

## 탁주의 유통기간 산정을 위한 저장온도 및 기간별 품질특성

장귀영 · 이상훈 · Li Meishan · 김성태 · 이지현 · 강태수\* · 이주연\*\* · 이준수 · †정현상  
충북대학교 식품공학과, \*충북도립대학 바이오식품생명과학과, \*\*경인식품의약품안전청

### Quality Characteristics at Different Storage Temperatures and Periods for Shelf Life Evaluation of *Takju*

Gwi Yeong Jang, Sang Hoon Lee, Meishan Li, Sung Tae Kim, Ji Hyun Lee,  
Tae Su Kang\*, Ju Yeon Lee\*\*, Junsoo Lee and †Heon Sang Jeong

Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

\*Dept. of Biofood Science Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Okcheon 373-807, Korea

\*\*Gyeongin Regional Food and Drug Administration, Incheon 402-200, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the changes in quality characteristics of *Takju* under different storage temperatures (5, 10 and 20°C) and length of shelf life. Under all storage conditions, alcohol content, pH, total bacteria and yeast counts of *Takju* decreased with increasing storage period. However, aldehyde content and total acidity increased. In sensory evaluation, flavor, taste and overall satisfaction of *Takju* under all storage conditions decreased with increasing storage period and temperature. Quality characteristics such as alcohol content, total bacteria count, yeast count, total acidity, pH, aldehyde content and overall satisfaction at high storage temperature changed faster than low storage temperature. Alcohol content, total bacteria count, yeast count, total acidity, pH and aldehyde content had high correlations among factors affecting sensory characteristics ( $p < 0.01$ ). based on the results from this study, expected expiration dates of *Takju* are 55, 26 and 3 days at 5, 10 and 20°C, respectively.

Key words: *Takju*, quality characteristics, storage conditions, shelf-life

#### 서 론

탁주는 우리나라 고유의 전통주로 곡류와 같은 전분질 원료에 누룩을 발효제로 하여 발효시켜 혼탁하게 제성한 발효주이다(Kim 등 2008). 탁주는 일반 주류와는 달리 단백질 함량이 1.6%로 비교적 많이 함유되어 있으며, 단백질 외에도 비타민 B군과 lysine 등의 필수아미노산, glutamic acid, proline 및 glutathion 등을 함유하고 있어 영양학적으로 우수하다고 알려져 있다(Lee & Choi 2005). 탁주의 제조는 지역이나 제조자에 따라 다양한 방법이 사용되는데 누룩의 종류, 전분질 원료 및 담금 방법 등에 따라 관능적 품질에서 많은 차이를 나

타낸다. 탁주의 제조에 사용되는 전분질 원료로는 멥쌀, 소맥분, 옥수수, 찹쌀 및 보리쌀 등 여러 원료가 사용되지만, 주로 멥쌀을 사용한다(Lee 등 1996). 탁주의 품질에 영향을 주는 요인으로 알코올 농도, 총산, 유기산, 향미 성분 및 잔존 당 함량 등이 있으며, 이러한 요인은 저장조건에 의해 크게 영향을 받는다(Lee 등 2009). 탁주의 신맛은 총산 함량에 영향을 받는데, 주요 유기산은 pyruvic acid, malic acid, succinic acid, tartaric acid, oxalic acid, fumaric acid, citric acid 및 acetic acid 등이며(Jim 등 2007; Lee 등 2009), 유기산은 탁주의 맛에 영향을 주는 주성분으로 탁주 고유의 신선함을 부여하지만, 과다할 경우 관능적 품질을 저하시키는 원인이 된다(Chung JH

† Corresponding author: Heon Sang Jeong, Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea. Tel: +82-43-261-2570, Fax: +82-43-271-4412, E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr

1967). 주류의 발효 및 숙성 과정에서 부산물로 생성되는 aldehyde류와 메탄올은 술의 품질에 부정적인 영향을 주는 요인이다. 특히 적은 양으로도 불쾌취를 생성하여 주질에 나쁜 영향을 미치는 aldehyde류는 효모를 이용한 alcohol 발효 과정에서 생성되며, 그 종류로 formaldehyde, acetaldehyde, propanal 및 hexanal 등이 있고, aldehyde류의 생성량은 원료, 발효 조건, 효모의 종류 등의 여러 요인에 의해 달라진다(Borzani & Vairo 1981; Park 등 2006). 메탄올은 주류에서 효모의 발효에 의한 생성보다는 pectinolytic enzyme에 의한 pectin의 demethoxylation에 의해 주로 생성된다(Anli 등 2012; Chung 등 2012).

탁주에 대한 연구로 장뇌삼(Choi 등 2013), 연잎(Yoo & Chung 2011), 강낭콩(Park 등 2010) 및 구기자(Song 등 2009)와 같이 다양한 원료를 첨가한 탁주의 품질특성에 대한 연구가 이루어졌으며, 쌀의 품종과 입도를 달리한 탁주의 발효기간 중 품질특성(Lee 등 2012), 가수량을 달리하여 제조한 탁주의 발효기간 중 품질특성(Son 등 2011) 및 밀가루 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 발효 중 품질특성(Park & Lee 2002)의 연구와 같이 제조방법이나 원료에 따른 발효 중 특성 변화에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 국내에서 판매되는 탁주 중 상당량은 살균하지 않은 생탁주로 발효 후 실질적인 유통이 이루어지는 기간 동안 미생물에 의해 품질 변화가 지속되는 특성에 따라 유통 중 품질 변화에 대한 연구는 매우 중요함에도 불구하고, 발효기간 중 품질 변화에 대한 연구와는 달리 저장기간 중 품질 변화에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반 양조장에서 제조한 탁주의 유통기간을 산정하기 위하여 저장조건에 따른 생물학적, 이화학적 및 관능적 품질 변화를 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 탁주 제조

본 연구에 사용된 탁주는 충청북도 청원군에 소재한 양조장에서 제조한 술을 이용하였다. 탁주의 제조는 쌀을 수세한 후 3시간 동안 침지하고, 1시간 동안 탈수하였다. 탈수된 쌀은 1시간 동안 증자하고, 품온이 25°C가 되도록 방냉한 후, 찌쌀 18 kg에 중국 360 g과 효모 250 g을 접종하고, 물 27 L를 첨가하여 25°C에서 48시간 발효하여 1단 담금을 실시하였다. 1단 담금을 주모로 하여 찌쌀 36 kg과 물 54 L를 첨가하고, 25°C에서 96시간 발효하여 2단 담금을 실시하였다. 2단 담금을 원주로 하여 알코올 농도가 6%가 되도록 가수하여 탁주를 제조하여 병에 담고, 저장기간별 품질특성 평가시료로 사용하였다.

### 2. 저장조건 및 저장기한

탁주의 저장온도는 5, 10 및 20°C로 설정하였으며, 저장기간은 각 조건별 탁주가 식품공전에서 규정하는 식품규격 중 총산 함량 0.5%를 초과하고, 관능적 품질이 급격히 저하되는 시점까지를 분석기간으로 결정하였다. 즉, 5°C는 90일, 10°C는 70일 그리고 20°C는 19일 동안 저장하며, 품질 변화를 관찰하였다.

### 3. 알코올 함량

알코올 함량 분석은 탁주 100 mL를 취하여 주정도 측정용 증류장치에서 증류액이 80 mL가 될 때까지 증류한 후, 증류수를 가하여 100 mL로 정용하여 주정계로 측정하였다. 측정된 값은 Gay-Lussak의 주정환산표를 이용하여 알코올 함량으로 나타내었다(Ha 등 2012).

### 4. 총균수 및 효모수

저장온도 및 저장기간에 따른 탁주의 총균수 및 효모수는 Park 등(1998)의 방법에 따라 평판천배양법으로 측정하였다. 총균수는 PCA배지(Plate count agar, Difco, Detroit, MI, USA)에서 37°C, 48시간 배양하였으며, 효모수는 YM agar 배지(YM agar, Difco)에서 28°C, 72시간 배양하여 측정하였다.

### 5. 총산도 및 pH

저장온도 및 저장기간에 따른 탁주의 pH는 pH meter(Orion 4-Star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)로 측정하였으며, 총산도는 Jeong 등(2011)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 탁주 5 mL를 취하여 10배 희석한 후, 0.1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였다. 0.1 N NaOH의 소비량을 acetic acid 함량으로 환산하여 나타내었다.

### 6. 메탄올 및 알데히드 함량

탁주의 메탄올 및 알데히드 함량은 식품공전에 따라 측정하였다(KFDA 2011). 즉, 메탄올 함량은 탁주 100 mL에 증류수 15 mL를 가하고 증류하여 증류액 100 mL를 받은 다음 증류액 10 mL를 취하고, 여기에 증류수 40 mL를 가하여 메탄올 분석을 위한 시료로 사용하였다. 제조된 시료 5 mL에 과망간산칼륨용액 2 mL를 가한 후 15분간 방치하고, 수산용액 2 mL를 가하여 탈색시켰다. 완전히 탈색이 되면 폭신아황산 용액 5 mL를 가하고 잘 교반한 후, 30분간 실온에 방치한 후 분광광도계(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 585 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 메탄올의 함량은 농도별 메탄올 표준용액으로 표준곡선을 작성하여 계산하였다.

알데히드 함량은 탁주 증류액 5 mL에 증류수 45 mL를 가하고, 0.01 N 요오드 용액 10 mL에 대응하는 0.01 N 아황산수

소나트륨 용액을 가하고, 교반한 후 밀봉하여 30 분간 방치한 다음 0.01 N 요오드 용액 10 mL를 넣고 전분시액을 지시약으로 하여 청자색이 없어질 때를 종말점으로 하여 0.01 N 티오황산나트륨 용액으로 적정하여 검체 100 mL 중 mg 함량으로 나타내었다.

## 7. 관능검사

저장온도별 저장기간에 따른 탁주의 관능적 특성 변화를 확인하기 위하여 C대학교 식품공학과 대학원생 중 10명을 선정하여 관능평가에 대한 사전교육을 실시하고, 저장조건 및 기간별 탁주에 대하여 관능평가를 실시하였다. 탁주의 관능 평가 방법은 향(flavor), 맛(taste) 및 전반적 기호도(overall satisfaction)에 대하여 바람직할수록 9점, 바람직하지 못할수록 1점으로 하여 9점 기호 척도법으로 평가하였다(Shin 등 2008).

## 8. 통계분석

통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고, 처리 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다( $p=0.05$ ). 또한 요인들 간의 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 알코올 함량

저장기간에 따른 저장온도별 탁주의 알코올 함량 변화는 Fig. 1과 같다. 탁주의 알코올 함량은 저장 0일차에 5.63%이

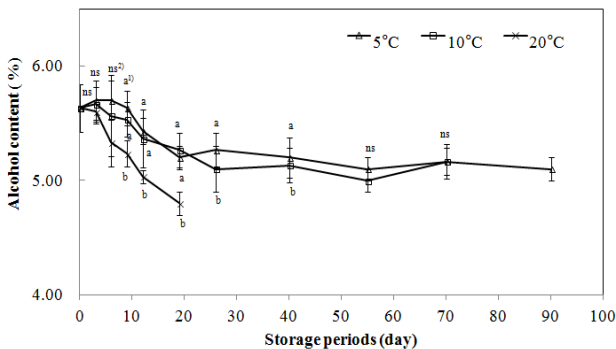


Fig. 1. Changes in alcohol content of *Takju* during storage at different temperatures. <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

었으며, 5°C 저장 시 90일차의 5.10%까지 완만하게 감소하였으며, 10°C에서는 70일차까지 5.17%로 감소하였다. 20°C에서는 3일차까지는 5.60%로 변화를 나타내지 않았으나, 6일차에서 19일차까지 5.33%에서 4.80%로 감소하여 저장온도가 높을수록 알코올 함량의 감소가 빠른 것으로 나타났다. Lee 등 (2003)의 초산 발효에 대한 연구에서 에탄올이 초산을 생성하기 위한 탄소원으로 사용된다는 결과와 같이 발효 중 생성된 에탄올이 저장기간이 증가함에 따라 초산 생성에 이용됨으로써 소량 감소하는 것으로 생각되며, 저장 온도가 높을수록 초산의 증가속도가 빨라짐에 따라 에탄올 함량은 감소하는 것으로 판단된다.

### 2. 총균수 및 효모수

저장기간에 따른 저장온도별 탁주의 총균수 변화는 Fig. 2와 같다. 5°C 0일차에는  $1.5 \times 10^7$  CFU/mL이었지만, 저장 90일차에는  $9.6 \times 10^4$  CFU/mL로 감소하였으며, 10°C에서는 19일차에  $3.5 \times 10^6$  CFU/mL로 감소한 후 70일차까지  $8.3 \times 10^5$  CFU/mL로 큰 변화를 보이지 않았다. 20°C에서는 9일차에  $1.7 \times 10^6$  CFU/mL로 급격히 감소한 후 19일차까지  $1.2 \times 10^6$  CFU/mL로 큰 차이를 나타내지 않았다. 5°C 저장이 10°C나 20°C보다 완만한 감소를 나타내었다. 이러한 결과는 막걸리의 저장 중 효모와 세균의 변화에 대한 연구에서 4°C와 20°C에서 저장하였을 때 총균수가 20°C에서 더 빠르게 감소한다는 보고와 같으며, 이는 보다 높은 저장온도에서 자기 소화가 더 많이 이루어져 죽는 균수가 많아지기 때문인 것으로 알려져 있다(Min 등 2011).

저장기간에 따른 저장온도별 탁주의 효모수 변화는 Fig. 3과 같다. 0일차에  $1.1 \times 10^7$  CFU/mL이었으며, 5°C 저장 시 10 및 20°C와는 달리 40일차까지  $7.9 \times 10^6$  CFU/mL로 0일차와 큰 차이를 나타내지 않았으며, 55일차부터 감소하기 시작하여

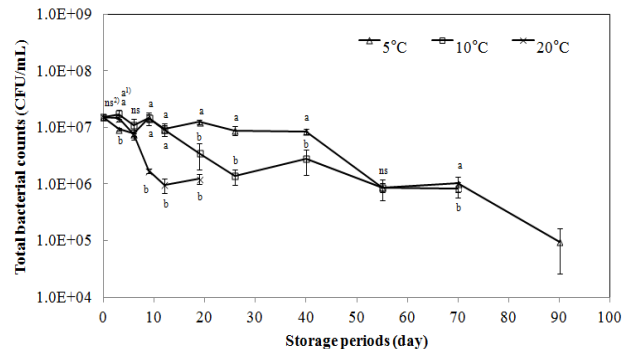
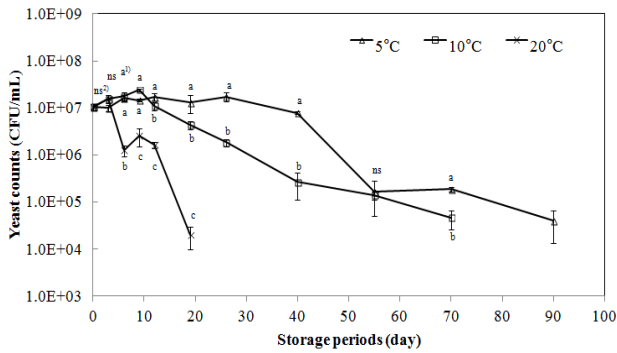


Fig. 2. Changes in total bacterial counts of *Takju* during storage at different temperatures. <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

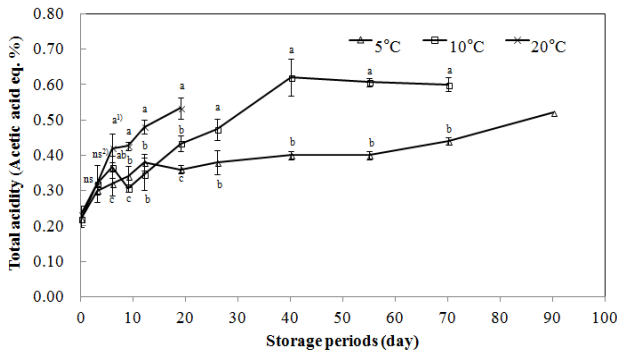


**Fig. 3. Changes in yeast counts of *Takju* during storage at different temperatures.** <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

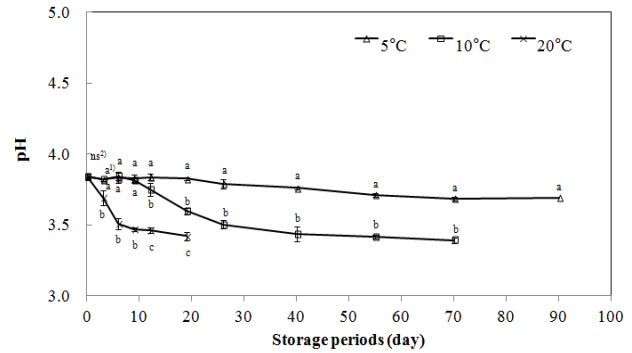
90일차에  $4.0 \times 10^4$  CFU/mL까지 감소하였다. 10°C 저장 시 70일차에  $4.7 \times 10^4$  CFU/mL로 감소하였으며, 20°C 저장 시 6일차에  $1.3 \times 10^6$  CFU/mL로 감소한 후 19일차에  $2.0 \times 10^4$  CFU/mL로 급격히 감소하였다. 이러한 결과는 막걸리의 발효 및 유통과정에서의 저장기간이 증가함에 따라 4°C에서 저장한 경우보다 25°C에서 저장하였을 때 효모수가 급격히 감소하며(Lee 등 2009), 높은 저장온도에서 미생물의 자기 소화가 촉진됨에 따라 효모수의 감소가 촉진된다는 결과와 일치하였다(Min 등 2011).

**3. 총산도 및 pH**

저장기간에 따른 저장 온도별 탁주의 총산도 변화는 Fig. 4와 같다. 0일차에 0.23%이였으며, 5°C 저장 시 90일차의 0.52%까지 완만하게 증가하였으며, 10°C에서는 40일차에 0.62%까지 증가 후 70일차까지 큰 변화를 나타내지 않았다. 20°C에서는 19일차에 0.53%로 증가하였다. pH 변화는 Fig. 5에서 보는



**Fig. 4. Changes in total acidity of *Takju* during storage at different temperatures.** <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant



**Fig. 5. Changes in pH of *Takju* during storage at different temperatures.** <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

바와 같이, 0일차 3.84이었던 것이 5°C 90일차에 3.69로 약간 감소하는 경향을 나타내었으며, 10°C에서는 9일까지 3.82로 큰 차이를 나타내지 않았으나, 12일부터 70일까지 3.39로 감소하였다. 20°C에서는 19일에 3.42로 총산도의 증가에 따라 pH가 급격히 감소하였다. 이는 Park 등(2009)의 연구에서 저장기간이 길어짐에 따라 총산도가 증가한다는 결과와 같은 경향을 나타내었다. Mok 등(1997)의 약주의 저장 중 변화에 대한 연구에서도 비살균 약주를 4, 25 및 37°C에서 28일간 저장하였을 때 모든 저장온도에서 산도는 증가하였으며, pH는 산도가 증가함에 따라 감소한다는 결과와 유사하였으며, Lee 등(2001)은 pH와 총산은 발효의 진행 정도를 판단하는 지표로 사용 가능함을 보고하였다. 탁주의 총산도는 식품공전(KFDA 2011)에서 0.5% 이내로 규정하고 있는데, 본 실험 결과 5°C 저장 시 70일차에 0.44%, 10°C와 20°C 저장 시 각각 26일과 12일까지 규격을 충족하여 5°C에서 저장할 경우 10°C와 20°C보다 상대적으로 오랫동안 보관이 가능한 것으로 판단된다.

**4. 메탄올 및 알데히드 함량**

저장기간에 따른 저장 온도별 탁주의 메탄올 및 알데히드 함량은 Fig. 6 및 7과 같다. 탁주의 메탄올 함량은 0일차에 0.0347 mg/mL이었는데, 5°C 저장 시 19일에 0.0381 mg/mL로 약간의 증가를 보인 후 26일차에 0.0340 mg/mL로 감소하였고, 90일차까지 0.0366 mg/mL로 약간 증가하였다. 10°C에서도 12일에 0.0357 mg/mL로 약간 증가하였지만, 19일에 0.0356 mg/mL로 감소한 후 70일차까지 큰 차이를 나타내지 않았다. 20°C에서는 12일에 0.0378 mg/mL로 약간 증가를 보인 후 19일에 0.0350 mg/mL로 감소하였다. 식품공전 규격은 0.5 mg/mL 이하로 규정하고 있어, 본 실험 조건에서는 저장기간 및 온도에 관계없이 모두 식품규격을 충족하였다(KFDA 2011).

알데히드 함량은 0일차에 0.15 mg/mL이었는데, 5°C 저장

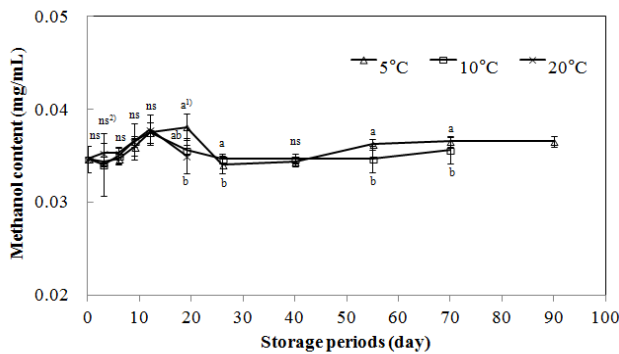


Fig. 6. Changes in methanol content of *Takju* during storage at different temperatures. <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

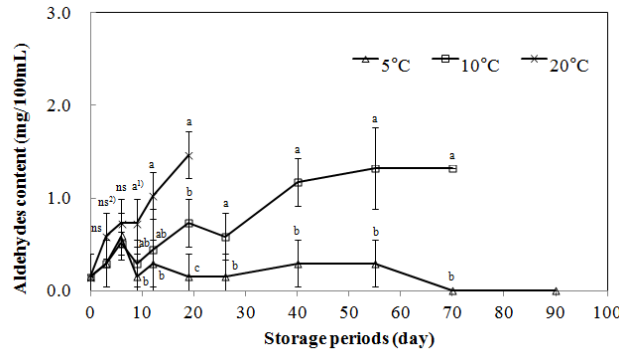


Fig. 7. Changes in aldehydes content of *Takju* during storage at different temperatures. <sup>1)</sup> Different letters on the same period means a significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. <sup>2)</sup> ns: Not significant

시 55일차에 0.29 mg/mL로 약간 증가하는 경향이었으며, 70 일 이후에는 검출되지 않았다. 10°C에서는 저장 70일에 1.32

mg/mL로 증가하였고, 20°C에서는 저장 3일에 0.59 mg/mL, 6 일차에 0.73 mg/mL, 19일차에 1.47 mg/mL로 증가하였다. 이러한 결과는 발효기간이 증가함에 따라 술덧의 aldehyde류 함량이 점차 증가한다는 결과와 유사하며(Lee & Choi 1998), 주류의 알데히드는 주로 효모의 알코올 발효 시 생산되며, 부패 미생물과 저급 효모에 의해서도 생성되는 것으로 보고되었다(Sowinski 등 2005).

## 5. 관능특성

저장기간에 따른 저장온도별 탁주의 관능특성 변화는 Table 1과 같다. 저장조건별 탁주의 향은 5°C의 경우 55일차에 5.8 점의 기호도를 나타내었으며, 90일차에 1.2점으로 많은 감소를 나타내었다. 10°C에서는 0일차 9.0점에서 26일차 6.4점, 70 일차 1.0점을 나타내었고, 20°C에서는 0일차 9.0점에서 12일 차 1.4점으로 급격히 감소하여 저장온도가 낮을수록 좋은 점수를 받았다.

맛에 대한 기호도는 5°C 저장 시 9일까지는 8.0점으로 거의 변화가 없었으나, 12일에 7.2점으로 감소한 후, 26일까지 7.0점으로 기호도가 유지되었고, 이후 서서히 감소하여 90일에는 1.2점을 나타내었다. 10°C에서는 12일차에 6.6점까지 감소한 후, 26일차까지 6.2점으로 큰 차이를 보이지 않았으나, 55일에 1.2점으로 감소하였다. 20°C에서는 12일차에 1.2점, 19일차에 1.0으로 급격히 감소하였다.

전반적 기호도 변화는 5°C 저장 시 0일차 8.2점에서 90일 차 1.6점까지 완만한 감소를 나타내었으며, 10°C에 저장한 경우 향과 맛에 대한 기호도 변화와 유사한 경향을 나타내어 6일차까지 큰 변화를 나타내지 않았으나, 이후 완만하게 감소하여 55일차에 1.2점을 나타내었다. 20°C 저장 시 0일차 8.2 점에서 12일차에 1.0점으로 급격한 감소를 나타내었다. 이러한 현상은 살균되지 않은 탁주의 특성상 미생물이 존재하여

Table 1. Sensory evaluation of flavor, taste and overall satisfaction on *Takju* during storage at different temperatures

Storage periods (day)	0	3	6	9	12	19	26	40	55	70	90	
Flavor	5°C	9.00±0.00 <sup>ns2)</sup>	9.00±0.00 <sup>ns</sup>	8.60±0.55 <sup>a1)</sup>	8.60±0.55 <sup>a</sup>	7.80±0.45 <sup>a</sup>	7.40±0.89 <sup>a</sup>	7.20±0.84 <sup>a</sup>	6.40±1.14 <sup>a</sup>	5.80±0.84 <sup>a</sup>	3.20±0.84 <sup>a</sup>	1.20±0.45
	10°C	9.00±0.00	9.00±0.00	8.80±0.45 <sup>a</sup>	7.80±0.45 <sup>a</sup>	7.60±0.55 <sup>a</sup>	7.00±0.71 <sup>a</sup>	6.40±0.55 <sup>b</sup>	3.60±0.89 <sup>b</sup>	1.40±0.55 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>	
	20°C	9.00±0.00	8.20±1.79	6.20±1.10 <sup>b</sup>	3.60±0.89 <sup>b</sup>	1.40±0.55 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>					
Taste	5°C	8.00±1.00 <sup>ns</sup>	8.20±1.10 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.20±0.84 <sup>a</sup>	7.20±0.84 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ns</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	4.60±0.55 <sup>a</sup>	3.20±0.84 <sup>a</sup>	1.20±0.45
	10°C	8.00±1.00	8.20±1.10 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	6.60±0.55 <sup>a</sup>	6.60±0.55 <sup>a</sup>	6.20±0.45	3.40±0.55 <sup>b</sup>	1.20±0.45 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>	
	20°C	8.00±1.00	6.20±1.10 <sup>b</sup>	4.80±1.10 <sup>b</sup>	2.40±1.14 <sup>b</sup>	1.20±0.45 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>					
Overall satisfaction	5°C	8.20±1.10 <sup>ns</sup>	8.20±1.10 <sup>ns</sup>	8.20±1.10 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.80±0.84 <sup>a</sup>	7.40±0.89 <sup>a</sup>	7.20±1.10 <sup>a</sup>	6.20±1.10 <sup>a</sup>	5.20±0.84 <sup>a</sup>	4.60±0.50 <sup>a</sup>	1.60±0.50
	10°C	8.20±1.10	8.20±1.10	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±0.71 <sup>a</sup>	6.80±0.45 <sup>b</sup>	6.60±0.55 <sup>a</sup>	6.00±0.71 <sup>b</sup>	4.20±1.30 <sup>b</sup>	1.20±0.45 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>	
	20°C	8.20±1.10	6.60±1.14	4.60±1.14 <sup>b</sup>	2.40±0.89 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>c</sup>	1.00±0.00 <sup>c</sup>					

<sup>1)</sup> Any means in the same column followed by the different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>2)</sup> Not significant

저장기간이 증가할수록 총산도 증가 및 pH 감소에 따라 산미가 증가하고, 효모가 감소하였다. 다양한 미생물이 증식됨에 따라 이미, 이취가 발생함으로써 기호도가 감소하는 것으로 판단되며, 기호도에 대한 상관관계를 분석한 결과에서도 총산도와 기호도는 음의 상관관계( $r = -0.835$ )를 나타내어 총산도가 높을수록 기호도가 낮아지는 것으로 나타났다(Table 2). 식품공전에서는 식품의 성상을 판단하는데 있어 관능평가 결과가 5점 기호 척도법에서 3점 이상으로 규정하고 있으며, 이에 따라 탁주의 섭취는 9점 기호 척도법에서 5점 이상을 나타내며, 총산도가 0.5% 이하인 경우에 가능하다(KFDA 2011). 따라서 5°C에서는 55일, 10°C에서는 26일 그리고 20°C에서는 3일까지 섭취하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

## 6. 상관관계

저장기간에 따른 탁주의 품질특성에 대한 영향요인들로서 알코올 함량, 총균수, 효모수, 총산도, pH, 메탄올 함량, 알데히드 함량, 향, 맛 및 전반적 기호도에 대한 상관관계를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 전반적 기호도는 알코올 함량( $r = 0.628$ ), 총균수( $r = 0.724$ ), 효모수( $r = 0.690$ ), pH( $r = 0.857$ ), 향( $r = 0.941$ ) 및 맛( $r = 0.980$ )에 대하여 높은 양의 상관관계를 나타내었으며, 총산도( $r = -0.835$ )와 알데히드 함량( $r = -0.805$ )에 대하여 높은 음의 상관관계를 나타내었는데, 이는 총산도와 알데히드 함량이 높아짐에 따라 산미가 증가하여 기호도가 낮아지는 것으로 판단된다( $p < 0.01$ ). 총산도는 총균수( $r = -0.837$ )와 효모수( $r = -0.789$ )에 대하여 음의 상관관계를 나타내어 총산도가 높아짐에 따라 총균수와 효모수가 감소하는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ).

## 요 약

비살균 탁주의 유통기간 산정을 위하여 저장기간에 따른 온도별 품질특성을 살펴보았다. 품질특성은 알코올 함량, 총균수, 효모수, 총산도, pH, 메탄올, 알데히드 함량 및 관능특성을 분석하였다. 모든 저장조건에서 알코올 함량, pH, 총균수 및 효모수는 저장기간이 길어짐에 따라 감소하였으며, 알데히드 함량과 총산도는 저장기간이 증가함에 따라 증가하였다. 관능평가 결과 모든 저장조건에서 저장기간이 증가함에 따라 향, 맛 및 전반적 기호도가 감소하였다. 알코올 함량, 총균수, 효모수, 총산도, pH, 알데히드 함량 및 관능특성과 같은 품질지표는 저장온도가 높을수록 변화가 빨랐다. 관능특성에 영향을 미치는 요인은 알코올 함량, 총균수, 효모수, 총산도, pH 및 알데히드 함량이었다. 식품규격에 따라 품질유지기한은 5°C에서는 55일, 10°C에서는 26일 그리고 20°C에서는 3일까지 섭취가 가능할 것으로 판단된다.

## References

- Anli RE, Vural N, Gucer Y. 2012. Determination of the principal volatile compounds of Turkish Raki. *J Inst Brew* 113:302-309
- Borzani W, Vairo MLR. 1981. Kinetics of amyl alcohol production during ethanol fermentation of blackstrap molasses. *Biomass* 1:115-126
- Choi KH, Sohn EH, Kim SJ, Lee JH, Jang KH. 2013. Physicochemical characteristics and ginsenosides compositions of *Makgeolli* added with mountain ginsengs. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:437-443

Table 2. Correlation coefficients among quality characteristics of *Takju* during storage periods.

Factors	Alcohol content	Total bacterial counts	Yeast counts	Total acidity	pH	Methanol content	Aldehydes content	Flavor	Taste	Overall satisfaction
Alcohol content	1.000	0.762** <sup>1)</sup>	0.687**	-0.737**	0.754**	0.79	-0.508**	0.661**	0.644**	0.628**
Total bacterial counts		1.000	0.837**	-0.837**	0.902**	0.219	-0.737**	0.775**	0.728**	0.724**
Yeast counts			1.000	-0.789**	0.898**	0.345*	-0.681**	0.747**	0.710**	0.690**
Total acidity				1.000	-0.932**	-0.291**	0.825**	-0.897**	-0.871**	-0.835**
pH					1.00	0.266	-0.792**	0.908**	0.872**	0.857**
Methanol contents						1.00	-0.154	0.138	0.107	0.086
Aldehydes content							1.00	-0.814**	-0.824**	-0.805**
Flavor								1.000	0.961**	0.941**
Taste									1.000	0.980**
Overall satisfaction										1.000

<sup>1)</sup> \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

- Chung H, Yoon MK, Kim MH, Park SK, Lee JG, Kim YS. 2012. Volatile hazardous compounds in alcoholic beverages. *J Appl Biol Chem* 55:141-148
- Chung JH. 1967. Studies on the identification of organic acids and sugar in the fermented mash of the *Takju* made from different raw-materials. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 57: 173-179
- Ha SJ, Yang SK, In YW, Kim YJ, Oh SW. 2012. Changes in microbial and physicochemical properties of single-brewed *Makgeolli* by high hydrostatic pressure treatment during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1176-1181
- Jeong SJ, Lee CH, Kim HY, Hwang IG, Shin CS, Park ES, Lee JS, Jeong HS. 2011. Characteristics of *Goroshoe* (*Acer mono* Max.) sap with different collection times after ultra filtration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:753-758
- Jin TY, Kim ES, Eun JB, Wang SJ, Wang MH. 2007. Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *Yakju* prepared with different amount of red yeast rice. *Korean J Food Sci Technol* 39:309-314
- Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2008. Effects of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *Takju*. *Korean J Food Sci Technol* 40:194-200
- Korea Food and Drug Administration. 2011. Food Code of Korea. KFDA, Seoul. pp.5-27-1
- Lee HJ, Lee IS, Jeong HS. 2012. Characteristics of *Takju* with different varieties of rice and particle size. *Korean J Culin Res* 18:191-205
- Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristics of mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28:330-336
- Lee OS, Jang SY, Jeong YJ. 2003. Effect of ethanol on the production of cellulose and acetic acid by *Gluconacetobacter persimmonensis* KJ145. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 181-184
- Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH. 2001. Food fermentation. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp.217-218
- Lee TJ, Hwang DY, Lee CY, Son HJ. 2009. Changes in yeast cell number, total acid and organic acid during production and distribution processes of *Makgeolli*, traditional alcohol of Korea. *Korean J Microbiol* 45:391-396
- Lee TS, Choi JY. 1998. Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J Food Sci Technol* 30:638-643
- Lee TS, Choi JY. 2005. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Aspergillus kawachii* *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 37:944-950
- Min JH, Baek SY, Lee JS, Kim HK. 2011. Changes of yeast and bacterial flora during the storage of Korean traditional *Makgeolli*. *Kor J Mycol* 39:151-153
- Mok CK, Lee JY, Chang HG. 1997. Quality changes of non-sterilized *Yakju* during storage and its shelf-life estimation. *Food Eng Prog* 1:192-197
- Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302
- Park HJ, Kim KY, Jeong HS. 2009. Quality changes of Jujube wine hydrostatic pressure and freezing treatment during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:89-97
- Park HJ, Min YK, Kim KY, Kang SW. 1998. Sterilization effects of hydrostatic pressure and low temperature treatments on the Jujube wine. *Food Eng Prog* 2:163-170
- Park SS, Yoon JA, Kim JJ. 2010. Quality properties of *Takju* (rice wine) added with kidney bean. *J East Asian Soc Dietary Life* 20:575-581
- Park YS, Lee YJ, Lee KT. 2006. Analysis of formaldehyde and acetaldehyde in alcoholic beverage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1412-1419
- Shin WS, Kim JN, Kim KM, Park JH, Chung JA, Chung SJ. 2008. Investigating the efficiency of various consumer-acceptance testing methods while developing a ready- to-eat meal. *Korean J Food Cookery Sci* 24:763-770
- Son HS, Park BD, Ko BK, Lee CH. 2011. Quality characteristics of *Takju* produced by adding different amount of water. *Korean J Food Sci Technol* 43:453-457
- Song JH, Lee JS, Lee EN, Lee SW, Kimm JH, Lee JS. 2009. Manufacture and quality characteristics of Korean traditional *Gugija* (*Lycii fructus*) *Takju*. *Korean J Food Nutr* 22:86-91
- Sowinski P, Wardencki W, Partyka M. 2005. Development and evaluation of headspace gas chromatography method for the analysis of carbonyl compounds in spirits and vodkas. *Anal Chim Acta* 539:17-22
- Yoo HN, Chung CH. 2011. Fermented characteristics of *Takju* prepared with lotus leaf. *Korean J Food Cookery Sci* 27:557-587