



## 효소처리에 의한 천연 마카음료 개발을 위한 최적 추출 조건

김정아 · 임무혁\*  
대구대학교 식품공학과

### Optimization of Maca (*Lepidium meyenii*) Extraction for Natural Beverage Development using Enzyme Treatment

Jeong-Ah Kim, Moo-Hyeog Im\*  
Department of Food Engineering, Daegu University

#### Abstract

The purpose of this study was to establish the best optimized extraction condition for the optimal development of fresh maca beverage using low temperature extraction and enzyme treatment. Low temperatures were applied to prevent heat-related nutritional loss during the extraction process. Best extraction conditions were investigated based on the ratio of maca to water, the ratio of enzymes, extraction temperature and time, and agitation. The optimal enzyme conditions were also examined after the treatment of cellulase:pectinase mixture to maintain the original color and flavor, as well as to increase the extraction yield. When cellulase:pectinase was 1:1, the extraction rate ranged from 77.84 to 79.29%. In addition, the best extraction rate was found when maca was mixed with twice volume of water and incubated at 45°C (84.05±0.32%) with 90 rpm (87.13±0.46%) agitation for 3 hours (84.73±0.29%). Furthermore, sensory evaluation showed a high score in flavor, sweetness, and overall acceptability after adding 3% jujube concentrate into a fresh maca beverage.

Key Words: *Lepidium meyenii*, maca, extraction, maca beverage, enzyme

## 1. 서 론

현대사회는 의학의 발달, 수명의 연장, 경제 수준이 향상되고 있으나, 현대인들 중 많은 이들이 당뇨, 고혈압, 비만 등의 질병으로 인하여, 건강에 대한 인식이 높아지면서 일반 음료보다 개인에게 맞는 기능성 성분을 첨가한 음료, 건강 기능성 음료를 찾는 소비자들이 늘어나고 있으므로 현재 시중에는 여러 가지 기능성음료가 판매되고 있다. 상황버섯, 노니, 홍화씨, 생강, 연근, 대추 등의 채소를 이용하여 항산화 효과, 면역증진, 피부기능 개선, 항염증, 체내 지질저하 효과 등의 기능성을 가진 음료들이 개발되고 있으며, 이와 비슷한 음료가 시판되고 있다(Rhyu et al. 2008, Kim 2011, Jo et al. 2015, Park et al. 2004, Kim et al. 2002, Bae et al. 2008).

안데스의 산삼이라고 불리는 마카(Maca, *Lepidium meyenii*)는 해발 4,000 m에 이르는 고지대에 자생하는 마과의 약용 식물로 십자화과 두해살이풀로서 씨앗으로만 번식을 하며, 자가 수분을 하는 식물이다(Valentoba et al. 2008). 최근 국내에서 재배에 성공하여 재배 면적이 꾸준히 증가하고 있

다. 마카의 영양성분을 보게 되면 31가지에 이르는 미네랄을 포함하고 있으며 세포 조직과 몸의 기능을 도와주는 다양한 성분을 가지고 있다. 그 외에도 탄수화물, 단백질, 무기질, 비타민 등 여러 성분이 포함되어있을 뿐만 아니라, 알칼로이드, 스테로이드, 사포닌 등 다양한 생리활성 물질이 포함되어 있는 것으로 보고되고 있다(Park et al. 2017). 이러한 성분들의 활성으로 인하여 마카의 섭취는 폐경기 증상 조절, 에너지 향상, 두뇌 건강 보호, 골밀도의 증가, 항산화 효과 등이 있는 것으로 보고되고 있다(Yali et al. 2007, Choi 2017). 현재 미국에서는 porridge, 잼, 푸딩과 같은 형태로 섭취하고 있으며, 우리나라에서는 양갱(Choi 2017), 요구르트(Chung et al. 2010a), 시럽(Chung et al. 2010b) 등의 식품으로 개발하는 연구가 보고되고 있으나, 아직은 다양한 제품 개발을 위한 연구가 활발하게 이루어지지 않고 있다.

국내에 시판되는 대부분의 과일채소 음료는 과일 농축액을 이용한 환원형 음료로 유통되고 있으며 대표적으로 매실(Bae et al. 2000), 가시오가피(Sung et al. 2014), 민들레(Song et al. 2013), 딸보리수(Hong et al. 2007), 오미자(Choi 2009), 녹두(Xu 2014), 산수유(Lee 2012) 등 기능성

\*Corresponding author: Moo-Hyeog Im, Department of Food Engineering, Daegu University, 201, Daegudae-ro, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, 38453, Korea Tel: +82-10-3815-3765 Fax: +82-53-850-1539 E-mail: imh0119@daegu.ac.kr

음료에 대한 연구가 다양하게 이루어지는 반면에, 과일채소로부터 저온에서 유효한 성분을 추출하는 생과형 음료에 대한 연구는 활발하지 못한 편이다. 대량생산에서는 주로 착즙 음료 또는 농축액을 이용한 환원형 음료가 제조되고 있다 (Youn et al. 2013). Youn et al.(2013)의 연구를 통해 알 수 있듯이, 환원형 음료는 생과를 고온 고압으로 추출할 경우 과실 본연의 색과 향, 영양소 파괴가 많은 단점이 있다. 이를 이용한 제품 개발 시, 생과의 원래의 색과 향이 거의 다 사라져 보완하기 위해 맛, 향기 성분을 첨가하여야 한다. 즉, 환원형 음료는 고온고압에서 과일채소 중 유용 성분을 추출하여 영양소, 색, 향 등의 파괴가 높지만, 생과형 음료는 60°C 이하 저온에서 효소를 첨가하여 추출하므로 영양소, 색, 향 등의 파괴가 적어 생 과일채소의 맛과 향을 가질 수 있는 장점을 가지고 있다(Ji & Im 2017, Youn et al. 2010, Aramfarm).

따라서 본 연구에서는 생과형 마카음료의 생산을 위하여 저온 추출공법을 사용하여 cellulase 및 pectinase 효소처리를 통해 본래의 색과 향기의 손실을 최소화하며 추출수율을 높이기 위한 최적 추출 조건을 확립하여 마카를 추출하고 이 추출액을 pH, 당도, 색도, 산도, 관능검사 등의 실험을 통해 생과형 마카음료 개발의 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 사용된 마카는 국내산 마카를 -20°C 냉동시킨 상태로 냉동고에 저장하여 사용 하였고, 실험 직전에 동결된 마카를 실온에서 자연 해동 시킨 후 각 처리구별로 250 g을 취하여 블렌더(blender)로 파쇄 후 실험에 사용하였다. 효소는 cellulase (27,000 U/g, Rohament<sup>®</sup>CL, AB Enzymes, Rajamäki, Finland)와 pectinase (24,000 U/g, Rohapect<sup>®</sup>10L, AB Enzymes)를 구입하여 사용하였다.

### 2. 마카추출 조건 확립

마카와 물의 최적 첨가 비율 확립을 위해서 마카와 물을 1:1, 1:2, 1:3으로 혼합 한 후, 혼합효소 0.04%를 첨가하여 온도는 45°C에서 3시간 동안 추출하였다. 최적 효소처리 조건 확립을 위해서 최적 비율인 1:2의 비율로 파쇄된 마카 250 g에 증류수 500 mL로 혼합한 후 효소 처리를 하였다. Ji & Im(2017)의 블루베리 음료 연구에서 블루베리 추출 실험에서 cellulase 처리구, pectinase 처리구, cellulase와 pectinase 1:1 (v:v) 혼합하여 첨가한 처리구를 사용하여 추출 하였을 때 혼합하여 첨가한 처리구의 추출수율이 가장 우수한 결과를 보였다. 또한 실제 상업적인 과채 음료 제조 시 혼합 효소를 사용하고 있으므로(Ji & Im 2017, Youn et al. 2010, Aramfarm), 이들 결과를 활용하여 본 연구에서도 cellulase와 pectinase 1:1 (v:v) 혼합하여 첨가한 처리구를 선

택하였다. 혼합효소의 첨가 농도는 예비 실험 결과 0.1% 이상에서도 추출효율은 우수하지만, 실제 블루베리 및 복숭아의 선행 연구 결과(Ji & Im 2017, Youn et al. 2010)와 상업적으로 과채 음료 생산 시 효소 첨가 농도를 고려하여 최적 경제적인 효소 첨가 농도인 0.013%=5.1 U, 0.04%=15.3, 0.067%=25.5 U 3가지 처리구 중 가장 효율적인 조건을 선정하고자 하였다. 혼합한 각 효소 처리구는 45°C에서 3시간 동안 추출하였으며, 추출이 끝난 후 면포로 싸서 일정한 압력을 가하여 추출액과 잔사를 추출하였다.

최적 추출온도 확립을 위하여 40, 45, 50 및 55°C로 온도 조건을 달리하여 3시간동안 추출하여 추출수율을 비교하였다. 최적 추출시간 확립을 위하여 추출수율이 가장 우수하였던 45°C로 온도를 고정하고 시간을 2, 3, 4 및 5시간으로 달리하여 추출하였으며, 최적 추출 교반속도를 확립하기 위하여 온도는 45°C, 추출시간은 3시간으로 고정시킨 후 교반 속도는 Ji & Im(2017)의 블루베리 음료 연구에서 최적 추출 교반속도인 90 rpm으로 교반한 구와 정지하여 추출한 구를 비교하였다. 교반은 진탕 항온수조(Shaking Water Bath, Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 사용하여 전체 시료가 항온을 유지할 수 있도록 실험을 실시하였다. 각 조건별로 추출한 액은 추출 수율, pH, 당도, 색도 및 산도를 측정하여 최적조건을 확립하고자 하였다.

### 3. 추출수율

추출수율은 잔사의 추출물(추출수율)과 추출액의 추출물로 계산을 하였다. 각 처리구별로 잔사의 추출물은 천으로 감싼 시료를 50 kg의 무게로 1시간 동안 압력을 가하여 액을 제거한 다음, 잔사의 무게를 측정하였다. 이 측정된 무게를 최초 마카의 무게인 250 g과 차이를 산출한 다음, 최종 마카 무게와의 비율을 계산하였다. 잔사의 추출물은 시료 무게에서 잔사의 무게를 빼므로 추출액으로 빠져나간 성분의% 함량을 의미한다.

$$\text{추출수율} = \frac{(\text{마카시료의 무게} - \text{잔사 무게})}{\text{마카시료의 무게}} \times 100$$

추출액의 추출률은 일정한 압력을 가하여 모은 추출액의 무게를 측정하였고, 추출액의 무게를 마카 250 g과 물의 총 무게에 대한 비율을 계산하였다. 추출액의 추출률은 추출액의 무게, 물의 양에 따라 영향을 받는다.

$$\text{추출액의 추출률} = \frac{\text{추출액의 무게}}{(\text{마카시료의 무게} - \text{물의 무게})} \times 100$$

### 4. pH, 색도, 당도 및 적정산도

pH는 pH meter (Mettler-Torledo, AG 8603, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 색도는 색차계(CR-200, Minolta Holdings, Inc., Osaka, Japan)를 사용하여, 명

<Table 1> Extraction efficiency rate (%), acidity (pH) and sugar contents (°Brix) of Maca according to different water and Maca ratio

Maca:Water (g) <sup>1)</sup>	Extraction rate (residue) (%) <sup>2)</sup>	pH	°Brix	Acidity (%)
1:1	76.05±2.32 <sup>3)</sup> (60.8±0.51)	5.82	4.6±0.0	0.0115
1:2	80.2±2.58 (62.6±0.43)	5.91	2.8±0.0	0.0114
1:3	84.38±2.54 (63.5±1.48)	5.93	2.03±0.05	0.0115

<sup>1)</sup>maca:water (g) represents 250:250 for 1:1, 250:500 for 1:2, 250:750 for 1:3.

<sup>2)</sup>Extraction rate represents the extraction rate of the residue, and the value in parentheses represents the extraction rate of the extract.

<sup>3)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)를 측정하였다. 당도는 굴절당도계(PR-201a, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 적정산도는 0.1 N NaOH로 pH가 8.3으로 될 때까지 적정하여 총산 함량(% , v/v)으로 표시하였다.

5. 관능검사

관능검사는 실험실에서 훈련된 12인을 선발하여 향기, 단맛 및 종합적 기호도를 7점 척도(1점 아주 나쁨, 4점 보통, 7점 아주 좋음)로 하여 조사하였다. 조사된 결과는 SAS 프로그램을 이용하여 Duncan 다중 범위 검증방법으로 유의수준 0.05로 검증 하였다. 최적 농축액 선발을 위해서 무침가 마카즙은 매운맛과 풋내로 인하여 기호성에 문제가 있는 것으로 판단되어서 60°Brix의 대추농축액(자연트리 대추농축액, 농업회사법인 대흥), 65°Brix의 헛개나무 열매 농축액(헛개나무 열매 농축액F, (주)삼진 내추럴) 및 60°Brix의 생강 농축액(생강 농축액(국산), 영농조합법인 산정푸드)을 각각 3% (22.5 g) 첨가하여 기호성을 조사하였으며, 최적 당 농도 선발을 위해서 당 농축액이 무침가된 대조구와, 최종 선발된 농축액을 3% (22.5 g), 5% (37.5 g) 및 7% (52.5 g)를 첨가한 후 최적 당 농도에 대한 기호성을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 마카 최적 물 첨가 비율

마카를 효소를 첨가하여 추출할 때 물 첨가 비율을 결정하기 위하여 물과 마카의 무게를 기준으로 1:1, 1:2 및 1:3로 비율을 달리하여 혼합효소를 0.04% 첨가하여 추출하여 추출액 중 추출수율, 당도, pH, 산도<Table 1>, 및 색도<Table 2>를 조사하였다. 시험 결과, 물과 마카의 비율을 1:1, 1:2, 1:3으로 하였을 때 잔사의 추출률은 60.8, 62.6, 63.5%였으며, 추출액의 추출률은 76.05, 80.2, 84.38%의 결과값으로 나타났다. 추출액은 1:3의 비율이 1:1 비율보다는 육안으로도 열은 색으로 보였으며, 잔사의 색은 1:3이 가장 진한 색을 나타내었다. pH는 5.82, 5.91 및 5.93으로 유사하였으며, 색도의 경우는 L값은 1:3 비율이 백색에 가까운 결과를 보였으나, a와 b값은 유사한 경향을 보였다. <Table 1>에 나타난 바와 같이 잔사와 추출액의 추출수율은 1:2와 1:3의 비율에서 우수한 결과를 보였으나, 1:3의 비율이 추출액의 절대량

<Table 2> Hunter's color value of mix ratio of maca and water

Maca:Water (g) <sup>1)</sup>	Color Difference		
	L	a	b
1:1	25.72±0.06 <sup>2)</sup>	1.57±0.07	2.97±0.26
1:2	33.17±0.40	0.21±0.12	1.87±0.12
1:3	38.47±0.02	-1.89±0.08	0.37±0.02

<sup>1)</sup>maca:water (g) represents 250:250 for 1:1, 250:500 for 1:2, 250:750 for 1:3.

<sup>2)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

추출수율은 우수하여 경제적인 면에서 유리하지만, 마카 원물 함량이 상대적으로 높은 1:2의 비율 조건이 마카 고유의 맛을 살릴 수 있고 고급 제품 생산에 유리하므로 1:2의 비율을 선정하였다.

2. 마카 추출 최적 효소

Cellulase와 pectinase의 비율은 블루베리 추출 실험(Ji & Im 2017)에서 추출 효율이 가장 좋았던 1:1(v:v)의 비율을 착안하였고, 물과 마카의 최적 비율 실험을 통해 1:2의 비율로 혼합한 마카에 혼합효소를 0%, 0.013%, 0.04%, 0.067%를 첨가하여 추출한 추출액 중 추출수율, 당도, pH, 산도 <Table 3> 및 색도<Table 4>를 조사하였다. 대조구의 추출 결과는 잔사의 추출률이 61.48%이었으며, 추출액의 추출률은 76.08%, 처리구의 추출수율은 cellulase 효소와 pectinase 효소를 1:1의 비율로 하여 0.013, 0.04, 0.067% 처리하였을 때, 잔사의 추출률은 63.24, 66.64, 65.88%의 결과를 보였으며, 추출액의 추출률은 77.84, 78.68, 79.29%의 결과 값으로 나타났다. 이 결과는 효소 처리구가 대조구보다 더 높은 추출률을 보였는데, 이는 cellulase와 pectinase 효소는 추출 시 식물 세포벽 및 펙틴을 분해하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있어, 이 두 효소로 인하여 대조구보다 더 높은 추출률을 나타내었다. Kim et al.(2010)은 딸기에 pectinase 처리를 하였을 때의 추출수율은 대조구는 62.8%였고 200 ppm의 효소 농도에서 30분 추출 시 80.3%, 1,500 ppm에서 60분 추출 시 81.5%로 효소처리 하였을 때 추출수율이 더 높았으며, Kim et al.(2017)은 아로니아에 pectinase 처리를 하였을 때에도 대조구에 비해 효소처리를 하였을 때 추출률

<Table 3> Extraction efficiency rate (%), acidity (%), pH and sugar contents (°Brix) of maca according to enzymes concentration

	Enzyme concentration (%) <sup>1)</sup>	Extraction rate (residue) (%) <sup>2)</sup>	pH	°Brix	Acidity (%)
Control	0.0	76.08±0.26 <sup>3)</sup> (61.48±0.08)	5.86±0.02	1.9±0.0	0.0172
cellulase:pectinase (1:1)	0.013	77.84±0.31 (63.24±0.4)	5.85±0.01	1.7±0.0	0.0164
	0.04	78.68±0.44 (66.64±0.47)	5.84±0.02	1.9±0.6	0.0165
	0.067	79.29±0.36 (65.88±0.4)	5.84±0.01	1.7±0.0	0.0149

<sup>1)</sup>Enzyme concentration (%) represents 5.1 U for 0.013%, 15.3 U for 0.04%, 25.5 U for 0.067% in cellulase:pectinase (1:1).

<sup>2)</sup>Extraction rate represents the extraction rate of the residue, and the value in parentheses represents the extraction rate of the extract.

<sup>3)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

<Table 4> Hunter's color value according to the ratio of cellulase and pectinase (1:1)

Enzyme concentration (%) <sup>1)</sup>	Color Difference		
	L	a	b
Control (0)	35.22±0.06 <sup>2)</sup>	0.42±0.08	3.85±0.03
cellulase:pectinase (1:1)	0.013	28.31±0.1	0.5±0.04 4.50±0.05
	0.04	22.15±0.03	0.76±0.01 4.65±0.05
	0.067	27.05±0.05	0.62±0.07 4.00±0.03

<sup>1)</sup>Enzyme concentration (%) represents 5.1 U for 0.013%, 15.3 U for 0.04%, 25.5 U for 0.067% in cellulase:pectinase (1:1).

<sup>2)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

이 더 높았다. 당도는 1.7-1.9°Brix의 범위로 큰 차이를 보이지 않았는데, 대조구와 효소를 0.04% 사용하였을 때 가장 높은 수치를 나타내었다. 산도는 0.0149-0.0172의 범위에 들었는데, 대조구가 가장 높은 수치를 나타내었지만, 효소 처리구에서는 0.04%의 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 색도는 대조구의 L값이 35.22, 효소 처리구인 0.013%에서 28.31, 0.04%에서 22.15, 0.067%에서 27.05로 효소를 첨가한 모든 구가 대조구보다 어둡게 나타났으며, a, b값은 모두 유사한 경향을 나타내었다. 최적 추출 효소량 선정을 위하여 마카 잔사와 추출액의 추출률을 측정된 결과, 효소 0.04% 처리구의 잔사의 추출률은 66.64%, 추출액은 78.68% 이었다. 효소 0.067% 처리구의 잔사 추출률은 65.88%, 추출액 추출률은 79.29%의 결과였다. 0.067% 효소 처리구가 0.04% 효소 처리구 보다 추출율이 소폭 우수한 결과를 나타내었으나, 효소 첨가량을 0.04%에서 0.067%로 증가시킬 때 추출액의 추출률은 증가하였으나, 잔사의 추출률은 소폭 감소하였다. 이러한 결과를 바탕으로 효소 첨가량은 0.04% 처리구를 선정하는 것이 효율적이라고 판단되었다.

3. 마카 추출 최적 온도

마카 추출 최적 온도를 확립하기 위하여 이전 실험을 통해 선정한 최적조건으로 시료를 cellulase:pectinase (1:1) 0.04% 처리하여 40, 45, 50, 55°C로 온도 조건을 달리하여 추출하여 추출수율, pH, 당도, 산도<Table 5> 및 색도

<Table 6>를 측정하였다. 40, 45, 50, 55°C 각 조건에서의 잔사의 추출률은 73.76, 75.88, 74.96, 75.08%였으며, 추출액의 추출률은 80.93, 84.05, 83.75, 83.16%로 나타났는데 잔사의 추출률과 추출액의 추출률 두 조건 모두 45°C에서 가장 높은 추출률을 보였다. pH는 6.04-6.13의 범위로 유의적인 차이가 없었으며, 당도 또한 0.8-1.1°Brix의 범위로 유의적인 차이가 없었다. 산도는 0.011-0.001의 범위로 40°C에서 가장 높은 수치를 나타내었으며, 나머지 온도에서는 0.001의 값을 나타내었다. 색도는 45-55°C에서 33.17-34.7로 40°C의 35.3보다 약간 짙은 색으로 나타났으며, a, b값은 전체 처리구에서 유사한 결과를 보였다. 마카 추출 최적 온도는 잔사의 추출률과 추출액의 추출률이 가장 우수한 45°C로 선정하였다. Ji & Im(2017)의 블루베리 음료 연구에서 온도에 따른 추출수율을 비교하였을 때 40, 45, 50, 55°C의 온도범위에서 추출수율은 각각 87.62, 87.91, 87.58, 87.65%로 유의적인 차이는 없었으나 45°C에서 가장 높은 추출수율을 보였다.

4. 마카 추출 최적 시간

마카 추출의 최적 시간 확립을 위하여 마카에 cellulase:pectinase (1:1) 혼합 효소를 0.04% 첨가하고 45°C 온도에서 2, 3, 4, 5시간의 조건으로 추출하여 추출수율, pH, 당도, 산도<Table 5> 및 색도<Table 6>를 측정하였다. 2, 3, 4, 5시간에서 잔사의 추출률은 각각 64.44, 66.68, 65.64, 63.92%, 추출액의 추출률은 82.57, 84.73, 84.31, 84.03%의 결과를 나타내었으며, 3시간 추출과 4시간 추출 시 가장 우수한 결과를 보였다. pH는 5.85-5.86의 범위로 시간에 의한 영향이 거의 없었다. 당도는 1.5-2.0°Brix로 유의한 차이가 없었으며, 산도 또한 0.015-0.019로 유사한 차이가 없었다. 색도는 2시간 추출보다 3, 4 및 5시간 추출의 L값은 증가하여 짙은 색을 나타내었으나, a, b값은 모두 처리구에서 유사한 경향을 나타내었다. 최적 추출시간은 유의차가 없는 3시간 추출과 4시간 추출 중에서 잔사의 추출률과 추출액의 추출률이 가장 우수한 3시간 추출하는 것이 가장 경제적이면서 효율적이라고 판단되었다.

5. 마카 추출 최적 교반속도

마카 추출 최적 교반속도를 확립하기 위하여 파쇄한 마카

&lt;Table 5&gt; Results of extraction efficiency rate (%), acidity (%), pH and sugar contents (°Brix) of maca according to different temperatures, extraction times and shaking speed after enzyme treatment

Variation <sup>1)</sup>	Conditions				
	Extraction rate (residue) (%) <sup>2)</sup>	pH	°Brix	Acidity (%)	
Temperature (°C)	40	80.93±0.27 <sup>3)</sup> (73.96±0.2)	6.1±0.1	1.0±0.0	0.011
	45	84.05±0.32 (75.88±0.6)	6.04±0.05	0.8±0.0	0.001
	50	83.75±0.49 (74.96±0.5)	6.09±0.04	0.9±0.0	0.001
	55	83.16±0.19 (75.08±0.3)	6.13±0.03	1.1±0.0	0.001
Time (h)	2	82.57±0.41 (64.44±0.3)	5.85±0.01	1.7±0.06	0.017
	3	84.73±0.29 (66.68±0.76)	5.86±0.02	1.5±0.06	0.017
	4	84.31±0.26 (65.64±0.52)	5.86±0.00	2.0±0.0	0.015
	5	84.03±0.33 (63.92±0.42)	5.85±0.01	1.7±0.0	0.019
Agitation rate (rpm)	0	86.63±0.35 (70.96±0.4)	6.14±0.01	1.5±0.0	0.0109
	90	87.13±0.46 (71.8±0.57)	6.12±0.02	1.1±0.0	0.0116

<sup>1)</sup>0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) was used as a fixed factor for temperature variation and treated for 3 h at 45°C. 0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) and 45°C were fixed factors for extraction time variation. For agitation rate, 0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) were treated at 45°C for 3 h.

<sup>2)</sup>Extraction rate represents the extraction rate of the residue, and the value in parentheses represents the extraction rate of the extract.

<sup>3)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

&lt;Table 6&gt; Hunter's color value according to temperature, time and agitation rate

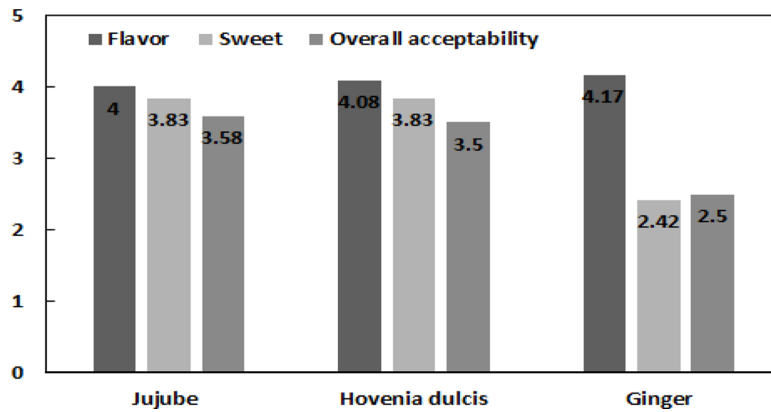
Variation <sup>1)</sup>	Color Difference			
	L	a	b	
Temperature (°C)	40	35.3±1.0 <sup>2)</sup>	-0.89±0.08	2.3±0.07
	45	33.17±0.4	0.21±0.12	1.87±0.12
	50	34.7±0.9	1.36±0.12	3.57±0.3
	55	33.58±0.5	1.13±0.08	1.89±0.12
Time (h)	2	33.25±0.03	-0.19±0.02	1.54±0.01
	3	44.11±0.2	-0.57±0.02	1.13±0.02
	4	43.20±0.3	-0.19±0.05	0.32±0.1
	5	44.4±0.15	-0.75±0.06	1.96±0.05
Agitation rate (rpm)	0	33.23±0.01	-0.19±0.04	1.09±0.03
	90	33.09±0.09	0.04±0.04	1.08±0.04

<sup>1)</sup>0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) was used as a fixed factor for temperature variation and treated for 3 h at 45°C. 0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) and 45°C were fixed factors for extraction time variation. For agitation rate, 0.04% cellulase:pectinase mix (1:1) were treated at 45°C for 3 h.

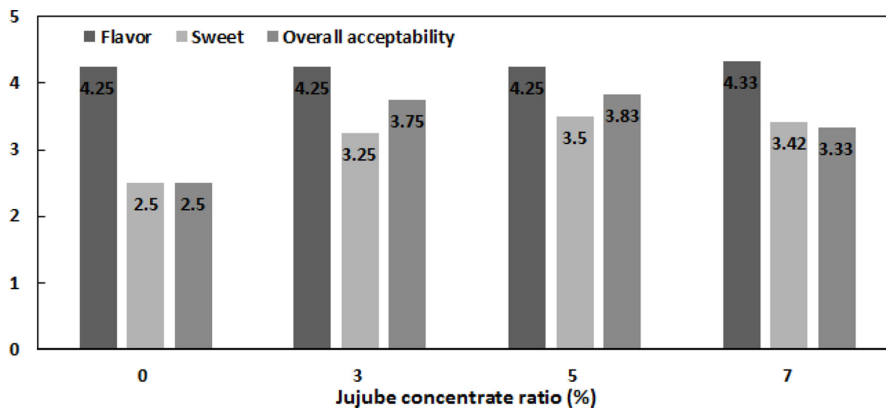
<sup>2)</sup>Values represent the mean±SD (n=3) and different letters indicate significant differences (p<0.05).

에 cellulase:pectinase (1:1) 혼합 효소를 0.04% 첨가하고 45°C, 3시간 동안 추출하는데 이때의 교반속도를 달리하여 추출률을 비교하였다. Ji & Im(2017)의 블루베리음료 실험에서 교반속도 조건을 0, 30, 60, 90, 120 rpm으로 달리하여 추출률을 비교하였는데 각각 87.51, 87.92, 88.48, 89.19, 88.92%의 결과를 보였으며, 90 rpm에서 89.19%로 가장 높은 값을 보였다. 이 결과를 인용하여 마카 추출의 최적 교반속도 조건을 확립하기 위하여 90 rpm에서 교반하였을 때와 정치하였을 때의 두 조건을 비교하여 추출수율, pH, 당도, 산도<Table 5> 및 색도<Table 6>를 측정하여 비교하였다. 정치하였을 때와 90 rpm으로 교반하였을 때 잔사의 추출률은

70.96, 71.8%였으며, 추출액의 추출률은 86.63, 87.13%로 정치하였을 때보다 90 rpm으로 교반하였을 때 더 우수한 결과를 나타내었다. pH는 6.12-6.14로 유의적인 차이가 없었으며, 당도는 1.1-1.5로 이 또한 유의적인 차이가 없었다. 산도 또한 0.0109-0.0116으로 큰 차이를 나타내지 않았다. 색도는 L 값과 a, b 값 모두 유사한 값을 나타내었다. Kang et al. (2009)의 녹차음료 실험에 의하면 pH는 6.20-6.39였으며 색도에서는 L 값은 96.91과 96.20, a 값은 -1.06과 -1.73, b 값은 7.77과 13.68이었으며, Hong et al. (2006)의 천마추출물을 이용한 음료 실험에서는 pH는 4.27, 색도는 L 값이 50.72, a 값이 25.16, b 값이 13.85이며 당도는 16.97°Brix였다.



<Figure 1> Sensory evaluation of three concentrates added to maca extract. The three concentrate represent that maca extract was added with 3% jujube, Hovenia dulcis, and ginger concentrate.



<Figure 2> Sensory evaluation according to the concentration of jujube concentrate added to maca extract. Concentrate ratio (%) represents Maca extract (control) for 0%, Maca extract with 3% jujube concentrate for 3%, Maca extract with 5% jujube concentrate for 5%, Maca extract with 7% jujube concentrate for 7%.

### 6. 관능검사

마카 추출액은 마카 본연의 매운맛과 풋내로 인하여 음료 생산 시 기호성에 문제가 있을 것으로 판단되어, 마카 추출액에 대추 농축액과 헛개나무 농축액 및 생강 농축액을 각각 3%를 첨가한 후 기호도를 조사하였다<Figure 1>. 향은 4-4.17로 유의한 차이가 없었으나, 단맛은 2.42-3.83로 대추 농축액과 헛개나무농축액을 첨가한 구가 생강농축액을 첨가한 구보다 높은 결과를 보였다. 종합적 기호도 또한 대추농축액과 헛개나무농축액 첨가구가 높은 결과를 보였다. 마카 고유의 매운맛과 풋내로 인하여 관능검사에서 높은 점수를 얻지 못하였으나, 상대적으로 대추농축액이 높은 결과를 보였다. 이를 통해 본 실험을 경산 지역의 특산물인 대추농축액을 마카즙에 첨가하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

세 가지 농축액의 관능검사 결과로 선정된 대추 농축액의 최적 첨가 농도 선별을 위하여, 대추농축액을 3, 5, 7% 첨가한 음료와 무첨가구의 기호도를 비교하였다. <Figure 2>의 결과와 같이, 모든 첨가구의 향기에 대한 선호도는 4.25-4.33으로 유의한 차이가 없었다. 대추농축액을 3, 5, 7% 첨가한 모든 구의 관능검사 결과, 단맛 및 종합적기호도에서 모두

유의한 차이가 없었다. 기호도 결과 3-7% 첨가구 유사한 결과를 보였으므로, 본 연구에서는 경제적인 면을 고려하여서 농축액이 최소로 첨가된 3% 첨가구를 결정하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

Oh & Hong(2013)의 대추농축액을 첨가한 브라운소스의 품질특성에 대한 연구를 보면 대추농축액의 첨가비율을 달리하여 4종류의 브라운소스를 만들어 관능검사를 실시한 결과, 5>3>7>0% 첨가 순으로 선호도를 나타내었다. Choi & Chae(2010)의 대추농축액을 첨가한 절편의 품질특성에 대한 연구에서 대추농축액을 0, 4, 8, 12, 16%를 첨가하여 제조한 대추절편의 관능검사를 실시하였는데 색, 향, 단맛에서 대추농축액 12% 첨가군이 유의적으로 가장 높게 평가하였다. 전체적인 실험결과를 보면, 대추농축액을 첨가하여 제조한 제품이 무첨가구보다 높은 기호도를 나타내었고, 첨가구 또한 적당한 첨가는 선호도를 향상 시켰으나 그 이상에서는 오히려 낮은 선호도를 보였다. 마카는 매운 맛, 풋내로 인하여 당의 농도가 첨가되어도 기호도의 점수에서 증가되지 않는 것으로 판단된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 마카에 효소를 처리하여 생과형 마카음료 생산을 위한 최적의 조건을 확립하고자하였다. 본래의 색과 향기, 영양 손실을 막기 위해 저온추출법을 이용하였으며, 효소처리를 통하여 추출수율 향상을 목적으로 하여 최적의 조건을 확립하고자하였다. 효소 첨가량, 온도, 추출 시간, 교반 속도를 비교하여 가장 우수한 추출의 최적 조건을 확립하여 마카즙의 이화학적 특성 및 관능검사를 실시하였다. 마카음료 제조를 위한 마카와 물의 최적 비율 시험 결과 1:2의 비율이 가장 최적의 조건(80.2%)이었으며, 효소는 cellulase와 pectinase를 1:1 (v:v) 혼합구를 사용하여 효소첨가량을 선정하였다. 효소 첨가량을 0.04%에서 0.067%로 증가시킬 때 추출액의 추출률은 증가하였으나, 잔사의 추출률은 소폭 감소하였다. 이러한 결과를 바탕으로 효소 첨가량은 0.04% 처리구를 선정하는 것이 효율적이라고 판단되었다. 추출 온도는 45°C에서 84.05±0.32%, 3시간 추출하였을 때 84.73±0.29%, 교반은 90 rpm에서 87.13±0.46%의 높은 추출률을 보였다. 본 실험에서 추출율은 무게에 따른 추출율을 나타내었다. 동일한 실험조건을 이용하여 실험을 하였지만, <Table 1, 3, 5>에 나타난 마카와 물(1:2)로 첨가하여 cellulase:pectinase (1:1) 혼합효소를 0.04%를 첨가하여 45°C에서 교반하지 않고 3시간동안 추출한 조건의 추출율이 큰 편차를 보였다. 이는 표에 나타난 실험이 각각 다른날 진행되면서 환경, 온도 등의 영향을 받는 것으로 보였다. 그렇지만 각 조건의 실험을 진행할 때 비슷한 경향을 보였다. 관능평가에서는 마카즙에 대추, 생강, 헛개나무 농축액을 첨가하여 실시하여 향, 단맛, 종합적기호도를 평가한 결과, 대추농축액을 첨가하였을 때 가장 좋았으며, 이를 바탕으로 대추농축액 첨가량에 따른 관능평가를 실시하였다. 향, 단맛, 종합적기호도를 바탕으로 평가하였을 때 3% 대추농축액과 5% 대추농축액이 전반적으로 높게 평가되었지만, 경제적인 면을 고려하여 3% 대추농축액을 선택하였다. 따라서 마카를 이용하여 음료 제조를 위한 최적 조건은 cellulase:pectinase (1:1) 혼합효소를 0.04%를 첨가하여 45°C에서 90 rpm으로 3시간 추출하는 것이 최적조건으로 조사되었다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### References

Bae MJ, Kim SJ, Ye EJ, Nam HS, Park EM. 2008. Study on the Chemical Composition of Lotus Root and Functional Evaluation of Fermented Lotus Root Drink. Korean J.

- Food culture 23(2):222-227
- Bae JH, Kim KJ, Kim SM, Lee WJ, Lee SJ. 2000. Development of the Functional Beverage Containing the *Prunus mume* Extracts. Korean J. Food Sci. Technol 32(3):713-719
- Cho EK, Song HJ, Cho HE, Choi IS, Choi YJ. 2010. Development of Functional Beverage (SanYa) from Fermented Medical Plants and Evaluation of Its Physiological Activities. Journal of Life Science 20(1):82-89
- Choi EJ, Chae KY. 2010. Quality Characteristics of Jeolpyeon with Addition of Jujube Concentrate. Korean J. Food cookery SCI 26(1):26-31
- Choi EO. 2009. Manufacture of Functional Beverage using Omija (*Schizandra Chinensis* Baillon) Extracts. Master's thesis. Chonbuk National Univ. Jeonju, Korea. 1-55.
- Choi SH. 2017. Quality Characteristics of Yanggaeng added with Maca (*Lepidium meyenii*) Powder. Culinary Science & Hospitality Research 23(5):121-128
- Chung HJ, Chu YR, Park HN, Jeon IS, Kang YS. 2010. Influence of the Addition of MACA (*Lepidium meyenii*) Hot Water Extract on the Quality and Antioxidant Activity of Yogurt. Korean J. Food Culture 25(3):334-341
- Chung HJ, Park HN, Chu YR, Jeon IS, Kang YS. 2010. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Syrup Added with Maca (*Lepidium meyenii*) Extract. Korean J. Food Preserv 17(2):236-242
- Hong JY, Cha HS, Kim NW, Jeong YJ, Youn KS, Kim MH, Shin SR. 2007. Optimization of Manufacturing Condition with Sensory Characteristics of Mixing Beverage added Extract of *Elaeagnus multiflora* Thunb. Fruits. Korean J. Food Preserv 14(3):263-268
- Hong SP, Jeong HS, Jeong EJ, Shin DH. 2006. Quality Characteristic of Beverage with *Gastrodia elata* Blume Extract. J. Fd Hyg. Safety 21(1):31-35
- Kang ST, Jeong CH, Joo OS. 2009. Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Green Tea with Reference to Extraction Conditions. Korean J. Food Preserv 16(6):946-952
- Kim EM. 2011. Formulation and Quality Characteristics of Noni Beverages Mixed with Red Ginseng, *Rubus Coreanus* and Pomegranate Extracts. The Korean Journal of Culinary Research 17(1):259-269
- Kim DH, Choi JS, Lee MH, Jang HH, Kim HS, Kim DY, Yeo SH, Park HD. 2017. Effect of pectinase treatment on extraction yield and physicochemical properties of *Aronia* juice. Korean J. Food Preserv 24(1):68-73
- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and Antioxidant Activity of Health Drink with Extract Powders from Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seed. Korean J. Food Sci. Technol 34(4):617-624

- Lee JN. 2012. Development of Functional Beverage Using *Cornus officinalis* Extract and Its Fermented Broth. Master's thesis. Andong Univ. Andong, Korea. 1-26.
- Jeon IS, Kang YS, Chung HJ. 2011. Quality Characteristics of Drink with Maca (*Lepidium meyenii*) Extract and Evaluation of Its Antioxidant Activity during Storage. Korean J. Food Preserv 18(5):669-677
- Jeong EJ, Kim MH, Kim YS. 2010. Effect of Pectinase Treatment on Extraction Yield of the Juice of *Fragaria ananassa* Duch. and the Quality Characteristics of Strawberry Wine during Ethanolic Fermentation. Korean J. Food Preserv 17(1):72-78
- Ji YJ, Im MH. 2017. Optimization of blue berry extraction for beverage production using enzyme treatment. Korean J. Food Preserv 24(1):60-67
- Jo YJ, Han JW, Min DL, Lee YE, Choi YJ, Lim Seokwon. 2015. Optimization of Acetic Acid Fermentation for producing Vinegar from Extract of Jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) Fruits. Korean J. Food Sci. Technol 47(6):711-718
- Oh ST, Hong DP. 2013. Quality Characteristics of Brown Sauce Added with Jujube Concentrate. The Korean Journal of Culinary Research 19(3):259-273
- Park SH, Baek SH, Han JH. 2004. Effects in Blood Pressure and Cerebral Blood Flow with Green Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and Development of Health Drink by Using It. Korean J. Food Culture 19(2):150-157
- Park SJ, Kim OL, Rha YA. 2017. Component Analysis and Antioxidant Activity of Maca. Culinary Science & Hospitality Research 23(8):137-144
- Rhyu DY, Kim MS, Min OJ, Kim DW. 2008. Antioxidative Effects of *Phellinus linteus* Extract. Korean J. Plant Res. 21(1):91-95
- Sung MS, Jung HY, Choi JH, Lee SC, Choi BH, Park SS. 2014. Preparation of Functional Healthy Drinks by *Acanthopanax senticosus* Extracts. Journal of Life Science 24(9):959-966
- Song NE, Yoo HD, Baik SH. 2013. Preparation of Functional Beverage by Using Dandelion (*Taraxacum mongolicum* H.) Extracts and Its Functional Components. J. East Asian Soc Dietary Life 23(6):733-741
- Valentoba, K., Stejskal, D., Bartek, J., Dvorackova, S., Kren, V., Ulrichova, J., Simanek, V.. 2008. Maca (*Lepidium meyenii*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in combination with silymarin as food supplements: In vivo safety assessment. Food & Chemical Toxicology 46(3):1006-1013
- Xu YL. 2014. A Study on Development of Functional Beverage Using Mungbean. Master's thesis. Gachon Univ. Seongnam, Korea. 1-80.
- Yali W, Yuchun W, Brian MN, Linda MH. 2007. Maca: An Andean crop with multi-pharmacological functions. Food Research International 40(7):783-792
- Youn SJ, Lee ET, Cho JG, Kim DJ. 2010. Effect of Enzyme Treatment on Functional Properties of Nectarine Beverage. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(9):1379-1383
- Youn SJ, Kim MH, Kwak HJ, Yoo BH, Kim DJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant effects of grape juice obtained with different extraction methods. Korean J. Food Preserv 20(6):784-790
- Aramfarm. Available from: <http://www.aramfarm.co.kr/>, [accessed 2018.11.20.]

---

Received December 11, 2018; revised January 24, 2019; accepted March 25, 2019