

Carrageenan에 의한 탁주 고형물 침전 억제 및 품질 개선에 관한 연구

†송재철 · 박현정* · 신완철
울산대 생활과학부, *다손푸드팜

Suppression of Solid Matters Precipitation of *Takju* and Its Quality Improvement by Carrageenan

†Jae-Chul Song, Hyun-Jeong Park* and Wan-Chul Shin

Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan 680-749, *Dason Foodpharm Corp. Ulsan 681-200, Korea

Abstract

This study was conducted to examine the possibility of improvement effect in suppression of precipitation and nasty smell creation in *Takju* mash. First of all, gum shown to be lowest precipitation velocity was selected and this was applied to the fermentation of *Takju* mash for comparing with the control in terms of fermentation aspects and various qualities of *Takju* mash. Precipitation amount and precipitation velocity of suspension in *Takju* mash added with carrageenan was shown to be the lowest than that of others. Compared with the control, alcohol was highly generated in *Takju* mash added with carrageenan, especially between two and four days. Total acidity was shown to be highly increased until 2 days in *Takju* mash and thereafter to be slightly increased. *Takju* mash added with carrageenan was shown to be lower on the second stage than the control. Fusel oil produced from mash added with carrageenan was 0.046~0.113 $\mu\text{l}/\text{ml}$ and mash added with carrageenan generated less fusel oil than the control by 1.6~3.2 fold. Yeast growth on the mash added with carrageenan was revealed to be helpful during fermentation periods. In general, sensory characteristics of *Takju* mash were shown to be more superior in mash added with carrageenan than in other samples. While nasty smell produced from a sample without gums was perceived after 2 days of *Takju* mash storage, nasty smell of *Takju* mash added with carrageenan was recognized after 6 days during storage. In conclusion, precipitation of suspension and nasty smell production in *Takju* mash were found to be suppressed by addition of carrageenan during *Takju* fermentation.

Key word : carrageenan, *Takju* quality, precipitation, brewing process

서 론

탁주는 전통주로^{1~3)} 생효모가 함유되어 있기 때문에 특이한 맛을 가지고 있는 우수한 발효 식품이지만 저장시 일어나는 침전 현상과 이취 발생 등 주질상의

주요 문제점 등이 탁주의 소비를 격감시키고 있다. 일반적으로 탁주는 제성 후에도 곡자와 주모가 탁주 속에 들어 있어 여러 가지 변화가 일어나 저장 중에도 주질의 변화를 가져오게 되는데 특이 냄새의 발현으로 인한 신선감 저하와 더불어 고형물의 침전이

† Corresponding author : Jae-Chul Song, Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan, Ulsan-Si, Kyung-nam, Korea.

Tel : +82-52-259-2370, Fax: +82-52-259-2370, E-mail : jcsong2002@yahoo.co.kr

일어난다. 이러한 일련의 변화는 이화학적, 생물학적 변화와 관련이 있을 것으로 생각하고 있다⁴⁾. 특히 저장 중에 *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus* 등의 곰팡이와 *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis*, *Hansenula* 등 효모, 그리고 *Micrococcus*, *Bacillus*, *Aerobacter*, *Pseudomonas* 등 미생물이 주질 변화에 관여하는 것으로 알려져 있다⁴⁾. 탁주의 맛과 냄새는 주로 알코올, 당 성분, 향미 성분⁵⁾, 유기산^{1,5,6)}, 아미노산^{7,8)}에 의해서 결정되는데 피루빈산, 말론산, 숙실산 등과 소량의 수산, 푸말산, 구연산 등은 탁주 고유의 신선함에 기여하지만 지나치게 존재하면 이취를 나타내게 된다. 그러나 산업체에서는 이와 같은 주질 변화와 관련한 기술적인 문제는 접근하지 못하고, 단지 주질의 고급화를 위한 주원료인 전분질 원료를 쌀로 교체하거나^{1,10)} 감미료 등을 사용하는 등 단순한 탁주의 주질 변화만으로 그 해결책을 모색하는 등 아직도 주질 개선에 근본적인 대책을 세우지 못하고 있는 실정이다. 현재 탁주에 관한 연구는 당류, 유기산, 아미노산 등의 맛 성분과 관련한 것^{3,5,6)} 전분질 원료 종류나 누룩 종류에 따른 탁주의 휘발성 향기 성분과 관련한 것^{7,11,12)}이 대부분이며 침전과 이취 발생에 대해서는 확실한 해결 방법을 제시하지 못하고 있는 실정이다.

그 동안 본 연구팀에서도 헤스페리딘⁹⁾, 무증자 발아 현미에 대한 주정 발효^{10,11~16)}와 cyclodextrin^{8,17)}, amylose-cyclodextrin-lipid complex¹⁸⁾, cycloheptaamylose¹⁹⁾ 등에 의한 주질의 개선에 관해 연구하였으나 일부 주질 개선 효과를 확인하였을 뿐 여전히 근본적인 주질 개선에 관한 해결책은 제시하고 있지 못한 실정이다.

이러한 일련의 연구 과정에서 검물질이 탁주의 주질 개선에 관련이 있는 제반 기능을 가지고 있다는 사실을 인지하고 검물질에 의한 주질의 변화를 검토하기로 하였다. 그것은 검류가 일반적으로 분산성, pH, 염, 온도 안정성을 가지고 있으며 겔화, 포말 안정제, 고점성 유지 등 좋은 기능을 많이 가지고 있고 특히 유탕 및 현탁 안정화에 큰 기여를 하고 있다는 사실이 알려져 있기 때문이다^{20~22)}. 특히 검물질 중 분산 및 현탁 안정성은 탁주의 고형물 침전과 저장 중 이취 발생과 관련이 있을 것으로 생각하고 있는데 그것은 저장 중 고형물의 침전이 시작되는 시점이 이취의 발생과 관련이 있다는 연구 결과를 근거로 하고 있다⁹⁾. 따라서 본 연구에서는 검물질 중 우선 침전과 관련된 문제를 해결할 수 있는 것을 대상으로 탁주의 저장 중 일어나는 이취 및 이미 발생, 부유물의 침전 현상 등을 개선, 주질의 향상을 도모하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

탁주 제조용 원료 및 코지 제조용 쌀은 현재 울산탁주공동제조장에서 사용 중인 정부미(자포니카)를, 곡자는 울산탁주공동제조장에서 사용한 것으로 수분 11%, 당화력이 320 sp(saccharogenic power)인 한국곡자 진주공장에서 생산된 것을, 건조 효모(dry yeast, yeast 97%, 소르비탄지방산에스테르 3%로 구성)는 한국제니코식품(주) 제품을 구입하여 사용하였다. 제국(koji)시 사용한 균은 흑국균의 변종으로 *Aspergillus kawachii*인 백국균이며 입국은 주조 원료를 증자한 후 곰팡이류를 번식시킨 것을 사용하였다. 조제 중국은 전분 함유 원료를 살균 처리한 후 종균을 접종하여 포자가 착생하도록 배양하고 분말 중국은 조제 중국에서 순수 균사 포자만을 채취한 것을 사용하였다. 정제 효소제는 태평양제약에서 생산된 제품을 사용하였다. 양조용수는 울산탁주공동제조장 정제수를 사용하였다. 검류(gums)는 식품 첨가물로 사용되는 것 중 현실적으로 탁주에 첨가 가능한 것(가격, 기능, 첨가량, 물성에 미치는 영향 등)을 우선적으로 고려하여 선택한 arabic gum(AG), xanthan gum(XG) carrageenan(CR) 등을 사용하였다. 그 외 분석용 시약은 실험용 특급을 사용하였다.

2. 실험 방법 및 분석

탁주는 국제청 제조공법에 따라 제조하였는데²³⁾ 주재료는 초단 담기에는 주모 60 g, 백미 1,800 g, 중국 2.4 g, 양조 용수 2.0 l를 사용하고 2단 담기에는 중미 4,600 g, 곡자 120 g, 정제 효소제 0.6 g을 2.8 l와 함께 혼합하였다. 검류(gums)는 2단 담기 과정에서 백미의 0.2%정도 첨가하였다. 제성시 후수(後水)는 주조법²³⁾에 명시한 규정량을 넣었으며 체로 걸러 제성과정을 거친 탁주를 5℃에서 저장, 주질의 변화를 관찰하였다. 알코올 함량(alcohol content), 총산(total acidity)은 국제청 주류 분석 규정²³⁾에 의해 실시하였으며 효모수는 PDA (potato dextrose agar, Difco) 배지를 이용하여 28℃에서 배양하여 측정하였다. Fusel oil은 8,000rpm에서 10분간 원심분리하고 상정액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 GC(Shimadzu, GC-14A)로 3×200 mm의 glass column을 이용하여 측정하였다²⁴⁾.

실험 진행은 우선 1차 실험으로 검류의 침전 기능을 검토하였다. 실험에 사용한 검류는 3종류로 하고 그 중 침전 억제 기능이 가장 우수한 것으로 선택되는 것을 중심으로 대조구(control)와 함께 발효 양상과 기호도 실험을 계속 행하였다. 본 연구에 사용된 침전 속도

(precipitation velocity, cm/hr) 실험은 직경 2 cm 되는 시험관에 제정한 탁주 샘플 높이를 10 cm까지 채우고 밑으로부터 침전되는 양을 4일간 측정, 높이/시간으로 계산하였으며²²⁾ 침전율(precipitation rate, %)은 2일 동안 침전하는 양을 항량(恒量)이 될 때까지(기간은 10일 포함)의 양(量)으로 나누어서 결정하였다 $\{(E_2-E_{10})/E_{10}\} \times 100$, E_2 : 2일 동안 침전량(cm), E_{10} : 10일 동안 침전량(cm). 침전량(precipitation amount, cm)은 침전 속도와 같은 조건에서 4일 동안 방치했을 때 측정되는 고형물의 높이(cm)로 표시하였다²²⁾. 침전 양상은 침전 변화를 Avrami equation에 의해서 분석한 후 식의 절편으로부터 침전 속도 상수 k 를, 침전 양상을 나타내는 Avrami exponent n 를 식의 기울기로부터 각각 구하여 탁주의 침전 특성을 결정하였다. Avrami equation은 다음과 같다²⁵⁻²⁷⁾.

$$\theta = \exp(-kt^n) \quad (1)$$

$$\theta = (E_L - E_t)/(E_L - E_0) = \exp(-kt^n) \quad (2)$$

$$\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0) = -kt^n$$

$$\log(-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)) = n \log t + \log k \quad (3)$$

단, θ : t 시간 후 남아 있는 비침전 부분

$k(\text{day}^{-n})$: 속도 상수, n : Avrami지수

t : 저장기간(days), E_0 : 초기 상태의 침전량

E_t : t 시간 후의 침전량, E_L : 최대 침전량(본 연구에서는 상온에서 10일간 저장하여 구함)

관능 검사시 사용한 탁주 샘플은 술덧을 여과한 후 일정량의 물을 가하여 알코올 도수가 6%(v/v) 되도록 제성(screening)한 후 3일 동안 저장(5°C)한 것을 사용하였다. 관능 검사 요원은 관능 능력 평가를 통과한 사람(Spearman의 순위 상관 계수 0.85 이상) 6명을 관능 검사 요원으로 선발, 7단계 평점법으로 각 항목에 대해 점수를 부여한 후 묘시는 정량적 특정 묘사 시험법(quantitative descriptive analysis)에 준하여 도해하였다. 평가는 가장 좋다는 7점, 가장 나쁘다는 1점으로 하여 채점하고 점수가 높을수록 기호도가 높은 것으로 하였다. 이취 발생 여부는 동일한 관능검사 요원으로 하여금 이취 정도를 0~10으로 하여 +++와 같이 표시하도록 하였다^{28,29)}.

결과 및 고찰

1. Avrami Equation에 의한 침전 양상

본 연구의 목적은 탁주의 침전과 이취 발생 억제에 있으므로 우선 침전 억제 효과가 있는지 여부를 먼저

검토한 후 이취 발생 여부를 결정하기로 하였다. 따라서 각종 검물질을 대상으로 탁주의 잔류물과 부유물, 기타 부유 물질의 침전 효과를 검토한 후 가장 침전 효과가 우수하다고 생각되는 선정, 이를 중심으로 탁주 품질과 관련된 요소들에 관한 실험을 실시하였다. 검물질은 종류에 따라 그 구조적 특징, 이에 따른 기능과 물질과의 반응 정도가 다르기 때문에 일괄적으로 검류를 사용할 수는 없다. 즉 검류의 첨가로 식품의 물성과 조직이 크게 달라지는데 만약 검류를 잘못 사용하면 탁주의 경우 품질 자체의 저하를 가져올 수도 있게 된다.

본 연구에서는 이와 같은 것을 기초로 우선 기능이 좋다고 생각되는 검류들에 대한 침전 양상을 검토하였는데 그 결과(Fig. 1) 첫째 침전 속도는 검류를 첨가한 경우 대조구는 2.71×10^{-2} cm/hr, xanthan gum은 1.25×10^{-2} cm/hr, carrageenan은 0.52×10^{-2} cm/hr, arabic gum은 1.87×10^{-2} cm/hr로 모두 대조구보다 침전 속도가 낮은 것으로 나타났고 그 중 carrageenan이 0.52×10^{-2} cm/hr로 침전 속도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 침전율의 경우에는 carrageenan은 2일 동안(4일을 기준) 12.5%, xanthan gum은 44.4%, arabic gum은 45.5%를 기록하였으며 대조구는 60.5%를 나타내었다(Fig. 2). 이를 4일 동안 경시적으로 침전량의 변화(cm)를 검토한 결과(Fig. 3) 대조구는 0→2.3→2.6 cm로, xanthan gum은 0→0.8→1.2 cm로, carrageenan은 0→0.1→0.5 cm로, arabic gum은 0→0.98→1.80 cm를 나타내었는데 carrageenan의 경시적 침전량이 가장 적은 것으로 나타났다. 상기의 결과는 검류가 탁주 침전 양상에 영향을 미치는 것으로 생각되는데 대조구에 비하여 침전 속도, 침전율, 침전량 등 모두 침전을 억제 또는 저해하는 것으로 아마 이러한 침전의 영향은 검류의 수용상에서의 점성, 친수성 그룹의 활성, 부유물과의 친화성

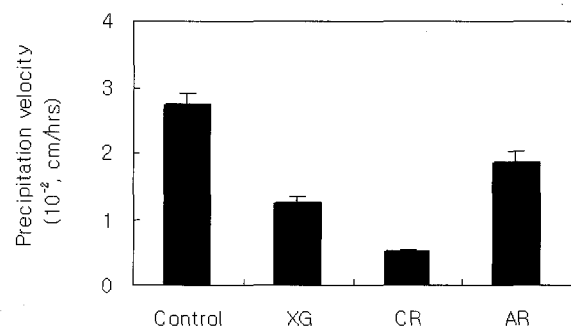


Fig. 1. Precipitation velocity of solid matters in *Takju* mash brewed with gums for 4 days after its brewing dilution stage(XG : xanthan gum, CR : carrageenan, AR : arabic gum).

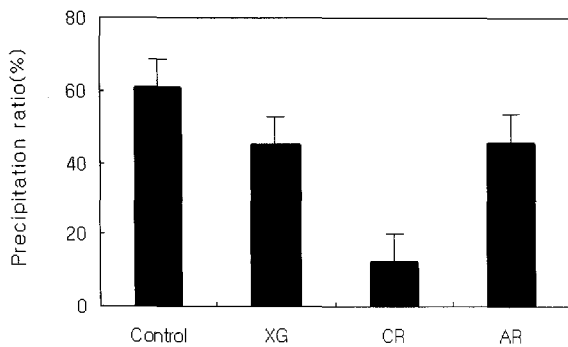


Fig. 2. Precipitation rate of solid matters in *Takju* mash brewed with gums for 4 days after its brewing dilution stage(Group : see the legend of Fig. 1).

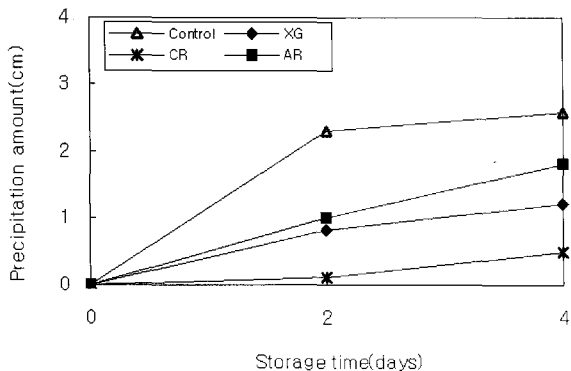


Fig. 3. Precipitation amount of solid matters in *Takju* mash brewed with gums for 4 days after its brewing dilution stage(Group : see the legend of Fig. 1).

또는 부유물과의 상호 인력과도 관련이 있는 것으로 추측되며 검류의 반응 그룹의 부유물 흡착 능력과도 관련이 있을 것으로 생각된다^{24,29)}. 따라서 본 연구에서는 이들 검류의 침전 양상을 침전 속도론적 견지에서 Avrami equation을 중심으로 분석하여 우선 $\ln(E_L - E_t)$ vs t (Fig. 4)의 함수 관계와 $\log\{-\ln[(E_L - E_t)/(E_L - E_0)]\}$ vs $\log t$ (Fig. 5)의 함수 관계로부터 Avrami exponent n 과 속도 상수 k , $1/k$ 를 결정하였다(Table 1). Avrami equation의 exponent n 은 침전 양상에 대한 정보를 주고 k 는 침전 속도 상수(rate constant, day^{-n}), $1/k$ 는 침전 속도의 시간(time constant, days^n)에 대한 정보를 준다. Avrami equation의 exponent n 은 시간과 침전 양상의 상호 관계를 말하는데 $n=1$ 이라는 것은 시간에 따라 침전 양상이 일정함을 의미한다. 여기에서의 침전 양상이란 탁주의 고형물의 종류 및 크기, 침전 형성 시간, 침전 형성 속도 등이 복합적으로 관련된 침전 상태 또는 모양을 말한다. 결과에 의하면 Avrami equation의 exponent n 은

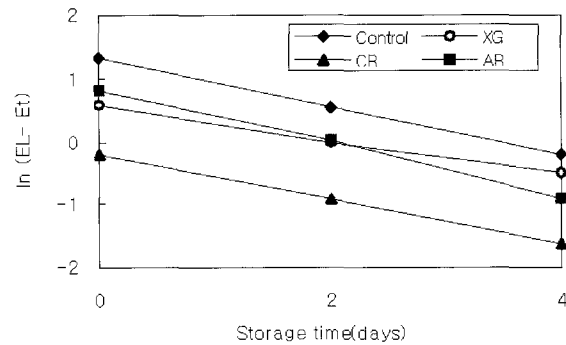


Fig. 4. Plot $\ln(E_L - E_t)$ vs storage time for Korean rice formulated with gums for 4 days(Group : see the legend of Fig. 1).

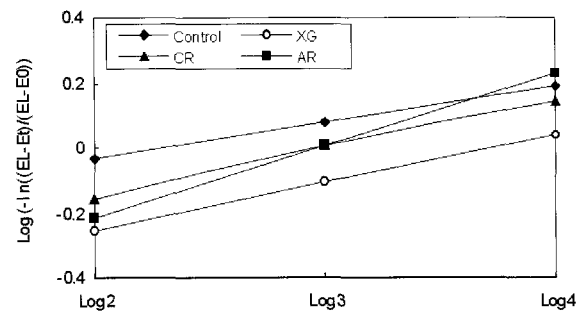


Fig. 5. Plot $\log\{-\ln[(E_L - E_t)/(E_L - E_0)]\}$ vs $\log t$ for the Korean rice cake added with gums for 4 days(Group : see the legend of Fig. 1).

Table 1. Avrami exponent, rate constant and time constant of *Takju* added with gums for 4 days(Group: see the legend of Fig. 1).

	Avrami exponent(n)	Rate constant (k , day^{-n})	Time constant ($1/k$, day^n)
Control	0.75	0.93	1.08
XG	0.98	0.56	1.79
CR	1.00	0.35	2.88
AR	1.50	0.61	1.65

0.75~1.50의 범위에 있었으며 대조구가 가장 낮은 값을 arabic gum이 가장 높은 값을 나타내었다. 또 침전 속도상수(k)는 carrageenan 0.35, xanthan gum 0.56, arabic gum 0.61, 대조구 0.93으로 나타나 carrageenan이 대조구의 약 2.7배 정도 침전 속도가 낮은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 침전 속도 시간 상수($1/k$)에서도 비슷하게 나타나 있다. 침전 현상은 탁주의 점성, 고형물 입자의 크기와 모양, 고형물의 종류, 고형물 입자의 표

면 부분의 친수성 여부와 결합 양상, 현탁 안정성 등과 관련이 있는데²⁴⁾ carrageenan은 우선 황산기(-SO₃H)를 가진 고분자 다당류 점성 혼합물로 다른 검류보다 용해성이 좋고 점성이 높으며 시간 경과에 따라 점도가 변하지 않는 특징을 가지고 있다²⁹⁾. 함수 속도가 매우 빠르며 여러 가지 양이온과 쉽게 결합하여 겔을 만드는 성질이 있으므로 우선 함수 반응을 할 때 큰 입자는 침전하지만 그렇지 않은 입자는 carrageenan과 결합되면서 고점성을 유지, 현탁 상태로 하고 분산하는 것으로 생각된다. 또 carrageenan은 수소 결합에 참여하는 입자의 양이온과 쉽게 결합하여 입자의 침전을 억제 해 주는 것으로 생각할 수 있다. 이러한 것은 carrageenan의 분자 구조와 관련이 있을 것으로 생각된다²⁹⁾.

2. 2단 담금시 탁주 성분과 효모 생육 변화

1차 실험에서 carrageenan이 침전 억제 효과가 가장 좋은 것으로 나타났으므로 이를 대상으로 탁주의 2단 담금시 일어나는 탁주 성분 변화를 검토하였다. 우선 탁주의 알코올 함량에 대해서 검토한 결과(Fig. 6) 대조구의 경우에는 2일째는 9.2%(△12.1%), 4일째는 14.0%(△70.1%)(2단 담금 초기는 8.21%)로 증가하고 carrageenan을 첨가한 경우에는 2일째 10.4%(△19.9%), 4일째 15.8%(△82.2)로 증가하여(2단 담금 초기에는 8.67%) carrageenan의 경우가 알코올 발효에서도 대조구보다 좋은 알코올 생성을 나타내는 것으로 나타났다. 특히 알코올 발효는 처음에는 미미하게 진행되었으나 2일이 지난 후부터 본격적으로 알코올을 생성, 4일째는 급격하게 생성되었는데 이것은 처음에는 당화 하는데 일정한 시간이 필요하기 때문으로 해석되며 따라서 알코올 생성은 발효 후반기에 왕성하게 일어

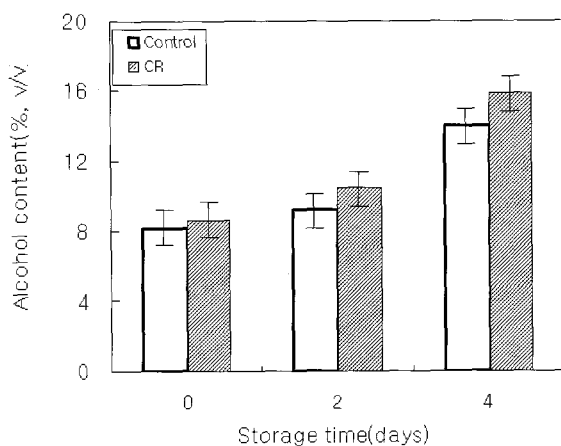


Fig. 6. Alcohol content in *Takju* mash brewed with carrageenan(CR) during 2nd fermentation.

났다. 이것은 carrageenan이 액화, 당화, 알코올 발효에 필요한 미생물의 효소 생성^{14),24)}을 잘 도와 주도록 발효액(mash)의 물성을 좋게 한 것으로 생각되는데⁹⁾ 보통 알코올 발효는 2일까지는 미약하지만 발효 3일 경부터 급증하여 5일에 최고에 도달하는 경우가 많은데 무증자를 이용한 경우에도 발효 5일째 알코올 함량이 15.7%에 이른다고 보고하였다¹⁴⁾. 만약 효모 이용성 당의 효모 세포막 투과를 억제하는 경우에도⁸⁾ 알코올 생성은 변하는 것으로 알려져 있다^{30,31)}. 이러한 알코올 함량 변화는 환원당의 변화에서도 같은 경향으로 나타났는데(데이터 생략) 2차 담금 이후에는 전분량은 감소하고 환원당(reducing sugar)을 비롯한 소당류, 이당류 등의 분획 비율이 증가하였다. 즉 2단 담금에서 carrageenan을 첨가한 경우 발효 2일째까지는 환원당 생성이 크게 증가하였으나 2일 이후부터 점차 감소하는 경향을 나타내었는데 그것은 처음 2일간은 1단에서 생성되지 못한 발효성 당류가 서서히 생성되어 알코올 발효가 잘 일어났으나 그 이후에는 환원당이 알코올 생성에 많이 관여한 결과로 해석된다. 즉, 환원당 소비와 알코올의 생성 관계는 대략적으로 2단 담금 초반에는 당화 작용이 강하고 후반으로 갈수록 당화 작용보다 알코올 발효 쪽으로 반응이 진행한 것으로 추측된다.

탁주의 산도는 발효 과정 중에 생성되는 산물질(유기산, 탄산가스, 산성 아미노산, 기타 산물질)의 함량을 나타내는 지표인데 이것으로 탁주의 알코올 발효 진행 상황을 짐작할 수 있다. 산도는 산패 현상을 조기에 판단하는 자료로 이용될 뿐만 아니라 산도는 탁주의 맛에도 큰 영향을 미친다. 2단 담금 직후에는 산도가 0.08%이었으나 2단 담금 2일째는 대조구 0.34%→0.45%, carrageenan 0.29→0.36%로 각각 변화하였다(Fig. 7). 즉 2일째까지는 산도가 많이 증가하였으나 2일째 이후에는 증가폭이 매우 작은 것으로 나타났는데 보통 2단 발효가 본격적으로 진행되면 산도가 서서히 증가하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 알코올 발효는 산성 또는 미산성인 경우 잘 일어나는데 만약 발효 액성이 염기 쪽으로 간다면 알코올 생성은 감소하고 대신 초산과 글리세롤의 생성이 증가하게 된다³²⁾. 보통 밀술 발효 과정 중 술덧의 산도는 담금 초기인 2일부터 5일 사이에 급격히 증가하는데 이것은 국 제조시 사용한 백국균이 구연산을 많이 생산하는 것으로 알려져 있다. 탁주의 기호도가 저하하는 이유 중의 하나는 숙취에 관한 것이다. 현장에서 숙취 원인 물질을 저하시키기 위해 노력하고 있지만 여전히 해결되지 않고 있다. 본 연구에서는 알코올 발효 과정에서 생기는 이물질인 fusel oil의 생성에 관해서 검토하였는데 그 결과

(Fig. 8) 대조구(0.086~0.35 $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 범위)에 대해서 carrageenan을 첨가한 경우(0.046~0.113 $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 범위)는 fusel oil의 생성이 적게 일어났는데 적게는 1.6배(propyl alcohol 경우), 많게는 3.2배(isoamyl alcohol의 경우) 낮은 것으로 나타났다. 특히 숙취에 직접적인 영향을 주는 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol 등의 함량은 carrageenan을 첨가한 경우 크게 감소한 것으로 나타났다. Fusel oil은 이상 발효의 결과물로 복합적인 요인에 의해서 일어나는 것으로 알려져 있다.

2단 담금 과정에서의 효모 생육은 탁주의 알코올 생성에 큰 영향을 미치는데 carrageenan을 첨가한 경우 효모 증식에 도움이 되는 것으로 나타났다(Fig. 9). 대조구는 2단 담금 이후 서서히 효모수가 증가하다가 2~4일 사이에 많은 증가를 보였고 이러한 경향은 carrageenan의 경우에 더욱 뚜렷하게 나타났다. 즉 carrageenan의 경우 2단 담금 초기에는 1.02×10^9 CFU/ml이었으나 2일째는 1.72×10^9 CFU/ml, 4일째는 3.01×10^9 CFU/ml로 2~4일 동안 효모 증식이 크게 이루어졌

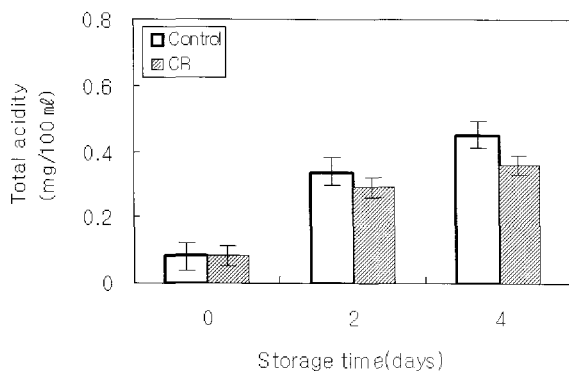


Fig. 7. Total acidity change in Takju mash brewed with carrageenan(CR) during 2nd fermentation.

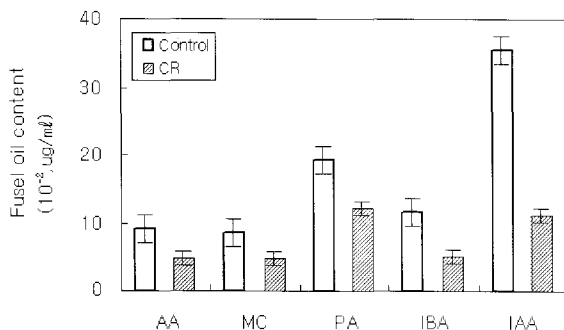


Fig. 8. Content of fusel oil in Takju mash brewed with carrageenan(CR). (AA : acetaldehyde, MC : methyl alcohol, PA : propyl alcohol, IBA : isobutyl alcohol, IAA : isoamyl alcohol)

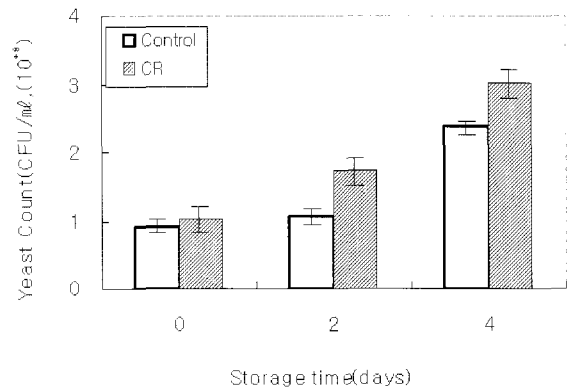


Fig. 9. Total count of yeast in Takju mash brewed with carrageenan(CR) during 2nd fermentation.

다. 이러한 결과는 알코올 생성에서도 잘 나타나 있다. 2단 사입 후 발효 품온이 상승하기 시작하였으나 2일 이후에는 28℃를 유지하도록 하여 알코올 발효가 잘 이루어지도록 하였다. 효모의 생육에 관해서 증자미와 무증자 발아 현미를 사용했을 경우 보통의 막걸리 제조시와 비교했을 때 효모의 증식은 발효 mash 모두 경시적으로 효모의 수가 증가하였으나 무증자 발아 현미의 경우에 발효 2~3일 동안 크게 증식한 걸로 나타났다(하영미²⁴) 효모 증식이 다소 낮은 것은 미생물의 전분의 분해 능력이 쌀의 구조 때문에 저하된 것으로 지적하였다. 특히 탁주 효모의 발효는 30℃ 이상 일 경우 이상 발효가 일어난다고 하였다²⁴.

3. 제성 후 관능 및 기호도 검토

탁주의 관능적 가치는 짙은 맛, 쓴맛, 탁도, 신선한 청량감, 전체 기호도 등으로 결정한다. 본 연구에서는 탁주를 제성한 후 3일 후 관찰하여 정량적 특성 묘사법에 의해서 도해하였다. 그 결과(Fig. 10) carrageenan을 첨가한 탁주의 기호도가 대조구와 비교했을 때 모두 우수한 것으로 나타났으며 특히 탁도의 경우에는 대조구의 1.97배 정도 좋은 것으로 나타났다. 그 외 전체기호도(1.63배), 짙은맛(1.56배), 쓴맛(1.55배), 신선함(1.42배)순으로 대조구보다 우수한 관능성을 가진 것으로 나타났다. 일부에서는 탁주의 관능성은 사용한 쌀의 증자 여부, 발아 여부 등과도 관련이 있다고 지적하였으나²⁴) carrageenan을 첨가한 경우에는 탁주의 물성의 변화와 발효 양상의 변화 등으로 전체적인 관능성이 좋은 것으로 생각된다. 특히 탁주의 관능성의 한 요소인 신선한 청량감은 보통 저장 중 탁주의 혼탁 정도나 침전물의 대소와 관련이 있을 것이라는 추측을 하는 경우가 많은데 실제 본 연구에서는 침전 양상이

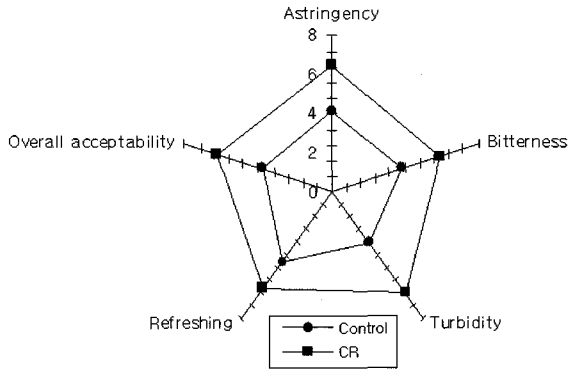


Fig. 10. Sensory characteristics of Takju mash brewed with carrageenan(CR) after its brewing dilution stage.

신선함, 창량감에 영향을 미친다는 결론을 내릴 수 있을 정도로 그 가능성이 커 보였다. 예를 들면 침전 속도, 침전율, 침전량 등에 있어서 모두 carrageenan을 첨가한 경우가 탁주의 품질면에 있어서 양호한 것으로 나타났는데(보통 침전이 잘 되지 않는 것일수록 품질을 좋게 평가 받음) 이 현상이 결과적으로 저장 중 탁주의 신선한 청량감의 관능성 평가에서도 같은 경향으로 나타났다. 이러한 결과는 침전량과 신선한 청량감과는 상관 관계가 있는 것을 의미하며 따라서 신선한 탁주를 확보하기 위해서는 탁주의 내용물 침전을 억제할 필요가 있을 것으로 생각된다. 이러한 평가를 재검토하기 위하여 탁주의 저장 중 발생하는 이취(nasty smell or stinking odor)에 관한 실험을 한 결과(Table 2) 대조구의 경우 저장 2일째부터 조금씩 이취가 발생하기 시작하여 4일째부터는 누구나 인식 가능할 정도로 이취가 많이 발생되었다. 그러나 carrageenan을 첨가한 경우에는 6일째부터 조금씩 이취가 감지될 정도로 발생하여 6일 정도는 탁주를 상미적(賞味的)으로 소비할 수 있을 것으로 생각되었다. 실제 이취는 보통 “군등네”라고 부르는 콕콕한 특유의 냄새인데 이 냄새가 발생하면 그 때부터 탁주의 맛은 사라지고 탁주의 이상 발효가 급속도로 진전하게 되어 결국 탁주를 마시지 못할 지경에까지 도달하게 된다.

요 약

본 연구는 탁주의 침전과 이취 발생 억제 등 품질 개선을 위해 실시하였는데 고품질의 침전 속도가 가장 낮은 검류를 선택하여 이를 탁주 발효에 적용, 대조구와의 발효 양상 및 탁주의 품질을 서로 비교하였다. 우선 실험에 사용한 검류 중 carrageenan이 가장 좋은

Table 2. Nasty smell(stinking odor) occurrence of Takju after its brewing dilution stage during storage.

Storage time (days)	0	2	4	6	10
Control	- ¹⁾	+	++++	++++++	+++++++
Carrageenan addition	-	-	-	+	+

¹⁾ - : no smell perception, + : degree of smell perception (maximum : +10)

효과를 나타내었는데 침전량이 가장 적고 침전 속도도 가장 느린 것으로 나타났다. 알코올 생성에 대해서는 carrageenan의 경우가 대조구보다 좋은 발효 양상을 보였으며 2~4일 사이에 왕성하게 일어났다. 탁주의 산도는 2일째까지 산도가 많이 증가하고 그 이후에는 적게 증가하였으며 carrageenan의 경우 대조구보다 산도가 낮게 나타났다. 알코올 발효 과정의 fusel oil의 생성에 관해서는 carrageenan을 첨가한 경우(0.046~0.113 μl/ml의 범위) 대조구보다 1.6배~3.2배 낮게 나타났다. 효모 생육은 carrageenan을 첨가한 경우 효모 증식에 도움이 되는 것으로 나타났다. 탁주의 관능 평가에서는 carrageenan을 첨가한 것이 대조구보다 우수한 것으로 나타났다. 탁주의 저장 중 발생하는 이취(nasty smell)는 대조구는 저장 2일째부터, carrageenan을 첨가한 경우는 6일째부터 이취가 감지되었다. 결론적으로 탁주의 저장 중 침전과 이취의 발생 억제는 carrageenan을 첨가하므로 해결할 수 있을 것으로 생각되었다.

감사의 글

이 논문은 2005년 울산대학교의 일부 연구비에 의하여 연구되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee, KB and Kim, JH. Studies on radiation preservation of fermented Korean rice-wine. *Korean J. Microbiol.* 7:45-56. 1969
2. Lee, J. Studies on the Qualities of Takju with Various Koji Strains. MS Thesis, Seoul Woman's Univ., Seoul. pp. 10-30. 1982
3. Kim, CJ. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of takju. *Ag-*

- gricultural Chemistry & Biotechnology* 4:33-42. 1963
4. Lee, ZS and Rhee, TW. Studies on microflora of *Takju* brewing. *Korean J. Microbiol.* 8:116-133. 1970
 5. Cheung, JH. Studies on the identification of organic acids and sugars in the fermented mash of the *Takju* made from different raw materials. *Agricultural Chemistry & Biotechnology* 8:39-43. 1967
 6. Lee, WK, Kim, JR and Lee, MH. Studies on the changes in free amino acids and organic acids of *Takju* prepared with different koji strains. *Agricultural Chemistry & Biotechnology* 30:323-327. 1987
 7. Lee, TS and Han, EH. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Rhizopus japonicus* Nuruks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32:691-698. 2000
 8. Lee, TS and Choi, JY. Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30:638-643. 1998
 9. Song, JC, Park, HJ and Shin, WC. Change of *Takju* qualities during the second brewing process by addition of alphaG-Hesperidine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 18:161-167, 2005
 10. Lee, SB, Chang, WG, Im, BJ and Kim, DC. Studies on chemical components of fermented mash in the brewing of *Maggerley*(Korean wine). *Korean J. Microbiol.* 7: 153-158. 1969
 11. Han, EH, Lee TS, Noh, BS and Lee, DS. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using different *nuruks*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 563-570. 1997
 12. Lee, JS, Lee, TS, Park, SO and Noh, BS. Flavor components in mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:316-323. 1996
 13. 배중호. 현미주의 제조방법. 대한민국 특허공개 특1984-0001214. 1984
 14. 서항원, 오평수, 권호정. 효소를 이용하여 무증자 전분으로부터 알코올을 제조하는 방법. 대한민국 특허공개 특1988-0002189. 1988
 15. 자연나라. www.jayunnara.co.kr. 2005. 09.12 방문
 16. 임건우. 무증자 발효법에 의한 증류식 소주 및 약주의 제조 방법. 대한민국 특허공개 특2000-0028347. 2000
 17. Song, JC, Park, HJ and Shin, WC. Changes of *Takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 895-900. 1997
 18. Rho, HJ, Park, CS, Kweon, MR, Moon, TW and Park, KH. Characteristics of amylose-lipid and cyclodextrin-lipid complex. *J. Food Sci. Technol.* 26:117-122. 1994
 19. Kim, HO and Hill, RD. Physical characteristics of wheat starch granule gelatinization in the presence of cycloheptaamylose. *Cereal Chem.* 61:432-438. 1984
 20. 越智敬志. Hydrocolloid의 식품工業への應用. *食品工業*. 34(14):18-30.1991
 21. Whang, JK, Choe, MJ. Hydrocolloids and Food Rheology. *Food Industry and Nutrition.* 2: 41-50. 1997
 22. Song, JC, and Yang, HC. Food Additives. pp.394. Semoonsa. 1990
 23. National Tax Service Technical Service Institute. Alcoholic Liquors Analytical Rule : National Tax Service Instructions. 1267 National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea. 1999
 24. Song, JC and Park, HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33:847-854. 2003
 25. Kim, SK, Lee, AR, Lee, SK, Kim, KJ and Cheo, KC. Firming rates of cooked rice differing in moisture contents. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:877-881. 1996
 26. Kum, JS, Lee, SH, Lee, HY and Lee, CH. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:1052-1058. 1996
 27. Melver, RG, Axford, DWE, Colwell, KH and Elton, GAH. Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch. *J. Sci. Food Agric.* 19:560-565. 1968
 28. Piggot, JR. Sensory Analysis of Foods. Elsevier Applied Science Publishers, London. 1984
 29. Song, JC and Park, HJ. Physical, Functional, Texture and Rheological properties of Foods. UUP, UOU. Ulsan. pp. 413-483. pp. 637-639. 2000
 30. 한정섭. 효소를 이용하여 무증자 전분으로부터 알코올을 제조하는 방법. 대한민국 특허공개 특1988-0002189. 1988
 31. 김종득. 생전분 당화 및 무증자 알콜발효방법. 대한민국 특허공개 96-1114. 1994
 32. 류근태, 박미연, 배정설, 조남철. 식품미생물학. pp. 241-250. 삼광출판사, 서울. 2002