

갈대뿌리를 첨가하여 제조한 산머루주의 발효 특성

인만진¹, 김동청^{1*}
¹청운대학교 식품영양학과

Fermentation Characteristics of Wild Grape (*Vitis amurensis*) Wine Prepared with Reed (*Phragmites communis*) Root

Man-Jin In¹ and Dong Chung Kim^{1*}

¹Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon university

요 약 갈대뿌리를 첨가하여 효모 발효시킨 산머루주의 발효특성을 조사하였다. 산머루주 발효 과정에 갈대뿌리의 첨가는 효모의 당 소모를 촉진시켜 발효를 빠르게 진행시키는 효과가 있음을 보여주었고, 발효액의 pH의 증가와 산도의 감소를 가져와서 효모가 발효를 더 잘할 수 있도록 해주었다. 특히 갈대뿌리 2%를 첨가한 산머루주는 발효기간 4일 이내에 에탄올이 약 13% 생성되는 것으로 나타나 갈대뿌리 첨가가 발효시간을 단축하는데 큰 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한, 갈대뿌리 2%를 첨가하여 발효시킨 산머루주의 관능이 가장 우수한 것으로 나타났다. 즉, 효모를 사용하여 산머루의 알코올 발효 시에 갈대뿌리의 첨가는 당의 소모와 에탄올 생성을 촉진하고 관능을 좋게 하는 긍정적인 효과를 갖는다는 것을 확인하였다.

Abstract This study investigated the fermentation characteristics of wild grape(*Vitis amurensis*) wine prepared with reed(*Phragmites communis*) root. The reed root was added to the fermentation of wild grape wine in the quantities of 0.5%, 1.0% and 2.0%. An addition of reed root during yeast fermentation of wild grape wine decreased the acidity and increased pH of fermentation culture, thus enhancing the consumption of sugar and production of ethanol. Especially, the addition of 2% reed root led to production of about 13% ethanol in 4 day of fermentation time. The sensory evaluation showed that the wild grape wine fermented with 2.0% reed root was most acceptable.

Key Words : Wild Grape Wine, Reed Root, Fermentation Characteristics

1. 서론

포도과에 속하는 산머루(*Vitis amurensis* Ruprecht)는 칼륨, 칼슘, 철분 등의 미네랄 성분이 포도보다 10배 이상 함유되어 있고, 비타민과 유기산 등의 영양소가 골고루 함유되어 있는 알칼리성 식품으로 체질을 개선시켜 인체의 자연치유력을 증가시켜주며, 혈액순환 촉진과 두뇌발달에 도움을 주는 것으로 알려져 있다[1-2]. 특히 산머루에 다량 함유되어있는 안토시아닌 성분은 항산화 효과를 갖는 것은 물론 혈관 확장과 인슐린 기능을 강화시켜 당뇨와 관절염 등에 도움이 된다고 보고되었다[3-5].

산머루를 활용하기 위한 일환으로 발효주를 제조하는 연구[2,6-9]가 보고되었으나, 포도와 비교하여 볼 때 머루는 안토시아닌 색소가 더 많고 당도가 높음에도 불구하고 신맛이 너무 강하여 발효주로서 발효특성과 관능이 좋지 않다는 문제제기가 있어왔다[5,7,8,10,11]. 따라서 머루의 발효에 다른 식물 원료를 첨가하여 머루주의 생리활성을 강화시키고 머루주의 발효특성과 관능을 개선하는 연구가 시도되고 있다[12,13].

본 연구에서는 산머루주의 발효특성과 관능을 향상시키기 위해 다양한 생리활성을 가지는 갈대뿌리를 산머루 발효에 첨가하였다. 갈대(*Phragmites communis*)는 뿌리

*교신저자 : 김동청(kimdc@chungwoon.ac.kr)

접수일 10년 02월 17일

수정일 (1차 10년 03월 19일, 2차 10년 04월 08일)

계재확정일 10년 04월 09일

줄기를 노근, 줄기를 노경, 잎을 노엽, 꽃을 노화라고 하며 한방에서 진토, 소염, 이노, 해열, 해독에 사용하였고 독이 없다. 갈대의 뿌리줄기에는 coixol 및 단백질, 지방, 탄수화물, 아스파라긴, 당분이 있으며, 약간의 알칼로이드를 포함한다. 뿌리줄기의 추출액은 동물실험에서 뚜렷한 이노작용을 보였고, 갈대의 여러 부위는 이노, 해열, 당뇨성 고지혈증에도 효능이 있는 것으로 알려지고 있다 [14]. 또한 갈대뿌리 추출물이 치매 치료에 탁월한 효과가 있는 것으로 보고되면서 갈대뿌리 추출물의 기억력 회복효과 및 세포 보호효능에 대한 연구도 진행되고 있다 [15,16].

따라서 본 연구에서는 갈대뿌리와 산머루의 생리활성을 효과적으로 활용하기 위한 일환으로 갈대뿌리를 첨가하여 산머루를 발효시킴으로써 산머루 고유의 색, 맛, 향을 유지하면서 발효특성과 관능이 향상된 산머루주의 제조방법을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

산머루는 지리산 인근의 산야에서 2009년에 수확한 것을 사용하였으며, 갈대뿌리는 2009년도 전남 순천만 갈대밭에서 채취하여 간단한 수세와 건조 후에 18 mesh로 분쇄하여 사용하였다. 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)는 Fermivin (DSM Food Specialties, Delft, Netherlands)을 사용하였고, K2S2O5와 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS)는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

2.2 갈대뿌리 첨가 산머루 발효주 제조

산머루 10 kg을 파쇄한 후 발효조에 넣고 설탕을 첨가하여 초기 당도를 25°brix로 조절하였다. 여기에 K₂S₂O₅를 150 ppm 첨가하고 상온에서 4시간 동안 정치하여 내용물을 살균하였다. 살균 후 시판 효모 2 g을 생리식염수 20 ml에 현탁시켜 이를 산머루 파쇄액에 접종하였다. 효모 접종 후 산머루 파쇄액을 4등분하여 대조군에는 갈대뿌리를 첨가하지 않고, 실험군에는 갈대뿌리 분말을 각각 0.5%(w/w), 1.0%(w/w), 2.0%(w/w)로 달리하여 첨가하였다. 갈대뿌리 분말을 2.0%(w/w) 이상 첨가하는 경우에는 머루주의 관능을 크게 저해하는 것으로 나타나(data not shown), 그 첨가량을 0-2.0%(w/w) 범위에서 실험을 수행하였다. 에어락이 상단에 장치된 발효조를 사용하여 25℃의 항온기에서 배양하였고, 7일 후 발효를 중단하고 거즈로 착즙하여 찌꺼기를 제거하였다.

2.3 총당 및 잔당 함량 분석

당 함량은 당도계(Digital refractometer, Model PR-32a, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, DNS법을 사용하여 발효 과정에서 남아있는 잔당을 분석하였다 [17].

2.4 에탄올 함량 분석

에탄올 함량은 가스 크로마토그래피(GC-17A, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 시료 5 ml에 ethyl acetate 6 ml을 넣고 20분간 추출한 후 원심분리(5,000 x g, 20 min)하고 상등액을 취해 분석 시료로 사용하였다. RTX-5(fused silica capillary column, 30 m x 0.25 mm x 0.25 mm)를 사용하였으며, 컬럼 온도는 50℃에서 150℃까지 10℃/min의 속도로 증가시키고, 150℃에서 280℃까지 20℃/min의 속도로 증가시켰다. 분석조건은 시료 투입량: 10 μl, 투입기 온도: 250℃, 감지기 온도: 280℃, 감지기: Flame ionization detector, 운송 기체: N₂ (유속 1 ml/min)로 하였다.

2.5 pH와 적정산도 측정

pH는 pH meter(Istek, Model 720p, Seoul, Korea)로 측정하였고, 적정산도는 발효액 5 g에 멸균 증류수 45 g을 가하여 잘 혼합한 후 0.01 N NaOH로 적정하여 그 소모량을 malic acid로 환산하여 나타내었다.

2.6 사과산 함량 분석

사과산(malic acid) 함량은 HPLC(Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 Aminex HPX-87H(Bio-Rad, Hercules, CA, USA), 용매는 8 mM H₂SO₄(유속 0.7 ml/min), 검출기는 UV detector (210 nm)를 사용하였다[18].

2.7 관능 검사

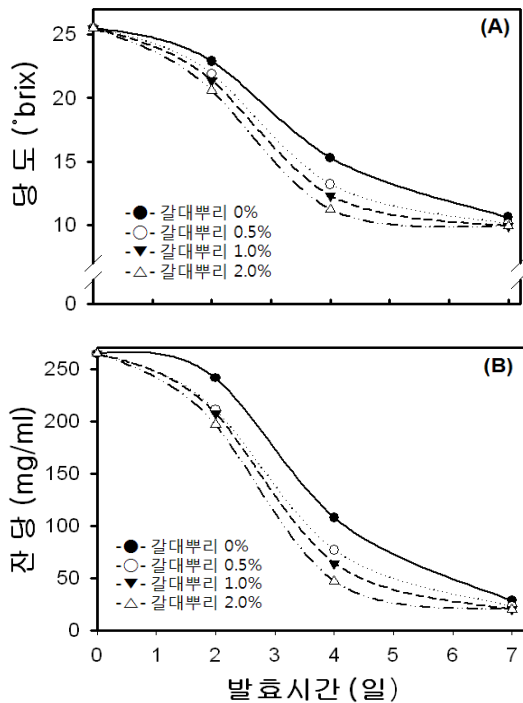
갈대뿌리 첨가량을 달리하여 발효한 산머루주의 관능 검사는 음주경험이 있고 차이 식별 능력이 있는 관능검사 요원 20명을 선정하여 색, 맛, 향, 전반적인 기호도에 대한 관능검사를 5점 척도법(5: 매우좋다, 4: 좋다, 3: 보통이다, 2: 나쁘다, 1: 매우나쁘다)으로 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 발효주의 당도 및 잔당 함량

그림 1에서 보듯이 당도 25°brix 로 시작한 모든 발효

액은 발효 7일 후 10°brix 정도까지 당도가 떨어져 효모가 당을 잘 소모하고 있음을 알 수 있으나, 갈대뿌리 첨가량에 따라 당의 소모에 속도차이가 나타났다. 갈대뿌리 첨가량이 증가할수록 당의 소모가 빠른 것으로 나타났고, 그 첨가량이 2%인 실험군에서는 발효기간 4일 이내에 대부분의 당류가 이용되는 것으로 보아 갈대뿌리 첨가가 산머루의 발효 속도 증가에 효과적임을 알 수 있다. 또한 발효과정에서 남아있는 당을 분석한 결과도 이와 동일하게 나타났는데 갈대뿌리 첨가량이 증가할수록 발효과정에서 당의 소모가 빠르게 일어남을 보여주었다[그림 1]. 따라서 당도 및 잔당 분석 결과는 갈대뿌리 첨가가 효모의 당 소모를 촉진시켜 발효 시간을 단축시키는 효과가 있음을 보여주었다. 본 연구에서는 갈대뿌리 추출물 대신에 갈대뿌리 분말을 산머루주 발효과정에 직접 첨가하였는데 그 이유는 알코올 발효 과정 중에 갈대뿌리 분말로 부터 물과 에탄올에 의해 유효성분이 저절로 추출되어 효과를 발휘하게 되므로 갈대뿌리를 따로 추출해야 하는 추출공정을 제거할 수 있어 공정을 단순화시키는 효과를 가진다. 이때 갈대뿌리 성분은 13% 에탄올 용액에서 1.1%(w/w)의 수율로 추출되었다.



[그림 1] 갈대뿌리 첨가가 산머루주의 발효과정 중 당도(A)와 잔당(B) 변화에 미치는 영향

3.2 발효주의 에탄올 함량 변화

발효 과정 중 당의 소모가 알코올 생성으로 연결되는지를 확인하기 위해 발효 단계별로 에탄올 분석을 실시하였다. 갈대뿌리를 첨가하지 않거나 0.5%, 1.0% 첨가군에서는 발효 2일째까지 에탄올이 검출되지 않았으나, 2.0% 첨가군에서는 에탄올이 4.53% 검출되어 갈대뿌리 첨가가 에탄올 생성에 효과적임을 확인할 수 있었다[표 1]. 특히 발효시간이 지속될수록 갈대뿌리 첨가량에 비례하여 에탄올 생성량이 증가하였고, 갈대뿌리 2%를 첨가한 실험군에서는 발효기간 4일 이내에 에탄올이 약 13% 생성되는 것으로 보아 갈대뿌리 첨가가 발효시간을 단축시키는데 큰 효과가 있음을 알 수 있었다. 이러한 표 1의 결과는 그림 1의 당도 및 잔당 분석 결과와도 일치하여 감소된 당이 알코올 생성에 이용되었음을 확인할 수 있었다.

[표 1] 갈대뿌리 첨가가 산머루주의 에탄올 생성에 미치는 영향

발효시간 (일)	에탄올 함량 (%)			
	I ¹⁾	II	III	IV
2	ND ²⁾	ND	ND	4.53
4	7.46	9.29	10.91	12.89
7	11.79	12.07	12.25	13.86

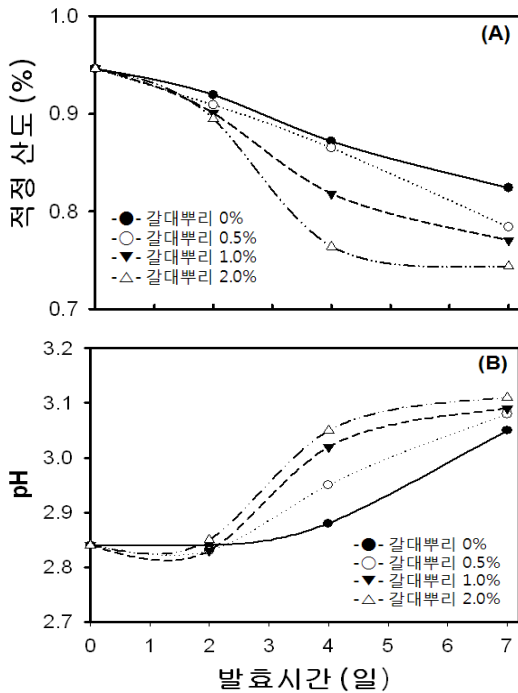
¹⁾ I: 갈대뿌리 0%, II: 갈대뿌리 0.5%, III: 갈대뿌리 1.0%, IV: 갈대뿌리 2.0% 첨가군, ²⁾ Not detected

해당화 열매를 첨가한 머루주의 제조 연구[12]에서는 효모(*Saccharomyces cerevisie*, Red Star Premier Cuvee)를 접종한 후 23℃에서 14일간 발효로 11.8%의 에탄올을 얻었고, 산머루에 야생 효모(*Saccharomyces sp.* SMR-3)를 접종하여 22℃에서 발효한 연구[8]에서는 12일 후에 12.8%의 에탄올이 생성되었다고 보고된 바 있다. 사용 효모의 종류, 접종량, 발효온도, 머루의 품종 및 당도에 따라 에탄올 함량 및 발효시간이 달라질 수 있지만 [2,8,12], 본 연구에서 2% 갈대뿌리의 첨가로 발효 4일 만에 산머루주에서 약 13%의 에탄올을 얻었다는 것은 갈대뿌리의 첨가가 산머루주의 제조에 효과적으로 활용될 수 있음을 보여주었다.

3.3. 발효주의 pH, 적정산도 및 유기산 분석

발효 전 산머루 착즙액은 pH가 2.84 로 매우 낮게 나타났다. 머루의 산도와 pH는 품종, 재배지역, 기후, 수확 시기 등에 따라 큰 차이를 보이는데 지 등[12]과 이 등

[19]은 발효 전 머루액의 pH를 각각 3.98 및 3.31로 보고 한 바 있다. 산머루 착즙액의 pH가 너무 낮으면 이를 개선하기 위해 중화제를 첨가할 수도 있으나, 중화제를 넣는 것은 천연지향에도 맞지 않아 중화제 없이도 발효가 잘 일어나도록 하는 것이 더 바람직하므로 갈대뿌리만 첨가하여 산머루의 발효를 진행하였다. 그림 2에서 보듯이 갈대뿌리 첨가는 pH의 증가와 산도의 감소를 가져와서 효모가 발효를 더 잘할 수 있도록 해주었다.



[그림 2] 갈대뿌리 첨가가 산머루주의 발효과정 중 산도 (A) 및 pH(B) 변화에 미치는 영향

이와 같은 결과는 그림 1과 표 1의 당 분석 및 알코올 분석 결과와도 일치하여, 갈대뿌리 첨가가 pH의 상승 및 산도의 감소를 이끌고 이에 따라 효모가 발효를 잘 진행하여 당을 빨리 소모시키고, 그 결과로 에탄올 생성이 잘 일어남을 확인할 수 있었다. 발효 전 산머루 착즙액의 유기산 분석 결과, 과량의 사과산을 함유하고 있는 것으로 나타났고 이는 다른 보고와도 일치하였다[6,12,20]. 사과산 함량은 머루주의 산미와 관능을 결정하는데 가장 중요한 성분으로 알려져 있다[6,12]. 갈대뿌리 첨가군들에서 그 첨가량에 비례하여 발효과정에서 사과산의 함량이 감소함을 확인할 수 있었다[표 2]. 사과산은 발효 과정 중에 malolactic 또는 malolalcoholic 반응으로 젖산(lactic acid) 또는 에탄올 등의 대사산물로 변화한다는 보고가 있는데

[6,7], 갈대뿌리 첨가가 산머루주의 사과산 대사를 촉진시켜 그 함량을 낮추는 효과가 있을 것으로 사료된다.

[표 2] 갈대뿌리 첨가가 산머루주의 사과산 함량에 미치는 영향

발효시간 (일)	사과산 함량 (%)			
	I ¹⁾	II	III	IV
0	0.086	0.086	0.086	0.086
7	0.082	0.079	0.077	0.068

¹⁾ I: 갈대뿌리 0%, II: 갈대뿌리 0.5%, III: 갈대뿌리 1.0%, IV: 갈대뿌리 2.0% 첨가군

3.4 갈대뿌리 첨가 산머루주의 관능평가

갈대뿌리를 첨가하여 발효시킨 산머루주의 색, 맛, 향 및 전체적인 기호도를 조사한 결과는 표 3과 같다.

[표 3] 갈대뿌리 첨가 산머루주의 관능 평가

첨가량	색	맛	향	전체적 기호도
0%	3.9±0.99	2.1±0.57	2.8±0.63	2.4±0.52
0.5%	3.9±0.88	2.5±0.53	2.8±0.79	2.6±0.52
1.0%	3.8±1.03	2.6±0.52	3.2±1.03	3.0±0.47
2.0%	4.0±0.82	3.3±0.68	3.6±0.97	3.5±0.53

2%까지 갈대뿌리의 첨가량이 증가할수록 산머루주의 맛, 향 및 전체적인 기호도가 높아짐을 알 수 있었다. 따라서 산머루의 효모 발효과정 중에 갈대뿌리의 첨가는 산머루주의 색에는 큰 영향을 미치지 않으면서 관능을 좋게 하는데 기여함을 확인하였다. 해당화 머루주의 제조 [12]에서도 해당화 열매의 첨가가 사과산 함량을 낮추는 효과가 있어 관능의 향상에 기여하는 것으로 평가하고 있듯이, 산머루의 발효에 갈대뿌리의 첨가는 산머루주의 산도 감소와 발효 촉진에 기여하여 관능을 향상시키는 것으로 사료된다.

4. 결론

갈대뿌리를 첨가하여 효모 발효시킨 산머루주의 발효 특성을 조사하였다. 산머루 착즙액에 갈대뿌리의 첨가는 발효 과정 중에 pH의 상승 및 산도의 감소를 이끌고, 이에 따라 효모가 발효를 잘 진행하여 당을 빨리 소모시키고 그 결과로 에탄올 생성을 촉진함을 확인하였다. 특히 갈대뿌리 2%를 첨가한 산머루주는 발효기간 4일 이내에

에탄올이 약 13% 생성되는 것으로 나타나 갈대뿌리 첨가가 발효시간을 단축하는데 큰 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한, 갈대뿌리 2%를 첨가하여 발효시킨 산머루주의 관능이 가장 우수한 것으로 나타났다. 즉, 효모를 사용하여 산머루의 알코올 발효 시에 갈대뿌리의 첨가는 당의 소모와 에탄올 생성을 촉진하고 관능을 좋게 하는 긍정적인 효과를 갖는다는 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 최선영, 조현소, 김행자, 류충호, 이정옥, 성낙주, “머루즙과 머루주의 이화학적 분석 및 항산화 효과”, 한국영양학회지, 제19권, 제3호, pp. 311-317, 9월, 2006.
- [2] 김성호, “산머루주 제조를 위한 발효조건 최적화”, 한국응용생명화학학회지, 제51권, 제1호, pp. 24-37, 3월, 2008.
- [3] 박영식, 허재운, 김인중, 허수정, 김경희, 정병찬, 박성민, “강원도에서 수집된 왕머루의 생장과 과실특성”, 한국약용작물학회지, 제13권, 제6호, pp. 226-233, 12월, 2005.
- [4] 황인경, 안승요, “머루 (*Vitis amurensis Ruprecht*) anthocyanin에 관한 연구-[제2보] 머루 anthocyanin 구조 확인”, 한국농화학학회지, 제18권, 제4호, pp. 188-193, 12월, 1975.
- [5] 김난영, 최재호, 김영국, 장미영, 문제학, 박근형, 오덕환, “머루주자 에탄올 추출물로부터 항산화활성물질 분리 및 동정”, 한국식품과학회지, 제38권, 제1호, pp. 109-113, 2월, 2006.
- [6] 김성렬, 김승겸, “개량머루를 이용한 발효제품의 제조”, 한국식품영양학회지, 제10권, 제2호, pp. 254-262, 6월, 1997.
- [7] 김승겸, “개량머루주의 감산에 관한 연구”, 한국영양학회지, 제9권, 제3호, pp. 265-270, 9월, 1996.
- [8] 김성호, “혼합배양에 의한 산머루주의 감산발효 최적조건”, 한국응용생명화학학회지, 제51권, 제1호, pp. 17-23, 3월, 2008.
- [9] 김은정, 김영훈, 김종원, 이효형, 고유진, 박미화, 이정옥, 김영숙, 하영래, 류충호, “산머루 와인의 최적 발효조건 및 품질특성”, 한국식품영양과학회지, 제36권, 제3호, pp. 366-370, 3월, 2007.
- [10] 이주경, 김재식, “Campbell Early를 이용하여 만든 포도주의 산도 감소에 관한 연구”, 한국식품과학회지, 제38권, 제3호, pp. 408-413, 6월, 2006.
- [11] L. R. Mattick, R. A. Plane, L. D. Weirs, “Lowering wine acidity with carbonate”, American Journal of Enology and Viticulture, 31(4), pp. 350-357, 1980.
- [12] 지설희, 한우철, 이재철, 김병완, 장기효, “해당화와 머루를 함께 발효한 해당화 머루주의 발효특성”, 한국식품과학회지, 제41권, 제2호, pp. 186-190, 4월, 2009.
- [13] 육철, 서명현, 김동호, 김재식, “타 과실 혼합에 따른 국내산 캠벨 포도주의 품질개선”, 한국식품과학회지, 제39권, 제4호, pp. 390-399, 8월, 2007.
- [14] 최재수, 이지현, 양한석, “갈대의 고지혈증 개선 효과와 그 활성성분”, 한국영양식품화학학회지, 제24권, 제4호, pp. 523-529, 8월, 1995.
- [15] K. Y. Shin, G. H. Lee, C. H. Park, H. j. Kim, S. -H. Park, S. Kim, H. -S. Kim, K. -S. Lee, B. Y. Won, H. G. Lee, J. -H. Choi, Y. -H. Suh, A novel compound, maltolyl p-coumarate, attenuates cognitive deficits and shows neuroprotective effects *in vitro* and *in vivo* dementia models. Journal of Neuroscience Research, 85(11), 2500-2511, 2007.
- [16] 최진호, 김정화, 이종수, 한영실, 한상섭, “기억·학습 장애 동물모델 SAMP8에 미치는 갈대뿌리 추출물 (RRE)의 영향 [I. SAMP8의 지질대사에 미치는 갈대뿌리 추출물의 투여효과]. 한국노화학학회지, 제7권, 제3호, pp. 17-22. 9월, 1997.
- [17] G. L. Miller, "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar", Analytical Chemistry 31(3), pp. 426-428, 1959.
- [18] 인만진, 오남순, 김동청, “가수분해도가 상이한 현미 가수분해물에서 *Leuconostoc mesenteroides* KC51 균주 발효물의 특성”, 한국식품영양과학회지, 제38권, 제8호, pp. 1118-1123, 8월, 2009.
- [19] 이장은, 원유동, 김성수, 고경희, “포도품종을 달리 한 적포도주의 이화학적 성분변화 (I)”, 한국식품과학회지, 제34권, 제2호, pp. 151-156, 4월, 2002.
- [20] M. A. Amerine, E. B. Roessler, C. S. Ough, "Acids and the acid taste. I. The effect of pH and titrable acidity", American Journal of Enology and Viticulture, 16(1), 29-37, 1965.

김 동 청(Dong Chung Kim)

[정회원]



- 1990년 2월 : 연세대학교 생화학
과 (이학사)
- 1992년 8월 : 연세대학교 생화학
과 (이학석사)
- 2003년 8월 : 서울대학교 농화학
과 (농학박사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 청운대학
교 식품영양학과 조교수

<관심분야>
식품소재 및 생리활성

인 만 진(Man-Jin In)

[정회원]



- 1985년 2월 : 서울대학교 농화학
과 (농학사)
- 1987년 2월 : 서울대학교 농화학
과 (농학석사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 농화학
과 (농학박사)
- 1999년 9월 ~ 현재 : 청운대학
교 식품영양학과 부교수

<관심분야>
건강 기능성 식품 및 그 소재