

## 전통주의 제조방법별 발효 특성 및 숙성후 품질변화 비교

김인호 · 박완수 · 구영조

한국식품개발연구원  
(1996년 10월 4일 접수)

# Comparison of Fermentation Characteristics of Korean Traditional Alcoholic Beverages Prepared by Different Brewing Methods and Their Quality Changes after Aging

In-Ho Kim, Wan-Soo Park and Young-Jo Koo

Korea Food Research Institute

(Received October 4, 1996)

### Abstract

Fermentation characteristics and quality changes of the typical Korean traditional alcoholic beverages (*Kwahaju*, *Sokokju*, *Baikhaju*, *Samhaeju* and *Hosanchun*) were investigated during fermentation and after aging, respectively. They were prepared by their own brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji). The consumed total sugar content of the alcoholic beverages (*Sokokju*, *Baikhaju*, *Samhaeju* and *Hosanchun*) which were brewed with the multiple input steps of seed mash and raw material (ABMIS) was higher than that of the alcoholic beverage (*Kwahaju*) which was brewed with the single input step (ABSIS). The pH values of all the beverages were similar and were ranged from 3.2 to 3.6. The acidity of ABMIS were lower than that of ABSIS, but alcohol concentration of ABMIS were higher. The fermentation period of the alcoholic beverages with triple input steps was the longest among them. The inner temperature and microbial growth in all the beverages increased at each of input steps of the raw materials. Fusel oil content of ABMIS was lower than that of ABSIS. Major components of the fusel oil were iso-amyl alcohol, iso-butanol, n-propanol, ethyl acetate and acetaldehyde, and its minor components were methanol and n-butanol. The results on quality changes of the alcoholic beverages after aging showed increase of alcohol in ABMIS, but decrease of sugar and acidity. Fusel oil contents of *Kwahaju* and *Samhaeju* decreased to be ranged from 3.1% to 13.9% after aging, but those of *Sokokju*, *Baikhaju* and *Hosanchun* increased to be ranged from 10.9% to 23.0%. Sensory evaluation of ABMIS showed better scores than that of ABSIS. It was suggested that the brewing method with multiple input steps of seed mash and raw material was one of the methods to increase fermentation efficiency for brewing the Korean traditional alcoholic beverages.

### I. 서 론

저자 등은 전보<sup>1)</sup>에서 증보산림경제, 고사촬요 등 40여종의 고서에서 명주로 소개되며 담금방식에서 대표적으로 분류되는 우리의 전통 민속주 5종, 즉, 단양주로서 서울식 과하주, 이양주로 소곡주 및 백하주, 삼양주로 삼해주와 호산춘을 선별하여, 고문헌에 충실하게 원료 쌀과 누룩을 처리 및 첨가하여 제조중 각각의 발효특성을 비교하였다. 선발 전통 민속주의 주질 및

관능적 기호도는 누룩의 농도에 비례하며 주모의 사용 여부에 영향을 받는 것으로 나타났다. 각 선발 전통주는 원료 쌀의 투입단계에 따라 1회인 단양주(과하주), 2회인 이양주(소곡주, 백하주) 및 3회인 삼양주(삼해주, 호산춘)로 분리된다. 원료의 처리방식은 과하주 및 백하주가 증자한 밥 형태의 지에밥을, 소곡주는 1차 투입과 2차투입에 각각 흰무리떡과 지에밥을, 삼해주 및 호산춘은 1, 2차 투입에 쌀죽을, 3차투입에 지에밥을 사용하였다. 누룩의 처리는 소곡주 및 과하주의 경우

누룩 발효액(수국)을 준비하며, 백하주는 지에밥 술밑(주모)을 사용하고 삼해주 및 호산춘은 누룩가루를 직접 첨가한다. 누룩의 첨가방식으로는 소곡주, 과하주 및 삼해주가 원료의 1차 투입시 전체량을 함께 첨가하며, 백하주 및 호산춘은 원료 투입시 마다 나누어 투입하는 등 처리방식이 다양하였다.

그러므로 이와같이 원료 쌀과 누룩의 처리방식, 투입단계 등이 전통주 마다 다르며 이들 요소들이 발효양상에 중요한 영향인자로서 작용할 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 동일한 함량의 누룩과 원료 쌀을 사용하여 동일한 발효온도에서 담금방식의 차이에 따른 전통주의 발효 및 숙성 특성을 비교하여, 한국적 양조방식을 정립하고 우리술 개발 및 다양화의 기초를 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

원료 백미 및 누룩은 전보<sup>1)</sup>와 동일한 시료를 사용하였으며 기타 모든 시약은 특급품 이상을 사용하였다.

### 2. 시험방법

발효용수 및 발효용기의 세척, 발효종료 확인, pH 측정, 산도측정 및 총산함량, 알콜함량 측정, 환원당 및 총당 함량 등은 전보<sup>1)</sup>와 동일한 방법으로 분석하였다. 관능검사는 평가방법의 경우 전보<sup>1)</sup>와 동일하였으나, 평가시점은 발효종료후 4℃에서 일정기간 숙성한 다음 평가하였다. 그외에 전통주의 제조 조건, 미생물 균수 측정, 품온의 측정 및 fusel oil의 분석은 다음과 같았다.

#### 1) 전통주의 제조 및 숙성

전통주의 제조는 동일한 함량의 누룩과 쌀을 사용하여 전보<sup>1)</sup>와 동일한 방법으로 제조하였으며, 원료의 투입 단계는 백하주 및 소곡주의 경우 담금후 각각 2일 및 4일 경과후 2차 투입하였고, 삼해주 및 호산춘의 경우는 발효 시작후 각각 5일, 4일에 2차 투입 및 8일, 10일에 3차 투입하였다. 과하주는 발효양상을 비교하기 위하여 소주를 첨가하기 전의 발효종료된 술을 시료로 하였다. 본 연구에서는, 원료쌀은 22.5%(w/v)의 농도로, 누룩은 백하주를 기준으로 2.22%(w/v)의 농도로 일정하게 환산하여 25℃의 동일한 온도에서 발효를 시작하였다. 숙성 시료는 발효가 종료된 술덧을 4℃에서 2시간 정치시켜 고형물을 침전시킨 다음 취한 1차 상등액과 나머지 발효 침전액을 5000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 2차 상등액을 합하여 얻었다. 숙성 기간은 동일한 시점에서 분석 및 관능 평가 시료를 얻기

위하여 담금 시점을 달리하였으므로, 숙성기간은 과하주 10일, 소곡주, 삼해주 및 호산춘 22일, 백하주는 24일로서 차이를 두었다.

#### 2) 미생물 균수 측정

총균수, 효모 및 젖산균수의 측정은 plate count method를 이용하여, 총균수는 plate count agar(PCA) 중층법<sup>2)</sup>으로 25℃에서 72시간, 젖산균은 Rogosa SL agar(RA) 배지를 사용하여 37℃에서 48시간 배양하여 시료 단위 g당 colony 수(colony forming unit; cfu)로 계수하였다. 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar (PDA) 배지를 이용하여 25℃에서 48시간 배양한 다음, 고형분을 균일화한 발효액 단위 g당 형성된 colony 수로 측정하였다.

#### 3) 품온의 측정

발효중 품온의 측정은 알콜온도계를 사용하여 발효조 중심점의 온도를 하루에 2회 측정하여 평균하였다.

#### 4) Fusel oil의 함량 및 성분분석

발효가 종료된 시료 및 관능검사의 경우와 같이 4℃에서 숙성한 시료 100 ml를 증류하여 80 ml를 회수하고 100 ml까지 증류수를 가한 후 혼합하였다. 준비된 증류액은 gas chromatography(Varian 6000)하여 fusel oil의 함량을 분석하고 발효 종료직후와 숙성후 함량을 각 전통주 별로 비교하였다. 분석조건으로 Carbowax BAW(80~120 mesh, 6.6% carbowax) 20M glass column(2 mm×180 m)을, N<sub>2</sub> carrier gas(20 ml/min)를 사용하였다. Injector temperature는 250℃, detector (FID) temperature는 250℃, column temperature는 180~200℃로 하였다. Flow rate는 1 ml/min, injection 양은 1 μl로 하여 분석하였다. Fusel oil 성분의 표준 물질로는 acetaldehyde, methanol, acetone, methyl acetate, 2-propanol, ethyl acetate, diacetyl, n-propanol, 2-butanol, iso-butanol, n-butanol, 3-pentanol, 2-pentanol, active-amyl alcohol, iso-amyl alcohol, n-amyl alcohol, iso-amyl acetate, furfural, n-hexanol 등 19개 화합물을 사용하였다.

## III. 결과 및 고찰

전보<sup>1)</sup>에서 쌀을 주원료로 사용하면서 담금방식에서 전통성을 대표하는 술로서 단양주인 과하주, 이양주인 소곡주, 백하주 및 삼양주인 삼해주, 호산춘을 선별하고 고문헌에 충실하게 제조하여 발효양상을 조사하였다. 선별된 전통주의 주질 및 관능적 기호도는 누룩의 농도 및 주모의 사용 여부에 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 각 전통주의 담금방식의 차이에 따른 발효특성을 비교하기 위하여, 원료 및 누룩의 첨가량과

발효개시 온도를 동일하게 하여 원료, 누룩의 처리 및 투입시기 등 발효방법의 차이에 따른 발효양상을 조사하였다.

1. 총당 및 환원당 함량의 변화

전통주 발효기간중 총당 및 환원당 함량을 측정할 결과를 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었다.

발효초기의 총당 함량은 소곡주 285.6 g/l, 백하주, 과하주 및 삼해주 184.3~189.2 g/l, 호산춘 167.5 g/l로 측정되었다. 초기의 총당 함량은 양조용수의 첨가량에 비하여 원료의 투입량이 많았던 소곡주에서 가장 높았으며, 원료 투입량이 가장 많았던 과하주는 양조용수를 1회에 모두 첨가하므로 백하주, 삼해주 등과 같이 상대적으로 낮은 총당 함량을 나타내었다.

발효가 진행됨에 따라 담금시기 별로 총당 함량은 감소하였으며, 이양주와 삼양주의 경우 원료 및 누룩을 재투입하면 총당함량은 급격히 증가하였고 담금 횟수 별로 이와같은 양상은 반복되었다. 단양주인 과하주는 원료 및 누룩을 1차에 모두 투입하므로, 총당 함량은 발효 종료시 까지 감소하였다.

발효 종료후 잔류 총당의 함량은 과하주 58.6 g/l, 삼해주 및 소곡주 23.3~26.8 g/l 백하주 및 호산춘 19.2~20.7 g/l로 측정되었으며, 단양주 보다 이양주 및 삼양주에서 잔류 총당의 함량이 낮았다.

환원당의 함량은 발효초기에 삼해주가 9.1 g/l로 높고

소곡주 8.7 g/l, 백하주 및 호산춘이 5.3 g/l로 측정되었으며 과하주는 1.5 g/l로 낮았다. 이러한 차이는 발효 초기의 원료, 양조 용수 및 누룩의 사용량과 효소 및 미생물의 활성 차이에 기인한다고 판단되었다.

발효 2일에 환원당의 함량은 백하주의 경우 2.7 g/l로 낮았으나, 기타 처리구에서는 급격히 증가하여 65.3~94.1 g/l의 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 주모를 사용한 백하주의 경우 효소 활성보다 효모의 생육이 왕성하여 많은 환원당을 소비한 결과이며, 기타 처리구의 경우는 효모의 생육에 비해 효소 활성이 높으면서 기인한 것으로 생각되었다.

그 이후에는 발효가 진행됨에 따라, 환원당은 전분 가수분해 효소의 활성에 의하여 당의 생성과 효모에 의한 당의 소비를 반복하여, 감소하거나 낮은 값을 유지하였고, 총당의 경향과는 달리 원료 투입에 따른 급격한 증가는 없었다.

발효 종료후 잔류 환원당 함량은 과하주가 11.0 g/l로 높았으며, 소곡주는 5.1 g/l, 삼해주 및 백하주는 3.3~3.8 g/l을 나타내었고 호산춘은 0.3 g/l로 낮아 총당 함량의 경향과 일치하였다.

즉, 잔류 총당 및 환원당 함량은 단양주 보다는 이양주 및 삼양주에서 함량이 낮았으며, 특히 원료의 재공급 시점마다 누룩을 함께 투입하는 백하주와 호산춘에서 가장 낮았다.

2. pH 및 산도의 변화

선발된 전통주의 발효기간에 따른 pH 및 산도의 변화는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

각 전통주의 발효초기 pH는 원료의 1차 투입에 누

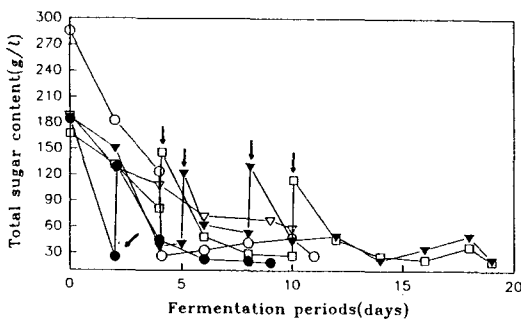


Fig. 1. Changes in total sugar content of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and Nuruk (Korean-style bran koji).

Arrows indicate the fermentation periods for the multiple input steps of raw materials, which are 2 days of *Baikhaju*, 4 days of *Sokokju* and *Hosanchun*, and 5 days of *Samhaeju* as the 2nd input step, as well as 8 days of *Samhaeju* and 10 days of *Hosanchun* as the 3rd input step

○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

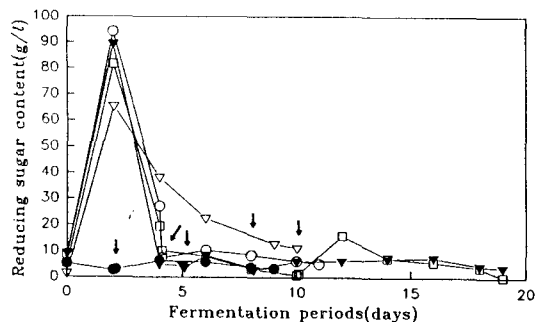
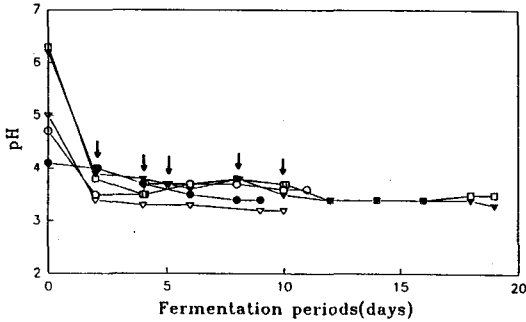


Fig. 2. Changes in reducing sugar content of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and Nuruk (Korean-style bran koji).

Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.



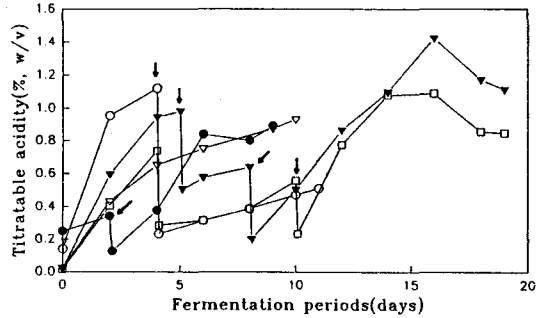
**Fig. 3.** Changes in pH of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji). Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

룩을 첨가하는 삼해주와 호산춘이 6.2~6.3으로 가장 높았으며, 수국을 사용한 소곡주와 과하주는 4.7~5.0 이었고 주모를 사용한 백하주는 4.0으로 가장 낮았다. 발효가 진행됨에 따라 모든 처리구에서 pH는 감소하여 pH 3.2~3.6의 범위에서 일정하게 유지되었으며, 원료의 투입에 따른 급격한 변화는 없었다.

발효 종료시 수국이나 주모를 사용하는 소곡주, 백하주 및 누룩을 나누어 투입하는 호산춘에서 pH 3.5~3.6을 나타내었으며, 누룩을 1회에 모두 투입하는 삼해주, 과하주는 pH 3.2~3.3으로 다소 낮았다. 이는 멥쌀을 원료로 하고 누룩과 효모를 사용한 탁주 발효 과정에서 최종 pH가 3.6~3.7로 보고한 이 등<sup>3)</sup>의 결과보다 다소 낮은 값을 나타내었으나 커다란 차이는 없었다.

삼해주, 호산춘의 경우 1차 담금에서 누룩이 처음으로 첨가되므로 1차 담금 직후 취한 시료에서는 발효가 진행되지 않아 pH가 7.0에 가까웠으며, 소곡주, 과하주 및 백하주의 경우는 주모로 수국 및 지에밥 술미를 사용하므로 1차 담금에서도 pH가 낮은 값을 나타내었다. 2차 담금전에는 삼해주 및 호산춘도 밀술(1차담금) 발효하여 pH가 낮아졌으며 모든 처리구에서 종료시의 pH와 유사한 값을 나타내었다.

산도는 발효초기에 백하주와 소곡주가 0.2~0.3%로 높았으며 과하주, 삼해주 및 호산춘은 0.0%에 가까운 값을 나타내었다. 과하주를 제외하면 주모와 수국을 사용한 처리구에서 산도가 높아 pH 감소의 경향과 일치하였다. 과하주의 경우는 1차에 원료를 모두 투입하고 수국을 사용하였으나 회석효과에 의하여 낮은 산도를 보였다.



**Fig. 4.** Changes in titratable acidity of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji). Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

발효가 진행됨에 따라 담금시기 별로 산도는 증가하였으며, 이양주 및 삼양주의 경우 원료 및 누룩을 제투입 하면 산도는 급격히 감소하였고 담금 횟수별로 이와같은 양상이 반복되었다. 이러한 결과는 pH 변화와는 일치하지 않았으며, 이는 산도의 경우 발효중 생성된 유기산에 의하여 값이 증가하였으나, pH는 이들 유기산에 의한 완충 효과로 큰 변화가 없었던 것으로 판단하였다.

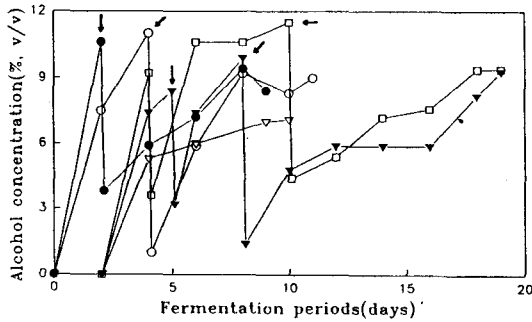
발효 종료시 삼해주는 1.1%로 산도가 가장 높고, 호산춘, 백하주 및 과하주는 0.8~0.9%를 나타내었으며 소곡주는 0.5%로 가장 낮았다. 삼해주는 수국 및 주모의 미비 및 누룩의 1회 첨가로 산도가 높았으나, 소곡주는 수국을 사용하고 1차에 함께 투입하는 원료의 첨가량이 적어 산도가 낮은 것으로 판단되었다. 이는 전통주 술덧의 총산함량이 시험구에 따라 차이가 있다는 보고<sup>4)</sup>에 부합하였다.

### 3. 알콜 함량의 변화

선발 전통주의 발효기간에 따른 알콜 함량의 변화를 Fig. 5에 나타내었다.

전통주의 알콜 함량은 발효가 진행됨에 따라 담금시기 별로 증가하였으며, 이양주 및 삼양주의 경우 원료 및 누룩의 제투입시 마다 알콜 농도는 급격히 감소하였고 담금 횟수별로 이와같은 양상은 반복되어 당 함량 및 산도의 변화와 일치하였다.

그러나, 발효 2일에 주모 및 수국을 사용한 백하주 및 소곡주에서는 10.6% 및 7.5%로 높았으나, 과하주, 삼해주 및 호산춘은 알콜의 생성이 더디었다. 최종 알콜 농도는 삼양주인 삼해주와 호산춘이 9.3~9.4%로 높



**Fig. 5.** Changes in alcohol concentration of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji).

Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

았으며, 이양주인 백하주 및 소곡주는 8.4~9.0%로 측정되었고 단양주인 과하주는 7.1%로 낮았다. 과하주의 경우 전보에서 다른 처리구와 비교하여 가장 높은 알콜 함량을 나타내었으나 본 실험에서 함량이 가장 낮았다. 이는 전보의 경우 과하주 누룩 농도가 기타 처리구와 비교하여 2~6배 높게 투입된 것에 기인한 것이며, 본 실험에서는 동일한 누룩량을 수곡 형태로 사용하였으나 발효력이 약화되면서 알콜 생산력도 낮아진 것으로 판단되었다.

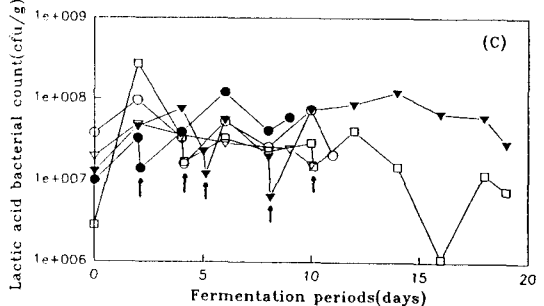
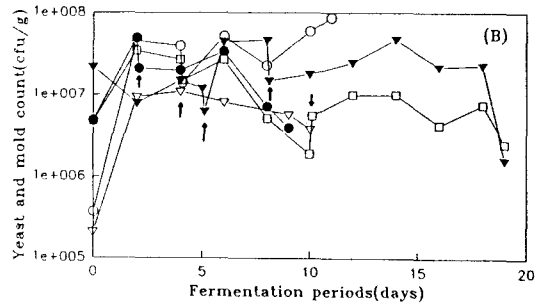
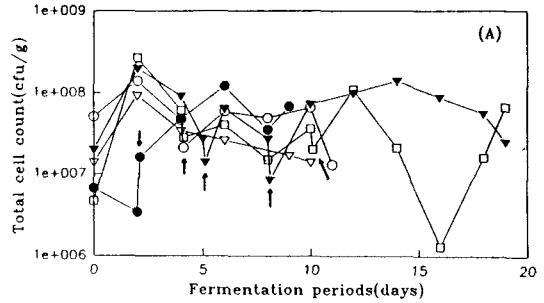
알콜 함량은 원료 투입 횟수에 비례하여 증가하므로 당의 소비 경향과 일치하였으며, 삼해주를 제외하면 산도의 경향과도 일치하였다. 삼해주는 원료의 반복 투입으로 알콜 생산 효과는 높았으나, 누룩을 1회 투입하여 장기간 발효하므로 산도는 높았다.

**4. 미생물군의 변화**

전통주의 발효기간 중 미생물 생육상태의 변화를 관찰하기 위하여 총균수, 곰팡이 및 효모수, 젖산균수를 각각 측정하여 그 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

총균수(Fig. 6a)는 발효 초기에 소곡주  $5.1 \times 10^7$  cfu/g, 과하주 및 삼해주  $1.4 \times 10^7 \sim 2.0 \times 10^7$  cfu/g, 백하주 및 호산춘  $4.7 \times 10^6 \sim 6.7 \times 10^6$  cfu/g을 나타내었으나, 원료의 투입량, 수곡 및 주모의 사용, 양조 용수의 첨가량 및 시료 채취의 균일성 등의 차이로 담금 방법별로 일정한 경향을 보이지 않았다.

발효가 진행됨에 따라 총균수는 원료 및 누룩 투입 단계마다 초기에 증가후 감소하였으며, 재 투입 직후는 급격한 증감을 보였던 당 함량, 산도 및 알콜의 변화와는 달리 서서히 증가하였다. 호산춘은 발효 종료 직전



**Fig. 6.** Changes in microbial growth of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji).

Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. A; Total microbes, B; Yeasts and molds, C; Lactic acid bacteria; ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

급격한 감소후 증가를 나타내었으며, 이는 동일한 시기에 젖산균수의 급격한 감소에 기인한 것으로 고려되었다. 호산춘 총균수의 감소후 증가 추세는 발효 종료시기에 젖산균수의 증가 및 효모균수의 유지로 총균수에서 증가하였다고 판단할 수 있으나, 젖산균수의 경우 기타 처리구와 비교하여 증가폭이 낮으며, 총균수에서 급격한 증가 현상이 관찰되므로 초산균 등 잡균의 번식도 영향을 미친 것으로 고려 되었다.

발효 2일에 총균수는 소곡주, 과하주, 삼해주 및 호

산출에서  $9.3 \times 10^7 \sim 2.7 \times 10^8$  cfu/g까지 급격히 증가하였으며, 백하주는  $1.6 \times 10^7$  cfu/g까지 증가하여 증가폭이 낮았다.

발효 종료시 총균수는 호산출 및 백하주에서  $6.7 \times 10^7$  cfu/g으로 높았으며, 삼해주는  $2.5 \times 10^7$  cfu/g, 소곡주 및 과하주는  $1.3 \times 10^7$  cfu/g를 나타내어 원료 및 누룩을 재투입하는 처리구에서 다소 높았다.

곰팡이 및 효모수(Fig. 6b)는 발효 초기에 삼해주에서  $2.2 \times 10^7$  cfu/g으로 높았으며, 백하주 및 호산출은  $4.7 \times 10^6$  cfu/g, 과하주 및 소곡주는  $2.1 \times 10^5 \sim 3.7 \times 10^5$  cfu/g를 나타내어 총균수 및 젖산균수의 경향과 차이가 있었으나, 초기 담금 조건의 차이로 방법별로 일정한 경향을 보이지 않았다.

발효 진행시는 총균수 및 젖산균수와 같이, 곰팡이 및 효모수가 원료 및 누룩 투입후 증가하였다가 감소하였으며, 재 투입후 서서히 증가하였고, 특히 원료만을 2, 3차에 투입하는 소곡주 및 삼해주에서 기타 처리구에 비해 균수의 증가폭이 컸다.

발효 2일에 곰팡이 및 효모수는 백하주가  $5.0 \times 10^7$  cfu/g으로 높았으며, 소곡주 및 호산출은  $3.5 \times 10^7 \sim 4.5 \times 10^7$  cfu/g로 측정되었고 삼해주 및 과하주는  $7.4 \times 10^6 \sim 9.4 \times 10^6$  cfu/g으로 낮았다. 백하주의 발효 초기 높은 균수는 기타 처리구와 비교하여 주모를 미리 준비한데서 기인한 것으로 생각되었으며, 이는 환원당의 변화에서 백하주의 경우 효소 활성과 비교하여 균의 생육 속도가 높았던 결과와 일치하는 경향이었다.

발효 종료시는 소곡주가  $8.7 \times 10^7$  cfu/g으로 높았으며, 기타 처리구는  $1.6 \times 10^6 \sim 3.8 \times 10^6$  cfu/g을 나타내었다. 그러나 이는 발효의 완전 종료후 측정하여 효모수가 급격히 감소하여 나타난 결과이므로, 발효의 완전한 종료이전 일정하게 유지된 균수를 비교하면 소곡주가  $6.0 \times 10^7$ 으로 높고, 백하주, 삼해주 및 호산출은  $7.1 \times 10^6 \sim 2.3 \times 10^7$  cfu/g을 나타내었으며 과하주는  $5.7 \times 10^6$  cfu/g으로 낮아 총균수의 경우 처럼 원료 및 누룩을 재투입하는 처리구에서 다소 높았다.

발효중 젖산균 수의 변화(Fig. 6c)는 초기 균수, 원료 투입후 균수의 변화 등에서 총균수의 변화와 일치하였으며, 종료시 균수는 호산출을 제외한 기타 처리구에서 일치하였다. 호산출의 종료시 젖산균수는 기타 처리구 보다 낮아, 젖산균에 의한 잡균번식의 억제 정도가 다소 낮을 것으로 고려되어 총균수에서 잡균 번식의 가능성을 뒷받침 하였다.

이러한 결과는 원료 및 누룩 투입후 발효진행중의 생균수를 측정하는 것이므로 처리구마다 투입시기가 달라 발효기간에 따른 차이를 비교할 수는 없었지만, 모든 처리구에서 원료 및 누룩의 투입후 미생물수의

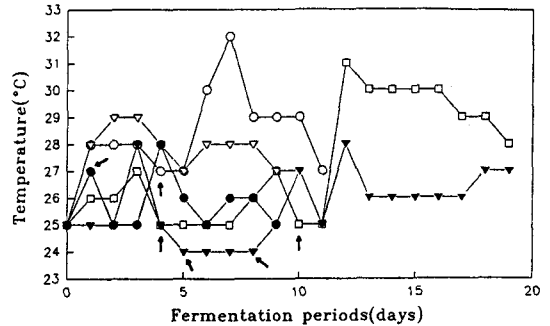


Fig. 7. Changes in inner temperature of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji).

Explanation on the arrows are the same as in Fig. 1. ○; *Sokokju*, ●; *Baikhaju*, ▽; *Kwahaju*, ▼; *Samhaeju*, □; *Hosanchun*.

증가를 확인할 수 있었으며 이는 정 등의 보고<sup>2)</sup>와 일치하는 경향이었다. 원료 및 누룩을 1차에 투입하는 처리구 보다는 2, 3차에 나누어 투입하여 발효력을 이어나가는 처리구에서 미생물 수의 증가폭이 컸으며 이는 발효력과 관련하여 당의 소비 및 알콜 생산 등의 경향에 부합되는 것으로 판단하였다.

##### 5. 발효기간 및 품온의 변화

발효기간은 Fig. 1~Fig. 7에서 나타난 바와 같이 과하주, 소곡주 및 백하주는 9~11일, 삼해주와 호산출은 19일로서, 발효기간은 삼양주에서 길었다.

발효기간 중 품온의 변화는 Fig. 7과 같다. 원료를 투입한 1, 2 및 3차 담금 직후에는 투입한 원료 온도의 영향으로 발효 초기온도인 25°C 내외를 나타내었으나, 발효가 진행되면서 27~32°C까지 상승하여 증감을 반복하였다.

소곡주는 1차 담금에 28°C, 2차 담금에 31°C, 호산출은 1차 및 2차 담금에 27°C, 3차 담금에 31°C까지 온도가 상승하였으며, 백하주는 1차 담금에 27°C, 2차 담금에 28°C, 삼해주는 1차 담금에 28°C, 2차 담금에 24°C, 3차 담금에 28°C를 나타내었다. 과하주는 25°C에서 발효를 시작하여 29°C까지 상승하였다가 종료시 27°C를 기록하였다. 품온의 변화는 원료 및 누룩의 투입 방식에 따라 일정한 경향을 나타내지는 않았으나, 각 전통주 별로 원료 및 누룩의 투입후 서서히 품온이 상승하여 미생물 생육의 경향과 일치하였다.

##### 6. 전통주의 수율 비교

상기의 결과들로 부터, 원료 및 누룩의 투입방식에 따라 발효 효율이 차이가 있으며, 당의 소비, 알콜 및 산의 생산이 유기적으로 결정됨을 알 수 있었다. 따라서 발효기간중 원료의 투입단계에 따른 전통주의 소비된 총당 함량과 생산된 총산 및 알콜의 농도를 중량비로 환산하여 조사하였다. 소비된 총당 함량 및 생산된 총산, 알콜의 전체함량은 각 원료 투입 단계의 전체 부피에 대한 희석 비율을 고려하여 실제 소비 총당과 생산 총산 및 알콜의 함량을 환산하였으며 계산된 결과들은 Table 1에 나타내었다.

각 전통주의 산 생산수율은 산의 함량과 경향이 유사하였으나, 알콜 수율은 생산된 알콜 만큼 소비된 당도 많으므로 처리구별로 0.40~0.44로 유사하여 알콜은 함량을 기준으로 비교하였다.

과하주는 1회에 원료 및 누룩을 투입하였으므로 발효가 진행되면서 당의 함량은 증감없이 계속적으로 감소하였으나, 발효 종료시는 발효의 지속력이 약화되어 기타 처리구의 164.56~172.08 g/l와 비교하여 소비된 당 함량은 130.59 g/l로 낮고 알콜의 함량도 낮았으나 산도는 높았다.

소곡주는 과하주와 같이 수국을 1회 사용하지만 당의

소비가 완료되는 시점에서 원료를 공급하여 발효력의 상승을 이어가는 효과로 과하주 보다 당의 소비 능력이 21% 높고 알콜의 함량도 높았으나 산도는 낮은 것으로 나타났다. 백하주는 주모를 사용하여 초기의 발효력이 강한 상태에서 당의 소비 시점에 원료와 누룩을 재 공급하여 발효 효율을 유지한 것으로 생각되었다. 삼해주 및 호산춘도 과하주와 비교하여 당의 소비 효율이 높았으며, 삼해주 보다는 누룩을 재투입한 호산춘에서 당의 소비율, 알콜생산 등 발효효율이 각각 22~24%, 24~25% 높았다.

즉, 원료 및 누룩을 1회 투입하여 발효력을 지속하는 경우 보다는 원료 및 누룩 투입후 원료를 공급하는 경우가 당의 소비 및 알콜 생산 효율이 높았으며, 원료 재공급시 누룩을 계속적으로 함께 투입하는 경우는 효율이 더욱 높은 것을 확인할 수 있었다.

### 7. 숙성후 이화학적 변화

발효가 완료된 처리구는 제성후 일정기간 4°C에서 저장하여 숙성중 이화학적 및 미생물적 변화를 조사하였고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

숙성중 총당 함량의 변화는 과하주에서 9.1 g/l로 가

**Table 1.** Summary of production yields of total acid and alcohol of Korean traditional alcoholic beverages during fermentation by different brewing methods with respect to the same initial contents of rice (22.5%, w/v) and *Nuruk* (Korean-style bran koji) (2.22%, w/v)

	Total concentration (%, w/v)	Alcohol concentration (%, w/v)	Consumed sugar content (g/l)	Yield total total acid (g/g)	Yield of alcohol (g/g)
<i>Sokokju</i>					
1st input	0.61	2.58	258.99	0.02	0.10
2nd input	0.30	6.37	87.24	0.03	0.73
Total	0.46	7.14	164.56	0.03	0.43
<i>Baikhaju</i>					
1st input	0.10	8.39	159.04	0.01	0.53
2nd input	0.76	3.69	108.32	0.07	0.34
Total	0.74	6.69	168.40	0.04	0.40
<i>Kwahaju</i>					
Total	0.91	5.61	130.60	0.07	0.43
<i>Samhaeju</i>					
1st input	0.96	6.70	145.80	0.07	0.46
2nd input	0.13	5.34	69.11	0.02	0.77
3rd input	0.91	6.27	106.96	0.09	0.59
Total	1.11	7.41	168.11	0.07	0.44
<i>Hosanchun</i>					
1st input	0.73	7.32	86.18	0.08	0.85
2nd input	0.27	5.56	118.55	0.02	0.47
3rd input	0.61	3.99	93.82	0.07	0.43
Total	0.84	7.50	172.08	0.05	0.44

**Table 2.** Physicochemical and microbiological changes of Korean traditional alcoholic beverages during aging at 4°C after fermentation at 25°C by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji)

	Korean traditional alcoholic beverages									
	<i>Baikhaju</i>		<i>Sokokju</i>		<i>Kwahaju</i>		<i>Hosanchun</i>		<i>Samhaeju</i>	
	F <sup>1)</sup>	A <sup>2)</sup>	F	A	F	A	F	A	F	A
Physicochemical characteristics										
Total sugar (g/l)	19.2	17.5	26.8	20.1	58.6	49.5	20.7	13.5	23.3	22.6
Reducing sugar (g/l)	3.3	2.4	5.1	4.1	11.1	13.0	0.3	3.9	3.8	4.6
pH	3.5	3.4	3.6	3.5	3.2	3.3	3.5	3.4	3.3	3.3
Acidity (% w/v)	0.9	0.8	0.5	0.5	0.9	1.4	0.8	0.7	1.1	1.3
Alcohol (% w/v)	6.7	7.2	7.2	7.6	5.6	4.6	7.5	7.3	7.4	5.6
Microbial growth										
Total microbes ( $\times 10^7$ cfu/g)	6.8	5.6	1.3	3.7	1.4	2.7	6.7	0.9	2.5	1.3
Yeast and mold ( $\times 10^7$ cfu/g)	0.4	0.7	8.7	3.1	0.4	1.1	0.3	0.3	0.2	0.4
Lactic acid bacteria ( $\times 10^7$ cfu/g)	5.9	4.7	2.1	3.5	1.6	3.1	0.8	0.8	2.9	1.0

<sup>1)</sup>The fresh alcoholic beverages after fermentation at 25°C.

<sup>2)</sup>The alcoholic beverages aged at 4°C for 9 days of *Baikhaju*, 10 days of *Kwahaju*, and 19 days of *Sokokju*, *Samhaeju* and *Hosanchun* after fermentation at 25°C.

장 많이 감소하였고, 소곡주 및 호산춘은 6.7~7.2 g/l, 백하주는 1.7 g/l 감소하였으며 삼해주는 0.7 g/l로 가장 적게 감소하였다. 환원당 함량은 과하주, 삼해주 및 호산춘에서 0.8~3.6 g/l 증가하였고 소곡주 및 백하주에서 0.9~1.0 g/l 감소하였다.

pH는 모든 처리구에서 거의 변화가 없었으며, 산도는 1차에 누룩을 투입하는 과하주 및 삼해주에서 1.9~4.8% 증가하였고 기타 처리구는 0.5% 내외의 증감으로 변화가 미약하였다.

알콜 함량은 소곡주 및 백하주에서 0.5% 증가하였으며 호산춘에서 1.2% 감소하였고, 과하주는 총당의 감소폭은 컸으나 산 생성량이 많아서, 삼해주는 당 소비가 적어서 1.3~2.2%로 감소폭이 높았다.

미생물 생육의 변화는 총균수에서 과하주 및 소곡주가 각각  $1.3 \times 10^7$  cfu/g 및  $2.4 \times 10^7$  cfu/g 증가하였고, 백하주, 삼해주 및 호산춘은  $1.2 \times 10^7 \sim 5.8 \times 10^7$  cfu/g 감소하였다. 효모 및 곰팡이수는 소곡주에서  $5.6 \times 10^7$  cfu/g 감소하였고 기타 처리구는  $0.9 \times 10^6 \sim 3.1 \times 10^6$  cfu/g 증가하였으며, 젖산균수는 소곡주 및 과하주에서  $1.4 \times 10^7 \sim 1.5 \times 10^7$  cfu/g 증가하였고 백하주, 호산춘 및 삼해주는  $1.0 \times 10^5 \sim 2.0 \times 10^7$  cfu/g 감소하였다.

이상의 결과를 종합하면, 숙성중에도 발효는 지속되어 당의 소비, 산 및 알콜의 생성, 미생물 생육에서 변화가 관찰되었다. 원료 및 누룩을 1회에 투입하는 처리구(과하주, 삼해주 등)에 비해 2차, 3차로 재투입하는 처리구(백하주, 호산춘)에서 숙성중 당의 소비가

지속되고 있었으며, 알콜 함량은 다소 증가하였고 산도는 감소하여 발효중의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 미생물 생육은 담금 방법별로 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었으나 산도가 높았던 과하주에서 젖산균수가 다소 높았다.

## 8. Fusel oil 분석

발효 및 숙성이 완료된 전통주로 부터 발효액을 취하고 증류하여 fusel oil을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

전통주의 주된 fusel oil은 iso-amyl alcohol로서 114.5~167.0 ppm을 나타내었고, iso-butanol은 55.9~82.3 ppm, n-propanol은 19.3~42.1 ppm, ethyl acetate는 9.5~28.5 ppm 및 acetaldehyde는 18.2~34.4 ppm으로 측정되었으며 methanol 및 n-butanol은 1.2~2.0 ppm으로 소량 함유되어 있었다.

백하주, 호산춘 등 원료 및 누룩을 재투입하여 발효 종료시까지 당화력을 유지한 처리구에서 기타 처리구와 비교하였을 경우, iso-amyl alcohol은 18.8~25.7%, iso-butanol은 20.3~32.1%, n-propanol은 7.3~54.2%, ethyl acetate는 3.8~6.7% 및 acetaldehyde는 22.1~47.1%의 함량이 낮아 당화력을 높여줄수록 fusel oil은 감소한다는 보고<sup>6)</sup>와 일치하였다. 총 fusel oil 농도는 소곡주 및 삼해주가 312.6~334.5 ppm으로 가장 높았으며, 과하주 및 백하주는 253.8~271.4 ppm을 나타내었고 호산춘은 238.9 ppm으로 가장 낮아 누룩을



**Table 3.** Fusel oil composition of distillates from the fresh and aged Korean traditional alcoholic beverages prepared by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji) (Unit: ppm)

Fusel oil	Korean traditional alcoholic beverages									
	<i>Baikhaju</i>		<i>Sokokju</i>		<i>Kwahaju</i>		<i>Hosanchun</i>		<i>Samhaeju</i>	
	F <sup>1)</sup>	A <sup>2)</sup>	F	A	F	A	F	A	F	A
Acetaldehyde	18.2	36.0	24.7	37.3	21.5	20.4	26.8	33.9	34.4	33.3
Methanol	3.3	4.2	3.5	4.2	2.0	2.0	3.3	3.5	4.3	4.0
Ethyl acetate	15.1	27.6	23.5	28.5	15.7	16.1	9.5	17.1	28.5	40.8
n-Propanol	32.8	38.0	42.1	45.6	35.4	29.8	19.3	21.9	30.5	25.5
iso-Butanol	57.6	64.2	71.1	77.8	82.3	69.6	55.9	61.5	69.3	64.5
n-Butanol	1.2	—	2.6	2.8	—	—	—	—	1.2	—
iso-amyl alcohol	125.6	142.1	167.0	174.9	114.5	95.7	124.1	134.6	144.4	134.8
Total	253.8	312.1	334.5	371.1	271.4	233.6	238.9	272.5	312.6	302.9

<sup>1)</sup>Fusel oil composition of distillates from the fresh alcoholic beverages after fermentation at 25°C.

<sup>2)</sup>Fusel oil composition of distillates from the alcoholic beverages aged at 4°C for 9 days of *Baikhaju*, 10 days of *Kwahaju*, and 19 days of *Sokokju*, *Samhaeju* and *Hosanchun* after fermentation at 25°C.

**Table 4.** Sensory evaluation<sup>1)</sup> of the aged Korean traditional alcoholic beverages by different brewing methods with respect to the same contents of rice and *Nuruk* (Korean-style bran koji)

	Sweetness	Sourness	Flavor	Color	Alcohol concentration	Overall desirability
<i>Sokokju</i>	5.3 <sup>b</sup>	4.4 <sup>bc</sup>	6.0 <sup>bc</sup>	6.6 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.5 <sup>a</sup>
<i>Baikhaju</i>	5.2 <sup>bc</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.5 <sup>c</sup>	6.2 <sup>c</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>
<i>Kwahaju</i>	5.8 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	5.1 <sup>d</sup>	4.8 <sup>e</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>c</sup>
<i>Samhaeju</i>	5.3 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	6.5 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>ab</sup>
<i>Hosanchun</i>	5.8 <sup>a</sup>	5.0 <sup>ab</sup>	6.0 <sup>b</sup>	5.6 <sup>d</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.4 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>9; like extremely, 5; neither like nor dislike, 1; dislike extremely

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

나누어 채투입한 처리구에서 낮았다.

각 전통주의 fusel oil 함량은 4°C에서 일정기간 숙성후 과하주 및 삼해주에서 3.1~13.9% 감소하였으나, 백하주, 소곡주 및 호산춘에서는 10.9~23.0% 증가하였으며 누룩의 당화력, 담금방법 및 숙성조건을 개발하여 감소시켜야 할 것이다.

### 9. 관능적 기호도 조사

선발된 전통주를 제조하고 각 전통주별로 일정기간 4°C에서 숙성후 단맛, 신맛, 향기, 색 및 알콜농도에 대한 기호도 및 종합적 기호도를 관능적으로 평가하여 비교한 결과는 Table 4와 같다.

단맛의 경우 각 처리구에서 5.2~5.8로 보통의 기호도를 보였고, 신맛의 경우는 원료 투입시 마다 누룩을 투입한 백하주와 호산춘에서 보통의 기호도를, 기타 처리구에서는 4.2~4.6의 약간 낮은 기호도를 보였다. 이는 Fig. 2에서 조사된 바와 같이 기타 처리구와 비

교하여 백하주와 호산춘에서 산도가 다소 낮았던 것에 부합하는 결과였다.

향기는 5.1~6.5로 보통 이상의 좋은 기호도를 나타내었고, 색은 과하주를 제외하고는 모든 처리구에서 5.6~7.9의 좋은 기호도를 보였으며 알콜농도는 5.6~6.0으로 보통보다 약간 높은 기호도를 나타내었다.

전체적으로 종합적 기호도를 조사하였을 경우는 모든 처리구에서 보통내외의 점수를 얻었으며, 과하주의 4.8을 제외하곤 5.0~5.5의 보통을 다소 상회하는 기호도를 나타내어 단양주 보다는 이양주 및 삼양주에서 기호도가 높았다.

담금방법의 비교를 위하여 누룩의 투입량을 일정하게 2.22%(M/V)의 농도로 투입하여 실험하였으나 소곡주를 제외하고는 모든 처리구에서 산도의 규정치 0.7<sup>7)</sup>을 넘어 정상범위에서 벗어났다. 이는 우리의 전통주가 이와 같은 함량으로도 강한 발효력을 유지하였음을 반증하는 것이므로, 본 실험의 결과와 같이 발효력을 효율적으로

유지하기 위하여 원료 및 누룩의 재투입 조건을 결정하는 외에, 투입하는 원료의 제조방식 및 당화력과 발효력이 높고 우수한 향미의 대사산물을 생산하는 전통 누룩의 제조방식에 관한 연구<sup>8,9)</sup>를 지속하여 표준화된 우리술 개발을 위한 다양한 시도가 계속되어야 할 것으로 판단되었다.

#### IV. 요약 및 결론

동일량의 원료와 누룩을 사용하여 원료 투입단계, 누룩의 처리 등 담금방식에 따른 발효특성 및 숙성후 품질변화를 비교할 목적으로, 선발된 전통주로서 과하주(단양주, 주모사용), 소곡주 및 백하주(이양주, 주모사용), 삼해주 및 호산춘(삼양주, 주모 미사용)을 제조하여 이화학적 특성, 미생물 생육의 변화 및 관능적 기호도를 비교하였다. 당의 소비량, 생산된 산 및 알콜 농도는 단양주 보다 이양주 및 삼양주에서 높았으며, pH는 모든 처리구에서 3.2~3.6으로 유사하였다. 발효 기간은 삼양주에서 가장 길었으며, 품은 및 미생물의 생육은 원료 투입시기 마다 증가하였다. 전통주의 주된 fusel oil은 iso-amyl alcohol, iso-butanol, n-propanol, ethyl acetate 및 acetaldehyde 였으며, methanol 및 n-butanol은 소량 함유되어 있었고, 원료 및 누룩을 나누어 투입하는 백하주 및 호산춘에서 함량이 낮았다. 전통주의 숙성중 이화학적 변화는 원료 및 누룩을 나누어 재투입하는 처리구에서 당의 소비가 지속되고 있었으며, 알콜 함량은 다소 증가하였고 산도는 감소

하여 발효중의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 숙성중 Fusel oil의 함량은 과하주 및 삼해주에서 3.1~13.9% 감소하였으나, 백하주, 소곡주 및 호산춘에서는 10.9~23.0% 증가하였으며 관능적 기호도는 단양주 보다 이양주 및 삼양주에서 다소 높은 값을 나타내었다.

#### V. 감사의 글

이 논문은 농림수산부의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 김인호, 박완수, 구영조. 한국식생활문화학회지, **11**(3), 인쇄중 1996.
2. Nagai S. Science, **130**: 1188, 1959.
3. 이주선, 이택수, 노봉수, 박성오. 한국식품과학회지, **28**: 330, 1996.
4. 인혜영, 이택수, 이동선, 노봉수. 한국식품과학회지, **27**: 134, 1995.
5. 정지훈, 정순택. 한국농화학회지, **28**: 252, 1985.
6. 배상면. 전통주제조기술, (주)배한산업 부설 효소연구소, p 189, 1995.
7. 한국식품공업협회. 식품공전, p 535, 1995.
8. 이두영. 한국미생물학회지, **7**: 41, 1969.
9. 유대식, 김현수, 홍진, 하현팔, 김태영, 윤인화. 한국영양식량학회지, **25**: 170, 1996.