

# 토종쌀과 국산 겉보리를 활용한 농가형 수제맥주 제조 기술 확립

이연진\*/ 풀풀농장 대표

송기옥 / 청운대학교 교수

이정호 / 홍성군농업기술센터 농촌지도사

## 연구 필요성

맥주는 낮은 알코올 도수와 특유의 청량감을 가진 가장 대중적이고 인기 있는 술로 자리 잡아 왔다. 그러나 우리나라 맥주는 유럽 맥주보다 다양성과 맛의 풍부함이 부족하다는 평가가 있다. 이 같은 한계점을 보완해줄 수제맥주는 2002년 ‘소규모 맥주 제조자 면허’가 도입되면서 곳곳에서 생겨났지만, 여전히 전체 맥주 시장의 1% 점유율로 비중이 낮은 편이다.

역설적이게도 수제맥주의 낮은 점유율이 앞으로의 성장을 기대케 한다. 지역 농산물을 활용한 탁주, 약주 생산이 늘어났듯 지역 농산물로 만든 수제맥주 양조장이 생기고, 지역 고유의 특색을 살린 맥주들이 다양하게 탄생한다면 이 또한 농가 살림과 농촌 문화를 살찌우는 데 일조할 것이다. 또한 대대로 이어져 온 토종 품종을 사용한 쌀맥주를 만든다면 기존 맥주와 차별화도 가능하다.

---

\* 이연진: 충남 홍성군에서 무경운, 무투입 방식의 자연농을 실천하고 있다. 흙이 지닌 힘으로만 키운 농작물의 맛과 가공성이 좋은 데서 착안하여 쌀맥주 발효에 관심을 두고 공부 중이다.

따라서, 본 연구에서는 토종쌀<sup>1)</sup>과 국산 겉보리를 활용한 다양한 레시피 비교를 통해 지역 농가형 수제맥주 제조 기술을 확립하고자 한다.

## 연구 방법 및 과정

### 1. 선행연구 검토

‘맥주에도 쌀이 들어가나?’라는 의문을 가질 수도 있으나 쌀맥주는 우리 생활 가까이 존재해왔다. 수입 맥주인 칭따오(Tsingtao), 아사히(Asahi Super Dry)와 버드와이저(Budweiser) 등이 대표적인 쌀맥주다. 맥주를 제조할 때 쌀을 넣으면 맥아 특유의 진한 풍미는 줄어들지만 목넘김이 부드럽고 끝맛이 깔끔하다.

#### 가. 국내 연구

##### 1) 국세청기술연구소 전통술산업육성지원센터(2005년)

보리를 원료로 사용하지 않고 벼 또는 백미에 분쇄한 효소제와 효모영양원을 투입하여 100% 쌀로만 맥주를 만드는 방법이다. 국세청과 업무제휴를 통해 2012년 농업회사법인 칠갑산주조(주)에서 ‘샤우트’라는 제품을 출시하기도 하였다. ‘샤우트’에 사용된 원료를 보면 국산 쌀의 비율이 57.7%로 줄어들었고 외국산 전분 32.1%와 국산 맥아 9.6%<sup>2)</sup>가 대신했다. 쌀가루 100%로 맥주를 만들 경우, 곡물 자체 효소가 없으니 전분 분해를 위해 외부 효소제를 넣어야 하고 이에 따라 원료 곡물이 가진 본래의 풍미가 제대로 구현되지 못하는 단점이 있어 제대로 상업화하지 못한 것으로 보인다.

---

1) 본 연구에 사용된 토종쌀은 책임연구자가 10년 동안 법씨를 받아 키워 온 ‘조동지’라는 멍쌀 품종이다. 1896년 경기도 여주시에서 처음 키워지기 시작했으며 수확량이 많고 밥맛이 좋아 일제강점기 때 전국적으로 재배되었다.

2) 우리나라 주세법에서는 맥아를 10% 이상 사용해야 ‘맥주’로 인정되어, ‘샤우트’는 기타주류로 분류된다.

## 2) 경기도농업기술원 작물연구과 농식품개발팀(2015년)

생쌀을 물에 불려 분쇄한 후 효소제와 효모를 첨가하여 1차 발효를 거친다. 다음으로 쌀, 보리, 맥아, 효소제를 추가로 첨가하여 2차 발효를 진행하는 방식이다. 세븐브로이맥주(주)에 기술이전 되었으나 실제 제품화까지 이르지 못했다. 외부 효소제에 의존하는 문제도 2005년 국세청의 선행연구와 동일하게 존재한다.

## 3) 농촌진흥청 수확후이용과(2016년)

쌀가루를 90℃ 고온으로 끓여 쌀 전분의 당화가 잘되도록 하는 액화 공정(호화, gelatinization)<sup>3)</sup>을 먼저 거친 후 맥아와 혼합하여 만드는 방식을 사용한다. 2019년 브로이하우스 바네하임의 ‘도담도담’(도담쌀 30% 사용)과 버드나무브루어리 ‘미노리세션’(설갱쌀 40% 사용)이 출시되었다. 이 방식은 쌀가루를 고온으로 끓이는 동안 타지 않도록 계속 저어주어야 하는 등 공정이 까다롭다.

## 4) 농촌진흥청 국립식량과학원 작물육종과(2016년, 2018년)

불리지 않고 바로 빵아 쓸 수 있도록 개발된 ‘가루미’ 품종은 전분 알갱이가 성글게 배열되는 특성으로 인해 별도의 호화 공정 없이 투입해도 당화에 무리가 없다. 2016년 파머스맥주(주) 농업회사법인의 ‘파머스 드라이’(가루미쌀 30% 사용)라는 제품으로 출시되었다. 쌀의 호화 공정 없이도 쌀맥주를 만들 수 있다는 장점이 있지만, 가루미 품종이 돌연변이 육종<sup>4)</sup>으로 만들어졌다는 점은 우려스럽다. 미국국립과학원(NAS, 2004)에 따르면, 돌연변이 육종은 화학물질이나 방사선을 통해 유전자들을 무작위로 재배열하는 방식이기 때문에 의도하지 않은 건강상의 문제(알레르기 등)를 일으킬 가능성이 가장 큰 육종 방법이라고 정의하고 있다.<sup>5)</sup>

한편, 벼를 발아시킬 때 나오는 자체 당화효소(알파아밀라아제)를 활성화해 전분을 분해하면 쌀을 70% 함량까지 높인 맥주를 제조할 수 있다. 농업회사법인 홉앤호프(주)에 기술 이전된 상태이다. 외부 효소에 의존하지 않고 쌀의 함량을 높이면서도 깔끔하고 완성된 형태의 쌀맥주를 제조할 방법이기도 하나, 식품공전에 ‘벼’의

3) 전분이 분해되기 위해서는 단단한 입자가 부드럽게 변해야 하는데 이 과정을 ‘호화’라고 한다.

4) 가루미 품종의 경우 ‘아지드화나트륨’을 돌연변이원으로 사용하였다.

5) 이러한 가능성에도 불구하고 유전자변형 식품과 관련한 실질적인 문제점은 아직 드러나지 않았다는 것이 보고서의 전반적인 서술 기조이다.

사용 부위에서 ‘왕겨’가 제외되는 것으로 나와 있어 실제 발아벼를 원료로 사용한 쌀맥주가 나오기까지는 시일이 걸릴 것으로 보인다.<sup>6)</sup>

## 나. 해외 연구

해외 연구 중에서는 셀리악 증후군(celiac syndrome)<sup>7)</sup>에 대응하기 위해 쌀 100%로 만든 쌀맥주가 눈에 띈다.<sup>8)</sup> 적은 효소량과 높은 호화 온도로 인해 그동안 보리맥아 없이 쌀만으로 당화 작업을 수행하기는 어려운 것으로 간주했다. Heidi Mayer 등은 쌀을 도정하지 않고 발아시키는 방식을 통해 이 문제를 해결했다. 보리맥아와 발아벼에 존재하는 효소가 다르므로<sup>9)</sup> 100% 발아벼로 당화 작업을 하지만 보리맥아와는 다른 당화 온도와 지속시간이 필요하다는 점도 증명하였다. 품종별로도 차이를 보였는데 두 가지 이탈리아 품종만 당화에 성공하였다. 다른 품종들이 당화에 실패한 원인으로는 해당 품종의 부족한 단백질 함량<sup>10)</sup>과 낮은 발아력 등이 제시되었다.

100% 발아벼 맥주로 에브로강삼각주쌀생산협동조합(Cooperativa Arrossaires del Delta de l'Ebre)과 스페인수제맥주협회(Instituto de la Cerveza Artesana)가 공동 개발한 ‘Segadors del Delta 100% Malt d'Arrós Saison’을 2014년 출시했으나 현재는 생산되지 않고 있다.

미국에서는 맥주 원료 곡물을 판매하는 온라인 판매점에서 발아벼(rice malt)가 글루텐프리 인증(gluten-free certification)을 받아 거래되고 있기도 하다. 쌀 자체에 존재하는 효소만으로 당화를 진행하고 맥주를 발효하는 과정에 관한 연구가 아직 초기 단계라 100% 발아벼 맥주가 상업적으로 판매되기에는 아직은 해결해야

6) 국내에서 새로이 식품의 원료로 사용하고자 하면 「식품등의 한시적 기준 및 규격 인정 기준」(식약처 고시 제 2018-5호)에 따라 해당 원료의 안전성을 입증할 수 있는 자료와 함께 한시적 기준 및 규격 인정 신청을 하여 식품원료 가능 여부에 대한 검토를 받아야 한다.

7) 글루텐이 소장의 용모를 손상시켜 중요한 영양분의 흡수가 되지 않는 질병으로, 특별한 치료법이 없어 글루텐이 없는 식사를 하는 것이 유일한 대처 방법이다.

8) Heidi Mayer, Ombretta Marconi, Gian Franco Regnicoli, Giuseppe Perretti, and Paolo Fantozzi(2014)와 Heidi Mayer, Dayana Ceccaroni, Ombretta Marconi, Valeria Sileoni, Giuseppe Perretti, Paolo Fantozzi(2016).

9) 발아벼는 보리맥아보다 베타아밀라아제가 부족하지만 한계덱스트리나아제(limit dextrinase)는 풍부하다.

10) 단백질은 맥주의 거품을 지속시켜 주고 발효 중 효모의 영양원이 되기도 한다. 곡물의 단백질 함량이 부족할 경우 효모의 활력이 저하되어 제대로 된 발효가 되지 않는다.

할 과제가 많을 것으로 보인다.<sup>11)</sup>

#### 다. 연구 차별성

기존의 쌀맥주 제조 방식 중 쌀의 비중을 높이는 방식은 외부 효소제에 의존하거나, 발아벼를 자체 효소로 발효하여 맥주의 풍미가 제대로 구현되지 못하는 아쉬움이 있었다. 반면 쌀의 비율을 20~40%로 낮추면 맥아가 가진 효소를 활용해 당화할 수 있는 장점은 있지만 쌀가루를 호화시키는 과정이 어려웠고, 이를 보완하기 위해 인위적 돌연변이로 육종된 품종을 사용할 수밖에 없었다.

이 연구에서는 기존 쌀맥주 연구의 문제점을 극복하고 지역 농산물 활용을 위해 맥주보리보다 당화력이 좋은 겉보리와 토종쌀 품종인 조동지쌀을 사용하여 지역 특성을 강화하고자 하였다. 아울러, 맥주의 성분 분석 및 관능 평가를 통해 맥주의 풍미를 유지할 수 있는 최적의 쌀 함유량을 확인하여, 쌀을 원료로 하는 ‘맥주’를 양조하는 것을 최종 목표로 설정하였다.

## 2. 연구 재료

2018년도 국내 주류 시장규모에서 맥주는 출고 기준 55%, 출고금액 45%를 차지하여 가장 인기 있는 주류라 할 수 있다. 이는 수제맥주 시장의 성장 가능성을 보여주는 대목으로 농민들은 국산 원료를 사용한 맥주생산에 대한 기대감이 있다. 그러나 대부분의 수제맥주 원료가 수입에 의존하고 있어 농민이 실질적인 소득증대 효과를 보기는 어렵다.

맥주의 원료인 맥주보리(두줄보리) 재배 가능 지역이 전라남도과 경상남도 일부에 국한되어 있을 뿐 아니라 생산량도 많지 않다. 또한 맥주보리를 가공한 국산 맥아의 가격이 수입 맥아보다 비싸고 품질(수율과 균일성)도 검증되지 않았기 때문이다.

11) 필자가 시험적으로 만들어본 발아벼 맥주(발아벼 90%, 엿기름 10%)의 경우, 완전 당화가 이루어지지 않았다. 이후 발효는 잘 진행되었으나 탄산이 없고 비릿한 끝 맛이 나서 폐기 처리했다. 완전 당화를 이루더라도 일반적으로 기대하는 맥주의 맛을 낼 수 있느냐가 관건이다.

〈표 1〉 2018년도 국내 주류별 시장규모(수입주류 제외)

주류	출고량		출고금액	
	kℓ	%	백만 원	%
탁주	402,580	13	459,066	5
맥주	1,736,927	55	3,859,120	45
희석식 소주	917,959	29	3,618,349	42
기타	78,019	3	614,495	8
합계	3,135,485	100	8,551,030	100

자료: 국세통계

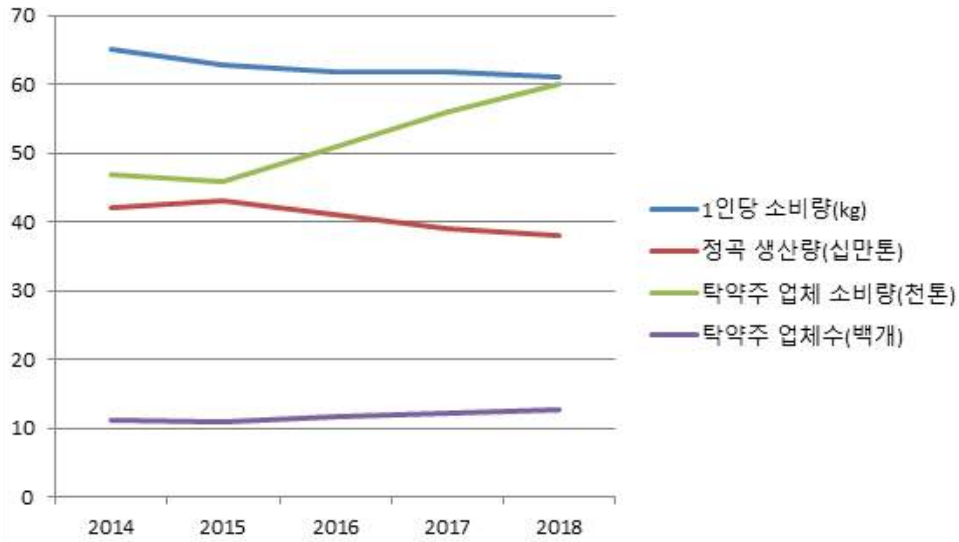
반면 겉보리(여섯줄보리)는 우리나라 전역에서 재배할 수 있다. 미국도 지역적, 특성적 한계를 지닌 맥주보리보다 겉보리 생산이 많으며, 주로 겉보리로 맥주를 만들고 있다. 겉보리는 맥주보리보다 단백질을 많이 함유하고 있어 혼탁(haze)으로 인한 품질 저하가 나타날 수 있지만 당화력(diastatic power)이 높아 쌀, 밀 등의 부원료(adjunct)를 활용해 다양한 맛을 내는 수제맥주를 생산할 때는 오히려 최적의 맥주 원료가 될 수 있다.

〈표 2〉 두줄보리와 여섯줄보리 당화력(°Lintner<sup>1</sup>) 비교

실험 논문	맥주보리 (두줄보리)	겉보리 (여섯줄보리)
이영택, 이춘기(1994)	115	150
Schwarz&Horsley(1996)	120	160

주1: 맥아가 전분(starch)을 단당, 이당류로 분해하는 능력을 측정하는 단위

겉보리가 부원료의 당화를 원활하게 한다는 점은 국산 곡물을 활용한 수제맥주 양조 가능성을 보여준다. 특히 쌀을 부원료로 사용하면 고질적인 생산과잉 문제를 겪고 있는 쌀 소비를 진작시키는 데 큰 효과를 볼 수 있다. 정곡 생산량과 1인당 소비량이 줄어드는 와중에도 탁약주 업체의 쌀 소비량은 상승 곡선을 나타내며 본 연구도 쌀과 겉보리를 재료로 사용하여 수제맥주를 생산하고자 한다[그림 1].



자료: 국가통계포털, 국세청

[그림 1] 쌀 소비량 및 생산량 변화(2014~2018)

### 3. 연구 과정

#### 가. 원재료 준비

- 토종쌀\_조동지(자가재배): 7분도미 혹은 발아벼<sup>12)</sup>
- 겉보리(국산 옛기름): (주)늘푸른 농업회사법인
- 물(수돗물)
- 홉<sup>13)</sup>: 비터링홉\_심코홉(미국산), 콜롬버스홉(미국산), 아로마홉\_사츠홉(독일산)
- 액상효모<sup>14)</sup>(미국산): White Labs California Ale Yeast
- 비정제 유기농 설탕(브라질산)



[그림 2] 분쇄한 발아벼

12) 7분도미는 밥을 짓고, 발아벼의 경우는 발아, 건조, 분쇄의 과정을 거쳐 준비한다.

13) 쓴맛을 내는 비터링홉으로 심코와 콜롬버스를, 향을 내는 아로마홉으로 사츠를 조합하여 사용하였다.

14) 맥주 효모는 가루 형태인 건조효모와 액체 형태인 액상효모로 구분할 수 있는데, 건조효모의 경우 유통 기한이 길어지는 장점이 있지만 가루로 만드는 과정에서 유화제(솔비탄 모노스테아레이트, Sorbitan monostearate)가 사용된다.

맥주 원료로 사용된 토종쌀은 외부 거름을 넣지 않고 벼짚, 왕겨, 쌀겨를 다시 땅으로 돌려주는 순환방식으로 농사짓고 있다. 무투입 방식의 논농사<sup>15)</sup>는 수확량은 떨어지지만 생명력이 강한 농산물을 수확하는 방법으로, 가공물의 품질에 영향을 미칠 것으로 보인다. 직접 재배한 친환경 쌀을 양조에 활용하는 것은 추가적인 원가 부담이 없다는 점에서 충분히 시도해 볼 수 있는 좋은 사례가 될 것이다.

〈표 3〉과 〈표 4〉는 토종쌀(조동지 7분도미, 조동지 발아벼)과 다른 품종 간의 성분 분석 비교 자료이다. 〈표 3〉에서 조동지 7분도미는 지방 함량이 상대적으로 높고 조동지 발아벼는 조회분 함량이 높은 것으로 나타났다.

〈표 3〉 쌀 품종별 일반성분 분석

구 분	(g/100g)				
	수분	조회분	조지방	조단백	탄수화물
조동지 7분도미	15.16	0.81	1.65	5.24	77.14
조동지 발아벼	12.75	3.60	1.11	5.25	77.29
추청 백미	13.12	0.38	0.54	5.28	80.68
오대 백미	15.86	0.91	1.33	6.31	75.14
동진 백미	13.13	0.39	0.61	5.59	80.27

주: 토종쌀인 조동지의 성분 분석은 충청남도농업기술원에 의뢰한 결과이고, 다른 품종은 권오윤 외(2006)에서 제시된 수치임.

〈표 4〉의 무기질 분석에서는 조동지 발아벼가 칼슘, 철, 칼륨, 마그네슘, 망간 등 대부분의 성분 함량이 높은 것으로 나타나 발아 과정을 거치면서 무기질 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

15) 무농약 인증을 받은 상태이다.

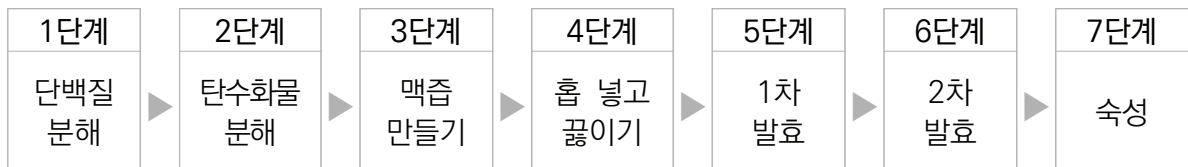
〈표 4〉 쌀 품종별 무기질 분석

구 분	(mg/100g)					
	칼슘 (Ca)	철 (Fe)	칼륨 (K)	마그네슘 (mg)	망간 (Mn)	아연 (Zn)
조동지 7분도미	9.86	0.47	91.37	61.04	1.24	1.66
조동지 발아벼	42.10	5.74	136.63	113.35	4.01	1.84
추청 백미	6.67	0.43	70.45	14.59	0.93	8.52
오대 백미	18.98	3.59	114.58	42.0	-	-
동진 백미	5.72	0.42	76.56	11.19	1.32	7.49

주: 토종쌀인 조동지의 성분 분석은 충청남도농업기술원에 의뢰한 결과이고, 다른 품종은 권오윤 외 (2006)에서 제시된 수치임.

### 나. 조동지에일<sup>16)</sup> 제조 과정

〈표 5〉 조동지에일 제조 과정



#### 1) 단백질 분해

물을 50℃까지 가열한 후 원재료 곡물을 투입한다. 이후 30분간 유지하면서 프로테아제 효소를 활성화해 곡물에 포함된 단백질을 분해한다.

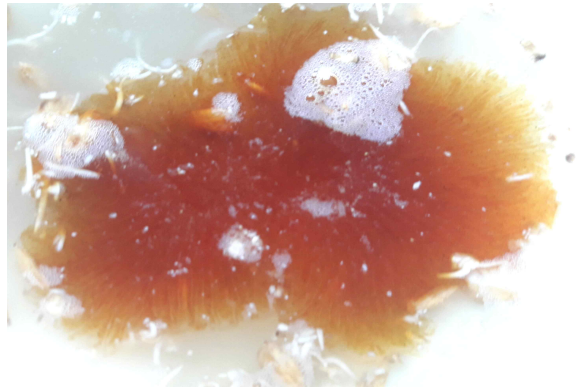
#### 2) 탄수화물 분해(당화, saccharification)

단백질 분해를 완료한 후 물을 62℃까지 가열하여 30분간 유지한다. 이 과정에서 베타아밀라아제 효소를 활성화해 전분을 맥아당으로 분해한다. 이후 72℃까지 가열해 30분간 유지하면서 알파아밀라아제 효소를 활성화해 전분을 추가로 분해한다. 최종적으로 78℃까지 가열하여 당화 작업을 완료한다.

16) 토종쌀 품종과 맥주 타입을 결합하여 ‘조동지에일’이란 이름을 붙였다.



[그림 3] 당화 과정



[그림 4] 아이오딘 테스트

### 3) 맥즙(wort) 만들기

당화가 완료<sup>17)</sup>된 이후 곡물과 물을 여과(라우터링, lautering)하고, 남은 곡물에 추가로 85℃로 가열한 물을 부어 10분간 우려내는 과정(스파징, sparging)을 통해 맥즙을 완성한다.



[그림 5] 맥즙 여과 과정



[그림 6] 스파징 이후 곡물의 상태

### 4) 홉 넣고 끓이기(hopping)

맥즙을 100℃가 되도록 끓이고 난 후 홉을 넣으면서 60분간 더 끓인다. 비터링 홉은 끓기 시작하면 넣어주고 아로마홉은 50분 후 넣어주어 10분 정도 끓인다.

17) 곡물에 아이오딘 용액을 넣어 갈색으로 변하면 완전 당화가 된 상태이다.(청색은 불완전 당화 상태)

## 5) 1차 발효(알코올 생성)

맥즙을 25℃까지 식힌 다음 효모를 투입하고 19~20℃ 정도의 온도<sup>18)</sup>에서 7일간 발효시킨다.

## 6) 2차 발효(탄산 생성)

1차 발효가 끝난 맥주를 병에 담으면서 설탕을 추가<sup>19)</sup>하고 7일간 추가로 발효하면서 탄산을 만든다.

## 7) 숙성

발효가 끝난 맥주를 3주 정도 냉장 보관 후 시음 및 평가를 진행한다.

## 연구 결과

### 1. 토종쌀(조동지)과 국산 겉보리 배합 레시피

#### 가. 곡물 배합

토종쌀과 겉보리의 배합은 토종쌀 0%, 20%, 30%, 50%, 60% 비중으로 배합하였다. 토종쌀은 전분을 가지고 있지만, 그 전분을 분해할 당화 효소가 없기 때문에 토종쌀 전분의 당화를 겉보리 맥아에 의존하게 된다. 본 연구에서는 토종쌀의 호화를 두 가지 형태로 진행하였다. 겉보리가 가진 당화 효소를 분해할 수 있는 정도까지는 7분도미를 지어 사용하고 겉보리보다 토종쌀을 많이 넣거나 같은 양의 레시피는 벼가 가진 효소도 당화에 활용하기 위해서 도정을 하지 않고 맥아와 같이 발아시켜 사용하였다.

18) 여름철의 경우 냉장고에 온도조절기를 연결하여 발효 온도를 지켜주며 발효시킨다.

19) 330ml 병 기준으로 약 2g의 설탕을 넣는다.

〈표 6〉 토종쌀과 겉보리의 배합 비율

(단위: kg, ℓ)

구분	토종쌀	겉보리	물(라우터링+스파징)	호화 방식
1	0.0 (0%)	6.0 (100%)	39(23+16)	7분도미
2	1.3 (20%)	5.0 (80%)	38(22+16)	
3	1.9 (30%)	4.5 (70%)		
4	3.0 (50%)	3.0 (50%)		발아벼
5	3.6 (60%)	2.4 (40%)		

## 나. 누룩 효소제의 사용

토종쌀의 비율이 60%인 경우는 외부효소제로 누룩을 추가하여 부족한 당화 효소를 보충하였다. 농업회사법인 (주)송학곡자의 우리밀 누룩 600g을 곡물과 같이 넣어 당화를 진행하였다.

## 2. 조동지에일 성분 분석<sup>20)</sup>

### 가. 물리성 및 화학성 분석

토종쌀과 겉보리 배합 비율별 이화학적 분석<sup>21)</sup>은 〈표 7〉과 같다. 모든 비율에서 가성발효도가 높아 완전 발효가 진행된 것으로 보이며, 총산도 비교적 낮은 수치여서 젖산균 등의 오염도 없었던 것으로 판단된다. pH가 일반 상업맥주(pH 4.4)보다 다소 높게 나타났으나 정상적인 범위의 수치라고 할 수 있으며, 전반적으로 5가지의 배합 비율에서 유사한 발효 패턴을 보였다.

20) 서울벤처대학원대학교 한국양조기술연구소에 의뢰하여 진행하였다.

21) 물리적·화학적 성질을 띠거나 물리 현상·화학 현상과 관련된 것이다.

〈표 7〉 배합 비율별 이화학적 분석

구 분	토종쌀 배합 비율				
	0%	20%	30%	50%	60%
원맥즙액기스(p <sup>1</sup> )	10.0	9.9	10.7	9.9	11.6
가성액기스(p)	1.37	1.15	1.21	1.02	1.37
실제액기스(p)	3.0	2.8	3.0	2.7	3.3
가성발효도(%)	86.3	88.4	88.7	89.7	88.2
실제발효도(%)	70.0	71.7	71.9	72.7	71.6
총산(w/v%)	0.36	0.36	0.40	0.20	0.27
pH	4.5	4.7	4.6	4.6	4.5
알코올(v/v%)	4.5	4.6	5.0	4.6	5.4

주1: 플라토(plato)의 약자로, 맥즙의 농도를 표기하는 단위이다.

### 나. 휘발성 성분 분석

〈표 8〉은 배합 비율별 휘발성 성분 분석 결과를 보여준다. 일반성분 3개, 에스터 2개 그리고 고급알코올 5개 성분이 분석되었다.

토종쌀 0%(겉보리 100%), 20%, 30% 맥주에서 아세트알데히드<sup>22)</sup>는 1.63~1.93 ppm이 검출되어 일반 상업맥주와 유사한 농도를 보였으나 토종쌀 50%와 60%에서는 상대적으로 높게 나타났다. 아세톤<sup>23)</sup>은 토종쌀 0%와 60%에서 최대 0.39 ppm을 나타내어 낮은 수치를 보였다. 맥주의 알코올 발효 초기 다량 분비되는 디아세틸<sup>24)</sup>의 경우 모든 샘플에서 불검출되어 숙성이 정상적으로 이루어진 것으로 나타났다.

맥주의 아로마에 큰 영향을 미치는 에스터는 꽃향, 과일향을 풍긴다. 일반적으로 에스터 중 가장 많이 검출되는 에틸아세테이트는 토종쌀 50%가 가장 낮은 농도(8.7ppm)를 보인 반면, 토종쌀 60%는 24.6ppm으로 향기가 가장 강한 것으로 나타났다. 한편 바나나향을 풍기는 이소아밀아세테이트는 토종쌀 30% 이하 맥주에서

22) 풀취, 풋사과취의 원인 물질이다.

23) 페인트취의 원인 물질이다.

24) 버터취의 원인 물질이다.

만 소량 검출되었다. 상업용 라거맥주의 에스터 농도가 20~30ppm을 나타내는데 토종쌀 60%만 이와 유사한 농도를 보였다.

고급알코올은 맥주에 알코올 향을 풍기는 성분이다. 상업 라거맥주의 경우 70~90ppm을 나타낸 데 비해 토종쌀 30%와 토종쌀 60%가 다소 높게 나타났으나 라거맥주 농도 범위에서 크게 벗어나지 않아 정상적인 농도로 판단된다. 고급알코올 중에 가장 많이 검출되는 성분인 이소아밀알코올의 경우 토종쌀 60%에서 가장 높게 나타났고 n-아밀알코올의 경우는 토종쌀 20%에서만 검출되었다.

〈표 8〉 배합 비율별 휘발성 성분 분석

(단위: ppm)

구 분		토종쌀 배합 비율				
		0%	20%	30%	50%	60%
일 반 성 분	아세트알데히드 <sup>1</sup>	1.93	1.63	1.93	2.30	2.64
	아세톤	0.39	-	-	-	0.16
	디아세틸	-	-	-	-	-
	소계	2.32	1.63	1.93	2.30	2.80
에 스 터	에틸아세테이트	14.4	14.4	15.4	8.7	24.6
	이소아밀아세테이트	0.57	0.5	0.3	-	-
	소계	14.97	14.9	15.7	8.7	24.6
고 급 알 코 올	n-프로판올	11.3	15.3	15.7	15.2	39.6
	이소부탄올	10.4	9.4	28.6	12.5	28.4
	이소아밀알코올 <sup>1</sup>	36.8	44.2	55.3	40.9	61.1
	페닐에틸알코올	7.7	15.2	14.0	17.8	14.1
	n-아밀알코올	-	1.9	-	-	-
	소계	66.2	86.0	113.6	86.4	143.2

주1: 아세트알데히드, 이소아밀알코올과 같은 휘발성 성분들은 높은 농도에서 신경계 약화나 현기증, 두통을 초래할 수 있으나 제시된 수치는 매우 저농도로서 맥주의 향미와 관련된다. 식품공전에서는 증류주의 아세트알데하이드의 기준치를 700ppm으로 정하고 있다.

### 다. 유기산 분석

〈표 9〉에서 배합 비율별 각 유기산의 분석 수치를 보면, 유기산의 종류에 따라 비율별로 각기 다른 농도를 보이는 것을 알 수 있었다. 토종쌀 0%(겉보리 100%), 20%에서는 사과산이 높은 수치를 보였고 토종쌀 30%, 50%, 60%에서는 초산의 비중이 높았다.

전체적으로 보면 토종쌀 30%가 가장 낮은 유기산 농도를 보였지만, 토종쌀 0%에서 유기산이 가장 많이 검출되었다. 유기산의 분석 수치로 보면, 토종쌀 0%가 다른 비율보다 다소 신맛이 나타날 것으로도 판단되나 pH 수치와 비교하면 비율 간 유의적 차이는 없을 것으로 보인다. 젖산의 경우는 토종쌀 0%에서만 검출되었다.

〈표 9〉 배합 비율별 유기산 분석

(단위: ppm)

구분	토종쌀 배합 비율				
	0%	20%	30%	50%	60%
옥살산	11.1	7.2	23.1	75.9	12.3
포름산	73.9	23.2	17.9	16.7	54.4
사과산	156.7	167.8	42.5	67.0	36.1
젖산	64.0	-	-	-	-
초산	51.8	-	73.5	136.3	182.7
구연산	20.7	5.9	4.2	3.1	2.9
푸마르산	17.7	69.3	11.6	13.0	8.9
합계	395.9	273.4	172.8	312.0	297.3

### 라. 성분분석 종합 평가

이화학적 분석을 통해 정상적인 발효 과정을 거쳤으며 젖산균에 의한 오염은 없는 것으로 확인되었다. 휘발성 성분 분석결과 숙성이 제대로 이루어졌음을 알 수 있었고 전반적으로 시중 맥주와 유사한 비율의 수치가 검출되었다. 유기산 분석에서는 쌀 비율별로 검출되는 유기산의 종류와 양이 다소 다르게 나왔으나 맥주 맛에

결정적인 차이를 보여줄 정도는 아닌 것으로 보인다. 이상의 세 가지 성분 분석결과를 볼 때, 맥주 양조가 정상적으로 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

### 3. 조동지에일 관능 평가

#### 가. 설문지 구성 및 평가 방식

맥주의 감각적인 측면, 맛과 향을 두루 평가할 수 있도록 평가 항목을 아래와 같이 구분하고 이를 문장 형태로 서술하여 <표 10>과 같이 질문을 구성하였다.<sup>25)</sup>

- 목넘김 : 부드러움
- 거품 : 풍부함과 지속성 여부
- 청량감
- 향
- 바디감 : 맛의 진하기와 풍부함
- 고미 : 불쾌하지 않은 씹쓸한 맛
- 후미 : 한 잔 더 마시고 싶은 뒷맛
- 전반적인 인상

맥주 평가에 중요한 항목인 거품, 고미와 관련한 질문은 2개를 배치하였고 향, 바디감, 전반적인 인상 항목은 평가 점수 자체에 2배의 가중치를 부여하였다. 평가 방식은 매우 그렇다(5점), 그렇다(4점), 보통이다(3점), 그렇지 않다(2점), 전혀 그렇지 않다(1점)로 구분한 리커트 5점 척도법을 채택했다.

---

25) 정철 외(2015)를 참고하였다.

〈표 10〉 관능평가 설문지

질문		맥주A	맥주B	맥주C
감각	목넘김이 부드러운가요?			
	거품이 풍부한가요?			
	거품이 오래 유지되나요?			
	청량감이 느껴지나요?			
맛과 향	향이 잘 느껴지나요?			
	어떤 향이 느껴지는지 써주세요.			
	맛이 진하고 풍부한가요?			
	스슬한 맛이 잘 느껴지나요?			
	입안에 불쾌한 쓴맛이 남지 않나요?			
	(뒷맛이 좋아) 한 잔 더 마시고 싶나요?			
전반적으로 맥주가 마음에 드나요?				
맥주에 대한 느낌이나 인상을 간단히 써주세요.				

### 나. 쌀의 첨가 비율에 따른 평가

쌀의 첨가 비율에 대한 시음 평가는 아래와 같이 총 4회에 걸쳐 진행하였다.

〈표 11〉 시음평가 개요

차수	평가일	장소	인원(명)	토종쌀 배합비율(%)
1	2019.11.10.	서울시 마르쉐장터	30	0, 30, 50
2	2019.12.14.	서울시 마르쉐장터	19	0, 20, 30
3	2020. 1.10.	충청남도 홍성군 동네마실방 들	18	20, 50, 60
4	2020. 1.31.	서울시 제로웨이스트숍 더피커	13	20, 30, 60

1~2차 시음평가 결과를 보면, 토종쌀 0%가 거품과 바디감 항목에서 높고, 토종쌀 30%가 향 항목에서 다른 배합 비율보다 높은 점수를 얻었다. 거품은 단백질 함량이 쌀보다 많은 겉보리가 더 풍부하였다. 쌀이 추가되면서 보리의 풍미가 희석되었기에 바디감 평가는 낮았지만, 쌀 특유의 향기로 향 평가는 높았다.

〈표 12〉 배합 비율별 비교(1차)

평가 항목	배점(점)	토종쌀 배합 비율		
		0%	30%	50%
목넘김	5	3.9	3.6	3.7
거품	10	8.6	6.3	6.9
청량감	5	3.7	3.8	3.6
향	10	6.3	7.8	6.3
바디감	10	7.1	6.4	6.8
고미	10	6.7	6.7	7.0
후미	5	3.6	3.6	3.2
전반적인 인상	10	7.6	7.7	6.9
합계	65	47.5	45.9	44.4

〈표 13〉 배합 비율별 비교(2차)

평가 항목	배점(점)	토종쌀 배합 비율		
		0%	20%	30%
목넘김	5	4.1	3.9	3.3
거품	10	9.1	6.5	7.7
청량감	5	3.6	3.5	4.1
향	10	6.8	6.2	7.4
바디감	10	7.8	7.1	6.9
고미	10	7.4	6.7	6.8
후미	5	3.9	3.5	3.4
전반적인 인상	10	7.8	7.1	6.7
합계	65	50.5	44.5	46.3

3차 시음평가에서는 토종쌀 20%, 50%, 60% 세 가지 종류를 비교하였는데 발아벼를 사용한 토종쌀 50%와 60%가 대부분 항목에서 높은 평가를 받았다.

〈표 14〉 배합 비율별 비교(3차)

평가 항목	배점(점)	토종쌀 배합 비율		
		20%	50%	60%
목넘김	5	3.9	3.9	3.7
거품	10	3.9	8.0	5.1
청량감	5	3.2	3.7	3.9
향	10	6.0	7.1	7.1
바디감	10	5.7	6.9	6.1
고미	10	6.2	6.8	6.6
후미	5	3.1	3.6	3.7
전반적인 인상	10	6.6	7.3	7.6
합계	65	38.6	47.3	43.8

4차 시음 평가에서 토종쌀 배합 비율 60% 맥주가 20%와 30%에 비해 전반적으로 높은 평가를 받았다.

〈표 15〉 배합 비율별 비교(4차)

평가 항목	배점(점)	토종쌀 배합 비율		
		20%	30%	60%
목넘김	5	4.5	4.1	3.9
거품	10	4.8	5.7	7.3
청량감	5	3.5	3.4	3.7
향	10	6.3	6.9	7.4
바디감	10	6.9	6.2	7.2
고미	10	7.0	7.5	7.2
후미	5	3.5	3.0	3.7
전반적인 인상	10	7.7	6.8	8.0
합계	65	44.2	43.6	48.4

〈표 16〉은 4회에 걸친 시음평가 결과를 종합한 자료이다. 토종쌀 0%의 평가 점수가 제일 높게 나온 것은 맥주에 기대한 맛이 쌀이 들어가지 않을 때 가장 잘 구현되는 것으로 이해할 수 있다. 그다음으로 토종쌀 60%, 30%, 50% 순으로 높은 점수를 얻었다. 토종쌀 60%는 쌀을 배합한 시제품 중 가장 높은 점수를 받았으나 현재 왕겨가 식품공전에 등록이 되어있지 않은 관계로 최종적인 식품 허가를 득하기 어려운 상황이다. 따라서 토종쌀 30%를 배합한 조동지에일을 기준으로 시중 맥주와 비교평가를 진행하였다.

〈표 16〉 배합 비율별 비교(종합)

평가 항목	배점(점)	토종쌀 배합 비율				
		0%	20%	30%	50%	60%
목넘김	5	4.0	4.1	3.6	3.8	3.8
거품	10	8.8	5.1	6.6	7.3	6.0
청량감	5	3.7	3.4	3.8	3.6	3.8
향	10	6.5	6.2	7.5	6.6	7.2
바디감	10	7.3	6.5	6.5	6.8	6.6
고미	10	7.0	6.6	6.9	6.9	6.8
후미	5	3.7	3.4	3.4	3.3	3.7
전반적인 인상	10	7.7	7.0	7.2	7.1	7.7
합계	65	48.7	42.3	45.5	45.4	45.6

#### 다. 시중 맥주 비교 평가

시음 평가를 통해 토종쌀 30%로 만든 조동지에일과 국내 시장 점유율 상위권 맥주들을 비교하였다. 총 7회에 걸친 시음 평가는 〈표 17〉과 같이 진행하였다.

〈표 17〉 시중 맥주와 비교평가 개요

차수	평가일	장소	인원(명)	비교 대상
1	2019. 9.29.	충청남도 홍성군 에코빌	12	조동지에일(30%), A(국산-라거), B(수입 밀맥주-에일)
2	2019.10. 1.	충청남도 홍성군 청운대학교	4	조동지에일(30%), C(수입 쌀맥주-라거), D(수입-라거)
3	2019.10. 9.	충청남도 홍성군 여성농업인센터	10	
4	2019.10.11.	충청남도 홍성군 한울마을	11	
5	2019.10.14.	충청남도 홍성군 홍성클라이밍센터	10	
6	2019.10.20.	충청남도 홍성군 상하중마을	7	
7	2019.10.21.	충청남도 홍성군 꿈이자라는뜰 허브데이 행사장	19	

조동지에일을 국산 라거 및 수입 밀맥주 에일과 비교 평가하였다. 조동지에일은 거품의 풍부함과 지속성, 바디감에서 다른 맥주들보다 높은 점수를 받았다. 향은 수입 밀맥주(B)보다 부족한 것으로 나타났다.

〈표 18〉 시중 맥주와 비교(1차)

평가 항목	배점(점)	조동지에일(30%)	A(국산_라거)	B(수입 밀맥주_에일)
목넘김	5	3.8	3.5	4.0
거품	10	7.3	4.3	6.6
청량감	5	3.1	3.2	3.4
향	10	6.3	6.3	9.5
바디감	10	7.0	5.3	6.7
고미	10	6.4	6.3	6.8
후미	5	3.5	3.1	3.3
전반적인 인상	10	7.3	5.8	6.7
합계	65	44.7	37.8	47.0

〈표 19〉는 조동지에일과 수입 맥주 두 가지를 비교 평가한 자료이다. 역시 거품의 풍부함과 지속성, 바디감에서 높은 점수를 받았으며 라거 맥주들과의 비교였기에 향, 고미, 후미 등에서도 제일 좋은 점수를 얻었다. 목넘김이나 청량감은 수입 쌀맥주(C)보다 다소 부족한 것으로 나타났다.

특이한 점은 전체 응답자의 44%(32명)가 조동지에일(30%)의 향을 ‘과일향’으로 특정했다는 점이다. 향에서 높은 점수를 받은 B맥주의 경우는 77%(10명)의 응답자가 ‘과일향’이 느껴진다고 답했다. 소비자들이 수제맥주를 선호하는 이유 중 하나가 과일향과 같은 특유의 향을 즐기기 위해서라는 점을 고려했을 때 조동지에일이 향과 관련해서 좋은 평가를 얻은 점은 향후 상업적인 성공 가능성을 높이는 강점이 될 수 있다. 맥주 성분 분석에서 꽃향, 과일향과 연관되는 에스터 성분이 시중 라거 맥주보다 낮게 측정되었음에도 설문 응답자들이 강한 과일향을 느꼈다는 점은 주목할 만하다.

〈표 19〉 시중 맥주와 비교(2~7차)

평가 항목	배점(점)	조동지에일(30%)	C(수입쌀맥주-라거)	D(수입-라거)
목넘김	5	3.5	4.0	3.8
거품	10	7.6	5.5	5.8
청량감	5	3.6	3.9	3.6
향	10	8.2	6.4	7.0
바디감	10	8.2	6.1	7.0
고미	10	7.0	6.3	6.4
후미	5	3.6	3.4	3.2
전반적인 인상	10	7.3	6.9	6.7
합계	65	49.0	42.5	43.5

결론적으로 토종쌀 30%를 넣어 만든 조동지에일의 경우, 토종쌀 0%(겉보리 100%) 맥주보다 전체적인 평가에서 다소 뒤졌지만 그 차이가 크지 않고, 시중 맥주와의 비교평가에서 대부분 높은 평가를 받았다는 점에서 토종쌀과 국산 겉보리를 원재료로 사용한 수제맥주의 가능성을 보여준다.

## 결론 및 논의

### 1. 지역농가형 양조 레시피

배합 비율별 성분 분석과 관능 평가를 종합해 볼 때, 지역 농가에서 채택해볼 만한 레시피는 아래 두 가지로 압축할 수 있다.<sup>26)</sup>

- 토종쌀 0%(겉보리 100%): 거품 유지력과 진한 맛이 뛰어나면서도 일반적으로 소비자들이 원하는 맥주의 맛을 구현한 타입
- 토종쌀 30%(겉보리 70%): 쌀 사용량을 최대화하면서 수제맥주 특유의 향을 잘 드러낼 수 있는 유형

두 가지 레시피에 추가로 토종 곡물을 사용하여 지역의 특성을 잘 드러내는 수제 맥주를 만든다면 상업적인 차별화와 지역의 관광 자원으로 그 가치가 높아지게 될 것이다. 맥주보리(두줄보리)가 수율 면에서 장점이 분명하지만, 필자가 사는 충남에서는 재배 자체가 쉽지 않은 실정이다. 이런 경우 겉보리(여섯줄보리)가 가진 장점인 당화력을 활용해 토종쌀과 혼합하여 쌀맥주를 만들 수 있다. 옥수수를 많이 재배하는 강원도에서는 겉보리와 옥수수를 이용한 맥주도 가능하다.

앞서 살펴본 선행연구에서는 쌀의 당화를 위해 가공성이 좋은 연질미를 육종하고 이를 바탕으로 대량 생산 시스템을 갖추려 했다. 하지만 이러한 방식의 맥주 가공은 지역 농가에는 맞지 않는 방식이다. 큰 설비를 갖추기도 어렵고 대형 업체들과 같은 곡물을 사용하는 레시피로는 고유의 색깔을 드러낼 수도 없다. 지역 농가 입장에서 철저히 지역 농산물을 활용해야 하고 유기농, 무투입농법 등 친환경 농산물을 사용할 때에만 자기만의 고객을 확보할 가능성이 커진다.

따라서 개별 농가경영체나 농민단체는 향후 본 연구에서 제시된 레시피를 기계적으로 따라 하기보다는 지역의 특성에 맞는 작물을 선정하여 차별성을 가질 수 있는 맥주 제조 기술을 확립할 필요가 있다. 지역별로 활용 가능한 몇 가지 레시피를 나열해본다.

26) 발아벼를 사용한 맥주의 경우, 왕겨가 식품공전에 등재되어 있지 않아 추천 레시피에서 제외하였다.

- 맥주보리 재배가 가능한 남부지방: 쌀이 들어간 맥주보다는 지역에서 생산되는 맥주보리 100%가 어울린다.
- 맥주보리 재배가 어려운 남부지방(충청도, 경기남부 등): 겉보리만 재배되는 지역이므로 본 연구의 결과대로 겉보리와 지역 쌀품종을 활용한 맥주 레시피 개발이 필요하다.
- 강원도: 쌀보다는 강원도의 지역색을 잘 드러낼 수 있는 옥수수를 겉보리와 연계하여 맥주를 제조하는 것이 특색있어 보인다.

## 2. 법, 제도 분야 개선

지역의 농가들이 맥주 양조를 하기 위해서는 법과 제도의 개선도 필요하다. ‘소규모주류제조면허’를 통해 작은 시설에서 주류 가공을 할 수 있게 되어있기는 하나, <표 20>과 같이 맥주에 설정된 기준이 과도하게 높아 초기 시설투자비 부담이 큰 상황이다. 탁주나 약주의 경우 1t 이상의 용기를 갖추면 면허를 취득할 수 있지만, 맥주는 5.5t 이상의 설비를 구축해야 제조 허가를 받을 수 있다. 맥주가 전통주보다 큰 용기를 사용해야 하는 합리적 근거를 어디에서도 찾기 어렵다. 이 조항이 사실상 농민의 맥주 양조장 진출을 막고 있다는 점에서 기준이 전통주 수준으로 완화될 필요가 있다.

<표 20> 소규모주류제조 시설 기준

주류별	시설구분	시설기준
공통	간이증류기	1대
	주정계	0.2도 눈금 0~30도 1조
탁주, 약주, 청주, 과일주	담금, 제성 <sup>27)</sup> , 저장용기	1kl 이상~5kl 미만
맥주	당화, 여과, 자비조 <sup>28)</sup> 등의 총용량	0.5kl 이상
	담금, 저장조	5kl 이상~120kl 미만

자료: 국가법령정보센터, 재가공

27) 발효된 술을 여과시키고 첨가물과 혼합해 상품으로 만들기 위한 용기이다.

28) 맥즙에 홉을 첨가하여 끓이는 용기이다.

또한 인터넷 판매가 허용되는 전통주와 달리 맥주는 사실상 배달 판매가 금지되어 있는데 이 부분의 개선도 필요하다. 지역에서 소규모로 맥주 양조장을 운영할 경우 동네 손님만으로 영업하기가 쉽지 않다. 전통주의 인터넷 판매 허용이 지역 농산물 이용을 장려하기 위한 배려 차원이라면, 적어도 지역 농산물을 사용한 맥주에 대해서는 온라인 판매를 허용해야 한다.

전통주가 아니더라도 지역특산주 면허를 획득하면 온라인 판매가 가능하다. 농업경영체나 생산자 단체가 주원료를 직접 생산하거나 인접 지역에서 생산한 농산물을 주원료로 제조할 경우, 광역지자체장의 추천을 통해 지역특산주 면허를 획득할 수 있는데, 이 면허를 받게 되면 일반 주세의 50%가 감면되고 온라인 통신판매가 허용되는 혜택이 있다. 하지만 맥주, 위스키, 브랜디 등의 주종은 지역특산주 면허 발급이 불가능하다. 지역특산주의 취지가 지역 농산물을 활용한 주류 제조에 있지만, 현재의 법령은 지역특산주를 거의 전통주와 동일한 개념으로 보고 있다.

맥주를 단순히 외국 술로 치부하지 말고 농민이 직접 재배한 농산물로 제조한 맥주는 지역특산주 면허를 획득할 수 있도록 하는 관계 법령의 개정이 필요하다.

### 3. 쌀맥주와 6차산업

제도적으로 아직 농민들의 수제맥주 시장 참여가 활성화되기 어려운 구조이기 때문에 쌀맥주를 활용한 6차산업화가 성공하기 위해서는 초기 시설투자를 최소화하면서도 지역적인 특색을 살린 레시피를 강조할 필요가 있다. 몇 년간 반짝했던 막걸리의 인기가 주춤해진 이유는 지역의 이름을 달고 있는 탁주라 하더라도 맛의 큰 차이가 없기 때문이다. 원재료 대부분을 수입에 의존하고 국산 농산물을 사용하더라도 지역 농산물과는 거리가 있으므로 결국 소비자들의 외면을 받게 된 것이다. 마치 전통시장이 지역적인 특색이 없어 천편일률적이라는 아쉬움과 같은 맥락이다.

어느 지역을 여행할 때는 주로 관광지의 풍경이나 음식으로 기억을 하기 마련이다. 지역의 원재료를 활용해 만들어낸 수제맥주가 있다면 그곳을 찾는 관광객들의 입맛을 사로잡을 수 있을 것이다. 지역의 대표성은 맛의 차별화와 함께 어느 정도 시간의 흐름 속에서 얻어진다. 몇 년의 긴 호흡을 가지고 천천히 준비한다면 충분히 지역 맥주 제조에 성공하여 그 이름을 전국적으로 각인시킬 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 권오윤·오상희·김현주·이정희·김형진·윤원기·김환목·김미리. 2006. “국내 주요 쌀 품종별 영양성분 및 주요 항영양인자 분석”. 『한국식품조리과학회지』. 22(6): 949-956.
- 이영택·이춘기. 1994. “보리의 품종적 변이가  $\beta$ -Glucan 및 맥아의 품질에 미치는 영향”. 『한국식품과학회지』. 26(2): 172-177.
- 이화여자대학교. 김영석. 2011. 『주류 중 휘발성 유해성분 함량 조사연구』. 식품의약품안전청.
- 정철·박천석·여수환·조호철·노봉수. 2015. 『맥주개론』. 광문각.
- Heidi Mayer, Ombretta Marconi, Gian Franco Regnicoli, Giuseppe Perretti, and Paolo Fantozzi. 2014. “Production of a saccharifying rice malt for brewing using different rice varieties and malting parameters”. 『*Journal of Agricultural and Food Chemistry*』. 62(23): 5369-5377.
- Heidi Mayer, Dayana Ceccaroni, Ombretta Marconi, Valeria Sileoni, Giuseppe Perretti, Paolo Fantozzi. 2016. “Development of an all rice malt beer: a gluten free alternative”. 『*LWT - Food and Technology*』. 67: 67-73.
- National Academy of Science. 2004. 『*Safety of genetically engineered foods: approach to assessing unintended health effects*』. National Academy Press.
- Paul Schwarz, Richard Horsley. 1996. "A comparison of North American two-row and six-row malting barley". 『*Brewing Techniques*』. 4(6): 48-55.
- 국가법령정보센터. law.go.kr.
- 국가통계포털. kosis.kr.
- 국세청. nts.go.kr.
- Brewers Association. brewersassociation.org.