

파프리카 막걸리의 생리활성 및 관능적 특성

김상희 · 박정미 · 윤향식 · 송달님 · 송인규 · 엄현주*
충청북도농업기술원

Physiological and Sensory Characteristics of *Makgeolli* with added Paprika (*Capsicum annuum* L.)

Sang Hee Kim, Jung-Mi Park, Hyang-Sik Yoon, Dal Nym Song, In Gyu Song, and Hyun-Ju Eom*
Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services

Abstract This study was carried out to investigate the effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) to the quality of *makgeolli* fermented by *nuruk* at 23°C for 6 days. The changes in pH, total acidity, ethanol content, color, antioxidant activity, total polyphenol content and sensory evaluation were determined. Our results showed that the pH decreased from 5.6-6.1 to 4.2-4.3 and the total acidity increased from 0.03-0.05% to 0.27-0.32% after 6 days in *makgeolli* fermentation. The ethanol content was 12.0-15.1% after the fermentation. There was no significant difference on antioxidant activity and total polyphenol content depending on the addition of paprika. The results of sensory evaluation revealed that the color, flavor, sweetness, bitterness, and overall acceptance of *makgeolli* with 10% paprika were markedly higher than those of the control and other samples. Taken together, our results indicate that *makgeolli* with 10% paprika had no significant effect on the physiological characteristics, however it showed the best palatability.

Keywords: *makgeolli*, paprika, alcohol fermentation, sensory evaluation

서 론

막걸리는 일명 탁주라고도 불리며, 쌀, 보리, 밀가루 또는 다양한 곡물과 누룩을 원료로 만든 우리나라 전통 발효주이다(1). 막걸리에는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 당질이 들어 있고, 소량의 비타민, 미량의 생리활성 물질 등이 들어 있어 영양적, 기능적 가치가 높을 뿐만 아니라 생효모가 함유되어 있기 때문에 다른 주류와는 다른 특이한 맛을 가지고 있으며, 가격이 저렴해 대중적인 술이라 할 수 있다(2). 그러나 시대가 급격히 변화되면서 서구화된 식습관, 위스키의 유행, 서민적인 술이 막걸리가 아니라 소주와 맥주로 인식되면서 그 소비가 급격하게 줄어들었다. 따라서 일부 영세한 주조장에서 그 명맥을 유지하고 있었으나 최근 막걸리의 영양적, 기능적 가치를 다시 인정받아 소비가 점차 증가하고 있으며 특히 한류에 대한 영향으로 일본을 비롯한 미국 등의 수출도 증대하고 있다(3). 또한 근래 전통 발효식품에 대한 관심이 높아지면서 막걸리의 신제품과 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며(4,5), 주세법의 개정으로 막걸리에 과채류의 첨가가 허용되면서 오이(2), 포도(6), 배(7), 석류즙(8) 등 지역특산 과채류가 첨가된 막걸리가 연구되고 있다.

파프리카(*Capsicum annuum* L.)는 항암, 심혈관계 질병의 감소 및 예방의 기능을 가지고 있고, carotenoids, flavonoids, 비타민 C

및 페놀화합물과 같은 다양한 파이토케미칼(phytochemical)을 많이 함유하고 있어 건강기능성 야채로 널리 소비되고 있다(9,10). 매운 맛은 거의 없으며 다양한 유리당이 존재하여 단맛이 나며 앞서 설명한 다양한 기능성이 보고되면서 최근 그 소비량도 늘고 있다. 그러나 피자, 햄버거, 샐러드용 야채로서 한정적으로 이용되고 있어 적절한 가공적성 연구는 부족한 실정이다(11). 따라서 본 연구에서는 막걸리에 대한 현대인의 다양한 요구조건을 만족시키면서 국내 농산물의 소비를 확대시킬 수 있는 소재 중 파프리카를 첨가하여 기능성과 기호성이 증가된 막걸리를 제조하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

파프리카는 대형마트에서 판매하는 주황색 파프리카를 구입하였다. 백미는 청원 생명쌀(추정미)을 구입하였으며, 당화를 위한 발효제는 한국효소주식회사의 Bio 누룩(Hwasung, Korea)을 사용하였다. 분석에 필요한 시약은 특급시약을 구입하여 사용하였다.

막걸리 담금과 시료채취

파프리카 첨가 쌀막걸리 제조는 생쌀을 세척하여 2시간 수침 후 체에 담아 1시간 동안 물을 뺀 다음 고두밥(1시간 증자)을 제조한 뒤 30분 정도 식힌다. 생쌀 무게를 기준으로 누룩은 2%, 효모는 0.8%를 각각 정량한 후 따뜻한 물을 100 mL 첨가하여 30분 정도 방치해서 활성화시켰다. 주황색 파프리카는 세척한 후 착즙기를 이용하여 즙을 짜서 100°C의 열수에서 1시간 추출하여 냉동보관 하였다. 알코올로 깨끗이 소독한 10 L 술병에 충분히 식힌 고두밥을 넣은 후 전처리한 효모와 누룩을 넣고, 물은 쌀

*Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon, Chungbuk 363-883, Korea
Tel: 82-43-220-5693
Fax: 82-43-220-5679
E-mail: hyunjueom@korea.kr
Received June 3, 2013; revised July 23, 2013;
accepted August 12, 2013

양의 150%를 넣고 잘 저어주었다. 끓어오름을 방지하기 위하여 비닐로 밀봉한 발효용기의 윗부분을 소량 열어 두고 25°C에서 2 일간 발효시켰다. 발효 3일째에 전처리 한 파프리카즙을 생쌀량의 5, 10 그리고 15%를 혼합하여 3일 더 발효하였고, 파프리카를 첨가하지 않은 실험구는 대조구로 사용하였다. 파프리카를 첨가한 막걸리의 발효과정 중 이화학적, 생리활성 실험은 8,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 여과하여 시료로 사용하였고, 관능평가는 여과하지 않은 완성된 막걸리를 사용하였다.

pH 및 총산

발효과정 중의 술덧을 24시간 간격으로 채취하여 pH는 pH meter (Sartorius, Goettingen, Germany)를 이용하여 측정하였고, 총산은 시료 10 mL를 0.1 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 mL 수와 acetic acid에 해당하는 유기산 계수를 이용하여 총산으로 환산하여 나타내었다.

알코올(에탄올) 농도

알코올 농도는 국제정주류분석법(12)의 증류법에 의해 측정하였다. 1 L 삼각플라스크에 시료 100 mL와 증류수 100 mL를 넣고 증류시킨 후 증류액이 80 mL가 되게 100 mL graduated cylinder에 채취하였다. 그 뒤에 증류수를 20 mL 넣어 전량을 100 mL로 하고 15°C가 되면 주정계를 넣어 알코올을 정량하였다.

생리활성 분석

항산화능은 전자공여능으로 측정하였으며 여과한 시료 0.2 mL에 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 10분 방치 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 대조구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다(13). 총 폴리페놀함량 측정은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 추출물 0.1 mL에 증류수 8.4 mL와 2N Folin-Ciocalteu's 시약(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 넣고 20%의 Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 1시간 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질인 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다(14).

색도측정

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하여 3회 측정값의 평균값으로 나타내어 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)를 비교하였다.

관능검사 및 통계분석

관능검사는 충북농업기술원 식품개발팀의 8명의 연구원을 대상으로 막걸리의 색, 향, 단맛, 신맛, 쓴맛, 전반적인 기호도를 1점에서 9점까지 9단계 기호도 척도법으로 실시하였다. 시험결과는 통계 package window용 SAS rel. 6.12를 사용하여 분산분석하였으며, 시료간 차이의 유무는 Duncan's multiple range test를 사용하여 비교·분석하였다(15).

결과 및 고찰

파프리카 첨가 막걸리의 최종 배합결정 배경

다양한 색깔의 파프리카 중 노란색 파프리카를 막걸리에 첨가한 경우 막걸리 색의 변화가 크지 않고, 빨간색 파프리카는 햇빛으로 보이며, 초록색 막걸리는 식미를 떨어뜨려 결국 관능평가에서 가장 우수한 주황색 파프리카를 최종 선정하였다. 또 다른 사

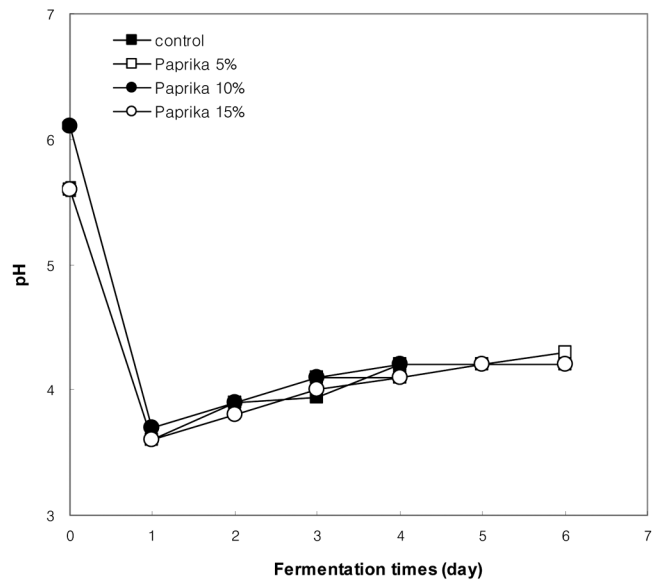


Fig. 1. Changes in pH of paprika makgeolli during fermentation for 6 days. Symbols; -■-: control, -□-: makgeolli added with 5% paprika, -●-: makgeolli added with 10% paprika, -○-: makgeolli added with 15% paprika

전실험으로 파프리카를 생즙으로 첨가할 경우 막걸리의 풍미가 좋지 않고 야채의 풋내가 강하며 낮은 기호도로 인해, 다양한 사 전실험을 거쳐 파프리카를 즙을 내어 1시간 가열한 뒤 막걸리 제조 시 첨가하게 되었다. 마지막으로 발효 3일째에 파프리카 즙을 첨가할 경우 색이나 막걸리의 품질을 가장 적게 떨어뜨려 최종적으로 주황색 파프리카를 1시간 가열하여 발효 3일째 첨가한 막걸리를 제조하게 되었다(data not shown).

pH와 총산의 변화

파프리카 막걸리의 품질특성을 분석한 결과 pH (Fig. 1)는 초기 5.6-6.1에서 발효 1일째 3.6-3.7로 급격히 감소하였고 발효 2 일째부터 발효 마지막 날까지 완만히 증가하여 4.2-4.3이 되었으며, 파프리카 첨가에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 오이를 첨가한 막걸리(2)와 자색 고구마 첨가 막걸리(1)등 다양한 막걸리 논문에서의 보고와 유사하였다. 이런 완만한 pH의 증가 이유에 대해 기전 보고(16,17)에서는 발효가 진행함에 따라 생성된 유기산과 알코올이 반응하여 ester와 같은 향 형성에 이용되어 pH가 증가된 것으로 보인다고 보고하였고, So와 Lee(18)는 유기산함량의 감소가 아니라 단백질 분해로 인한 아미노산과 펩타이드의 완충작용에 의한 것일 가능성도 있다고 보고하였다. 하지만 모든 선행결과는 가능성일 뿐이므로 정확한 메커니즘을 설명하기엔 부족한 것으로 생각된다. 보다 정밀한 데이터분석을 위해서는 아미노산, 펩타이드 및 향기성분의 분석이 필요할 것으로 생각된다. 파프리카 막걸리의 총산(Fig. 2)은 초기에 0.03-0.05%에서 발효가 진행되면서 증가되어 발효기간이 경과함에 따라 증가도가 완만해졌으며 발효완료 후 0.27-0.32%를 나타내었다. 이와 같은 결과는 포도 첨가 막걸리(6), 오이 첨가 막걸리(2) 논문에서의 보고와 유사하여 발효 약 6일 동안 0.3-0.4% 총산함량을 나타내었다. 그러나 블루베리 막걸리(19), 유자즙(20), 자색고구마(1)에서는 최대 1% 총산이 생성되어 논문마다 다양한 총산의 결과를 보여주었다. 비록 발효제의 차이, 원료 성분의 차이 등 다양한 원인에 의하여 총산의 함량은 차이가 날수 있으나 너무 과

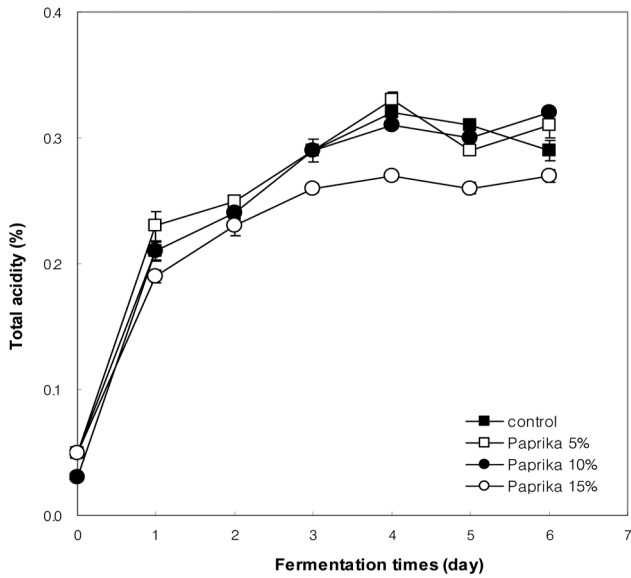


Fig. 2. Changes in total acidity of paprika *makgeolli* during fermentation for 6 days. Symbols; -■-: control, -□-: *makgeolli* added with 5% paprika, -●-: *makgeolli* added with 10% paprika, -○-: *makgeolli* added with 15% paprika

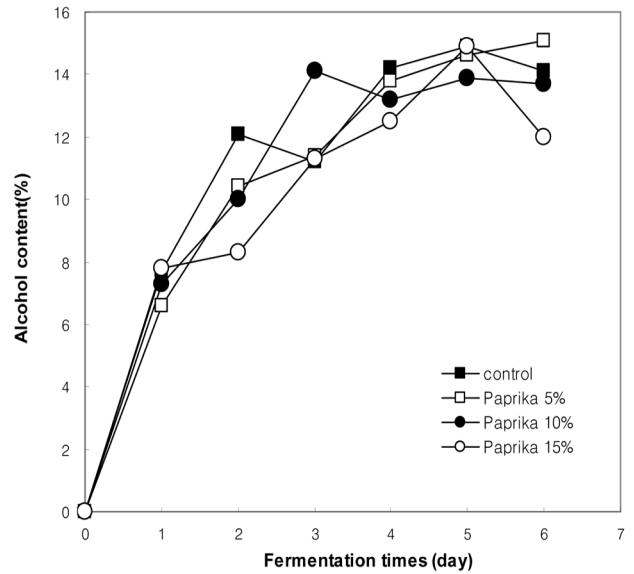


Fig. 3. Changes in alcohol content of paprika *makgeolli* during fermentation for 6 days. Symbols; -■-: control, -□-: *makgeolli* added with 5% paprika, -●-: *makgeolli* added with 10% paprika, -○-: *makgeolli* added with 15% paprika

한 총산은 산패로 간주될 수 있으므로 과발효가 되기 전에 발효를 중단하는 것이 좋다고 한다(21).

에탄올 농도

다양한 농도의 파프리카 즙을 첨가한 막걸리의 발효과정 중 에탄올 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 3와 같다. 발효 첫날부터 모든 실험구에서 급격히 증가하여 발효 6일째에는 15% 파프리카를 첨가한 시료는 약 12%, 5% 파프리카를 첨가한 경우는 약 15%로 평균적으로 약 14% 함량의 에탄올 농도를 나타내었다. 기존의 석류(8), 포도(6)등과 같은 과일을 첨가한 막걸리나 자색고구마 첨가 막걸리(1) 등 곡물을 첨가한 다양한 막걸리에서 발효 6-10일째는 평균 14%의 에탄올 함량을 나타냈다. 에탄올 함량은 술의 보존성과 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 본 연구에

서 파프리카의 함량을 달리한 막걸리 제조 시 생성된 에탄올 함량은 파프리카 첨가량과는 연관성이 없었다.

생리활성 변화

파프리카를 첨가한 막걸리의 생리활성을 분석한 결과는 Table 1과 2와 같다. 생리활성 분석 결과, 항산화성은 발효초기 0.1-5.9%에서 발효 완료 후 28.2-41.5%로 증가하였으며 파프리카 즙 첨가량에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다. 총 폴리페놀 함량은 초기에 9.6-12.5 mg%에서 발효 5일째 파프리카 10, 15% 첨가 처리구는 각각 65.1, 69.2 mg%로 대조구 55.2 mg%에 비해 높은 값을 나타내었다. 그러나 항산화성 및 총 폴리페놀 함량은 대조구에서도 발효가 진행되면서 꾸준히 증가하였고, 파프리카 첨가에 의한 처리간 일정한 경향은 보이지 않았다. 이는 Kim 등(3)

Table 1. Changes in DPPH radical scavenging activity of paprika *makgeolli* during fermentation (Unit: %)

Samples	Fermentation days						
	0	1	2	3	4	5	6
Control	0.1±2.33 ^{a1)}	10.1±2.74 ^a	26.3±1.97 ^a	34.7±1.61 ^a	33.7±4.94 ^a	31.4±1.69 ^b	30.1±6.27 ^b
Paprika 5%	3.0±4.29 ^a	5.1±6.90 ^a	12.3±2.70 ^b	22.0±5.96 ^b	26.9±3.52 ^a	46.5±3.38 ^a	41.5±3.29 ^a
Paprika 10%	5.9±5.91 ^a	9.2±2.52 ^a	12.7±6.13 ^b	25.3±4.92 ^b	27.5±3.62 ^a	31.9±6.09 ^b	28.2±5.99 ^c
Paprika 15%	0.8±8.12 ^a	1.4±4.56 ^a	14.9±6.25 ^b	21.5±4.84 ^b	20.9±2.26 ^a	36.0±10.50 ^b	36.5±3.20 ^b

¹⁾Means with different letters within a column are significantly different.

Table 2. Changes in total polyphenol content of paprika *makgeolli* during fermentation (Unit: mg%)

Samples	Fermentation days						
	0	1	2	3	4	5	6
Control	12.5±0.23 ^a	29.5±3.23 ^a	37.7±0.46 ^b	44.9±1.40 ^a	44.9±1.40 ^b	54.1±0.61 ^{bc}	59.5±1.92 ^b
Paprika 5%	9.6±0.20 ^b	27.4±2.31 ^a	42.3±3.93 ^a	42.7±2.50 ^{ab}	51.9±1.72 ^a	61.7±1.63 ^a	64.3±2.30 ^a
Paprika 10%	11.0±0.92 ^a	26.4±2.78 ^a	35.4±0.80 ^b	40.7±0.50 ^b	41.1±0.76 ^c	52.8±1.31 ^c	57.8±2.99 ^{bc}
Paprika 15%	10.9±0.50 ^a	23.9±0.23 ^b	34.4±1.44 ^b	41.0±0.20 ^b	45.1±0.81 ^b	55.9±0.76 ^b	56.0±0.53 ^c

¹⁾Means with different letters within a column are significantly different.

Table 3. Color values of paprika makgeolli

	L	a	b
Control	56.1±0.02 ^a	-1.9±0.04 ^d	1.8±0.02 ^d
Paprika 5%	55.1±0.03 ^b	-0.1±0.03 ^c	4.6±0.04 ^c
Paprika 10%	50.6±0.05 ^c	1.1±0.01 ^b	5.1±0.01 ^b
Paprika 15%	48.6±0.03 ^d	2.2±0.02 ^a	8.0±0.03 ^a

¹⁾Means with different letters within a column are significantly different.

이 보고한 막걸리에서도 쌀첨가량에 최대 60%까지 흑미를 첨가한 경우에도 DPPH 라디칼 소거능은 증가하였지만 환원력에서는 큰 차이가 없었다.

색도

파프리카를 농도별로 첨가한 막걸리의 발효 6일째 색도를 측정하였다(Table 3). 막걸리의 색도는 파프리카즙 첨가량이 증가할수록 명도(L)가 낮게 나타났고, 적색도(a)와 황색도(b)는 증가하는 경향이였다. 이는 주황색 파프리카를 사용하여 막걸리를 제조하였으므로 파프리카의 수용성 색소성분이 발효과정 중 추출되었고 이에 따라 파프리카의 함량이 높을수록 적색도와 황색도가 증가한 것으로 보인다.

파프리카를 첨가한 막걸리의 관능검사

파프리카를 첨가한 막걸리의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 색의 경우 파프리카의 색소 성분이 발효과정 중 용출되어 주황색 빛깔을 나타내어 대조구에 비하여 모든 첨가구에서 높은 기호도를 나타내었고, 15% 파프리카를 첨가한 시료를 제외하고는 향, 단맛, 신맛에서도 파프리카 첨가 막걸리가 높은 기호도를 나타냈다. 따라서 관능검사 결과 색, 향, 전반적인 기호도는 10% 파프리카 즙을 첨가한 처리가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 토대로 막걸리를 제조 시 첨가하는 파프리카즙의 적정량은 10%가 가장 적합하다고 판단된다. 기존에 보고된 포도를 첨가한 막걸리(6)나 블루베리 첨가 막걸리(19)의 경우도 첨가하지 않은 대조구에 비해 색을 비롯한 맛, 향, 그리고 전반적인 기호도가 모두 낮게 평가되었으며, 유자즙(20)과 석류즙(8)을 첨가한 막걸리에 경우도 전반적인 기호도가 크게 증가하지 않았다. 본 연구에서 파프리카를 첨가하지 않은 대조구에 비해 첨가구가 월등히 높은 기호도 점수를 받았다.

관능검사 시 제한된 인원으로 본 관능평가를 실시한 한계점은 존재하지만, 새로운 것을 좋아하는 현대인이나 이색적이고 시각적인 것을 추구하는 젊은 여성층의 요구조건에 부합할 수 있을 것이라 기대되며 보다 정밀한 결과를 위해서는 대규모의 기호도 조사가 요구된다. 아울러 본 연구에 첨가한 주황색 파프리카는 시판되는 것을 사용하였으나 실제로 주조장에서는 비상품과를 사용하여 제조하여도 맛에는 전혀 상관이 없으므로 이는 상품의 질에는 전혀 상관없는 비상품과를 재사용하여 농가의 소득에도 이바지할 수 있을 것이라 기대된다.

Table 4. Sensory evaluation of paprika makgeolli

Samples	Color	Flavor	Sweetness	Sourness	Bitterness	Overall acceptance
Control	5.00±0.00 ^{b1)}	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^c
Paprika 5%	7.00±0.59 ^a	6.50±0.51 ^a	6.17±1.28 ^b	6.67±0.97 ^a	4.83±1.38 ^b	6.50±0.79 ^b
Paprika 10%	7.17±1.62 ^a	7.00±1.19 ^a	6.67±0.77 ^a	6.33±0.84 ^a	6.00±0.84 ^c	7.67±1.14 ^c
Paprika 15%	6.33±2.50 ^a	5.67±1.64 ^b	5.17±0.71 ^c	4.83±0.82 ^b	4.83±1.72 ^b	4.00±1.33 ^d

¹⁾Means with different letters within a column are significantly different

요 약

본 연구는 파프리카를 첨가하여 제조한 막걸리의 적절한 파프리카즙 첨가량을 확정하기 위하여 파프리카즙을 첨가량 5, 10 그리고 15%씩을 첨가하여 막걸리를 제조하여 발효과정 중 이화학적, 생리활성 및 관능적인 특성을 조사하였다. pH는 초기에 급격히 감소한 후 점차 유지되었으며, 처리간에 유의차는 없었고, 막걸리의 총산은 초기에는 급격히 증가하다가 발효기간이 경과함에 따라 증가도가 완만해졌으며, 15%의 파프리카 즙을 첨가한 처리의 산도가 다른 처리구들에 비해 낮은 경향을 나타냈다. 막걸리의 에탄올 함량은 발효기간이 경과하면서 증가하였으나, 처리간에 유의차는 없었다. 생리활성 분석 결과, 총 폴리페놀 함량은 초기에 9.6-12.5 mg%에서 발효 5일째 파프리카 10, 15% 첨가 처리는 각각 65.1, 69.2 mg%로 대조구 55.2 mg%에 비하여 18-25% 증가하는 경향이었고, 항산화성은 파프리카 즙 첨가량에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다. 막걸리의 색도는 파프리카즙을 첨가할수록 명도가 낮게 나타났고, 적색도와 황색도는 증가하는 경향이었고, 관능검사 결과 색, 향, 전반적인 기호도에서 10%의 파프리카를 즙을 첨가한 처리가 가장 높은 결과를 나타내었다. 본 연구를 통하여 생식으로만 현재 사용하고 있는 파프리카의 활용방안 중 한 대안을 제시했다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ907186)의 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK, Cho KM. Quality characteristics and antioxidant effects during *makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *nuruk*. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 728-735 (2012)
2. Kim SY, Kim EK, Yoon SJ, Jo NG, Jung SK, Kwon SH, Chang YH, Jeong YH. Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 223-228 (2011)
3. Kim OS, Park SS, Sung JM. Antioxidant activity and fermentation characteristics of traditional black rice wine. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 1693-1700 (2012)
4. Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *makgeolli*. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 206-212 (2011)
5. Shin MO, Kang DY, Kim MH, Bae SJ. Effect of growth inhibition and quinine reductase activity stimulation of *makgeolli* fractions in various cancer cells. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 288-293 (2008)
6. Kim GW, Lee JH, Lee SA, Shim JY. Brewing characteristics of grape-*makgeolli*. Food Eng. Prog. 16: 263-269 (2012)
7. Lee DH, Kim JH, Lee JS. Effect of pears on the quality and

- physiological functionality of *makgeolli*. Korean J. Food Nutr. 22: 606-611 (2009)
8. Kim BH, Eun BJ. Physicochemical and sensory characteristics of *makgeolli* with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 417-421 (2012)
 9. Park J, Kim S, Moon BK. Changes in carotenoids, ascorbic acids, and quality characteristics by the pickling of paprika (*Cap-sicum Annuum* L.) cultivated in Korea. J. Food Sci. 76: C1075-C1080 (2011)
 10. Kim JS, Ahn J, Ha TY, Rhee HC, Kim S. Comparison of phytochemical and antioxidant activities in different color stages and varieties of paprika harvested in Korea. J. Food Sci. Technol. 43: 564-569 (2011)
 11. Cho MS, Lee JS, Hong JS. Quality characteristics of *sulgidduk* with paprika. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 333-339 (2008)
 12. NTSTSI. Alcoholic liquors analytical rule: National tax service technical service instructions. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp. 37-38 (1999)
 13. Bloid MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200 (1958)
 14. Amerine MA, Ough CS. Methods for analysis of musts and wines. Wiley & Sons, New York, NY, USA. pp. 176-180 (1980)
 15. SAS Institute, Inc. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA (1998)
 16. Jin TY, Kim ES, Eun JB, Wang MH. Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *yakju* prepared with different amount of red yeast rice. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 309-314 (2007)
 17. Choi JH, Jeon JA, Jung ST, Park JH, Park SY, Lee CH, Kim TJ, Choi HS, Yeo SH. Quality characteristics of *seoktanju* fermented by using different commercial *nuruks*. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 39: 56-62 (2011)
 18. So MH, Lee JW. *Takju* brewing by combined use of *Rhizopus japonicus-nuruk* and *Aspergillus oryzae-nuruk*. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 157-162 (1996)
 19. Jeon MH, Lee WJ. Characteristics of blueberry added *makgeolli*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 444-449 (2011)
 20. Yang HS, Eun JB. Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*makgeolli*) added with Citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 603-610 (2011)
 21. Kim GW, Kim JH, Noh BS, Ahn BH, Yeo SH, Cho HC. *Makgeolli* and *Yakju*: Science and Application. Soohaksa, Seoul, Korea. pp. 226-232 (2012)