시간 방치한 찹쌀을 물 1200 ml를 채운 찹 술에 플라스틱 망사를 깔고 그 위에서 30분 동안 증자하면서 찹쌀의 상태를 잘 관찰하면서 고루 잘 찌진 고두밥이 되면 증자를 중지하고 꺼내어 실온에서 냉각시켰다. 실온의 냉각된 고두밥, 누룩 20 g, 효모 5 g를 5 ℓ의 유리항아리에 넣고 물 700 ml와 혼합하여 2겹의 cheese cloth로 입구를 덮은 후 25℃의 incubator에 넣고 48시간동안 발효시켜 밀술(진양주 주모)을 제조하였다.

Table 14. The ingredients used for fermenting *Jinyangju*

Raw materials	Amounts		
	Seed mash	Accessory mash	Total
Glutinous rice	700 g	1300 g	2 kg
Water	700 ml	1300 ml	2 ℓ
Yeast	5 g	-	5 g
<i>Nuruk</i>	20 g	-	20 g

- : Not added

나) 덧술 제조

밀술발효 종료 시점이 되면, 미리 덧술용 찹쌀 1,300 g를 플라스틱용기에 취하여 2회 세척한 후, 물 4 ℓ를 붓고 8시간 침지한 다음 플라스틱 망사를 깔 채반에 건져 1시간 동안 잉여수분을 제거하였다. 밀술 제조에서와 동일한 방법으로 1,300 g의 찹쌀을 증자하여 고두밥을 제조하고, 제조된 고두밥을 완전히 냉각시킨 후 물 1,300 ml와 함께 48시간동안 발효시켜 제조한 밀술과 유리항아리에 넣

고 혼합하였다. 잘 혼합한 다음 유리항아리의 입구를 2겹의 cheese cloth로 덮어 25°C의 incubator에서 10일 동안 발효시켜 덧술, 즉 진양주를 제조하였다.

2) 최적발효조건에서의 밀술 제조

가) 밀술의 물 첨가량에 따른 성분변화

밀술의 물양을 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 15와 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

Table 15. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the amount of water for preparing the seed mash

		SW-1	SW-2	SW-3
seed mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	500 ml	700 ml	900 ml
	<i>Nuruk</i>	20 g	20 g	20 g
	Yeast	5 g	5 g	5 g
accessary mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1300 ml	1300 ml	1300 ml
	<i>Nuruk</i>	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

(1) 온도 변화

각각의 밀술의 품온 변화를 조사한 결과는 Fig. 12(a)와 같았고, 밀술의 물양 변화에 따른 덧술의 품온 변화는 Fig. 12(b)과 같았다. 밀술 담금 24시간 후 세 개의 밀술 모두 품온이 발효 온도 25°C보다 높았으며, 밀술 담금 48시간 후에는 담금 24시간 후의 품온과 같거나 혹은 낮은 품온을 나타냈다.

세 가지 밀술 모두 유사한 품온 변화를 나타냈으며, 덧술에서의 품온 역시 큰 차이가 나타나지 않았다. 밀술 담금 24시간 전후로 당화반응이 활발하게 진행되었기 때문에 밀술 발효기간 중 담금 24시간 후의 품온이 가장 높은 것으로 나타났으며, 환원당 함량 변화(Fig. 4(a))에서 담금 24시간에 많은 양의 환원당이 생성된 것을 확인할 수 있었다.

(2) pH 변화

밀술의 pH 변화는 Fig. 13(a)와 같았고 덧술의 pH 변화는 Fig. 13(b)와 같았다. pH변화는 밀술 담금 24시간 후 SW-3(밀술의 물 첨가량을 900 ml로 하여 제조한 진양주)의 밀술이 3.65, SW-2(밀술의 물 첨가량을 700 ml로 하여 제조한 진양주) 밀술이 3.87, SW-1(밀술의 물 첨가량을 500 ml로 하여 제조한 진양주) 밀술이 3.88을 나타내 밀술 발효 기간 중 밀술 담금 24시간 후에 가장 낮은 pH 값을 보였다. 이는 누룩의 당화효소에 의해 분해된 찹쌀을 이용하여 효모가 유기산을 생성하기 때문에 pH가 낮게 나타난 것으로 생각된다. 덧술 발효 종료 후 pH는 SW-3 진양주가 4.29, SW-2 진양주가 4.36, SW-1 진양주가 4.37을 나타냈다.

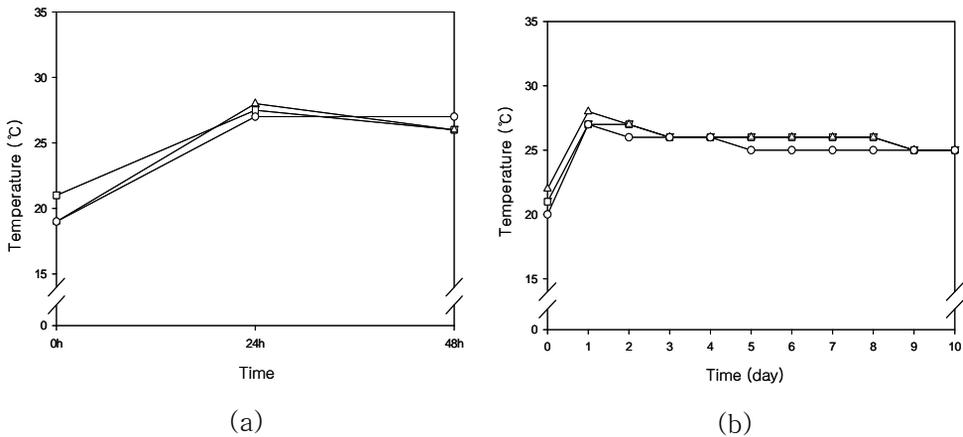


Fig. 12. Temperatures in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of the water in the seed mash.

- : 500 ml of the water in the seed mash (SW-1)
- △— : 700 ml of the water in the seed mash (SW-2)
- : 900 ml of the water in the seed mash (SW-3)

(3) 알코올 함량 변화

밀술의 물양에 따른 알코올 함량 변화는 Fig. 14(a)과 같았고, 밀술의 물 양에 따른 덧술의 알코올 함량 변화는 Fig. 14(b)과 같았다. 밀술 담금 24시간 후 알코올 함량은 SW-3이 11.7%, SW-1과 SW-2는 각각 10.3%, 10.4%로 나타났다. 밀술 담금 48시간 후에는 SW-3이 15.7%, SW-2가 14.8%, SW-1이 13.7%로 밀술의 물 양이 많을수록 높은 알코올 함량을 갖는 것으로 조사되었다. 이는 SW-3의 밀술이 다른 실험구에 비해 효모가 생육하기 좋은 조건을

갖기 때문에 추측되며, 밀술의 효모수 변화(Fig. 5(a))에서도 확인할 수 있었다. 즉 초기 효모수는 SW-3이 가장 적었으나 발효시간이 경과함에 따라 효모수의 증가폭이 가장 높았으며, 밀술 발효종료시점인 담금 48시간 후에는 다른 밀술보다 $1.6\sim 3.8\times 10^7$ cfu/ml 의 효모가 많은 것으로 조사되었다. 하지만 덧술에서의 알코올 함량 변화는 큰 차이가 나타나지 않았으며, 덧술 발효 종료 후 최종 알코올 함량은 SW-1이 14.4%, SW-2가 15%, SW-3이 14.4%를 나타냈다.

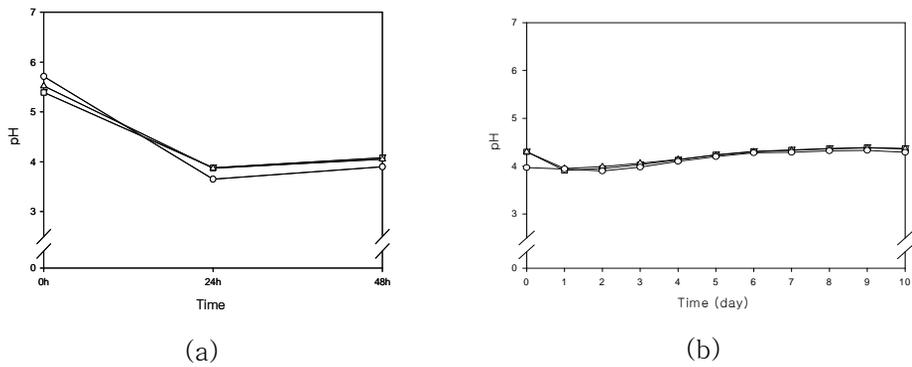


Fig. 13. pHs in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of the water in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 1 was shown

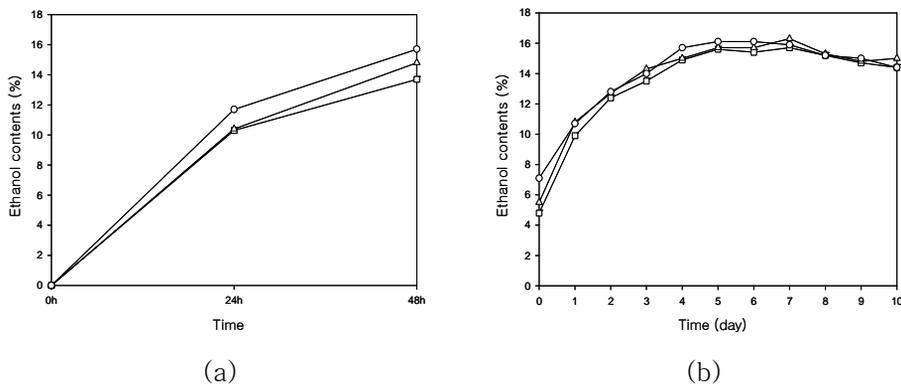


Fig. 14. Ethanol contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of the water in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 1 was shown

(4) 환원당 함량 변화

물 양에 따른 밀술의 환원당의 변화는 Fig. 15(a)와 같았고, 밀술의 물 양에

따른 덧술의 환원당 변화는 Fig. 15(b)와 같았다. 환원당은 각각의 밀술 모두 담금 직후부터 차츰 증가하다가 담금 24시간 후까지 급격한 증가를 보였다. 담금 24시간 이후에는 환원당이 감소하는데, 그 이유는 담금 24시간까지의 발효로 밀술의 환경이 산성으로 바뀌면서 누룩의 당화력이 감소하고, 누룩에 비해 내산성을 갖는 효모는 환원당을 이용해 알코올을 계속 생산하기 때문이다. 즉, 밀술 담금 24시간 후에는 누룩이 만들어내는 환원당의 양보다 효모가 이용하는 환원당의 양이 많아진 것으로 추측된다. 하지만 SW-1의 밀술은 효모가 알코올 생성에 이용하는 환원당보다 누룩이 생산하는 환원당이 더 많은 것으로 생각되며 덧술에서도 다른 실험구보다 높은 환원당 함량을 나타냈다.

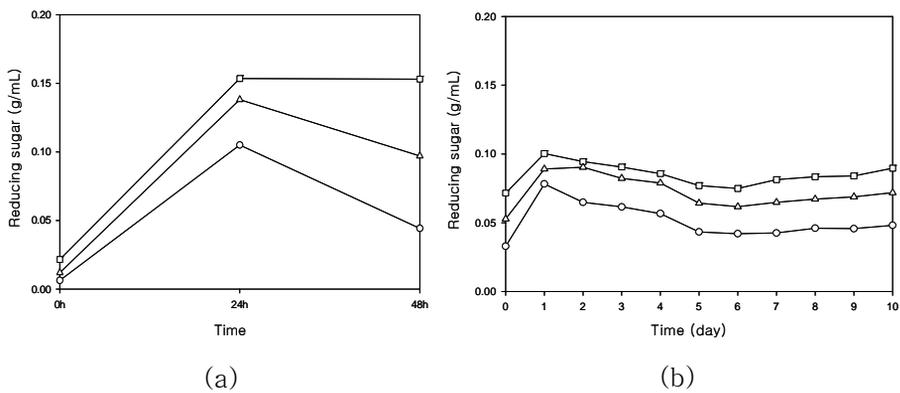


Fig. 15. Reducing sugar in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of the water in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 1 was shown

(5) 효모수 변화

물 양에 따른 밀술의 효모수 변화는 Fig. 16(a)와 같았고 밀술의 물 양에 따른 덧술의 효모수 변화는 Fig. 16(b)와 같았다. 밀술 담금 후 효모수는 SW-1이 3.0×10^8 cfu/ml였고, SW-2가 2.0×10^8 cfu/ml, SW-3이 1.3×10^8 cfu/ml이었다. 밀술 담금 24시간 후에는 모든 밀술에서 효모수가 다소 증가하였으며 SW-1이 4.4×10^8 cfu/ml, SW-2가 3.3×10^8 cfu/ml, SW-3이 3.2×10^8 cfu/ml를 나타냈다. 밀술 발효 종료시점인 담금 48시간 후에는 SW-3이 2.2×10^8 cfu/ml, SW-2가 2.0×10^8 cfu/ml, SW-1이 1.8×10^8 cfu/ml을 나타내어 당의 소비 및 알코올 생산 등의 경향에 부합하는 것으로 판단되었다. 또한 덧술에서의 효모수 변화는 SW-1, SW-2, SW-3 모두 덧술 발효 1일째 최고 수치를 나타냈으나 발효시간이 경과함에 따라 차츰 감소하는 경향이 공통적으로 발견되었다. 이는 소 등의 개량누룩을 이용한 탁주양조 중 효모수의 변화와 일치하지는 않음

나, 수치의 차이는 밀술과 덧술의 양조방법과 원료의 종류 및 배합비율에 따른 차이 때문인 것으로 생각된다.

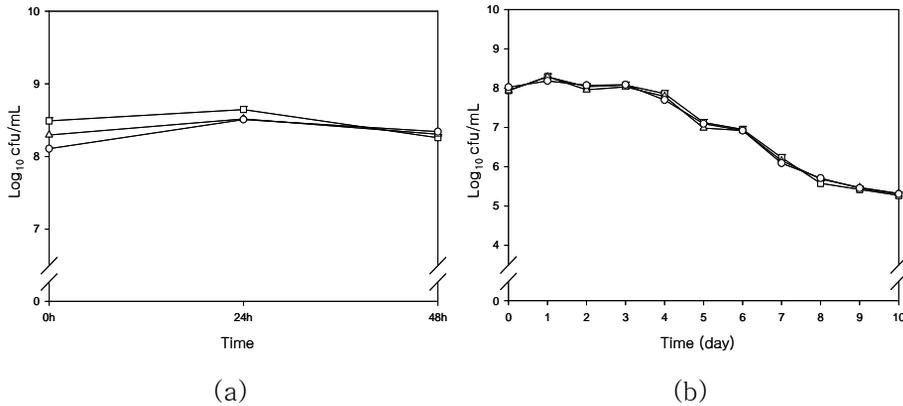


Fig. 16. Yeasts in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of the water in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 1 was shown

나) 밀술의 발효온도에 따른 성분변화

밀술의 발효온도를 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 16과 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

Table 16. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the fermentation temperature for preparing the seed mash.

		ST-1	ST-2	ST-3
seed mash	Fermentation Temperature	20°C	25°C	35°C
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	700 ml	700 ml	700 ml
	Nuruk	20 g	20 g	20 g
	Yeast	5 g	5 g	5 g
accessory mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1300 ml	1300 ml	1300 ml
	Nuruk	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

(1) 온도 변화

밀술의 발효온도에 따른 품온의 변화는 Fig. 17(a)와 같았다. 각각의 실험구 별로 발효 온도가 다르기 때문에 밀술별 품온은 큰 차이가 나타났으며, ST-2와 ST-3은 발효열과 실온보다 높은 발효온도 때문에 담금 24시간 후 담금 0시간보다 높은 품온을 나타내었고, ST-1은 실온보다 낮은 발효온도로 인하여 ST-2와 ST-3과는 다르게 담금 0시간과 큰 차이를 나타내지 못한 것으로 나타났다. 덧술 발효 중 품온의 변화는 Fig. 17(b)과 같았다.

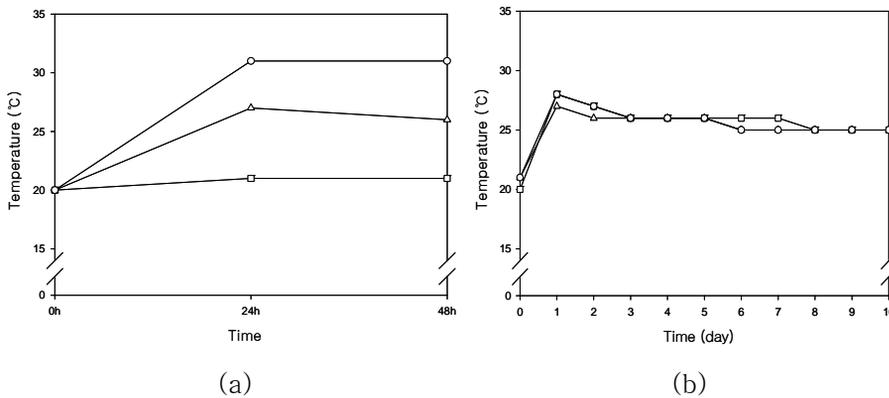


Fig. 17. Temperatures in the seed(a) and the accessory(b) mash with different fermentation temperature in the seed mash.

- : Fermented the seed mash at 20°C (ST-1)
- △— : Fermented the seed mash at 25°C (ST-2)
- : Fermented the seed mash at 30°C (ST-3)

(2) pH 변화

밀술의 발효온도에 따른 밀술의 pH 변화는 Fig. 18(a)와 같았고, 덧술의 pH 변화는 Fig. 18(b)와 같았다. 밀술 담금 24시간 후 20°C에서 발효시킨 ST-1이 3.74로 가장 낮은 pH 값을 나타냈으며, ST-2가 3.81, ST-3이 4.04의 pH 값을 나타냈다. 밀술 담금 48시간 후인 밀술 발효 종료 시에도 ST-1이 3.80으로 가장 낮은 pH 값을 나타냈고, ST-2가 4.03, ST-3이 4.23의 pH 값을 나타냈다. 덧술 발효기간 중 pH 변화는 덧술 발효 1일 후에 가장 낮은 pH 값을 나타낸 뒤 차츰 상승하는 경향이 공통적으로 나타났다.

밀술에서 발효 온도가 높을수록 더 높은 pH 값을 갖는 경향이 나타났는데 이는 발효가 진행되면서 젖산이나 효모 발효로 생성되는 유기산의 영향으로 총산이 증가하여 pH 값이 감소하였으나, 유기산이 알코올 등과 결합하여

ester와 같은 향미 형성 등에 이용되었기 때문이다. 즉, 발효온도가 높은 밀술일수록 알코올 함량이 높아져(Fig. 18(a)) 발효온도가 낮은 밀술보다 향미생성에 더 많은 유기산이 이용되어 더 높은 pH 값을 갖는 것으로 생각된다.

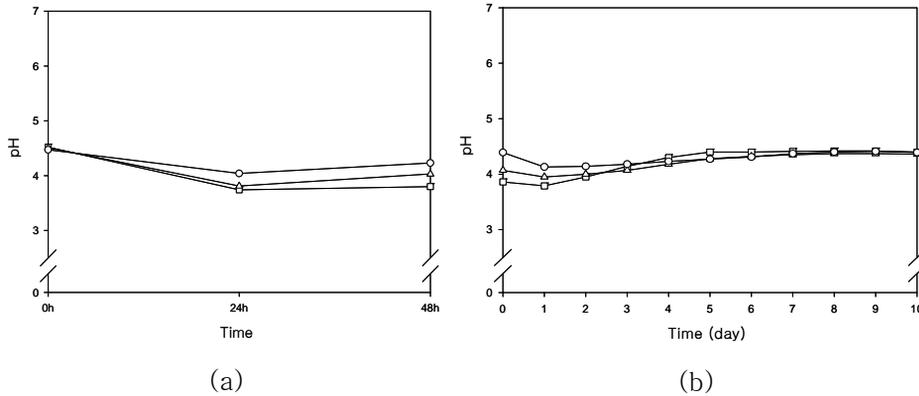


Fig. 18. pHs in the seed(a) and the accessory(b) mash with different fermentation temperature in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 6 was shown

(3) 알코올 함량 변화

밀술의 알코올 함량은 Fig. 19(a)과 같이 밀술의 발효온도가 높을수록 알코올 수율도 높은 것으로 조사되었다. 즉 밀술 담금 48시간 후 ST-1, ST-2, ST-3 밀술의 알코올 함량은 각각 11.4%, 13.6%, 14.3%였다. 하지만 덧술 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량(Fig. 19(b))은 차이가 없어지면서 ST-2로 제조한 진양주가 14.9%의 알코올 함량을 나타냈고, ST-1로 제조한 진양주가 14.5%, ST-3으로 제조한 진양주가 14.7%를 나타냈다. 이는 발효기간이 짧은 밀술에서 다른 발효온도에 의한 알코올 함량의 차이가 10일 동안 동일조건하에서 덧술발효를 거치면서 점점 상쇄되었기 때문으로 생각된다.

(4) 환원당 함량 변화

환원당 함량을 조사한 결과(Fig. 20(a)) ST-1, ST-2, ST-3 모두 찹쌀의 전분질이 당화 amylase 작용 하에 당분으로 분해되어 담금 초기에 비하여 담금 24시간 후의 함량이 약 5배 이상 증가하였고, 밀술 담금 48시간 후에는 ST-1 과 ST-2는 누룩에 의한 당의 생성량보다 효모가 소비하는 양이 많아져 환원당 함량이 감소한 반면 ST-3은 큰 변화를 나타내지는 않았다. 이것은 밀술

담금 24시간 이후 ST-3이 고온발효에 의해 알코올 함량이 증가하면서 알코올 내성을 갖는 효모가 감소하고 이에 따라 효모 사멸율이 증가하여 환원당을 이용할 수 있는 효모가 감소하였고, 앞에서 언급했듯이 생성된 알코올과 유기산이 결합하여 ester 등과 같은 향미 물질을 생성함으로써 술덧의 pH가 상승하고, pH의 상승에 따라(Fig. 18) 당화효소의 활성이 증가하면서 효모가 소비하는 환원당과 누룩이 생산하는 환원당이 균형을 이루었기 때문으로 생각된다.

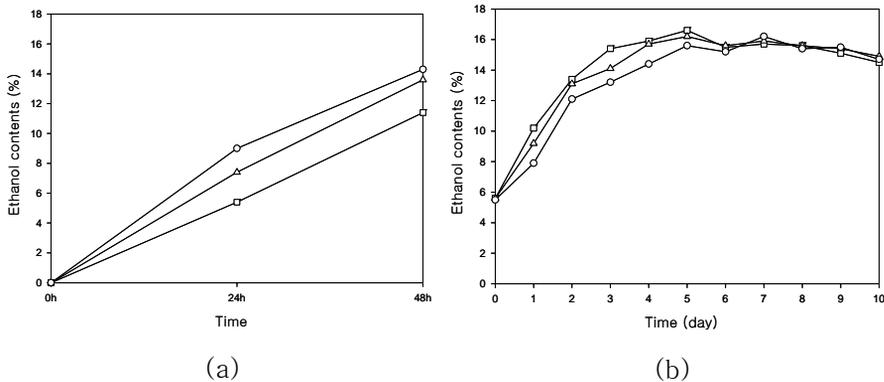


Fig. 19. Ethanol contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with different fermentation temperature in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 6 was shown

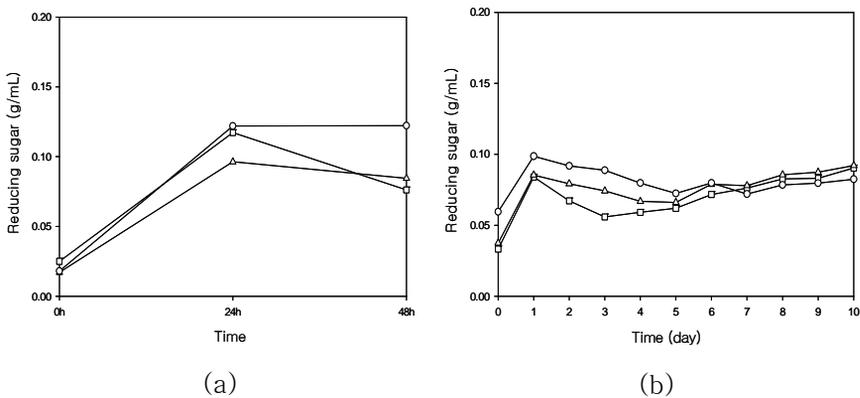


Fig. 20. Reducing sugar in the seed(a) and the accessory(b) mash with different fermentation temperature in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 6 was shown

(5) 효모수 변화

밀술의 발효온도에 따른 밀술의 효모수 변화는 Fig. 21(a)과 같았고 밀술의 발효온도에 따른 덧술의 효모수 변화는 Fig. 21(b)과 같았다. ST-1과 ST-2는 밀술 담금 24시간 후 담금 초기보다 효모수가 증가하였으나 ST-3의 경우 발효가 진행됨에 따라 담금 초기보다 효모수가 감소하였다. 밀술 담금 24시간 후 ST-1이 3.7×10^8 cfu/ml였고, ST-2가 3.1×10^8 cfu/ml, ST-3이 1.8×10^8 cfu/ml를 나타냈다. 밀술 담금 48시간 후에는 ST-3이 3.7×10^7 cfu/ml을 나타내 가장 큰 폭으로 감소하였으며, ST-1과 ST-2가 각각 1.1×10^8 cfu/ml, 1.2×10^8 cfu/ml으로 밀술 모두 감소하는 경향을 나타냈다. 덧술 발효에서도 발효 2일째까지는 증가하다가 이후 감소하는 경향이 모든 덧술에서 나타났는데 이것 역시 환원당에서 언급했던바와 같이 알코올 내성을 갖지 못하는 효모의 사멸율 증가에 따른 영향이라고 할 수 있다. ST-3은 밀술의 고온 발효에 의해 밀술 담금 초기에 알코올 함량이 높아짐에 따라 알코올 내성을 갖는 효모가 다른 밀술에 비해 가장 적은 것으로 생각되었으나 덧술 발효가 진행됨에 따라 ST-1과 ST-2와 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 덧술의 발효 조건이 동일한 가운데 밀술보다는 장기간 발효가 진행됨에 따라 각각의 덧술에서 효모의 알코올 내성이 변화하였기 때문으로 생각된다. 즉 ST-1의 경우 밀술보다 높은 온도에서 덧술 발효가 진행되어 알코올 생성량이 많아지면서 효모의 알코올 내성이 감소하였고 이로 인해 덧술 발효가 진행됨에 따라 환원당 소비량은 감소하고 효모의 사멸율은 높아진 것으로 추측된다. 또한 ST-3의 경우는 밀술의 발효온도보다 덧술의 발효온도가 낮아짐에 따라 밀술에서와는 반대로 덧술 발효 초기 알코올 내성을 갖는 효모가 많아져 효모의 증식이 활발해지고, 덧술 발효 후기에는 알코올 함량이 증가하는 것으로 생각된다. 이와 같은 이유로 덧술 발효 종료 후 효모수는 ST-3이 2.6×10^3 cfu/ml, ST-2가 2.1×10^3 cfu/ml, ST-1이 1.2×10^3 cfu/ml을 나타낸 것으로 추측된다.

다) 밀술의 누룩 첨가량에 따른 성분변화

밀술의 누룩 첨가량을 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 17과 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

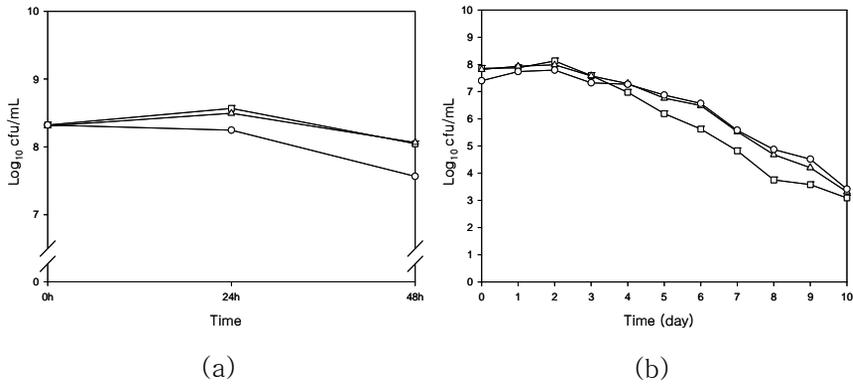


Fig. 21. Yeasts in the seed(a) and the accessory(b) mash with different fermentation temperature in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 6 was shown

Table 17. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the amount of *Nuruk* for preparing the seed mash.

		SN-1	SN-2	SN-3
seed mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	700 ml	700 ml	700 ml
	<i>Nuruk</i>	17.5 g	20.0 g	22.5 g
	Yeast	5 g	5 g	5 g
accessory mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1300 ml	1300 ml	1300 ml
	<i>Nuruk</i>	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

(1) 온도 변화

밀술의 품온은 밀술 발효 기간 동안 3개의 밀술 모두 발효온도인 25℃보다 높은 온도를 유지하였으며(Fig. 22(a)), 밀술 담금 기간 24시간 후 가장 높은 품온을 나타내었다. 이런 결과는 밀술의 물 양 실험과 유사한 결과로 밀술 발효 중 공통적인 현상으로 나타났다. 덧술 발효 기간 동안에도 3개의 덧술 모두 유사한 변화를 나타냈으며, 덧술 발효가 진행됨에 따라 품온이 발효온도인 25℃와 근접해지는 것으로 나타났다(Fig. 22(b)).

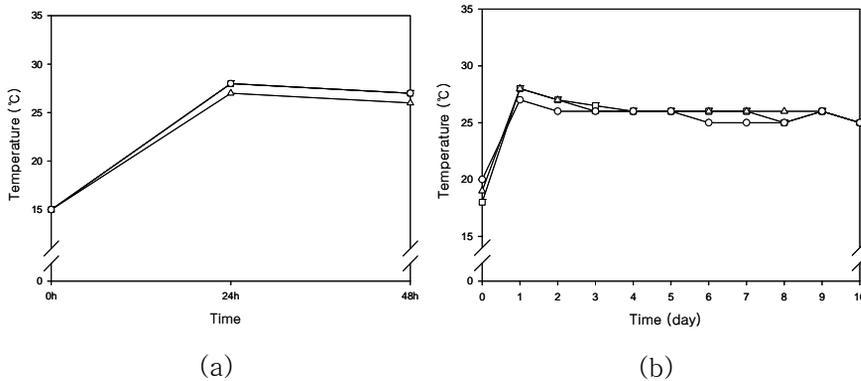


Fig. 22. Temperatures in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of *Nuruk* in the seed mash.

- : 17.5 g *Nuruk* in the seed mash (SN-1)
- △— : 20.0 g *Nuruk* in the seed mash (SN-2)
- : 22.5 g *Nuruk* in the seed mash (SN-2)

(2) pH 변화

SN-1, SN-2, SN-3 밀술의 pH는 밀술 담금 24시간 후 3.6~3.7였고, 48시간 후에는 3.8~3.9로 나타났다. 이는 누룩양이 밀술의 pH 변화에 큰 영향을 미치지 않는다고 생각되며, 덧술에서의 pH 변화 역시 유사한 경향을 나타냈다(Fig. 23(b)).

(3) 알코올 함량 변화

누룩 양에 따른 밀술의 알코올 함량 변화는 Fig. 24(a)과 같았고, 덧술의 알코올 함량 변화는 Fig. 24(b)과 같았다. 밀술 발효 종료 후 SN-3이 14%로 가장 높은 알코올 함량을 나타냈으며, SN-2의 밀술이 13.5%, SN-1의 밀술이 13.3%를 나타냈다. 누룩양이 많을수록 밀술 담금 초기에 많은 당이 생성되어 알코올 생성에 이용될 것으로 생각되었으나 밀술 발효 중 환원당을 측정된 결과 유사한 경향을 나타냈다.

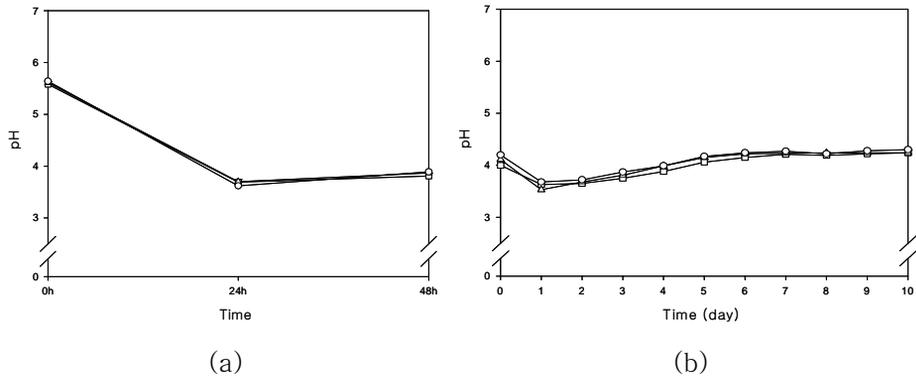


Fig. 23. pHs in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of *Nuruk* in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 11 was shown

즉, 세 가지 밀술 모두 밀술 담금 0시간 ~ 24시간에 활발한 당화작용이 있었고, 그 이후 효모에 의한 환원당 소비가 증가하여 밀술 담금 48시간에는 담금 24시간보다 환원당 함량이 감소하는 공통적인 경향이 나타나 환원당 함량과는 관련이 적은 것으로 나타났다. 덧술 발효 종료 후에는 SN-1의 진양주가 14.8%, SN-2 진양주가 14.9%, SN-3의 진양주가 15.1%로 나타나 김 등의 연구에서 알코올 생산은 담금 횟수보다는 누룩의 농도에 비례한다는 보고와 일치하는 결과를 나타냈다.

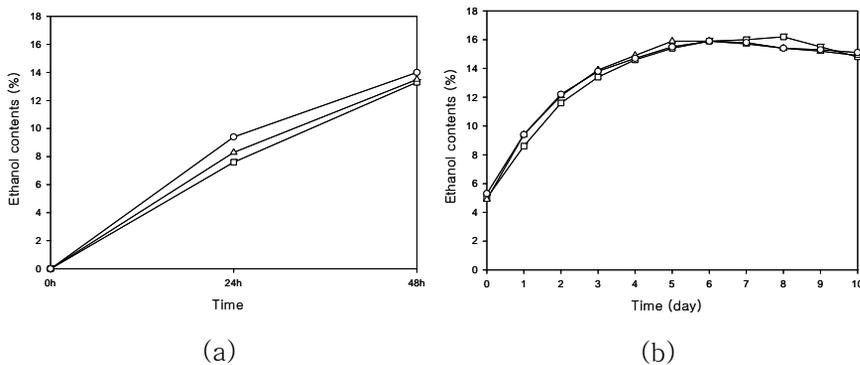


Fig. 24. Ethanol contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of *Nuruk* in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 11 was shown

(4) 환원당 함량 변화

밀술 담금 48시간 이후의 환원당 함량은 SN-1이 0.087 g/ml, SN-2가 0.095 g/ml, SN-3이 0.093 g/ml을 갖는 것으로 조사되었다(Fig. 25(a)).

덧술 발효 중 환원당 함량은 덧술 담금 2일 후와 3일 후를 제외한 다른 발효 기간 내내 SN-3의 밀술로 제조한 덧술이 가장 많은 함량을 보였고, SN-1의 밀술로 제조한 덧술이 가장 낮은 환원당 함량을 나타내었다(Fig. 25(b)). SN-2 덧술의 환원당 함량이 술덧 담금 2일과 3일 후에 각각 0.086 g/ml 와 0.076 g/ml로 나타난 것으로 보아 덧술 발효 초기에 가장 활발한 당화반응이 일어나 덧술 발효 3일 안에 많은 양의 알코올이 생성된 것으로 나타났으며, SN-1과 SN-3 역시 유사한 결과를 나타냈다. 이는 Fig. 13(b)의 알코올 함량 변화를 통해 확인할 수 있었다.

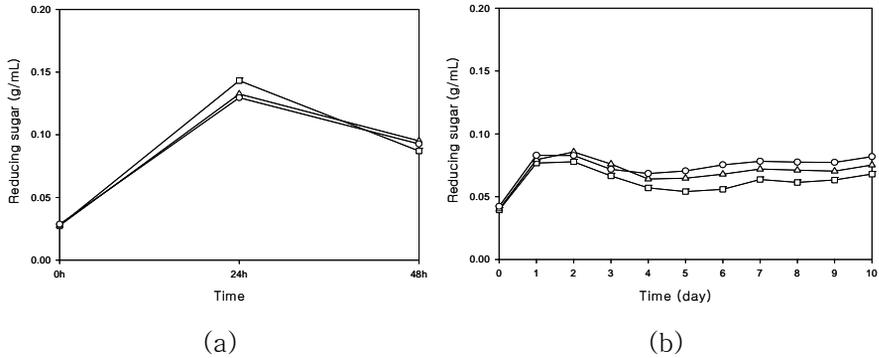


Fig. 25. Reducing sugar in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of *Nuruk* in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 11 was shown

(5) 효모수 변화

효모수 변화는 밀술 담금 24시간 후 SN-2의 밀술이 3.0×10^8 cfu/ml로 가장 많은 효모수를 갖는 것으로 나타났다(Fig. 26(a)).

그러나 발효 시간이 경과함에 따라 효모수의 감소가 나타났으며, SN-1의 밀술의 경우 밀술 담금 24시간 후 2.7×10^8 cfu/ml에서 밀술 담금 48시간 후에는 1.6×10^8 cfu/ml로 감소하여 1.1×10^8 cfu/ml의 감소를 나타냈다. 이와 같은 결과는 SN-2와 SN-3에서도 유사하게 나타났으며 이는 알코올에 따른 효모의 사멸을 증가와 관련이 있는 것으로 생각된다. 덧술에서의 효모수 감소는 SN-3의 밀술로 제조한 덧술이 덧술 발효가 진행됨에 따라 가장 크게 감소한

것으로 조사되었다(Fig. 26(b)).

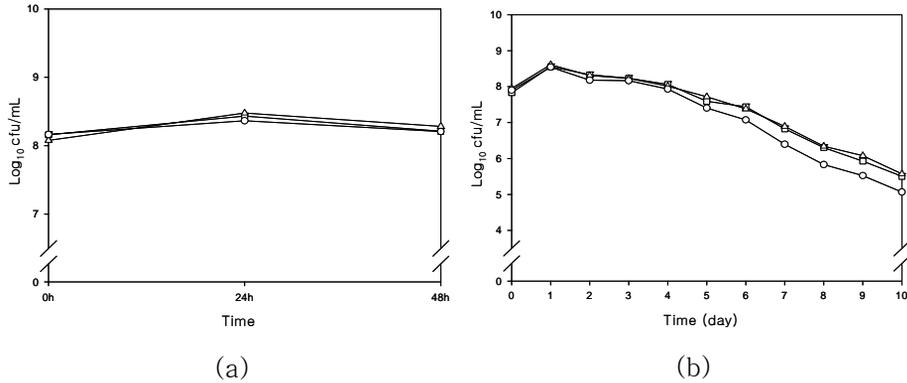


Fig. 26. Yeasts in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of *Nuruk* in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 11 was shown

라) 밀술의 효모 첨가량에 따른 성분변화

밀술의 효모 첨가량을 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 18과 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

(1) 온도 변화

효모 양에 따른 밀술의 품온 변화는 Fig. 27(a)와 같았고 효모 양에 따른 덧술의 품온 변화는 Fig. 27(b)와 같았다. SY-1의 밀술이 밀술 담금 24시간 후에 28℃, 밀술 담금 48시간 후에 27℃를 나타냈으며, SY-2와 SY-3의 밀술은 밀술 담금 24시간 후에 27℃, 밀술 담금 48시간 후에 26℃를 나타냈다. 덧술에서의 품온 변화 역시 유사한 경향이 나타났다.

(2) pH 변화

효모 양에 따른 밀술의 pH 변화는 Fig. 28(a)와 같았고, 덧술의 pH 변화는 Fig. 28(b)와 같았다. 밀술 담금 48시간 후 pH는 SY-1이 3.88, SY-2가 3.99, SY-3이 4.10로 나타났으며, 세 밀술 모두 밀술 담금 24시간 후의 pH 값보다는 다소 상승하는 공통적인 변화를 보였다. 덧술에서의 pH 변화는 덧술 담금 1일 후 가장 낮은 pH 값을 나타냈으며, 덧술 발효가 진행됨에 따라 차츰 증가하는 경향을 나타냈다.

Table 18. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the amount of yeast for preparing the seed mash.

		SY-1	SY-2	SY-3
seed mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	700 ml	700 ml	700 ml
	<i>Nuruk</i>	20 g	20 g	20 g
	Yeast	2.5 g	5 g	7.5 g
accessory mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1300 ml	1300 ml	1300 ml
	<i>Nuruk</i>	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

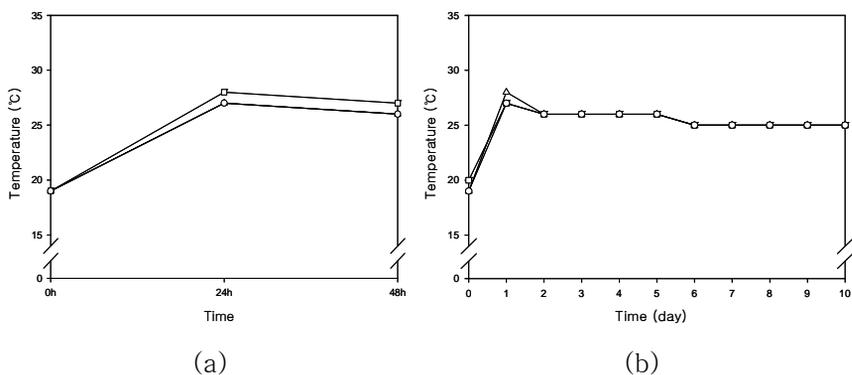


Fig. 27. Temperatures in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of yeasts in the seed mash.

- : 2.5 g of yeasts in the seed mash (SY-1)
- △— : 5.0 g of yeasts in the seed mash (SY-2)
- : 7.5 g of yeasts in the seed mash (SY-3)

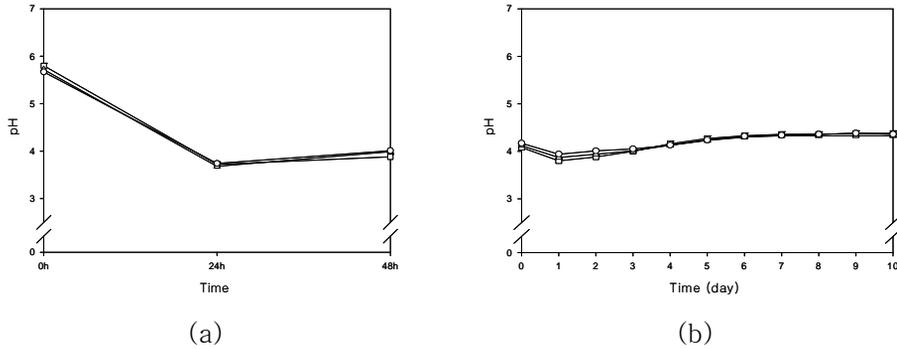


Fig. 28. pHs in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of yeasts in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 16 was shown

(3) 알코올 함량 변화

밀술 담금 48시간 후 알코올 함량은 SY-2의 밀술이 13.5%, SY-3의 밀술이 15.1%로 나타났으나 SY-1의 밀술은 11.2%의 알코올 함량을 갖는 것으로 조사되었다(Fig. 29(a)). 밀술에서의 알코올 함량은 효모 양에 비례하는 것으로 나타났으나 덧술에서는 밀술과 다르게 덧술 발효가 진행됨에 큰 차이를 발견하기 어려웠다. 덧술 담금 6일 후 SY-2의 덧술과 SY-3의 덧술이 각각 16%, 15.6%의 알코올 함량을 보였고, SY-1의 덧술은 보다 빠른 덧술 발효 4일 후에 15.8%로 최고치에 달하였다(Fig. 29(b)).

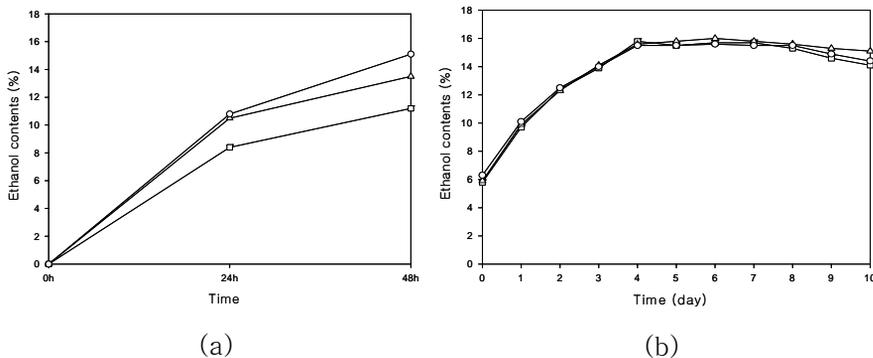


Fig. 29. Ethanol contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of yeasts in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 16 was shown

(4) 환원당 함량 변화

밀술 담금 24시간 후 세 가지 밀술의 환원당 함량은 0.09~0.13 g/ml로 매우 유사한 경향을 보였다(Fig. 30(a)). 밀술 담금 48시간 후에는 환원당 함량이 크게 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 알코올 생성에 당이 소비되었기 때문으로 생각된다(Fig. 30(a)) 덧술 발효가 진행됨에 따라 환원당 함량은 증가와 감소를 반복하였고, 덧술 담금 10일 후의 환원당 함량은 덧술 담금 초기보다 다소 높은 함량을 갖는 것으로 나타났다(Fig. 19(b)). 알코올 내성을 갖는 효모의 감소로 소비되는 당보다 생성되는 당이 많았기 때문으로 추측된다. 덧술 발효 종료 후 환원당 함량은 SY-1이 0.070 g/ml, SY-2가 0.073 g/ml, SY-3이 0.075 g/ml를 나타냈다.

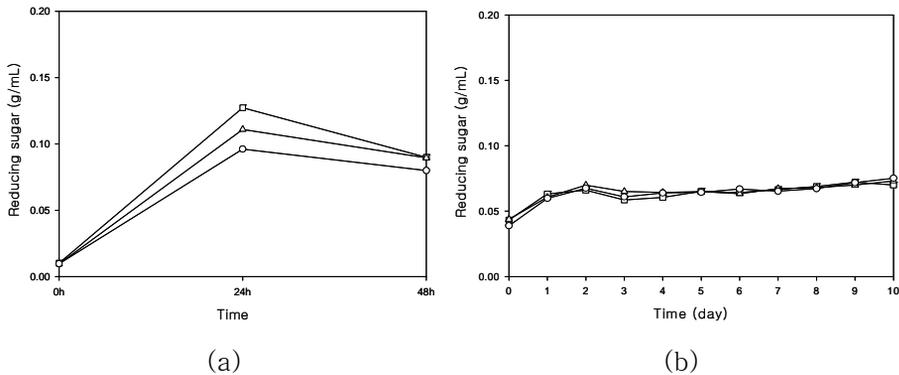


Fig. 30. Reducing sugar in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of yeasts in the seed mash.

—□—, —△—, —○— : Fig. 16 was shown

(5) 효모수 변화

효모수는 밀술 담금 24시간 후 SY-1과 SY-2가 2.7×10^8 cfu/ml를 나타냈으며, SY-3이 가장 많은 3.2×10^8 cfu/ml를 나타냈다. 밀술 담금 48시간 후에는 SY-2와 SY-3은 각각 1.9×10^8 cfu/ml, 2.7×10^8 cfu/ml, SY-1은 3.3×10^6 cfu/ml로 나타났다(Fig. 31(a)). 덧술에서 효모수의 변화는 차이가 발견되지 않았으며, 발효가 진행됨에 따라 효모의 사멸을 증가에 의한 효모수의 감소현상이 공통적으로 나타났다(Fig. 31(b)).

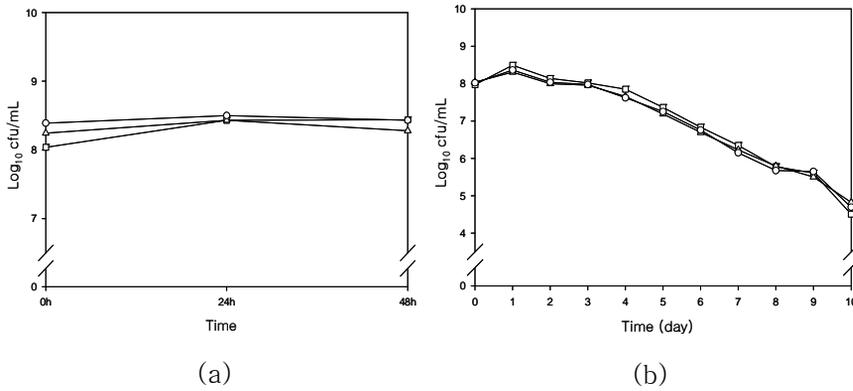


Fig. 31. Yeasts in the seed(a) and the accessory(b) mash with different amounts of yeasts in the seed mash.

□, △, ○ : Fig. 16 was shown

3) 최적발효조건에서의 술덧 제조

가) 술덧의 물 첨가량에 따른 성분변화

술덧의 물양을 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 19와 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

Table 19. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the amount of water for preparing the accessory mash.

		AW-1	AW-2	AW-3
seed mash	Fermentation Temperature	25℃	25℃	25℃
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	700 ml	700 ml	700 ml
	<i>Nuruk</i>	20 g	20 g	20 g
	Yeast	5 g	5 g	5 g
accessory mash	Fermentation Temperature	25℃	25℃	25℃
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1100 ml	1300 ml	1500 ml
	<i>Nuruk</i>	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

(1) 온도 변화

덧술의 물양에 따른 품온의 변화는 Fig. 32(a)와 같았다. 덧술 담금 8일 후 까지 세 가지 덧술 모두 발효온도 25℃보다 높은 품온을 유지하였고, 담금 9일과 10일 후에는 25℃로 발효온도가 같은 품온을 나타냈다.

(2) pH 변화

덧술 담금 1일 후에 세 밑술 모두 가장 낮은 pH 값을 나타냈다. AW-1 덧술이 3.74, AW-2 덧술이 3.66, AW-3 덧술이 3.56을 나타냈다. 이는 산생성에 관여하는 균주들에 의해 많은 산이 생성되므로, 담금 1일 후에는 다른 기간보다 더 낮은 pH 값을 나타내는 것으로 생각된다. 덧술 발효가 진행됨에 따라 증가와 감소를 반복하는 공통적인 변화가 나타났으며 덧술 발효 종료시점인 담금 10일 후 pH 값은 AW-1이 4.14, AW-2가 4.08, AW-3이 4.12의 pH 값을 나타냈다 (Fig. 32(b)).

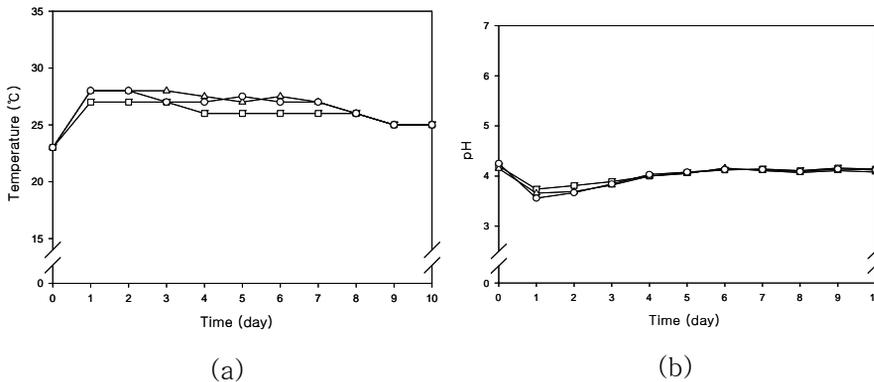


Fig. 32. Temperatures(a) and pHs(b) in the accessory mash with different amounts of water in the accessory mash.

- : 1100 ml of the water in the accessory mash (AW-1)
- △— : 1300 ml of the water in the accessory mash (AW-2)
- : 1500 ml of the water in the accessory mash (AW-3)

(3) 알코올 함량 변화

덧술의 물양에 따른 알코올 함량 변화는 Fig. 33(a)와 같았다. 덧술 담금 1일 후 모든 실험구에서 급격한 알코올 생성이 나타났으며, AW-1은 덧술 담금 4일 후에 14.1%로, AW-2는 덧술 담금 7일 후에 14.7%로, AW-3은 덧술 담금 5일 후에 14.7%로 최고치를 나타냈다. 세 가지 덧술 모두 발효 중반기까지 알코올 함량이 증가하다가 발효 말기에는 약간의 감소를 나타냈는데 이는 앞

에서 언급한바 있는 알코올과 유기산이 결합하여 ester와 같은 향미 생성에 이용되기 때문으로 생각된다. 발효 종료 시점인 담금 10일 후의 알코올 함량은 AW-2가 14.1%, AW-3이 13.8%, AW-1이 13%를 나타냈다.

(4) 환원당 함량 변화

덧술의 물 양에 따른 환원당 변화는 Fig. 33(b)와 같았다. 환원당 함량은 세 실험구 모두 상승과 감소를 2회 이상 반복한 후 덧술 담금 8일 이후부터는 그 함량이 급증하는 공통적인 현상을 나타냈다. 이는 덧술 발효 말기에 효모사멸율의 증가로 인해 환원당 소비가 감소하였고, 유기산이 향미생성에 이용되어 술덧의 pH가 높아짐에 따라 당화효소의 활성이 증가하였기 때문으로 생각된다. 덧술 담금 기간 중 AW-1의 덧술이 덧술 담금 0~6일에서 다른 덧술에 비해 높은 환원당 함량을 보여줬으며, AW-2와 AW-3의 환원당 변화는 매우 유사한 것으로 나타났다. 덧술 담금 10일 후 환원당 함량은 AW-2, AW-1, AW-3이 각각 0.082 g/ml, 0.080 g/ml, 0.078 g/ml의 함량을 나타냈다.

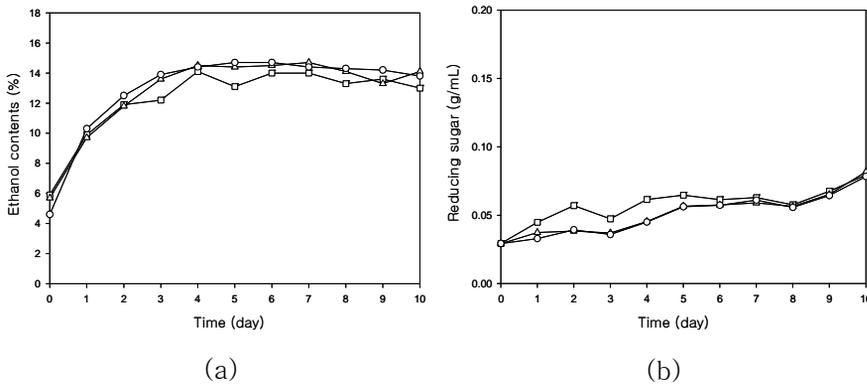


Fig. 33. Ethanol contents(a) and reducing sugar(b) in the accessory mash with different amounts of water in the accessory mash.

□, △, ○ : Fig. 21 was shown

(5) 효모수 변화

덧술의 물 양에 따른 효모수 변화는 Fig. 34와 같았다. 덧술 담금 초기에는 10^6 cfu/ml에서 많은 수의 효모가 나타났으나 발효가 진행됨에 따라 효모수가 감소하여 덧술 담금 10일 후에는 10^2 cfu/ml에서 효모가 나타났다. 효모수 변화는 모두 비슷한 양상을 보였으며 덧술 담금 10일 후 AW-1의 덧술이 5.5×10^3 cfu/ml, AW-2의 덧술이 1.3×10^4 cfu/ml, AW-3의 덧술이 3.6×10^3 cfu/ml를 나타냈다.

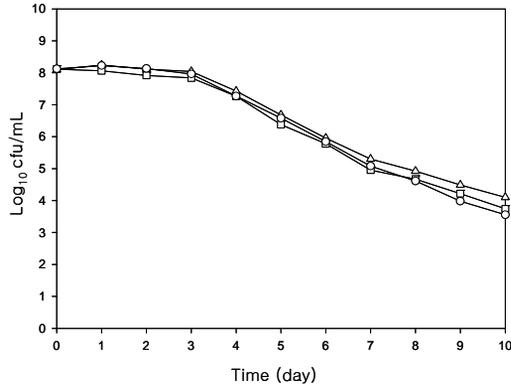


Fig. 34. Yeasts in the accessory mash with different amounts of water in the accessory mash.

□, △, ○ : Fig. 21 was shown

나) 술덧의 발효온도에 따른 성분변화

술덧의 발효 온도를 결정하기 위해 사용된 원료의 배합 비율과 발효 조건은 Table 20과 같은 조건으로 제조하면서 성분변화를 조사하였다.

(1) 온도 변화

술덧의 발효온도에 따른 품온 변화는 Fig. 35(a)와 같았다. 술덧 발효 기간 중 AT-1이 담금 직후 23℃, AT-2와 AT-3이 담금 1일후에 각각 28℃, 34℃로 최고 품온을 나타냈다. AT-1의 경우 상온보다 발효온도가 낮았기 때문에 담금 직후의 품온이 가장 높은 것으로 생각되며, 이를 제외한다면 AT-1 역시 담금 1일후에 21℃로 최고 품온을 나타냈다. 술덧의 품온은 원료의 배합비율보다는 발효온도에 큰 영향을 받는 것으로 생각된다.

(2) pH 변화

술덧의 발효온도에 따른 pH 변화는 Fig. 35(b)와 같았다. 술덧 담금 직후 pH는 3.90~4.12였으며, AW-1과 AW-2는 각각 술덧 담금 3일 후에 3.99, 술덧 담금 1일후에 3.92로 최저 pH를 나타낸 후 차츰 증가하는 경향이 나타났으나, AW-3은 술덧 담금 직후 3.99로 최저 pH를 나타낸 후 술덧 담금 10일 후까지 꾸준히 증가하는 경향이 나타났다. 일반적으로 탁주 양조 시 pH 범위는 밀술 제조는 pH 3.5 내외이고, 술덧 발효는 pH 4.0 내외이므로, 본 실험의 술덧 발효는 정상적인 발효단계를 거치는 것으로 생각된다.

Table 20. The mix ratio of materials and fermentation temperature of the seed and accessory mashes to optimize the fermentation temperature for preparing the accessory mash.

		AT-1	AT-2	AT-3
seed mash	Fermentation Temperature	25°C	25°C	25°C
	glutinous rice	700 g	700 g	700 g
	Water	700 ml	700 ml	700 ml
	<i>Nuruk</i>	20 g	20 g	20 g
	Yeast	5 g	5 g	5 g
accessory mash	Fermentation Temperature	20°C	25°C	30°C
	glutinous rice	1300 g	1300 g	1300 g
	Water	1300 ml	1300 ml	1300 ml
	<i>Nuruk</i>	-	-	-
	Yeast	-	-	-

- : Not added

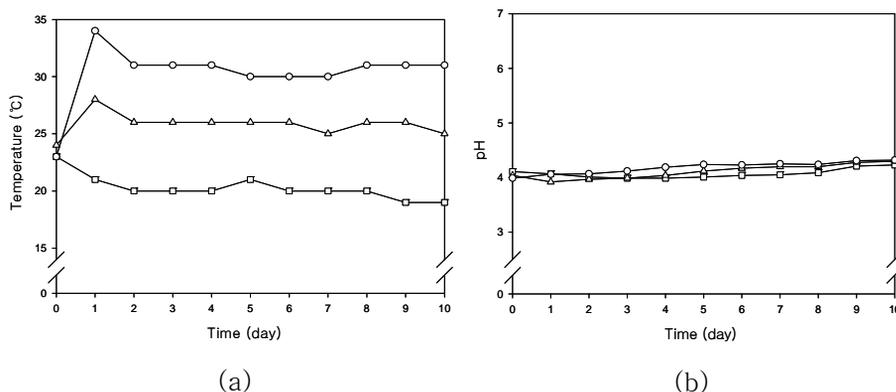


Fig. 35. Temperatures(a) and pHs(b) in the accessory mash with different fermentation temperature in the accessory mash.

- : Fermented the accessory mash at 20°C (AT-1)
- △— : Fermented the accessory mash at 25°C (AT-2)
- : Fermented the accessory mash at 30°C (AT-3)

(3) 알코올 함량 변화

덧술의 발효온도에 따른 알코올 함량 변화는 Fig. 36(a)와 같았다. 덧술 담금 초기에는 발효온도가 높을수록 높은 알코올 함량을 나타냈으나, 덧술 담금 말기에는 발효온도가 낮을수록 높은 알코올 함량을 나타냈다. 특히 AT-3의 경우 덧술 담금 4일 후에 14%로 발효기간 중 최고치를 나타낸 후 점점 감소하여 발효 종료 후 알코올 함량은 12.7%로 가장 낮은 알코올 함량을 나타냈다. 이는 술덧의 품온이 30℃ 이상이 되면 효모의 노쇄현상이 일어나 효모의 사멸율이 증가하면서 당의 소비가 감소하고 이에 따라 알코올 생성량도 감소하였기 때문으로 생각된다. 덧술 담금 10일 후 AT-1은 16.9%로 가장 높은 알코올 함량을 나타냈으며, AT-2는 AT-1보다 낮은 14.4%의 알코올 함량을 나타냈다.

(4) 환원당 함량 변화

덧술의 발효온도에 따른 환원당 함량 변화는 Fig. 36(b)와 같았다. AT-1은 덧술 담금 2일 후에 0.10 g/ml로 발효 중 최고치를 나타냈으며, AT-2 역시 덧술 담금 1일 후에 0.10 g/ml로 발효 중 최고치를 나타냈다. AT-3은 덧술 담금 직후를 제외하고 모든 발효기간 중에 0.10 g/ml 이상의 높은 환원당 함량을 갖는 것으로 나타났다. 이는 앞에서 언급한 효모의 노쇄현상의 결과로 알코올 발효를 영위하는 효모가 급속도로 노쇄하여 그 기능이 상실되고 당화 작용은 급진적으로 진행되었기 때문으로 생각된다. 덧술 발효 종료 후 환원당 함량은 AT-1이 0.06 g/ml, AT-2가 0.09 g/ml, AT-3이 0.13 g/ml를 나타냈다.

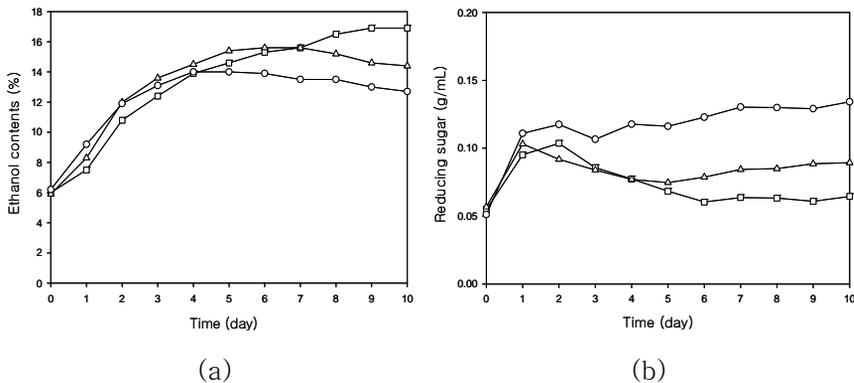


Fig. 36. Ethanol contents(a) and reducing sugar(b) in the accessory mash with different fermentation temperature in the accessory mash.

□, △, ○ : Fig. 24 was shown

(5) 효모수 변화

덧술의 발효온도에 따른 효모수의 변화는 Fig. 37과 같았다. 발효가 진행됨에 따라 효모수가 감소하는 공통적인 현상이 나타났으며, 발효온도가 높을수록 감소폭이 컸다. 또한 AT-3의 경우 효모의 감소가 가장 두드러지는 것은 알코올 내성이 강한 효모수가 적을 뿐만 아니라 높은 발효온도로 인한 효모의 노쇠현상으로 효모의 사멸율이 크게 증가했기 때문으로 생각된다. 반면 AT-1의 경우 저온발효를 통해 효모의 알코올 내성이 높아져 다른 조건의 밀술보다 더 많은 효모수가 존재하는 것으로 생각되며 발효가 경과함에 따라 감소하는 경향이 나타났지만 AT-2와 AT-3에 비해 그 감소폭이 매우 작은 것을 확인할 수 있었다. 덧술발효 종료 후 효모수는 AT-1이 5.6×10^6 cfu/ml, AT-2가 4.5×10^3 cfu/ml, AT-3이 1.0×10 cfu/ml으로 AT-1의 효모수가 가장 많은 것으로 나타났다.

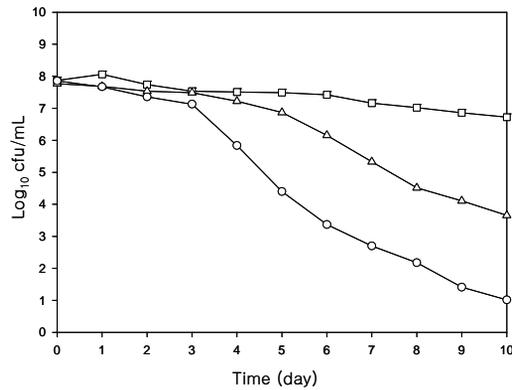


Fig. 37. Yeasts in the accessory mash with different fermentation temperature in the accessory mash.

□, △, ○ : Fig. 24 was shown

나. 최적발효조건에서 제조한 밀술과 덧술의 특성 분석

위와 같이 결정된 최적발효조건인 찹쌀 700g에 물 700 ml, 누룩 20.0 g, 효모 5.0 g의 배합비율로 25℃에서 48시간 발효시켜 밀술을 제조하고 제조된 밀술에 찹쌀 1300 g과 물 1300 ml를 첨가하여 25℃에서 10일간 덧술을 발효시켜 최적 조건의 진양주를 제조하였다.

Table 21. The optimal fermenting conditions of the seed and accessory mashes to prepare *jinyangju*

			<i>Jinyangju</i>
seed mash	Fermentation Temperature		25℃
	glutinous rice		700 g
	Water		700 ml
	<i>Nuruk</i>		20 g
	Yeast		5 g
accessary mash	Fermentation Temperature		25℃
	glutinous rice		1300 g
	Water		1300 ml
	<i>Nuruk</i>		-
	Yeast		-

- : Not added

1) 품온의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 품온 변화는 Fig 38(a), (b)에 나타난 것과 같이 밑술에서 24시간까지 증가하다가 다시 감소하였고 덧술에서도 역시 발효 1일후 까지 증가하다가 이후 점차적으로 감소하는 경향을 보여 발효 10 일째에는 발효온도인 약 25℃와 유사한 25.17℃를 나타 내었다.

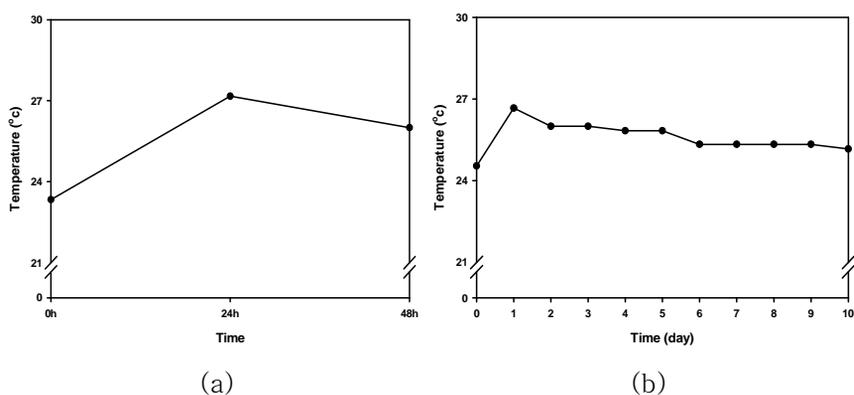


Fig. 38. Temperatures in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

2) pH의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 pH의 변화는 Fig 39(a), (b)에 나타 내었다. 밑술에서 담금 24시간 후에 가장 낮은 pH를 나타냈으며 이후 다소 증가하였다. 덧술의 경우에는 발효 1일 후에 pH 4.20으로 가장 낮은 값을 보이다 이후 증감을 나타내다 발효 10일째 pH 4.54로 나타났다.

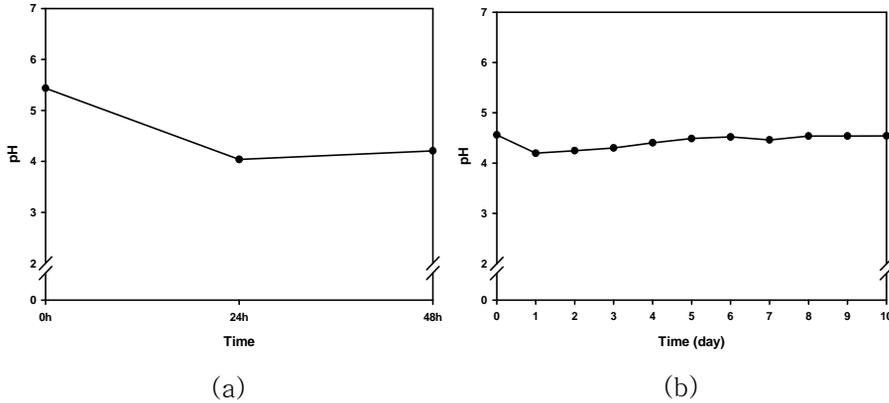


Fig. 39. pHs in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

3) 알코올 함량의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 알코올 함량의 변화는 Fig 40(a), (b)에 나타 내었다. 밑술에서는 발효기간 동안 증가하는 경향을 보여 발효 48시간째에 14.8%로 가장 높게 나타났으며 덧술의 경우에는 발효 초기부터 증가하는 경향을 보이다가 발효 7일째 16.3%로 가장 높게 나타났으며 이후 다소 감소하여 발효 10일째 15%로 나타났다.

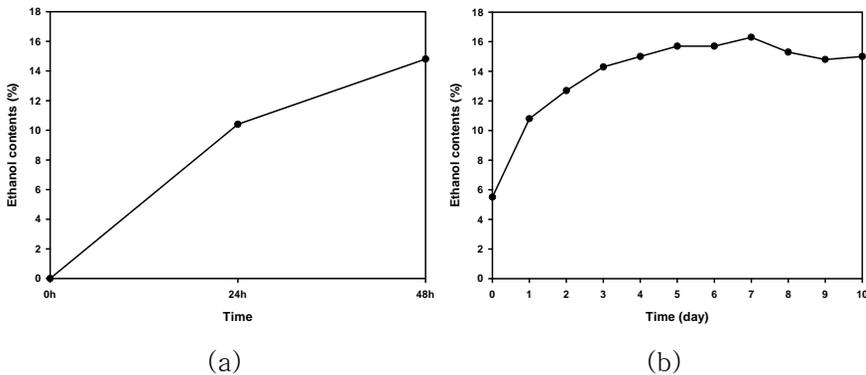


Fig. 40. Ethanol contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

4) 환원당 함량의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 환원당 함량의 변화는 Fig 41(a), (b)에 나타 내었다. 밑술의 경우 발효 24시간째 0.138 g/ml로 가장 높게 나타났으며 덧술에서는 초기에 증가하여 0.090 g/ml를 나타내다가 이후 감소하여 발효 6일째 0.062 g/ml로 측정되었다. 그러나 이후 다소 증가하여 발효 10일째 0.072 g/ml로 측정되었다.

5) 당도의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 당도의 변화는 Fig 42(a), (b)에 나타 내었다. 대체적으로 환원당과 유사한 경향을 보였으며 밑술에서 역시 24시간 후 19.10 °Brix로 가장 높게 나타났으며 덧술에서는 발효 1일째 21.23 °Brix로 가장 높게 나타났으나 이후 감소하다 5일째 다소 증가하는 경향을 보여 발효 10일째 17.60 °Brix로 측정되었다.

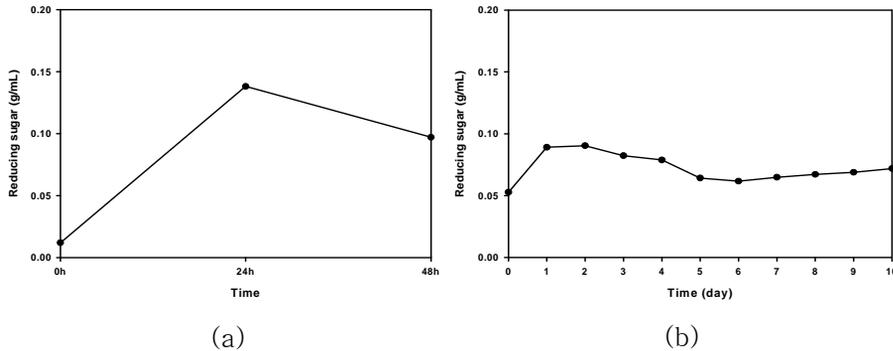


Fig. 41. Reducing sugar in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

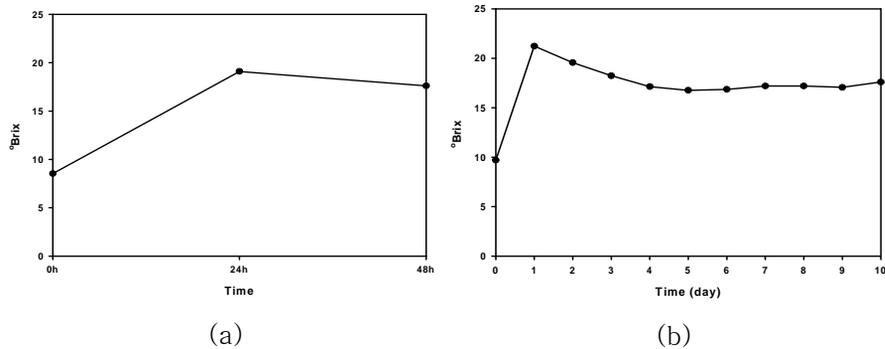


Fig. 42. Sugar contents in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

6) 효모수의 변화

최적발효조건에서 제조된 진양주의 밑술과 덧술의 효모수의 변화는 Fig 43(a), (b)에 나타낸 것과 같이 밑술에서는 발효 초기 2.0×10^8 cfu/ml이 었으며 이후 다소 증가하여 3.3×10^8 cfu/ml으로 측정되었으며 이후 다소 감소하여 다시 2.0×10^8 cfu/ml의 수준으로 나타났으며 덧술의 경우에는 발효 1일째 2.0×10^8 cfu/ml의 수준으로 가장 높게 나타나다가 이후 감소하는 경향을 보이다 발효 4일째부터 급격히 감소하여 발효 10일째에 2.1×10^5 cfu/ml의 수준을 나타 내었다.

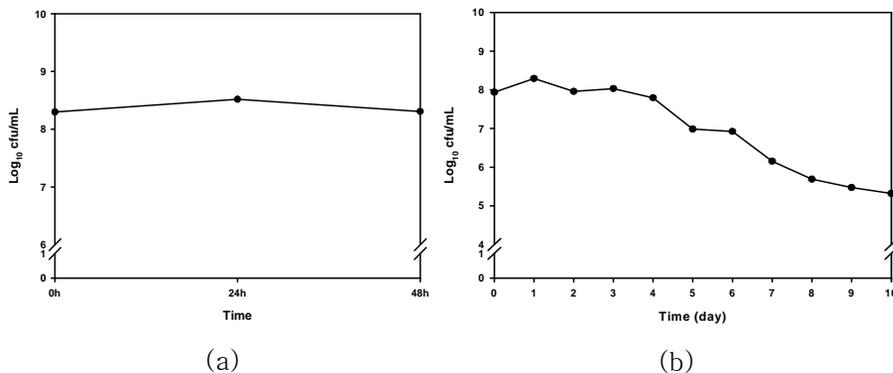


Fig. 43. Yeasts in the seed(a) and the accessory(b) mash with the optimal fermenting conditions.

다. 최적발효조건에서 생산된 진양주의 품질 특성 분석

1) 이화학적 특성

최적조건에서 생산된 진양주의 품질 특성 분석 결과를 Table 22에 나타내었다.

최적조건에서 제조된 진양주의 이화학적 특성을 Table 22에 나타낸 것처럼 발효 10일 후 pH는 4.58 ± 0.006 이었고 산도는 0.87 ± 0.027 로 나타났으며 알코올 함량은 $14.8 \pm 0.274\%$ 로 측정되었다. 당도는 18.00 ± 0.265 °Brix로 나타났으며, 탁도는 0.15 ± 0.001 로 측정 되었으며 색도를 측정한 결과 L값은 98.37 ± 0.250 , a값은 -0.91 ± 0.035 , b값은 6.15 ± 0.064 로 측정되었다.

2) 관능적 특성

최적조건에서 제조된 진양주의 관능평가 결과를 Fig 44에 나타 내었다. 전반적인 평가항목에서 좋은 점수를 얻었으며 맛과 전체적인 기호도에서 좀 더 높은 평가를 받았으며 다음으로 향과 맛의 순서로 나타났다.

Table 22. Physicochemical properties of *Jinyangju* with the optimal fermenting conditions

		<i>Jinyangju</i>
pH		4.58±0.006
Acidity(%)		0.87±0.027
Ethanol content(%)		14.8±0.274
Sugar content(°Brix)		18.00±0.265
Turbidity		0.15±0.001
Color	L	98.37±0.250
	a	-0.91±0.035
	b	6.15±0.064

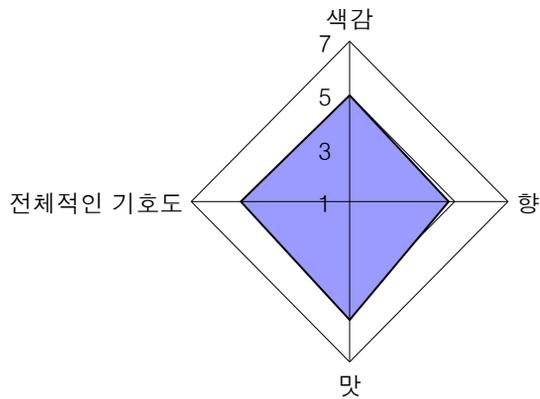


Fig 44. Sensory evaluation scores of *Jinyangju* with the optimal fermenting conditions.

제 2 절 진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발

1. 연구내용 및 방법

가. 원료 및 균주

본 실험에서 사용된 진양주 제조용 원료로 찰쌀(*Oryza sativa* L. Var. Dongsansung11), 멥쌀(*Oryza sativa* L. Dongjin), 찰쌀 벼(*Oryza sativa* L. Var. Dongsansung11)를 시중에서 구입하여 사용하였고 누룩은 농촌진흥청 연구개발한 개량누룩을 분양받아 사용하였으며, 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*를 주식회사 비전바이캠프(Seoul, Korea)에서 구매하여 사용하였다. 유자(*Citrus junos*)는 전라남도 고흥군에서 2006년 11월 27일 수확한 재래종을 11월 29일에 구입하여 -80℃에서 냉동 보관하여 사용하였다.

나. 주모 제조

주모제조는 찰쌀 1 kg에 물 5 L 첨가하여 100℃에서 2시간 가열하여 죽을 만든 다음 25℃까지 냉각하여 거기에 누룩 30 g과 효모 *S. cerevisiae* 6 g을 첨가하여 23℃에서 48시간 배양하여 진양주 담금용 주모로 사용하였다.

다. 서로 다른 비율로 멥쌀 첨가하여 담금

100% 찰쌀, 찰쌀에 각각 멥쌀을 30%, 50%, 70%를 첨가한 쌀 1 kg을 세척하여 4시간 물에 침지한 후 물을 빼고 증자 용기에 넣어 100℃에서 40분간 증자하여 고두밥을 제조하였다. 그리고 25℃로 냉각하여 20 L들의 용기에 물 1 L, 누룩 30 g, 주모 250 g을 첨가하여 15±1℃에서 발효시켰다. 발효 48시간 후 다시 위의 방법을 사용하여 쌀 1 kg로 제조한 고두밥에 물 1 L과 누룩 30 g 첨가하여 15±1℃의 Incubator(LB1-250M, Daihan, Seoul, Korea)에 넣어 14일간 발효시켰다.

라. 서로 다른 비율로 유자의 부위별 첨가하여 담금

찰쌀 1 kg을 세척하여 4시간 물에 침지한 후 물을 빼고 증자 용기에 넣어 100℃에서 40분간 증자하여 고두밥을 제조하였다. 그리고 25℃로 냉각하여 20 L들

이의 용기에 물 1 L, 누룩 30 g, 주모 250 g을 첨가하여 15±1℃에서 발효시켰다. 발효 48시간 후 다시 위의 방법을 사용하여 쌀 1 kg로 제조한 고두밥에 물 1 L과 누룩 30 g, 유자의 과육을 0%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% 첨가하고, 과피를 0%, 10%, 20%, 30%, 40% 첨가하고 15±1℃의 Incubator(LB1-250M, Daihan, Seoul, Korea)에 넣어 14일간 발효시켰다. 유자즙은 진양주를 제조한 뒤 0%, 1%, 2%, 2.5%, 3%, 4% 첨가하였다.

마. 진양주 살균 및 저장

제조된 진양주를 각각 60, 65, 70, 75℃에서 5초간 살균하였다. 그리고 살균된 진양주를 각각 5, 20, 37℃에서 20주간 저장하면서 2주의 간격으로 pH, 총산, 총당, 에탄올 함량 등 이화학적 특성 변화, 총세균수, 효모균수, 젖산균수의 변화, 관능적 특성 변화에 대해 조사하였다.

바. 성분 분석 및 색도 측정

pH는 pH meter(VWR 8000, ORION INC., USA)로 측정하였고(1) 총산은 발효액 일정량을 1% 페놀프탈레인 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 표시하였다(2). 총당은 25%(w/v) HCl로 가수분해한 후 Somogyi변법(3)에 의해 550 nm에서 흡광도 측정하여 glucose 표준 검량선에 의하여 정량하여 glucose로 표시하였고 ethanol 함량은 증류법(4)에 의하여 측정하였다. 즉 원심 분리한 상정액을 100 mL취하여 70 mL을 증류한 후 100 mL로 정용하여 주정계로 측정하여 Gay-Lussak의 주정 환산표로 온도 보정하였다. 색도는 색차계(CM-3500d, MINOLTA Co., Ltd., Japan)로 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하여 표시하였다. 이때 zero calibration은 CM-A124 box, white calibration은 CM-A120 box를 이용하였다(5).

사. 미생물수 측정

미생물은 표준한천배양법(6)으로 세균수, 젖산균, 효모수를 측정하였다. 세균은 표준한천배지에서, 젖산균은 Rogosa SL 배지에서 37℃/72시간 배양하였고, 효모는 YM 배지에서 25℃/72시간 배양하였다. 집락수는 30-100개인 평판을 택하여 집락수를 측정하고 희석배수를 곱하여 단위부피당 미생물수를 산출하였다.

아. 관능검사 및 통계처리

관능검사는 전남대학교 식품공학과 대학원생 10명을 패널로 선정하여 발효 후 여과한 진양주의 색, 맛, 향, 종합적 기호도에 대해 평점법(7)으로 평가하여 최고로 좋다 7, 가장 싫다 1의 점수로 표시하였다.

모든 값은 SPSS Ver. 10.0 package program(8)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 Tukey법(9)을 이용하여 각 시험구간의 유의차를 5% ($p < 0.05$) 유의 수준에서 검증하였다.

2. 연구 결과

가. 멥쌀 첨가량이 진양주의 품질에 미치는 영향

1) pH

술덧 발효 중의 pH를 24시간 간격으로 14일간 측정된 결과는 Fig. 1과 같았다. 담금 직후 1일에는 4.56-4.72의 값을 나타내고, 담금 2일에는 모든 시험구가 감소하는 경향을 나타내며 담금일 10일에는 2.97-3.27로 가장 낮았으며, 그 후 담금일 11일부터는 다소 증가하여 담금일 14일에는 3.58-3.83으로 나타내었다. 최종 pH는 100% 찹쌀로 담금 시험구는 3.76이고, 찹쌀에 멥쌀을 30%, 50%, 70% 첨가한 시험구는 각각 3.83, 3.64, 3.58로 나타내었다. 담금 2일후부터 pH가 감소되는 경향은 발효기간의 경과에 따라 술덧에 생육하는 미생물의 작용으로 유기산의 생성량이 증가되어 담금 직후보다 pH가 저하되었다가 발효 담금 10일부터는 점차적 증가하는 것은 발효가 진행함 따라 생성된 유기산과 알코올이 서로 반응하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 pH가 증가된 것이다. 이 실험 결과는 Han 등(1), Park과 Lee(2)가 누룩을 이용하여 탁주를 제조하였을 때 술덧의 pH의 변화와 대체로 일치한 결과를 나타냈다. 본 실험 결과를 분산분석을 하였을 때 100% 찹쌀로 제조한 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이가 인정되지 않았다. 그러나 100% 찹쌀로 제조한 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구는 각각 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가한 제조한 시험구와 5%에서 유의적 차이가 인정되었다. 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하였을 때에 pH에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있었다. Zoecklein 등(23)은 탄수화물의 함량이 높을 경우에 효모에 의해 생산되는 유기산이 함량이 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한

원인으로 탄수화물의 함량이 높은 멥쌀의 첨가량이 증가할수록 낮은 pH 나타났다고 생각된다. Iwata 등(24)이 청주제조 할 때에 탄수화물 함량의 증가로 인해 유기산 함량이 증가하고 pH가 낮아진 결과는 본 실험결과와 대체로 일치하였다.

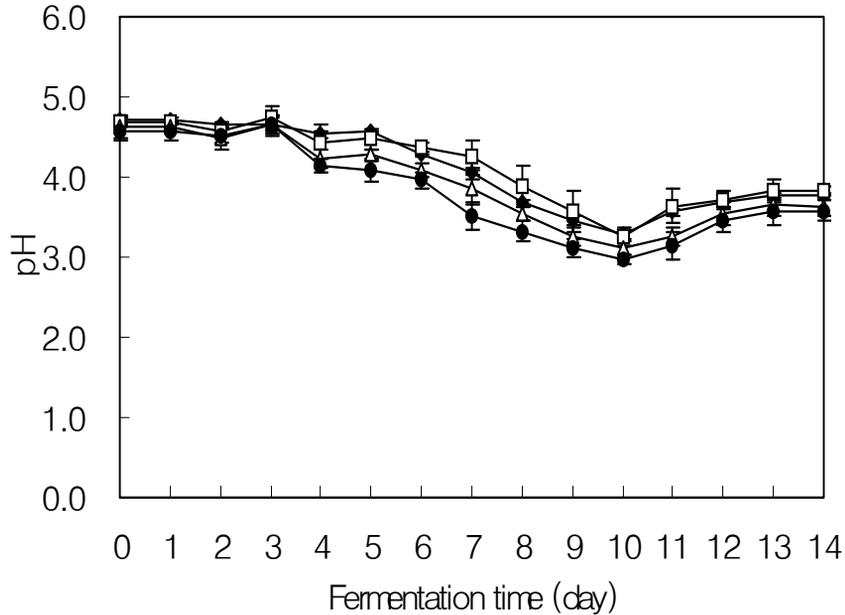


Fig. 1. Changes in pH of *Jinyangju* during fermentation at 15°C for 14 days. ◆, 100% glutinous rice; □, 70% glutinous rice + 30% non-glutinous rice; △, 50% glutinous rice + 50% non-glutinous rice; ●, 30% glutinous rice + 70% non-glutinous rice.

2) 총산

총산을 24시간 간격으로 14일간 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 총산은 담금 직후에는 0.16-0.17%로 낮은 함량을 나타냈으나 발효 2일부터는 서서히 증가하면서 발효 10일에는 1.48-1.74로 최대치를 보였고 그 후부터는 서서히 감소되었다. Han 등(13)과 So 등(15)이 누룩을 사용하여 탁주를 제조 하였을 때 술덧의 총산의 변화가 본 실험 결과와 대체로 비슷하였다. 이것은 술덧의 총산은 담금 직후에는 원료중의 유기산이 주로 관여하나 발효가 진행되면서 젖산이나 효모 발효로 생성되는 유기산의 영향으로 총산 양이 증가되었으나 유기산이 알코올 등과 결합하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된 것으

로 생각된다. 시험구별로 살펴보면 100% 찰쌀로 담근 시험구는 1.02, 찰쌀에 멥쌀을 30%, 50%, 70% 첨가한 시험구는 각각 0.98, 1.1, 1.1로 나타내었다. 분산분석을 한 결과 100% 찰쌀로 담근 시험구와 찰쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았고, 찰쌀에 50%와 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구 사이에도 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 100% 찰쌀과 찰쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 각각 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구와 5%에서 유의적 차이를 보였다. 이 결과는 Iwata 등 (24)이 청주 발효 중에 탄수화물 첨가하였을 때 총산이 증가한 결과와 대체로 일치하였다. 이것은 탄수화물의 함량이 많은 멥쌀 첨가량의 증가로 인한 술덧중의 glucose함량이 증가하여 누룩 중의 미생물과 효모가 더 활발하게 생육하여 많은 유기산 생산으로 총산이 증가된 것으로 생각된다.

진양주 발효 중의 찰쌀과 멥쌀 등 원료나 미생물의 발효작용으로 생성되는 유기산은 진양주의 감미와 신미에 영향을 주는 주요성분이다. 본 실험 결과로 보면 pH나 총산은 찰쌀로 담근 시험구와 멥쌀 첨가량이 30%이상 일 때 차이가 있는 것으로 나타났다.

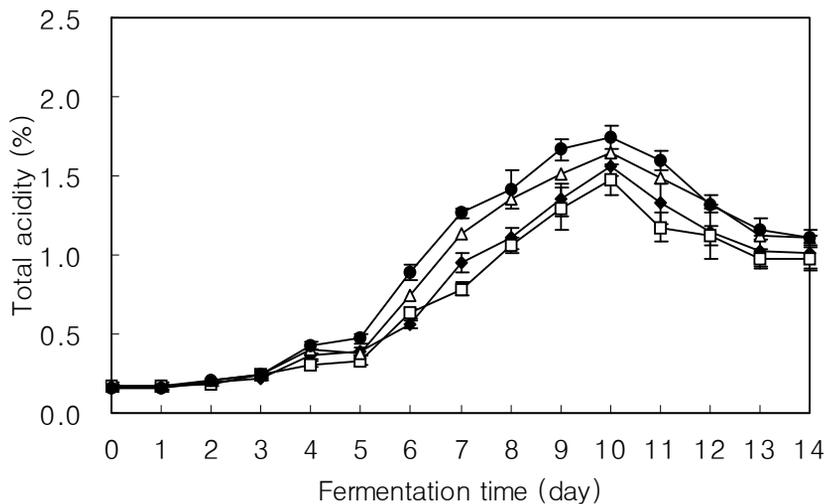


Fig. 2. Changes in total acidity of *Jinyangju* during fermentation at 15°C for 14 days. ◆, 100% glutinous rice; □, 70% glutinous rice + 30% non-glutinous rice; △, 50% glutinous rice + 50% non-glutinous rice; ●, 30% glutinous rice + 70% non-glutinous rice.

3) 총당

발효 과정 중 진양주 술덧의 총당 함량의 변화는 Fig. 3과 같았다. 총당 함량은 담금일 19.64-20.12%로 나타났고 담금 3일에는 21.78-22.61% 최고로 나타났다. 이후부터는 감소하여 발효 14일에는 4.58-6.22%로 나타났다. 최종 총당 함량은 100% 찹쌀 시험구는 6.22%, 찹쌀에 멥쌀을 30%, 50%, 70%를 첨가한 시험구의 총당 함량은 각각 6.31%, 4.58%, 4.73%를 나타냈다. 담금 3일까지 총당의 함량의 계속 증가하다가 그 후부터는 원료중의 전분질은 당화 amylase 작용 하에 당분으로 분해 되며 동시에 효모의 영양원이나 발효 기질로 이용되므로 발효 후기에는 총당 함량은 감소하게 된다. 이 결과는 Park과 Lee(2), So 등(15)이 누룩을 이용하여 탁주를 제조할 때 총당의 변화와 비슷한 결과를 나타냈다. 본 실험의 결과를 분산분석 한 결과 100% 찹쌀 담근 시험구와 찹쌀에 멥쌀을 30% 첨가하여 담근 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 그러나 100% 찹쌀로 담근 시험구와 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 각각 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구와 5%에서 유의적 차이를 나타냈다. Kim(16)은 원료에 대한 당화 amylase와 미생물 활성도 상이하다고 보고하였다. 이러한 원인으로 본 실험의 결과로 보면 멥쌀의 첨가량이 증가하면서 총당의 함량이 적게 나타났고 이것이 최종 총당의 함량이 시험구간에 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

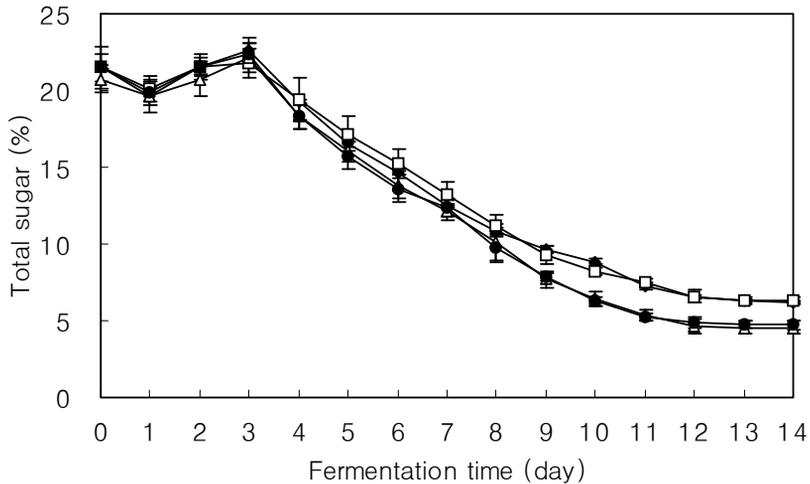


Fig. 3. Changes in total sugar contents of *Jinyangju* during fermentation at 15°C for 14 days. ◆, 100% glutinous rice; □, 70% glutinous rice + 30% non-glutinous rice; △, 50% glutinous rice + 50% non-glutinous rice; ●, 30% glutinous rice + 70% non-glutinous rice.

4) 에탄올

발효 과정 중 진양주 술덧의 에탄올 함량의 변화는 Fig. 4와 같았다. 진양주 술덧의 에탄올 함량은 담금일에 1.6-2.1%로 나타났다. 발효 3일 후부터 10일까지 급격하게 증가한 후 완만하게 상승하여 발효 14일째에 14.2-15.6%로 최대치를 보였다. 100% 찹쌀로 제조한 시험구의 에탄올 함량은 14.2%, 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 제조한 시험구의 에탄올 함량은 각각 14.8%, 15.6%, 15.2%로 나타났다. 이 값을 분산분석을 한 결과는 찹쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구 사이에서는 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았으나 100% 찹쌀과 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구와는 각각 5%에서 유의적 차이를 보였다. 그리고 100% 찹쌀과 찹쌀에 30% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구 사이에도 유의적 차이를 보이지 않았다. 이것은 원료에 대한 누룩 중의 효소력이나 술덧 중에 생육하는 효모의 활성도 및 탄수화물의 비율이 상이하여 에탄올 함량 차이를 보인 것으로 추측된다. 술덧은 담금 후 누룩 중의 amylase 작용으로 원료의 전분이 당분으로 분해되고 효모 발효기질로 이용되어 일정한 기간까지 에탄올 함량이 상승된다. 에탄올은 진양주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 술덧 중 에탄올 함량은 다소 높아야 한다. 본 실험결과로 보아 멥쌀 첨가량의 많은 시험구에서 에탄올 함량이 높은 것으로 나타났는데, 이것은 탄수화물의 함량이 찹쌀보다 많은 멥쌀 첨가량의 증가로 하여 효모가 이용할 수 있는 glucose 함량의 증가로 생긴 결과라고 생각된다.

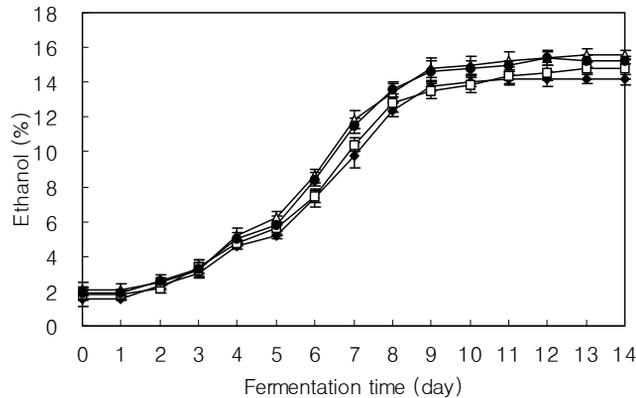


Fig. 4. Changes in ethanol content of *Jinyangju* during fermentation at 15°C for 14 days. ◆, 100% glutinous rice; □, 70% glutinous rice + 30% non-glutinous rice; △, 50% glutinous rice + 50% non-glutinous rice; ●, 30% glutinous rice + 70% non-glutinous rice.

5) 색도

14일간 발효를 거친 진양주의 색도변화는 Table 1에 나타내었다. L값은 97.29-98.38로 나타났는데 찹쌀에 70% 멥쌀을 첨가한 시험구가 98.38로 제일 높게 나타났고 나머지 시험구들은 거의 비슷한 값을 나타내었다. 분산분석을 한 결과 100% 찹쌀을 첨가하여 담근 시험구와 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 5%에서 유의적 차이를 보이지 않았다. a값은 -1.33에서 -1.62 사이에서 나타났고 각 시험구 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 진양주에서의 착색원인은 원료 중에 있는 ferruglysin이 발효 중에 철과 결합하여 diferruglysin이 되어 적갈색으로 변하게 한다(25). 그러나 본 실험 결과로는 찹쌀에 멥쌀을 첨가하여도 L과 a값에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. b값은 9.46-9.94로 100% 찹쌀로 담근 시험구는 4.54로, 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가하여 담근 시험구는 각각 4.94, 4.46, 4.56으로 나타났다. 각 시험구는 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 보아 찹쌀에 멥쌀을 첨가하여도 b값에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 전체적으로 멥쌀 첨가는 진양주의 색도에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

Table 1. Color values of *Jinyangju* manufactured with addition of non-glutinous rice at different ratios

	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
100% glutinous rice	97.69±0.11 ^{NS}	-1.62±0.06 ^{NS}	9.54±0.12 ^{NS}
70% glutinous rice + 30% non-glutinous rice	97.29±0.11	-1.43±0.03	9.94±0.07
50% glutinous rice + 50% non-glutinous rice	97.41±0.18	-1.33±0.04	9.46±0.27
30% glutinous rice + 70% non-glutinous rice	98.38±0.11	-1.57±0.08	9.56±0.11

¹⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same column are not significant different ($p < 0.05$).

6) 관능검사

각 시험구에 대해 색, 향, 맛, 전체적 기호도는 Table 2에 나타내었다. 색은 100% 찹쌀로 제조한 시험구가 4.70로, 찹쌀에 30%, 50%, 70% 멥쌀을 첨가한

시험구는 각각 5.00, 5.00, 4.90로 나타났다. 멥쌀을 30%, 50%를 첨가한 시험구가 5.00으로 제일 높게 나타났으며 위의 결과를 분산 분석하였을 때 5% 수준에서 유의적 차이가 인정되었다. 향은 찰쌀에 30% 멥쌀을 첨가한 시험구가 4.80로 제일 높게 나타났고 그 뒤로는 100% 찰쌀로 제조한 시험구는 4.70, 찰쌀에 50%, 70% 멥쌀을 첨가한 시험구가 각각 4.60과 4.30로 나타났다. 이 결과를 분산 분석하였을 때 5%수준에서 유의적 차이가 인정되었다. 맛은 찰쌀에 30% 멥쌀을 첨가한 시험구가 4.30로 가장 높게 나타났고 그 뒤로는 100% 찰쌀로 제조한 시험구가 4.10, 찰쌀에 50%와 70% 멥쌀을 첨가한 시험구가 3.80과 3.30로 나타났다. 이 결과를 분산 분석하였을 때 5% 수준에서 유의적 차이가 인정되었다. 전체적 기호도는 찰쌀에 30% 멥쌀을 첨가한 시험구가 4.60로, 100% 찰쌀로 제조한 시험구가 4.50로, 찰쌀에 50%와 70% 멥쌀을 첨가한 시험구가 4.30과 3.30 순으로 평가되었다. 이 평가결과들을 분산 분석하였을 때 5% 수준에서 유의적 차이가 인정되었다.

Table 2. Sensory evaluation¹⁾ of *Jinyangju* manufactured with addition of non-glutinous rice at different ratios

	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
100% glutinous rice	4.70±0.53 ^{2)a}	4.70±0.70 ^c	4.10±0.92 ^c	4.50±0.88 ^c
+ 30% non-glutinous rice	5.00±0.33 ^c	4.80±0.41 ^d	4.30±0.73 ^d	4.60±0.71 ^d
+ 50% non-glutinous rice	5.00±0.33 ^c	4.60±0.71 ^b	3.80±0.74 ^b	4.30±0.77 ^b
+ 70% non-glutinous rice	4.90±0.45 ^b	4.30±0.48 ^a	3.30±0.94 ^a	3.60±0.79 ^a

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-d} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

나. 최적 살균온도의 설정

1) 살균 진양주의 5℃ 저장에 의한 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성의 변화

가) pH

진양주를 서로 다른 온도(60, 65, 70, 75°C)에서 살균하여 5°C에서 저장 중 pH의 변화를 Fig. 5에서 나타내었다. 살균하지 않은 대조구와 60°C에서 살균한 시험구는 저장 12주후부터 점차적으로 감소되는 추세를 보였으나 65, 70, 75°C에서 살균한 시험구는 변화가 없는 것으로 나타났다. 대조구가 저장기간이 길어짐에 따라 pH가 감소되는 것은 진양주에 존재하는 미생물의 작용에 의해 발생한 것으로 생각된다. Lim 등(26)은 비살균 약주는 저장 중에 미생물들의 작용에 의하여 pH가 감소된다고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 원인으로 저장기간이 길어짐에 따라 pH가 감소되었다고 생각된다. 그러나 pH는 감소되는 추세를 보였지만 저장 20주 시 pH는 대조구와 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와는 5%의 수준에서 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다. 5°C에서 진양주를 저장 시 저장 20주까지는 pH에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

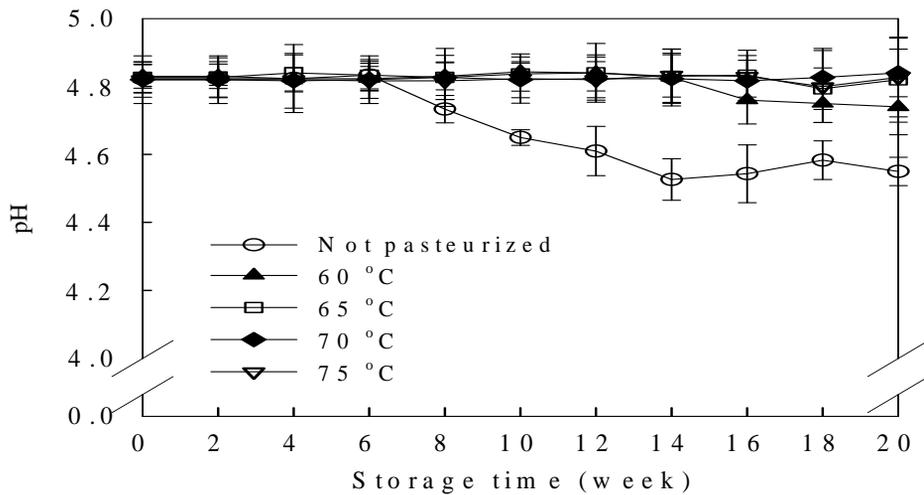


Fig. 5. Changes in pH of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks.

나) 총산

Fig. 6에서는 서로 다른 온도에서 살균된 진양주를 5°C에서 20주간 저장하면서 발생한 총산의 함량의 변화를 나타냈다. pH와 마찬가지로 저장 12주후부터

대조구는 증가하는 추세를 보였으나 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 변화가 없는 것으로 나타났다. 그리고 저장 20주후 총산의 함량은 대조구와 여러 온도에서 살균된 시험구들 사이에는 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Mok 등(27)은 가열살균하지 않은 약주는 4℃에서 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 여러 미생물들의 작용으로 산도가 증가되는 경향이 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 총산의 함량이 저장기간이 길어짐에 따라 증가하였다고 생각된다.

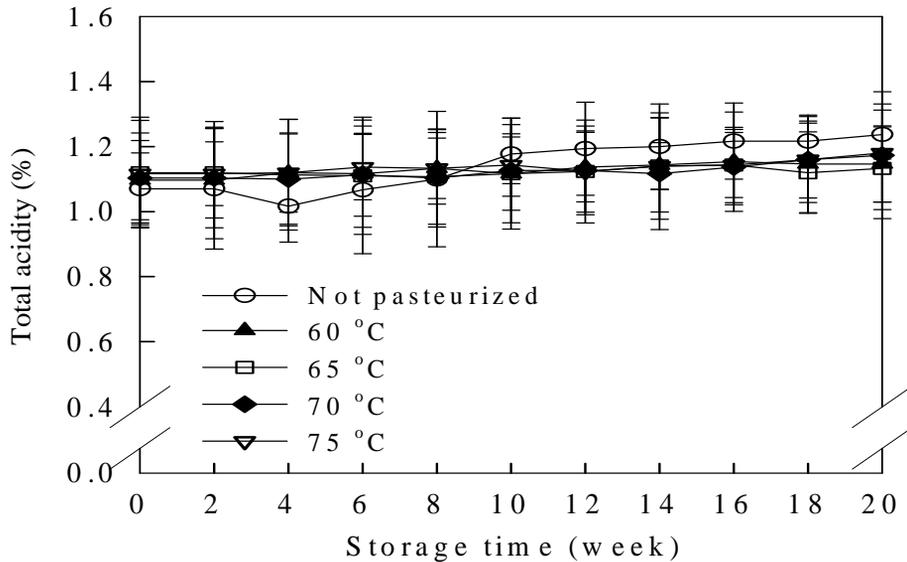


Fig. 6. Changes in total acidity of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5℃ for 20 weeks.

다) 총당

여러 온도(60, 65, 70, 75℃)에서 살균된 진양주를 5℃에서 20주간 저장 시 총당의 변화를 Fig. 7에 나타냈다. 총당의 함량은 대조구를 포함한 모든 시험구가 변화가 없는 것으로 나타났고 5%의 수준에서도 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Kang 등 (28)은 약주를 3개월 동안 저장기간 중에 총당의 함량은 변화가 없었다고 보고하였다. 본 실험에서도 비슷한 결과가 나타났다. 5℃에서 진양

주를 저장 시 20주까지는 총당의 함량이 변화가 없다는 것을 알 수 있었다.

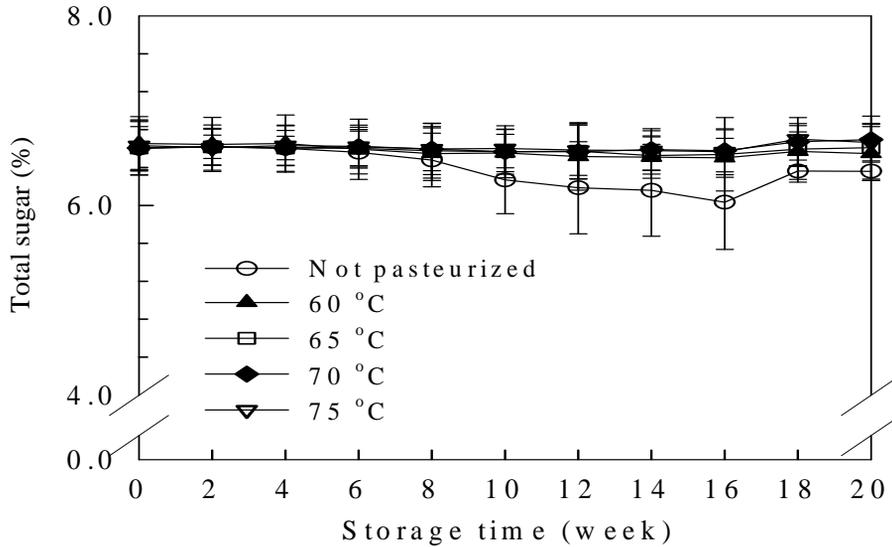


Fig. 7. Changes in total sugar of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks.

라) 에탄올

Fig. 8은 5°C에서 20주간 저장 중 에탄올 함량의 변화를 나타내었다. 대조구와 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구는 20주간 저장 중 14.2-14.7% 사이에서 변화되었으나 대조구와 각 시험구간에 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Kang 등(29)이 좁쌀 약주를 저장 시 에탄올 함량의 변화가 없는 것으로 보고되었다. 본 연구도 이 결과와 비슷한 결과를 얻었다.

5°C에서 20주간 저장 시 진양주는 살균하지 않은 대조구와 살균한 시험구는 pH, 총산, 총당, 에탄올 함량 등 성분의 함량은 저장기간 동안 변화가 없다는 것을 알 수 있었다.

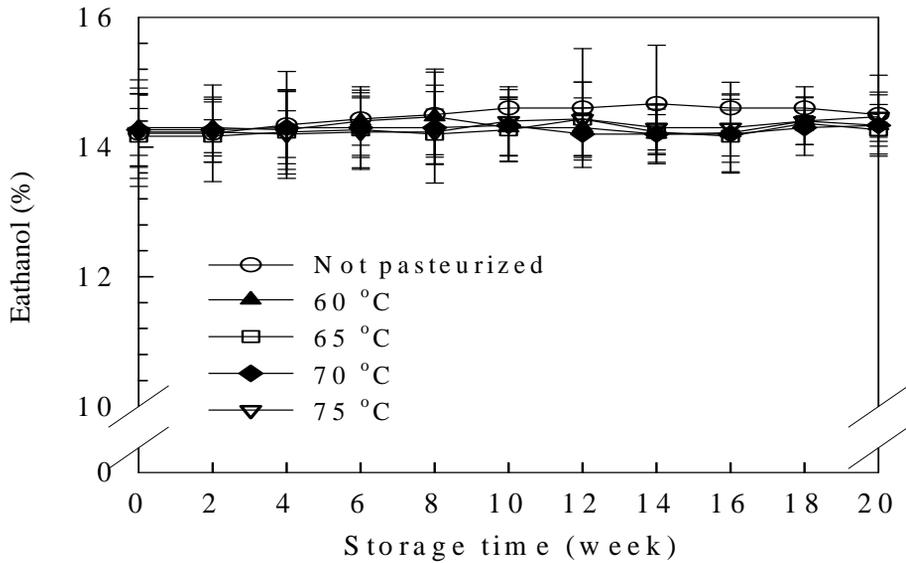


Fig. 8. Changes in ethanol content of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks.

마) 색도

Table 3은 60, 65, 70, 75에서 살균한 시험구를 20주간 저장 중 색도 L값의 변화를 나타낸 것이다. 살균하지 않은 대조구는 저장 16주부터 L 값이 97.85에 84.32로 급격하게 감소되었고 살균한 시험구들도 저장 16주부터 96.69-97.91에서 92.22-93.86로 감소되었다. 저장 2-14주와 16-20주 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났고 저장 2-14주 기간 중에서는 대조구와 각 온도별 살균된 시험구는 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 저장 16-20주 기간 중에는 대조구와 각 온도별 살균된 시험구는 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 살균하지 않은 진양주는 미생물들의 작용으로 저장 16주후부터 침전 현상이 생기면서 L값이 급격히 감소된 것으로 생각되고 살균된 시험구는 침전이 생기지 않아서 대조구보다 적게 감소되었다고 생각된다. L 값의 변화는 존재하는 효소 등과 같은 효소학적 변화와 당-아미노 반응인 비효소적 갈변 반응에 따른 결과라고 생각된다(30).

저장 기간 중 a 값의 변화는 Table 4에 나타내었다. 대조구는 -1.82에서 -2.08 사이에서 변화되었고 살균된 시험구는 -1.43에서 -1.96사이에서 변화되었다. 전체 저장 기간 동안 대조구와 각 온도별로 살균된 시험구는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 그리고 대조구와 온도별로 살균된 시험구는 저

장 기간별 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 5는 저장 기간 동안 b 값의 변화를 나타내었다. 대조구와 온도별 살균된 시험구는 저장 16주부터 현저하게 증가된 것으로 나타났고 저장 16주 전후로 하여 서로 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 대조구와 온도별 살균된 시험구 사이에서는 저장 16주까지 5%에서 유의적 차이를 나타내었고 16주후부터는 차이가 없는 것으로 나타났다. Bae(31)는 전체적으로 설택은 저장 초기에 연황색이었다가 저장 기간이 길어짐에 따라 황갈색으로 진해지고 있으며 저장 온도가 상승하면 이 반응도 촉진되어 변화가 빨리 되고 저장 기간의 길어짐에 따라 황색도가 증가하는 것은 진양주 중의 당과 아미노화합물의 축합반응이 자연발생적으로 진행되면서 발생한 것이라고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 원인으로 저장 기간이 길어짐에 따라 황색도가 증가한 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Kang 등(29) 등이 좁쌀 약주 저장 시 b 값이 저장 기간의 증가에 따라 증가되었다는 결과와 비슷하였다.

진양주를 5°C에서 저장 시 L 값은 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하고 a 값은 증가하며 a 값은 변화가 없는 것으로 나타났다. 색도의 변화로 볼 때에 대조구와 온도별 살균된 시험구들 사이에는 저장 기간 중 서로 차이가 없는 것으로 나타나 5°C에서 저장 시 60나 65°C 살균해도 괜찮으리라고 생각된다.

바) 미생물수 변화

Table 6, 7, 8은 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와 살균하지 않은 대조구를 5°C에서 20주간 저장 기간 중 총세균수, 효모균수, 젖산균수의 변화를 나타내었다. 총세균수는 살균하지 않은 대조구에서는 저장 2주 4.25×10^4 CFU/mL에서 저장 20주 3.60×10^3 CFU/mL로 감소되는 것으로 나타났다. 온도별 살균한 시험구는 저장 2주 10^2 CFU/mL로 나타났다가 그 후부터는 점차적으로 감소되면서 60°C에서는 저장 18주, 65°C는 저장 12주, 70과 75°C는 저장 10주부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. Lee 등(32)은 술자체가 전분과 고분자 물질을 여과과정을 통하여 제거된 것으로 영양성분이 함량이 큰 폭으로 감소되었고, 에탄올 함량 역시 14%로 증가하였기 때문에 미생물이 생육할 수 있는 조건이 열악하기 때문에 저장 기간이 길어짐에 따라 감소한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 나타난 결과라고 생각된다.

효모균수도 저장 기간의 길어짐에 따라 감소되었고 60°C에서 살균된 시험구는

저장 16주, 65℃에서 살균된 시험구는 저장 8주부터 검출되지 않았으며 70과 75℃에서 살균된 시험구는 저장 2주부터 검출되지 않았다. 효모균의 감소현상은 술 내의 영양분의 점차적인 고갈과 시어짐 원인균이 일으킨 유기산량의 증가에 의해 효모균의 생육을 저해했기 때문이라고 생각된다(33).

젖산균수도 역시 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 살균하지 않은 대조구에서는 저장 2주 1.56×10^4 CFU/mL에서 저장 20주 8.00×10^1 CFU/mL 감소되었고 60과 65℃ 살균된 시험구는 각각 저장 16주와 8주부터 검출되지 않았다. 저장 70과 75℃에서 살균된 시험구는 저장 2주후부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. 이러한 저장 기간이 길어짐에 따라 젖산균이 감소되는 경향은 Mok 등(27)이 약주 저장 시에다 나타났다.

전체적으로 미생물수는 대조구나 온도별 살균한 시험구나 모두 저장 기간의 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 살균온도에 따라 미생물수는 차이가 있었고 살균온도가 높을수록 미생물수는 더 적은 것으로 나타났다. 이런 현상은 효모균과 젖산균에서 더 강하게 나타났으며 60℃에서 살균보다 65℃에서 살균하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났다.

Table 3. Changes in color L values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5℃ for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	97.28 ± 0.36^{1b}	97.54 ± 0.48^b	97.32 ± 0.35^b	97.38 ± 0.16^b	97.52 ± 0.38^b	97.62 ± 0.22^b
60℃*	97.82 ± 0.28^b	97.36 ± 0.25^b	97.32 ± 0.24^b	97.22 ± 0.37^b	97.38 ± 0.52^b	97.32 ± 0.22^b
65℃	97.91 ± 0.23^b	97.85 ± 0.35^b	97.16 ± 0.25^b	97.38 ± 0.16^b	97.13 ± 0.25^b	97.26 ± 0.21^b
70℃	97.63 ± 0.56^b	97.47 ± 0.38^b	97.16 ± 0.25^b	97.38 ± 0.16^b	97.13 ± 0.25^b	97.26 ± 0.21^b
75℃	96.69 ± 0.42^b	96.85 ± 0.38^b	97.18 ± 0.35^b	97.38 ± 0.27^b	97.22 ± 0.18^b	97.27 ± 0.25^b

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 97.62±0.22 ^b	^x 97.85±0.31 ^b	^x 84.32±0.22 ^a	^x 83.57±0.28 ^a	^x 83.23±0.35 ^a
60°C*	^x 97.32±0.22 ^b	^x 97.23±0.24 ^b	^y 92.32±0.22 ^a	^y 92.56±0.28 ^a	^y 93.32±0.38 ^a
65°C	^x 97.26±0.21 ^b	^x 97.58±0.27 ^b	^y 92.58±0.28 ^a	^y 93.57±0.28 ^a	^y 93.23±0.35 ^a
70°C	^x 97.26±0.21 ^b	^x 97.58±0.27 ^b	^y 92.86±0.52 ^a	^y 92.75±0.18 ^a	^y 92.58±0.24 ^a
75°C	^x 97.27±0.25 ^b	^x 97.42±0.23 ^b	^y 92.22±0.29 ^a	^y 92.62±0.16 ^a	^y 92.85±0.32 ^a

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 4. Changes in color a values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{ns} -2.15±0.06 ^{1)NS}	^{ns} -2.02±0.08	^{ns} -1.92±0.06	^{ns} -2.08±0.07	^{ns} -1.95±0.08	^{ns} -1.98±0.05
60°C*	-1.97±0.04 ^{NS}	-1.96±0.05	-1.84±0.04	-1.82±0.06	-1.84±0.02	-1.87±0.04
65°C	-1.77±0.03 ^{NS}	-1.67±0.03	-1.65±0.04	-1.60±0.07	-1.55±0.06	-1.52±0.03
70°C	-1.62±0.04 ^{NS}	-1.68±0.04	-1.66±0.03	-1.63±0.05	-1.59±0.04	-1.52±0.05
75°C	-1.52±0.03 ^{NS}	-1.53±0.06	-1.51±0.04	-1.48±0.07	-1.48±0.05	-1.47±0.06

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^{ns} -1.89±0.08	^{ns} -1.92±0.07	^{ns} -1.86±0.05	^{ns} -1.85±0.08	^{ns} -1.82±0.06
60°C*	-1.92±0.08	-1.92±0.06	-1.88±0.06	-1.87±0.07	-1.85±0.08
65°C	-1.50±0.05	-1.48±0.04	-1.62±0.03	-1.85±0.08	-1.82±0.06
70°C	-1.48±0.04	-1.45±0.08	-1.72±0.08	-1.75±0.06	-1.86±0.05
75°C	-1.46±0.08	-1.46±0.07	-1.68±0.08	-1.72±0.08	-1.78±0.07

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{ns} Values in the same column not significant different ($p < 0.05$).

Table 5. Changes in color b values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 12.32±0.25 ^{1)a}	^y 12.26±0.23 ^{1)a}	^y 12.32±0.22 ^a	^y 11.84±0.37 ^a	^y 11.88±0.56 ^a	^y 11.48±0.36 ^a
60°C*	^x 10.22±0.16 ^a	^x 10.42±0.12 ^a	^x 10.85±0.21 ^a	^x 10.28±0.08 ^a	^x 10.35±0.38 ^a	^x 10.14±0.34 ^a
65°C	^x 9.75±0.26 ^a	^x 9.78±0.16 ^a	^x 9.75±0.12 ^a	^x 9.72±0.09 ^a	^x 9.70±0.37 ^a	^x 9.66±0.31 ^a
70°C	^x 9.87±0.22 ^a	^x 9.93±0.32 ^a	^x 9.90±0.21 ^a	^x 9.86±0.15 ^a	^x 9.81±0.32 ^a	^x 9.77±0.27 ^a
75°C	^x 9.92±0.18 ^a	^x 9.89±0.16 ^a	^x 9.86±0.24 ^a	^x 9.81±0.27 ^a	^x 9.77±0.26 ^a	^x 9.79±0.35 ^a

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^y 11.36±0.32 ^a	^y 11.35±0.31 ^a	^x 13.32±0.28 ^b	^x 13.68±0.28 ^b	^x 13.56±0.26 ^b
60°C*	^x 9.94±0.22 ^a	^x 9.98±0.28 ^a	^x 14.19±0.28 ^b	^x 13.86±0.28 ^b	^x 13.96±0.24 ^b
65°C	^x 9.65±0.15 ^a	^x 9.60±0.34 ^a	^x 14.35±0.26 ^b	^x 14.27±0.35 ^b	^x 14.58±0.34 ^b
70°C	^x 9.72±0.25 ^a	^x 9.68±0.12 ^a	^x 14.12±0.26 ^b	^x 14.86±0.25 ^b	^x 14.65±0.32 ^b
75°C	^x 9.76±0.29 ^a	^x 9.75±0.28 ^a	^x 14.64±0.34 ^b	^x 14.28±0.25 ^b	^x 14.68±0.36 ^b

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 6. Changes in total bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	4.42×10^4	4.25×10^4	3.86×10^4	3.26×10^4	2.86×10^4	2.53×10^4
60°C*	8.76×10^2	8.23×10^2	7.45×10^2	3.56×10^2	1.16×10^2	4.18×10^2
65°C	6.86×10^2	6.84×10^2	3.47×10^2	1.72×10^2	7.20×10^1	5.70×10^1
70°C	5.72×10^2	5.12×10^2	3.24×10^2	1.47×10^2	3.60×10^1	0
75°C	2.82×10^2	2.86×10^2	1.22×10^2	6.50×10^1	4.20×10^1	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.76×10^4	1.05×10^4	5.80×10^3	4.20×10^3	3.60×10^3
60°C*	1.57×10^1	5.40×10^1	1.20×10^1	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 7. Changes in yeast counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.84×10^4	1.56×10^4	1.06×10^4	7.50×10^3	4.90×10^3	3.50×10^3
60°C*	7.65×10^2	7.32×10^2	6.12×10^2	4.25×10^2	2.20×10^2	2.70×10^2
65°C	5.80×10^1	5.80×10^1	3.80×10^1	2.20×10^1	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.76×10^4	1.05×10^4	5.80×10^3	4.20×10^3	3.60×10^3
60°C*	1.57×10^1	5.40×10^1	1.20×10^1	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 8. Changes in lactic acid bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.92×10^4	1.38×10^4	1.23×10^4	7.72×10^3	4.39×10^3	3.20×10^3
60°C*	7.22×10^2	7.10×10^2	5.92×10^2	4.18×10^2	1.90×10^2	1.70×10^2
65°C	6.20×10^1	5.40×10^1	3.10×10^1	2.40×10^1	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.90×10^3	1.10×10^3	6.20×10^2	1.70×10^2	5.0×10^1
60°C*	1.20×10^2	6.20×10^1	0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

사) 관능검사

Table 9, 10, 11, 12는 살균하지 않은 대조구와 온도별(60, 65, 70, 75°C) 살균한 진양주를 5°C에서 20주간 저장하면서 매 2주간 색, 향기, 맛, 전체적 기호도에 대해 조사한 결과를 나타내었다. 대조구의 색에 대한 기호도는 저장 5.4로 높게 나왔지만 저장 기간이 길어짐에 따라 낮게 되며 저장 12주에는 4.6, 저장 20주에는 4.8로 낮게 나타났다. 살균한 시험구들의 색도에 대한 기호도는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 살균한 시험구들 사이에는 60과 65°C에서 살균한 시험구들이 70과 75°C에서 살균한 시험구들보다 높게 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Bae(31)는 온도가 상승하면 당과 아미노화합물의 축합반응이 가속화 되어 색이 진한 황색으로 된다고 보고하

였다. 이러한 원인으로 70℃과 75℃에서 살균한 진양주는 진한 황색으로 나타나 기호도가 60과 65℃에서 살균한 진양주보다 떨어졌다고 생각된다.

향에 대한 기호도는 Table 12에서 나타내었다. 대조구의 향기에 대한 기호도는 저장 2주에는 5.8, 저장 10주에는 5.2, 저장 20주에는 4.9로 저장 기간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 온도별로 살균된 시험구 사이에는 60과 65℃에서 살균된 시험구가 다른 시험구에 비해 높게 나타났고 또 5%수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

맛에 대한 기호도는 대조구와 온도별 살균된 시험구들은 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 저장 기간과는 관계없이 5%에서 서로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 온도별 살균된 시험구들 사이에서는 60과 65℃에서 살균된 시험구가 다른 시험구보다 높게 나타났으며 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Mok 등(34)은 약주를 높은 온도에서 살균하였을 때에 강한 악취가 생기면서 향과 맛에 대한 기호도가 떨어진다고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 원인으로 60과 65℃에서 살균된 진양주가 향과 맛에 대한 기호도가 70과 75℃에서 살균된 진양주보다 높게 나타났다고 생각된다.

전체적 기호도는 온도별 살균된 시험구와 대조구가 20주 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 온도별 살균된 시험구들사이에는 60과 65℃에서 살균된 시험구가 다른 온도에서 살균된 시험구들보다 높게 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Lim 등(26)은 높은 온도에서 가열 살균한 약주는 낮은 온도에서 가열 살균한 약주에 쓴맛이 발현, 강한 악취의 생성, 변색, 층 분리 등이 물리적 성질의 변화로 기호도가 떨어진다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 60℃과 65℃에서 살균된 진양주의 전체적 기호도가 70℃과 75℃에서 살균된 진양주보다 높았다고 생각된다.

전반적으로 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 진양주를 5℃에서 20주간 저장 시 전체적 기호도 60과 65℃가 제일 좋은 것으로 나타났다. 때문에 살균온도도 60과 65℃를 선택하는 것이 합리하다고 생각된다.

Table 9. Sensory evaluation¹⁾ of color of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.3±0.3 ^{2)b}	^y 5.4±0.3 ^{2)b}	^y 5.3±0.4 ^b	^y 5.5±0.4 ^b	^y 5.6±0.2 ^b	^{xy} 5.0±0.5 ^{ab}
60°C*	^y 5.6±0.2 ^{NS}	^y 5.5±0.2	^y 5.6±0.5	^y 5.4±0.3	^{xy} 5.2±0.4	^y 5.4±0.2
65°C	^y 5.3±0.5 ^{NS}	^y 5.4±0.5	^y 5.3±0.4	^{xy} 5.2±0.5	^y 5.6±0.3	^{xy} 5.1±0.3
70°C	^x 4.8±0.4 ^{NS}	^x 4.9±0.4	^x 4.6±0.2	^{xy} 5.1±0.3	^{xy} 5.2±0.3	^{xy} 5.2±0.3
75°C	^x 4.7±0.3 ^{NS}	^x 4.8±0.3	^x 4.6±0.4	^y 4.9±0.5	^x 4.6±0.2	^x 4.9±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.6±0.4 ^a	^x 4.8±0.3 ^a	^x 4.7±0.4 ^a	^x 4.8±0.4 ^a	^x 4.8±0.3 ^a
60°C*	^y 5.5±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.1±0.2	^y 5.2±0.4
65°C	^y 5.3±0.2	^{xy} 5.1±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.2±0.4	^y 5.3±0.2
70°C	^{xy} 5.0±0.3	^x 4.9±0.4	^x 4.8±0.2	^y 5.1±0.3	^{xy} 5.0±0.3
75°C	^{xy} 4.9±0.3	^{xy} 5.1±0.2	^x 4.8±0.5	^{xy} 4.9±0.2	^{xy} 4.9±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 10. Sensory evaluation¹⁾ of flavor of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.7±0.5 ^{2)b}	^y 5.8±0.5 ^b	^y 5.5±0.5 ^b	^y 5.6±0.4 ^b	^y 5.1±0.5 ^{ab}	^{xy} 5.2±0.4 ^{ab}
60°C*	^{xy} 5.3±0.2 ^{NS}	^{xy} 5.2±0.4	^y 5.3±0.3	^y 5.4±0.5	^y 5.5±0.4	^y 5.4±0.5
65°C	^y 5.5±0.3 ^{NS}	^y 5.6±0.3	^y 5.4±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.5±0.3	^y 5.3±0.3
70°C	^x 4.9±0.4 ^{NS}	^x 4.8±0.4	^{xy} 5.0±0.3	^x 4.9±0.3	^x 4.6±0.3	^x 5.0±0.3
75°C	^x 4.8±0.3 ^{NS}	^x 4.9±0.3	^x 4.8±0.4	^x 4.7±0.5	^x 4.9±0.2	^x 4.9±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.8±0.3 ^a	^x 4.6±0.5 ^a	^x 4.8±0.5 ^a	^x 4.8±0.3 ^a	^x 4.9±0.3 ^a
60°C*	^y 5.3±0.3	^y 5.5±0.4	^y 5.3±0.3	^{xy} 5.1±0.2	^y 5.2±0.2
65°C	^y 5.4±0.4	^y 5.5±0.2	^y 5.5±0.3	^y 5.2±0.3	^y 5.4±0.2
70°C	^{xy} 5.0±0.3	^{xy} 5.1±0.4	^{xy} 5.0±0.3	^x 4.9±0.4	^{xy} 5.0±0.2
75°C	^x 4.8±0.3	^x 4.6±0.2	^x 4.7±0.3	^x 4.8±0.4	^x 4.7±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 11. Sensory evaluation¹⁾ of taste of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{xy} 5.1±0.2 ^{2)NS}	^{xy} 5.2±0.3	^y 5.2±0.4	^{xy} 5.1±0.3	^y 5.3±0.3	^y 5.1±0.4
60°C*	^{xy} 5.1±0.3 ^{NS}	^{xy} 5.1±0.4	^y 5.3±0.3	^y 5.2±0.3	^{xy} 5.1±0.4	^y 5.2±0.2
65°C	^y 5.4±0.5 ^{NS}	^y 5.5±0.3	^y 5.6±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.5±0.3	^y 5.2±0.3
70°C	^{xy} 5.2±0.4 ^{NS}	^{xy} 5.1±0.4	^{xy} 5.0±0.2	^x 4.8±0.4	^x 4.9±0.5	^y 5.0±0.5
75°C	^x 4.7±0.4 ^{NS}	^x 4.5±0.2	^x 4.6±0.5	^x 4.7±0.5	^x 4.9±0.2	^x 4.6±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^y 5.1±0.3	^y 5.2±0.3	^y 5.1±0.3	^y 5.1±0.3	^y 5.2±0.4
60°C*	^y 5.3±0.5	^y 5.1±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.2±0.4
65°C	^y 5.4±0.4	^y 5.3±0.2	^y 5.5±0.3	^y 5.2±0.3	^y 5.4±0.2
70°C	^y 5.0±0.3	^y 5.1±0.4	^{yx} 5.0±0.2	^y 5.1±0.5	^{xy} 5.0±0.5
75°C	^x 4.5±0.3	^x 4.7±0.2	^x 4.8±0.4	^x 4.6±0.3	^x 4.6±0.4

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 12. Sensory evaluation¹⁾ of overall acceptability of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 5°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{xy} 5.3±0.5 ^{2)b}	^{xy} 5.2±0.4	^y 5.3±0.3 ^b	^y 5.3±0.3 ^b	^y 5.3±0.4 ^b	^{xy} 5.1±0.4 ^{ab}
60°C*	^{xy} 5.3±0.4 ^{NS}	^{xy} 5.2±0.2	^y 5.3±0.4	^y 5.2±0.3	^y 5.4±0.5	^y 5.2±0.4
65°C	^y 5.5±0.4 ^{NS}	^y 5.6±0.3	^y 5.5±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.6±0.2	^y 5.4±0.5
70°C	^x 4.9±0.2 ^{NS}	^x 4.9±0.4	^x 4.8±0.4	^x 4.7±0.5	^x 4.7±0.5	^{xy} 5.0±0.4
75°C	^x 4.4±0.4 ^{NS}	^x 4.4±0.3	^x 4.6±0.4	^x 4.8±0.5	^x 4.8±0.3	^x 4.8±0.4

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.9±0.4 ^a	^x 4.8±0.3 ^a	^x 4.7±0.3 ^a	^{xy} 4.9±0.3 ^a	^x 4.9±0.4 ^a
60°C*	^{xy} 5.1±0.4	^y 5.3±0.5	^{xy} 5.1±0.3	^{xy} 5.0±0.2	^y 5.1±0.3
65°C	^y 5.4±0.3	^y 5.5±0.4	^y 5.5±0.5	^y 5.4±0.2	^y 5.4±0.4
70°C	^x 4.8±0.5	^x 4.9±0.5	^x 4.7±0.4	^x 4.6±0.3	^x 4.6±0.4
75°C	^x 4.8±0.4	^x 4.7±0.3	^x 4.8±0.4	^{xy} 4.8±0.5	^x 4.8±0.4

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

2) 살균 진양주의 20℃ 저장에 의한 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성의 변화

가) pH

살균하지 않은 대조구와 60, 65, 70, 75℃에서 살균한 진양주를 20℃에서 20주간 저장하면서 저장 중 pH의 변화를 Fig. 8에 나타냈다. 살균하지 않은 대조구는 저장 10주부터 감소되면서 저장 20주에는 3.41로 되었다. 60℃에서 살균한 시험구도 저장 14주부터 점차적으로 감소되는 추세를 보였으며 저장 20주에는 4.21로 되었다. 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 저장 중에 변화가 없는 것으로 나타났으며 저장 20주 시 pH는 각각 4.82, 4.84, 4.85로 나타났다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이를 나타냈고 또 다른 시험구와도 5%의 수준에서 유의적 차이를 나타내었다. 대조구와 60℃에서 살균한 시험구는 저장기간이 길어짐에 따라 pH가 감소되는 것은 진양주에 존재하는 미생물의 작용에 의해 발생된 것으로 생각된다. Mok 등(27)은 60℃에서 살균된 약주는 젖산균을 비롯한 중온성균을 완전히 살균할 수 없으며 또 비살균 약주는 저장 중에 미생물들의 작용에 의하여 pH가 감소된다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 대조구와 60℃에서 살균된 진양주는 저장기간이 길어짐에 따라 pH가 감소되었다고 생각된다.

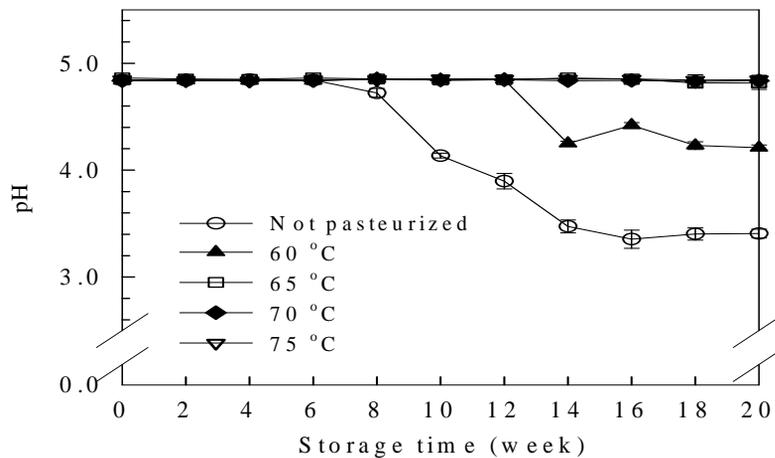


Fig. 8. Changes in pH of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20℃ for 20 weeks.

나) 총산

Fig. 9에서는 서로 다른 온도에서 살균된 진양주를 20℃에서 20주간 저장하면서 발생된 총산의 함량의 변화를 나타냈다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 10주와 14주부터 증가하였으며 저장 20주에서는 각각 2.19%와 1.62%로 증가되었다. 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 저장기간 중 거의 변화가 없었으며 저장 20주에는 각각 1.16, 1.15, 1.13%로 나타났다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이를 나타냈을 뿐만 아니라 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구와도 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Lim 등(26)은 가열살균하지 않은 약주는 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 여러 미생물들의 작용으로 산도가 증가되는 경향이 있다고 보고하였다. 그리고 약주의 산도를 높이고 변패에 관여하는 미생물들이 20-25℃에서 제일 활발하게 성장하기 때문이라고 생각된다(27). 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 총산의 함량이 대조구와 60℃에서 살균된 시험구가 저장기간이 길어짐에 따라 증가하였다고 생각된다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 다른 시험구보다 낮은 pH와 높은 총산 농도로 하여 진양주에 강한 신맛을 부여하여 관능적으로 거부감을 가져올 수 있다고 생각된다.

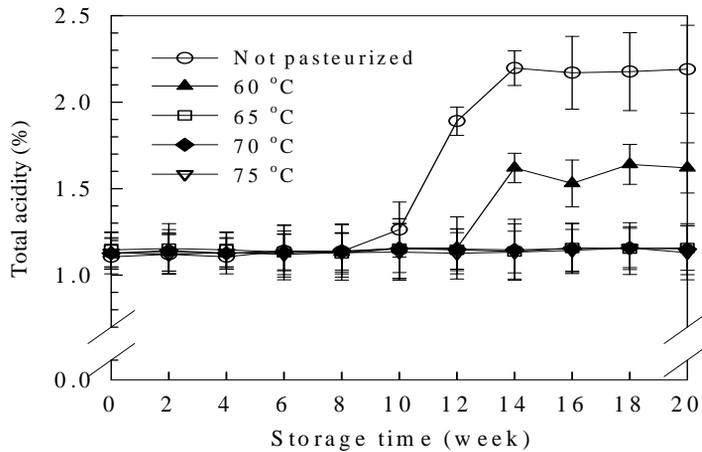


Fig. 9. Changes in total acidity of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20℃ for 20 weeks.

다) 총당

여러 온도(60, 65, 70, 75℃)에서 살균된 진양주를 20℃에서 20주간 저장 시 총

당의 변화를 Fig. 10에 나타냈다. 총당의 함량은 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 10주와 14주부터 감소되었고 저장 20주에서 5.57%과 5.88%로 감소되었다. 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 저장기간 중 변화가 없었고 저장 20주에는 각각 6.51, 6.54, 6.56%로 나타났다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 5%의 수준에서 유의적 차이를 보이지 않았지만 다른 시험구와는 모두 5%의 수준에서 유의적 차이를 나타내었다. Kang 등(29)은 살균하지 않은 좁쌀약주를 저장 시 환원당의 함량이 급격히 감소하며 이 환원당은 미생물에 이용되어 여러 가지 유기산과 에탄올을 생성한다고 보고하였다. 따라서 이러한 원인으로 대조구와 60℃에서 살균한 시험구가 총당의 함량이 감소된 것이라고 생각된다.

진양주의 주요한 감미를 내는 총당 함량이 대조구와 60℃에서 살균된 시험구에서 저장 중에 총당 감소되어서 관능적으로 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 생각된다.

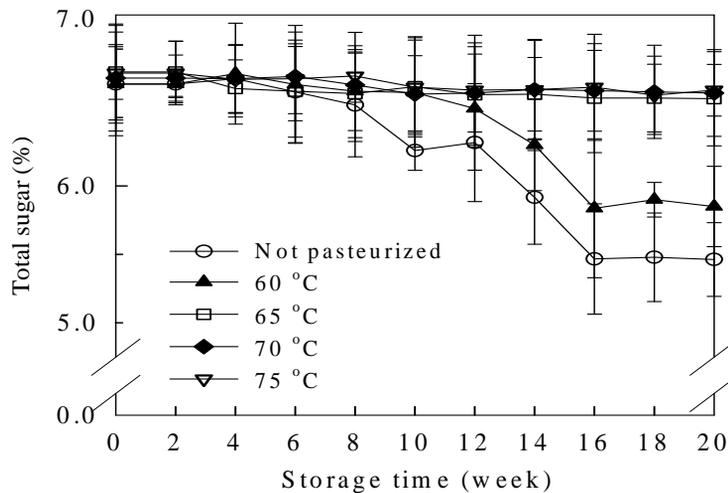


Fig. 10. Changes in total sugar of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks.

라) 에탄올

Fig. 11은 20℃에서 20주간 저장 중 에탄올 함량의 변화를 나타내었다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 8주와 14주부터 증가하는 추세였고 저장 20주 시 14.7%와 14.4%로 나타내었다. 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 20주간 저장 중 거의 변화가 없었고 각각 14.2, 14.2, 14.3%로 나타났다. 그러나 대조구와 온도별로 살균된 시험구 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Kang 등(28)이 좁쌀 약주를 상온에서 3개월 저장하였을 때 에탄올 함량의 변화가 없는 것으로 보고되었다. 본 연구에서도 이러한 결과와 비슷한 결과를 얻었다. 20℃에서 20주간 저장 시 진양주는 살균하지 않은 대조구와 60℃살균한 시험구는 pH, 총산, 총당 함량은 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구와 5%에서 유의적 차이를 나타냈고 에탄올 함량은 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구 사이에는 5% 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 대조구와 60℃에서 살균된 시험구의 pH, 총산, 총당 함량의 변화로 진양주에 품질에 영향을 미치게 된다고 생각된다.

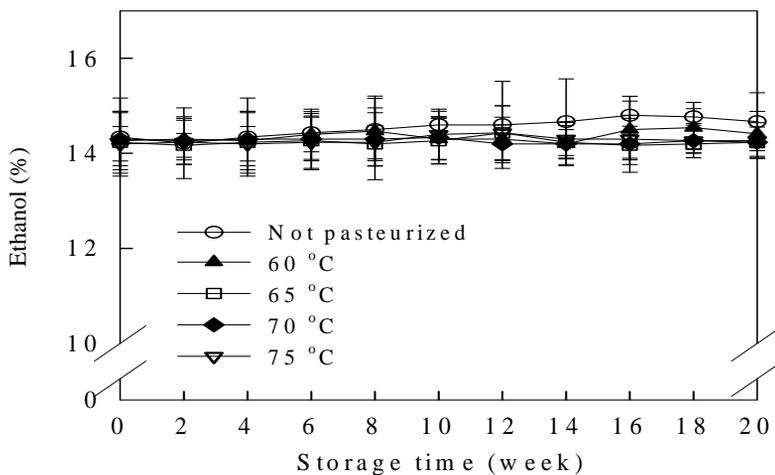


Fig. 11. Changes in ethanol content of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20℃ for 20 weeks.

마) 색도

Table 13은 60, 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구를 20℃에서 20주간 저장하면서 저장 중 색도 L값의 변화를 나타낸 것이다. 살균하지 않은 대조구는 저장 12주부터 L값이 97.13에 85.56로 감소되었고 그 후부터는 변화가 없었고 저장 20주에는 85.43로 나타났다. 살균한 시험구도 저장 16주부터 96.69-97.97에서 92.22-93.86로 감소되었고 저장 20주에는 92.24-92.83로 나타났다. 대조구는 저장 기간 중 저장 2-10주와 12-20주 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났고 온도별 살균된 시험구는 저장기간 중 저장 2-14주와 16-20주 사이에 5%에서 유의적 차이를 나타냈다. 전체적으로 저장 기간이 길어짐에 따라 L값이 감소되는 경향을 나타내었다. 살균하지 않은 진양주는 미생물들의 작용으로 저장 10주후부터 침전 현상이 생기면서 L값이 급격히 감소된 것으로 생각되고 살균된 시험구는 침전이 생기지 않아서 대조구보다 적게 감소되었다고 생각된다. Lim 등(26)은 살균하지 않은 좁쌀 약주는 저장 시 미생물과 효소의 작용으로 침전이 생기면서 L값이 감소되었고, 살균된 좁쌀 약주는 저장기간이 길어짐에 따라 당과 아미노산 반응인 비효소적 갈변에 의해 L값이 감소되었다고 보고하였다. 따라서 진양주도 당과 아미노산 반응인 비효소적 갈변 반응에 의해 L값이 감소되었고 20℃ 저장온도도 이러한 반응 촉진시킨 결과라고 생각된다.

저장 기간 중 a값의 변화는 Table 14에 나타났다. 대조구는 -1.77에서 -1.97사이에서 변화되었고 살균된 시험구는 -1.42에서 -1.79사이에서 변화되었다. 저장 기간 동안 대조구, 각 온도별로 살균된 시험구는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 그리고 대조구와 온도별로 살균된 시험구는 저장 기간별 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 15는 저장기간 동안 b값의 변화를 나타냈다. 대조구는 저장 12주부터 10.48에서 14.26으로 증가하였고 저장 20주에는 14.25로 나타냈으며 저장 12주 전후로 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 온도별 살균된 시험구는 저장 16주부터 9.60에서 18.48로 증가하였고 저장 20주에는 18.52를 나타내었으며 저장 16주 전후로 하여 서로 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체적으로 색택은 저장 초기에 연황색이었다가 저장 기간이 길어짐에 따라 황갈색으로 진해지고 있으며 저장 온도가 상승하면 이 반응도 촉진되어 변화가 빨리 되는 것으로 보고되었다(31). 저장기간이 길어짐에 따라 황색도가 증가하는

것은 진양주 중의 당과 아미노화합물의 축합반응이 자연발생적으로 진행되면서 발생한 것이라고 생각된다. 이러한 결과는 Kang 등(35)과 Kang 등(36) 등이 좁쌀 약주 저장 시 b값이 저장 기간의 증가에 따라 증가되었다는 결과와 비슷하다. 서로 다른 온도에서 살균된 진양주를 20℃에서 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 L값은 감소하고 b값은 증가하며 a값은 변화가 없는 것으로 나타났다.

Table 13. Changes in color L values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20℃ for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^x 97.77±0.34 ^{1)b}	^x 97.63±0.56 ^b	^x 97.47±0.38 ^b	^x 97.16±0.25 ^b	^x 97.38±0.16 ^b	^x 97.13±0.25 ^a
60℃*	^x 97.28±0.48 ^b	^x 97.97±0.65 ^b	^y 97.47±0.38 ^b	^x 97.32±0.21 ^b	^x 97.19±0.22 ^b	^x 97.28±0.05 ^b
65℃	^x 97.53±0.41 ^b	^x 97.91±0.23 ^b	^x 97.85±0.35 ^b	^x 97.16±0.25 ^b	^x 97.38±0.16 ^b	^x 97.13±0.25 ^b
70℃	^x 97.65±0.26 ^b	^x 97.63±0.56 ^b	^x 97.47±0.38 ^b	^x 97.16±0.25 ^b	^x 97.38±0.16 ^b	^x 97.13±0.25 ^b
75℃	^x 96.72±0.42 ^b	^x 96.69±0.42 ^b	^x 96.85±0.38 ^b	^x 97.18±0.35 ^b	^x 97.38±0.27 ^b	^x 97.22±0.18 ^b

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 85.56±0.36 ^a	^y 86.23±0.27 ^a	^x 85.43±0.24 ^a	^x 85.58±0.28 ^a	^x 85.43±0.24 ^a
60℃*	^y 97.17±0.35 ^b	^y 97.15±0.36 ^b	^y 93.25±0.45 ^a	^y 92.36±0.45 ^a	^y 92.42±0.34 ^a
65℃	^y 97.26±0.21 ^b	^y 97.58±0.27 ^b	^y 92.11±0.28 ^a	^y 93.24±0.54 ^a	^y 92.54±0.42 ^a
70℃	^y 97.26±0.21 ^b	^y 97.58±0.27 ^b	^y 92.92±0.33 ^b	^y 92.63±0.52 ^a	^y 92.83±0.26 ^a
75℃	^y 97.27±0.25 ^b	^y 97.42±0.23 ^b	^y 92.55±0.38 ^a	^y 92.57±0.45 ^a	^y 92.24±0.54 ^a

* Pasteurized at 60℃.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

^{x-y} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

Table 14. Changes in color a values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{ns} -2.21±0.07 ^{1)NS}	^{ns} -1.97±0.06	^{ns} -1.96±0.05	^{ns} -1.92±0.08	^{ns} -1.85±0.04	^{ns} -1.83±0.05
60°C*	-1.92±0.04 ^{NS}	-1.79±0.02	-1.74±0.03	-1.67±0.05	-1.62±0.06	-1.53±0.03
65°C	-1.81±0.03 ^{NS}	-1.67±0.03	-1.65±0.04	-1.60±0.07	-1.55±0.06	-1.52±0.03
70°C	-1.67±0.04 ^{NS}	-1.68±0.04	-1.66±0.03	-1.63±0.05	-1.59±0.04	-1.52±0.05
75°C	-1.58±0.03 ^{NS}	-1.53±0.06	-1.51±0.04	-1.48±0.07	-1.48±0.05	-1.47±0.06

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^{ns} -1.79±0.07	^{ns} -1.76±0.06	^{ns} -1.77±0.05	^{ns} -1.86±0.06	^{ns} -1.77±0.05
60°C*	-1.48±0.06	-1.47±0.02	-1.43±0.04	-1.49±0.04	-1.42±0.04
65°C	-1.50±0.05	-1.48±0.04	-1.51±0.05	-1.47±0.06	-1.45±0.03
70°C	-1.48±0.04	-1.45±0.08	-1.48±0.06	-1.52±0.08	-1.42±0.06
75°C	-1.46±0.08	-1.46±0.07	-1.52±0.08	-1.56±0.06	-1.48±0.07

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{ns} Values in the same column not significant different ($p < 0.05$).

Table 15. Changes in color b values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 12.02±0.28 ^{1)a}	^y 11.36±0.32 ^a	^y 11.16±0.16 ^a	^y 11.06±0.22 ^a	^y 11.50±0.52 ^a	^y 10.48±0.47 ^a
60°C*	^x 10.16±0.26 ^a	^x 10.14±0.14 ^a	^x 10.18±0.12 ^a	^x 10.12±0.08 ^a	^x 10.08±0.35 ^a	^x 10.02±0.22 ^a
65°C	^x 9.75±0.26 ^a	^x 9.78±0.16 ^a	^x 9.75±0.12 ^a	^x 9.72±0.09 ^a	^x 9.70±0.37 ^a	^x 9.66±0.31 ^a
70°C	^x 9.87±0.32 ^a	^x 9.93±0.32 ^a	^x 9.90±0.21 ^a	^x 9.86±0.15 ^a	^x 9.81±0.32 ^a	^x 9.77±0.27 ^a
75°C	^x 9.82±0.25 ^a	^x 9.89±0.16 ^a	^x 9.86±0.24 ^a	^x 9.81±0.27 ^{a)}	^x 9.77±0.26 ^a	^x 9.79±0.35 ^a

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^y 14.26±0.34 ^b	^z 13.96±0.27 ^b	^x 14.65±0.35 ^b	^x 14.36±0.38 ^b	^x 14.25±0.33 ^b
60°C [*]	^x 10.98±0.26 ^a	^y 11.92±0.21 ^a	^y 18.53±0.42 ^b	^y 18.22±0.26 ^b	^y 18.58±0.53 ^b
65°C	^x 9.65±0.15 ^a	^x 9.60±0.34 ^a	^y 18.12±0.26 ^b	^y 18.48±0.32 ^b	^y 18.52±0.46 ^b
70°C	^x 9.72±0.25 ^a	^x 9.68±0.12 ^a	^y 18.55±0.32 ^b	^y 18.26±0.41 ^b	^y 18.62±0.35 ^b
75°C	^x 9.76±0.29 ^a	^x 9.75±0.28 ^a	^y 18.12±0.32 ^b	^y 18.62±0.54 ^b	^y 18.26±0.58 ^b

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

바) 미생물수 변화

Table 16, 17, 18은 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와 살균하지 않은 대조구를 20°C에서 20주간 저장 기간 중 총세균수, 효모균수, 젖산균수의 변화를 나타내었다. 총세균수는 살균하지 않은 대조구에서는 저장 2주 4.52×10^4 CFU/mL에서 저장 20주 1.82×10^3 CFU/mL로 감소되는 것으로 나타났다. 온도별 살균한 시험구는 저장 2주 10^2 CFU/mL로 나타났다가 그 후부터는 점차적으로 감소되면서 60°C에서는 저장 20주 1.20×10^1 CFU/mL, 65°C는 저장 12주, 70과 75°C는 저장 10주부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. Seo 등(37)은 약주는 발효 후 전분과 고분자 물질을 여과과정을 통하여 제거된 것으로 영양성분이 함량이 큰 폭으로 감소되었고, 에탄올 함량 역시 14%로 증가하였기 때문에 미생물이 생육할 수 있는 조건이 열악하다고 보고하였다. 이러한 원인으로 저장기간이 길어짐에 따라 미생물의 수는 감소된다고 생각된다.

효모균수도 저장 기간의 길어짐에 따라 감소되었고 대조구는 저장 2주 1.72×10^4 CFU/mL에서 저장 20주에서 6.80×10^1 CFU/mL로 감소되었고 60°C에서 살균된 시험구는 저장 12주, 65°C에서 살균된 시험구는 저장 6주부터 검출되지 않았으며 70과 75°C에서 살균된 시험구는 저장 2주부터 검출되지 않았다. Mok 등(34)은 효모균은 비록 산성조건에서 생육이 억제될 수 있지만 여과 통하여 술내의 영양분의 감소가 저장 기간이 길어짐에 따라 효모균이 감소되는 중요한

요소라고 보고하였다. 이러한 원인으로 저장 기간의 길어짐에 따라 효모수가 감소되었다고 생각된다.

젖산균수도 역시 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 살균하지 않은 대조구에서는 저장 2주 1.87×10^4 CFU/mL에서 저장 20주 1.05×10^3 CFU/mL 감소되었고 60°C에서 살균된 시험구는 저장 18주, 65°C 살균된 시험구는 8주부터 검출되지 않았다. 저장 70과 75°C에서 살균된 시험구는 저장 2주후부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. 60°C에서 살균된 시험구는 저장 18주까지 젖산균이 존재하며 젖산균 살균에는 효과적이지 않음을 제시하였다.

전체적으로 미생물수는 대조구나 온도별 살균한 시험구나 모두 저장 기간의 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 살균온도에 따라 미생물수는 차이가 있었고 살균온도가 높을수록 미생물수는 더 적은 것으로 나타났다. 이런 현상은 효모균과 젖산균에서 더 강하게 나타났으며 60°C에서 살균보다 65°C에서 살균하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났다.

Table 16. Changes in total bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	4.56×10^4	4.52×10^4	3.16×10^4	2.88×10^4	1.96×10^4	1.23×10^4
60°C*	8.82×10^2	6.23×10^2	3.25×10^2	1.86×10^2	1.16×10^2	8.80×10^1
65°C	6.55×10^2	5.84×10^2	3.62×10^2	1.82×10^2	7.10×10^1	5.50×10^1
70°C	5.32×10^2	5.08×10^2	3.36×10^2	1.52×10^2	3.50×10^1	0
75°C	2.76×10^2	2.45×10^2	1.42×10^2	6.20×10^1	2.60×10^1	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.06×10^4	8.36×10^3	5.54×10^3	2.63×10^3	1.82×10^3
60°C*	6.60×10^1	3.40×10^1	2.20×10^1	1.80×10^1	1.20×10^1
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 17. Changes in yeast counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.88×10^4	1.72×10^4	1.22×10^4	8.25×10^3	5.21×10^3	3.68×10^3
60°C*	2.15×10^2	1.96×10^2	1.62×10^2	1.02×10^2	8.60×10^1	3.50×10^1
65°C	6.90×10^1	6.80×10^1	4.50×10^1	1.80×10^1	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.92×10^3	1.38×10^3	7.36×10^2	1.62×10^2	6.80×10^1
60°C*	2.60×10^1	0	0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 18. Changes in lactic acid bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.98×10^4	1.87×10^4	1.56×10^4	1.44×10^3	8.70×10^3	7.52×10^3
60°C*	6.46×10^2	2.32×10^2	1.36×10^2	8.50×10^1	6.80×10^1	4.30×10^1
65°C	6.80×10^1	5.60×10^1	3.90×10^1	1.90×10^1	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	5.66×10^3	2.68×10^3	1.96×10^3	1.25×10^3	1.05×10^3
60°C*	1.10×10^1	8.00×10^0	6.00×10^0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

사) 관능검사

Table 19, 20, 21, 22는 살균하지 않은 대조구와 온도별(60, 65, 70, 75°C) 살균한 진양주를 20°C에서 20주간 저장하면서 2주를 간격으로 색, 향기, 맛, 전체적 기호도에 대해 조사한 결과를 나타내었다. 대조구의 색에 대한 기호도는 저장 2주에는 5.4로 높게 나왔지만 저장 기간이 길어짐에 따라 낮게 되며 저장 12주에는 4.1, 저장 20주에는 3.2로 낮게 나타났다. 살균한 시험구들의 색도에 대한 기호도는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 살균한 시험구들 사이에는 60과 65°C에서 살균한 시험구들이 70과 75°C에서 살균한 시험구들보다 높게 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 대조구가 저장 기간의 길어짐에 따라 색도에 대한 기호도가 감소된 것은 여러 미생물들이 20°C

적합한 온도에서 생장 발육하면서 진양주의 침전을 형성하여 이러한 결과를 나타나게 한 것으로 생각된다.

향에 대한 기호도는 Table 24에서 나타내었다. 대조구의 향기에 대한 기호도는 저장 2주에는 5.2, 저장 12주에는 4.1, 저장 20주에는 3.3로 저장 기간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 이것은 대조구 중의 미생물과 효소의 작용으로 이취를 생성한 결과라고 생각된다. 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 온도별로 살균된 시험구 사이에는 65℃에서 살균된 시험구가 다른 시험구에 비해 높게 나타났고 또 5%수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

맛에 대한 기호도는 Table 22에서 나타내었다. 대조구는 저장 2주에 5.8, 저장 12주에는 4.4, 저장 20주에는 3.1로 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 그러나 온도별 살균된 시험구들은 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났고 저장 기간과는 관계없이 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 65℃에서 살균된 시험구가 다른 시험구보다 높게 나타났으며 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Lee 등(38)은 살균온도가 높으면 맛과 향에 모두 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 원인으로 65℃에서 살균한 진양주의 맛과 향이 70℃와 75℃에서 살균한 진양주보다 더 좋게 나타났다고 생각된다.

전체적 기호도는 대조구가 저장 2주 5.2, 저장 12주 4.2, 저장 20주에는 3.1로 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 온도별로 살균된 시험구는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 65℃에서 살균한 시험구가 다른 시험구에 비해 높게 나타났으며 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Lim 등(26)은 약주의 살균온도를 60℃이하로 하면 저장기간이 기간이 길어짐에 따라 품질이 떨어지고 살균온도가 너무 높으면 맛과 향 등에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 이러한 원인으로 65℃에서 살균된 진양주의 전체적 기호도가 제일 높게 나타난 것으로 생각된다.

전반적으로 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 진양주를 20℃에서 20주간 저장 시 전체적 기호도 65℃가 제일 좋은 것으로 나타났다. 때문에 살균온도도 65℃를 선택하는 것이 합리하다고 생각된다.

Table 19. Sensory evaluation¹⁾ of color of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.3±0.3 ^{2)b}	^y 5.4±0.3 ^{2)b}	^y 5.3±0.4 ^b	^y 5.5±0.4 ^b	^y 5.6±0.2 ^b	^{xy} 5.0±0.5 ^{ab}
60°C*	^y 5.6±0.2 ^{NS}	^y 5.5±0.2	^y 5.6±0.5	^y 5.4±0.3	^{xy} 5.2±0.4	^y 5.4±0.2
65°C	^y 5.3±0.5 ^{NS}	^y 5.4±0.5	^y 5.3±0.4	^{xy} 5.2±0.5	^y 5.6±0.3	^{xy} 5.1±0.3
70°C	^x 4.8±0.4 ^{NS}	^x 4.9±0.4	^x 4.6±0.2	^{xy} 5.1±0.3	^{xy} 5.2±0.3	^{xy} 5.2±0.3
75°C	^x 4.7±0.3 ^{NS}	^x 4.8±0.3	^x 4.6±0.4	^y 4.9±0.5	^x 4.6±0.2	^x 4.9±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.6±0.4 ^a	^x 4.8±0.3 ^a	^x 4.7±0.4 ^a	^x 4.8±0.4 ^a	^x 4.8±0.3 ^a
60°C*	^y 5.5±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.1±0.2	^y 5.2±0.4
65°C	^y 5.3±0.2	^{xy} 5.1±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.2±0.4	^y 5.3±0.2
70°C	^{xy} 5.0±0.3	^x 4.9±0.4	^x 4.8±0.2	^y 5.1±0.3	^{xy} 5.0±0.3
75°C	^{xy} 4.9±0.3	^{xy} 5.1±0.2	^x 4.8±0.5	^{xy} 4.9±0.2	^{xy} 4.9±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 20. Sensory evaluation¹⁾ of flavor of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.5±0.4 ^{2)b}	^y 5.4±0.3 ^c	^y 5.3±0.4 ^c	^y 5.5±0.4 ^c	^y 5.6±0.2 ^c	^{xy} 5.0±0.5 ^c
60°C*	^{xy} 5.2±0.4 ^{NS}	^y 5.4±0.2	^y 5.3±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.2±0.2
65°C	^y 5.6±0.5 ^{NS}	^y 5.5±0.5	^y 5.6±0.4	^y 5.4±0.5	^y 5.6±0.3	^y 5.5±0.3
70°C	^x 4.8±0.4 ^{NS}	^x 4.9±0.4	^x 4.6±0.2	^x 4.8±0.3	^x 4.9±0.3	^x 4.8±0.3
75°C	^x 4.9±0.3 ^{NS}	^x 4.8±0.4	^x 4.6±0.4	^x 4.8±0.5	^x 4.7±0.5	^x 4.8±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.1±0.4 ^b	^x 4.2±0.3 ^b	^x 3.6±0.4 ^a	^x 3.2±0.3 ^a	^x 3.2±0.3 ^a
60°C*	^z 5.3±0.5	^z 5.2±0.3	^z 5.3±0.4	^z 5.2±0.3	^z 5.2±0.4
65°C	^z 5.5±0.2	^z 5.4±0.3	^z 5.3±0.4	^z 5.3±0.2	^z 5.5±0.3
70°C	^y 4.9±0.3	^y 4.9±0.4	^y 4.8±0.2	^y 4.7±0.3	^y 4.8±0.3
75°C	^y 4.8±0.3	^y 4.7±0.2	^y 4.8±0.4	^y 4.8±0.3	^y 4.8±0.4

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{ns} Values in the same column not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 21. Sensory evaluation¹⁾ of taste of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{xy} 5.7±0.4 ^{2)d}	^y 5.8±0.5 ^d	^y 5.5±0.5 ^d	^y 5.6±0.4 ^d	^y 5.1±0.5 ^c	^{xy} 5.2±0.4 ^c
60°C*	^{xy} 5.4±0.3 ^b	^y 5.4±0.3 ^b	^y 5.6±0.5 ^b	^y 5.4±0.3 ^b	^y 5.2±0.5 ^b	^y 5.6±0.5 ^b
65°C	^y 5.5±0.3 ^{NS}	^y 5.5±0.5	^y 5.4±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.3±0.4	^y 5.4±0.4
70°C	^{xy} 5.1±0.5 ^{NS}	^{xy} 5.2±0.4	^{xy} 5.2±0.5	^{xy} 5.0±0.4	^y 5.1±0.5	^x 4.9±0.3
75°C	^x 4.7±0.4 ^{NS}	^x 4.6±0.3	^x 5.0±0.3	^y 4.6±0.4	^x 4.7±0.3	^x 5.0±0.4

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.4±0.3 ^b	^x 4.2±0.5 ^b	^x 3.8±0.5 ^a	^x 3.2±0.3 ^a	^x 3.1±0.2 ^a
60°C*	^y 5.6±0.4 ^b	^y 5.6±0.3 ^b	^y 4.6±0.5 ^a	^y 4.8±0.3 ^a	^y 4.8±0.5 ^a
65°C	^y 5.7±0.5	^y 5.4±0.4	^z 5.4±0.3	^z 5.7±0.5	^z 5.4±0.4
70°C	^{xy} 5.2±0.3	^y 5.3±0.5	^y 4.9±0.4	^y 5.1±0.5	^y 4.9±0.3
75°C	^{xy} 5.1±0.4	^y 5.1±0.3	^y 4.7±0.3	^y 5.0±0.4	^y 5.1±0.4

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-d} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 22. Sensory evaluation¹⁾ of overall acceptability of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 20°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{xy} 5.2±0.5 ^{2)c}	^y 5.2±0.4 ^c	^y 5.3±0.3 ^c	^y 5.3±0.4 ^c	^{xy} 5.0±0.4 ^c	^{xy} 5.1±0.4 ^c
60°C*	^{xy} 5.4±0.4 ^c	^y 5.3±0.2 ^{bc}	^y 5.4±0.4 ^c	^y 5.6±0.4 ^c	^y 5.5±0.5 ^c	^y 5.3±0.4 ^{bc}
65°C	^y 5.7±0.4 ^{NS}	^y 5.6±0.5	^y 5.5±0.4	^y 5.4±0.4	^y 5.6±0.3	^y 5.4±0.2
70°C	^x 4.8±0.3 ^{NS}	^x 4.9±0.5	^x 4.7±0.3	^x 4.8±0.4	^{xy} 4.9±0.4	^x 4.9±0.5
75°C	^x 4.5±0.3 ^{NS}	^x 4.6±0.3	^x 4.5±0.4	^x 4.6±0.3	^x 4.5±0.5	^x 4.9±0.5

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.2±0.4 ^b	^x 3.8±0.3 ^b	^x 3.2±0.3 ^a	^x 3.0±0.2 ^a	^x 3.1±0.3 ^a
60°C*	^{yz} 5.1±0.4 ^a	^{yz} 5.2±0.4 ^b	^y 4.9±0.4 ^a	^y 4.7±0.3 ^a	^y 4.8±0.4 ^a
65°C	^z 5.5±0.3	^z 5.6±0.4	^z 5.5±0.3	^z 5.5±0.3	^z 5.6±0.4
70°C	^{yz} 5.0±0.5	^y 4.9±0.3	^y 4.9±0.4	^y 4.9±0.4	^y 4.9±0.5
75°C	^y 4.7±0.3	^y 4.6±0.3	^y 4.6±0.3	^y 4.9±0.5	^y 4.7±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

3) 살균 진양주의 37°C 저장에 의한 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성의 변화

가) pH

Fig. 12에서는 살균하지 않은 대조구와 60, 65, 70, 75°C에서 살균한 진양주를 37°C에서 20주간 저장하면서 저장 중 pH의 변화를 측정하여 나타냈다. 살균하지

않은 대조구는 저장 14주부터 감소되면서 저장 20주에는 3.93로 되었다. 60℃에서 살균한 시험구도 저장 14주부터 점차적으로 감소되는 추세를 보였으며 저장 20주에는 4.16로 되었다. 65, 70, 75℃에서 살균한 시험구는 저장 중에 변화가 없는 것으로 나타났으며 저장 20주 시 pH는 각각 4.75, 4.73, 4.82로 나타났다. 60℃에서 살균된 시험구는 대조구와 5%에서 유의적 차이를 나타내지 않았지만 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구와는 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 대조구와 60℃에서 살균한 시험구는 저장 기간이 길어짐에 따라 pH가 감소되는데 25℃에서 저장 시 보다 완만한 속도로 감소되는 것으로 나타났다. Lee 등(37)은 청주를 35℃에서 저장 시 pH는 저장기간 동안 변화가 없었다고 보고하였고 Hong 등(39)도 약주를 37℃에서 저장 시 pH가 변화가 없었다고 보고하였다. 본 연구 결과와 비슷한 결과를 나타냈다.

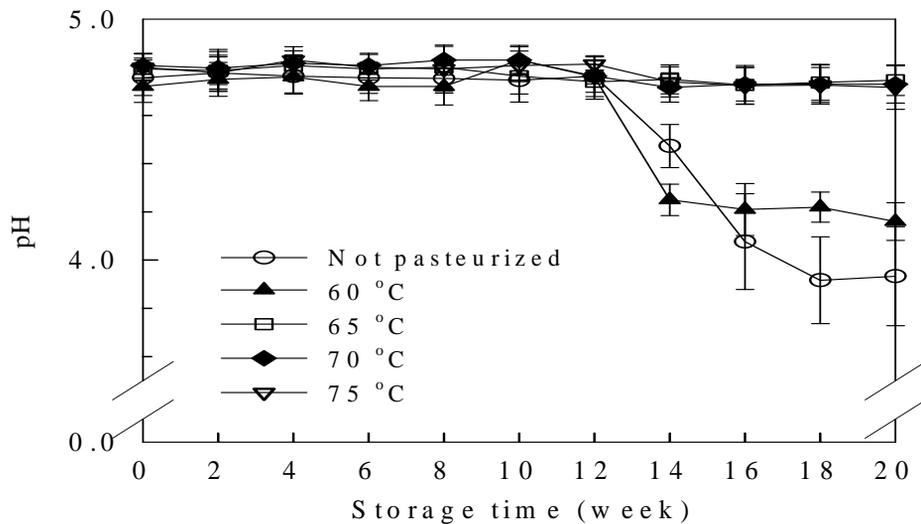


Fig. 12. Changes in pH of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks.

나) 총산

Fig. 13에서는 서로 다른 온도에서 살균된 진양주를 37℃에서 20주간 저장 시 총산 함량의 변화를 나타냈다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구는 저장 14주부터 증가하였으며 저장 20주에서는 각각 1.93과 1.42%로 증가되었다. 65, 70, 7

5℃에서 살균된 시험구는 저장 기간 중 변화가 없었으며 저장 20주에는 각각 1.13, 1.15, 1.14%로 나타났다. 대조구는 60℃에서 살균된 시험구와 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났지만 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구와는 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 60℃에서 살균된 시험구도 대조구와 마찬가지로 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구와 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 대조구와 60℃에서 살균된 시험구의 산도 증가속도는 20과 25℃에서 저장 중의 시험구보다 훨씬 느리게 증가한 것을 볼 수 있었다. 이것은 진양주의 산을 산생하고 변패를 촉진하는 미생물이 37℃보다는 20℃에서 더 활발하게 성장한다는 것을 알 수 있었다. Mok 등(34)은 가열살균하지 않은 약주는 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 여러 미생물들의 작용으로 산도가 증가되는 경향이 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 산도가 증가된 것으로 생각된다.

대조구와 60℃에서 살균된 진양주는 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구에 비해 낮은 pH, 높은 산도를 나타냈다. pH의 감소와 산도의 증가로 신맛을 부여함으로써 관능적으로 맛에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

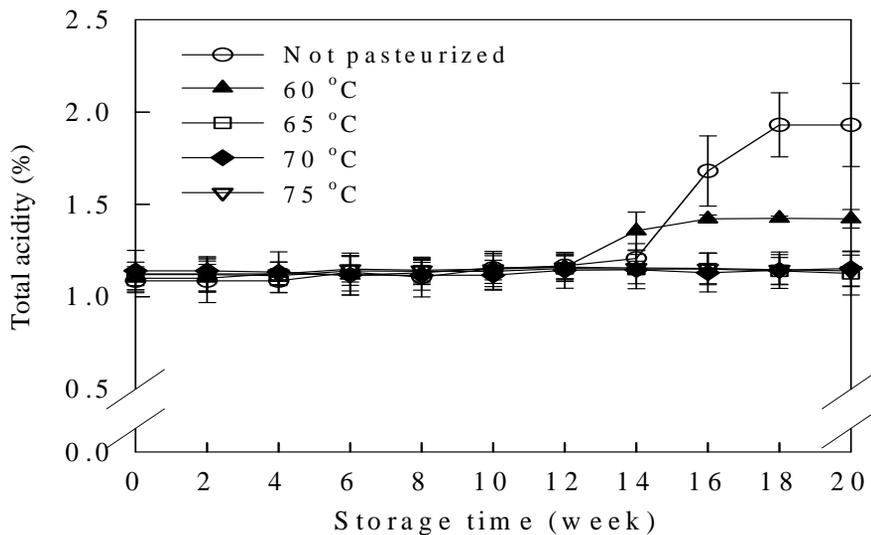


Fig. 13. Changes in total acidity of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37℃ for 20 weeks.

다) 총당

60, 65, 70, 75°C에서 살균된 진양주를 37°C에서 20주간 저장 시 총당의 변화를 Fig. 14에 나타냈다. 총당의 함량은 대조구는 저장 10주부터 감소되었고 저장 20주에서는 6.01%를 나타내었다. 60°C에서 살균된 시험구는 저장 12주부터 14주부터 감소되는 경향을 나타냈고 저장 20주에는 6.41%를 나타냈다. 65, 70, 75°C에서 살균한 시험구는 저장 기간 중 변화가 없었고 저장 20주에는 각각 6.54, 6.57, 6.60%로 나타났다. 대조구는 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구는 5%의 수준에서 유의적 차이를 보였고 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구들 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 대조구와 60°C에서 살균된 시험구의 저장 중 총당의 감소의 속도는 20°C에서 저장 시 보다 훨씬 느린 것으로 나타났다. 이것은 37°C 저장온도가 여러 미생물의 환원당 이용을 억제하여 생긴 결과라고 생각된다(40). Jung 등(41)은 저온 살균한 탁주를 저장 시 환원당의 함량이 급격히 감소하며 이 환원당은 미생물에 이용되어 여러 가지 유기산과 에탄올을 생성한다고 보고하였다. 이러한 원인으로 본 연구에서 대조구 총당의 함량이 감소된 것이라고 생각된다.

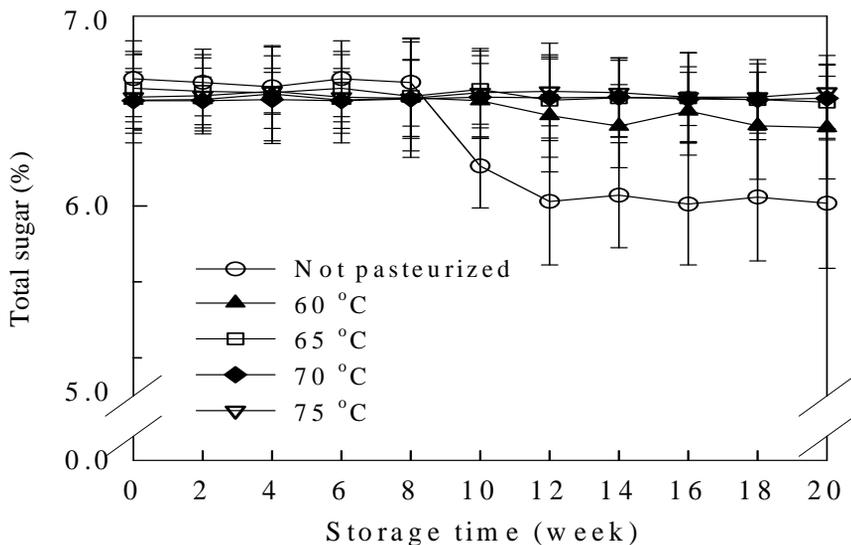


Fig. 14. Changes in total sugar of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks.

라) 에탄올

Fig. 15는 37°C에서 20주간 저장 중 에탄올 함량의 변화를 나타내었다. 대조구와 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구는 20주간 저장 중 변화가 없었고 저장 20주에는 각각 14.4, 14.5, 14.3, 14.6, 14.5%로 나타났다. 대조구와 온도별로 살균된 시험구 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Kim 등(42)이 좁쌀 약주를 저장 시 에탄올 함량의 변화가 없는 것으로 보고되었는데 본 연구의 결과와 비슷하였다.

37°C에서 20주간 저장 시 진양주는 살균하지 않은 대조구와 60°C살균한 시험구는 pH, 총산 함량은 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와 5%에서 유의적 차이를 나타냈다. 60°C에서 살균한 시험구의 총당 함량은 대조구와는 5%에서 유의적 차이를 나타내지만 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와는 5%에서 유의적 차이를 나타내지 않았으며 에탄올 함량은 대조구와 온도별 살균된 시험구들 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 대조구와 60°C에서 살균된 시험구의 pH, 총산, 총당 함량의 변화로 진양주에 품질에 영향을 미치게 된다고 생각된다.

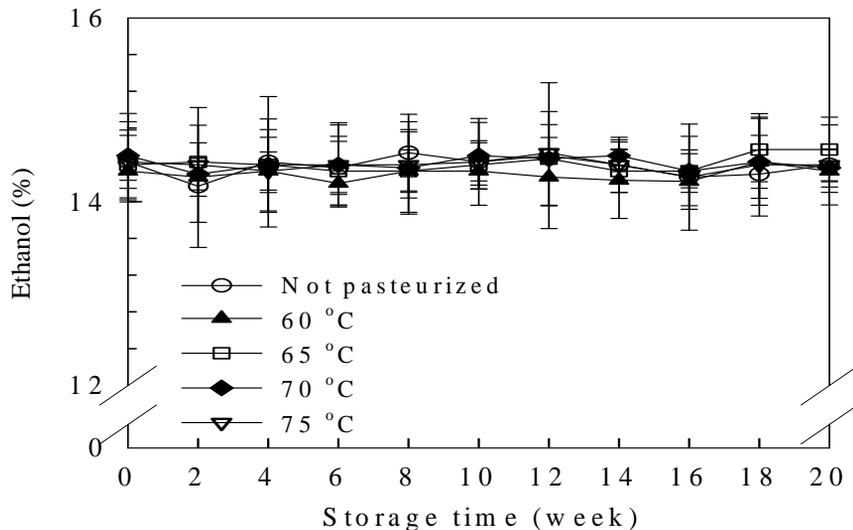


Fig. 15. Changes in ethanol content of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks.

마) 색도

Table 23은 60, 65, 70, 75에서 살균한 시험구를 37°C에서 20주간 저장하면서 저장 중 색도 L값의 변화를 나타낸 것이다. 살균하지 않은 대조구는 저장 16주부터 L값이 96.85에 84.16로 감소되었고 그 후부터는 변화가 없었고 저장 20주에는 84.25로 나타내었다. 살균된 시험구는 저장 14주부터 96.24-97.16에서 91.52-92.52로 감소되었고 저장 20주에는 91.32-92.18로 나타냈다. 대조구는 저장 기간 중 저장 2-14주와 16-20주 시험구 사이에는 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났고 온도별 살균된 시험구는 저장 기간 중 저장 2-12주와 14-20주 사이에 5%에서 유의적 차이를 나타냈다. 전체적으로 저장 기간이 길어짐에 따라 L값이 감소되는 경향을 나타냈다. 살균하지 않은 진양주는 미생물들의 작용으로 저장 16주부터 침전 현상이 생기면서 L값이 급격히 감소된 것으로 생각되고 살균된 시험구는 침전이 생기지 않아서 대조구보다 적게 감소되었다고 생각된다. 37°C에서 저장 시 저장 온도가 높아서 일부 저온, 중온성 미생물의 생장을 억제하여 침전이 생기는 시간이 20°C에서 저장한 진양주보다 느린 것으로 생각된다(43).

저장기간 중 a값의 변화는 Table 24에 나타내었다. 대조구는 -2.06에서 -2.26 사이에서 변화되었고 살균된 시험구는 -1.92에서 -2.24사이에서 변화되었다. 저장기간 동안 대조구, 각 온도별로 살균된 시험구는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 그리고 대조구와 온도별로 살균된 시험구는 저장 기간 별 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 25는 저장기간 동안 b값의 변화를 나타냈다. 대조구는 저장 14주부터 12.36에서 16.56로 증가하였고 그 후부터는 변화가 없었으며 저장 20주에는 16.43로 나타났다. 저장 14주 전후로 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타내었다. 온도별 살균된 시험구도 저장 14주부터 12.65-13.16에서 15.36-16.32로 증가하였고 그 후부터 서서히 증가하여 저장 20주에는 17.54-18.68로 증가하였다. 저장 기간의 길어짐에 따라 황색도가 증가하는 것은 진양주 중의 당과 아미노화합물의 축합반응이 자연발생적으로 진행되면서 발생한 것이라고 생각된다. 이러한 결과는 Chung 등(44) 이 좁쌀 약주 저장 시 b값이 저장 기간의 길어짐에 따라 증가되었다는 결과와 비슷하였다.

진양주를 37°C에서 저장 시 저장기간이 길어짐에 따라 L값은 감소하고 b값은 증가하며 a값은 변화가 없는 것으로 나타났다.

Table 23. Changes in color L values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^x 97.68±0.52 ^{1)b}	^x 96.22±0.35 ^b	^x 96.45±0.42 ^b	^x 96.59±0.24 ^b	^x 96.86±0.54 ^b	^x 96.52±0.32 ^b
60°C*	^x 97.56±0.35 ^b	^x 97.02±0.39 ^b	^x 96.86±0.53 ^b	^x 96.12±0.42 ^b	^x 97.08±0.45 ^b	^x 96.88±0.52 ^b
65°C	^x 97.16±0.48 ^b	^x 96.46±0.33 ^b	^x 96.85±0.43 ^b	^x 96.26±0.35 ^b	^x 96.36±0.18 ^b	^x 96.73±0.62 ^b
70°C	^x 97.25±0.32 ^b	^x 97.06±0.42 ^b	^x 96.87±0.38 ^b	^x 96.68±0.28 ^b	^x 96.98±0.37 ^b	^x 97.12±0.28 ^b
75°C	^x 96.68±0.48 ^b	^x 96.85±0.42 ^b	^x 96.43±0.36 ^b	^x 96.53±0.37 ^b	^x 96.25±0.28 ^b	^x 96.49±0.32 ^b

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 96.26±0.28 ^b	^x 96.85±0.31 ^b	^x 84.16±0.32 ^a	^x 84.56±0.35 ^a	^x 84.25±0.36 ^a
60°C*	^x 96.32±0.28 ^b	^x 92.23±0.36 ^b	^y 91.76±0.26 ^a	^y 92.16±0.28 ^a	^y 91.32±0.46 ^a
65°C	^x 96.24±0.27 ^b	^x 91.52±0.26 ^b	^y 92.85±0.28 ^a	^y 93.02±0.37 ^a	^y 92.13±0.48 ^a
70°C	^x 97.16±0.25 ^b	^x 92.52±0.36 ^b	^y 92.35±0.27 ^a	^y 92.25±0.22 ^a	^y 92.18±0.31 ^a
75°C	^x 96.27±0.38 ^b	^x 92.46±0.23 ^b	^y 92.19±0.23 ^a	^y 92.26±0.28 ^a	^y 92.16±0.38 ^a

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{x-y} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 24. Changes in color a values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^{ns} -2.28±0.06 ^{1)NS}	^{ns} -2.24±0.05	^{ns} -2.16±0.07	^{ns} -2.08±0.05	^{ns} -2.06±0.07	^{ns} -2.27±0.08
60°C*	-2.02±0.08 ^{NS}	-2.10±0.06	-1.98±0.05	-2.02±0.06	-2.04±0.02	-1.97±0.04
65°C	-1.92±0.04 ^{NS}	-1.99±0.02	-2.06±0.05	-1.92±0.04	-1.95±0.05	-2.12±0.08
70°C	-1.97±0.08 ^{NS}	-2.24±0.07	-2.16±0.05	-2.18±0.06	-2.03±0.06	-2.11±0.05
75°C	-1.98±0.06 ^{NS}	-2.03±0.05	-1.96±0.06	-1.98±0.07	-1.95±0.05	-2.06±0.05

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^{ns} -2.18±0.08	^{ns} -2.31±0.06	^{ns} -2.03±0.04	^{ns} -2.21±0.07	^{ns} -2.26±0.06
60°C*	-1.92±0.04	-2.12±0.06	-2.18±0.06	-2.03±0.08	-2.16±0.05
65°C	-1.94±0.04	-1.95±0.05	-2.02±0.06	-2.12±0.07	-2.06±0.05
70°C	-1.98±0.03	-1.96±0.04	-2.12±0.08	-2.21±0.07	-2.15±0.06
75°C	-1.96±0.07	-1.95±0.06	-2.12±0.07	-2.08±0.06	-2.16±0.08

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{ns} Values in the same column not significant different ($p < 0.05$).

Table 25. Changes in color b values of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^x 12.02±0.28 ^{1)a}	^x 12.56±0.33 ^{1)a}	^x 12.23±0.25 ^a	^x 12.84±0.32 ^a	^x 12.88±0.53 ^a	^x 12.45±0.36 ^a
60°C*	^x 12.96±0.35 ^a	^x 12.42±0.12 ^a	^x 12.85±0.21 ^a	^x 12.26±0.08 ^a	^x 12.38±0.38 ^a	^x 12.14±0.34 ^a
65°C	^x 12.82±0.42 ^a	^x 13.12±0.17 ^a	^x 12.75±0.16 ^a	^x 12.76±0.07 ^a	^x 12.78±0.27 ^a	^x 12.78±0.36 ^a
70°C	^x 12.54±0.37 ^a	^x 12.46±0.35 ^a	^x 12.58±0.24 ^a	^x 12.86±0.27 ^a	^x 12.81±0.32 ^a	^x 12.72±0.27 ^a
75°C	^x 12.82±0.48 ^a	^x 12.89±0.18 ^a	^x 12.86±0.28 ^a	^x 13.12±0.37 ^a	^x 12.78±0.32 ^a	^x 12.82±0.37 ^a

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 12.36±0.33 ^a	^y 16.35±0.38 ^b	^x 16.32±0.28 ^b	^x 16.68±0.32 ^b	^x 16.56±0.36 ^b
60°C*	^x 12.92±0.22 ^a	^y 16.32±0.28 ^b	^x 17.19±0.28 ^b	^y 17.86±0.24 ^b	^y 17.96±0.35 ^b
65°C	^x 12.65±0.26 ^a	^x 15.36±0.32 ^b	^x 17.35±0.28 ^c	^{xy} 17.27±0.35 ^c	^y 17.54±0.33 ^c
70°C	^x 12.67±0.34 ^a	^x 15.68±0.38 ^a	^y 18.12±0.35 ^b	^y 17.86±0.28 ^b	^y 17.98±0.36 ^b
75°C	^x 13.16±0.38 ^a	^{xy} 15.75±0.26 ^b	^y 18.64±0.38 ^c	^y 18.28±0.26 ^c	^y 18.68±0.35 ^c

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

^{x-y} Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

바) 미생물수 변화

Table 26, 27, 28은 60, 65, 70, 75°C에서 살균된 시험구와 살균하지 않은 대조구를 37°C에서 20주간 저장 기간 중 총세균수, 효모균수, 젖산균수의 변화를 나타내었다. 총세균수는 살균하지 않은 대조구에서 저장 2주 4.82×10^4 CFU/mL에서 저장 20주 7.28×10^2 CFU/mL로 감소되는 것으로 나타났다. 온도별 살균한 시험구는 저장 2주 10^2 CFU/mL로 나타났다가 그 후부터는 점차적으로 감소되면

서 60℃에서는 저장 16주, 65, 70, 75℃는 저장 10주부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. 이것은 술자체가 전분과 고분자 물질을 여과과정을 통하여 제거된 것으로 영양성분이 함량이 큰 쪽으로 감소되었고, 에탄올 함량 역시 14%로 증가하였기 때문에 미생물이 생육할 수 있는 조건이 열악하기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 생각된다.

효모균수도 저장 기간의 길어짐에 따라 감소되었고 대조구는 저장 2주 1.75×10^4 CFU/mL에서 저장 8주후부터는 검출되지 않았고 60과 65℃에서 살균된 시험구는 저장 6주부터 검출되지 않았으며 70과 75℃에서 살균된 시험구는 저장 2주부터 검출되지 않았다. 효모균은 20-25℃에서 생장이 적합하다고 Shin(45)등은 보고하였다. 효모균은 37℃ 높은 온도에서 성장발육이 억제되어 저장 기간이 8주후부터 검출되지 않은 것으로 생각된다.

젖산균수도 역시 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 살균하지 않은 대조구에서는 저장 2주 1.78×10^4 CFU/mL에서 저장 8주에는 검출되지 않았고 60과 65℃에서 살균된 시험구는 저장 6주부터 검출되지 않았다. 저장 70과 75℃에서 살균된 시험구는 저장 2주후부터 검출되지 않은 것으로 나타났다. 중온성 균인 젖산균은 37℃이 성장을 억제한 결과라고 생각된다(46).

전체적으로 미생물수는 대조구나 온도별 살균한 시험구나 모두 저장 기간의 증가에 따라 감소되는 것으로 나타났고 효모균과 젖산균은 저장 기간 8주후부터는 검출되지 않은 것으로 나타났다. 살균온도에 따라 미생물수는 차이가 있었고 살균온도가 높을수록 미생물수는 더 적은 것으로 나타났으며 특히 효모균과 젖산균에서 더욱 두드러지게 나타났다.

Table 26. Changes in total bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37℃ for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	4.86×10^4	4.82×10^4	3.86×10^4	1.82×10^4	1.42×10^4	1.15×10^4
60℃*	7.64×10^2	6.72×10^2	4.24×10^2	1.48×10^2	1.15×10^2	8.20×10^1
65℃	6.18×10^2	5.27×10^2	3.43×10^2	1.56×10^2	5.80×10^1	0
70℃	5.28×10^2	4.52×10^2	3.16×10^2	1.45×10^2	2.50×10^1	0
75℃	2.72×10^2	2.26×10^2	1.65×10^2	6.20×10^1	2.40×10^1	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	1.08×10^4	5.18×10^3	1.83×10^3	1.22×10^3	7.28×10^2
60°C*	5.40×10^1	1.40×10^1	0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 27. Changes in yeast counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures during and stored 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.82×10^4	1.75×10^4	1.38×10^4	7.25×10^3	0	0
60°C*	1.96×10^2	1.56×10^2	1.25×10^2	0	0	0
65°C	6.80×10^1	6.60×10^1	4.20×10^1	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	0	0	0	0	0
60°C*	0	0	0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

Table 28. Changes in lactic acid bacteria counts(CFU/mL) of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored 37°C for 20weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	1.96×10^4	1.78×10^4	1.58×10^4	1.16×10^3	0	0
60°C*	2.14×10^2	1.96×10^2	1.28×10^2	0	0	0
65°C	6.20×10^1	5.40×10^1	3.10×10^1	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0	0

continued continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	0	0	0	0	0
60°C*	0	0	0	0	0
65°C	0	0	0	0	0
70°C	0	0	0	0	0
75°C	0	0	0	0	0

* Pasteurized at 60°C.

사) 관능검사

Table 29, 30, 31, 32는 살균하지 않은 대조구와 온도별(60, 65, 70, 75°C) 살균한 진양주를 37°C에서 20주간 저장하면서 2주를 간격으로 색, 향기, 맛, 전체적 기호도에 대해 조사한 결과를 나타내었다. 대조구의 색에 대한 기호도는 저장 2주에는 5.1로 높게 나왔지만 저장 기간이 길어짐에 따라 낮게 되며 저장 12주에는 4.6, 저장 20주에는 3.5로 낮게 나타났다. 60, 65, 70, 75°C에서 살균한 시험구들의 색도에 대한 기호도는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 65°C에서 살균한 시험구가 제일 높게 나타났고 대조구가 제일 낮게 나타났다. 65°C에서 살균한 시험구는 다른 시험구들과 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 대조구가 저장 기간의 증가에 따라 색도에 대한 기호도가 감소된 것은 여러 미생물들의 작용으로 진양주의 침전을 형성하여 이러한 결과를 나타내게 한 것으로 생각된다.

향에 대한 기호도는 Table 30에서 나타내었다. 대조구의 향기에 대한 기호도는 저장 2주에는 5.0, 저장 12주에는 4.8, 저장 20주에는 3.6로 저장 기간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 시험구는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났다. 65℃에서 살균한 시험구는 제일 높게 나타났고 대조구가 제일 낮게 나타났다. 65℃에서 살균한 시험구는 다른 시험구와 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

맛에 대한 기호도는 Table 31에서 나타내었다. 대조구는 저장 2주에 5.1, 저장 12주에는 4.7, 저장 20주에는 3.1로 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 그러나 온도별 살균된 시험구들은 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났고 저장 기간과는 관계없이 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 65℃에서 살균된 시험구가 다른 시험구보다 높게 나타났으며 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

전체적 기호도는 Table 32에서 나타내었다. 대조구가 저장 2주 5.0, 저장 12주 4.8, 저장 20주에는 3.5로 저장 기간이 길어짐에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 온도별로 살균된 시험구는 저장 기간 동안 변화가 없는 것으로 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 65℃에서 살균한 시험구가 다른 시험구에 비해 높게 나타났으며 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

전반적으로 60, 65, 70, 75℃에서 살균된 진양주를 37℃에서 20주간 저장 시 전체적 기호도 65℃가 제일 좋은 것으로 나타났다. 때문에 살균온도도 65℃를 선택하는 것이 적합하다고 생각된다.

Table 29. Sensory evaluation¹⁾ of color of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37℃ for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.1±0.5 ^{2)c}	^y 5.1±0.3 ^c	^y 5.0±0.4 ^c	^x 5.0±0.4 ^{bc}	^x 4.8±0.5 ^b	^{xy} 4.9±0.4 ^{bc}
60℃*	^y 5.3±0.4 ^{NS}	^y 5.2±0.2	^y 5.1±0.5	^y 5.0±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.0±0.2
65℃	^y 5.3±0.5 ^{NS}	^y 5.3±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.5±0.4	^y 5.3±0.3	^y 5.2±0.4
70℃	^x 4.6±0.3 ^{NS}	^x 4.7±0.4	^x 4.6±0.2	^x 4.8±0.5	^y 5.0±0.3	^{xy} 4.9±0.3
75℃	^x 4.5±0.4 ^{NS}	^x 4.5±0.3	^x 4.6±0.4	^x 4.5±0.5	^x 4.6±0.5	^x 4.4±0.2

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.6±0.4 ^b	^y 4.7±0.3 ^b	^x 3.7±0.3 ^a	^x 3.2±0.3 ^a	^x 3.5±0.3 ^a
60°C*	^y 5.1±0.5	^y 4.8±0.3	^y 4.9±0.3	^y 4.7±0.3	^y 4.8±0.4
65°C	^z 5.4±0.5	^z 5.4±0.4	^z 5.4±0.5	^z 5.4±0.4	^z 5.3±0.3
70°C	^y 4.9±0.4	^y 4.7±0.3	^y 4.6±0.2	^y 4.5±0.3	^y 4.6±0.5
75°C	^x 4.2±0.3	^x 4.3±0.2	^y 4.2±0.5	^y 4.3±0.3	^y 4.4±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 30. Sensory evaluation¹⁾ of flavor of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.1±0.5 ^{2)b}	^y 5.0±0.3 ^b	^y 5.1±0.4 ^b	^{xy} 4.9±0.3 ^b	^{xy} 4.9±0.3 ^b	^{xy} 4.8±0.4 ^b
60°C*	^{xy} 5.2±0.4 ^b	^y 5.1±0.4 ^b	^y 5.2±0.3 ^b	^y 5.0±0.5 ^b	^y 5.0±0.4 ^b	^y 5.1±0.4 ^b
65°C	^y 5.1±0.5 ^{NS}	^y 5.2±0.3	^y 5.3±0.3	^y 5.2±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.2±0.3
70°C	^x 4.8±0.5 ^{NS}	^x 4.7±0.3	^x 4.6±0.5	^{xy} 4.8±0.2	^{xy} 4.8±0.5	^x 4.6±0.2
75°C	^x 4.9±0.6 ^{NS}	^x 4.3±0.3	^x 4.6±0.3	^x 4.7±0.5	^x 4.5±0.2	^x 4.4±0.4

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^y 4.8±0.3 ^b	^x 4.7±0.3 ^b	^x 3.8±0.3 ^a	^x 3.3±0.3 ^a	^x 3.6±0.4 ^a
60°C*	^y 5.0±0.3 ^b	^{xy} 4.9±0.4 ^b	^y 4.7±0.4 ^a	^y 4.6±0.4 ^a	^y 4.6±0.4 ^a
65°C	^z 5.5±0.2	^y 5.2±0.3	^z 5.2±0.3	^z 5.3±0.5	^z 5.2±0.5
70°C	^x 4.4±0.4	^x 4.7±0.4	^y 4.6±0.4	^y 4.5±0.4	^y 4.7±0.3
75°C	^x 4.3±0.4	^x 4.6±0.4	^y 4.6±0.5	^y 4.5±0.5	^y 4.4±0.3

* Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 31. Sensory evaluation¹⁾ of taste of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.2±0.5 ^{2)c}	^y 5.1±0.5 ^c	^{xy} 4.9±0.5 ^c	^{xy} 4.9±0.4 ^{bc}	^y 5.0±0.5 ^c	^x 4.8±0.4 ^b
60°C*	^y 5.2±0.4 ^b	^y 5.2±0.3 ^b	^y 5.1±0.5 ^b	^{xy} 4.9±0.3 ^{ab}	^y 5.1±0.5 ^b	^x 4.9±0.5 ^{ab}
65°C	^y 5.3±0.4 ^{NS}	^y 5.2±0.4	^y 5.3±0.4	^y 5.2±0.4	^y 5.1±0.5	^y 5.3±0.2
70°C	^x 4.6±0.4 ^{NS}	^x 4.5±0.5	^{xy} 4.8±0.5	^{xy} 4.9±0.3	^y 4.8±0.5	^x 4.7±0.3
75°C	^x 4.6±0.3 ^{NS}	^x 4.6±0.5	^x 4.3±0.2	^x 4.2±0.4	^x 4.3±0.3	^x 4.5±0.4

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.7±0.3 ^b	^x 4.6±0.5 ^b	^x 3.8±0.4 ^a	^x 3.0±0.3 ^a	^x 3.1±0.3 ^a
60°C [*]	^y 5.0±0.4 ^b	^x 4.8±0.3 ^a	^y 4.8±0.4 ^a	^y 4.6±0.3 ^a	^y 4.7±0.5 ^a
65°C	^y 5.3±0.5	^y 5.2±0.2	^z 5.3±0.4	^z 5.2±0.3	^z 5.2±0.5
70°C	^x 4.8±0.3	^x 4.7±0.5	^y 4.5±0.3	^y 4.6±0.5	^y 4.7±0.3
75°C	^x 4.5±0.4	^x 4.6±0.3	^y 4.7±0.3	^y 4.7±0.5	^y 4.5±0.5

^{*} Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 32. Sensory evaluation¹⁾ of overall acceptability of *Jinyangju* pasteurized at different temperatures and stored at 37°C for 20 weeks

	Storage time (week)					
	0	2	4	6	8	10
Not pasteurized	^y 5.2±0.5 ^{2)c}	^y 5.0±0.4 ^c	^y 4.9±0.3 ^{cb}	^y 5.0±0.4 ^c	^{xy} 4.9±0.4 ^{cb}	^x 4.8±0.4 ^b
60°C [*]	^y 5.4±0.4 ^c	^y 5.2±0.3 ^b	^z 5.3±0.4 ^b	^y 5.0±0.4 ^b	^{xy} 5.0±0.4 ^b	^y 5.1±0.5 ^b
65°C	^y 5.5±0.4 ^{NS}	^y 5.3±0.5	^z 5.4±0.3	^y 5.4±0.5	^y 5.4±0.3	^y 5.2±0.2
70°C	^x 4.8±0.3 ^{NS}	^{xy} 4.9±0.5	^y 4.8±0.3	^{xy} 4.8±0.4	^x 4.7±0.4	^x 4.8±0.3
75°C	^x 4.5±0.3 ^{NS}	^x 4.3±0.4	^x 4.4±0.4	^x 4.4±0.4	^x 4.5±0.5	^x 4.5±0.3

continued

continued

	Storage time (week)				
	12	14	16	18	20
Not pasteurized	^x 4.8±0.4 ^b	^x 4.7±0.3 ^b	^x 3.6±0.3 ^a	^x 3.4±0.3 ^a	^x 3.5±0.3 ^a
60°C [*]	^y 5.0±0.4 ^b	^x 4.8±0.5 ^a	^y 4.7±0.4 ^a	^y 4.8±0.4 ^a	^y 4.7±0.4 ^a
65°C	^y 5.4±0.4	^y 5.4±0.5	^z 5.4±0.3	^z 5.5±0.5	^z 5.4±0.5
70°C	^x 4.6±0.4	^x 4.5±0.3	^y 4.5±0.4	^y 4.6±0.4	^y 4.6±0.4
75°C	^x 4.4±0.4	^x 4.5±0.3	^y 4.5±0.4	^y 4.4±0.5	^y 4.5±0.4

^{*} Pasteurized at 60°C.

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{NS} Values in the same row are not significant different ($p < 0.05$).

^{x-z} Values in the same column sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

다. 부위별 유자 첨가량에 따른 진양주의 이화학적 특성의 변화

1) 유자 과육의 첨가량에 따른 진양주의 이화학적 특성의 변화

가) pH

Fig. 15에서는 유자 과육을 첨가하지 않은 대조구와 5, 7.5, 10, 12.5, 15% 첨가한 시험구를 15°C에서 발효 중 pH의 변화를 측정하여 나타내었다. 대조구와 모든 실험구에서 발효 8일째까지는 감소하는 추세를 보였고 9일째부터는 증가하는 추세를 보였으며, 발효 14일째 대조구는 4.23, 유자 과육을 첨가한 진양주에서는 각각 4.35, 4.30, 4.31, 3.69, 3.63으로 되었다. 이는 앞에서 실험한 것과 같은 결과를 보였다. 대조구와 5, 7.5, 10% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 없었으나, 12.5%, 15% 첨가한 시험구에서는 대조구와 유의적인 차이가 있었다.

나) 총산

총산은 14일 동안 24시간 간격으로 측정하여 Fig. 16에 나타내었다. 담금 직후에는 0.88-1.25%를 나타냈고 발효 2일부터는 서서히 증가하면서 대조구, 유자 과육 5%, 7.5%, 10% 첨가구에서는 1.53-1.61%로 발효 8일째에, 12.5%, 15% 첨

가구에서는 발효 7일째 2.45, 2.55%로 최고치를 보였다가 그 후부터 서서히 감소되었다. 대조구와 5, 7.5, 10% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 없었으나, 12.5%, 15% 첨가한 시험구에서는 대조구와 유의적인 차이가 있었다.

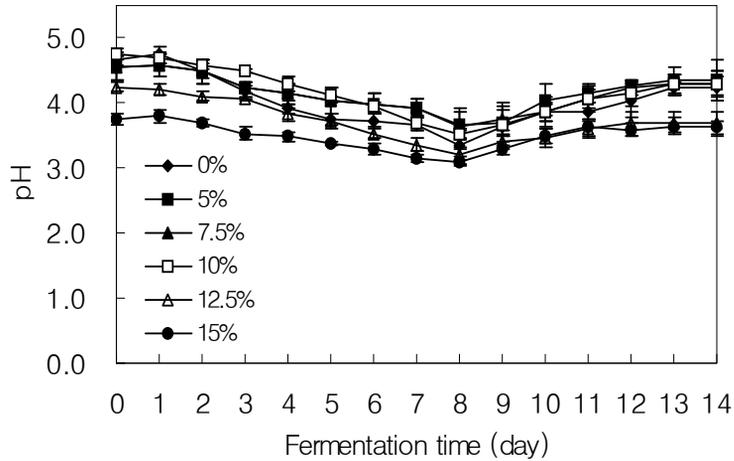


Fig. 15. Changes in pH of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp.

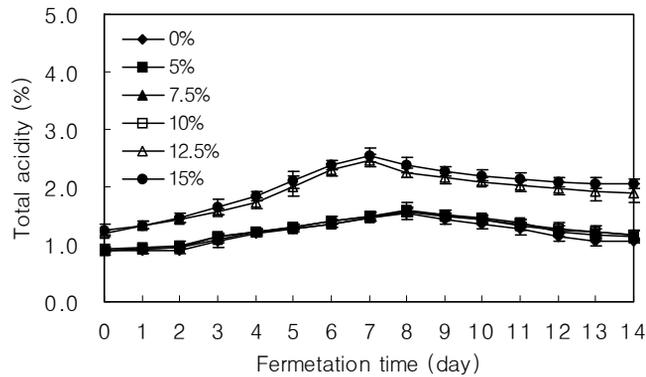


Fig. 16. Changes in total acidity of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp.

다) 총당

각 시험구의 14일간의 발효 과정 중 진양주의 총당 함량 변화는 Fig. 17과 같다. 총당 함량은 담금일에 23.00-24.07%로 나타났고 발효 과정 중 서서히 감소하면서 최종 발효 14일째에는 6.37-8.36%로 나타났다. 대조구와 5, 7.5, 10% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 없었으나, 12.5%, 15% 첨가한 시험구에서는 대조구와 유의적인 차이가 있었다.

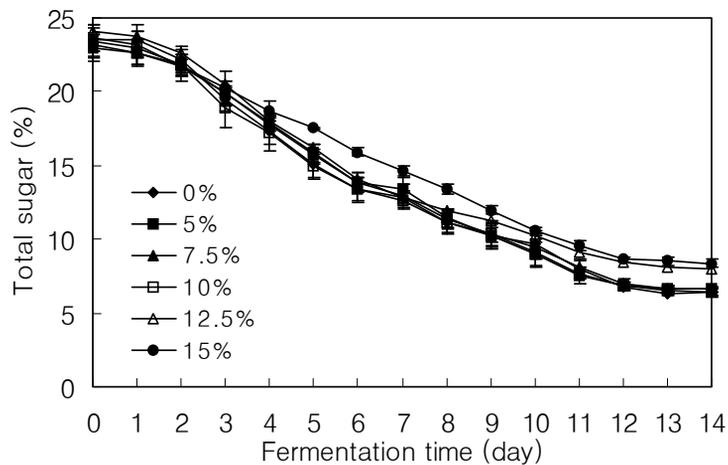


Fig. 17. Changes in total sugar of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp.

라) 에탄올

유자 과육을 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% 첨가하여 14일간 발효시킨 진양주의 에탄올 함량의 변화는 Fig. 18과 같았다. 발효 1일째 모든 시험구의 에탄올 함량은 0%이었고 발효되는 동안 서서히 증가하면서 최종 발효 14일째에는 13.3-15.53%로 나타났다. 대조구와 5, 7.5, 10% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 없었으나, 12.5%, 15% 첨가한 시험구에서는 대조구와 유의적인 차이가 있었다.

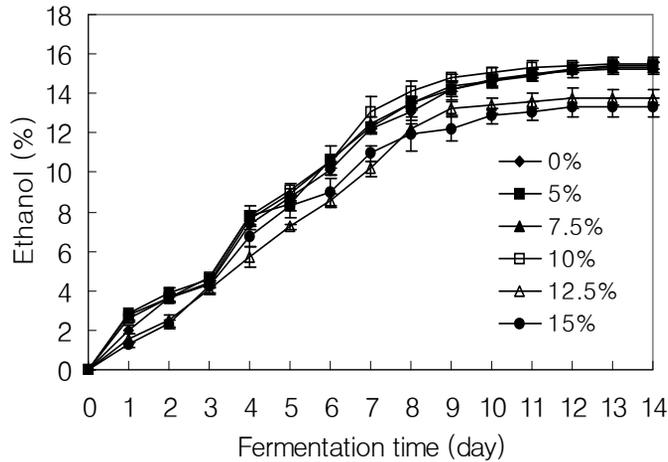


Fig. 18. Changes in ethanol content of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp.

마) 색도

유자 과육을 첨가하지 않은 대조구와 유자 과육의 첨가량을 5, 7.5, 10, 12.5, 15%로 하여 14일간 발효를 진행하여 제조한 실험구의 색도를 Table 33에 나타내었다. L 값은 대조구와 5, 7.5% 유자 과육을 첨가한 시험구간에서는 유의적 차이가 없었고 10, 12.5, 15% 유자 과육을 첨가한 시험구간에서는 유의적 차이를 보였다.

바) 관능검사

Table 34에서는 유자를 첨가하지 않은 대조구와 첨가량을 다르게 하여 제조된 실험구간의 관능검사를 통하여 색, 향, 맛, 전체적 기호도를 조사하였다. 색에 있어서는 대조구와 유자 과육을 5, 7.5% 첨가한 시험구 사이에서 유의적 차이를 확인할 수 없었으나 10, 12.5, 15%에서는 각각 5.7, 5.8, 6.2로 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 특히 유자 과육을 15% 첨가한 시험구에서는 6.2로 유의적으로 큰 값을 가졌다. 향은 대조구와 유자 과육을 5, 7.5% 첨가한 시험구 사이에서 유의적 차이를 확인할 수 없었으나 10, 12.5, 15%에서는 각각 5.6, 5.4, 5.2로 유의적 차이를 확인할 수 있었다. 유자 과육을 10% 첨가하여 제조한 실험구의 경우에서 5.6으로 유의적으로 가장 높은 수치를 보였다. 맛은 대조구와 유자 과육

을 5, 12.5, 15% 첨가한 시험구 사이에서 유의적 차이를 보이지 않았고 유자 과육을 7.5, 10% 첨가한 시험구 사이에서 각각 5.1, 5.8로 유의적인 차이를 보였는데 10% 첨가한 시험구에서 유의적으로 높은 값을 보였다. 전체적 기호도는 대조구와 5, 7.5%의 유자 과육을 첨가한 시험구에서 유의적 차이를 나타내지 않았으며 10%의 유자 과육을 첨가한 시험구에서는 유의적으로 높은 결과를, 12.5, 15%의 유자 과육을 첨가한 시험구에서는 유의적으로 낮은 결과를 보였다.

Table 33. Changes in color L, a and b value of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp

Addition levels of Citron pulp (%)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
0	95.44±0.70 ^{1)a}	-0.47±0.05 ^{ab}	5.56±0.27 ^d
5	95.35±1.32 ^a	-0.54±0.07 ^{ab}	5.05±0.71 ^{cd}
7.5	96.02±0.88 ^{ab}	-0.79±0.18 ^{ab}	4.35±0.53 ^{bc}
10	98.08±0.55 ^{bc}	-1.08±0.20 ^{ab}	4.10±0.24 ^{bc}
12.5	98.21±0.37 ^c	-1.55±0.27 ^a	3.62±0.17 ^b
15	98.44±0.20 ^c	0.70±0.93 ^b	2.47±0.16 ^a

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

Table 34. Sensory evaluation¹⁾ of *Jinyangju* at different addition levels of citron pulp

Addition levels of Citron pulp (%)	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
0	4.8±0.8 ^{2)a}	4.8±0.6 ^a	4.6±0.7 ^a	5.1±0.8 ^b
5	5.1±0.6 ^a	4.5±0.5 ^a	4.5±0.6 ^a	4.8±0.6 ^b
7.5	5.2±1.2 ^a	4.7±0.6 ^a	5.1±0.9 ^b	5.0±1.1 ^b
10	5.7±0.8 ^b	5.6±0.9 ^c	5.8±1.1 ^c	5.6±0.9 ^c
12.5	5.8±1.1 ^b	5.4±1.2 ^{bc}	4.6±0.5 ^a	4.3±0.4 ^a
15	6.2±1.2 ^c	5.2±0.7 ^b	4.6±0.7 ^a	4.1±0.5 ^a

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

2) 유자 과피를 첨가한 진양주의 이화학적 특성의 변화

가) pH

유자 과피를 첨가하지 않은 대조구와 10, 20, 30, 40% 첨가한 실험구의 발효 과정 중 pH의 변화를 Fig. 19에 나타내었다. 유자 과피를 첨가하여 제조한 진양주 역시 유자 과육을 첨가하여 제조한 진양주와 같이 대조구와 모든 실험구에서 발효 8일째까지 감소하다가 9일째부터는 증가하는 추세를 보였으며, 발효 14일째 대조구는 4.24, 유자 과피를 첨가한 진양주에서는 각각 3.71-4.40으로 되었다. 대조구와 10, 20% 첨가한 실험구는 서로 유의적인 차이가 없었으며, 30, 40% 첨가한 실험구에서는 유의적인 차이가 있었다.

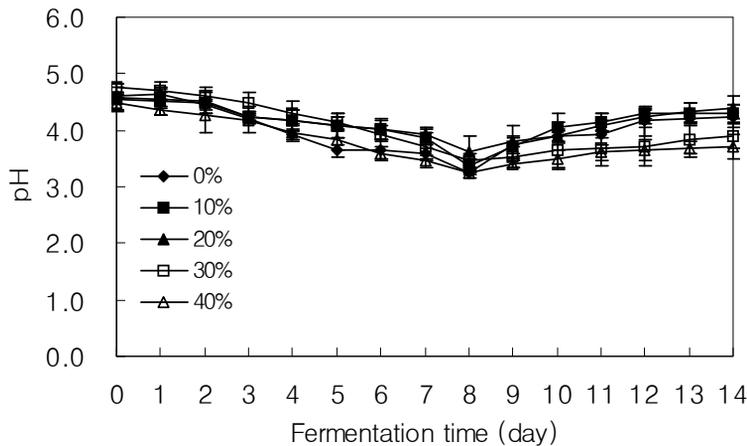


Fig. 19. Changes in pH of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel.

나) 총산

유자 과피를 첨가하여 제조한 진양주의 총산을 14일 발효 기간 동안 측정하여 Fig. 20에 나타내었다. 대조구와 10, 20, 30%의 유자 과피를 첨가한 실험구는 발효 8일째 1.47-2.33%, 40%의 유자 과피를 첨가한 실험구는 발효 7일째 2.44로 최대치를 나타내었고 그 후부터 감소하는 경향을 나타내었다. 대조구와 10, 20% 첨가한 실험구는 서로 유의적인 차이가 없었으며, 30, 40% 첨가한 실험구에서는 유의적인 차이가 있었다.

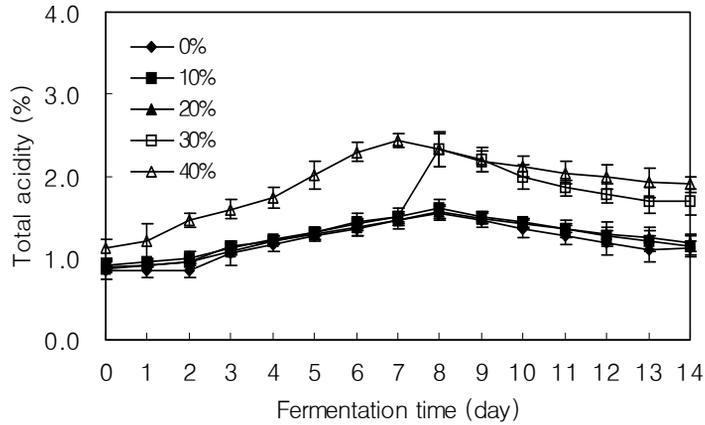


Fig. 20. Changes in total acidity of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel.

다) 총당

각 시험구의 14일간의 발효 기간 동안 총당 함량의 변화는 Fig. 21과 같았다. 대조구와 시험구에서 총당 함량의 변화는 발효 기간 동안 감소하는 경향을 보였으며, 담금일에는 19.7-23.56으로 나타났고 최종 발효 14일째에는 6.37-8.67로 나타났다. 대조구와 10, 20%의 유자 과피를 첨가한 시험구에서는 감소하는 폭이 보다 컸으며, 30, 40%의 유자 과피를 첨가한 시험구에서는 감소하는 폭이 보다 작았다. 대조구와 10, 20% 첨가한 실험구는 서로 유의적인 차이가 없었으며, 30, 40% 첨가한 실험구에서는 유의적인 차이가 있었다.

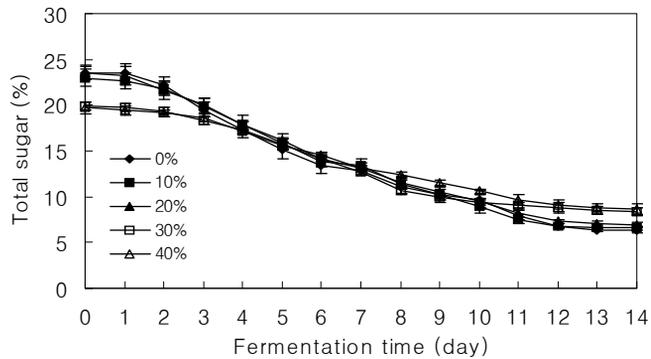


Fig. 21. Changes in total sugar of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel.

라) 에탄올

14일의 발효 기간 동안 대조구와 유자 과피를 10, 20, 30, 40% 첨가한 시험구에서 에탄올 함량 변화를 Fig. 22에 나타내었다. 대조구와 시험구에서는 발효 기간 동안 증가하는 추세를 보였으며, 에탄올 함량은 담금일에서 0%이었고 최종 발효 14일에서는 11.97-15.20으로 나타났다. 대조구와 10, 20% 첨가한 시험구는 서로 유의적인 차이가 없었으며, 30, 40% 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이가 있었다.

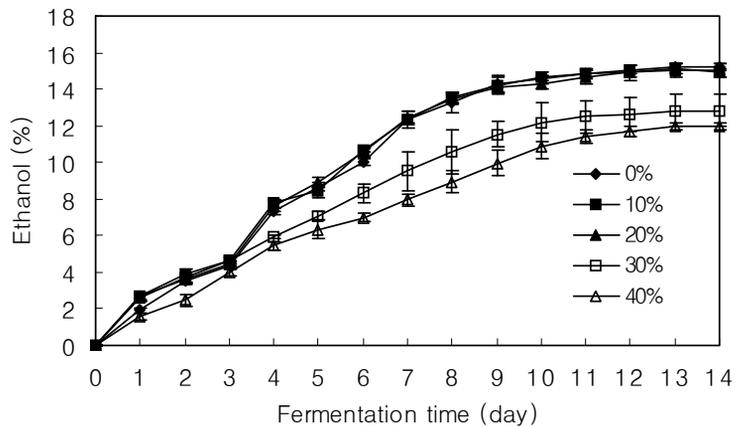


Fig. 22. Changes in ethanol content of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel.

마) 색도

14일간 발효시킨 대조구와 10, 20, 30, 40% 유자 과피를 첨가한 시험구 간의 색도 변화를 Table 35에 나타내었다. L 값에서는 대조구와 10% 유자 과피를 첨가한 시험구 간의 유의적 차이는 없었고 20, 30, 40% 유자 과피를 첨가한 시험구에서는 유의적인 차이를 발견할 수 있었다. a 값은 유자 과피를 첨가하지 않은 대조구와 10% 유자 과피를 첨가한 실험구에서 유의적 차이를 보이지 않았으며 20, 30, 40% 유자 과피를 첨가한 시험구에서 과피의 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. b 값은 대조구와 10% 유자 과피를 첨가하여 제조한 시험구에서 유의적 차이가 없었고 20, 30, 40% 유자 과피를 첨가하여 제조한 시험구는 유의적인 차이를 보였다.

바) 관능검사

유자 과피 첨가량을 10, 20, 30, 40%로 하여 제조한 시험구와 대조구 사이의 5% 유의 수준에서 유의적 차이를 Table 36에 나타내었다. 색에서는 대조구와 유자 과피 첨가량을 10%로 하여 제조한 시험구는 유의적 차이를 보이지 않았고 유자 과피 첨가량을 20, 30, 40%로 하여 제조한 시험구는 각각 5.4, 5.8, 6.1로 유의적 차이를 보였으며 유자 과피 첨가량을 30, 40%로 하여 제조한 시험구에서 유의적으로 높은 값을 보였다. 향에서도 색에서 보인 것과 같은 경향의 유의적 차이를 보였으며 유자 과피 첨가량을 30, 40%로 하여 제조한 시험구에서 각각 6.5, 6.4로 유의적으로 높은 결과를 보였다. 맛은 대조구와 유자 과피 첨가량을 40%로 하여 제조한 시험구에서 유의적 차이가 없었으며 유자 과피 첨가량을 10, 20, 30%로 하여 제조한 시험구에서 유의적 차이를 보였다. 특히 유자 과피 첨가량을 20%로 하여 제조한 시험구에서 5.8로 유의적으로 높은 결과를 나타내었다. 전체적 기호도는 맛과 같은 경향으로 대조구와 40%로 하여 제조한 시험구에서 유의적 차이가 없었으며 유자 과피 첨가량을 10, 20, 30%로 하여 제조한 시험구에서 유의적 차이를 보였다. 특히 유자 과피 첨가량을 20%로 하여 제조한 시험구에서 5.6으로 유의적으로 높은 결과를 나타내었다.

Table 35. Changes in color L, a and b value of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel

Addition levels of citron peel (%)	L	a	b
0	95.52±0.66 ^{1)a}	-0.45±0.04 ^d	5.69±0.19 ^c
10	95.34±1.32 ^a	-0.50±0.02 ^{cd}	5.17±0.70 ^{bc}
20	98.22±0.25 ^b	-0.61±0.05 ^c	4.11±0.15 ^{ab}
30	98.07±0.56 ^b	-0.83±0.06 ^b	4.09±0.21 ^{ab}
40	98.33±0.26 ^b	-1.19±0.06 ^a	3.81±0.46 ^a

¹⁾ Mean ± SD.

^{a-d} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

Table 36. Sensory evaluation¹⁾ of *Jinyangju* at different addition levels of citron peel

Addition levels of Citron peel (%)	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
0	4.2±0.7 ^{2)a}	4.8±0.7 ^a	4.2±0.4 ^a	4.2±0.7 ^a
10	4.5±0.6 ^a	5.2±1.1 ^a	4.9±0.8 ^b	4.9±0.8 ^b
20	5.4±0.8 ^b	5.9±0.5 ^b	5.8±1.1 ^c	5.6±1.2 ^c
30	5.8±0.6 ^c	6.5±1.2 ^c	4.8±0.8 ^b	5.0±1.0 ^b
40	6.1±1.2 ^c	6.4±0.8 ^c	4.1±0.6 ^a	3.9±0.3 ^a

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

3) 유자즙을 첨가한 진양주의 이화학적 특성의 변화

가) pH

Table 37은 14일간의 발효 기간을 거쳐 제조한 진양주에 유자즙을 첨가하지 않은 대조구와 1, 2, 2.5, 3, 4%의 유자즙을 첨가한 시험구 사이의 유의적 차이를 유의 수준 5%에서 나타내었다. 대조구와 모든 시험구에서 유의적 차이는 보이지 않았다.

나) 총산

유자즙을 첨가하지 않은 대조구와 유자즙을 1, 2, 2.5, 3, 4% 첨가한 시험구의 총산 함량의 변화를 Table 38에 나타내었다. 대조구와 유자즙을 1, 2, 2.5% 첨가한 시험구에서 유의적 차이는 없었으며 유자즙을 3, 4% 첨가한 시험구에서는 각각 1.61, 1.70으로 유의적으로 차이를 보였다.

다) 총당

대조구와 1, 2, 2.5, 3, 4%의 유자즙을 첨가한 시험구의 14일간 발효 기간 동안 총당 함량 변화를 Table 39에 나타내었다. 유자즙을 첨가하지 않은 대조구와 유자즙을 1, 2, 2.5% 첨가한 시험구에서 유의적 차이는 보이지 않았고 유자즙을 3,

4% 첨가한 시험구에서 1.61, 1.70으로 유의적인 차이를 보였다.

라) 에탄올 함량

Table 39는 14일 동안 발효를 시킨 대조구와 1, 2, 2.5, 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구의 에탄올 함량의 변화를 나타내었다. 대조구와 모든 시험구 간에 유의적인 차이는 나타내지 않았다.

Table 39. Changes in pH, total acidity, total sugar and ethanol content of *Jinyangju* at different addition levels of citron juice

Addition levels of citron juice (%)	pH	Total acidity	Total sugar	ethanol content
0	4.24±0.20 ^{1)NS}	1.22±0.09 ^a	6.37±0.09 ^{NS}	15.20±0.20 ^{NS}
1	4.20±0.29	1.14±0.10 ^a	6.41±0.23	15.33±0.31
2	4.20±0.39	1.18±0.06 ^a	6.40±0.35	15.20±0.20
2.5	4.09±0.31	1.20±0.13 ^a	6.42±0.26	15.13±0.31
3	3.64±0.10	1.61±0.14 ^b	6.41±0.27	15.27±0.42
4	3.58±0.16	1.70±0.16 ^b	6.43±0.26	15.30±0.27

¹⁾ Mean±SD.

^{NS} Values in the same column are not significant different ($p<0.05$).

^{a-b} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

마) 색도

유자즙을 1, 2, 2.5, 3, 4% 첨가한 시험구와 대조구의 유의적 차이를 Table 40에 나타내었다. L 값에서는 대조구와 시험구에서 유의적인 차이를 나타내지 않았고 a 값은 대조구와 1, 2, 2.5% 유자즙을 첨가한 시험구에서 유의적인 차이는 보이지 않았으나 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서 각각 -1.19, -1.44로 유의적으로 큰 결과를 보였다. b 값에서도 a 값에서 보인 경향과 유사한 경향을 나타내었는데 대조구와 1, 2, 2.5% 유자즙을 첨가한 시험구에서 유의적인 차이는 보이지 않았으나 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서 각각 3.81, 3.64로 유의적으로 작은 값을 보였다.

바) 관능검사

Table 41에서는 대조구와 1, 2, 2.5, 3, 4%의 유자즙을 첨가한 시험구 간의 관

능검사 결과를 유의적으로 나타내었다. 색에서는 대조구와 유의적인 차이를 보인 시험구는 없었으며 1, 2, 2.5, 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서 각각 4.9, 5.1, 5.5, 5.9, 6.1로 유의적으로 큰 값을 나타내었다. 향은 대조구와 1, 2% 유자즙을 첨가한 시험구에서 유의적인 차이가 없었으며 2.5, 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서 대조구보다 유의적으로 큰 결과 값을 나타내었다. 맛에서 대조구와 1, 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서 유의적인 차이는 나타내지 않았으나 2, 2.5%에서 각각 5.3, 5.9로 유의적인 차이를 보였으며, 특히 2.5% 유자즙을 첨가한 시험구에서 최대의 결과 값을 나타내었다. 전체적인 기호도는 대조구와 비교하여 1, 2% 유자즙을 첨가한 시험구에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 2.5% 유자즙을 첨가한 시험구에서 5.7로 가장 높은 결과 값을, 3, 4% 유자즙을 첨가한 시험구에서는 대조구보다 유의적으로 낮은 결과 값을 나타내었다.

Table 40. Changes in color L, a and b value of *Jinyangju* at different addition levels of citron juice

Addition levels of citron juice (%)	L	a	b
0	95.52±0.66 ^{NS}	-0.45±0.04 ^a	5.69±0.19 ^b
1	95.34±1.32	-0.48±0.05 ^a	5.17±0.70 ^b
2	96.28±0.18	-0.50±0.07 ^{ab}	5.82±0.32 ^b
2.5	96.47±0.35	-0.47±0.05 ^{ab}	5.89±0.42 ^b
3	98.07±0.56	-1.19±0.06 ^{bc}	3.81±0.46 ^a
4	98.33±0.26	-1.44±0.36 ^c	3.64±0.20 ^a

¹⁾ Mean±SD.

^{NS} Values in the same column are not significant different ($p<0.05$).

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p<0.05$).

Table 41. Sensory evaluation¹⁾ of *Jinyangju* at different addition levels of citron juice

Addition levels of citron juice (%)	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
0	4.4±0.5 ^{2)a}	4.9±0.7 ^a	4.8±0.6 ^a	5.3±0.7 ^b
1	4.9±0.6 ^b	4.7±0.6 ^a	4.7±0.7 ^a	4.9±0.5 ^b
2	5.1±0.9 ^b	5.0±0.7 ^a	5.3±0.7 ^b	5.0±0.9 ^b
2.5	5.5±0.8 ^c	5.6±0.8 ^b	5.9±1.2 ^c	5.7±1.1 ^c
3	5.9±0.7 ^d	5.8±0.9 ^b	4.7±0.6 ^a	4.7±0.4 ^a
4	6.1±0.9 ^d	5.7±1.2 ^b	4.9±0.8 ^a	4.6±0.5 ^a

¹⁾ 7, like extremely; 1, dislike extremely.

²⁾ Mean ± SD.

^{a-c} Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different by Tukey's test ($p < 0.05$).

다. 결 론

본 연구에서는 발효온도, 멍쌀 첨가 비율을 달리하여 제조된 진양주의 이화학적 특성, 관능적 특성 그리고 몇 가지 조건 온도에서 살균된 진양주를 저장 과정에서 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성 변화를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다. 진양주는 15℃를 발효온도로 하여 제조하는 것이 가장 적합하고, 30% 미만의 멍쌀을 첨가하여 진양주를 제조하여도 품질에 영향을 미치지 않으므로 30% 미만의 멍쌀 첨가가 가능하다고 판단되었다. 그리고 진양주는 65℃에서 살균하는 것이 가장 적합하다고 판단되었다. 또한 유자의 각 부위별로 첨가량을 달리하여 제조한 진양주는 과육을 첨가할 경우 10%를 첨가하는 것이 바람직하고, 과피를 첨가할 경우 20%, 유자즙을 첨가할 경우 2.5%를 첨가하여 진양주를 제조하였을 때 품질에 영향이 미치지 않고 관능적인 측면에서 우수한 진양주를 제조할 수 있을 것으로 판단되었다.

제 3 절 진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산기술의 개발

1. 가공용 특수미에 대한 진양주 제조용 원료쌀의 적성 구명

가. 원료미의 화학성분 조성

(단위: %)

품 종	수 분	조 지 방	조단백질	탄수화물	조 회 분	Amylase
백진주 벼	13.12	0.53	7.24	78.57	0.54	4.5
다 산 벼	12.71	0.58	7.92	78.36	0.43	21.7
대립벼 1호	12.45	0.85	7.41	78.67	0.62	17.5
양 조 벼	12.02	0.81	7.36	79.38	0.43	16.8
일 품 벼	12.65	0.78	7.10	78.65	0.52	16.9

나. 수침시간별 수분흡수 상태

수침시간 품 종	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr
	백진주 벼	31.5	33.7	34.5	34.7	34.8
다 산 벼	28.9	30.0	31.3	31.8	32.3	32.4
대립벼 1호	27.5	30.8	31.1	32.4	32.6	32.6
양 조 벼	29.2	30.2	31.4	31.5	31.6	31.6
일 품 벼	28.8	30.5	31.7	31.8	31.9	32.0

다. koji 발효 중 균사 활착 상태

품 종	발 효 시 간(hr)						비고
	12	18	24	32	40	48	
수원 428호	-	-	+	+	+	+	◦ 밥알끼리 서로 달라붙음 균사활착 불량상태
다 산 벼	-	+	+	++	++	+++	◦ 균의 상태 보통임
대립벼 1호	-	+	+	+++	+++	+++	◦ 균상태 고르며 우수함
양 조 벼	-	+	+	+++	+++	+++	◦ 균상태 고르며 우수함
일 품 벼	-	+	+	++	+++	+++	◦ 균의 상태 양호함

* 균사상태: +++ 우수, ++ 양호, + 보통, - 불량

라. koji 제조 시간별 당화효소력 변화

단위 : Saccharogenic Power

품 종	배 양 시 간 (hr)				
	18	24	30	36	42
수원 428호	3.5	5.8	14.9	19.6	22.9
다 산 벼	4.7	7.6	19.7	25.7	30.2
대립벼 1호	4.4	7.3	18.4	24.1	28.3
양 조 벼	4.6	7.5	19.4	24.9	29.2
일 품 벼	4.4	7.4	18.9	24.6	28.9

마. koji 제조 후 효소력 및 품질

품 종	pH	산 도 (0.1N-NaOHml/10ml)	환원당 (%)	Saccharogenic Power
수원 428호	3.75	1.0	5.8	25.5
다 산 벼	3.41	2.0	3.8	32.8
대립벼 1호	3.46	2.0	3.4	30.1
양 조 벼	3.50	2.2	3.8	31.2
일 품 벼	3.31	1.9	3.5	30.4

바. 쌀 품종별 술덧 품질 특성

품 종	pH	온도 (℃)	산도 (0.1N-NaOH ml/10ml)	아미노산도 (0.1N-NaOH ml/10ml)	환원당 (%)	알콜 (%)	비중
수원 428호	4.26	18.1	3.4	0.5	1.09	16.6	0.997
다 산 벼	4.34	18.1	3.5	0.6	1.04	17.2	0.998
대립벼 1호	4.21	18.3	4.0	0.8	0.93	17.0	0.997
양 조 벼	4.26	18.2	3.4	0.7	1.01	16.4	1.001
일 품 벼	4.31	18.2	3.5	0.6	0.94	16.9	0.998

사. 원료품종별 술덧 색차 비교

품 종	색 차			△E
	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)	
수원 428호	27.67	-0.44	2.37	67.25
다 산 벼	27.85	-0.64	2.61	67.07
대립벼 1호	27.55	-0.41	2.87	67.38
양 조 벼	27.51	-0.68	2.30	67.42
일 품 벼	27.69	-0.52	2.75	67.24

* ST: L: 94.92, a: -0.44, b: 1.68

아. 결과요약

- 양조 원료별 수침 후 수분흡수율은 수원 428호>대립벼 1호>양조벼, 다산벼>일품벼 순이었으며 수침 4시간이면 목적수분 32% 내외가 되었다.
- Koji 제국특성에서 발효기간 중 균사활착상태 및 발효 후 품질은 대립벼 1호 및 양조벼가 가장 우수하였으며 그 다음이 일품벼 및 다산벼로 양호하였고, 수원 428호는 점성이 있어 균사활착이 불량하였다.
- Koji 제조 후 효소력은 다산벼가 32.8sp 로 가장 높았고 그 다음이 양조벼>일품벼, 대립벼>수원 428호 순으로 높았으나 수원 428호는 25.5sp로 효소력이 낮았다.
- 양조원료별 술덧 품질특성에서 산도는 3.4~4.0, 아미노산도는 0.5~0.8, 환원당은 0.93~1.09%, 알콜은 16.6~17.2% 사이였으며 양조중 술덧 발효상태 및 향 등의 품질은 대립벼 1호, 수원 428호, 양조벼가 비교적 양호 하였으며 일품벼 및 다산벼는 미미한 차이였으나 약간 낮았다.
- 술덧을 여과하여 색차를 비교한 결과 육안으로 차이는 구별하기는 어려웠고 기계적 분석값은 L값이 27.51~27.85, a 값이 -0.41~-0.68, b값은 2.30~2.87 사이였다.

2. 곡자 종류별 양조 특성

가. 술덧 발효 중 온도의 변화

곡자종류에 따른 증자 술덧 발효 중 품온을 경시적으로 측정된 결과는 표 1과

같다. 증자 술덧 발효 중의 품온은 담금 24시간 후 개량 곡자구가 27.4℃로 가장 높았고 쌀곡자와 개량곡자는 25.8~26.5℃였으며, 담금 후 48시간에서도 개량곡자구가 30℃로 가장 높았으며 다른 구도 큰 차이는 없었다.

2단 담금 후 24시간이 지난 발효 72시간에서는 쌀곡자구가 28℃로 다른구에 비하여 1.5℃정도 품온이 높았다. 담금 후 96시간 이후부터는 술덧의 온도가 26~27℃의 범위로 나타났으며 담금 120시간 후에는 발효가 거의 진행된 상태이기 때문에 25℃정도의 품온이 유지되었다. 이상의 결과에서 증자에서 1단 담금 후 48시간과 2단 담금 후 24시간 이후에서 술덧의 품온이 높았던 것은 왕성한 발효작용에 기인된 것으로 어느 시험구나 발효후기인 96시간 이후에서 품온이 저하된 것도 알코올 발효작용이 대체로 종료되는 시점으로 생각된다.

표 1. 곡자별 증자술덧 발효 중 온도의 변화

발효시간(hr) 처리구	0	24	48	72	96	120
산성곡자	30℃	27.4℃	29.1℃	26.6℃	26℃	25.1℃
쌀곡자	29.5℃	25.8℃	29.5℃	28℃	27.2℃	25.2℃
개량곡자	29.4℃	26.6℃	30℃	26.6℃	27℃	25.5℃

나. 술덧 발효 중의 pH 및 산도의 변화

곡자종류별 술덧 발효 중의 pH 및 산도변화를 경시적으로 측정한 결과는 표 2, 3과 같다. 발효과정 중의 pH는 발효기간의 경과에 따라 증자구에서는 담금 24시간 이후부터 급격히 감소하여 처리구 모두 pH 4.05~4.17을 보였으며, 개량곡자가 pH 4.05로 제일 낮았다. 2단 담금 후 24시간이 지난 발효 72시간 이후부터는 증자처리구 모두 다시 pH가 증가하는 경향을 나타내었으며 발효 120시간 후의 증자구의 pH는 4.27~4.41의 범위로 개량곡자의 pH가 제일 낮았다. 한편 술덧의 산도변화에서도 pH와 비슷한 경향을 나타내었다. 즉 증자구에서 발효 48시간에서 쌀곡자처리구가 산도 2.7로 가장 낮았으며, 그 다음이 개량곡자, 산성곡자 순으로 각각 산도 2.4, 2.1의 값을 보였다.

2단 담금 후(발효 48시간) 산도의 값이 떨어진 것은 증미 및 곡자의 첨가에 의하여 주요의 산도가 낮아졌으며 발효 72시간 이후부터는 증자처리구의 경우는

산도의 상승이 완만하여서 발효후기인 120시간 이후에는 산성곡자가 3.3, 쌀곡자가 3.2 개량곡자가 3.5였으며 비슷한 범위의 값을 보였다.

표 2. 곡자별 증자술덧 발효 중의 pH변화

발효시간(hr) 처리구	0	24	48	72	96	120
산성곡자	5.92	4.17	5.12	4.30	4.36	4.41
쌀곡자	5.83	4.07	4.83	4.22	4.25	4.27
개량곡자	5.75	4.05	4.68	4.35	4.37	4.40

표 3. 곡자별 증자술덧 발효 중의 산도변화

발효시간(hr) 처리구	0	24	48	72	96	120
산성곡자	1.1	3.2	2.1	3.9	2.8	3.2
쌀곡자	1.5	3.6	2.7	2.1	3.1	3.3
개량곡자	1.4	2.7	2.4	2.8	3.2	3.5

다. 술덧 발효 중 환원당의 변화

술덧 발효 중 환원당의 함량을 경시적으로 측정된 결과는 표 4와 같다. 환원당은 담금 24시간 후 증자 처리구에서는 16.4~17.5mg/ml 범위로 산성곡자구에서 가장 높았으며 발효 120시간 후에는 증자처리구의 경우 개량곡자구가 13.1mg/ml로 가장 높았으며 산성곡자와 쌀곡자는 각각 9.1, 8.6mg/ml 값을 보였다.

표 4. 곡자별 증자술덧 발효 중의 환원당의 변화

발효시간(hr)	0	24	48	72	96	120
처리구						
산성곡자	-	17.5	34.1	10.3	13.5	9.1
쌀곡자	-	16.4	34.6	12.1	9.8	8.6
개량곡자	-	17.0	32.5	16	17.6	13.1

라. 술덧 발효 중 알코올 생성량의 변화

술덧 발효과정중의 알코올 생성량을 경시적으로 측정된 결과는 표 5와 같다. 증자 처리구에서 발효 중 알코올 생성량은 2단 감금직후 발효 48시간에서 개량곡자구가 4.2%로 가장 높았고 산성곡자구는 3.8%, 쌀곡자는 3.6%로 나타내었다.

2단 담금 후 발효 72시간부터는 알코올 생성량이 급격히 증가하면서 발효 종료 시점인 발효 120시간 이후에서의 술덧 중 알코올 함량은 개량곡자구가 16.1%로 가장 높았으며 산성곡자구는 15.5%, 쌀곡자구는 15.2%의 최종 알코올 생성량을 보여서 개량곡자구가 기존의 재래곡자구보다 알코올 발효성능이 우수함을 알았다.

표 5. 곡자별 증자술덧 발효 중의 알코올 생성량의 변화

발효시간(hr)	0	24	48	72	96	120
처리구						
산성곡자	-	2.4	3.8	9.8	13.5	15.5
쌀곡자	-	2.8	3.6	9.2	13.8	15.2
개량곡자	-	3.0	4.2	10.3	14.3	16.1

마. 술덧의 관능검사

증자법 각 처리구별로 양조시험을 한 후 술덧을 압착여과하여 관능시험을 함 결과는 표 6과 같다. 증자법 처리구 관능검사 중 맛에서는 산성곡자와 개량곡자가 양호하였으나 쌀곡자구에서는 이보다 낮았으며 술덧 향기에서는 산성곡자나

쌀곡자는 이취가 나지 않아 보통으로, 개량곡자는 향긋한 국균의 냄새가 나서 양호한 것으로 나타났다. 압착여과한 술덧의 색깔은 처리구 모두 차이를 구별할 수 없었다.

표 6. 곡자별 압착여과한 술덧의 관능검사

곡 자	Sensory property			Total
	Taste	Smell	Color	
산성곡자	++	+	++	+
쌀곡자	+	+	++	+
개량곡자	++	++	++	++

+++ : Excellent, ++ : Very good, + : Good, - : Poor

3. 진양주 품질향상을 위한 발효조건의 개선

가. 시판 진양주의 품질특성

진양주의 품질을 개선하기 위하여 우선 시판 진양주의 품질특성을 조사한 결과 표 7과 같이 나타났으며, 이를 바탕으로 하여 개선점을 파악하였다.

진양주의 알코올 농도는 다른 약주에 비하여 훨씬 낮은 12.4%를 나타낸 반면, 단맛에 관여하는 환원당의량은 394mg/ml로 현저히 높은 함량을 보였다. 그리고 산도는 약주로써 적절한 수준이었으나 아미노산도는 약간 높은 6.7이었다. 알코올과 산도를 제외한 수치들이 높은 것은 술덧 발효시 첨가되는 가수량이 100%로 기존의 약주에 비해 낮기 때문으로 생각되어진다. 따라서 발효 초반의 높은 환원당에 의해 feedback inhibition 현상을 일으켜 효모의 알코올 발효를 저해하여 최종 알코올 농도가 낮다고 할 수 있다. 그러나 진양주의 특성이 높은 단맛을 가지는 것이기 때문에 이러한 특성을 유지하면서 알코올 농도를 높임과 동시에 현대인의 입맛에 맞도록 품질을 개선하는 방법을 찾아야 할 것이다. 따라서 이를 개선하기 위하여 첫째, 진양주를 위한 최적의 발효조건 조사하며 둘째, 적절한 조미 및 살균 등의 방법들을 살펴볼 것이다.

표 7. 시판 진양주의 품질특성

산도 (0.1N NaOH ml/ 10ml)	아미노산도 (0.1N NaOH ml/ 10ml)	°Brix	환원당 (mg/ml)	알코올 (%)
3.2	6.7	22.4	394	12.4

나. 진양주 품질개선을 위한 발효조건 설정

1) 가수량에 따른 술덧 품질 변화

진양주 제조조건에 있어서 대표적인 특징이 가수량이 100%로 다른 약주에 비하여 현저히 낮다는 것이다. 이러한 발효조건은 초기의 분해된 환원당 함량이 많기 때문에 알코올 생산량이 낮아짐과 동시에 제품의 생산량도 작아지는 단점을 가지고 있다. 따라서 진양주의 특성을 변화시키지 않는 가수량을 결정하기 위하여 가수량을 100%, 130%, 150%로 달리하여 진양주를 제조하였다. 그리고 높은 환원당 농도에서도 알코올 발효를 진행시키기 위해서 저온에서 발효를 진행하였다.

가수량을 100%로 한 술덧의 경우, 다른 술덧에 비해 초기의 발효온도가 높았으나 발효 후기에 더 낮은 술덧 온도를 나타내었다. 그리고 알코올의 함량에 있어서도 다른 술덧에 비해 낮은 알코올 생산력을 보였으며 아미노산도와 산도에 있어서도 낮은 수치를 나타내었다. 이는 총당도가 100% 가수량일 때 가장 높은 것으로 보아 고농도의 당함량이 알코올 발효에 영향을 미침과 동시에 발효에 관련된 효소와 유기산균의 작용도 저해하는 것으로 추측할 수 있다. 가수량 100%의 술덧은 가수량 130% 술덧과 함께 저온발효로 인해 최종 알코올이 약 18%까지 얻을 수 있게 되어 높은 잔당과 함께 관능적인 면에서는 좋은 평가를 받았다. 따라서 진양주의 제조에 있어서 가수량이 130%가 적절할 것으로 보이며 이는 진양주의 특성을 유지하면서 생산량을 증가시키고 동시에 진양주의 품질을 개선할 수 있는 적절한 가수량으로 판단되어진다. 온도는 온도계를 직접 술덧 중에 담구어서 24시간 간격으로 측정하였다.

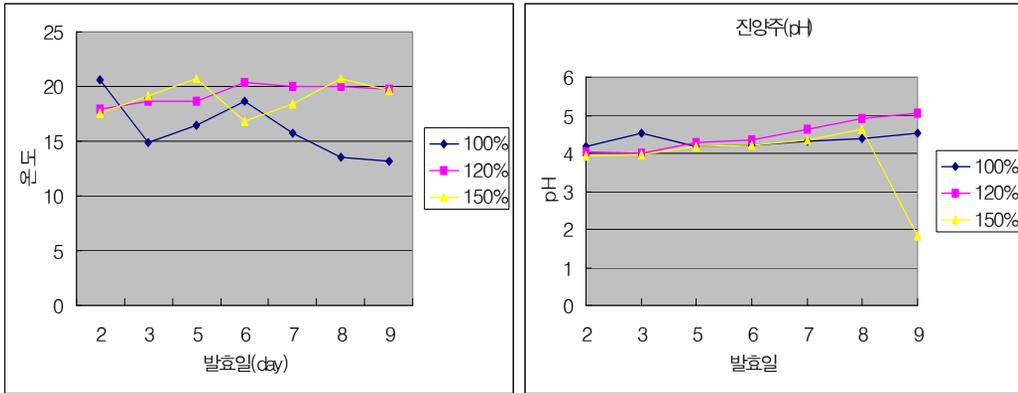


그림 1. 가수량을 달리한 진양주 술덧의 온도와 pH의 변화

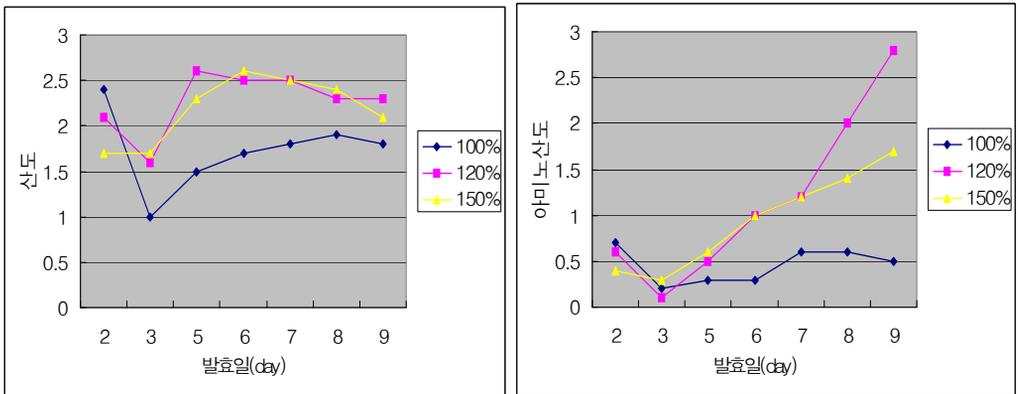


그림 2. 가수량을 달리한 진양주 술덧의 적정산도와 아미노산도의 변화

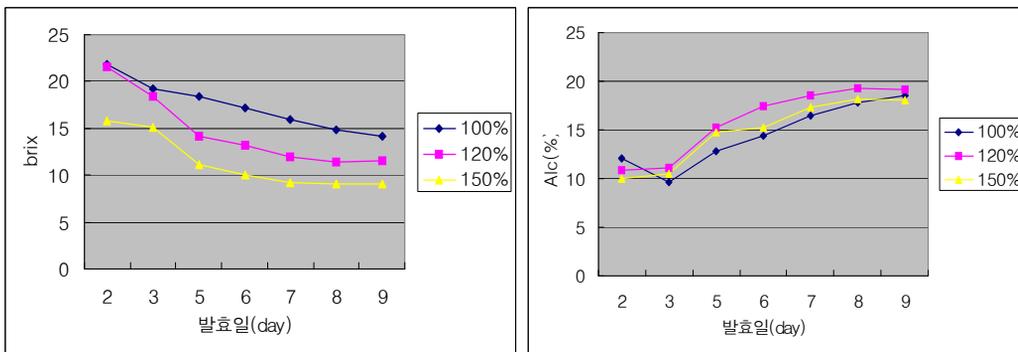


그림 3. 가수량을 달리한 진양주 술덧의 Brix와 알코올의 변화

2) 발효제에 따른 술덧 품질변화

약주 제조에 있어서 술덧의 품질은 전분질의 분해에 관여하는 발효제를 어떠한 것을 사용하느냐에 따라 좌우된다고 할 수 있다. 따라서 진양주의 맛과 품질을 개선하기 위하여 다양한 발효제를 적용하였으며 그 결과는 표 8, 9와 같다.

표 8. 개량누룩을 사용한 진양주의 술덧 품질변화

발효기간	pH	Temp (°C)	°Brix	산도 (0.1N NaOH ml/10ml)	아미노산도 (0.1N NaOH ml/10ml)	RS (mg/ml)	Alcohol (%)
3% 첨가							
2 일	3.66	19	19.4	3.3	0.6	160.5	11.1
3 일	3.99	17.4	21.2	1.0	1.1	281	7.2
4 일	3.92	16.6	18.4	2.0	1.1	291.7	12.0
5 일	4.22	21.6	15.1	2.8	1.4	61	16.1
6 일	4.53	18.1	14.0	2.3	1.9	54	17.7
7 일	5.00	19.6	13.4	2.6	2.4	29.7	18.2
8 일	4.94	17.7	13.2	2.5	2.8	24	18.6
4% 첨가							
2 일	3.7	18.3	19.6	3.7	0.8	220.7	11.6
3 일	3.98	17.4	21.8	1.0	1.3	230	7.2
4 일	3.94	18.8	17.6	2.2	1.1	93.9	13.0
5 일	4.24	19.9	14.3	3.1	1.5	58	16.8
6 일	4.47	18.1	13.2	2.8	1.5	51.9	18.5
7 일	4.91	17.0	12.4	2.9	2.2	21.2	19.3
8 일	4.87	18.9	12.0	2.7	2.7	17.5	19.6

표 9. 발효제를 혼용한 진양주의 술덧 품질변화

발효기간	pH	Temp (°C)	°Brix	산도 (0.1N NaOH ml/10ml)	아미노산도 (0.1N NaOH ml/10ml)	RS (mg/ml)	Alcohol (%)
개량누룩 + 재래누룩							
2 일	3.88	20.1	17.0	6.2	1.6	93.2	14.0
3 일	3.87	19.5	21.0	4.0	1.9	204.8	9.1
4 일	3.93	19.1	17.2	5.2	1.9	81	14.5
5 일	4.12	18.2	15.0	6.3	2.4	59	17.6
6 일	4.28	20.2	14.6	6.0	2.7	35.5	18.1
7 일	4.58	19.1	14.8	6.4	3.1	50	19.4
8 일	4.50	20.5	14.8	6.2	3.3	25.5	19.2
개량누룩 + 입국							
2 일	3.82	20.1	16.6	3.5	0.8	119.2	13.1
3 일	3.95	18.2	21.0	1.1	1.3	277	9.1
4 일	3.96	20.6	17.2	2.6	1.1	89	13.9
5 일	4.25	19.8	14.2	3.0	1.2	54	17.4
6 일	4.44	20.7	13.0	3.0	2.1	30.3	18.2
7 일	4.81	20.1	12.0	3.0	2.2	14.5	19.5
8 일	4.85	21.2	12.0	2.8	2.8	14	19.4

당도가 높은 진양주의 특성을 유지하기 위하여 기존의 3% 개량누룩 첨가 술덧과 4% 첨가구를 비교한 결과, 누룩의 첨가량이 증가함에 따라 초기의 더 많은 량의 환원당이 생산되었으며 이에 따라 알코올 함량도 증가하였다. 그러나 많이 생산된 당은 알코올로 전환되어 발효종료 후 남아있는 환원당의 량은 4%첨가구에서 더 낮게 나타났다. 따라서 진양주의 특성을 유지시키기 위해서는 기존의 발효조건보다 높은 누룩을 첨가함과 동시에 적절한 시기에서 발효를 종료를 하는 것이 적절할 것으로 판단되어 진다. 그리고 재래누룩과 입국을 개량누룩과 함께 혼용한 경우, 개량누룩 단독으로 사용한 술덧에 비해 높은 알코올 함량을 나타냄과 동시에 재래누룩 첨가구는 아미노산도, 그리고 입

국 첨가구는 적정산도가 높음을 알 수 있었다. 따라서 진양주의 맛과 품질을 개선하기 위해서는 우선 개량누룩의 첨가량을 증가함과 동시에 재래누룩과 입국을 혼용하는 것이 적절할 것으로 생각되어진다.

3) 발효제에 따른 술덧 품질변화

찹쌀에 비해 amylose의 함량이 높은 반찹쌀성의 백진주벼를 이용하여 진양주의 제조를 시도하였으며, 이러한 성분변화에 의해 진양주의 품질을 개선할 수 있을 것으로 생각되어진다. 우선, 원료 백진주벼의 일반성분과 무기질, 전분특성을 조사하였다(표 10). 일반성분에 있어서 일품벼에 비해 수분이 약간 높은 반면 조지방과 탄수화물의 함량은 약간 낮은 편이었다. 그리고 단백질과 회분의 양은 일품벼에 비해 약간 높게 나타났다. 미네랄에 있어서는 백미로 도정을 하였을 때 대체적으로 그 함량이 감소하였으며, 이는 심백에 비해 미강에 전분을 제외한 많은 양의 미네랄과 미량 원소들이 존재하기 때문으로 생각되어진다. 그러나 Ca의 경우는 백미에서도 현미와 동일한 함량을 나타내었는데, 이는 Ca가 대부분 미강이 아닌 심백부에 존재하기 때문으로 추측된다. 또한 백진주벼의 전분특성을 살펴본 결과, 일품벼에 비해 낮은 온도에서 호화하였으며 훨씬 낮은 값의 치반점도를 나타내었다. 이러한 특성은 amylose의 함량에서 오는 차이로 생각되어지며, 백진주벼의 경우는 amylose를 약 8.2%를 가지고 있어 일품벼에 비해 현저히 낮았다.

진양주의 원료를 다양화함과 동시에 가공용 쌀의 이용도를 확대하기 위하여, 찹쌀에 비해 Amylose의 함량이 높아 반찹쌀성을 가지는 백진주벼를 사용하여 진양주를 제조하였으며 그 술덧품질의 변화는 표 11과 같다. 백진주벼를 사용한 술덧의 경우 찹쌀을 사용한 술덧에 비해 낮은 알코올 생산력을 나타내었으나 발효 후 환원당의 함량은 높은 것으로 나타났다(표 8과 참고). 이러한 특징은 백진주벼가 가지는 전분의 구조와 amylose의 함량에 때문에 나타나는 것으로 추측되어 진다. 그리고 발효온도를 15℃로 하여 저온발효를 한 결과 기존의 술덧에 비해 상당히 낮은 알코올 함량을 나타내었으나 환원당 함량은 가장 높았다. 그리고 산도와 아미노산도에서는 대조구와 큰 차이를 보이지 않았으며, 전반적인 맛과 관능평가에서 가장 우수한 결과를 보였다. 따라서 백진주 벼를 이용하여 진양주를 제조할 경우는 발효온도를 낮춤으로 단맛이 많이 나는 진양주의 특성을 나타낼 수 있는 것으로 판단되어 진다.

표 10. 원료 백진주 벼의 특성

품 종	수 분	조 지 방	조단백질	탄수화물	조 회 분
일품벼	12.65	0.78	7.10	78.65	0.52
백진주벼	13.12	0.53	7.24	78.57	0.54

	호화개시 온도 (°C)	점도특성(RVU)			아밀로스 (%)	알칼리 붕괴도 (1-7)
		Setback (치반점도)	Breakdown (강하점도)	Breakdown Ratio (강하점도율)		
일품벼	69.2	-33	119	0.41	18.9	6.8
백진주 벼	63.1	-115	144	0.28	8.2	6.2

	Ca	Mg	Fe	Na	K	Zn	P
현 미	13.9	20.7	4.5	1.47	339	10	57
백 미	13.9	11.3	3.5	1.74	217	4	10

표 11. 백진주 벼 이용 진양주 제조 및 발효 중 품질특성 변화

발효 기간	pH	Temp (°C)	°Brix	산도	아미노산도	RS (mg/ml)	Alcohol (%)
				(0.1N NaOH ml/10ml)	(0.1N NaOH ml/10ml)		
20°C 발효							
3 일	4.3	19.0	16.6	2.5	1.3	127.3	12.8
4 일	4.4	18.3	14.4	3.3	1.5	51.0	14.6
5 일	4.4	19.9	14.8	3.6	1.8	52.0	15.9
6 일	4.5	19.6	14.2	3.7	2.3	24.0	17.5

7 일	4.7	19.1	13.2	3.3	2.3	45.0	18.1
8 일	4.8	20.1	14.0	3.8	3.7	51.0	18.1
15℃ 발효							
3 일	4.3	15.6	20.0	1.4	1.3	163.3	8.3
4 일	4.4	15.6	17.6	2.3	0.6	72.6	11.8
5 일	4.4	16.7	17.0	2.7	0.8	140.4	12.9
6 일	4.5	16.2	16.2	3.1	1.6	91.1	14.4
7 일	4.6	15.8	13.4	3.0	2.2	64.9	16.2
8 일	4.6	16.3	14.4	3.8	2.4	102.4	16.6

다. 상품성 향상을 위한 조미 및 제성 기술 개선

1) 조미 기술의 선정

약주 맛의 기본적인 것에는 감미, 짠맛, 신맛, 고미 그리고 매운맛(주정값)의 다섯 가지가 기본적이고 그 외에 뽀은맛, 구수한맛, 청량한맛(신선한맛) 등이 있다. 발효직후의 술덧 맛은 전분기질의 알코올 전환으로 생산된 주정의 특 쏘는 매운맛과 누룩미생물이 발효 중 생산한 유기산의 신맛이 주류를 이루고 있으며 감미는 아주 적다. 그래서 완전 발효된 술덧은 술이 싱거우며 맛이 거칠다. 이상과 같이 술이 싱거울 경우 감미, 신맛, 쓴맛, 짠맛을 잘 조화시키면 전통고유의 감미가 있고 상큼한 신맛과 구수한 아미노산 맛이 느껴지는 맛있는 술이 된다. 이러한 가설 하에 참외주 술덧의 알코올을 13%로 조절하여 조미한 결과는 표 12와 같다.

술의 감미원으로서는 고과당만 첨가하거나 또는 스테비오사이드만을 첨가하는 것보다 고과당이나 스테비오사이드를 적정비율로 첨가하는 것이 경제성과 감미가 좋았다. 이러한 결과로 C처리인 고과당을 30도 정도인 술 1ℓ당 30.6g과 스테비오사이드를 150ppm첨가하고 여기에 구연산을 3도로 맞춘다. 즉 술 1ℓ당 2.13g을 첨가하고 정제염보다는 천일염을 0.15%첨가한 조미비율이 가장 관능이 양호하였다.

표 12. 술덧의 조미비율별 관능특성

처리	감미원		신맛	짠맛		관능
	당도* (고과당)	스테비오사이트 (ppm)	산도**	천일염 (%)	정제염 (%)	
A	-	450	4	0.15	0.1	달고 시다
B	20	200	4	0.15	0.1	약간 달고 시다
C	30	150	3	0.15	0.1	상쾌한 신맛과 단맛
D	40	100	3	0.15	0.1	온화한 신맛이 있고 단맛
E	50	50	3	0.15	0.1	온화한 신맛이 있고 단맛
F	55	-	3	0.15	0.1	온화한 단맛과 신맛

* 당도 1 기준 : 고과당 1.02g/술덧 L

** 산도 1 기준 : 구연산 0.71g/술덧 L

2) 청징 기술의 개선

진양주 술덧을 구조토로 여과 후 제품 유통과정 중 앙금이 발생하므로 여과 보조제를 활용한 앙금제거능력을 검토한 결과는 표 13과 같다. A 처리구를 제외한 B, C, D, E, F 처리구는 대조구(구조토 만으로 여과)에 비하여 여과 후 청징성이 우수 하였다. 그러나 병입 제품을 10℃의 저온에 보관 후 침전물 형성유무를 검토한 결과에서는 C, E, F 처리구가 침전물이 없이 맑고 투명 하였다. 한편 경제성을 고려한다면 C 처리구 및 F 처리구가 E 처리구에 비하여 가격이 약 20%정도 낮으므로 C처리가 더 바람직 한 것으로 판단되었다.

표 13. 여과보조제별 술덧의 청징효과

처리구	여과보조제 농도(ppm)			청징도 판정*	
	사케라이트	테리압	가끼시부	여과 (48시간 후)	제품보관 (10℃, 30일)

A	100	-	-	+	±
B	200	-	10	++	+
C	300	-	5	++	++
D	-	25	10	++	+
E	-	30	7	++	++
F	-	35	5	++	++
규조토 (대조구)	-	-	-	±	±

* ± 침전발생, + 약간 흐려짐, ++ 투명한 상태 유지

3) 살균조건의 설정

약주의 장기간 유통을 위해서는 살균의 과정을 거쳐야 한다. 따라서 진양주에 있어서 장기간 보존을 위해 품질의 변화를 발생시키지 않는 적절한 살균조건을 설정하여야 한다. 위에서 제조된 진양주를 병입한 후 온도와 시간을 달리하여 살균하였으며 그 품질특성의 변화를 살펴본 결과(표 14), 65℃까지 살균하였으나 술덧의 품질특성은 처리조건에 따라 약간 변화하였으나 유의적인 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다. 그러나 살균 처리된 진양주의 관능적 특성에는 변화가 있을 수 있으므로 관능평가를 실시하였으며 그 결과는 표 15와 같다. 살균하였을 때, 색을 포함한 관능평가 각 항목들이 증가하는 경향을 보였으나 65℃를 사용한 경우 전체적인 기호가 감소하였다. 이것은 높은 온도에 의해 관능적 특성을 좌우하는 품질이 약간 나빠졌기 때문으로 생각되어진다. 따라서 적절한 살균조건은 65℃이하에서 하여야 할 것으로 판단되어진다.

표 14. 진양주 살균 후 품질특성 변화

처리구	적정산도 (0.1N NaOH ml/ 10ml)	환원당 (mg/ml)	알코올 (%)
살균 전	3.8	13.8	15.7
45℃, 45분	3.9	13.9	15.9

55℃, 30분	3.8	13.2	15.4
55℃, 45분	3.6	13.4	15.7
65℃, 15분	3.9	13.6	15.9
65℃, 30분	3.7	13.9	15.8

표 15. 살균된 진양주의 관능평가

처리구	색	향	단맛	신맛	쓴맛	전반적 기호도
살균 전	4.25	4.25	2.75	4.25	3.75	4.75
45℃, 45분	6.75	3.75	3.75	5.0	5.25	5.25
55℃, 30분	7.25	5.0	3.5	4.75	4.0	5.75
55℃, 45분	6.75	3.75	4.5	4.25	3.75	5.5
65℃, 15분	4.0	5.0	4.25	4.5	3.5	4.25
65℃, 30분	6.0	4.5	4.5	5.25	3.5	4.25

라. 진양주의 대량생산 기술개발 및 체제 확립

1) 개량누룩 이용 양조방법

가) 원료 배합비

재료	1단(첫 담금)	2단 (덧 담금)	총 술 덧 량
쌀	20kg	80kg	100kg
물	30l	120 l	150 l
개량누룩 (효모 첨가된 것)	1kg	-	1kg
개량 누룩	-	2.4kg	2.4kg

나) 담금방법 설명

(1) 1단 사입(첫 담금)

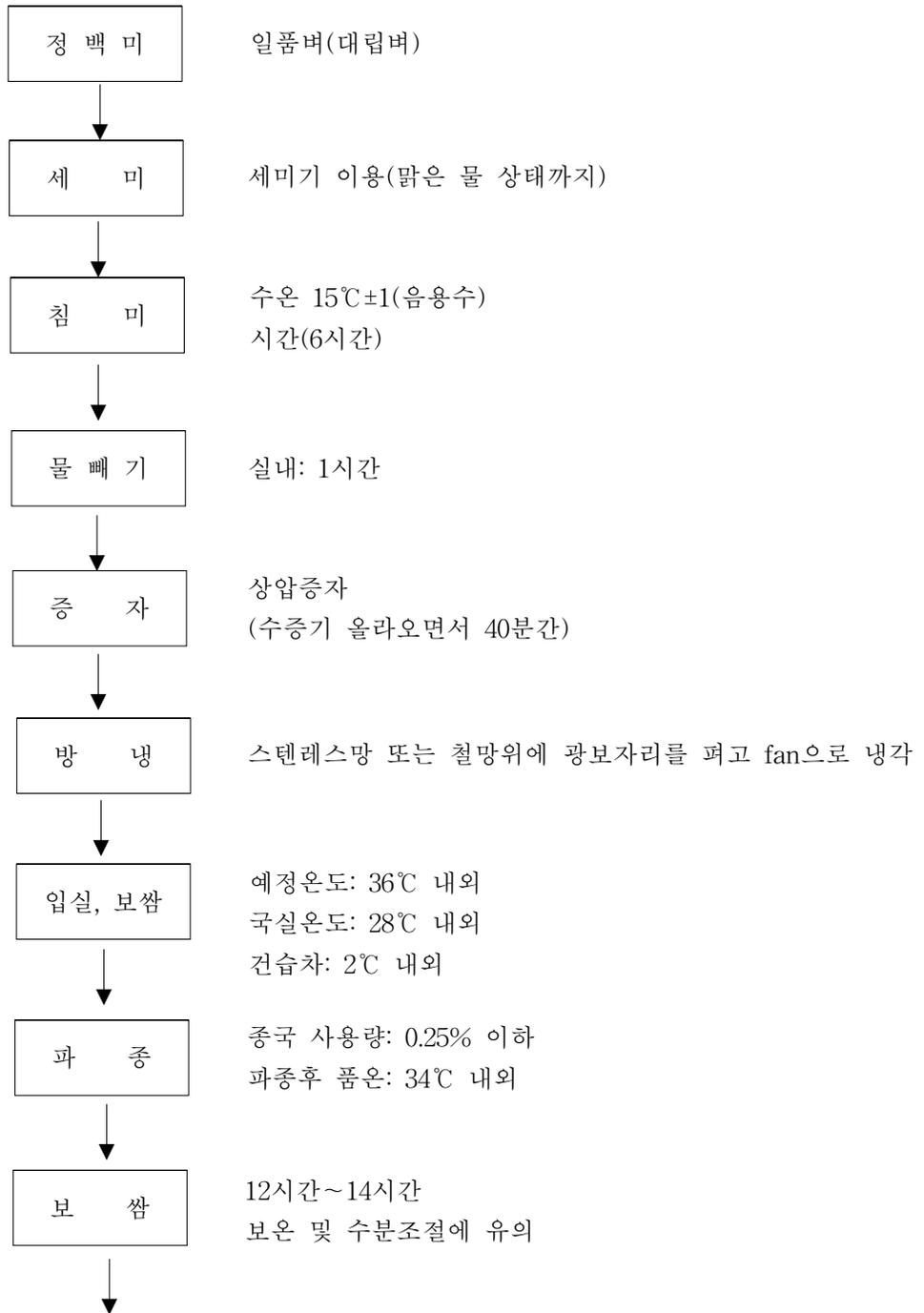
깨끗하게 세척 및 살균된 330ℓ 용량의 스텐 탱크에 1단 담금용 물인 30ℓ를 붓고 여기에 효모가 첨가된 개량누룩 1kg을 넣어 1~2시간 둔다. 이때 30~40분 간격으로 잘 저어서 개량누룩에 포함되어 있는 효모와 당화 효소를 우려낸다. 쌀 20kg을 세척 증자하여 냉각된 상태의 것을 넣고 고르게 저어준다. 이때 담금 즉시 온도가 20~25℃로 조절 해주면 좋다. 증자쌀은 30~35℃ 정도 식혀서 담금하여 주면 목적 온도를 맞출 수 있겠다. 발효 과정은 술의 온도를 25℃ 이내로 유지시키면서 2단 담금 전까지 3~4회 저어준다. 처음 약 8시간 정도는 저어주지 말고 방치한다. 왜냐하면 증자된 쌀이 물을 흡수하여 팽창되어 있는 상태인데 이때 저어주면 쌀알이 으깨어지고 물도 많이 있지 않은 상태에서 발효가 진행되어지는데 술 온도를 식혀주면 효율이 떨어진다. 약 8시간이 지나 손이나 저어주는 막대로 눌러보아 물이 상당량 존재하면 잘 저어서 술 온도를 목적하는 온도가 잘 유지되게 하여준다. 상황에 따라 1일 또는 2일간 발효시킨다.

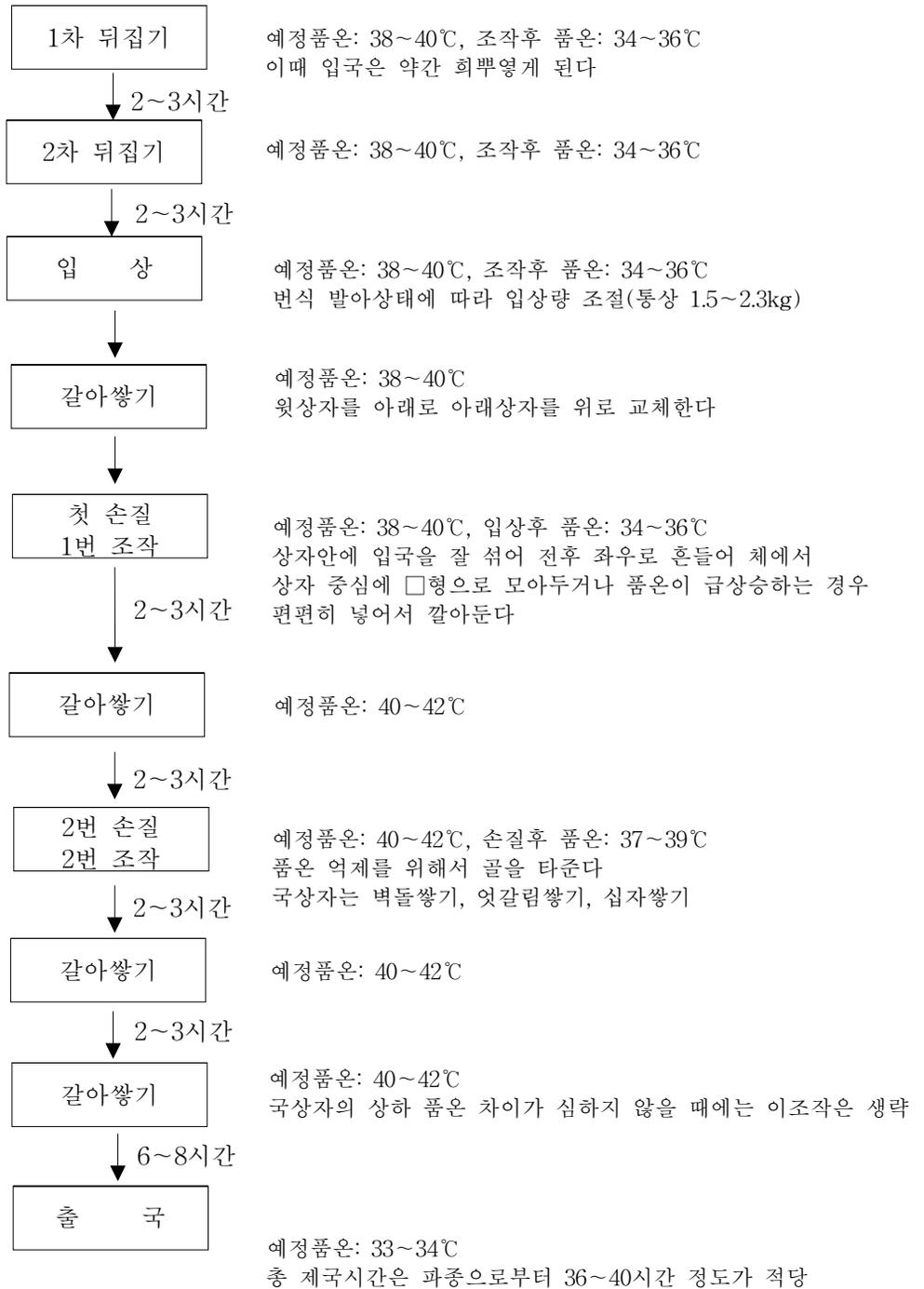
(2) 2단 담금(덧 담금)

증자미가 충분히 냉각되기 1~2시간 전에 첫 담금된 용기에 깨끗한 물 120ℓ와 효모가 첨가 안된 개량누룩 2.4kg을 넣어둔다. 물과 개량누룩을 넣고 1~2시간 경과한 다음 충분히 냉각된 2단 담금용 고두밥을 넣는다. 이때 약간씩 저어 주면서 증자미를 넣어 준다. 이것은 쌀알이 고르게 퍼져 효소작용과 발효작용을 보다 효율적으로 하기 위함이다. 발효 온도(술 온도 조절)는 진양주에 따라 다르겠지만 되도록 25~28℃로 유지하는 것이 향기나 맛을 좋게 한다. 일정시간이 되면 목적하는 진양주로 제품화시킨다.

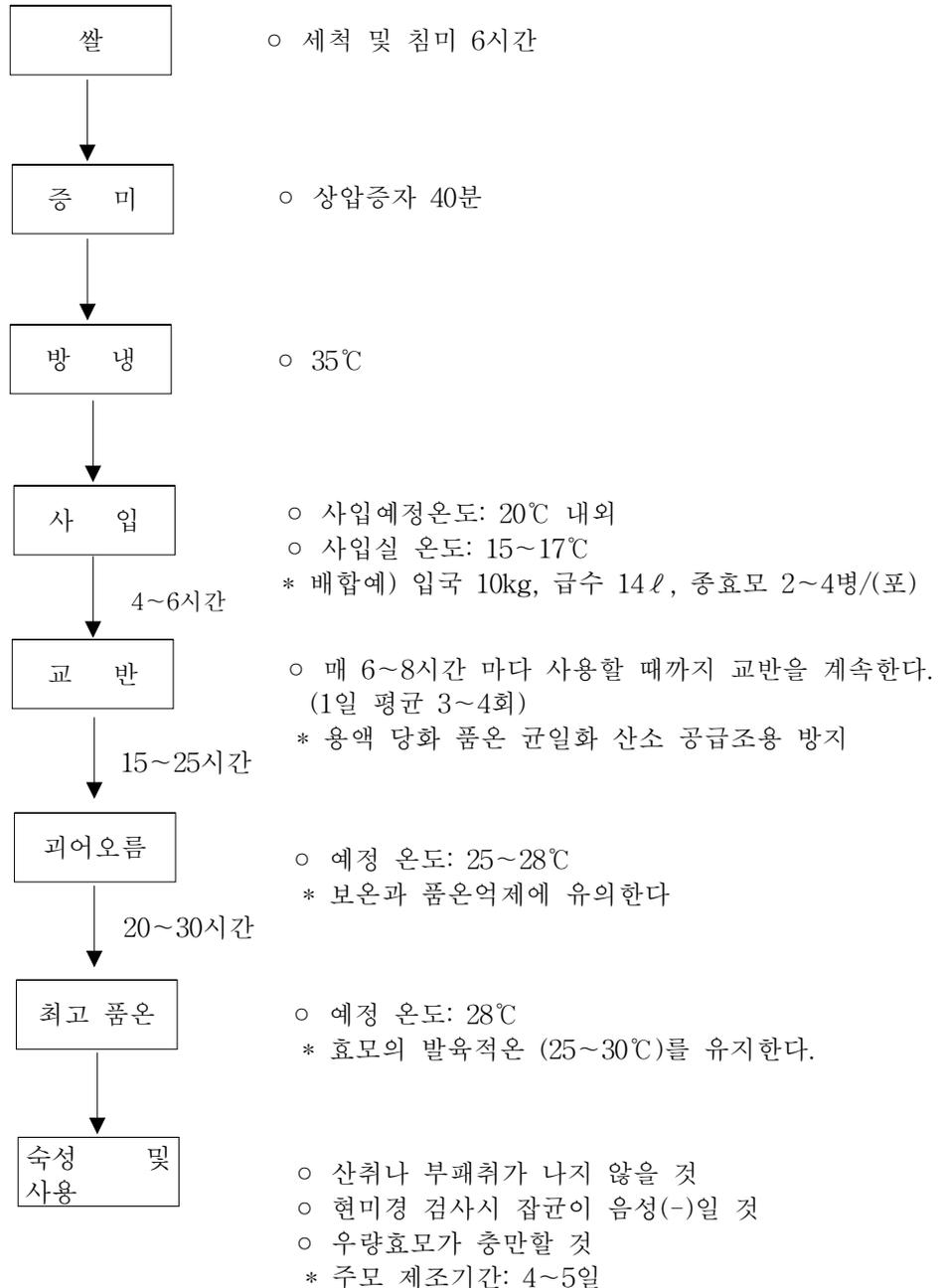
2) 진양주 제조용 주모제조법 확립

가) 진양주용 쌀곡자 제조법

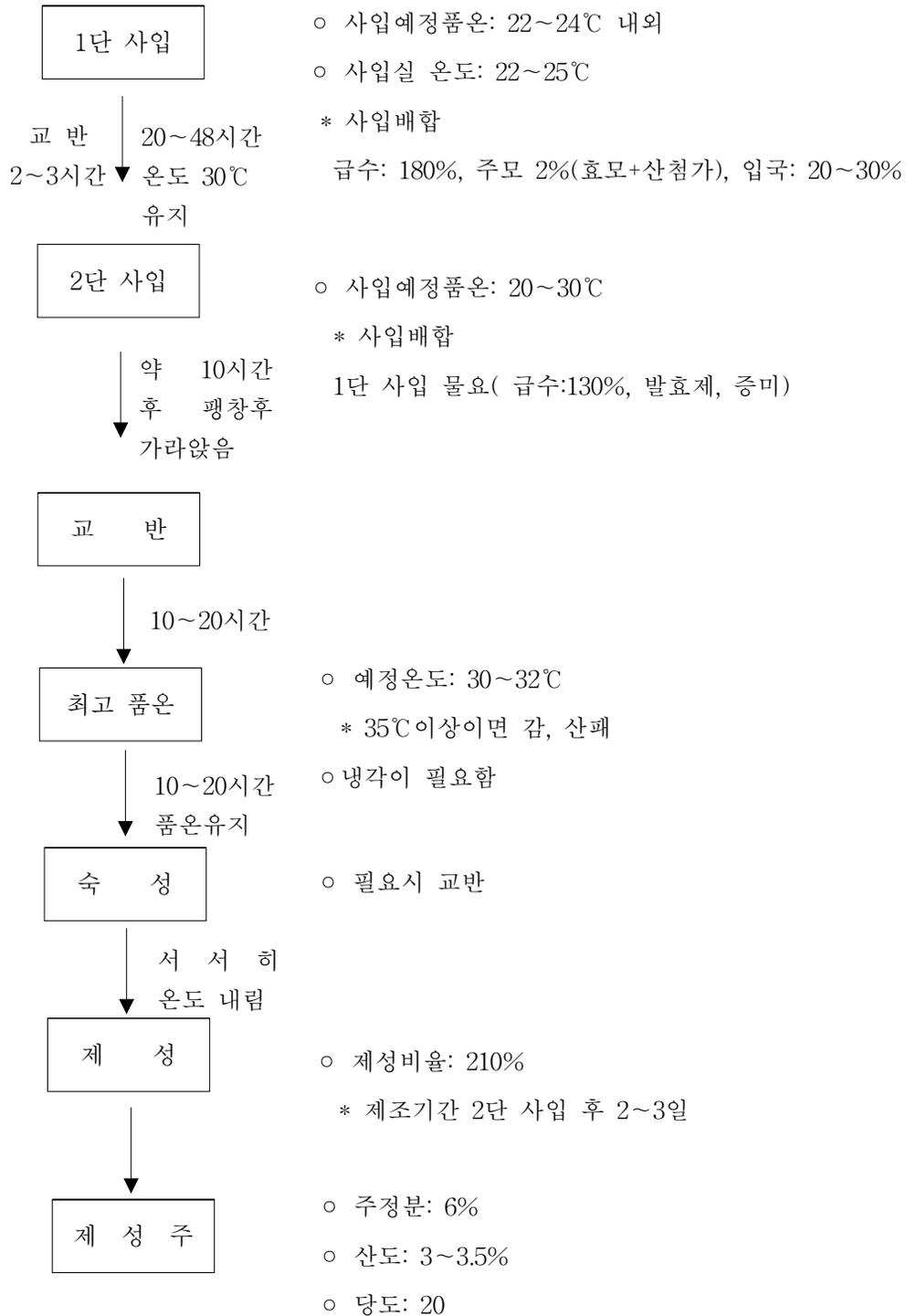




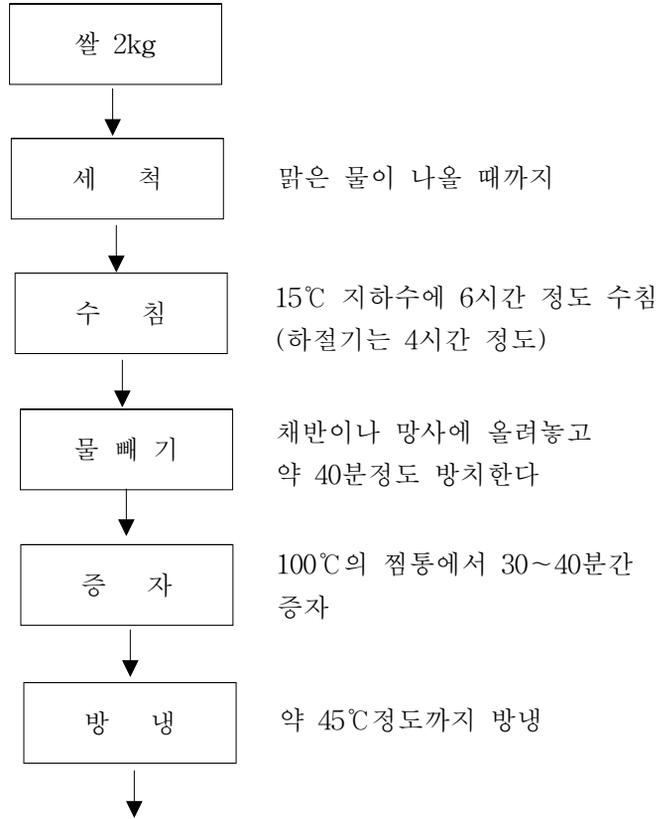
나) 주모제조(효모증식)



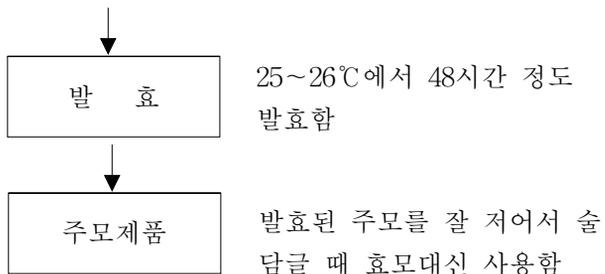
다) 주 요 제 조



라) 주모(밑술) 제조법



재 료	쌀 (증미)	누 룩	효 모	물
첨가량	2kg	* 개량누룩은 80g (쌀양의 4%) * 재래누룩은 500g (약 25%정도) * 젖산: 15ml	20g (건조 또는 생이스트)	2.2ℓ



제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구에서는 전남 해남군 계곡면의 한 가정을 중심으로 가내규모로 생산되고 있으면서도 전통주로서의 맛을 인정받고 있는 해남 진양주를 생산 규모의 확대 및 품질 고급화를 통하여 상품화하기 위한 산업화 전략의 하나로 진양주의 발효 특성 구명 및 발효조건을 최적화하였고 진양주의 살균기술 및 기능성 고급 진양주를 개발하였으며, 진양주 제조용 곡자 및 진양주 대량 생산기술을 개발함으로써 앞으로 과잉 생산되는 국내산 찹쌀을 이용한 약주인 진양주를 세계적인 경쟁력을 확보한 기능성 쌀약주로 상품화하는데 필요한 기술을 제시하게 되었고 본 연구의 당초 목표도 충실하게 달성하였다.

제 1 절 연구목표 달성도

1. 제 1 차 년도

세부과제명	연구개발 목표 및 내용	달성도(%)
○ 진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적 발효조건외 확립	▶ 진양주의 전통적 담금 방법의 해석 및 개선방안 연구 ▶ 진양주의 발효조건과 알코올 수율 및 품질 특성과의 상관관계 구명	100
○ 진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발	▶ 멥쌀과 찹쌀의 원료쌀 비교 ▶ 원료쌀에 의한 진양주의 품질 특성 비교	100
○ 진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산 기술의 개발	▶ 가공용 특수미의 진양주용 원료쌀 적성 구명 ▶ 개량누룩 이용 진양주 양조 적성 검토 ▶ 건전주모 담금기술 개발	100

2. 제 2 차 년도

세부과제명	연구개발 목표 및 내용	달성도(%)
○ 진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적 발효조건외 확립	▶ 발효균주의 분리 및 동정 ▶ 분리 균주의 최적 생육조건 확립 ▶ 분리 균주의 효소 활성 측정	100

○ 진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발	▶ 가열을 이용한 진양주 살균기술의 개발 및 저장성 시험 ▶ 살균 기술을 이용한 진양주의 유통기간 연장	100
○ 진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산 기술의 개발	▶ 맛 및 품목 다양화(고도주, 저도주)를 위한 조미, 제성기술 확립 ▶ 유통 및 저장성 확보를 위한 여과 기술 개발 ▶ 유통 중 양금 및 침전 방지기술 개발	100

3. 제 3 차 년도

세부과제명	연구개발 목표 및 내용	달성도(%)
○ 진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적 발효조건의 확립	▶ 최적조건에서의 진양주 생산 ▶ 최적조건에서 생산된 진양주의 품질 특성 분석	100
○ 진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발	▶ 유자 등 지역 특산물을 이용한 기능성 진양주 생산 기술 개발 ▶ 고급화된 기능성 진양주의 상품화 방안 제시	100
○ 진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산 기술의 개발	▶ 고품질 발효법 및 최적화 양조기술 확립 ▶ 고수율, 경제적 간편 생력화 생산기술 개발	100

제 2 절 관련분야에의 기여도

본 연구의 제 1 세부과제인 “진양주의 미생물학적 발효 특성 구명 및 최적 발효조건의 확립”에서 현행 생산방법에 의한 진양주의 제조 및 제조된 진양주의 발효 특성을 구명하였고 진양주의 발효에 관여하는 발효 균주를 분리하여 동정하고 그 균주의 생육조건 및 발효 조건의 최적화 조건들을 확인하였다. 그리고 검증된 최적 발효조건에서 진양주를 생산하여 생산된 진양주의 약주로서의 특성을 분석함으로써 전통 약주로서의 가치와 상품화 가능성을 밝혀내어 지역 경제 활성화에 큰 공헌을 하였다고 평가받고 있다.

본 연구의 제 2 세부과제인 “진양주 살균기술 개발 및 고급화된 기능성 진양주의 개발”에서 진양주의 저장성을 증진시키기 위한 살균온도의 최적화, 살균 후 저장온도에 따른 진양주의 품질 변화를 분석하였고 유자 과피 등을 첨가하여 기능성 진양

주의 생산기술을 제시함으로써 고급화된 진양주의 상품화 길을 개척하였다.

본 연구의 제 3 세부과제인 “진양주 제조용 곡자의 개발 및 대량생산 기술의 개발”에서 진양주 제조에 사용할 곡자를 개발하여 그 생산성을 크게 향상시켰고 진양주의 품질 고급화를 위한 양조기술을 제시함으로써 가내규모에 그치고 있는 진양주의 생산성을 향상시키고 세계적인 약주로 발돋움할 수 있는 기초를 마련하여 향후 진양주 산업화에 크게 활용될 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 추가 연구의 필요성

해당사항 없음

제 2 절 기업화 추진 방안

본 연구에서 개발한 진양주 생산기술은 전남 해남군 계곡면 흑석리 최 옥림씨택에서 가나 규모로 생산되고 있는 진양주의 생산을 새로운 생산기업을 설립하여 산업화하는 것이 가장 시급한 문제이다.

진양주는 그 향과 맛이 소비자들에게 호평을 받고 있고 산업화한다면 소비자의 폭도 확대할 수 있을 것으로 기대되기 때문에 해남군 군청에서 산업화에 대한 노력이 필요하다.

제 6 장 참고문헌

1. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Volatile *Takju* prepared components in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 563-570 (1997)
2. Park CS, Lee TS. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruk*. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 298-302 (2002)
3. Kang GH, Noh BS, Suh JH, Hawer S. Food Analysis. Sungkyunkwan University Press, Seoul, Korea. pp. 126-129 (1989)
4. Kim IH, Park WS, Koo YJ. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *Nuruk*. Korean J. Dietary Cult. 11: 330-348 (1996)
5. Kim JH, Lee SH, Kim NH, Choi SY, Lee JS. Manufacture and physiological functionality of korea traditional liquors by using dandelion. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 28: 367-371 (2000)
6. Park JM, Oh HI. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang meju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 56-62 (1995)
7. Kim UJ, Ku KH. Sensory Evaluation Techniques Food, Hyoil Moonhacsa Co., Seoul, Korea. pp. 68-72 (2001)
8. SPSS. SPSS for Windows. Rel. 10.0. SPSS Inc., IL, USA (1999)
9. Jung CY, Choi LG. SPSSWIN for Statistics Analysis, Version 10.0, Forth ed., Muyok Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 276-283 (2002)
10. Um DH, Chang HG, Kim JG, Kim WJ. Optimal temperature and salt concentration for low salt Dongchimi juice preparation. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 578-584 (1997)
11. Rozes N, Larue F, Ribereau-Gayon P. Effect of a variation of grape must temperature on the fermentative ability and the neutral lipid content of *Saccharomyces cerevisiae*. Biotech. Lett. 10: 821-824 (1988)
12. Kim WJ, Chang SK, Ko SN, Choi HS, Kim JG. Effect of fermentation temperature and salt concentration on the rate of *Takju*. J. Korean Agric. Chem. Biotech. 39: 398-402 (1996)
13. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
14. Kang KO, Sohn HJ, Kim WJ. Changes in chemical and sensory properties of

- Yakju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 267-271 (1991)
15. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. Korean J. Food Nutr. 12: 226-232 (1999)
 16. Kim ZU. Food Processing. Moonwoondang, Seoul, Korea. p. 5 (1985)
 17. Jang HW, Ryu YW. Study on the factors affecting the ethanol tolerance of yeast strains by fermentation temperature. Korean J. Biotech. Bioeng. 7: 33-37 (1992)
 18. Kim HJ, Ryu YW. The conditions affecting ethanol tolerance of yeast strains in alcohol fermentation—Study on the fermentation temperature and substrate type. Korean J. Biotech. Bioeng. 4: 167-171 (1989)
 19. Nagodawithana TW, Whitt JT, Cutaia AJ. Study of the feedback effect of ethanol on selected enzymes of the glycolytic pathway. J. Am. Soc. Brew. Chem. 35: 179-183 (1977)
 20. Navarro JM, Finck JD. *Saccharomyces uvarum* hexokinase behaviour during alcoholic fermentation author's trans. Cell. J. Mol. Biol. 28: 85-89 (1982)
 21. Pfisterer E, Hancock I, Garrison I. Effects of fermentation environment on yeast lipid synthesis. J. Am. Soc. Brew. Chem. 35: 49-54 (1977)
 22. Masashi O, Tooru Y, Syuntaro Y, Teruya N, Sadao K, Kojiro T, Teruya N. Preservation of Sake quality by decreasing the dissolved oxygen concentration. J. Brew. Soc. Japan. 94: 827-832 (1999)
 23. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS. Volatile acidity, pp. 192-198. Chapman and Hall, New York. NY, USA (1995)
 24. Iwata H, Iwase S, Matsuura H, Suzuki T, Aramaki I. Sake making uncooked rice polish. J. Brew. Soc. Japan. 96: 63-69 (2001)
 25. Hara A, Nagahama G, Ohbayashi A, Hayashi R. Effects of high pressure on inactivation of enzymes and microorganisms in non-pasteurized rice wine. J. Agric. Chem. Soc. Japan 64: 1025-1030 (1990)
 26. Lim SB, Jwa MK, Mok CK, Park TS, Woo GJ. Changes in microbial counts, enzyme activity and quality of foxtail millet *Takju* treated with high hydrostatic pressure during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 233-238 (2004)
 27. Mok CK, Lee JY, Chang HG. Quality changes of non-sterilized *Yakju* during storage and its shelf-life estimation. Food Eng. Prog. 1: 192-197 (1997)
 28. Kang YJ, Oh YJ, Koh JS. Non thermal process and quality changes of foxtail

- millet *Yakju* by micro filtration. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 277-284 (2005)
29. Kang YJ, Koh JS. Improvement on the filtration process of foxtail millet *Yakju*. Korean J. Food Preserv. 10: 482-487 (2003)
 30. Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP. Food Chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea. pp. 346-369 (2004)
 31. Bae SM. Processing technology of Korean traditional alcoholic beverage. Baesangmyun's Research Lab., Seoul. pp. 31-206 (2002)
 32. Lee CH, Kim GM. Determination of the shelf-life of pasteurized Korean rice wine, *Yakju*, in aseptic packaging. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 156-163 (1995)
 33. Lee CY, Kim TW, Sung CK. Studies on the souring of *Hansan Sogokju*. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 117-121 (1996)
 34. Mok CK, Lee JY, Chang HG. Optimization of heat pasteurization condition for *Yakju* (rice wine). Food Eng. Prog. 2: 137-143 (1998)
 35. Kang MY, Park YS, Mok CK, Chung HG. Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1134-1139 (1998)
 36. Kang HA, Chang KS, Min YK, Choi YH. Value addition of jujube wine using microfiltration and ultrafiltration. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1146-1151 (1998)
 37. Lee CH, Kim GM. Determination of the shelf-life of pasteurized Korean rice wine, *Yakju*, in aseptic packaging. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 156-163 (1995)
 38. Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. The changes of microflora during the fermentation of *Takju* and *Yakju*. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 61-66 (2005)
 39. Hong SW, Hah YC, Yoon KS. On the changes of amylase activity and saccharifying ability in *Takju* mashes during the process of brewing. Korean J. Microbiol. 6: 141-146 (1968)
 40. Chung DH. Fermentation and microbial technology. Sunjin Munhwasa. pp. 228-275 (1974)
 41. Jung JH, Jung ST. The changes of quality and microflora during the preservation of Korean *Takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 28: 252-260 (1985)
 42. Kim CJ. Microbiological and enzymological studies on *Takju* brewing. J.

- Korean Agric. Chem. Soc. 10: 69-100 (1968)
43. Kim DH, Rhim JW, Jung ST. Clarification and aging fermented honey wine. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1330-1336 (1999)
 44. Chung JH, Mok CK, Lim SB, Park YS. Changes of physical properties during fermentation of peach wine and quality improvement by nltrafiltration. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 506-512 (2003)
 45. Shin YD, Cho DH. A study on the microflora change during *Takju* brewing. Korean. J. Microbiol. 8: 53-64 (1970)
 46. Koh CM, Choi TJ, Lew J. Microbiological studies on the *Takju* brewing: The Korean local wine. Korean J. Microbiol. 11: 167-174 (1973)
 47. 고춘명, 최태주, 유중 : 한국 고유주의 일종인 탁주에 대한 미생물학적 연구. 한국미생물학회지, 11, 167(1973)
 48. 김찬조 : 탁주 양조중 유기산 및 당류의 소장에 관한 연구. 한국농화학회지, 4, 33(1963)
 49. 장기중, 유태중 : 소곡주와 시판 약주의성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 13, 307(1981)
 50. 정지훈 : 유자의 화학적 성분과 유자원 토양의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국농화학회지, 15, 169(1972)
 51. 이현유, 기영명, 신동화, 선봉규 : 한국산 유자의 향기성분. 한국식품과학회지. 19, 361(1987)
 52. 백운화 : 청주의 제조와 판매현황. 한국식문화학회지. 4(3), 293(1989)
 53. 성기옥 : 탁·약주의 제조와 판매현황. 한국식문화학회지. 4(3). 287(1989)
 54. Lee. K.H. Characteristics and new technology of korean *Takju* and Korean cleared rice wine. Proceeding of symposium on current status and technical advance in brewing industry. pp. 51-73 *Korean Soc. Appl.Microbial.Bioeng. Seoul*(1994)
 55. Hong, S.W., Hah, Y.C. and Min, K.H. Yhe biochemical constituents and their changes during the fermentation of *Takju* mashes and Takju.Korean *J. Microbial.* 8:107-115(1970)
 56. Lee, J,S., Lee, T.S., Choi, J.Y. and Lee, D.S. Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *Takju* during fermentation. *J.Korean Agric. Chem.Soc.*39:249-254(1996)
 57. Mazza, G. : Buckwheat browning and color assessment. Cereal Chem., 63(4), 361(1986)
 58. Kim, S. K., Hahn, T. R., Kim, T. W. and Dappolonin, B. L. :

- Physicochemical properties of buckwheat starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 9(2), 138(1977)
59. Lee, H. Y., Kim, Y.M., Shin, D.H. and Sun, B.K.:Physicochemical properties of korean mandarin orange juices. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 19, 338-345(1987)
60. Lee, H. Y., Kim, Y.M., Shin, D.H. and Sun, B.K.:Aroma components in korean citron. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 19,361-365(1987)
61. 보건복지부 : 식품공전. 한국식품공업협회, 713, 1995
62. 소명환, 유태중 : 한국전통 약주의 제조시 반숙미의 사용효과. 한국 식품영양학회지 6(3):189-198

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.