

## 탁주 양조 중 Cyclodextrin의 첨가에 의한 주질 변화에 관한 연구

송재철 · 박현정 · 신완철  
울산대학교 식품영양학과

### Changes of *Takju* Qualities by Addition of Cyclodextrin during the Brewing and Aging

Jae-Chul Song, Hyun-Jeong Park and Wan-Chul Shin  
Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan

#### Abstract

Cyclodextrin (CD), which is one of food additives, was applied to *Takju* in order to suppress the production of a stinking odor which its brewing and storage. CD was added to *Takju* in two different manners: one right after its brewing dilution stage, the other during its second mashing stage. After equal intervals of time, each sample was tested for fermentation process, storage capability, and sensory characteristics. The amount of CD ranged from 0.1 to 0.3% (w/w). The effect of CD on alcohol concentration, pH, total acidity and sugar content of *Takju* was shown to be more greatly influenced in the second sample rather than the first. The qualities of *Takju* were not affected by the addition of CD in the first sample. The sensory evaluation showed that the sample of the brewing dilution stage proved to be more attractive in the level of acceptability. However, when CD was over-added to *Takju*, the degree of acceptability declined due to the fact that the over-addition of CD suppresses its unique taste and flavor.

Key words: *takju*, mashing, dilution, quality, cyclodextrin

#### 서 론

탁주는 대표적인 재래주로 증미에 누룩, 양조용수로 담금한 극히 간단한 방법으로 제조되어 온 고유 전통주이다<sup>(1)</sup>. 탁주는 주로 가내 수공업으로 담금 제조되었는데 원료 쌀전분을 누룩의 미생물과 그의 효소 작용에 의하여 당화하고 알코올로 전환시키는 발효과정을 거쳐 술덧을 여과하지 않고 혼탁하게 제성한 양조주였다. 탁주는 옛날부터 즐겨 마셔왔으나 요즘에는 현재 소주, 맥주, 그리고 외래주인 양주에 밀려 그 소비가 날로 감소하고 있는 추세이다. 그 이유는 음주습관이 변하고 다양한 음주문화가 생기면서 탁주용기의 불편함, 저장성의 저하, 유통과정의 제한성, 저장 중에 발생하는 탁주 특유의 냄새 때문인 것으로 알려져 있는데 이러한 원인으로 탁주 선호도 저하는 물론 탁주자체의 유통에 까지도 그 영향이 미치고 있는 실정이다.

탁주는 곡자와 주모를 사용하는 발효주인데 제조 후 저장 중에 생화학적, 미생물학적 변화가 일어나므로 주질의 변화는 물론 잘못 저장할 경우 불쾌취를 동반하기도 한다. 특히 탁주속에는 부패와 관련된 많은 미생물이 함유되어 있는데 그 중 *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus* 등의 곰팡이를 비롯하여 *Sacchromyces*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis*, *Hansenula* 등 효모, 그리고 *Micrococcus*, *Bacillus*, *Aerobacter*, *Pseudomonas* 등이 주로 작용한다<sup>(2)</sup>.

보통 탁주의 주질은 알코올 농도, 총산, 향미성분<sup>(3)</sup> 등으로 결정하는데 이 요인들은 저장조건에 따라 달라진다. 알코올 농도는 발효조건에 따라 크게 변하는데 액화, 당화정도를 비롯하여 효모에 의한 알코올발효 정도에 따라 결정된다. 또 발효중에 생성된 유기산<sup>(4,5)</sup>, 아미노산<sup>(6,7)</sup> 등은 총산을 결정하는데 탁주의 유기산 종류는 pyruvic acid, malic acid, succinic acid 등과 소량의 oxalic acid, fumaric acid, citric acid 등이 있다<sup>(6,7)</sup>. 유기산은 맛을 내는 성분으로 탁주의 고유한 신선함을 부여하는데 과잉의 유기산이 존재하면 탁주는 가치를 상실하게 된다. pH는 숙성이 시작되면서 조금

Corresponding author: Jae-Chul Song, Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan, San 29 Moogedong, Nam-gu, Ulsan-si, Kyungnam 680-749, Korea

씩 내려가는데 신맛을 느낄 수 있을 정도까지 내려갈 경우 탁주는 상품적 가치를 상실하게 된다. 보통 상품으로서의 탁주는 pH가 4.14이며 유기산을 0.8% 정도 함유하고 있다. 이와 같이 총산의 함량은 탁주의 기호도는 물론 탁주의 변화를 나타내는 지표로 사용된다. 탁주의 단맛은 발효도중 알코올 발효에 참여하지 않는 포도당 때문인데<sup>(6,9)</sup> 이 양으로 알코올 발효가 계속 일어날 것인지를 결정할 수 있다. 따라서 유통기간 중 품질의 변화를 예측할 수 있는 자료이기도 하다. 일반적으로 탁주를 제조한 직후에는 탁주 특유의 신선한 향미를 가지고 있지만 저장 및 유통 중에는 이 향미가 이화학적, 미생물학적 변화로 점차 이취와 이미(異味)로 전환되는데 이 이취의 대표적인 것이 바로 궁둥내(stinking odor)로서 탁주의 상품가치를 결정적으로 저하시키는 냄새의 일종이다.

Cyclodextrin (CD)은 전분에 생성효소(ED 2.41.19, cyclodextrin glycosyltransferase, CGTase)가 작용하여 만든 것으로 6-8개의 glucose가  $\alpha$ -1,4결합으로 연결된, 환상의 도넛 모양을 가진 복합당류이다. CD는 각종 분자들과 포접화합물을 형성하므로 이화학적 성질이 다양하다. 특히 탈취 및 냄새은폐, 이미(異味)제거, 팽윤력<sup>(10,11)</sup> 점도<sup>(10,11)</sup>, 용해도 개선, 향미의 안정화, 휘발성 물질의 안정화, 광분해성 물질의 보호, 색택의 개선, 난용성 물질의 유화작용 등을 비롯하여 유화성질, 기포안정성 등 다양한 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다<sup>(12)</sup>. CD는 분자내부에 특징적인 소수성 영역을 가지고 있어 각종 분자들을 끌어들이어 포접화합물을 형성함으로써 그 물리, 화학적 성질을 변화시킬 수 있는 물성의 개선효과를 가지고 있다.

이와 같이 CD가 다양한 물성개량의 효과가 있으나 탁주발효과정에서 어떤 기능을 수행하는지 아직 밝혀진 것은 없다. 본 실험에서 기능소재로 알려진 CD를 탁주 제성직후와 이단담기시 첨가할 경우 일어나는 주질의 변화를 조사하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 실험재료

탁주제조용 쌀은 주질에 미치는 영향이 크므로 쌀알이 굵고 흡수성이 좋고 제국시 국군의 파정상태와 당화가 양호하며 심백(心白)이 높은 아끼바리 햅쌀을 사용하였다. 밀은 글루텐 함량이 8%인 동아제분의 준박력분을 사용하였고 곡자(누룩)는 수분이 11%, 당화력(saccharogenic power)이 320인 한국곡자 진주공장

에서 생산한 것을 사용하였다. 입곡은 주조원료를 증자한 후 곰팡이류를 번식시킨 것을 사용하였으며 조제종국은 전분함유 원료를 살균처리한 후 종균을 접종하여 포자가 착생하도록 배양하고 분달종국은 조제종국에서 순수 균사포자만을 채취한 것을 사용하였다. 정제 효소제는 태평양제약에서 생산된 제품을 사용하였다. 양조용수는 음료수의 수질기준에 적합한 지하수를 정제하여 사용하였다.  $\beta$ -cyclodextrin은 Sigma Co. (St. Louis, MO)로부터 구입하여 사용하였다.

### 실험방법

탁주는 울산 탁주 공동 제조장에서 시행하고 있는 국세청 제조공법에 따라 제조하였으며<sup>(13)</sup> 주 재료는 초단담기에는 주모 60 g, 백미 1,800 g, 종국 2.4 g, 양조용수 2.0 L을 사용하고 이단담기에는 증미 4,600 g, 곡자 120 g, 정제효소제 0.6 g을 2.8 L와 함께 혼합하였다. CD는 제성직후 또는 이단담기가 끝난 시료에 첨가하였는데 제성직후는 유통과정 중 일어나는 발효상태를, 이단담기시의 경우에는 후발효상태를 관찰하기 위해서이다. CD는 시료량의 0.1%, 0.2%, 0.3%를 첨가하여 대조구와 같이 실험온도인 25°C, 5°C에서 일정기간 발효시켰다. 탁주는 대규모 공장규모에서 시료를 채취하였으며 시중제품과 같이 맛을 내기위해 aspartame을 규정량(0.11%) 첨가하였다. 후수는 주조법에 명시한 규정량을 넣었으며 체로 걸러 제성과정을 거쳐 최종 제품으로 하였다.

발효정도는 알코올 농도, 산도, pH를 측정하였는데 알코올 농도는 시료 80 mL를 취하여 증류한 후 국세청의 주류분석규정에 따라 측정하였다<sup>(14,15)</sup>. 산도는 상등액 10 mL를 취하고 탄산가스를 구축한 후 탈이온수 40 mL를 가해 1% 페놀프탈레인 지시약을 사용하여 0.1 N NaOH로 적정할 값에 0.009를 곱하여 lactic acid로 표시하였다<sup>(1)</sup>. 당도는 hand refractometer를 사용하여 측정하였다<sup>(14)</sup>. 관능검사는 완전 제품을 20명의 관능검사요원으로 하여금 맛, 향기, 색깔, 기호도 등을 고려한 전체 선호도를 10단계 평점법으로 평가하였다<sup>(16)</sup>. 평가시에 가장 좋다는 10점, 가장 나쁘다는 1점으로 하여 점수가 높을수록 선호도가 있는 것으로 하였다.

## 결과 및 고찰

CD 첨가량에 따른 저장온도별 알코올 농도, pH, 총산의 생성 영향

알코올 농도, pH와 총산은 효모의 알코올발효와 제성 후 유통과정에서 일어나는 발효상태에 따라 결정

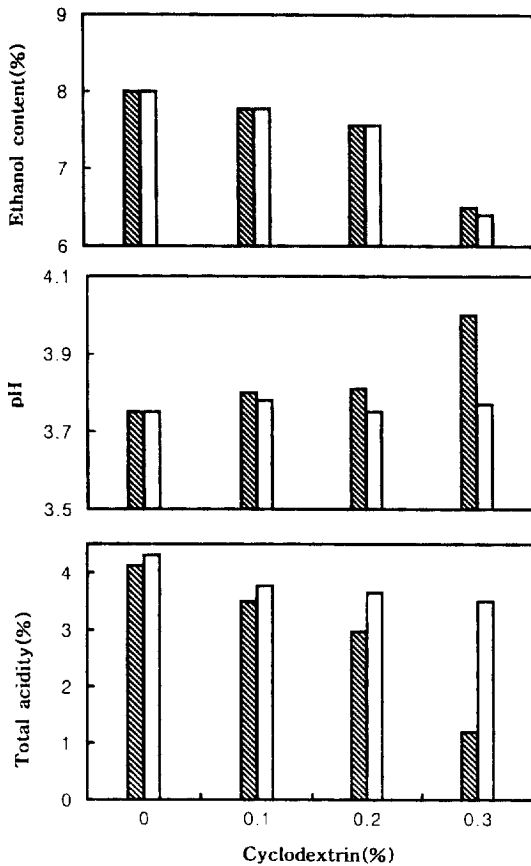


Fig. 1. Effect of CD addition on ethanol production, pH and total acidity of *takju* at different temperature of storage (addition time: on brewing dilution stage). ■: 5°C, □: 25°C.

되는 주질의 중요한 factor로 이들의 변화를 이해하면 전 발효과정의 진행상황을 짐작할 수 있다. 본 실험에서는 우선 CD의 첨가량을 결정하기 위하여 제성직 후 0.1~0.3%를 시료에 각각 첨가하고 온도를 25°C, 5°C로 유지한 후 1시간 후 알코올 농도, pH와 총산을 측정하였다. Fig. 1에서 나타난 바와 같이 CD를 첨가하지 않는 대조구는 알코올 농도가 8.0이지만 CD를 많이 첨가할수록 주정생성은 감소하였다. 이러한 현상은 유통과정에서 CD가 효모의 알코올발효를 억제하거나 CD자체가 휘발성 알코올 성분을 은폐 또는 포함물로 흡착하는 것으로 생각된다. 알코올 생성을 억제하는 것은 CD가 효모이용성 당의 세포막 투과를 억제하기 때문으로 생각되고 특히 CD는 6개이상의 포도당이 환상으로 조직화되어 중심부가 각종 분자를 흡착하는 능력이 있으므로 친수성 알코올의 -OH기를 무작위로 접합하여 알코올의 기능을 봉쇄하기 때문으로 해석된다.

다<sup>(17)</sup>. 탁주의 밑술은 일반적으로 담금 2일 이후에는 알코올 함량이 조금씩 증가하고 동시에 환원당은 서서히 감소하지만<sup>(15)</sup> 덧술은 담금 후 20일에서 40일 사이에 환원당이 거의 없어지고 알코올 함량만 늘어나 40일 이후에는 고농도 알코올 때문에 효모의 알코올 발효는 일어나지 않게 된다. 그러나 본 실험에서는 알코올 농도 변화가 완만하게 감소한 것은 CD가 효모의 알코올발효를 미미하게 억제하고 있는 것으로 생각된다. 또 CD첨가 후 탁주의 유통온도가 알코올 생성에 어떤 영향을 미치는지 검토한 결과 전체적으로 CD 첨가량을 증가하면 알코올 생성은 조금씩 감소하는데 온도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

탁주의 pH와 관계되는 성분은 발효과정 중에 생성되는 산물질(acidic components)인데 탁주의 성분변화를 쉽게 알 수 있는 요인일 뿐만 아니라 알코올 생성 과정에서 복합적으로 생성되므로 탁주의 발효진행 상황도 짐작할 수 있는 중요한 지표성분으로 이용된다. pH와 관련된 물질은 유기산, 탄산가스, 산성 아미노산, 기타 산물질 등이다. 본 실험에서 이단 담금과정과 제성한 후에 각 CD양을 달리하여 첨가한 후 탁주의 pH 변화를 검토하였다. CD 첨가량에 따른 pH의 변화에서 CD의 첨가량을 증가시키면 pH는 5°C에서 서서히 높아지고 상온에서는 크게 변하지 않았다. 이것은 전반적으로 CD가 유통과정에서의 저장발효를 억제하여 산의 생성을 억제하기 때문이다. pH가 높아진 것은 유통과정에서 산의 생성이 CD에 의해 억제되고 실제 CD도 이미 생성된 산물질들과 포접반응하여 산의 해리를 차단하기 때문이다. 또 다른 이유는 유통과정에서 염기성 물질이 정지적으로 생성되어 정상발효보다 이상발효가 진행되기 때문이다. 보통 밑술발효과정 중 술덧은 담금초기인 2일부터 5일 사이에 급격한 산의 증가로 pH가 급격히 낮아지고<sup>(18)</sup> 9일 후에는 술덧의 pH가 3.6이 되는데 본 실험에서 전체적인 pH의 급격한 저하가 없는 것은 CD가 발효진행 정도를 조절하기 때문이다. 탁주의 pH에 대한 온도의 영향에 관해서는 탁주를 5°C에서 유통, 저장할 경우 pH변화는 25°C때 보다 심하게 나타났는데 이 결과는 온도가 pH 변화에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

탁주 제조과정에서 각종 산물질들이 생겨 총산의 변화를 가져 오는데 특히 입국 제조시에 사용되는 중국인 백국균이 구연산을 많이 생성하는 것으로 알려져 있다. 총산은 염기가 산과 중화반응을 할 때의 양으로 표시하는데 CD 첨가량에 따른 총산의 변화를 보면 CD를 제성직 후 첨가한 탁주의 산도는 무첨가 대조구보다 낮은 값을 보였으며 이것은 CD의 발효억제

와 관련된다. 온도의 영향에서도 CD를 첨가한 경우는 낮은 온도가 높은 온도보다 총산의 생성량이 낮은 것으로 나타났다. 이것은 CD의 산생성 억제, 저온의 저장 발효억제 때문인데 CD를 제성직 후와 이단담기 때 넣을 경우에도 비슷한 결과를 나타내었다.

#### CD의 첨가시기에 따른 알코올 농도, pH, 총산의 저장기간별 변화

Fig. 2는 주질의 비교가 비교적 쉽고 관능성이 양호하다고 판단되는 조건 즉 CD첨가량 0.2%, 유통온도 25°C를 고정하고 CD의 첨가시기에 따른 경시적인 알코올 농도, pH와 총산의 생성 경향을 나타낸 것이다. 본 실험은 CD를 제성직 후와 이단담기시 각각 0.2% 첨가하여 모두 제성후 일정시간 유통시킨 후 알코올 생성량을 측정하였다. 그 결과 이단담기시 첨가한 CD는 제성직 후 첨가한 경우보다 알코올 생성이 더 억제되고 이 경향은 시간이 경과할수록 뚜렷하게 나타났다. 이 사실은 CD가 효모의 알코올발효 자체를 억제하고 있음을 알 수 있다. CD는 비발효성 기능성 첨가물이지만 이 실험 결과로 휘발성 물질의 포함은 물론 효모의 알코올발효도 억제함을 알 수 있다. 실제 탁주의 알코올 성분은 발효 2일째부터 생성되는데<sup>(1)</sup> 이러한 현상도 CD의 첨가로 많이 둔화된 것으로 나타났다. CD의 첨가시기 및 pH의 경시적 변화를 보면 제성한직 후 CD를 첨가한 것과 이단담기 때 CD를 첨가한 것은 모두 유통 저장 중에 총산의 생성이 억제되었다. 특히 이단담기의 경우는 제성의 것보다 효모발효는 물론 유통과정에서 일어나는 저장발효도 CD가 억제되는 것으로 나타났다. 상기 결과는 CD가 직접 발효를 억제하거나 산물질을 포접하기도 하지만<sup>(8)</sup> 유통 저장 기간이 길어짐에 따라 2차 대사물이 생성하여 pH의 변화를 완충할 수도 있다<sup>(1)</sup>. 이러한 현상은 잡곡의 오염이 있을 경우에도 일어난다. 보통 탁주의 주 pH 변화는 백국균 때문인데 이 균은 산생성 능력이 강해서 전분질을 당화하여 효소가 이용할 수 있는 상태로 만들어 준다. 특히 여러가지 향미를 부여하며 술덧의 pH를 저하시켜 술덧의 오염을 방지하는 기능을 가진 것으로 사료된다. 총산은 휘발성 향기성분과 함께 탁주의 맛, 냄새와 직접 관련되는데 실제 탁주소비에 많이 영향을 미치는 성분이다<sup>(9)</sup>. 본 실험에서 총산도 이단담기 때 첨가한 경우가 후발효과정의 저해작용과 산물질의 일부 분자의 포함 이유로 낮은 값을 나타내었다. 이것은 CD가 제성 후 유통과정에서 보다 후발효시 효모의 알코올발효에 더 억제작용을 하는 것으로 생각할 수 있다.

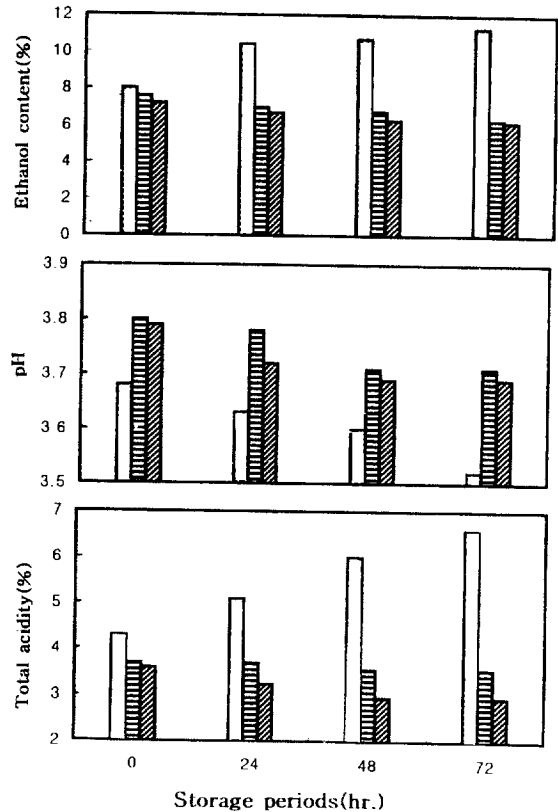


Fig. 2. Effect of addition time of CD on ethanol production, pH and total acidity of *takju* at various storage periods (amount of CD addition: 0.2%, storage temp.: 25°C). □: control, ▨: on brewing dilution stage, ▩: on 2nd mashing stage.

#### CD 첨가량에 따른 당도의 변화

보통 탁주에 단맛을 내기 위해서 아스파탐을 제성수에 대해 0.11% 첨가하고 있다. CD는 단맛을 가지지 않지만 첨가할 경우 탁주의 단맛에 어떤 영향을 미칠지는 아직 밝혀지지 않았다. 따라서 본 실험에서는 CD 첨가에 따른 단맛의 변화를 검토하였다(Table 1).

탁주를 제성한직 후 CD첨가량을 0.1%에서 0.3%로 증가해도 당도는 변하지 않았으나 CD를 첨가한 후 25°C에서 저장한 것은 5°C에서 저장한 것보다 당도가 낮게 나타났다. 이것은 낮은 온도에서 효모의 당이용도가 낮게 나타나 맛을 발현하는 단맛성분이 그대로 유지했기 때문이다. 상기와 비슷한 결과가 CD의 첨가시기 및 당도의 경시적 변화에서도 나타났다. 제성한직 후 CD를 첨가한 것과 이단담기 때 CD를 첨가한 것은 이단담기의 경우가 제성의 것보다 당도가 낮게 나타났으며 저장시간이 길수록 모두 당도가 감소하였다. 이것은 이단담기 후 CD가 알코올 발효에 당의 소

**Table 1. Effect of amount and addition time of CD on sugar content at different storage time and temperature**

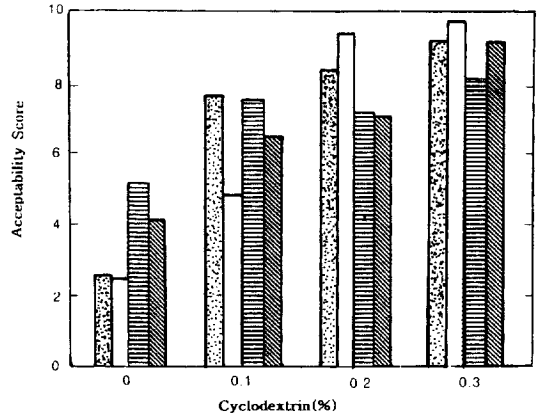
time (hr)	temp (°C)	amount of CD addition (%)	sugar content on 2nd mashing (%)		sugar content on brewing dilution (%)	
			25°C	5°C	25°C	5°C
1		0	7.0	7.0	7.0	7.0
		0.1	7.0	7.0	7.0	7.0
		0.2	7.0	7.0	7.0	7.0
		0.3	7.0	7.0	7.0	7.0
24		0	6.5	6.0	6.5	6.0
		0.1	6.0	6.0	6.2	6.8
		0.2	6.0	6.0	6.0	6.9
		0.3	6.0	6.8	6.2	7.0
48		0	6.2	6.4	6.2	6.4
		0.1	6.0	6.2	6.0	6.7
		0.2	6.0	6.2	6.2	6.8
		0.3	6.0	7.0	6.0	7.2
72		0	6.0	6.6	6.0	6.6
		0.1	6.0	6.4	6.2	6.6
		0.2	6.0	6.2	6.4	6.5
		0.3	6.0	7.0	6.4	6.8

비를 촉진하는 것으로 생각할 수 있다. 앞서 결과와 관련해 볼 때 단맛의 변화는 발효 후에 생성되는 산물질에 의해서도 일부 영향을 받는 것으로 생각할 수 있다.

### CD첨가와 탁주의 관능성

관능평가를 위하여 각 시료 350 mL를 냉장고에 보관하여 마시기 좋게 한 후 탁주공장에 근무하는 종사자와 직접 실험에 참여한 학생, 그리고 소매상 중에서 관능성이 우수하다고 생각되는 사람 20명에게 품질을 비교하도록 하였다. 본 실험은 CD첨가가 관능적으로 탁주 품질향상에 기여할 수 있는지 확인하기 위함인데 전체적인 선호도를 조사하였다(Fig. 3). 그 결과 전체 선호도는 CD를 제성후 그리고 이단담기시 첨가한 경우 모두 대조군보다 높은 것으로 나타났다. 특히 제성후 첨가한 것이 이단담기시 첨가한 경우보다 선호도가 더 있는 것으로 나타났다. 이는 CD가 주질을 부드럽게 하고 알코올 농도를 낮추면서 탁주 특유의 불쾌취를 포함물로서 은폐시키기 때문이다. 일반적으로 CD첨가량을 증가시킬수록 전체 선호도는 높게 나타났지만 평가자들의 판단조건을 보면 CD첨가한 것은 대조군보다 맛이 있고, 입안촉감이 좋은 반면 다소 청량감과 신선감이 떨어진다는 의견을 제시하였다. CD첨가에 따라 탁주성분 중 어떤 향기성분이 CD에 은폐되어 관능성의 변화를 가져오는지는 앞으로 더 실험을 계속하여야 할 것으로 생각된다.

탁주의 주질과 CD첨가와와의 관계를 보면 주질은

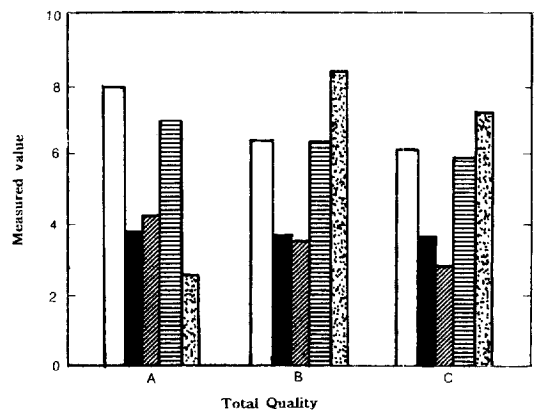


**Fig. 3. Mean score of sensory evaluation data for takju at various amount and addition time of CD (mean score of 6 accessors. Sensory characteristics of rates were on 10 point scale: total acceptability extremely (10), not acceptability extremely (0)).** ■: on brewing dilution stage, 25°C, □: on brewing dilution stage, 5°C, ▨: on 2nd mashing stage, 25°C, ▩: on 2nd mashing stage, 5°C.

CD를 이단담기시 첨가하는 것이 제성직 후 첨가하는 것보다 알코올 농도, 총산, 당도가 감소하는 것으로 나타났다으며 pH는 CD첨가에 따라 다소 영향을 받았지만 크게 영향을 받은 것은 아니었다(Fig. 4).

### 요 약

식품첨가물의 일종인 cyclodextrin (CD)을 막걸리 저장중에 일어나는 이상 풍미(stinking odor)를 제거하



**Fig. 4. Effect of total quality of takju by CD addition.** A: without CD, 25°C, 1 hour, on brewing dilution stage, B: 0.2% addition of CD, 25°C, 72 hours, on brewing dilution stage, C: 0.2% addition of CD, 25°C, 72 hours, on 2nd mashing stage. □: Ethanol content (%), ▨: pH, ▩: Total acidity (%), ▨: Sugar content (%), ▩: Acceptability.

기 위해 첨가하였다. CD는 탁주제조 후 제성직 후와 이단 담금시로 구분하여 0.1~0.3% 범위에서 첨가하고 일정기간이 지난 뒤 각 시료의 발효상태와 저장성, 관능성 등을 검토하였다. 그 결과 CD를 제성한 후 첨가하는 것보다 이단담금시에 첨가하는 것이 알코올 농도, pH, 총산, 당도에 더 많은 영향을 주었고 제성한 후에 첨가한 것은 큰 영향을 주지 못한 것으로 나타났다. 관능적인 면에서는 제성 후에 CD를 첨가하는 것이 선호도가 높게 나타났다. 그러나 CD를 많이 첨가한 경우(0.3%)에는 CD가 막걸리 자체의 고유향까지 은폐시켜 선호도를 저하시키는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 실험을 위해 모든 재료와 제조기술을 지도해준 울산탁주 양조장(주) 김홍수 공장장과 실험을 해 준 김지현, 김은주, 장윤희양에게 감사를 드리는 바이다.

### 문 헌

- 최선희, 김옥경, 이명환 : 가스크로마토그래프에 의한 재래주 발효 중 알코올 과 유기산 분석. 한국식품과학회지, **24**, 272 (1992)
- 이서래 : 한국의 발효식품. 이화여대 출판부, 서울, p. 205 (1986)
- 장지현 : 우리나라 술의 역사. 한국식문화학회지, **4**, 271 (1989)
- 이철호, 태원택, 김기명, 이현덕 : 탁주의 저온 상균조건에 관한 연구. 한국 식품과학회지, **23**, 44 (1991)
- 이정 : 국균의 종류가 탁주 품질에 미치는 영향에 관한 연구. 서울여대 석사 학위 논문 (1982)
- 김찬조 : 탁주 양조 중 유기산 및 당류의 소장에 관한 연구. 한국농화학회지, **4**, 33 (1963)
- 정지훈 : 원료를 달리하는 탁주 숙성 균종의 유기산 및 당류의 소장에 관한 연구. 한국농화학회지, **8**, 39 (1967)
- 홍순우, 하영철, 민경희 : 탁주 및 탁주료의 화학성분과 그 변화에 관한 연구. 한국미생물학회지, **8**, 107 (1972)
- 이윤경, 이정림, 이명환 : 국균을 달리한 탁주 양조 중 유리 아미노산 및 유기산의 소장. 한국농화학회지, **30**, 323 (1987)
- 노희진, 박천석, 권미라, 문태화, 박관화 : Amylose와 Cyclodextrin 및 Lipid의 complex 형성특성. 한국식품과학회지, **26**, 117 (1994)
- Kim, H.O. and Hill, R.D.: Physical characteristics of wheat starch granule gelatinization in the presence of cyclodextrin. *Cereal Chem.*, **61**, 432 (1984)
- 송재철, 양한철 : 식품첨가물학, 세문사, p.394 (1990)
- 국세청 : 주세사무처리규정, 국세청, p.42 (1983)
- 국세청 : 국세청 기술연구소 주류분석규정, 국세청, 서울, p.34 (1973)
- 소명환 : 소곡주의 양조과정 중 술덧 성분과 미생물의 변화. 한국식품영양학회지, **5**, 69 (1992)
- Piggot, J.R.: Sensory Analysis of Foods. Elsevier Applied Science Publishers, London, p.141 (1984)
- Shukla, T.P.: Industrial Research on Cyclodextrins, *Cereal Food World*, p.387 (1991)
- 양한철 : 식품신소재학, 한림원, p.100 (1995)
- 홍혜경 : 조건을 달리한 누룩의 첨가가 탁주의 성분에 미치는 영향. 서울여대 석사학위논문 (1986)

(1996년 9월 25일 접수)