

원료백미의 분쇄정도가 무증자 당화 탁주의 발효에 미치는 영향

이 순 애 · 박 희 동
경북대학교 농과대학 식품공학과

Effect of Ground Rice Particle Size on the Brewing of Uncooked Rice *Tackju*

Soon-Ae Lee and Heui-Dong Park

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

Uncooked rice *Tackju* was prepared from the ground rice with different particle size such as 12, 20, 35 and 50 mesh, and its characteristics were analyzed during the brewing. Reducing sugar and ethanol contents as well as yeast cell counts were the highest in main mash and *Tackju* prepared from 20 mesh fraction. Especially, reducing sugar content was about 1.5-2.5 times as much as that obtained from 35 or 50 mesh fraction. The final concentration of ethanol in main mash prepared from 20 mesh fraction was 14.8%(v/v). It was about 1.5%(v/v) higher than the lowest one [13.35%(v/v)] which was prepared from 12 mesh fraction. No significant difference in total acidity was observed. Sensory evaluation revealed 20 or 35 mesh *Tackju* to be the best in overall preference, especially in sweet and refreshing tastes.

Key words : uncooked rice *Tackju*, ground rice, brewing

서 론

우리나라 술의 기원이 언제인지는 정확히 알 수 없으나 삼국시대 이전부터 전래되었다고 한다. 특히 조선시대에는 지방, 가정, 계절, 용도 등에 따라 양조방법이 다양해지면서 약주류, 탁주류, 소주류, 약용주류 등 수백종의 술들이 빚어졌다 [1, 2].

탁주는 막걸리 또는 농주라고도 불리우는 우리

나라의 대표적인 재래주로서 옛부터 널리 음용되어 온 가장 오랜 역사를 가진 술이다[3]. 옛부터 탁주는 백미를 원료로 하여 제조하였으나 한 때 정부의 식량정책으로 인하여 약 25년간 그 원료를 밀가루로 대체하여 제조한 적이 있다. 이 기간 동안 백미 원료를 사용한 탁주의 제조기술이 크게 약화되었으며 비록 1991년부터 다시 탁주의 제조에 백미의 사용이 허용되었으나 소비자의 관심부족과 양조기술의 미흡 때문에 예전의 풍미를

되살리지 못하고 있는 실정이다[3].

그러나 일부 업체에서 살균 및 포장 방법과 저장성의 개선으로 캔이나 팩을 사용한 제품의 개발에 성공하여 상당량이 외국으로 수출되고 있다[4,5]. 또한 1993년 우리 술 살리기 운동이 전개되어 우리나라 전통주의 계승을 위해 많은 노력이 이루어지고 있는 것은 매우 고무적인 현상이라 할 수 있다[4,6,7]. 탁주의 발효 및 주질에 관한 연구로는 당화생성물이 우수한 *Mucor*속 균주의 발견과 약·탁주 술덧 중의 일반성분, 당류, 비타민 및 유기산 등의 조사와 [8-14] 대체 원료로써 고구마, 감자, 타피오카, 옥수수를 이용한 주류제조에 관한 보고들이 있다[15-17]. 이외 탁주의 미생물학적 연구, 방사선 조사에 의한 약·탁주의 저장기간 연장, 약주의 무기성분에 관한 연구들이 보고된 바 있다[18-21].

특히 고려시대의 백하주 제조법을 응용한 무증자술은 원료미의 가열 처리에 의한 쌀중에 존재하는 열에 불안정한 여러 성분들의 변성 혹은 파괴를 막을 수 있는 술이다. 소 등에 의하면 60~65°C에서 반숙된 쌀이 80~100°C에서 완숙된 쌀보다 당화 및 단백질의 분해가 훨씬 용이하며 또한 반숙미를 혼용하여 제조한 약주가 완숙미를 사용한 약주보다 당분, 총아미노산 및 extract의 함량이 2배 정도 더 높았을 뿐 아니라 관능검사에서도 훨씬 좋은 평가를 받았다고 한다[22].

본 연구에서는 탁주 주질개선의 일환으로 무증자 당화 방법에 의해 탁주의 발효를 시도하는 한편 백미의 분쇄정도가 다른 분쇄를 사용하여 담금을 행한 후 발효 중의 성분변화와 제성주의 관능검사를 통하여 기호성을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 사용균주

본 실험에 사용한 원료미는 1989년도산 통일미이며, 공시균주는 대구 탁주(주)로부터 분양받아 본 연구실에 보관 중인 *Saccharomyces coreanus*를 1주마다 사면 배지에 계대배양시킨 후 4°C에 보관하면서 사용하였다. 균주 계대용 배지로는

YPD (yeast extract 1%, peptone 2%, dextrose 2%, agar 2%, pH 6.8)를 사용하였다. 무증자용 효소제는 B사에서 시판하고 있는 제품을 사용하였으며 고역가 정제 효소제는 日本 ナガセ 생화학 공업주식회사 제품을 사용하였다. 효소제의 역가는 국제청의 발효제 분석규정에 준하여 효소반응을 시킨 후 생성된 환원당 양을 Lane-Eynon법으로 측정하여 계산하였다[23-24]. 당화역가(saccharogenic power, sp) 계산에 의하여 B사의 무증자용 효소제는 2000sp/g이었으며 고역가 정제효소제는 20,000sp/g이었다.

원료의 처리 및 무증자 당화 탁주의 제조

원료백미의 처리 및 무증자 당화 탁주의 제조는 그림 1과 같이 행하였으며 각각의 조건은 다음과 같다.

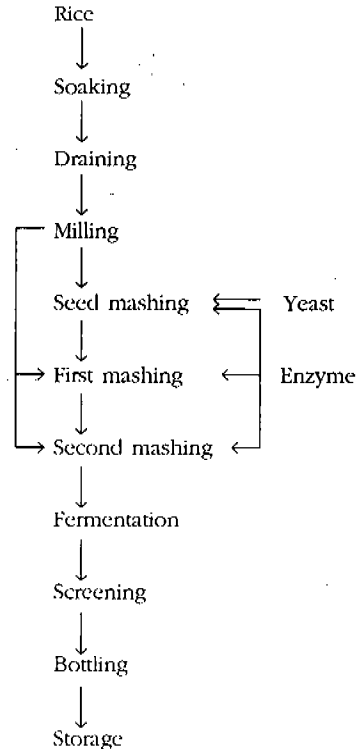


Fig. 1. Schematic diagram of the brewing process of uncooked rice Tackju

1) 분쇄미 제조

백미를 깨끗이 세미하여 3시간 정도 침지 후 1시간 가량 물빼기를 한 다음 타일러 표준체(Tyler standard sieve)를 사용하여 undersize를 기준으로 12mesh (1700 μ m), 20mesh (850 μ m), 35mesh (500 μ m), 50mesh (300 μ m)가 되게 분쇄하였다[25]. 12mesh의 체를 통과하고 20mesh를 통과하지 않은 분쇄미를 12mesh, 20mesh를 통과하고 35mesh를 통과하지 않은 분쇄미를 20mesh, 35mesh를 통과하고 50 mesh를 통과하지 않은 분쇄미를 35mesh 그리고 50mesh를 통과한 분쇄미를 모아 50mesh의 분획으로 하였다.

2) 주모(술밑, seed mash) 제조

주모는 분쇄미 원료량에 대해 급수(給水) 150%, 무증자용 효소제 3%, 젖산(80%) 2.5%와 종효모를 혼합하여 28°C에서 만 3일 배양하여 제조하였다. 종효모는 YPD 사면배지로부터 쌀국즙 배지에 접종하여 2일간 배양한 후 효모수 2×10^8 cells/ml를 기준을 원료량에 대해 300ml/kg되게 사용하였다. 이 때 사용한 쌀국즙 배지는 쌀국 1kg에 4~5l의 물을 첨가하여 50~63°C에서 교반하면서 요오드에 의한 전분반응이 없어질 때까지 당화한 다음 당화액을 여과하여 여액을 끓이고 액을 맑게 하기 위하여 난백을 처리 하 후 여과한 액을 10 Brix도로 조절한 다음 멸균하여 사용하였다.

3) 탁주의 담금

무증자용 효소제를 30°C에서 3시간 동안 침출시킨 액에 표 1과 같은 비율로 mesh별 원료 분쇄미와 고역가 정제효소제를 혼합한 후 교반하면

서 담금을 행하였다. 담금은 1단 담금과 2단담금을 구분하여 1단담금 후 24시간이 지난 다음 2단담금을 행하였다. 2단담금이 끝난 주요(술덧, main mash)는 품온을 28°C로 유지하면서 2일간 발효시켰다.

4) 탁주의 제성(製成, screening)

탁주는 숙성된 주요에 일정량의 후수(後水)를 가하면서 주박(酒粕)을 분리하여 사별제성하였다. 탁주는 제성후에도 후발효가 왕성하게 지속되어 알코올의 함량이 증가하므로 제성시의 주정분율은 5.3%(v/v)로 하였다.

분석 방법

분석시료는 주요와 제성주를 필요에 따라 Whatman 여과지(No. 6)로 여과한 후 여액을 사용하거나 또는 증류하여 증류액을 사용하였으며 관능적 품질검사는 제성주를 여과하지 않고 그대로 사용하였다. 환원당의 함량은 Lane-Eynone 법에 의하여 정량하였으며 알코올 함량을 측정할 후 Gay-Lussak의 주정환산표로 온도보정을 하였다[23,24]. 총산의 함량은 0.1N NaOH로 중화 적정하여 시료액 1ml에 해당하는 초산의 mg수로 나타내었다. 효모수는 발효중의 술덧 시료의 경우 100배 희석, 제성후의 제성주 시료는 50배로 희석하여 토마의 혈구계수기를 사용하여 계측하였다.

탁주의 관능적 품질검사

관능검사는 본 연구에 흥미를 갖고 있는 15명에게 본 시험의 목적과 의의를 설명한 다음 관능

Table 1. Materials used for the preparation of main mash of uncooked rice *Tackju*.¹⁾

Main mash	Ground rice (kg)	Enzyme A ²⁾ (g)	Enzyme B ³⁾ (g)	Water (l)	Seed mash (ml)
1st mash	3	60	4.5	4	600
2nd mash	7	140	10	10	-

¹⁾ Materials shown above for the second mashing were added to the first mash after 24 hours.

²⁾ Enzyme A : B. H Enzyme (2,000sp/g)

³⁾ Enzyme B : ナカセ Enzyme (20,000sp/g)

검사 요원으로 훈련하여 이들을 대상으로 행하였다. 각 mesh 별로 실험담금, 발효시켜서 완성주를 만든 후 이들의 기호도를 순위 기호 검사 시험법에 준하여 관능검사를 실시하고 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중 검정을 통하여 해석하였다[26-27]. 검사항목은 이 등의 방법에 준하여 신맛, 백색도, 단맛, 쓴맛, 맛난맛, 청량미 및 입안에서의 느낌에 대하여 각각 평가하였다[28].

결과 및 고찰

백미의 분쇄도에 따른 무증자탁주 발효중의 성분변화

1) 알코올 함량의 변화

각 mesh 별로 분쇄하여 무증자 제조공정에 의한 탁주제조시 생성되는 알코올 함량의 변화는 그림 2와 같다. 발효과정 중의 알코올 함량은 20, 35, 50 및 12 mesh 순으로 높게 나타났다. 제성직전에 생성된 최종 알코올의 함량은 12 mesh의 것을 사용하였을 때 13.35(v/v %)로 가장 낮았으며 20 mesh의 것을 사용하였을 때 14.8(v/v %)로 가장 높아 12 mesh의 것보다 약 1.5%(v/v) 더 높은 함량을 보였다. 또한 각 분쇄도에 따른 알코올 함량을 동일한 농도인 5.3%(v/v)로 제성한 후 후발효에 따른 알코올 함량변화를 조사한 결과 발효과정 중의 결과와 동일하게 20, 35, 50 및 12 mesh 순으로 높게 나타났다. 제성후의 알코올의 변화는 만 1일 경과까지는 알코올 생성이 다소 증가하는 경향을 보이다가 만 2일째부터는 알코올 생성의 변화가 거의 없었다. 이 등은 전통 누룩을 사용한 발효주를 제조하여 그 품질을 평가한 바 있다[29]. 본 연구의 결과 발효과정 중의 알코올의 함량이 이 등의 경우보다도 높은 현상을 보였다. 이는 본 실험조건에서 당의 생성이 많아짐에 따라 알코올의 생성이 높아진 것으로 추측된다.

2) 환원당 함량의 변화

분쇄도가 다른 백미를 사용하여 무증자 당화 탁주 제조시 20 mesh의 것이 가장 알코올의 함

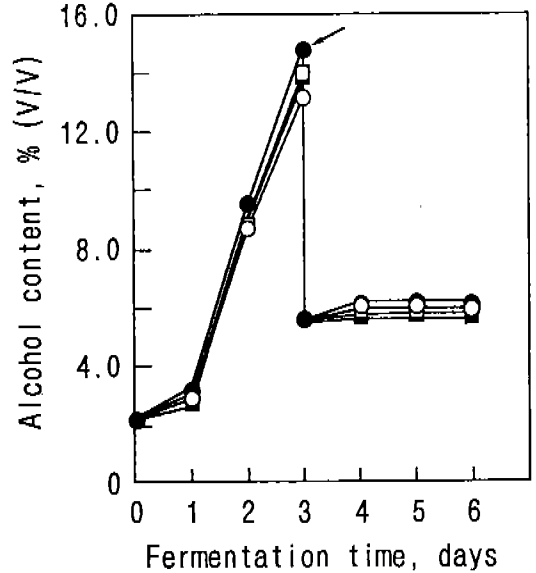


Fig. 2. Effect of particle size of ground rice on the changes of alcohol contents during the uncooked rice *Tackju* brewing.

The ground rice was sifted with standed sieves whose pore numbers were 12, 20, 35, 50 mesh step by step. The fraction passing through 12 mesh but not through 20 mesh sieve was designated as 12 mesh. Others such as 20 or 35 mesh fraction was designated in the same way, but 50 mesh represents all the fraction passing through 50 mesh sieve. The fermentation days 0 and 1 on the bottem represent the time right after 1st and 2nd mashing steps, respectively. Arrow indicated the screening and standardization step when young *Tackju* was prepared from the main mash and diluted to 5.2%(v/v) of alcohol concentration.

○-○ : 12 mesh, ●-● : 20 mesh
□-□ : 35 mesh, ■-■ : 50 mesh

량이 가장 높은 현상이 과연 전분의 분쇄도가 높아서인지 조사하기 위하여 각 mesh 별 분쇄도에 따른 환원당 함량의 변화를 측정하였다(그림 3). 환원당의 함량 역시 20 mesh 분쇄미를 사용한 담금에서 발효 중이거나 제성 후에도 가장 높은 함량을 나타내었다. 특히 발효가 왕성하게 진행되

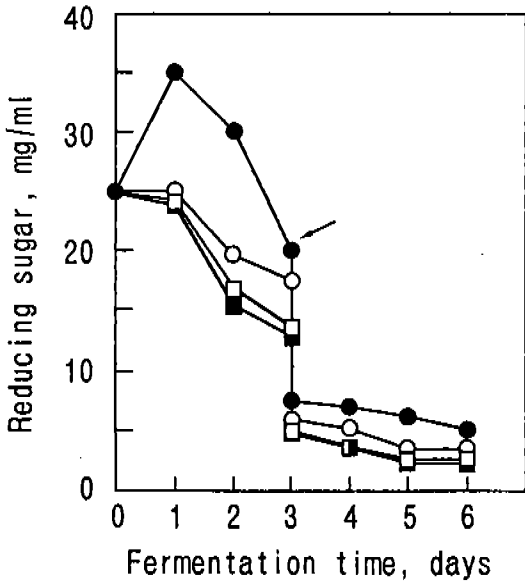


Fig. 3. Effect of particle size of ground rice on the changes of reducing sugar contents during the uncooked rice *Tackju* brewing.
 ○-○ : 12 mesh, ●-● : 20 mesh
 □-□ : 35 mesh, ■-■ : 50 mesh

는 발효초기에 있어서 다른 분쇄도에 비하여 20 mesh 분쇄의 경우 월등하게 높았다. 이는 김의 연구 결과와 비교하여 보았을 때 환원당 함량이 발효가 진행됨에 따라서 감소하는 것은 일치하였으나 그 함량은 전체적으로 다소 높은 현상을 나타내었다[30]. 한편 이 등은 발효과정 중의 환원당 함량이 증가한다고 보고한 바 있어 본 연구와는 상이한 결과를 보였다[29]. 이러한 현상은 본 실험에서 고역가 정제 효소제를 사용하였을 뿐 아니라 무증자 당화방법으로 탁주를 제조하였기 때문에 쌀전분의 분쇄도가 높아서 환원당의 함량이 높아진 것으로 추정할 수 있다. 특이한 사실은 12 mesh의 경우 발효 중의 환원당 함량이 35 또는 50 mesh의 경우보다도 월등히 높으며 1단담금 이후 2단담금 직후까지 급격히 증가하는 현상을 나타내었는데 그 원인은 좀더 연구해 보아야 할 과제이다.

3) 효모수의 변화

각 mesh별 분쇄도에 따른 효모수의 변화는 그

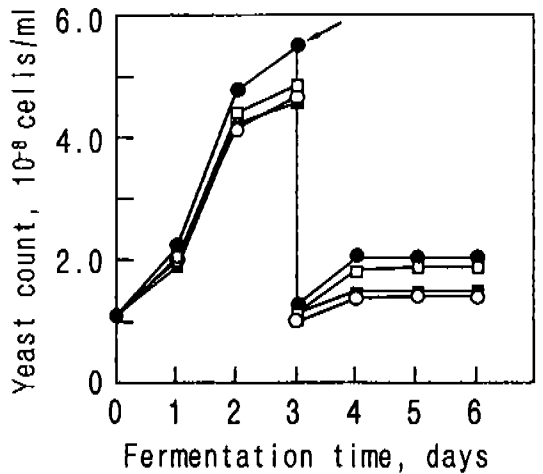


Fig. 4. Effect of particle size of ground rice on the changes of total acidity during the uncooked rice *Tackju* brewing.
 ○-○ : 12 mesh, ●-● : 20 mesh
 □-□ : 35 mesh, ■-■ : 50 mesh

림 4와 같다. 비록 환원당의 함량이 20, 12, 35, 50 mesh의 순으로 높게 나타났으나 효모수는 20, 35, 50, 12 mesh의 순으로 높게 나타나 알코올 함량의 경우와 완전히 일치하는 현상을 나타내었다. 효모수와 알코올 함량의 변화는 발효 전 기간 동안 동시에 증가하였으며 특히 2단담금 직후 1 일동안 가장 급격한 증가현상을 보인 후 발효 마지막 단계에서는 완만한 증가를 보였다. 또한 20 mesh 분쇄미를 사용한 경우에 효모수의 수가 가장 많아 발효가 가장 활발하게 진행됨을 알 수 있었다. 제성직후에서 만 1일 까지는 효모수가 급격하게 증가하여 후발효에 관여하는 것으로 보이거나 만 1일 이후부터는 효모수 변화를 거의 볼 수 없었다. 알코올 함량의 경우도 이와 동일한 결과를 나타내어(그림 2 참조) 알코올 도수를 5.3 % (v/v) 되게 제성한 경우 후발효는 1일만에 완료됨을 알 수 있었다.

4) 총산의 변화

탁주의 품질에 있어서 총산 함량의 의의는 관능적인 면에서 다른 주류에서는 잘 찾아 볼 수 없는 산미의 원인물질이며 발효가 개방된 상태에

서 병행복발효에 의해 진행되므로 산패현상을 조기진단할 수 있는 기초자료로서 이용된다. 일반적으로 총산의 함량이 너무 적으면 제성주에서 특

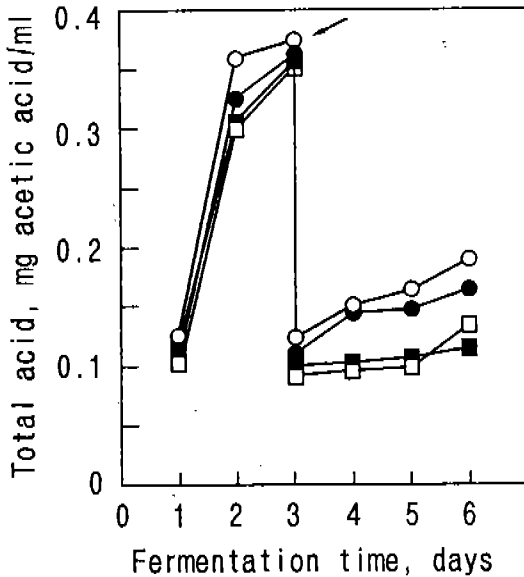


Fig. 5. Effect of particle size of ground rice on the changes of yeast cell counts during the uncooked rice *Tackju* brewing.

-○- : 12 mesh, -●- : 20 mesh
-□- : 35 mesh, -■- : 50 mesh

유의 산미를 잘 느낄 수 없게 되고 총산의 함량이 너무 많으면 이상 발효에 의해 탁주가 산패되고 있는 것으로 짐작할 수 있다. 각 분쇄도에 따른 탁주 제조시 총산 변화를 조사한 결과는 그림 5와 같다. 1차 담금 직후의 산도는 7.05mg/ml로서 매우 높은 함량을 나타내었는데(자료 미제시) 이는 주모의 제조에 사용된 젓산이 1차 담금시 술덧으로 이행된 결과로 추정된다. 그러나 젓산의 함량은 2차담금 이후 약 0.1mg/ml 수준으로 감소한 후 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하는 현상을 보였다. 분쇄도에 따른 산도 차이는 그렇게 크지 않았으나 분쇄도가 낮은 12, 20 mesh의 것이 발효중이나 제성 후 모두 다소 높은 현상을 보였다. 본 실험에서 얻어진 총산의 함량은 김의 연구결과보다 낮은 현상을 보였는데 이는 김의 연구에서는 탁주 제조시 입국 또는 누룩과 같은 산 함량이 높은 효소제를 원료로 사용한 한 반면 본 실험의 무증자에 의한 탁주 제조시에는 특별히 산 함량이 높은 재료가 사용되지 않았기 때문인 것으로 추측된다 [30].

무증자 당화 탁주의 관능적 품질 검사

본 실험에서 제조된 무증자 당화 탁주의 관능적 특성을 15명의 관능검사 요원을 대상으로 순위 기호 검사 시험법에 의하여 조사한 결과는 표 2

Table 2. Rank order in the sensory parameters of uncooked rice *Tackju* prepared from the ground rice with various particle size¹⁾.

Sensory parameters	Particle size of ground rice (Mesh)			
	12	20	35	50
Acidic	3.13 ^a	3.13 ^a	2.26 ^b	1.47 ^c
White	3.33 ^a	2.73 ^a	2.60 ^a	1.33 ^b
Sweet	1.93 ^b	2.93 ^a	2.93 ^a	1.93 ^b
Bitter	3.13 ^a	3.07 ^a	2.27 ^b	1.53 ^b
Relish	2.53 ^b	2.73 ^a	2.27 ^a	2.47 ^a
Refreshing	1.53 ^b	3.00 ^a	3.07 ^a	2.07 ^b
Mouthfeel	3.33 ^a	2.60 ^{ab}	2.47 ^b	1.60 ^c

¹⁾ The evaluation was carried out by the method of ANOVA and Duncan's multiple range test at 5 % level. The strength of each parameter was classified from 1(weakest) to 4(strongest).

*^{a, b, c}: Values with different superscripts in the same line represents significant differences (P < 0.05)

와 같다. 색, 맛, 향 및 종합적인 기호성에 있어서 20 mesh와 35 mesh의 분쇄도로 담금한 무증자 탁주가 가장 우수한 것으로 평가되었다. 이는 20 또는 35 mesh 분쇄도로 담금한 무증자 탁주에서 당분 함량과 후발효량 그리고 산의 함량이 적당하여 감칠맛과 청량미와 산미가 서로 조화를 잘 이룬 결과인 것으로 추측된다.

요 약

본 연구에서는 무증자 당화방법에 의한 탁주의 제조시 원료백미의 분쇄정도에 따른 탁주의 발효 특성과 제성주의 기호도를 조사하였다. 먼저 백미를 물에 침지한 후 분쇄하여 12, 20, 35 및 50 mesh의 표준체로 쳐서 12 mesh의 체를 통과하고 20 mesh의 체를 통과하지 않는 분획을 모아 12 mesh의 분획을 얻었다. 마찬가지로 방법으로 20, 35 mesh의 것을 정하였으며 50 mesh는 50 mesh의 체를 통과한 것들을 모아 각각의 분쇄도가 다른 분획을 얻었다. 이들을 사용하여 무증자 당화 탁주의 담금을 행하고 발효 중과 제성 후의 특성들을 비교 조사하였다. 환원당과 에탄올의 함량 및 세포수는 20 mesh의 것이 가장 높은 현상을 나타내었다. 특히 제성 후의 환원당 함량은 20 mesh의 것이 35 또는 50 mesh의 것에 비해 1.5-2.5배나 높았다. 또한 제성 직전의 최종 알코올 함량은 20 mesh의 경우 14.8%(v/v)로서 가장 낮은 12 mesh의 경우인 13.35%(v/v)보다 약 1.5%(v/v)나 높았다. 본 실험에서 제조한 무증자 당화 탁주의 관능검사를 행한 결과 20 및 35 mesh의 것이 전반적인 기호성에 있어서 우수한 것으로 평가되었으며 특히 감미와 청량감에 있어서는 다른 분쇄도로 제조한 것보다도 훨씬 우수한 기호도($P < 0.05$)를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 경북대학교 신진교수 연구비에 의해 수행되었으며 지원에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 성기욱(1989). 탁·약주의 제조와 판매현황. 한국식문화학지, 4, 287-290.
2. 문영근(1993). 주세제도의 문제점과 개선방향. 생물산업, 6, 69-71.
3. 이철호(1993). 한국 술의 역사. 생물산업, 6, 66-68.
4. 손순기, 노영훈, 김현진, 배상면(1990). *Rhizopus koji*를 이용한 무증자 쌀 탁주 양조. 한국산업미생물학회지, 18, 506-510.
5. 이철호, 태원택, 김기명, 이현덕(1991). 탁주의 저온 살균조건에 관한 연구. 한국식품과학회지, 23, 44-51.
6. 오평수, 차두종, 서항원(1986). 쌀보리의 무증자 alcohol 발효에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 14, 415-420.
7. 이철호(1993). 한국 술의 역사. 생물산업, 6, 58-61.
8. 최병권, 김영배(1990). 효모와 고오지 곰팡이의 혼합배양에 의한 주정 생산. 한국식품과학회지, 22, 696-699.
9. 홍순우, 하영철, 민경희(1970). 탁주 및 탁주료의 화학성분과 그 변화에 관한 연구. 한국미생물학회지, 8, 107-115.
10. 박윤중, 이석전, 오만진(1973). 탁주 효모에 관한 연구(제2보). 한국농화학지, 16, 2-6.
11. 장기중, 유태중(1981). 소곡주와 시판 약주의 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 13, 307-313.
12. 김찬조, 최우영(1981). 탁주 양조중 Thiamin의 소장에 관한 연구. 한국농화학회지, 13, 105-109.
13. 박석규, 박필숙, 김귀영, 강우원, 이영근(1994). 백일주 양조중 알코올, 유리 아미노산, 비휘발성 유기산 및 지방산 조성의 변화. 동아시아식생활학회지, 4, 103-109.
14. 이원경, 김정림, 이명환(1987) 국균을 달린탁주 양조 중 유리 아미노산 및 유기산의 소장. 한국농화학회지, 30, 323-327.
15. 정기택, 유대식(1971). 고구마 전분질 원료를

- 이용한 탁주제조에 관한 연구. 한국미생물학회지, 9, 103-120.
16. 김성렬, 오만진, 김찬조(1974). 감자를 이용한 탁주제조에 관한 연구. 한국농화학회지, 17, 81.
 17. 최경환, 김덕치, 서인보(1975). 탁·약주원료 대체에 관한 시험양조. 국제청기술연구소보, 제3호.
 18. 이주식, 이태우(1970). 탁주의 microfiora에 관한 연구. 한국미생물학회지, 8, 116-133.
 19. 김종협, 이근배(1968). 방사선 조사에 의한 한국산 탁주 및 약주의 Shelf-life 연장에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 7, 45-48.
 20. 김명걸, 심기환, 하영래(1978). 미국종의 중금속 함량에 관하여. 한국식품과학회지, 10, 299-305.
 21. 이종숙, 김성곤, 김춘수, 조만희(1983). 겉보리 및 쌀보리의 무기질과 아미노산 함량. 한국식품과학회지, 15, 90-92.
 22. 소명환, 유태중(1993). 한국 전통 약주의 제조시 반숙미의 사용효과. 한국영양식량학회지, 6, 189-198.
 23. 국제청(1975). 주세실무요람. 한국세정정보.
 24. 국제청(1994). 국제청기술연구소 주류분석규정. 국제청.
 25. Bassiri, A., and A. Nahapetian (1977). Differences in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc, and iron in wheat varieties grown under dry and irrigated conditions. J. Agric. Food. Chem. 25, 1118-1123.
 26. 김광옥, 이영춘(1989). 식품의 관능검사. 학연사.
 27. 이철호, 이진근, 채수규, 박봉상(1984). 식품공업 품질관리론. 유림문화사.
 28. 이철호, 이현덕, 김지용, 김기명(1986). 탁주의 관능적 품질요소와 이들의 열처리에 의한 변화. 한국식문화학회지, 4, 405-409.
 29. 이미경, 이성우, 윤태현(1994). 전통 누룩으로 빚은 발효주의 품질평가. 한국영양식량학회지, 23, 78-89.
 30. 김찬조(1963). 탁주 양조중유기산 및 당류의 소장에 관한 연구. 한국농화학회지, 4, 33-35.