

누룩에서 분리한 양조용 효모를 이용한 쌀맥주의 품질특성 연구

이영복, 고동준, 정철*
서울벤처대학원대학교

A Study on the Quality Characteristics of Rice Beer Using Brewing Yeast isolated from Nuruk

Young Bog, Lee, Dong Jun, Ko and Chul Cheong*
Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

요 약 본 연구는 전통 통밀누룩에서 분리된 효모의 쌀맥주 양조적성을 조사하는데 목적이 있다. 실험방법은 누룩에서 효모 분리 후 알코올 발효와 품질분석을 6개월간 진행하였다. 전통누룩에서 분리된 효모들은 알코올 생성능 및 당도, pH 감소력 등에서 상업용 효모와 같이 정상적인 발효특성을 보였다. 또한 연이은 2차, 3차 알코올 발효과정에서는 1차 알코올 발효보다 높은 발효력을 나타내어 발효기간이 1일가량 단축되는 결과를 보였다. 전통누룩에서 분리한 2종의 양조용 효모는 상업용효모 *S. cerevisiae*(W107)와 발효특성을 비교했을 때 유사한 발효패턴을 보여 쌀맥주 양조적성에 적합한 것으로 나타났다. 특히 통밀 누룩에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM90301)효모의 글리코젠과 트레할로오스 함량이 상업용 효모에 비해 높아 효모활력이 우수한 것으로 나타났다. 또한 주요 아로마 성분인 고급알코올과 에스터 농도는 통밀누룩에서 분리한 효모가 상업용 효모에 비해 유의적으로 높은 농도를 나타냈다. 이는 쌀맥주의 맛과 향을 보완하는데 긍정적인 효과가 있는 것으로 판단된다. 결론적으로, 통밀 전통누룩에서 분리한 효모들은 일반적인 알코올 발효패턴과 맥주에서 나타나는 아로마 함량을 보였고, 상업용 효모에 비해서도 고급알코올과 에스터 성분이 유의적으로 높아 쌀맥주의 다소 밍밍한 맛을 보완하여 풍미를 강화하는데 효과가 있는 것으로 판단된다.

Abstracts This study investigated the brewing properties of rice beer made with yeast isolated from traditional whole wheat nuruk. The experimental method was followed by alcohol fermentation and quality analysis for six months after separating the yeast from nuruk. The yeasts isolated from traditional nuruk showed normal fermentation characteristics, like those of commercial yeast, in terms of alcohol production capability, sugar content, and pH reducing power. Especially, the yeast (KCCM 301) isolated from whole wheat nuruk showed higher contents of glycogen and trehalose than that of commercial yeast, and so KCCM 301 yeast has excellent yeast vitality. Meanwhile, the yeast (KCCM 90301) isolated from traditional Nuruk produced significantly higher alcohol and ester contents than that of commercial yeast. This has a positive effect for supplementing the taste and aroma of rice beer. In conclusion, the yeasts isolated from whole wheat nuruk showed the general alcohol fermentation pattern and aroma content of rice beer. These yeasts seem to be effective in strengthening the flavor of rice beer.

Keywords : Rice Beer, Nuruk, Brewing Yeast, Fermentation, Flavor

본 논문은 농림식품기술기획평가원 연구사업(과제명:오크통을 이용한 프리미엄 수제 쌀맥주 개발, 과제번호: 818010-2)의 지원에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)

email: chulcheong@hotmail.com

Received October 28, 2019

Revised November 25, 2019

Accepted December 6, 2019

Published December 31, 2019

1. 서론

쌀은 전세계 인구의 50 %가 소비하는 대표적인 곡류이며, 글루텐과 같은 단백질이 함유되어 있지 않아 글루텐 프리 맥주제조에 유용한 곡물이다[1]. 특히 우리나라의 경우는 쌀소비가 매년 감소하여 쌀소비를 위한 가공식품의 연구가 다각도로 요구되고 있다[2]. 맥주는 맥아, 홉, 양조용수 그리고 효모의 알코올 발효를 통해 제조되는 대표적인 알코올 음료지만 다른 곡류를 일부 첨가하여 제조되기도 한다. 요즘은 특히 맥아에 쌀을 부원료로 하여 맥주를 제조하는 양조방식이 맥주산업계에서는 일반적인 현상이다. 쌀은 풍미가 중립적이며 맥주제조 시 적당량을 첨가하면 산뜻하고 깔끔한 맥주맛을 부여하게 된다. 최근에는 맥주 제조에 맥아를 사용하지 않고 오직 제맥한 쌀(all-rice malt)만을 이용하여 맥주를 제조하는 공법에 관심이 증가하고 있다. 일부 쌀 품종은 발아력과 단백질함량이 쌀맥주제조에 적합하여 글루텐 프리맥주로서 기존 맥주와는 다르게 다이어트 맥주로서 관심을 끌고 있다. 일반적으로 쌀맥주제조 시 사용되는 쌀품종은 단립종인 자포니카 품종이 사용된다.

맥주품질은 맥즙, 쌀, 옥수수 등의 부산물, 효모 종류 및 발효조건에 달려있다[3-5]. 맥주제조 시 쌀, 옥수수 등의 부산물 첨가는 경제적측면에서 원가를 절감하고, 맥즙 구성성분을 바꾸며, 맥즙 수율을 높이는 효과가 있는 동시에 맥주 품질에도 영향을 미친다[6-8]. 맥주제조 시 쌀을 첨가하여 제조하면 주세를 경감하는 제도를 실시하는 국가(케냐, 일본, 한국)들도 있다[9, 10].

한편으로는 맥주품질은 효모에 의해서도 좌우되는데 특히 알코올 발효 시 효모가 생성하는 알코올류, 알데히드류, 산류, 에스터류, 케톤류 및 황화합물 등 화학적인 구성성분이 영향을 미치게 된다[11, 12]. 아메리칸 페일 에일 맥주의 경우 쌀첨가에 따라 풍미, 색상 및 콜로이드 안정성 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 인도에서는 쌀맥주를 일종의 치료효과가 있는 발효음료로 여기는 경우도 있어 쌀맥주의 영양학적, 의학적효과를 연구한 결과가 문헌에 보고되고 있다[13]. 국내에서는 연질미를 이용한 쌀맥주 제조나 전통누룩을 이용한 에일맥주에 대한 연구 등도 시도되고 있다[14, 15].

그리고 쌀맥주제조 시 사용되는 담금공법은 승온법(infusion)과 자비법(decoction)방법이 있으며 쌀만을 이용한 쌀맥주제조 시에는 호화를 용이하게 하기 위해 별도의 공법이 보고되고 있다[16].

국내에서는 그간 맥주 제조에 사용되는 양조용 효모가

대부분 수입 효모이고 이를 이용한 맥주 연구에 관한 것이었다. 쌀을 부원료로하면서 누룩에서 순수분리동정된 효모를 이용한 쌀맥주 제조에 대한 연구는 그간 국내에서는 전무한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 전통 통밀 누룩에서 쌀맥주에 적합한 양조용효모를 분리동정하고 이 효모의 쌀맥주 양조적성을 파악하고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 재료

본 실험에 사용한 원료맥아는 독일 바이어만사의 페일 에일 맥아, 쌀은 국산쌀(한가루)을 구입하여 사용하였다. 국산 홉(뱅크클리닉 브루잉컴퍼니)인 Cascade(알파산 7%)와 Chinuk(알파산: 8%)을 사용하였고, 쌀의 액화를 위해 정제효소인 α -amylase(Termamyl SC)를 사용하였다. 상업용효모는 독일 상업용효모(*Saccharomyces cerevisiae* W107)를 대조군으로 사용하였다.

2.2 쌀맥주 제조

쌀맥주는 쌀을 전체 전분질 원료의 30% 첨가하여 승온방식에 따라 담금 실시후 3차에 걸쳐 알코올 발효를 각각 25 °C에서 10일간 진행 후 10일간의 숙성을 거쳐 라거타입의 쌀맥주를 제조하였다. 1차 알코올 발효 후에는 발효조바닥에 가라앉은 효모를 채취하여 2차 알코올 발효에 사용하였고, 2차 알코올 발효 후에도 발효조바닥에 가라앉은 효모를 채취하여 3차 알코올발효에 이용하였다[Fig. 1].

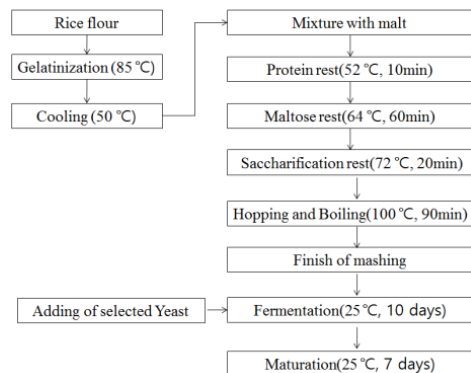


Fig. 1. Chart of manufacture process of rice beer using selected yeasts

2.3 효모 분리동정

효모 분리는 누룩과 쌀을 이용하여 알코올발효 후 발효조 바닥에 가라앉은 효모를 채취하여 효모를 증식시킨 후 희석평판분리방법을 사용하여 미생물 분리 후 최종적으로 순수 분리하였다. 희석평판분리는 발효물 4g을 생리식염수 36 mL에 진탕한 후, 십진희석법으로 희석하여 배지에 도말하였다. 분리 배지로는 DG18(Dichloran Glycerol 18% agar, MB Cell, Seoul, Korea)과 DRBC(Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol agar, MB Cell, Seoul, Korea)배지를 각각 사용하였다. 도말 후 24시간 배양한 다음 우점 균주를 YPD(Yeast Extract Peptone Dextrose, MB Cell, Seoul, Korea) 배지에서 순수 분리하였다.

효모 동정은 ㈜마크로젠 (Seoul, Korea)에 의뢰하여 26S rRNA의 양방향 염기서열을 분석하였고, 염기서열 분석을 통하여 얻은 각 균주의 염기 서열은 Blast Network Service를 이용하여 NCBI GenBank database의 염기서열과 비교함으로써 유사도를 분석하였다.

2.4 알코올, 당도, pH

알코올 함량은 100 mL를 취하여 증류를 한 후에 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 gay-Lussac표로서 15 °C로 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타냈다[17].

발효 중 당도(°Brix)의 측정은 굴절당도계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

2.5 효모수, 글리코겐, 트레할로오스

발효 중 효모수를 측정하기 위해 YPD agar배지에 생균수를 측정하였다. 균 수의 측정은 십진희석법을 이용하여 고체배지에 0.1 mL 도말하고 30 °C 항온기에 48시간 배양한 후 집락수를 계수해 콜로니 형성 단위(Colony Forming Units: CFU/mL)로 나타내었다. 글리코겐과 트레할로오스의 측정은 효모를 0.9 %w/v NaCl로 3회 씻은후 0.2 M Sodium citrate buffer로 pH를 4.8로 조정후 Jorgensen[18]의 방법에 따라 측정하였다.

2.6 향기성분 분석

알코올 발효 중 생성되는 메탄올, 아세트알데히드, 퓨젤유 등 주류의 향기성분을 구성하는 저비점 발효부산물

은 국제정기기술연구소 주류분석규정에 따라 맥주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 가용용 맨틀에서 가열하여 메스실린더에 증류액 95 mL를 취하고 증류수를 넣어 전량을 100 mL로 정용한후 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다.

2.7 통계처리

분석 결과는 mean±SD로 표시하였으며, SPSS 프로그램(Version 10.0, SPSS, Chicago II, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)후 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test $p < 0.05$ 수준에서 시료간의 유의차를 검정하였다.

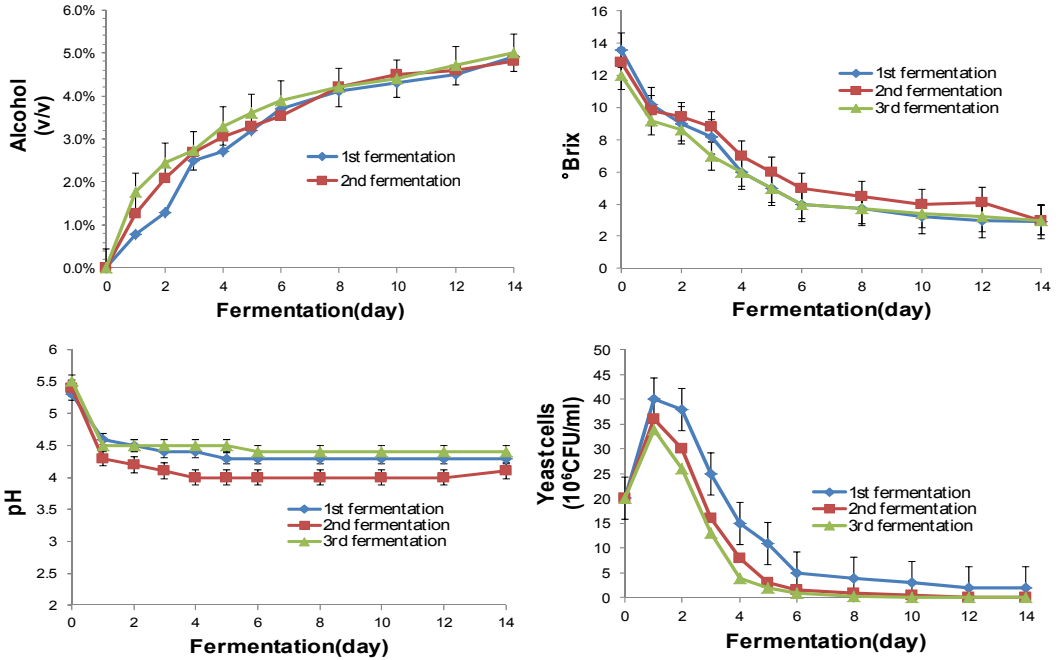
3. 결과 및 고찰

3.1 선발된 양조효모의 양조적성

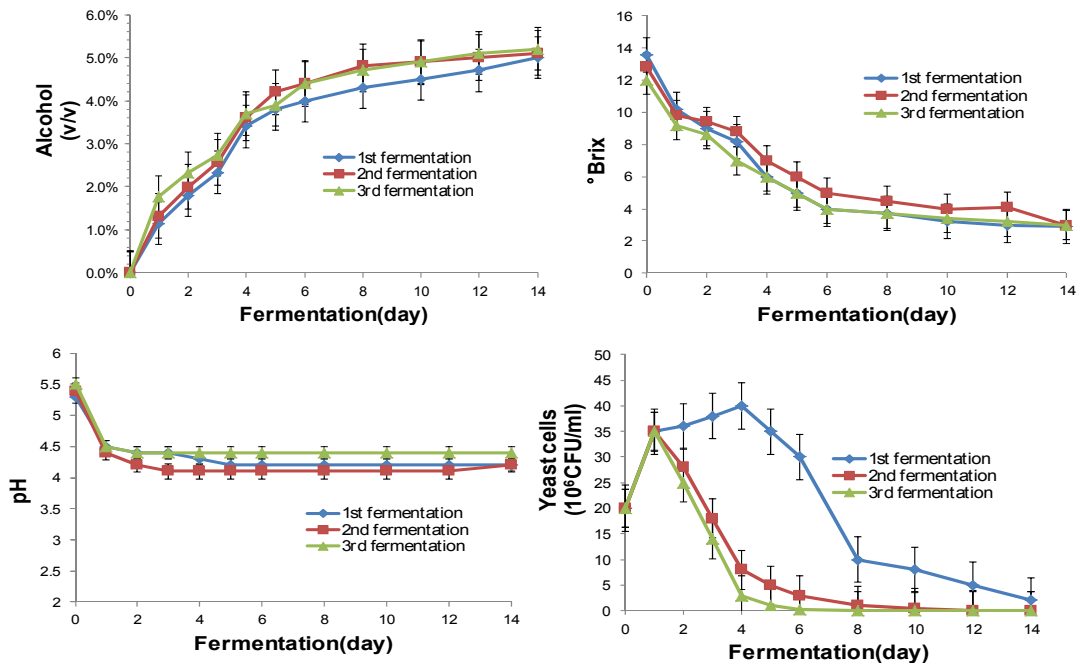
3.1.1 발효패턴

전통누룩에서 선발된 양조용 효모 2종류와 대조구 상업용 효모 1종류의 알코올 발효 결과는 Fig. 2와 같다. 각각 다른 통밀을 이용하여 제조된 누룩에서 분리동정된 *S. cerevisiae*(KCCM 90301)와 *S. cerevisiae*(KCCM 90320)는 1차 알코올 발효후 각각 알코올 농도는 4.8 v/v%, 4.9 v/v%, 당도는 2.5 Brix, 2.3 Brix, pH는 4.3, 4.4 그리고 효모수는 발효말기에 4×10^6 /ml, 4.5×10^6 /ml을 나타내어 상업용 효모와 비교해 차이가 없는 발효과정을 나타내었다. 이와같은 발효패턴은 기존 연구(15, 19)와 유사한 결과를 보였다. 1차 알코올 발효 후 효모를 회수하여 2회차 발효에 재사용하였고, 2차 발효후에 또 다시 효모를 회수하여 3차 발효에 재투입하였다. 연이은 2차, 3차 알코올 발효과정에서는 1차 알코올 발효보다 높은 발효력을 나타내어 발효기간이 1일가량 단축되는 결과를 보였다. 전통누룩에서 분리한 2종의 양조용 효모는 상업용효모 *S. cerevisiae*(W107)와 발효특성을 비교했을 때 유사한 발효패턴을 보여 쌀맥주 양조적성에 적합한 것으로 나타났다.

S. cerevisiae(KCCM 90301)



S. cerevisiae (KCCM 90320)



S. cerevisiae(commercial yeast)

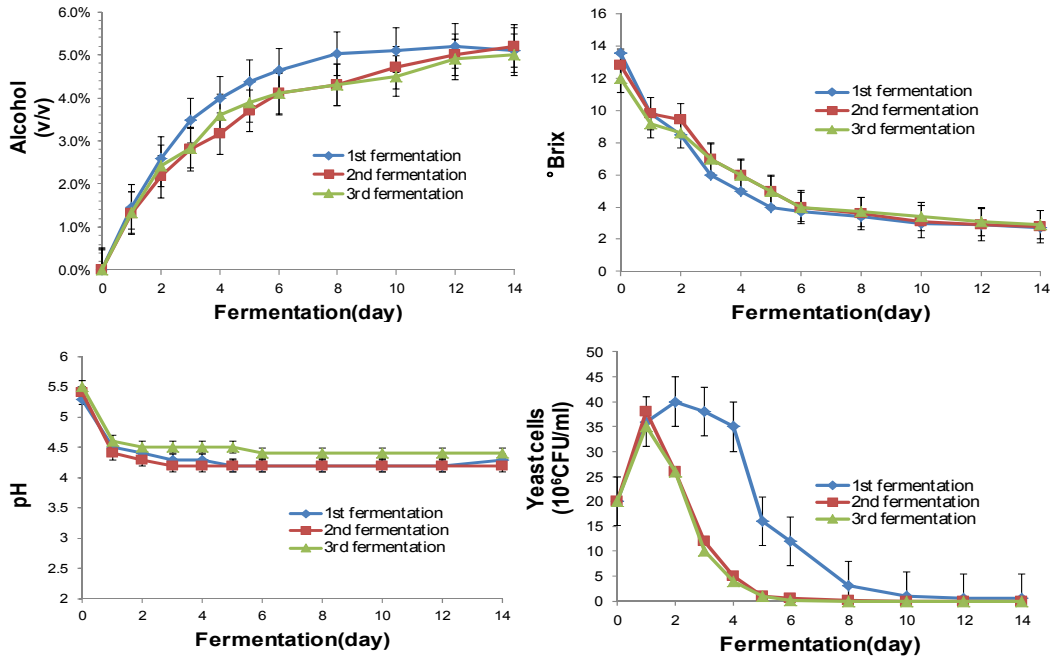


Fig. 2. Change of physiochemical components during the fermentation using different type of yeasts

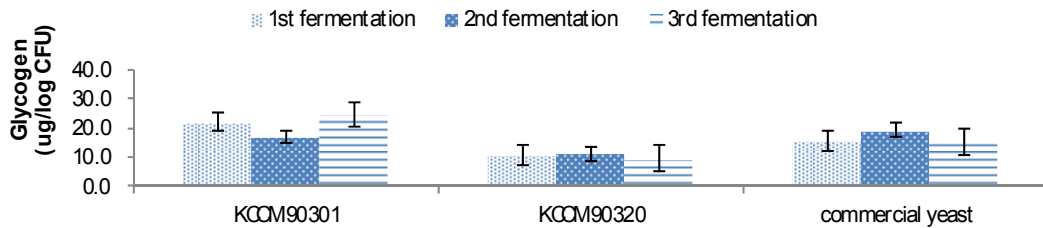


Fig. 3. Content of glycogen in different type of yeasts

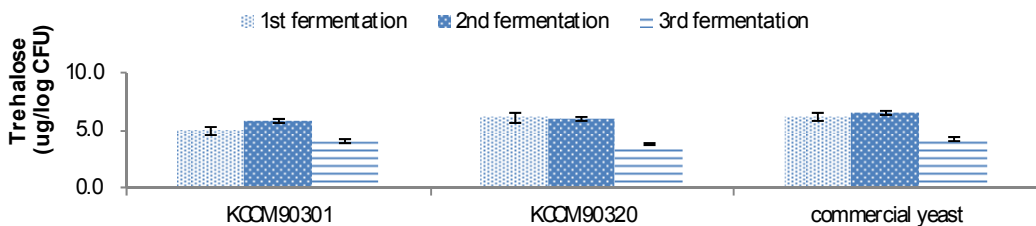


Fig. 4. Content of trehalose in different type of yeasts

3.1.2 글리코겐과 트레할로오스

효모는 저장 탄수화물로서 세포내에 글리코겐과 트레할로오스를 저장하며, 저장 탄수화물이 많을수록 알코올 발효 진입이 빠르며 발효가 원활히 진행된다[20]. 이러한 효모의 활력을 나타내는 글리코겐과 트레할로오스 농도를 보면[Fig. 3-4], 통밀누룩에서 분리한 효모중 *S. cereviseae*(KCCM 90320)효모는 상업용 효모에 비해 1~3차에 걸친 알코올 발효후 유의적으로 낮은 글리코겐 함량(9~10 $\mu\text{g}/\log \text{CFU}$)을 나타내었으나, 또 다른 통밀누룩에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM90301)효모는 상업용 상면효모와 유사한 글리코겐 함량을 보였고 3차 알코올 발효후에는 상업용효모보다 오히려 유의적으로 높은 글리코겐 농도(25 $\mu\text{g}/\log \text{CFU}$)를 보여 효모활력이 우수한 것으로 나타났다. 한편 트레할로오스의 함량은 글리코겐보다는 적은 함량((4~6 $\mu\text{g}/\log \text{CFU}$)을 모든 효모에서 보여 기존 연구와 유사한 결과[21]를 나타냈다. 특히 통밀 누룩에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM90301)효모는 글리코겐과 트레할로오스 함량이 상업용 효모에 비해 유의적으로 많거나 유사하여 효모활력 측면에서 양조용 효모로서 응용이 가능할것으로 판단된다.

3.1.3 아로마 성분

알코올 발효후 효모별 아로마성분 분석결과는 Tab. 1과 같다. 1차 알코올발효 후 효모간 아로마 성분을 보면, 맥주 맛과 향에 부정적인 영향을 미치는 아세트알데히드,

아세톤 및 메탄올의 함량은 상업용에서 검출되는 수준으로 나타났다. 다만, 통밀누룩에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM 90320)효모는 또 다른 통밀에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM90301)효모와 상업용 효모에 비해 유의적으로 높은 함량(26.2 ml/L)을 보였다. 한편 맥주의 숙성정도를 나타내는 지표로 활용되는 디아세틸은 버터취를 풍기는 이취 성분인데 전통누룩에서 분리한 효모들이나 독일 상업용 효모 모두에서 검출되지 않았다. 즉, 전통누룩에서 분리한 효모들이 디아세틸 감소력이 상업용 효모와 마찬가지로 강하여 양조용 효모로서 적합한 것으로 판단할수 있다.

한편 1차 발효후 쌀맥주의 맛과 향에 영향을 미치는 주요 아로마 성분인 고급알코올과 에스터 농도를 보면, 고급알코올의 경우 지방족 아로마 성분이면서 바나나향을 부여하는 이소아밀아세테이트가 모든 효모에서 가장 많이 검출되었는데 통밀누룩에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM 90301)효모가 또 다른 통밀에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM90320)효모(42.0 ml/L)와 상업용 효모(41.2 ml/L)에 비해 유의적으로 높은 농도(49.7 ml/L)를 나타내었다. 이는 일반적으로 맥주에서 나타나는 농도 [19, 21]를 보였다. 방향성 고급알코올 성분인 페닐에틸알코올의 농도는 효모종류에 따른 쌀맥주간 유의적 차이는 없었고 평균적으로 20.1~22.4 ml/L 의 농도를 나타내었다. 전체적으로 보면 통밀누룩에서 분리한 *S. cereviseae*(KCCM 90301)효모가 또 다른 통밀에서 분

Table. 1. Aroma components in different type of yeasts after fermentation

| Components(ml/L) | 1st fermentation | | | 2nd fermentation | | |
|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | KCCM 90301 | KCCM 90320 | Commercial yeast | KCCM 90301 | KCCM 90320 | Commercial yeast |
| Acetaldehyde | 15.1±1.1 ^a | 26.2±1.7 ^b | 13.2±1.4 ^a | 11.8±2.1 ^a | 18.4±3.1 ^b | 8.9±0.9 ^c |
| Acetone | 0.1±0.01 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a |
| Methanol | 1.2±0.01 ^a | 0.7±0.01 ^a | 1.4±0.1 ^b | 1.0±0.0 ^a | 0.9±0.0 ^a | 1.1±0.0 ^a |
| Diacetyl | N.D | N.D | N.D | N.D | N.D | N.D |
| n-Propanol | 10.9±1.2 ^a | 13.3±1.0 ^{ab} | 15±0.9 ^b | 14.3±0.6 ^a | 11.3±0.4 ^b | 12.4±0.6 ^b |
| i-Butanol | 14.3±1.0 ^a | 18.0±1.3 ^b | 13.7±0.5 ^a | 13±0.8 ^a | 12.9±0.9 ^a | 8.2±1.3 ^b |
| n-Butanol | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a |
| i-Amyl alcohol | 49.7±2.4 ^a | 42.0±3.1 ^b | 41.2±3.6 ^b | 48.5±2.4 ^a | 40.1±1.6 ^b | 40.5±1.7 ^b |
| n-Amyl alcohol | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.0±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a |
| Phenyl ethyl alcohol | 22.4±2.1 ^a | 20.0±1.1 ^a | 20.1±1.6 ^a | 15.8±0.7 ^a | 16.0±0.3 ^a | 15.4±0.7 ^a |
| ΣHigher alcohol | 97.4±3.2 ^a | 93.5±1.1 ^{ab} | 90.5±2.7 ^b | 91.7±3.1 ^a | 80.5±2.5 ^b | 76.9±2.8 ^c |
| Ehtyl acetate | 20.5±1.5 ^a | 23.0±2.0 ^a | 15.4±2.1 ^b | 15.4±0.7 ^a | 13.5±1.0 ^{ab} | 11.5±0.5 ^b |
| i-Butyl acetate | N.D | N.D | N.D | N.D | N.D | N.D |
| i-Amyl acetate | 0.5±0.0 ^a | 0.9±0.0 ^b | 0.8±0.0 ^b | 0.5±0.0 ^a | 0.2±0.0 ^a | 0.3±0.0 ^a |
| Ethyl carproate | 0.1±0.0 ^a | 0.0±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a | 0.1±0.0 ^a |
| ΣEster | 21.1±1.3 ^a | 23.9±1.1 ^{ab} | 16.3±0.4 ^b | 16.0±1.5 ^a | 13.7±0.5 ^{ab} | 11.8±0.9 ^b |

Results are expressed as mean±SD (n=3); ^{abc}means with the same letter in colume are not significantly difference (p<0.05).

리한 *S. cerevisiae*(KCCM90301)효모(93.5 ml/L)와 상업용 효모 90.5 ml/L)에 비해 유의적으로 높은 고급알코올 함량(97.4 ml/L)을 보여 쌀맥주의 풍미를 강화하는데 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이와같은 결과는 2차 알코올 발효후에도 관찰되었다.

한편 에스터는 쌀맥주의 꽃향을 부여하는 에틸아세테이트가 가장 많이 검출되었으며 그 농도는 효모간 다소 차이가 있으나 15.4~20.5 ml/L을 나타내어 일반적인 맥주에서 나타내는 에스터의 농도를 보였다. 특히 통밀에서 분리된 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM90301, 90320)가 상업용 효모에 비해 유의적으로 높은 농도를 보였고 전체적인 에스터 농도 역시 1차, 2차 알코올 발효 후에 유사한 결과를 보였다. 종합해보면, 통밀누룩에서 분리한 효모들은 맥주에서 일반적인 아로마 함량을 보였고, 상업용 효모에 비해서도 고급알코올과 에스터 성분이 유의적으로 높아 쌀맥주 다소 밍밍한 맛을 보완하여 풍미를 강화하는데 효과가 있는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 전통 통밀누룩에서 분리된 효모의 쌀맥주 양조적성을 연구한 것이다. 전체적으로 알코올 생성능 및 당도, pH 감소력 등을 보면 알코올 발효 패턴은 대조구인 상업용 효모와 같이 정상적인 발효특성을 나타냈다. 효모의 활력을 나타내는 글리코젠과 트레할로오스 농도를 보면, 통밀 누룩에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM90301)효모 글리코젠과 트레할로오스 함량이 상업용 효모에 비해 유의적으로 많거나 유사하여 효모활력 측면에서 양조용 효모로서 응용이 가능할것으로 판단된다. 알코올발효 후 효모간 아로마 성분에서는, 아세트알데히드, 아세톤 및 메탄올의 함량은 상업용에서 검출되는 수준으로 나타났다. 또한 디아세틸은 전통누룩에서 분리한 효모들이나 독일 상업용 효모 모두에서 검출되지 않아 전통누룩에서 분리한 효모들의 디아세틸 감소력이 상업용 효모와 마찬가지로 강하여 양조용 효모로서 적합한 것으로 판단된다. 한편 주요 아로마 성분인 고급알코올과 에스터 농도를 보면, 통밀누룩에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90301)효모가 또 다른 통밀에서 분리한 *S. cerevisiae* (KCCM90320)효모와 상업용 효모에 비해 유의적으로 높은 함량을 보여 쌀맥주의 풍미를 강화하는데 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 종합적으로 보면 통밀누룩에서 분리한 효모들은 양조용 효모로서 쌀맥주 제조에 적합한 것으로 판단된다.

References

- [1] M. Moreno, I. Comino, C. Sousa, "Alternative Grains as Potential Raw Material for Gluten Free Development in the Diet of Celiac and Gluten Sensitive Patients", *Austin J Nutri Food Sci.*, Vol. 2, No. 3, pp. 1016-1025, 2014.
DOI: <https://hdl.handle.net/11441/67174>
- [2] D. S. Shin, Y. J. Choi, E. Y. Sim, S. K. Oh, S. J. Kim, S. K. Lee, K. S. Woo, H. J. Kim, H. Y. Park, "Comparison of the Hydration, Gelatinization and Saccharification Properties of Processing Type Rice for Beverage Development", *Korean J. Food Nutr.*, Vol. 29, No. 5, pp. 618-627, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.5.618>
- [3] L. Dong, Y. Piao, X. Zhang, C. Zhao, Y. Hou, Z. Shi, "Analysis of volatile compounds from a malting process using headspace solid-phase micro-extraction and GC-MS", *Food Res. Ins.* Vol. 51, pp. 783-789, 2013.
DOI: <https://10.1016/j.foodres.2013.01.052>
- [4] G. B. Carvalho, D. P. Silva, C. V. Bento, A. A. Vicente, J. A. Texeira, A. F. Gracas, J. B. A. Silva, "Banana as adjunct in beer production: Applicability and performance of fermentative parameters", *Appl. Biochem. Biotechnol.*, Vol. 155, pp. 53-62, 2009.
DOI: <https://10.1007/s12010-008-8458-y>
- [5] J. Wang, L. Liu, A. Georgescu, V. Le, H. Madeleine, S. Tang, "Identifying ancient beer brewing through starch analysis: A methodology", *Journal of Archaeological Science Reports.*, Vol. 15, pp. 150-160, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.07.016>
- [6] M. P. Pidocke, S. Kreis, H. P. Heldt, K. F. Nielsen, L. Olsson, "Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts", *Appl. Biochem. Biotechnol.*, Vol. 84, pp. 453-464, 2009.
DOI: <http://10.1007/s00253-009-1930-y>
- [7] Z. Feng, S. Dechaos, Q. Lili, W. Yan, "Effect of saccharification technology parameters on saccharifying for extrusion rice used as beer adjunct", *Trans. Chin. Soc. Agric.*, Vol. 42, pp. 144-148, 2011.
- [8] O. Grujica, "Application of Unconventional Raw Materials and Procedures in Wort Production", *Journal of the Institute of Brewing.*, Vol. 105, pp. 275-278, 1999.
DOI: <https://10.1002/j.2050-0416.1999.tb00520.x>
- [9] P. Cege, S. Shah, E. Kubai, "Kenyan Beer Brewed with Unmalted Barley", *Ferment.*, Vol. 12, pp. 41-45, 1999.
- [10] C. Shimizu, M. Ohno, S. Araki, S. Furusho, J. Watari, M. Takashio, "Effect of Reduction of Carbonyl Compounds by Yeast on Flavor Stability of Happoshu", *Journal of the American Society of Brewing Chemists.*, Vol. 60, pp. 122-129, 2002.

DOI: <https://10.1094/ASBCJ-60-0122>

- [11] B. Demuyakor, Y. Ohta, "Charateristics of single and mixed culture fermentation of pito beer", *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 62, pp. 401-408, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740620414>
- [12] B. Vanderhaegen, F. Dlvau, L. Daenen, H. Verachtart, F. R. Delvaux, "Aging characteristics of different beer types", *Food Chem.*, Vol. 103, pp. 404-412, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/i.food.chem.2006.07.062>
- [13] D. J. Bhuyam, M. S. Barooah, S. S. Bora, K. Singaravadevel, "Biochemical and nutritional analysis of rice of North Est India", *Indian Journal of Traditional Knowledge.*, Vol. 13, No. 1, pp. 142-149, 2014.
DOI: <https://hdl.handle.net/123456789/26026>
- [14] S. K. Lee, B. J. Y Park, H. Y. Park, H. S. Choi, D. H. Cho, S. K. Oh, H. J. Kim, "Evaluation of Quality Characteristics of Beer by Addition of Rice Rate", *Korean J. Food Preserv.*, Vol. 24, No. 6, pp. 758-763, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.110002/kjfp.2017.24.6.758>
- [15] S. J. Jung, C. H. Chung, "Production and properties of ale beer with Nuruk, a Korean fermentation starter", *Korean J. Food Sci. Technol.*, Vol. 49, No. 2, pp. 132-140, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2017.49.2.132>
- [16] H. Mayer, D. Ceccaroni, O. Marconi, V. Sileoni, G. Peretti, P. Fantozzi, "Development of an All Rice Malt Beer: A Gluten Free Alternative.", *Food Science and Technology.*, Vol. 67, pp. 67-73, 2016.
DOI: <https://doi.10.1016/j.lwt.2015.11.037>
- [17] NTS Liquors Licence Aid Center. *Analysis of Liquor Regulatory.* Seoul, Korea, pp. 1-68, 2008.
- [18] H. Jorgensen, L. Olsson L, B. Ronnow, E. A. Palmqvist, "Fed-batch cultivation of baker's yeast followed by nitrogen or carbon starvation : effets on fermentative capacity and content of trehalose and glycogen", *Appl Microbiol. Biotechnol.*, Vol. 59, pp. 310-317, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1017-5>
- [19] S. H. Lee, C. Cheong, "Brewing Characteristics and Condition Setting of Beer Using Rice Flour", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society.*, Vol. 19, No. 9, pp. 206-214, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.9.206>
- [20] E. Kordialik, A. Diowsz, "Physiological State of Reused Brewing Yeast", *Czech J. Food Sci.*, Vol. 31, No. 3, pp. 264-269, 2013.
- [21] C. Cheong, K. Wackerbauer, M. Beckmann, S. A. Kang, "Influence of preserved brewing yeast on fermentation behavior and flocculation capacity", *Nutrition Research and Practice.*, Vol. 1, No. 4, pp. 260-265, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2007.1.4.260>

이 영 복(Young-bog Lee)

[정회원]



- 2009년 8월 : 미국 피드먼트대학교 한의학 명예박사
- 2012년 10월 : 국립 울로지오 아망 로드리게스 과학기술대학교 대학원 경영학 (경영학박사)
- 2012년 12월 : 대통령소속 사회통합위원
- 2014년 2월 : 사|한국한봉협회 초대회장
- 2017년 10월 ~ 현재 : 사|한국약용식물학회 이사장
- 2018년 2월 ~ 현재 : 신한대학교(평교원)귀농귀촌창업대학 주임교수

<관심분야>

양조학, 발효식품학

고 동 준(Dong-jun Ko)

[정회원]



- 1996년 2월 : 세종대 회화과(서양화)
- 2015년 2월 : 서울벤처대학원대학교 양조 발효식품 (석사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 양조 발효식품 박사과정 진행중

<관심분야>

양조학, 발효식품학

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 문헌공대 식품
- 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생물공학과 (이학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
- 2015년 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>

양조학, 발효식품학