Korean J Food Cook Sci
Vol. 32, No. 1, pp. 44~49 (2016)

pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772
http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2016.32.1.44

효모의 종류에 따른 막걸리의 유기산 특성 연구

방찬미 · 문준관[1] · 공홍식[†]
국립한경대학교 유전정보연구소, [1]국립한경대학교 식물생명환경과학과

Characteristics of Organic Acid of *Makgeolli* by Yeast Strains Type

Bang Chan Mi · Moon Joon-Kwan[1] · Hong Sik Kong[†]
Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[1]Department of Plant Life and Environmental Sciences, Anseong 17579, Korea

Abstract

Organic acid fermentation by yeast an important in the flavor and aroma. June 19th brewing each by each of the kinds of yeast (Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin, Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun) were analyzed organic acid during storage life. All yeast with reduced organic acid on 4 days. On 10 days, Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin yeast with the increased organic acid but on 19 days these reduced organic acid and maintain to 28 days. However use of Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun yeast the organic acid at storage and maintain organic acid content to 28 days. The variation of each organic acid during storage life characteristic of the yeast.

Key words: *makgeolli*, organic acid, yeast

Ⅰ. 서 론

막걸리는 약 수백 년 이상 우리나라에서 역사가 가장 오래된 술인 탁주(濁酒)의 일종으로 발효과정에서 누룩의 종류에 따라 다양한 풍미와 맛을 지니며, 주로 찹쌀, 맵쌀, 고구마 같은 전분질에 누룩을 혼합하여 발효과정을 거쳐 생산된다(Kim DR 등 2012). 막걸리는 단백질, 식이섬유, 당질, 비타민 B군, 발효 중에 효모 및 유산균이 생성한 다양한 유기산과 생리활성 물질을 다양하게 가지고 있다고 보고되었다(Lee YJ 등 2012). 또한 단맛, 쓴맛, 신맛, 떫은맛, 감칠맛 등 다양한 맛이 어우러져 있으며, 알코올의 함량은 약 6-8% 정도로, 다른 술에 비해 알코올 도수가 낮은 편이다(Kim BH & Eun JB 2012). 2000년대에 웰빙(well-being)이 트랜드가 되어 로컬푸드와 슬로우푸드가 대중들에게 중요하게 인식되기 시작하면서, 막걸리는 우리나라의 전통술이라는 것과, 다른 술에 비해서 생리활성 물질 등 여러가지 영양성분을 함유하고 있는 점을 내세워 막걸리의 출하량이 2009년에 213,585 kL (Kiloliter), 2010년에 385,740 kL, 2011년에 443,778 kL로 막걸리의 소비량이 증가하였다. 그러나 2012년 414,550 kL, 2013년 383,716 kL, 2014년 376,560 kL로 막걸리의 소비량이 감소하게 되는데(Korean Statistical Information Service 2015), FTA 개방으로 외국 술들이 대량으로 들어오게 되면서 소비자들의 관심이 분산되어 나타난 현상으로 사료된다. 따라서 국내 주류 시장에서 소비자 기호에 맞는 막걸리 개발이 필요한 실정이며 현재 유통되고 있는 막걸리의 고급화를 위해 풍미뿐만 아니라 영양적인 면에서 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

막걸리 제조 과정에서 효모의 종류에 따라 막걸리의 풍미와 맛이 결정된다고 알려져 있다(Yu JC 2013). 이는 제조과정에서 효모의 종류는 막걸리 품질 결정에 큰 영향을 미치는 것으로, 주로 막걸리 제조에 이용되는 효모 종류는 *Saccharomyces*, *Phichia*, *Candida*, *Hansenular*, *Troulopsis* 속 등이 있다(Kim HR 등 2009). 이 중 가장 널리 사용되고 있는 효모로는 *Saccharomyces cerevisiae* 효모로, 인체에 있어서 비병원성이며, 발효 환경에 잘 적응하여 쉽게 자라 주로 제빵, 와인 맥주 제조에 이용되고 있다. 또한 게놈 전체 염기서열이 밝혀짐에 따라 대장균에 비해 유전자 재조합 단백질 생산에 더욱 효율적인 결과가 보고되면서 계통 개발 및 시스템 생물학 분야에서

[†]Corresponding author: Kong Hong Sik, Genomic Informatics Center, Hankyong National University, 327, Jungang-ro, Anseong-si, Gyeonggi-do, 17579, Korea
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1144-016X
Tel: +82-31-670-5334, Fax: +82-504-842-4615, E-mail: kebinkhs@hknu.ac.kr

© 2016 Korean Society of Food and Cookery Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creative-commons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
http://www.ekfcs.org

도 각광받고 있다(Chemler JA 등 2006).

막걸리의 품질은 일반적으로 알코올 도수, 총산, 향미로 결정되며(Jeon HJ 등 2014), 발효과정에서 생성되는 유기산은 막걸리 맛과 품질을 결정하는 주성분이다(Im CY 2012). 막걸리 내의 유기산은 pyruvic acid, malic acid, succinic acid, tartaric acid, oxalic acid, fumaric acid, citric acid, acetic acid 등이 알려졌으며, lactic acid, acetic acid, citric acid 그 외 주요 유기산의 조성 및 함량이 막걸리 전체적인 맛을 결정하는데 중요한 기능을 수행한다(Lee TJ 등 2009).

현재 막걸리 품질에 대한 연구는 유통기간에 따른 막걸리의 유기산 조성(Lee SJ 등 2011), 쌀의 품종, 도정도에 따른 특성(Lee YJ 등 2012), 발효 및 유통과정에서 효모 및 유기산의 변화(Lee TJ 등 2009), 첨가물에 따른 막걸리 유기산 품질특성(Jin TY 등 2007, Im CY 2012, Kim GW 등 2012, Jung BM 등 2013) 등의 연구가 보고되었으나 효모의 종류에 따른 막걸리 내 유기산의 변화에 대한 연구는 아직 이루어지지 않은 상황이다.

따라서 본 연구는 현재 막걸리 제조에 주로 사용되고 있는 8종의 *S. cerevisiae* 효모를 대상으로 막걸리 저장 기간 동안 변화하는 유기산의 조성을 분석하고 이를 통해 효모의 종류에 따른 전통 발효식품인 막걸리의 풍미와 맛에 영향을 주는 유기산 변화에 대하여 연구를 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구는 2015년 6월 19부터 시작하여 42일 동안 연구되었으며 연구에 사용된 효모는 현재 막걸리 제조에 주로 사용되고 있는 효모로, Instaferm(Lallemand Inc., Canada), Instaferm red(Lallemand Inc., Canada), La parisienne(S.I. Lesaffre, France), La parisienne red(S.I. Lesaffre, France), Fermivin(Lallemand, Denmark A/S), Safbrew wb-06(Fermentis, France), Safele s-04(Fermentis, France), Song chun(송천효모개발연구소, Seoul, Korea)을 구입하여 사용하였으며, 감미료로는 aspartame powder(AJINOMOTO Co., Inc. Japan)를 사용하였다.

2. 탁주 제조

효모의 종류를 달리한 탁주의 주모 제조는 입국 500 g과 급수 900 mL, 젖산 4.5 mL, 종류가 다른 8종의 효모 5 g을 각각 첨가하여 혼합한 후, 5일간 발효하였다. 입국 600 g과 급수 1,020 mL, 8종의 주모 60 g을 각각 첨가하여 1단 담금 하였고, 1단 담금 3일차에 증자 800 g, 급수 1,105 mL, 발효 6일차 150 g, 누룩 12.5 g, 정제효소 0.25 g을 혼합 제조하여 2단 담금 하였고, 2단 담금 5일차에 정제하여 4°C에서 30일간 저장하며 실험에 사용하였으며 1일부터 30일로 나타내었다. 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

3. 유기산 분석

유기산은 막걸리를 0.22 μm membrane filter(Agela Technologies Inc., Newark, DE, USA)로 여과 후, HPLC (High performance liquid chromatography, Agilent HP 1100 series)로 분석하였다. 컬럼은 phenomenex Kinetex C18(4.6×250 mm, 5 μm particle size)을 두 개 연결하여 사용하였으며, 이동상은 0.05% phosphoric acid를 0.7 mL/min의 유속으로 흘려주었다. 주입량은 10 μL이었고, 컬럼온도는 30°C로 유지하였다. 컬럼을 통해 분리된 유기산은 0.8 mL/min의 유속으로 흐르는 반응 용액(0.2 mM Bromothymolblue, 15 mM Na2HPO4, 2mM NaOH)과 반응시킨 후 440 nm에서 검출하였다.

4. 통계처리

통계처리는 SAS ver. 9.2(SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균을 산출하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 연구는 막걸리 효모의 종류에 따라 저장 기간 동안 변화하는 유기산의 조성을 분석하였다. La Parisienne 효모와 Ferminin 효모를 첨가한 막걸리의 저장 기간 1일차에 생성된 유기산의 종류를 HPLC를 이용하여 분석한 chromatogram을 Fig. 1에 제시하였다. 검출된 유기산은 oxalic, malic, lactic, acetic, citric, succinic acid로 확인되었다. Fig. 2에는 저장기간 1일차에 검출된 6가지 유기산의 함량을 8종의 효모별로 나타내었다. 검출된 유기산 중 citric acid가 다른 유기산 함량보다 가장 높게 검출되었으며, 그 범위는 819.4(Instaferm) ~ 1151.6(Song chun) mg/L로 확인되었고 lactic acid가 522.4(Safele s-04) ~ 661.5(Fermivin) mg/L, succinic acid가 306.8(Fermivin) ~ 370.5(Song chun) mg/L 순서로 확인되었다. 반면에, malic acid, oxalic acid, acetic acid는 각각 65.5(Instaferm) ~ 136.9(Song chun) mg/L, 124.2(Safele s-04) ~ 179.0(La parisienne) mg/L, 115.7(La parisienne red) ~ 170.2(Instaferm) mg/L으로 확인하여 다른 유기산에 비해 상대적으로 낮은 함량을 가진 것으로 확인할 수 있었다.

1. Oxalic acid

Oxalic acid는 유기산 중 비교적 강산으로 신맛이 강한 편이다. 본 연구에서 oxalic acid는 저장 기간 동안 각 효

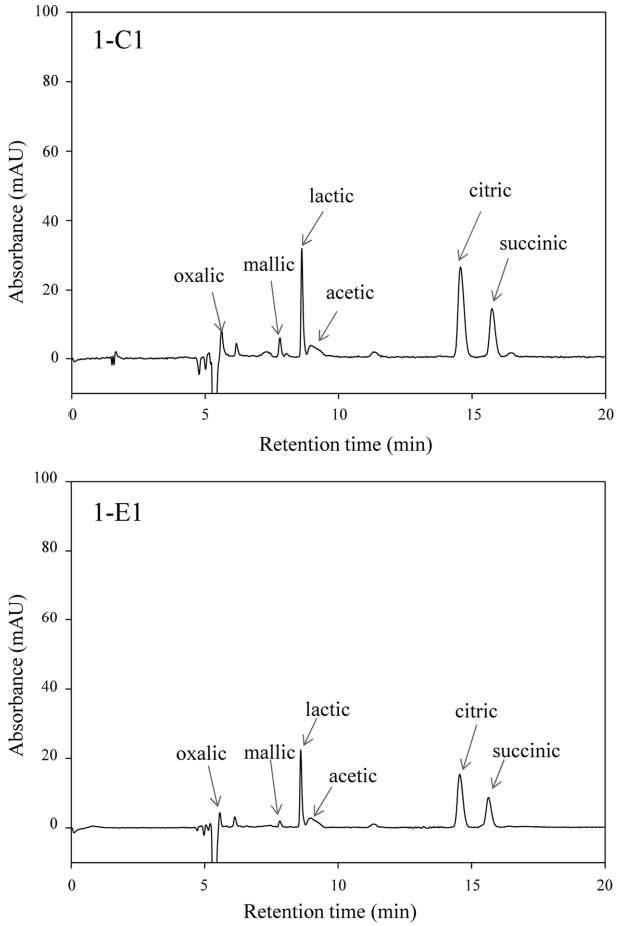

Fig. 1. HPLC chromatogram of organic acid in La parisienne (C1) and Fermivin (E1) *Makgeolli* on 1st day of fermentation.

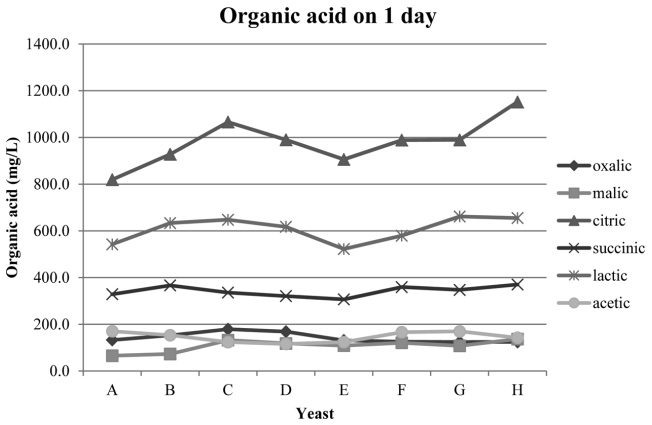

Fig. 2. Day 1: Organic acid (Oxalic, Malic, Lactic, Acetic, Citric, Succinic acid) content of eight *Makgeolli* by yeast types on 1 day (A; Instaferm, B; Instaferm red, C; La parisienne, D; La parisienne red, E; Fermivin, F; Safbrew wb-06, G; Safele s-04, H; Song chun).

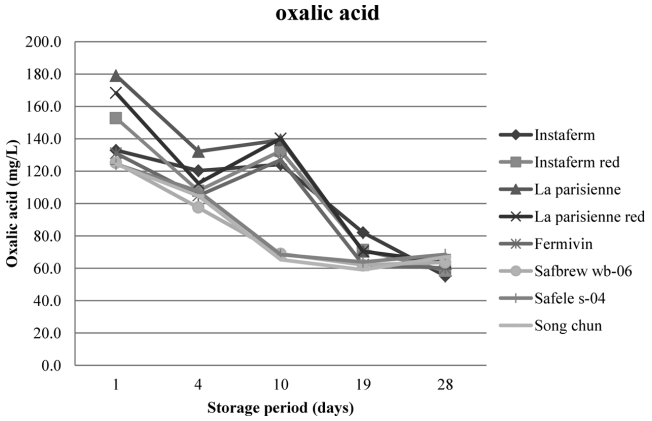

Fig. 3. Changes in oxalic acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life.

모에 따른 oxalic acid의 변화량을 Fig. 3에 나타내었다. 저장 1일에는 La parisienne 효모를 첨가하여 제조된 막걸리에서 179.0 mg/L으로 가장 높았으며 Safele s-04이 124.2 mg/L으로 가장 낮게 확인되었다. Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun 효모가 첨가된 막걸리는 꾸준히 감소 추세를 보였지만 반면에, Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red 효모 첨가 막걸리는 4일차부터 10일차까지 oxalic acid가 다시 증가하다 감소하였다. 저장 28일차에는 Safele s-04이 68.6 mg/L로 가장 높았으며 Instaferm이 55.2 mg/L으로 가장 낮은 것으로 확인되었고, 저장기간 동안 가장 많은 변화량 (1일차 측정량 – 28일차 측정량, 116.0 mg/L)을 보인 막걸리는 La parisienne 효모를 첨가한 막걸리로 확인되었다. Safele s-04 효모를 첨가한 막걸리가 가장 적은 변화량(55.6 mg/L)을 보였다.

2. Malic acid

Malic acid는 부드러운 신맛을 내는 유기산으로 저장기간 동안 변화량은 Fig. 4에 제시하였다. 저장 1일차에 Instaferm, Instaferm red은 각각 65.5 mg/L, 73.0 mg/L으로, La parisienne, La parisienne red, Fermivin, Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun에 비하여 낮은 수치를 보였고 Song chun 효모를 첨가한 막걸리가 가장 높은 수치(136.9 mg/L)를 보였다. 저장 4일차에는 Fermivin(115.9 mg/L)을 제외하고 모두 감소하였다. Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun이 저장 10일차에 급격하게 감소하였지만 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin은 증가하였다. 19일째에 Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun은 큰 변화폭이 없었으나, Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin은 큰 폭으로 감소하였으며 28일차에 Song chun 효모를 첨가한 막걸리가 76.5 mg/L으로 높았으며 Fermivin 막걸리는 39.9 mg/L으로 가장 낮게 확인되었다.

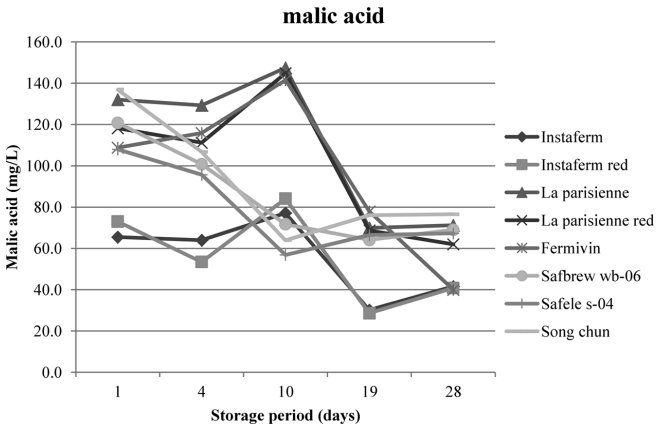

Fig. 4. Changes in malic acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life.

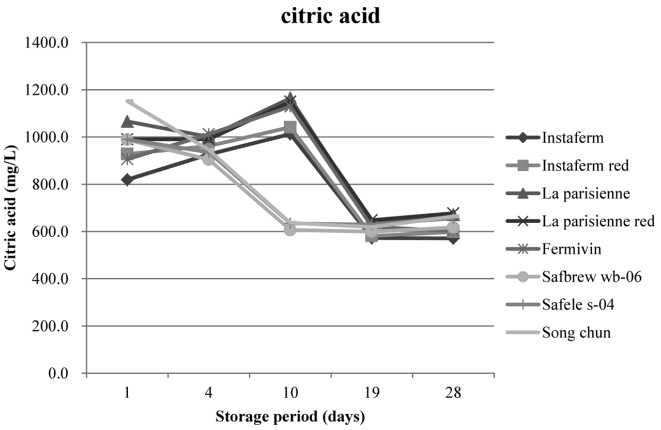

Fig. 5. Changes in citric acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life (unit : mg/L).

3. Citric acid

Citric acid는 막걸리 발효에 적합한 pH를 제공하는 것으로 알려져 있으며 막걸리 향미에 좋은 물질인 것으로 보고되었다(Kim DR 등 2012). 본 연구를 통해 얻은 8종의 효모에 따른 막걸리의 변화량을 그래프로 Fig. 5에 나타내었다. 저장 1일차에 Song chun이 1,151.6 mg/L으로 가장 높았으며 Instaferm이 819.4 mg/L으로 가장 낮게 확인되었다. 4일차에 Instaferm효모와 Fermivin효모는 각각 926.3 mg/L, 1012.2 mg/L으로 조금 증가하였고 다른 효모의 막걸리의 citric acid는 조금씩 감소하였다. 10일차에 Safbrew wb-06(606.1 mg/L), Safele s-04(633.9 mg/L), Song chun(636.4 mg/L)은 급격하게 감소하여 28일째까지 큰 변화 없이 유지되었다. 반면에 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin은 10일차에 각각 1012.8 mg/L, 1041.5 mg/L, 1164.4 mg/L, 1149.8 mg/L, 1128.8 mg/L으로 증가하였으나 19일차에 Instaferm은 572.5 mg/L, Instaferm red은 581.2 mg/L, La parisienne은 634.7 mg/L, La parisienne red은 647.9 mg/L, Fermivin은 619.6 mg/L으로 큰 폭으로 감소하였으며 28일차에 큰 변화 없이 유지되었다.

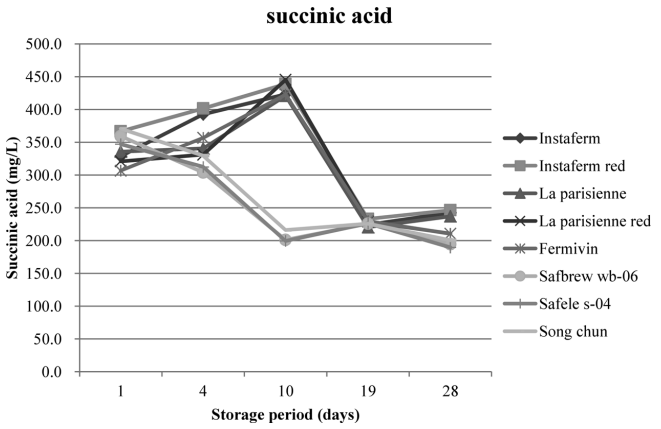

Fig. 6. Changes in succinic acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life (unit : mg/L).

4. Succinic acid

밀가루와 쌀 막걸리의 주된 유기산 중 하나인 succinic acid은 Lee YJ 등(2012)이 보고한 연구에서 막걸리 발효 과정 중 주요한 유기산으로 확인되었다. 저장 1일차에 8종의 효모를 첨가하여 제조된 막걸리에서 306.8(Fermivin) ~ 370.5(Song chun) mg/L 값으로 다른 유기산에 비해 큰 차이 없이 확인되었다. 그러나 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin은 4일차부터 succinic acid가 증가하여 10일차에 420 mg/L 이상으로 증가하였지만 19일차에 급격하게 감소하여(Instaferm: 224.3 mg/L, Instaferm red: 233.0 mg/L, La parisienne: 220.6 mg/L, La parisienne red: 229.0 mg/L, Fermivin: 229.9 mg/L) 28일까지 유지되었다. 반면에 Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun은 4일차에 감소하여 10일째에는 각각 201.2 mg/L, 199.5 mg/L, 그리고 216.2 mg/L으로 감소하여 28일까지 유지되었다.

5. Lactic acid

Lactic acid의 저장기간 동안 변화량은 Fig. 7에 나타내었다. 저장 1일차에 lactic acid은 Safele s-04가 661.5 mg/L로 가장 많았으며 Fermivin이 522.4 mg/L로 가장 적은 수치를 나타내었다. 저장 4일차에는 모든 막걸리가 큰 변화가 없었으나 저장 10일차에 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin 막걸리에 있는 lactic acid의 양이 각각 747.5 mg/L, 759.7 mg/L, 737.8 mg/L, 734.2 mg/L, 717.4 mg/L로 증가하였다. 반면에 Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun 막걸리는 10일차에 각각 366.4 mg/L, 394.2 mg/L, 398.8 mg/L로 큰 폭으로 줄어들었다. 19일째에는 증가했던 Instaferm, Instaferm

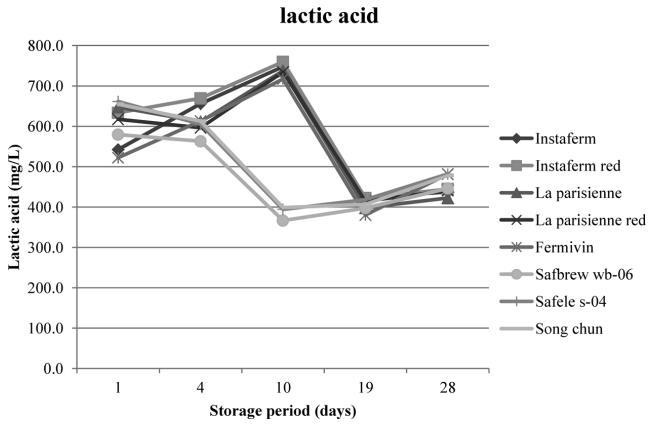

Fig. 7. Changes in lactic acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life (unit : mg/L).

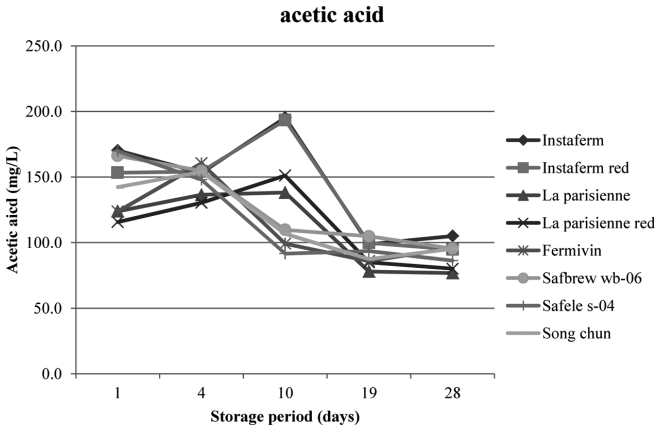

Fig. 8. Changes in acetic acid of *Makgeolli* using different kind of yeast during storage life (unit : mg/L).

red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin이 감소하여 모든 막걸리가 380.1-422.6 mg/L의 값을 가져 28일차까지 큰 변화 없이 유지되었다. Lactic acid는 시중 막걸리에서 주요 유기산으로 알려져 있으며 막걸리 향미에 좋지 않는 영향을 주는 것으로 알려 있다(Kim DR 등 2012). 따라서 저장 19일차에 모든 막걸리가 lactic acid의 값이 가장 적은 편으로 향미가 가장 좋을 것으로 사료된다.

6. Acetic acid

Acetic acid는 lactic acid와 같이 막걸리 향미에 좋지 않는 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Kim DR 등 2012), 막걸리의 주요 유기산 중 하나이다. 저장 초기 1일차에 acetic acid는 Instaferm 170.2 mg/L, Instaferm red 153.4 mg/L, La parisienne 123.8 mg/L, La parisienne red 115.7 mg/L, Fermivin 123.8 mg/L, Safbrew wb-06 166.2 mg/L, Safele s-04 169.7 mg/L, Song chun 142.4 mg/L로 나타났다. 저장기간 19일에 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red는 각각 195.4 mg/L, 193.4 mg/L, 138 mg/L, 151.1 mg/L로 증가하였으며 반대로 Fermivin, Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun은 99.1 mg/L, 109.7 mg/L, 91.6 mg/L, 106.7 mg/L 값을 각각 가지면서 감소한 것을 확인하였다. 저장 28일차에는 Instaferm 105.1mg/L, Instaferm red 94.8 mg/L, La parisienne 76.8, La parisienne red 80.1 mg/L, Fermivin 96.1 mg/L, Safbrew wb-06 95.3 mg/L, Safele s-04 86.2 mg/L, Song chun 95.2 mg/L로 모두 감소한 것을 알 수 있다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구는 효모의 종류를 달리하여 제조한 막걸리의 유기산의 변화를 알아보기 위해 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin, Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun을 이용하여 저장기간 동안 실험하였다. 저장 초기에는 모든 막걸리 내의 유기산은 많았으나 시간이 지나 저장 기간 28일에는 효모의 생리활동에 의해 유기산의 양은 줄어드는 것을 확인하였다. 또한 효모에 따라 유기산의 변화에 차이가 있음을 확인하였는데, 실험에 사용된 8종의 효모는 모두 S. cerevisiae이였으나 유기산 변화에는 크게 두 가지로 구분할 수 있었다. 저장 10일차에 Instaferm, Instaferm red, La parisienne, La parisienne red, Fermivin 효모로 만든 막걸리는 대부분의 유기산이 가장 많은 양으로 증가하였지만 19일차에 급격하게 감소되어 유지되었다. 반면에 Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun는 유기산의 큰 증가 없이 10일차에 큰 폭으로 감소하여 28일까지 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 효모를 제조하는 방식에 따라 효모에 영향을 주어 유기산의 특징이 달라진 것으로 생각된다. 특히 막걸리 향미에 좋지 않는 영향을 주는 lactin acid와 acetic acid의 함량은 시간이 지날수록 줄어드는 양상을 보이기에 Safbrew wb-06, Safele s-04, Song chun 효모는 막걸리 향미에 관하여 더 좋을 것으로 예상된다.

본 연구에서 효모에 따른 유기산의 변화를 연구하였으며 각각의 효모에 따라 유기산의 변화가 다른 것을 확인하였다. 같은 효모 종이더라도 효모의 제조방식이 유기산에 변화를 바꾸는 것으로 보아, 효모와 유기산의 변화에 대한 연구가 앞으로 많은 공부가 필요할 것이다. 그리고 막걸리 또한 개인의 입맛과 취향에 따라 선택의 폭이 넓어질 수 있을 것으로 생각하며 나아가 외국인들의 입맛에 맞춘 막걸리 또한 만들어 막걸리 수출에 도움이 될 수 있도록 연구가 필요하다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

Im CY. 2012. Quality characteristics of persimmon *Makgeolli* on the processing forms of added persimmon and containing persimmon. Master's thesis. Kyungpook National University, Daegu, Korea. pp 2-6

Chemler JA, Yan Y, Koffas MA. 2006. Biosynthesis of isoprenoids, polyunsaturated fatty acids and flavonoids in *Saccharomyces cerevisiae*. Microbial Cell Factories. 5(1):20

Jeon HJ, Yu JC, Kim GW, Kong HS. 2014. Quality characteristics of *Takju* by yeast strain type. Korean J Food Nutr 27(5): 971-978

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(3):309-314

Jung BM, Shin TS, Kim HR. 2013. Quality characteristics during storage of rice *Makgeolli* added with *Cheonnyuncho fermentative* extract. Korean J Food Cook Sci 29(6):679-690

Kim BH, Eun JB. 2012. Physicochemical and sensory characteristics of *Makgeolli* with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. Korean J Food Sci Technol 44(4):417-421

Kim DR, Seo BM, Noh MH, Kim YW. 2012. Comparison of temperature effects on brewing of *Makgeolli* using uncooked germinated black rice. Korean Soc Biotechnol Bioeng J 27(4):251-256

Kim GW, Lee JH, Lee SA, Shim JY. 2012. Brewing characteristics of grape-*Makgeolli*. Food Eng Prog 16(3):263-269

Kim HR, Kwon YH, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. 2009. Characterization and volatile flavor components in glutinous rice wines prepared with different yeasts of Nuruks. Korean J Food Sci Technol 41(3):296-301

Korean Statistical Information Service. 2015. The statistics of mining and manufacturing survey. Available from: http://kosis.kr/. Accessed July 15, 2015

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(4):391-396

Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. 2011. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *Makgeolli*. Korean J Food Sci Technol 43(2):206-212

Lee YJ, Yi HC, Hwang KT, Kim DH, Kim HJ, Jung CM, Choi YH. 2012. The qualities of *Makgeolli* (Korean rice wine) made with different rice cultivars, milling degrees of rice, and *Nuruks*. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(12):1785-1791

Yu JC. 2013. Research into brewing characteristics and liquor quality stability associated with type of yeasts. Master's thesis. Hankyong National University, Anseong, Korea. pp 1-5

Received on Nov.11, 2015/ Revised on Jan.18, 2016/ Accepted on Jan.18, 2016