

다양한 고구마를 이용하여 제조한 막걸리의 최적화

천지은 · 백무열 · 최성원* · 김창남** · †김병용

경희대학교 생명자원과학연구원 및 식품생명공학과, *오산대학교 호텔조리계열,
**혜전대학교 호텔제과제빵과

Optimization of *Makgeolli* Manufacture Using Several Sweet Potatoes

Ji-Eun Cheon, Moo-Yeol Baik, Sung-Won Choi*, Chang-Nam Kim** and †Byung-Yong Kim

Dept. of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin 449-701, Korea

*Dept. of Food and Culinary Arts, Osan University, Osan 447-749, Korea

**Dept. of Hotel Baking Technology, Hyejeon University, Hongsung 350-702, Korea

Abstract

The objective of this study was to manufacture three kinds of domestic sweet potato *Makgeolli* using a mixture design and an optimization technique. The effects of four different manufacture methods, such as simultaneous saccharification and fermentation (SSF) with or without malt and separate hydrolysis and fermentation (SHF) with or without malt were determined. The SSF methods of *Makgeolli* produced higher alcohol content than that of SHF methods. The sensory score was not influenced by different making methods. Fourteen experimental points were selected, and rice (10~50%), sweet potato (10~50%) and water (40~60%) were chosen as independent variables. The measured responses were sensory preference, total polyphenol content, and DPPH radical scavenging activities. The ratio of the optimum sweet potato *Makgeolli* mixture formulation was developed as 15.11 (rice): 44.89 (sweet potato): 40 (water) using the optimization technique. The desirability of the optimum mixture formulation was 0.839. Yellow sweet potato *Makgeolli* using the optimum mixture formulation produced higher soluble sugar content compared to others. Regular sweet potato *Makgeolli* produced higher pH. The purple sweet potato *Makgeolli*'s total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity were measured to be the highest at 771.91±1.42 mg GAE/ℓ, 131.55±4.03%.

Key words: sweet potato, *Makgeolli*, alcohol fermentation, DPPH, mixture design

서 론

막걸리는 일반적으로 자연상태의 곰팡이, 효모 및 세균을 이용하여 제조한 누룩을 발효에 필요한 효소 및 미생물 원료로 사용하여 제조한 것으로 전분질의 원료를 병행복 발효 양식으로 알코올 발효시킨 술덧을 혼탁하게 제성한 2~8%의 알코올 함량을 갖는 우리나라의 전통주이다(Kim 등 2008). 알코올 발효가 진행되는 동안 원료에 함유되어 있는 다양한 물질들이 막걸리 내로 함유되어 원료에 따라 다양한 풍미를

갖는 막걸리 제조가 가능하다. 최근에는 다양한 원료를 이용하여 제조한 막걸리의 이화학적 특성 및 관능적 특성을 평가하는 연구와 이의 기능성을 조사하는 연구가 활발하게 진행되고 있다(Jeon & Lee 2011).

고구마는 척박한 땅에서도 잘 자라며, 단위 면적당 수확량이 많아 우수한 탄수화물 공급원으로 사용되고 있다(Oh & Hong 2008). 또한, 고구마에는 다양한 폐놀성 물질로 인한 항산화, 향미생물, 항암성, 항돌연변이 등의 생리활성과 독특한 풍미와 다양한 색상을 가지고 있다(Lee 등 2012; Woo 등 2012).

† Corresponding author: Byung-Yong Kim, Dept. of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin 449-701, Korea. Tel: +82-31-201-2627; Fax: +82-31-202-0540, E-mail: bykim@khu.ac.kr

고구마는 식용, 전분과 주정 생산 원료로 이용하고 있으나, 식용으로서는 대부분 찌거나 군고구마, 튀김 등으로만 소비되고 있으며, 가공식품 원료로의 소비는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 실험은 동시당화발효법, 분리당화발효법, 엿기름의 첨가 유무에 따른 고구마 막걸리의 최적 제조법을 선정하고, 고구마 막걸리의 선호도, 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 mixture design을 통해 최적 배합비를 구하고자 하였고, 여러 고구마들을 이용하여 제조한 고구마 막걸리의 취약점과 개선 방향을 모색하여 고품질의 고구마 막걸리를 개발하는데 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

본 실험에는 경기도 여주에서 2010년에 수확된 고구마, 호박고구마, 자색고구마를 이용하였으며, 총 폴리페놀 함량 측정, DPPH 라디칼 소거능 측정을 위해 사용된 gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, DPPH reagent, L-ascorbic acid는 Sigma (St. Louis, MO, USA)에서 구하여 사용하였다. 막걸리 발효효모는 활성건조효모(Saf-instant, S.L.L Lesaffre, France)를 사용하였으며, 누룩은 개량 누룩(Songhak Gokja, Gwangju, Korea)을 사용하였다.

2. 고구마 막걸리의 제조법 확립

동시당화발효법(Simultaneous saccharification and fermentation, SSF)을 이용하여 쌀, 고구마 각 1 kg을 증자 후, 효모 16 g, 누룩 40 g, 물 2.9 l 를 혼합하여 25°C에서 7일간 알코올 발효를 진행하였다. 알코올 발효가 끝난 후, 소청을 이용하여 주박을 여과 후, 4°C에서 냉장 보관하였다. 분리당화발효법(separate hydrolysis and fermentation, SHF)은 쌀 1 kg을 증자 후, 효모 16 g, 누룩 20 g, 물 1.5 l 를 혼합하여 25°C에서 24시간 1차 당화를 진행시켰다. 이후, 고구마 1 kg을 증자 후, 누룩 20 g 과 물 0.4 l 를 혼합하여 25°C에서 7일간 알코올 발효를 진행하였다. 알코올 발효가 끝난 후, 소청을 이용하여 주박을 여과 후, 4°C에서 냉장 보관하였다. 엿기름은 당화단계 전에 혼합하여 효소분해과정을 진행하였다.

3. pH, 총 산도, 당도 및 알코올 함량 측정

pH meter(Orion 710 A+, Thermo Fisher Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 pH를 측정하였고, 1% phenolphthalein 지시약을 한 두 방울 떨어뜨리고 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 되는 분홍빛으로 발색하는 점까지 적정하여 그 소비 ml 양을 초산으로 환산 후 총 산도를 구하였다.

당도는 상온에서 Refractometer(Model N-1a, ATAGO, Tokyo,

Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 시료 100 ml를 알코올 증류 냉각장치(Friedrich-CD1160, Hwasung, Korea)를 이용하여 증류, 냉각하여 80 ml 이상 되게 수증기 증류하여 증류액을 100 ml 정용한 후 주정계로 측정하였고, Gay-Lussac 주정 환산표에서 15°C 온도로 보정하였다.

4. Total Polyphenol 함량 측정

Total phenol 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(Oh & Park 2012). 30배 희석한 시료 0.2 ml에 증류수 2.6 ml를 가하고, Folin-Ciocalteu를 0.2 ml 가하여 섞은 후 6분간 방치하였다. 이 용액에 7% Na₂CO₃ 2 ml를 첨가한 후, 90분 후에 Spectrophotometer(DU 730, Beckman, Barnstead, NH, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세 번 반복한 측정값은 garlic acid 검량선을 이용하여 phenolic content mg GAE/l 로 환산하였다.

5. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 측정은 Kim 등(2011)의 방법을 이용하여 측정하였다. DPPH 용액 7.9 mg을 80% methanol 200 ml에 넣고 20분 동안 빛이 들어가지 않게 하고 교반하였다. 그 후 갈색 유리병에 시료 50 μ l와 DPPH 용액 2.95 ml를 넣고 충분히 섞어준 후, 30분간 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도의 감소폭을 측정하였다. 이 때 대조군은 증류수를 넣어 이용하였으며, DPPH radical scavenging activity 값은 vitamin C의 DPPH 라디칼 소거능과 비교하여 %로 표현하였다.

6. 관능 평가 및 통계적 처리

관능 평가는 15명의 전문 패널이 실시하였으며, 각 패널마다 15 ml의 샘플을 제공한 후 9점 채점법에 따라(1-매우 싫음~9-아주 좋음) 향과 맛의 선호도를 평가하였다(Lee 등 2009). 관능평가의 통계처리는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences v20.0, Chicago, IL, USA) program을 이용하여 분석하였으며, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차를 검증하였다.

7. 배합비의 최적화

최적 배합비 조건을 결정하기 위한 실험 계획 및 최적화를 위해 Design expert 7(Stat-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)을 이용하였다. D-Optimal design을 통해 14개의 실험점과 3개의 반복점을 설정하였으며, constraint 값으로는 알코올 함량, 총 폴리페놀 함량, 기호도로 정하였다. 고구마, 쌀, 물의 함량은 100% 내에서 각 고구마 10~50%, 쌀 10~50%, 물 40~60%

로 정하고, 각 조성에 따른 실험군을 디자인하였다. 각 조성에 따른 성분들의 반응을 보기 위하여 trace plot을 이용하였다. 최적화는 canonical 모형의 수치 최적화를 통하여 성분비를 선정하고, 그때의 점을 예측하였다. 수치 최적화는 canonic 모형을 근간으로 하는 모형의 수에 각 반응에 대한 목표(goal area)를 설정하고, contour plot에 의해 desirability를 예측하였다.

결과 및 고찰

1. 여러 제조 공정에 따른 고구마 막걸리의 특징 및 관능 평가

엿기름을 첨가하여 동시당화발효(SSF)로 제조한 고구마 막걸리의 당도는 6.3°Brix로 제일 낮았고, 엿기름을 첨가하지 않은 분리당화발효(SHF)로 제조한 막걸리의 경우 당도가 8.5°Brix로 가장 높았다(Table 1). 그러나 SSF로 제조한 고구마 막걸리의 알코올 함량이 13.4%로 가장 높았으며, SHF로 제조한 막걸리의 알코올 함량이 11.4%로 가장 낮았다. SSF고구마 막걸리와 SHF 고구마 막걸리를 비교하였을 때, 동시당화발효 고구마 막걸리의 알코올 함량이 일반적으로 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 엿기름 내의 amylase에 의하여 전분이 당화되어 glucose, maltose 등이 생성되어 초기 당도와 알코올 생성에 영향을 받기 때문으로 여겨진다(Kim JS 2012). 고구마와 쌀을 혼합하여 네 가지 방법으로 제조한 막걸리의 관능평가 결과, 향 선호도에서는 제조방법에 따른 막걸리의 향 선호도는 무관한 것으로 나타났다. 맛 선호도에 있어서는 동시당화발효 시 엿기름을 첨가하여 제조한 고구마의 막걸리의 선호도가 4.8로 가장 높게 나타난 반면, 2단식 당화발효로 제조한 막걸리의 경우 4.1로 맛 선호도에 있어서 가장 좋

Table 1. Effect of different manufacturing method on characteristics of sweet potato and rice *Makgeolli*

Sample ¹⁾	Characteristics		Sensory test	
	Soluble sugar (°Brix)	Alcohol content (%)	Aroma	Taste
SSF	6.5 ^{b2)}	13.0 ^c	5.7±0.8 ^a	4.6±1.2 ^b
SSFM	6.3 ^a	13.4 ^d	5.4±0.6 ^a	4.8±0.6 ^b
SHF	8.5 ^d	11.4 ^a	5.9±1.0 ^a	4.1±0.9 ^a
SHFM	7.0 ^c	12.4 ^b	5.3±1.2 ^a	4.5±0.6 ^{ab}

¹⁾ SSF: *Makgeolli* using simultaneous saccharification and fermentation method without malt, SSFM: *Makgeolli* using simultaneous saccharification and fermentation method with malt, SHF: *Makgeolli* using separate hydrolysis and fermentation method without malt, SHFM: *Makgeolli* using separate hydrolysis and fermentation method with malt. ²⁾ Values are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

지 않은 평가를 받았다.

2. Mixture Design Program을 이용한 고구마 막걸리의 모델화 및 최적화

쌀, 고구마, 물의 혼합제한 범위를 각각 10~50, 10~50, 40~60%(w/w)로 설정하고 세 가지 첨가물의 총 함량이 100%가 되도록 하였으며, 그 범위들을 modified distance design에 적용하여 혼합물 내 실험점을 설정하였다. 총 14개의 실험점 중, 6개의 실험점과 lack of fit의 계산을 위한 5개의 실험점, 3개의 반복점이 설정되었다(Table 2). 혼합 디자인을 통하여 선호도, 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 3가지의 반응값을 설정하였다. 각 배합비에 따라 만들어진 고구마 막걸리의 선호도는 4.60~6.42, 총 폴리페놀 함량은 248.76~443.78 mg GAE/ℓ, DPPH 라디칼 소거능은 18.75~42.72%의 범위를 보여주었다.

혼합물 내의 각 성분이 미치는 영향을 알아보기 위해 설정도나 반응별로 모델링화하였고, 분석은 모델에 의한 *F*-test를 통하여 유의성 검사를 실시하였다(Table 3). 배합비에 따른 선호도, 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능은 통계적으로 분석하여, 모든 반응값에 대한 적합한 모델은 비선형 상태인 cubic model로 확인되었다. 순수오차와 잉여오차의 비교에 의한 lack of fit test는 선호도, 총 폴리페놀 함량, DPPH 라

Table 2. Quality characteristics of *Makgeolli* produced with rice, sweet potato, and water using a modified distance design

Run	Factor			Response		
	Rice (%)	Sweet potato (%)	Water (%)	Pre-ference	Total polyphenol contents (mg GAE/ℓ)	DPPH radical scavenging activity(%)
1	49.99	10.00	40.01	4.97	248.76	18.76
2	10.00	40.14	49.86	4.90	416.33	37.98
3	29.38	20.02	50.60	5.35	339.00	25.79
4	39.75	12.35	47.90	5.11	261.89	20.86
5	29.40	10.60	60.00	4.60	253.84	20.56
6	10.35	29.65	60.00	5.82	349.67	28.84
7	29.40	10.60	60.00	4.70	270.54	20.54
8	49.99	10.00	40.01	5.10	249.33	18.86
9	10.00	50.00	40.00	5.23	440.78	42.62
10	22.37	37.63	40.00	6.14	390.89	32.40
11	36.66	23.34	40.00	4.80	348.27	28.53
12	19.84	30.16	50.00	6.42	387.44	30.18
13	20.03	19.97	60.00	5.23	336.33	23.80
14	10.00	50.00	40.00	5.21	443.78	42.70

Table 3. Analysis of selected models and regression of polynomial equation for 3 responses

Response	Model	Prob>F	Prob>F (Lack of fit tests)	Equation in term of pseudo component ¹⁾
Preference	Cubic	0.1051	0.0029	$5.04A+5.18B-8.41C+1.66AB+24.91AC+29.14BC-24.05ABC-9.9AB(A-B)-10.57AC(A-C)-22.51BC(B-C)$
Total polyphenol content	Cubic	0.0519	0.0856	$249.11A+442.43B+230C+100.88AB+62.41AC+54.26BC+769.74ABC+169.06AB(A-B)-256.44AC(A-C)+164.53BC(B-C)$
DPPH radical scavenging activity	Cubic	0.005	0.1573	$18.83A+42.63B-176.86C-11.50AB+413AC+371.81BC-502.32ABC+3.42AB(A-B)-265.4AC(A-C)-227.45BC(B-C)$

¹⁾ A: rice, B: sweet potato, C: water.

디칼 소거능은 각각 0.0029, 0.8056, 0.1573의 probability 값을 가져 모델에 대한 적합성을 확인하였다. 특히 예측된 canonical 식에서 결정된 계수들은 각 고구마 막걸리에 의한 효과가 반응에 미치는 영향을 수치로 보여주고 있는 것으로 혼합 성분들 간의 상호작용 효과를 볼 수 있었다.

Model의 probability에 근거하여 cubic trace plots이 선정되었는데, trace plot은 각 재료의 비율에 따른 고구마 막걸리의 특성을 나타내어준다(Fig. 1). 선호도에서는 쌀(A-A)의 함량이 높아질수록 선호도가 감소하였으며, 고구마(B-B)의 함량이 높아질수록 선호도가 높아졌다. 또한, 물(C-C)의 함량이 높아질수록 선호도가 높아졌으나, 함량이 너무 높아지면 오히려 선호도가 떨어지는 경향을 보였다. Son 등(2011)은 초기에 첨가하는 물의 양이 적을수록 전분이 조금만 당화되어도 물의 양이 적어 당도가 급격하게 증가하여 효모의 가수분해 속도를 늦춰 알코올과 유기산 등의 생성이 적어져 관능평가에서 낮은 점수를 얻는다고 하였다. 총 폴리페놀 함량에 대한 trace plot을 분석한 결과, 쌀(A-A), 물(C-C)의 함량이 높아질수록 총 폴리페놀의 함량이 감소하였다. 반면에 고구마(B-B)의 함량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하였다. DPPH 라디칼 소거능에서는 쌀(A-A)의 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 감소하였으며, 고구마(B-B)의 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였다. 물(C-C)의 함량은 DPPH 라디칼 소거능에 부정적인 영향을 나타내었다. 이는 자색고구마를 이용하여 다식을 제조하였을 때 고구마의 함량이 총 폴리페놀 함량에 영향을 준다는 결과와 유사하였다(Jang & Chung 2009).

고구마 막걸리의 최적 배합비는 canonical 계수를 이용하여 목적 성분을 쌀, 고구마, 물로 하고, 반응값은 선호도, 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능으로 결정하였다. 반응의 범위는 모두 최대로 예측하였으며, 이를 Table 4에 나타내었다. 이것을 만족하는 최적 수치점을 예측한 결과, 쌀 15.11%, 고구마 44.89%, 물 40% 이었다. 이 혼합비에 대한 예측 반응치는 기호도 6.17, 총 폴리페놀 함량 414.94 mg GAE/ℓ, DPPH 전자 소거능 38.02%으로 계산되었다. 이러한 최적화 방법은

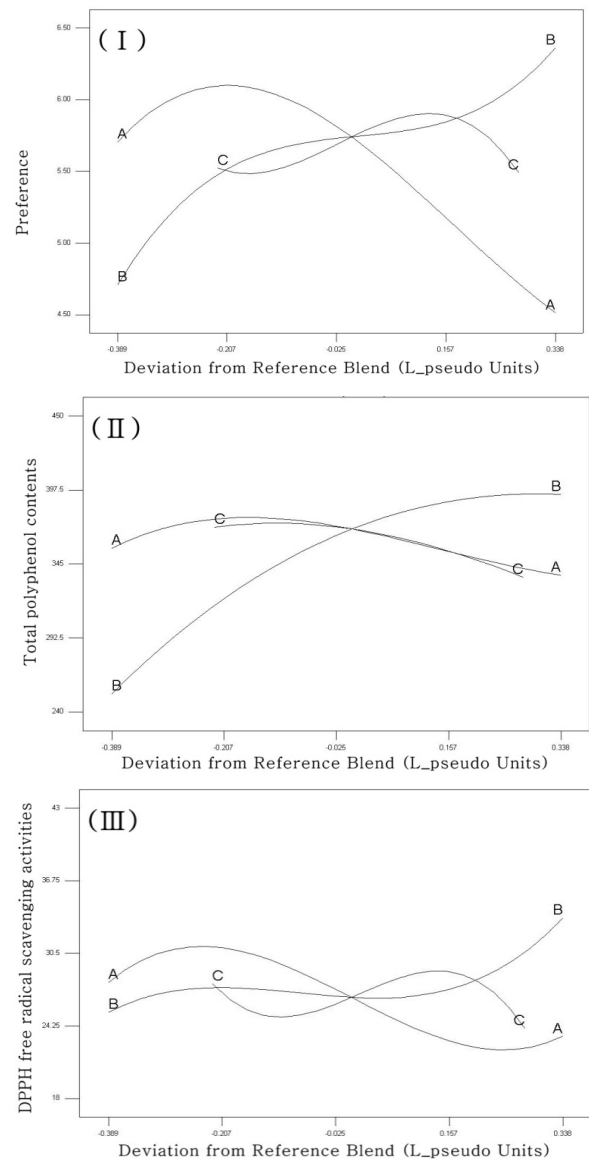
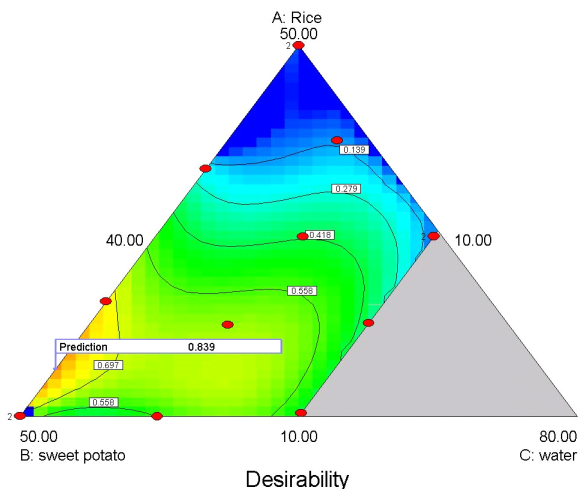


Fig. 1. Trace plot describing the effect of rice, sweet potato and Water on preference (I), total polyphenol contents (II), DPPH radical scavenger activities (III). A: rice, B: sweet potato, C: water.

Table 4. Optimum constraint values obtained using a numerical optimization method

Constraint name	Goal	Solution of numerical optimization
Rice	in range	15.11%
Sweet potato	in range	44.89%
Water	in range	40.00%
Preference	max.	6.17
Total polyphenol content	max.	414.94 mg GAE/ l
DPPH radical scavenging activities	max.	38.02%

**Fig. 2. Contour plot for the desirability of the optimum result.**

contour map으로도 나타낼 수 있다(Fig. 2). 이 그래프는 각 성분과 반응에 대한 모형을 이용하여 그래프의 중첩되는 범위를 색깔에 따라 나타내는데, 그 최적화 정도의 척도로 desirability를 사용한다. 최대의 desirability는 반복 연산 도중 계산되어 여러 결과들 사이에 최적화 된 한 가지 값에 수렴하며, 값이 높을수록 목적요인과 원하는 결과가 최적화 시 목적하는 바에 잘 부합하는 것으로 해석할 수 있다(Corzo & Gomez 2004). 본 실험에서는 고구마 막걸리의 최적배합비의 수치 최적화에서는 선호도(desirability) 값은 0.839로 나타났다. 모형적 최적화에서도 desirability는 0.839가 나타났고, 이에 해당하는 선호도 6.17, 총 폴리페놀 함량 415.94 mg GAE/ l, DPPH 라디칼 소거능은 37.13%로 수치 최적화점과 유사하게 나타났다.

3. 최적 배합비를 이용하여 제조한 다양한 고구마 막걸리의 이화학적 특성

밤고구마, 호박고구마, 자색 고구마를 최적화된 고구마 막걸리 배합비를 이용하여 고구마 막걸리를 제조하였다. 각 고구마 막걸리의 특성은 Table 5에 나타내었다. 고구마 막걸리의 알코올 함량은 호박고구마 막걸리가 5.83도로 가장 높게 나왔으며, 일반고구마 막걸리와 자색고구마 막걸리의 알코올 함량은 5.63, 5.53도 유의적인 차이는 없었다. 당도는 자색고구마 막걸리, 일반고구마 막걸리, 호박고구마 막걸리의 순서로 높았다. Kim 등(2010)은 자색고구마, 호박고구마, 일반고구마의 분말을 제조하여 분석한 결과, 호박고구마의 starch 함량이 46.37±4.04%로 자색고구마의 starch 함량 42.85±1.05%, 일반고구마의 starch 함량 43.72±0.24%에 비하여 높게 나타난다고 보고하였다. 각 고구마 막걸리의 pH가 낮은 순서대로 자색고구마 막걸리는 3.83, 호박고구마 막걸리는 3.87, 밤고구마 막걸리는 4.01로 나타났으며, 산도는 각각 0.84%, 0.82%, 0.65%로 나타났다. 각 막걸리의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과, 자색고구마 막걸리>호박고구마 막걸리>일반고구마 막걸리의 순서로 높게 나왔다. 자색고구마 막걸리의 총 폴리페놀 함량은 771.91 mg GAE/ l로 가장 낮게 나온 일반 고구마 막걸리의 총 폴리페놀 함량의 약 1.8 배 가량, DPPH 라디칼 소거능은 131.55%로 일반 고구마 막걸리의 약 3배로 나타났다. Song 등(2005)은 고구마의 품종에 따른 특성과 항산화성을 연구하였는데, 총 페놀성분의 함량은 자색고구마>호박고구마>일반고구마 순서로 많이 나왔으며, DPPH 라디칼 소거능 또한 이와 유사한 순서로 나왔으며, 자색고구마의 DPPH 라디칼 소거능이 일반고구마의 DPPH 라디칼 소거능의 약 2.5배 정도 높다고 보고하였다. 이러한 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능의 차이는 자색고구마 내의 anthocyanin, 호박고구마의 β -carotene, 기타 페놀성 물질에 기인한 것으로 알 수 있다.

Table 5. The characteristics of optimized several sweet potato *Makgeolli*

Characteristics	Sample ¹⁾		
	SM	PSM	YSM
Alcohol contents (%)	5.63 ^{a2)}	5.53 ^a	5.83 ^b
pH	4.01 ^c	3.83 ^a	3.87 ^b
Acidity (%)	0.65 ^a	0.84 ^c	0.82 ^b
Soluble sugar (°Brix)	6.50 ^b	6.30 ^a	7.10 ^c
Total polyphenol content (mg GAE/ l)	421.73±1.98 ^a	771.91±1.42 ^c	605.47±5.26 ^b
DPPH free radical scavenging activity(%)	42.09±1.03 ^a	131.55±4.03 ^c	88.86±2.53 ^b

¹⁾ SM: normal sweet potato *Makgeolli*, PSM: purple sweet potato *Makgeolli*, YSM: yellow sweet potato *Makgeolli*. ²⁾ Values are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

요 약

국내산 고구마를 이용하여 고품질의 고구마 막걸리를 개발하기 위해 다양한 방법의 고구마 막걸리 제조 방법 선정과 믹스처 디자인을 이용한 고구마 막걸리의 최적 배합비를 산출하였다.

엿기름 첨가 유무에 따른 혼합당화, 분리당화발효법을 이용하여 고구마 막걸리를 제조한 결과, 동시당화발효를 이용하여 고구마 막걸리를 제조하는 것이 적합함을 확인하였다.

최적의 고구마 막걸리 배합비를 구하기 위하여 쌀, 고구마, 물 세 가지 재료 요인으로 mixture design을 이용하여 다양한 배합비를 결정된 후, 고구마 막걸리를 제조하였다. 또한 제조된 고구마 막걸리의 선포도, 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 통계적 모델링과 분석을 하였고, trace plot 및 contour plot을 이용하여 각 재료의 함량이 반응값에 미치는 영향을 확인할 수 있었다. 프로그램에 의해 예측된 고구마 막걸리의 최적 배합비는 15.11(쌀) : 44.89(고구마) : 40(물)이었으며, 이 배합비에 따른 반응값의 예상치는 선포도 6.17, 총 폴리페놀 함량이 414.95 mg GAE/l, DPPH 라디칼 소거능은 38.02%로 예측되었다.

최적배합비를 바탕으로 일반고구마, 호박고구마, 자색고구마를 이용하여 고구마 막걸리를 제조한 결과, 호박고구마 막걸리의 알코올 함량이 5.83%로 가장 높게 나타났으며, 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 자색고구마 막걸리>호박고구마 막걸리>일반고구마 막걸리의 순서로 높게 나타났다.

참고문헌

- Corzo O, Gomez ER. 2004. Optimization of osmotic dehydration of cantaloupe using desired function methodology. *J Food Eng* 64:213-219
- Jang JS, Chung HJ. 2009. Quality characteristics of almond dasik with added purple sweet potato powder. *Korean J Food Culture* 24:756-761
- Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:444-449
- Kim HR, Jo SJ, Lee SJ, Ahn BH. 2008. Physicochemical and sensory characterization of a Korean traditional rice wine prepared from different ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 40:551-557
- Kim JS. 2012. Quality characteristics of sikhea with mulberry fruit. *Korean J Culinary Research* 18:206-215
- Kim KE, Kim SS, Lee YS. 2010. Physicochemical properties of flours prepared from sweet potatoes with different flesh colors. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1476-1480
- Kim SY, Kim EK, Yoon SJ, Jo NJ, Jung SK, Kwon SH, Chang YH, Jeong YH. 2011. Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:223-228
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1222-1228
- Lee YM, Bae JH, Kim JB, Kim SY, Chung MN, Park MY, Ko JS, Song J, Kim JH. 2012. Changes in the physiological activities of four sweet potato varieties by cooking condition. *Korean J Nutr* 45:12-19
- Oh HE, Hong JS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with fresh sweet potato. *Korean J Food Cookery Sci* 24:501-510
- Oh ST, Park JE. 2012. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of steamed cake with mugwort power. *Korean J Food Cookery Sci* 28:67-76
- Son HS, Park BD, Ko BK, Lee CH. 2011. Quality characteristics of Takju produced by adding different amounts of water. *Korean J Food Sci Technol* 43:453-457
- Song J, Chung MN, Kim JT, Chi HY, Son JR. 2005. Quality characteristics and antioxidative activities on various cultivars of sweet potato. *Korean J Crop Sci* 50:141-146
- Woo KS, Seo HI, Lee YH, Kim HY, Ko JY, Song SB, Lee JS, Jung KY, Nam MH, Oh IS. 2012. Antioxidant compounds and antioxidant activities of sweet potatoes with cultivated conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:519-525

접 수 : 2012년 12월 6일
 최종수정 : 2013년 1월 16일
 채 택 : 2013년 2월 14일