

전통누룩으로부터 분리한 효모의 쌀맥주 발효 특성 연구

정의정¹, 김경섭¹, 박지영², 정철^{1*}

¹서울벤처대학원대학교 융합산업학과

²농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과

A Study on the Fermentation Characteristics of Yeast for Rice Beer Separated from Traditional Nuruk

Jeong Ui, Jeong¹, Kyung Seob, Kim¹, Ji Young, Park² and Chul Cheong^{1*}

¹Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

²Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science(NICS), Rural Development Administration(RDA)

요약 본 연구는 쌀 맥주에 적합한 양조용 효모를 우리나라의 전통 누룩에서 분리 동정하고, 분리된 효모에 대한 쌀 맥주의 양조 적성을 파악하고자 하는데 그 목적이 있다. 6개월간의 연구 결과, 전통 누룩에서 선발된 4종의 양조용 효모는 이화학적 데이터 측면(pH, 당도, 알코올)에서 상업용 양조용 효모와 유사한 정상적인 발효 패턴을 보였으며 상업용 양조용 효모 보다 더 높은 활력을 보였다. 또 한편으로, 쌀 맥주의 아로마 성분 중에 특히 맥주의 아로마를 나타내는 고급 알코올과 에스터 농도는 각각 78.4로 부터 106.5 ppm 그리고 15.1부터 29.3 ppm을 나타내어 일반적으로 맥주에서 나타나는 농도를 나타내었다. 특히 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM 90313)는 상업용 효모에 의해 제조된 쌀 맥주에서 보다 유의적으로 더 높은 고급 알코올 농도와 에스터 농도를 보여주었기 때문에 쌀 맥주의 아로마에 대한 긍정적인 효과가 있을 것으로 판단된다. 결론적으로, 전통 누룩에서 분리 동정한 4종의 효모들은 쌀 맥주의 제조에 적합한 것으로 판단되며, 특히 *S. cerevisiae* (KCCM 90313) 효모는 우수한 효모 활성과 아로마 생성능을 보여 주었으므로 향후 쌀 맥주 제조에서의 응용 가능성을 보였다.

Abstract This study was undertaken is to isolate brewing yeast suitable for rice beer fermentation from the traditional Nuruk, and to identify the brewing ability of the isolated yeast. After 6 months of research, four brewing yeast isolated from traditional Nuruk showed a normal fermentation pattern in terms of physicochemical data (pH, brix, alcohol content) and higher vitality, as compared to commercial brewing yeast. The concentrations of higher alcohol and ester, that impart the aroma to beer, were 78.4 to 106.5 ppm and 15.1 to 29.3 ppm, respectively. In particular, *S. cerevisiae* (KCCM 90313) bestowed significantly higher contents of higher alcohol and ester concentrations than rice beer prepared from commercial yeast. We conclude that the four variants of yeast isolated from traditional Nuruk are potentially suitable for manufacturing rice beer. Especially, the *S. cerevisiae* (KCCM 90313) yeast shows excellent yeast activity and aroma production, thereby displaying potential application for manufacturing rice beer in the future.

Keywords : Nuruk, Brewing yeast, Glycogen, Trehalose, Flavour

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

email: chulcheong@hotmail.com

Received June 26, 2019

Revised July 25, 2019

Accepted November 1, 2019

Published November 30, 2019

1. 서론

우리나라 쌀 (Rice, *Orzya sativa* L.) 소비량은 국민 1인당 2013년 67.2 kg, 2014년 65.1 kg, 2015년 62.9 kg, 2016년 61.9 kg, 2017년 61.8 kg, 2018년 61.0 kg으로 매년 감소추세에 있다. 쌀 소비의 95 %는 밥으로 소비되고, 5% 가량은 주류 및 떡류 등 가공용으로 이용되고 있는 실정이다. 게다가 쌀 수입개방 및 생산량 증가에 따라 비축미가 증가하면서 쌀 소비를 위한 연구가 다각도로 요구되고 있다[1, 2]. 쌀을 주원료로 하여 제조되는 주류는 대부분 동아시아 지역을 중심으로 발전해왔다. 국내에서는 쌀을 이용한 탁약주 및 증류식소주 등 전통주를 중심으로 생산과 연구가 진행되고 있다.

한편 맥주는 우리나라의 국내에서 가장 소비가 큰 주종으로 국내 총 술 소비의 절반가량 차지하고 있고, 소비 패턴도 달라져 소비자들은 다양한 취향에 맞는 독특한 맥주를 찾고 있는 추세이다. 이러한 맥주시장의 흐름에 따라 최근 들어 특히 수입맥주와 수제맥주 시장의 확장되고 있다[3]. 국내에서는 맥아 외에 부원료로 쌀, 전분 등을 일부 첨가하여 맥주를 제조방법이 잘 알려져 있다. 미국이나 일본의 경우는 맥아 원료대비 쌀을 40 %가량 첨가하여 맥주를 제조하는 공법도 시도되고 있다[4].

일반적으로 맥주에 쌀을 첨가하면 맛이 부드러워지고 묵넘김이 개선되는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이와 관련 다양한 연구들도 시도되고 있는데 기존 맥아에 옥수수 전분[5, 6]을 사용하고 고구마나 감자 전분을 부원료로하여 맥주를 제조방법이 문헌에 보고되고 있다. Lee[7] 등은 연질미를 이용한 쌀 맥주의 품질특성을 문헌에 보고하였고, Kwon[8] 등은 쌀을 첨가하여 맥주를 제조하여 당화조건을 최적화하는 연구를 진행하였다. 또한 Hyun[9] 등은 쌀 맥주 제조시 효소(아밀라아제)를 첨가하여 거품안정성 및 색도에 미치는 영향을 연구하였다. 한편으로는 맥아, 쌀 이외의 다른 부원료를 첨가하여 독특한 맥주 맛과 향을 개선하려는 연구들도 문헌에 보고되고 있다. Jung[10] 등은 전통누룩을 이용한 ale맥주 제조 및 품질특성 연구에서 누룩을 맥주 제조시 당화공정에 효소제로서 사용하여 새로운 맥주제조가 가능한 것으로 문헌에 보고하고 있다. 한편 맥주 제조시 알코올발효를 이끄는 효모는 맥주품질과 맛에 곡물(맥 쌀 등)만큼 중요한 요소로서 인식되고 있으며 효모의 발효력과 맥주 맛 개선을 위해 기존 양조용 효모를 개량하고 새로운 효모를 분리 동정하는 연구가 꾸준히 시도되고 있다.

특히 상업적 목적의 맥주 양조용 효모의 연구에서는

우선적으로 분리 동정된 효모 또는 개량된 효모의 생화학적, 유전적 측면에서 좀 더 세부적인 정보를 알고자 함이고, 다른 한편으로는 원료를 효율적으로 이용하는 효모, 알코올 생성능을 향상시키고, 고농도의 삼투압(높은 온도 및 알코올 등)환경에서 스트레스를 극복하는 효모, 그리고 효모 응집현상의 메카니즘을 규명하는데 초점을 맞추고 있다.

이와 관련 맥주효모의 유전자 분석[11], 생리활성 및 대사[12, 13], 효모응집[14], 숙성기간 단축, 여과 및 물리적 안정성과 품질개선[15], 효모배양[16]. 및 거품 유지력[17] 등에 관한 연구결과가 문헌에 보고되고 있다. 한편 국내에서는 맥주제조에 사용되는 양조용 효모가 대부분 수입되는 효모이고 또 한편으로는 그간 해외 효모를 이용한 쌀을 이용한 맥주 연구에서 맥주가공적성에 관한 연구중심이였다. 쌀을 부원료로 하고 분리 동정된 효모를 이용한 쌀 맥주 제조에 대한 연구는 그간 전무한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 쌀 맥주에 적합한 양조용 효모를 우리나라 토종 누룩에서 분리 동정하고 분리된 효모가 쌀 맥주 제조와 양조적성에 부합여부에 대한 기초자료를 확보하고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 재료

본 실험에 사용한 원료맥아는 독일 Weyermann사의 pilsner 맥아, 쌀은 국산쌀(동원상사)을 구입하여 사용하였다. 국산 홉(뱅크클릭 브루잉 컴퍼니)인 Cascade(알파산 8 %)와 Centennial(알파산: 7 %)을 사용하였고, 쌀의 액화를 위해 정제효소인 α -amylase(Termamyl SC)를 사용하였다. 상업용 효모는 독일 하면효모(W34-70)와 상면효모(W205)를 대조구로 사용하였다.

2.2 쌀맥주 제조

쌀맥주는 맥아와 쌀을 80 % : 20 % 비율로 하여 승은 방식에 따라 담금 실시 후 알코올 발효를 15 °C에서 2주간 진행 후 7일간의 숙성을 거쳐 라거타입의 쌀 맥주를 제조하였다[Fig. 1].

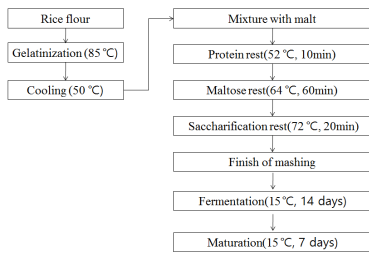


Fig. 1. Chart of manufacture process od rice beer

2.3 효모 분리 동정

효모 분리는 누룩과 쌀을 이용하여 알코올발효 후 발효조 바닥에 가라앉은 채취하여 효모를 증식시킨 후 희석평판분리방법을 사용하여 미생물 분리 후 최종적으로 순수 분리하였다. 희석평판분리는 발효물 4 g을 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 나타내었다[18].

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. 균수의 측정은 십진희석법을 이용하

여 고체배지에 0.1 mL 도말하고 30°C 항온기에 48시간 배양한 후 집락수를 계수해 콜로니 형성 단위(Colony Forming Units; CFU/mL)로 나타내었다. 글리코겐과 트레할로오스는 측정은 효모를 0.9 %w/v NaCl로 3회 씻은 후 0.2 M Sodium citrate buffer로 pH를 4.8로 조정 후 Jorgensen[19]의 방법에 따라 측정하였다.

2.6 향기성분 분석

알코올 발효 중 생성되는 메탄올, 아세트알데히드, 퓨젤유 등 주류의 향기성분을 구성하는 저비점 발효부산물 은 국제청기술연구소 주류분석규정에 따라 맥주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 heating mantle에서 가열하여 메스실린더에 증류액 95 mL를 취하고 증류수를 넣어 전량을 100 mL로 정용한 후 가스스크로마토그래프 (Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다.

2.7 관능평가

쌀맥주 효모별 관능평가는, 맛(taste), 향(flavor), 선호도(preference)항목으로 나누어 매우 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 평가하는 5점 척도법을 이용하여 맥주 관련 종사자들로 구성된 15인의 패널을 대상으로 하여 실시하였다.

2.8 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 시료 간의 유의차를 검정하였다.

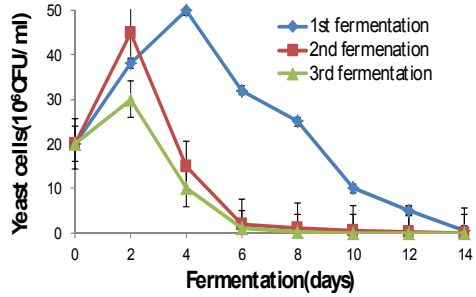
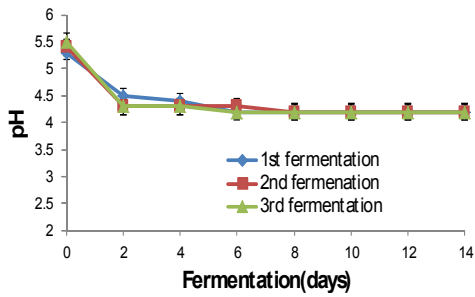
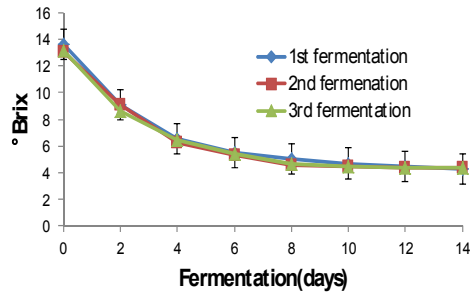
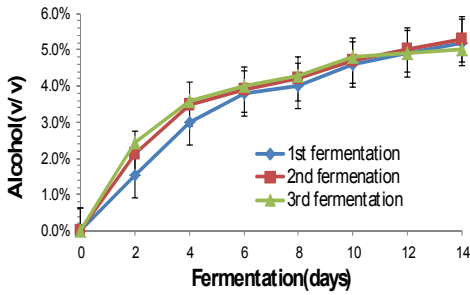
3. 결과 및 고찰

3.1 선발된 양조효모의 양조적성

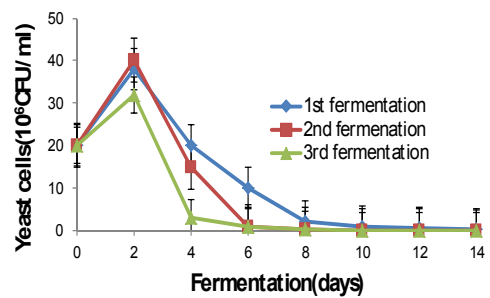
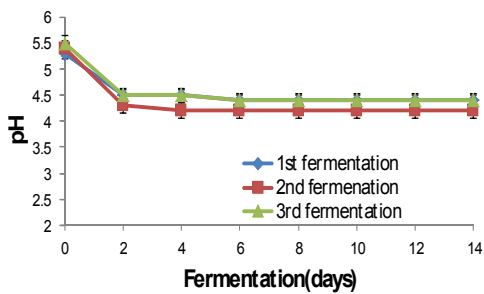
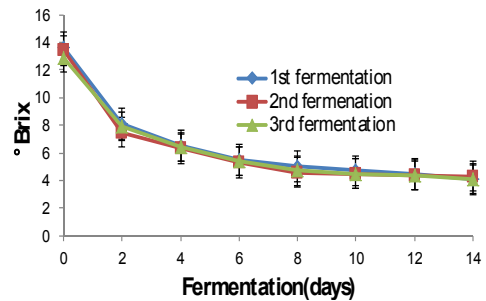
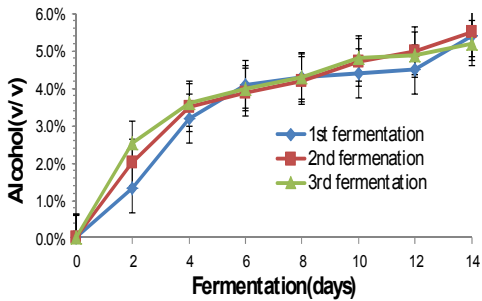
3.1.1 발효패턴

선발된 양조효모 4종류와 대조구 상업용 효모 2종류의 발효패턴은 Fig. 2와 같다. 우선 이화학에서 분리 동정된 *S. cerevisiae*(KCCM 90305)은 1차 발효후 알코올 농도는 5%v/v, 당도는 7 Brix, pH는 4.4 그리고 효모 수는 발효말기에 5×10^6 /ml을 나타내어 정상적인 발효패턴을 보였다. 이와 같은 이화학적 발효특성은 기존

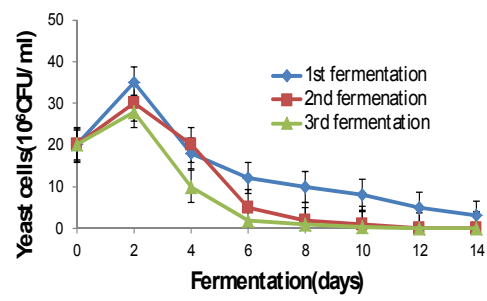
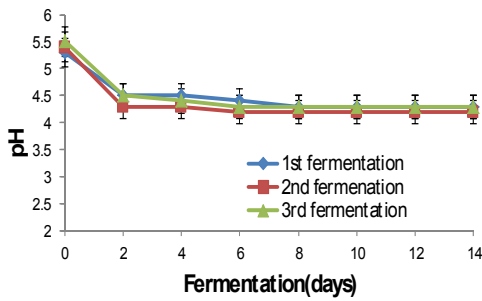
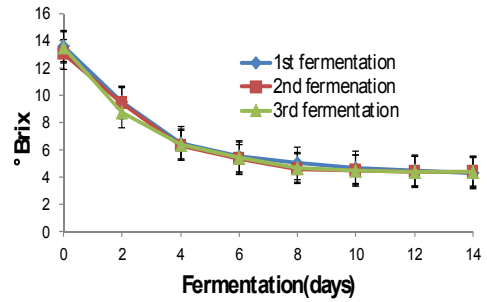
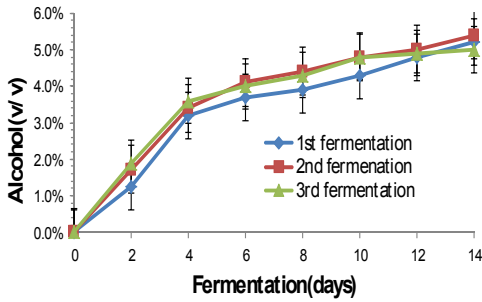
S. cerevise(KCCM 90305)



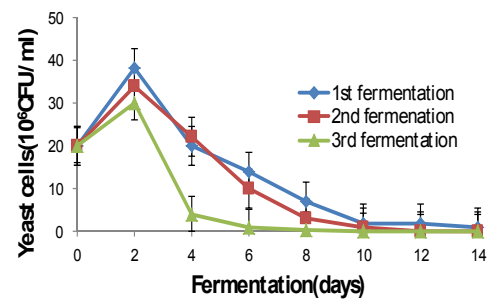
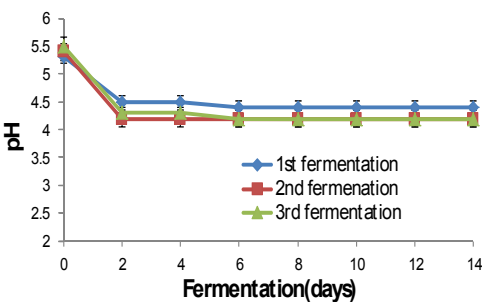
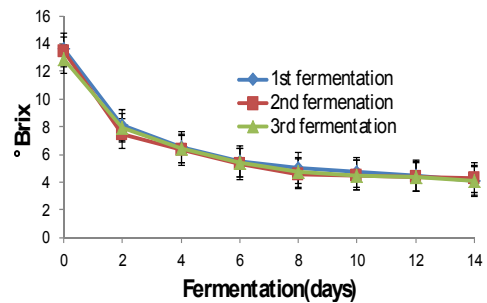
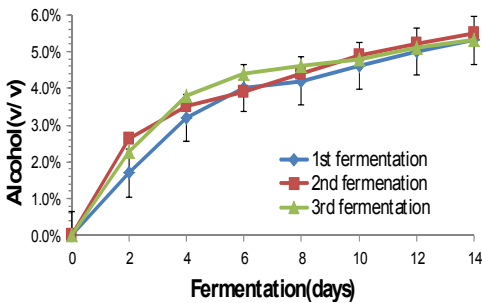
S. cerevise (KCCM 90307)



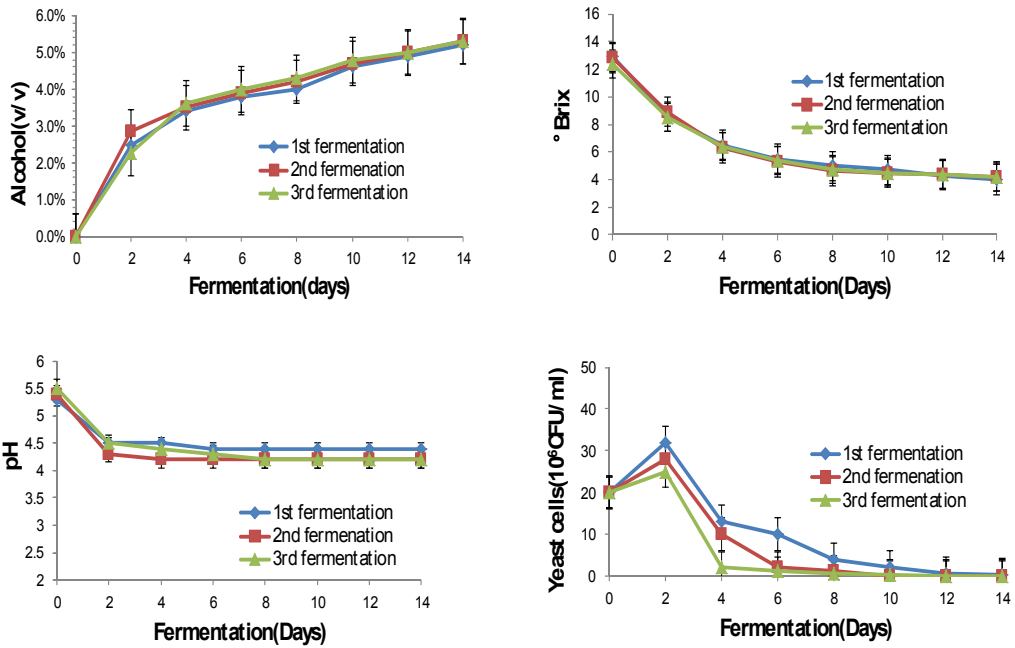
S. cerevise(KCCM 90313)



S. cerevise(KCCM 90315)



Commercial bottom yeast



Commercial top yeast

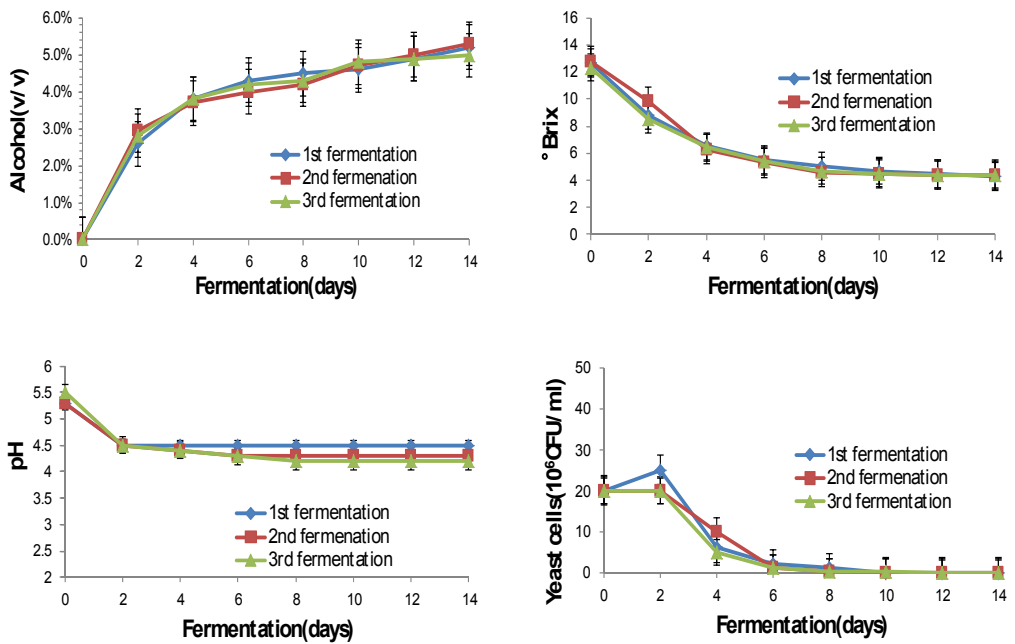


Fig. 2. Change of physicochemical components during the fermentation using different type of yeasts

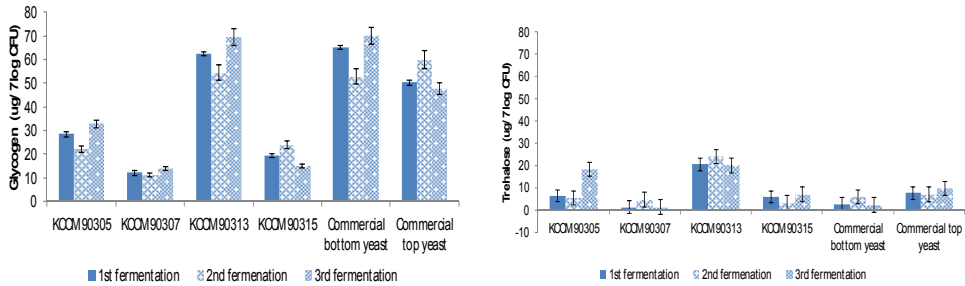


Fig. 3. Content of glycogen and trehalose in different type of yeasts

연구결과(10, 20)와 유사하게 나타났다. 1차 발효후 효모를 회수하여 2회차 발효에 사용하였고, 2차 발효 후에 또 다시 효모를 회수하여 3차 발효에 사용하였다. 연이은 2차, 3차 발효과정에서는 1차 발효 때보다 높은 발효력을 나타내었다. 또한 2, 3차 발효에서는 1차 발효때 보다 효모의 침전이 빨라지는 현상을 보였다. 이와 같은 발효패턴은 밀 누룩에서 분리 동정한 *S. cerevisiae*(KCCM 90307)효모, 내부비전곡에서 분리동정한 *S. cerevisiae*(KCCM 90313)효모, 백수환주곡에서 분리 동정한 *S. cerevisiae*(KCCM 90315)효모에서도 관찰되었다. 즉 전통누룩에서 분리한 4종의 양조효모는 독일 상업용 하면효모(W34-70) 및 상면효모(W205)와 발효패턴을 비교했을 때 유사한 발효패턴을 보여 쌀 맥주 양조 적성에 적합한 것으로 나타났다.

3.1.2 글리코겐과 트레할로오스

효모의 활력을 나타내는 글리코겐과 트레할로오스 농도를 보면, 누룩에서 분리한 효모중 이화곡에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90305)효모, 밀누룩에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90307)효모, 백수환주곡에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90315)효모는 독일 상업용 효모에 비해 현저히 낮은 글리코겐 함량을 나타내었다. 그러나 내부비전곡에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90313)효모는 독일 상업용 하면효모와 유사한 글리코겐 함량을 보였고, 상면효모보다는 높은 함량을 나타냈다 [Fig. 3].

한편 누룩에서 분리한 효모들은 독일 상업용 효모와 같이 발효횟수에 따라 글리코겐의 농도는 큰 차이를 보이지 않아 발효가 연속적으로 진행되어도 효모 활력은 계속 유지되는 것으로 나타났다.

그리고 트레할로오스 농도는 글리코겐보다는 모든 효

모에서 적은 함량을 나타내어 기존 연구와 유사한 결과 (21, 22)를 보였고, 특히 내부비전곡에서 분리한 효모중 *S. cerevisiae*(KCCM90313)효모가 모든 시험구에서 1차, 2차, 3차 발효후에 가장 높은 트레할로스 함량(20~23 ug/7log CFU)을 보였다. 글리코겐과 트레할로오스 함량이 높다는 것은 효모가 발효초기 충분한 저장 탄수화물을 보유한 것이므로 초기 알코올발효가 빠르게 진행된다는 점에서 효모활력이 우수한 것으로 판단할 수 있다.

3.1.3 아로마 성분

효모종류별 발효후 아로마성분은 Tab. 1에 나타내었다. 1차발효 후 효모간 휘발성 성분을 보면, 맥주에 이미 이취를 부여하는 아세트알데히드, 아세톤, 메탄올 및 디아세틸의 농도는 일반 맥주에서 검출되는 수준으로 나타났다. 특히 디아세틸은 버터 향을 풍기는 성분으로 맥주의 숙성정도를 나타내는 척도로 활용된다. 이 성분은 역치가 낮아 적은 농도로도 냄새를 느낄 수 있는데 누룩에서 분리한 효모들이나 독일 상업용 효모 모두에서 검출되지 않았다. 따라서 누룩에서 분리 효모들은 디아세틸 감소력이 독일 상업용 효모들과 마찬가지로 매우 강한 것으로 나타났다. 한편 맥주의 아로마를 나타내는 고급알코올과 에스터 농도를 보면, 우선 고급알코올의 경우 바나나 향을 부여하는 이소아밀아세테이트가 모든 효모에서 가장 많이 검출되었다. 전체적으로 고급알코올의 농도는 78.4~106.5 ppm을 나타내어 일반적으로 맥주에서 나타나는 농도[20, 21]를 보였다. 누룩에서 분리한 효모들이 독일 상업용 효모보다 높은 고급알코올 농도를 보여 유의적으로 차이를 나타내었다.

에스터의 경우는 과일 향을 부여하는 에틸아세테이트가 가장 많이 검출되었으며 그 농도는 효모간 다소 차이가 있으나 15.1~29.3 ppm을 보여 일반적인 맥주에서

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

Components	Selected yeasts				Commercial yeasts		
	KCCM 90306	KCCM 90307	KCCM 90313	KCCM 90315	Bottom	Top	
Low boiling point components	Acetaldehyde	14.5±1.1 ^a	20.1±1.7 ^b	13.2±1.3 ^a	10.2±0.5 ^c	12.5±1.0 ^{ab}	13.9±1.4 ^a
	Acetone	0.1±0.0 ^a	0.2±0.01 ^a	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a	0.3±0.01 ^a	0.2±0.0 ^a
	Methanol	2.1±0.02 ^a	1.2±0.03 ^a	1.1±0.05 ^a	2.0±0.0 ^a	1.3±0.0 ^a	1.0±0.11 ^a
	Diacetyl	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Higher alcohol	n-Propanol	21.4±2.3 ^a	21.5±1.7 ^a	13.8±0.9 ^b	21.0±1.5 ^a	11.4±1.0 ^b	10.4±1.1 ^b
	i-Butanol	16.3±2.2 ^a	13.1±1.8 ^b	17.3±1.0 ^a	22.1±2.0 ^b	11.7±0.4 ^b	20.6±1.0 ^b
	n-Butanol	0.3±0.01 ^a	0.3±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.2±0.01 ^a
	I-Amyl alcohol	45.3±3.1 ^a	56.0±0.0 ^b	58.2±4.2 ^b	43.2±3.0 ^a	34.9±1.9 ^c	42.1±2.2 ^a
	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	0.1±0.0 ^a
	Phenyl ethyl alcohol	18.5±1.3 ^a	15.5±1.9 ^b	15.4±0.5 ^b	13.6±0.8 ^b	20.2±2.0 ^c	17.6±1.4 ^a
	ΣHigher alcohol	101.9±2.1 ^a	106.5±1.8 ^a	104.9±2.2 ^a	100±1.1 ^a	78.4±1.4 ^b	91±1.0 ^c
Ester	Ethyl acetate	14.2±0.9 ^a	23.9±2.1 ^{ab}	28.3±3.0 ^c	14.6±0.9 ^a	19.5±1.3 ^b	20.2±2.0 ^b
	I-Butyl acetate	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	I-Amyl acetate	0.8±0.02 ^a	0.4±0.01 ^b	0.9±0.0 ^a	0.8±0.0 ^a	0.5±0.0 ^b	ND
Ester	Ethyl carproate	0.1±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.2±0.01 ^a	0.2±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a
	ΣEster	15.1±0.6 ^a	24.5±1.1 ^b	29.3±0.0 ^c	15.6±0.0 ^a	20.2±0.0 ^c	20.3±0.0 ^c

Results are expressed as mean±SD (n=3); ^{a-c}means with the same letter in column are not significantly difference by duncan's multiple range test (p<0.05).

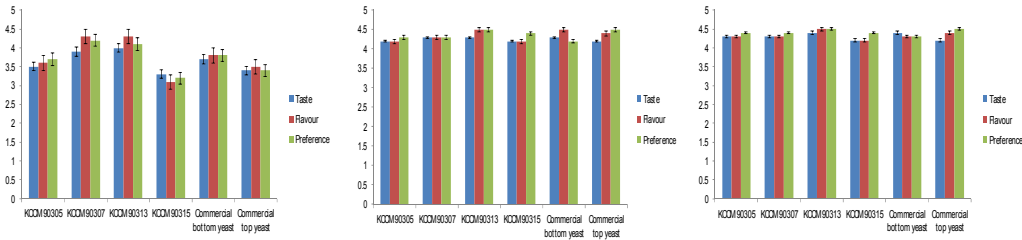


Fig. 4. Sensory evaluation of rice beer prepared by different type of yeasts

나타내는 에스터의 농도를 나타내었다. 특히 내부비전곡에서 분리된 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM 90313)가 29.3 ppm을 나타내어 6종의 효모중 가장 많은 에스터 농도를 나타내어 유의적 차이가 있음을 알 수 있다.

전체적으로 1차 발효 후 누룩에서 분리한 효모들은 일반적인 맥주에서 나타내는 아로마 농도를 보였고, 독일 상업용 효모들에 비해서도 높은 아로마 농도를 보여 맥주 맛과 향에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 2차, 3차 발효 후에는 1차 때보다는 효모별 아로마 성분이 유의적인 차이가 없었다.

3.1.4 관능평가

전통누룩에서 분리한 효모와 독일 상업용 효모와의 쌀 맥주의 관능평가를 보면[Fig. 4], 1차 관능평가에서는 맛, 향 및 선호도에서 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM

90313)효모로 제조된 쌀 맥주가 가장 우수한 것으로 나타났다. 그 다음 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM 90307)효모가 그 뒤를 이었다. 백수환주곡에서 분리 동정한 *S. cerevisiae*(KCCM 90315)효모가 가장 낮은 평가를 받았다. 또한 2차와 3차 발효후의 관능평가에서는 효모간 유의적 차이가 거의 없어 아로마 성분의 결과와 연관되는 결과를 보였다. 이는 2차, 3차 발효를 거치면서 모든 효모가 발효력이 향상되어 분비되는 아로마 성분의 차이가 없어 품질이 균일하게 되기 때문인 것으로 판단 된다.

4. 결론

본 연구는 전통누룩에서 선발된 양조용 효모의 쌀 맥주 양조적성을 테스트한 것으로 3차에 걸친 알코올 발효

를 통해 대조구인 독일 상업용 효모와 같이 정상적인 발효패턴을 보였다. 또한 효모의 활력을 나타내는 글리코젠과 트레할로오스의 농도는 내부비전곡에서 분리한 효모 *S. cerevisiae*(KCCM90313)는 독일 상업용 하면효모와 유사한 글리코젠 함량을 보였고, 상면효모보다는 높은 함량을 나타냈다. 글리코젠과 트레할로오스 함량이 높은 효모는 알코올발효를 빠르게 진입시키므로 효모활성이 우수하다고 볼수 있다.

한편 효모종류별 발효후 아로마성분은 저비점 성분(아세트알데히드, 아세톤, 메탄올 및 디아세틸)의 농도는 일반 맥주에서 검출되는 수준으로 나타났다. 그리고 맥주의 아로마를 나타내는 고급알코올과 에스터 농도는 각각 78.4~106.5ppm, 15.1~29.3ppm을 나타내어 일반적으로 맥주에서 나타나는 농도를 보였다. 특히 *S. cerevisiae*(KCCM 90313)는 독일 상업용 효모로 제조된 쌀 맥주에서보다 유의적으로 높은 고급알코올 농도와 에스터 농도를 보여 쌀 맥주 아로마에 긍정적인 효과가 있을 것으로 판단된다.

전통누룩에서 분리한 효모와 독일 상업용 효모와의 쌀 맥주의 관능평가에서는 맛, 향 및 선호도에서 *S. cerevisiae*(KCCM 90313)효모로 제조된 쌀 맥주가 선호도가 가장 높게 나타났다.

이상의 결과로 보아 전통누룩에서 분리동정한 4종의 효모들은 쌀맥주 제조에 적합한 것으로 판단되며, 특히 내부비전곡에서 분리한 *S. cerevisiae*(KCCM 90313)효모는 효모활성과 우수한 아로마 생성능을 보여 향후 쌀 맥주 제조에 응용이 가능한 것으로 판단된다.

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부 과제명: 국산원료 이용확대를 위한 쌀 맥주 종류별 최적 홉 및 효모 구명, 세부과제번호: PJ012794052019)의 지원에 의해 수행되었음.

References

- [1] KOSIS. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output tendency of crops, 2017. Available from: <http://kostat.go.kr/wnsearch/search.jsp>
- [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] S. Park, J. H. Lee, S. Y. Hyun, B. S. Noh, "Assessment of physicochemical characteristics among different types of pale ale beer", Korean J. Food Sci. Technol., Vol. 45, No. 2, pp. 142-147, 2013. DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.2.142>
- [4] Y. POMERANZ, D. F. HOUSTON, Rice in brewing. Rice chemistry and technology. Cereal Chem, No. 4, pp. 433-446, 1972.
- [5] Z. Q. Han, M. Wei, "Study on Gelatinization Processing of Beer with Potato as Auxiliary Material", Food Science, Vol. 28, No. 7, pp. 154-157, 2007.
- [6] K. Saito, A. Tsukamoto, N. Hashimoto, T. Nagashima, T. Noda, M. Fukushima, "Production and properties of low-malt beer using extremely fine potato starch", J. Applied Glycoscience(Japan), Vol. 56, No. 4, pp. 281-286, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5458/jag.56.281>
- [7] S. K. Lee, 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>
- [8] Y. A. Kwon, S. J. Lee, K. G. Lee, K. W. Hong, "Improving Qualities of Rice Beer Using Enzymes and Amino Acids", Food Engineering Progress, Vol. 16, No. 2, pp. 151-156, 2012.
- [9] S. K. Hyeun, Y. A. Kwon, S. J. Lee, "Quality Characteristics of Brewed Beer with Rice Adjunct", Food Engineering Progress, Vol. 16, No. 2, pp. 139-144, 2012.
- [10] 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>
- [11] J. Y. Sweeney, H. A. Kuehne, P. D. Sniogowski, "Sympatric natural Saccharomyces cerevisiae and S. paradoxus populations have different thermal growth profiles", FEMS Yeast Res., Vol. 4, pp. 521-525, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1567-1356\(03\)00171-5](https://doi.org/10.1016/S1567-1356(03)00171-5)
- [12] G. G. Stewart, "Studies on the uptake and metabolism of wort sugars during brewing fermentations", Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am, Vol. 43, pp. 264-269, 2006.
- [13] C. Lekkas, A. E. Hill, B. Taidi, J. Hodgson, "Elucidation of the role of nitrogenous wort components in yeast fermentation", J. Inst. Brew., Vol. 113, pp. 183-191, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2007.tb00249.x>
- [14] E. V. Soares, "Flocculation in Saccharomyces cerevisiae : A review", J. Appl. Microbiol., Vol. 110, No. 1, pp. 1-18, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04897.x>
- [15] D. J. Cooper, G. G. Stewart, J. H. Bryce, "Yeast proteolytic activity during high and low gravity wort fermentation and its effect on head retention", J. Inst. Brew., Vol 106, pp. 197-201, 2000.

DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.20000.tb00057.x>

- [16] O. Nielsen, "Status of the propagation process and aspects of propagation for refermentation", *Cerevisia* : Belgian J. Brew. Biotechnol., Vol. 35. pp. 42-48, 2010.
- [17] J. Lu, J. Dong, D. Wu, Y. Chen, X. Guo, Y. Shi, X. Sun, D. Xiao, "Construction of recombinant industrial brewer's yeast with lower diacetyl production and proteinase A activity", *Eur. Food Res. Tech.*, Vol. 235, pp. 951-961, 2012.
- [18] NTS Liquors Licence Aid Center. Analysis of Liquor Regulatory. Liquors Licence Aid Center, Seoul, Korea, pp. 1-68, 2008.
- [19] 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>
- [20] 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>
- [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>
- [22] N. Chamnipa, S. Thanonkeo, P. Klanrit, P. Thanonkeo, "The potential of the newly isolated thermotolerant yeast *Pichia kudriavzevii* ZR8-1 for high-temperature ethanol production", *Brazilian Journal of Microbiology.*, Vol 49, No 2, pp. 378-391, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.09.002>

정 의 정(Jeong Ui Jeong)

[정회원]



- 2018년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 발효양조학박사과정 재학중
- 2018년 8월 ~ 현재 : (주)정의정 발효연구소 대표
- 2016년 ~ 현재 : 용인, 인제 농업기술센터 발효식품 강사
- 2011년 4월 ~ 현재 : 울산광역시 남구 마을학교 "술익는 마을" 전임강사

<관심분야>

양조학, 발효식품학

김 경 섭(Kyung-Seob Kim)

[정회원]



- 2019년 2월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 발효양조학 석사 졸업
- 2019년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 발효양조학 박사과정
- 2017년 11월 ~ 현재 : 한국가양주협회 부회장
- 2018년 ~ 현재 : 팽택시청 평생학습센터 전통주 강사

<관심분야>

양조학, 발효식품학

박 지 영(Jiyoung Park)

[정회원]



- 2016년 2월 : 고려대학교 생명공학과(시스템식품생명전공)박사 수료
- 2012년 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구사
- 2011년 ~2012년 : 농림축산식품부 국립농산물품질관리원 시험연구수

<관심분야>

식품가공, 작물(crop science), 품질분석

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 뮌헨공대 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