

메밀 싹 추출물 에멀전의 제조 및 에멀전의 열 안정 특성

차 보 숙

수원여자대학교 보건식품학부 식품영양과

Production and Heat-Stable Characteristics of Emulsion Made from Buckwheat Sprout Extracts

Bo-Sook Cha

Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University

ABSTRACT This study analyzed the production and heat stability of an emulsion made from buckwheat sprout extracts with high rutin content. To obtain high rutin contents, buckwheat was sprouted and the polyphenols and rutin were extracted from buckwheat sprouts. Concentrated extracts were made into an emulsion using a homo mixer and hydraulic homogenizer, after which heat stability was analyzed. The polyphenol contents were highest in ground sprouts grown for 8 days (10.66 mg/g), which was 10 times higher than those of buckwheat seeds. Extraction with 50% ethanol after blanching was the most effective method for obtaining extracts with higher polyphenol content and rutin content. Extracts were concentrated up to 60% soluble solid content and then emulsified using a homo mixer and hydraulic homogenizer. Heat stability of the emulsion passed through the hydraulic homogenizer was slightly higher than that made using the homo mixer. The heat stability of the emulsion was more strongly affected by heating time than temperature. In conclusion, the buckwheat concentrate emulsion passed through the hydraulic homogenizer was more heat stable than buckwheat extract alone.

Key words: buckwheat, rutin, emulsion, polyphenol, heat stability

서 론

메밀은 일년생 쌍자엽식물로 서늘한 기후에서 재배가 잘되며 병충해에 강하고 흡비력이 뛰어나 많은 양의 화학 비료와 농약을 사용할 필요가 없는 무공해 작물로서 산지 지역에서 주로 재배되고 있으며, 평야지역에서 전후 작물로 이모작 또는 대파작물로 재배되고 있다(1).

루틴(2-phenyl-3,5,7,3',4'-penta-hydroxybenzopyrone)은 메밀에 함유된 독특한 polyphenol(flavonoid계) 물질로서 quercetin(5,7,3',4'-tetrahydroxy flavone)에 rutinoside가 결합된 황색 또는 담황색 물질로 alcohol, acetone, alkaline 용액에 잘 용해되고 chloroform, ether 등 유기용매에는 잘 용해되지 않는다(2-4). 루틴의 생리 활성적 기능으로는 혈관계 질환의 치료와 모세혈관 강화효과(5), 항산화 효과(6), cholesterol 저하작용(7), 폐출혈 및 망막출혈 예방 등의 약리효과(8)가 있으며, 이러한 특성으로 인하여 기능성 건강식품으로 크게 각광받고 있다. 또한 식이성 질환이나 순환기 질환과 같은 감수성 질환의 예방 및 치료를

위한 의약품으로 널리 이용되며, 식품 산업에서는 영양 강화 목적으로 식품 천연 첨가물로 사용되고 있다(9).

그러나 루틴은 수용액 상태에서 용해성이 낮아 제약 분야에서 사용이 불편하고(10), 가열 조건에서 루틴 함량의 감소가 발생하므로 루틴의 변화를 줄이는 방법의 모색이 필요하다(11-13). 루틴을 에멀전으로 제조하는 방법은 열에 대한 안정성을 높이는 방법 중 하나가 될 수 있을 것이다. 에멀전이란 한 성분의 액체가 서로 섞이지 않는 액체 속에 혼합되어 방울 형태로 고루 분산되어 있는 불균일계로서 물과 오일 및 유화제로 구성되어 있다. 에멀전 제조를 위해 사용되는 기기로는 homo mixer와 유압식 균질기가 있다. Homo mixer는 유화제와 이형제를 혼합시키기 위한 장치로서 두 가지 액상 제품을 고속으로 회전하여 두 입자를 서로 균일하게 혼합하여 제품이 빨리 올라오면 고속 회전 날에 의해 잘게 분산되어 입자 간의 혼합이 되는 원리로, 잘게 쪼개어지고 그 사이로 유화제 등과 혼합이 이루어지며 물과 기름같이 잘 혼합이 안 되는 것들을 주로 혼합하며 약 0.5 mm의 coarse 에멀전이 형성된다(14). 유압식 균질기는 플런저 펌프와 균질화 block으로 구성되어 있으며 예비 혼합한 액이 플런저 펌프작용에 의해 밸브에 공급되며 액은 호모노즐(homo nozzle) 사이의 좁은 간격을 초고속으로 통과하게 되고, 이때 분산된 입자는 전단작용을 받아 분쇄되며 출구에

Received 17 April 2014; Accepted 17 September 2014

Corresponding author: Bo-Sook Cha, Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Suwon, Gyeonggi 441-748, Korea

E-mail: bosook@swc.ac.kr, Phone: +82-31-290-8927

서 임팩트 링에 직각으로 충돌하여 충격에 의해 분산된 입자는 더욱 미세하게 되며 또한 고압에서 저압으로 압력이 갑자기 낮아지므로 팽창, 확산되어 1 µm 이하의 초 미립 입자를 형성시킨다. 과거 고압 균질기는 주로 대기업의 음료, 식품 생산 쪽으로 많이 사용되었지만 최근에는 제품의 고급화와 맛과 질의 향상과 제품의 안정성을 위해 다양한 제품에 응용되어 생산되고 있다(14).

본 실험에서는 혈관계 질환 및 심혈관계 질환의 예방 및 항산화 효과가 우수한 메밀의 성분 중 루틴 및 polyphenol을 추출하기 위하여 메밀을 발아하여 루틴 함량을 높여 루틴 및 polyphenol 성분을 추출하고, 루틴이 가열에 의해 감소된다는 문제점을 해결하기 위해 루틴과 polyphenol이 다량 함유된 발아 메밀 추출물을 예멸전으로 제조하여 열에 대해 불안정한 루틴에 열 안정성을 부여하여 그 활용도를 높이는 데 목표가 있다.

재료 및 방법

재료

메밀은 2013년산 겉껍질을 제거한 메밀을 시장에서 구입하였고, 실험에 사용된 표준물질로서 루틴은 Acros Organics 사(Pittsburgh, PA, USA)로부터 구입하였으며, 메밀에서 루틴 및 polyphenol을 추출하기 위하여 사용한 50% 주정은 (주)내국양조(Nonsan, Korea) 제품을 사용하였다. 유화제는 대두레스틴(Lipoid Co., Ltd., Köln, Germany)과 Almax-2070(Ilshin Wells Co., Ltd., Seoul, Korea)을 사용하였다.

메밀의 발아

메밀은 총 3가지 방법으로 재배하였다. 우선 공통적으로 겉껍질을 제거한 메밀을 2시간 물에 불린 다음 채반에 탈지면과 냅킨을 깔고 그 위에 깔아준 후 20°C 인큐베이터에서 재배하는 방법, 상온에서 재배기에 재배하는 방법과 스티로폼 상자에 흙을 깔고 그 위에 뿌려 재배하는 방법을 사용하였다. 인큐베이터와 흙에서 재배하는 방법은 하루에 한 번만 촉촉이 젖을 정도의 물만 주었고, 재배기에서 재배하는 경우에는 2일에 한 번 물을 갈아주었다.

메밀 발아 수율 및 발아 일자에 따른 싹의 길이 비교

메밀 발아 수율은 메밀 종자 40 g에서 재배 방법을 각각 달리하여 얻어진 메밀 싹의 g을 백분율(%)로 하여 3반복한 결과를 평균과 편차로 표시하였다. 발아 일자에 따른 메밀 싹의 길이는 재배 방법에 따라 발아한 메밀 싹 20개를 무작위로 표본 추출하여 길이를 평균과 편차로 표시하였다.

발아 메밀에서 rutin의 추출

발아 메밀에서 루틴을 추출하는 방법은 6 cm 발아 메밀을 처리별로 1 g씩 취하여 초음파 처리하여 추출하였다. 각 처리 방법은 발아 후 파쇄한 처리구, 발아 후 100°C에서 30초

간 blanching 한 후 파쇄한 처리구, 발아 후 100°C에서 30초간 blanching 한 후 건조하여 분말로 한 처리를 시료의 처리 방법으로 하였다. 각 시료의 처리 방법에 50% ethanol과 95% ethanol을 이용하여 150분간 초음파 처리하여 여과한 액을 루틴의 HPLC 분석용 시료로 사용하였다.

추출조건을 달리한 발아 메밀 추출물의 루틴 함량 분석

각각의 추출방법별로 제조한 발아 메밀 추출물을 membrane filter(0.45 µm)로 여과한 다음 HPLC(YoungLin 9001, Younglin Instrument, Anyang, Korea)로 분석을 수행하였다. HPLC의 분석 조건으로 column은 C₁₈ column (Zorbax Eclipse XDB-C₁₈, 4.6 mm×250 mm, 5 µm, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA), 이동상으로 A용매는 2% acetic acid를 함유한 45% acetonitrile, B용매는 2% acetic acid를 함유한 증류수를 선형농도구배(Table 1)를 이용하여 유속은 1 mL, 시료 주입량은 20 µL, 온도는 25°C, 분석 파장은 355 nm에서 분석하였다(15). 정량은 검량선을 이용하여 실시하였으며, 모든 실험은 4반복하여 평균과 표준편차로 표시하였다.

발아 메밀의 polyphenol 추출

발아 메밀로부터 polyphenol 추출은 일자별 추출과 대량 추출로 나뉘는데, 일자별 추출에서는 재배한 메밀을 2일 간격으로 추출하였다. 각 재배 방법별 메밀 싹을 1 g씩 칭량하여 100°C의 물에서 30초간 blanching 한 후 시료 1 g당 15 mL의 50% 주정을 혼합하여 test tube에 넣어 50°C에서 150분간 초음파 추출하고 진공 여과기를 이용하여 1차 추출액을 제조하였고, 추출액에 함유된 polyphenol 함량을 측정하였다. 이때 실험은 4회 반복하여 평균과 표준편차로 표시하였다.

대량 추출에서는 얻어진 메밀 싹을 모두 칭량하여 100°C의 물에서 30초간 blanching 한 후 얻어지는 시료 무게의 3배에 해당되는 50% 주정을 혼합하여 500 mL 비커에 넣고 50°C에서 150분간 초음파 추출하고 진공 여과기를 이용하여 1차 추출물을 얻고, 1차 추출물의 잔여물에 2배에 해당하는 양의 주정을 혼합하여 다시 50°C에서 150분간 초음파 추출하고 진공 여과하여 2차 추출액을 얻었다. 1차 추출액과 2차 추출액을 합하여 진공농축기를 이용하여 고형분 함량을 60%로 하여 냉장 보관하면서 예멸전 제조에 사용하였다.

Table 1. Solvent gradient flow rate for analyzing rutin contents

Time (min)	Solvent
0	50% A, 50% B
0~18	100% A, 0% B
18~20	50% A, 50% B
20~22	50% A, 50% B

A: 45% acetonitrile contain 2% acetic acid.

B: water contain 2% acetic acid.

발아 메밀의 페놀 정량

에멀전의 encapsulation 정도를 빨리 확인할 수 있는 방법으로 phenol 정량법(16)을 이용하여 분석하였다. Polyphenol 성분 정량은 발아 추출물 0.5 mL, 2% Na₂CO₃ 2.5 mL, ethanol에 10배 희석한 phenol 시약 0.5 mL를 시험관에 넣은 다음 혼합하여 실온에 30분간 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 루틴은 polyphenol 화합물인 flavonoids의 일종이므로 본 실험에서는 polyphenol 정량을 위한 표준물질로 rutin을 사용하였다. 이때 실험은 4회 반복하여 평균과 표준편차로 표시하였다.

유화제를 이용한 유화 및 에멀전 제조

본 실험에서 발아 메밀 농축액의 에멀전 제조 방법은 Kim 등(17)의 방법을 응용하여 제조하였다. 발아 메밀 추출 농축액을 이용한 에멀전은 대두레시틴(2%), 50% ethanol과 물(1:1) 혼합물, 60% 고형분을 함유한 발아 메밀 추출 농축액(고형분 함량이 전체 유화액의 1%가 되도록 함), glycerin(Almax-2070 2%)을 비커에 넣고 homo mixer를 이용하여 4,000 rpm에서 10분간 균질하였다. Homo mixer를 이용하여 균질한 액 1 L를 취하여 homo mixer를 통과시킨 에멀전 시료로 사용하였다. Homo mixer로 균질한 액을 유압식 균질기를 이용하여 250 kg/cm² 압력에서 3분간 유압 균질하여 에멀전을 제조하였다. 발아 메밀 농축액의 포집 효율은 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{포집효율(\%)} = \frac{\{\text{발아 메밀 추출 농축액의 polyphenol 함량} - \text{에멀전 외부에 남아 있던 polyphenol 함량}\}}{\text{발아 메밀 추출 농축액의 polyphenol 함량}} \times 100$$

발아 메밀 추출액 에멀전의 열 안정성 측정

발아 메밀 추출액 에멀전의 열 안정성은 homo mixer를 통과한 유화액과 유압식 균질기를 통과시킨 두 가지 에멀전의 열 안정성을 측정하였다. 에멀전의 열 안정성 측정을 위한 실험 디자인은 반응표면 분석법(RSM)을 이용하였다. 이때 RSM 조건은 Table 2에 표시하였다.

Table 2. Experimental design for making buckwheat sprout extract emulsion

Run number	Coded variables		Process variables	
	Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)
1	-1	-1	70	2
2	1	-1	90	2
3	-1	1	70	4
4	1	1	90	4
5	0	0	80	3
6	0	0	80	3
7	-α	0	60	3
8	α	0	100	3
9	0	α	80	5
10	0	-α	80	1

온도와 시간을 달리하여 처리한 에멀전을 15,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 다음 상등액을 수거한 후 수거한 상등액 0.5 mL를 취하여 phenol 정량법과 같은 방법으로 발색시킨 후 765 nm에서 흡광도를 측정하여 phenol 함량으로 하였다. 열 안정성은 열처리에 의해 노출된 polyphenol 함량을 측정하여 아래와 같은 식을 이용하여 열 안정성을 측정하였다.

$$\text{열 안정성(\%)} = \frac{\{\text{에멀전에 포집된 polyphenol 함량} - \text{열처리 후 외부 상등액의 polyphenol 함량}\}}{\text{에멀전에 포집된 polyphenol 함량}} \times 100$$

통계분석

각 시료 및 처리 간의 유의성 검정은 SPSS 프로그램(ver 21, IBM Company, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test를 실시하였으며(*P*<0.05), 반응표면분석은 Minitab 14 프로그램(Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

메밀 발아 수율 및 발아 일자에 따른 싹의 길이 비교

메밀 발아 수율은 메밀 종자 40 g에서 재배 방법을 각각 달리하여 얻어진 메밀 싹의 g을 백분율(%) 한 것으로 Table 3과 같다. Table 3에서 흙 재배 방법이 가장 발아 수율이 높은 것을 알 수 있었다. 발아 일자에 따른 메밀 싹의 길이는 재배 방법에 따라 발아한 메밀을 cm로 측정된 값으로 Table 4와 같다. 발아 방법에 따른 싹의 길이는 흙 재배 방법이 가장 우수하였고, 재배기 방법이 가장 늦은 것을 알 수 있었다. 인큐베이터를 이용하여 발아할 때에는 곰팡이가 자주 피어 메밀 발아 방법으로는 타당하지 않음을 알 수 있다. 본 실험 결과에서는 흙을 이용하여 발아할 때 발아 수율도 높고 싹의 길이도 가장 길어 흙 재배 방법의 효율이 좋은 것을 알 수 있었다.

루틴의 최적 추출조건 결과

루틴은 각각 50% ethanol과 95% ethanol을 이용하여 초음파 추출법으로 실험을 하여 루틴 함량이 가장 높은 추출 방법을 확인하였다. 확인 결과 95% ethanol을 이용해 직접

Table 3. Yields of sprouting according to different sprouting methods

Methods for sprouting	Yields of sprouting (%)
At incubator	289.42±32.12 ^{b1)2)}
At ground	336.50±43.44 ^a
At sprouting machine	291.30±27.43 ^b

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscript letters are significantly different at α=0.05.

Table 4. The length of buckwheat sprout according to sprouting periods and methods (Unit: cm)

Periods (days)	Sprouting at incubator	Sprouting at ground	Sprouting at sprouting machine
1	0.65±0.33 ^{cA1)2)3)}	0.84±0.36 ^{fA}	0.10±0.00 ^{cB}
2	0.93±0.37 ^{cB}	1.23±0.45 ^{efA}	0.90±0.32 ^{cB}
3	1.20±0.17 ^{bcAB}	1.88±0.67 ^{ea}	0.94±0.36 ^{cB}
4	2.08±0.76 ^{bB}	2.97±0.81 ^{da}	1.05±0.25 ^{cC}
5	2.32±0.70 ^{bB}	3.43±0.65 ^{da}	1.90±0.08 ^{bB}
6	4.58±0.69 ^{aB}	6.52±0.21 ^{ca}	2.79±0.27 ^{aC}
7	4.72±0.64 ^{aB}	10.91±1.32 ^{ba}	2.90±0.23 ^{aC}
8	—	13.6±0.72 ^{aa}	2.99±0.62 ^{aB}

¹⁾Mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscript letters (a-f) in the same column are significantly different at $\alpha=0.05$.

³⁾Values with different superscript letters (A-C) in the same row are significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 5. The rutin contents according to extraction methods (Unit: µg/g)

Sample treatment methods	Extraction solvent	
	95% ethanol	50% ethanol
Extraction after paste	95.5±22.90 ^{a1)2)}	613.5±86.50 ^b
Extraction the paste after blanching	111.7±13.00 ^a	890.8±155.70 ^a
Extraction the powder after blanching and dried sprout	12.3±1.23 ^b	146.5±26.40 ^c

¹⁾Mean±SD (n=4).

²⁾Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $\alpha=0.05$.

추출하는 것보다 50% ethanol을 이용해 추출하는 것이 효율적이었다(Table 5). 또한 루틴 추출 효율은 발아 메밀을 blanching 후 파쇄하여 50% ethanol을 이용해 추출하는 것이 가장 효율적인 것을 알 수 있었다. Choung(15)이 메밀 경엽과 줄기를 50°C 화력건조기에 건조한 후 분쇄하여 50% ethanol로 50°C에서 추출시간을 180분으로 하였을 때 634.8 µg/g이었다고 보고하였다. 이들의 결과에서 볼 때, 본 실험 결과 발아 메밀을 blanching 후 파쇄하여 50% ethanol을 이용해 추출한 결과 값이 890.8 µg/g으로 Choung(15)의 실험 결과보다 약 1.4배 루틴 함량이 더 많았음을 알 수 있었다.

재배 방법에 따른 페놀 함량 비교

각 재배 방법에 따라 발아한 일자별 메밀 싹의 polyphenol 함량을 비교한 결과는 Table 6과 같다. 메밀을 인큐베이터를 이용하여 발아 일수별로 polyphenol 함량을 측정하였을 때, 메밀 종자일 때 0.99 mg/g이며 2일과 4일 후에는 각각 3.47 mg/g, 12.32 mg/g을 나타내어 메밀 종자일 때보다 6일째에서 polyphenol 함량이 약 8배 증가하였으나 이 기간 이후로는 곰팡이가 발생하여 측정이 불가능하였다. 재배기를 이용하여 발아 일수별로 polyphenol 함량을 측정하였을 때 2일, 4일, 6일 후에는 각각 0.88 mg/g, 0.71 mg/g으로

Table 6. The polyphenol contents according to various sprouting periods and methods (Unit: mg/g dry basis)

Periods (days)	Sprouting at incubator	Sprouting at ground	Sprouting at sprouting machine
0	0.99±0.44 ^{d1)2)}	0.99±0.44 ^c	0.99±0.44 ^b
2	3.47±1.20 ^c	3.04±1.36 ^c	0.88±0.20 ^b
4	5.32±1.60 ^b	2.90±1.77 ^c	0.71±0.19 ^b
6	8.32±1.20 ^a	5.12±3.73 ^b	1.19±0.19 ^b
8	—	10.66±5.25 ^a	3.14±0.55 ^a

¹⁾Mean±SD (n=4).

²⁾Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $\alpha=0.05$.

떨어지다가 6일 후에는 1.19 mg/g, 8일 후에는 3.14 mg/g으로 polyphenol 함량이 메밀 종자일 때보다 약 3배로 증가하였다. 재배기를 이용하여 발아하였을 경우 다른 발아 방법들에 비해 polyphenol 함량이 다소 적은 경향이 보였다. 흙을 이용하여 재배한 발아 메밀을 발아 일수별로 polyphenol 함량을 측정했을 때, 메밀 종자일 때 0.99 mg/g, 2일, 4일, 6일, 8일에서 각각 3.04 mg/g, 2.90 mg/g, 5.12 mg/g, 10.66 mg/g으로 8일 후에는 메밀 종자 polyphenol 함량이 약 11배 증가하였다.

각 발아 방법에 따른 polyphenol 함량을 측정한 결과, 재배 방법에 따른 차이가 있었으며, 재배 일수 경과에 따라 polyphenol의 함량이 증가하였고 8일째부터 유의차를 나타내며 높아지는 것을 알 수 있었다. 본 실험의 방법과 일치하지는 않지만 Maeng 등(3)과 Kim 등(18)은 메밀 종자에서보다 메밀 싹에서 rutin의 함량이 10배 이상 증가한다고 보고하였고, 본 실험 결과에서도 발아에 의해 polyphenol 함량이 증가한 것을 기초로 하여 메밀 종자보다 발아를 통하여 얻은 메밀 싹을 이용하는 것이 루틴 함량 혹은 polyphenol 함량을 높이는 데 효과적인 것을 알 수 있었다.

유화 방법에 따른 발아 메밀 추출액의 포집 효율

메밀을 발아시키는 방법으로는 전 실험의 결과를 고려하여 흙 재배 방법을 선택하여, 50% ethanol을 이용하여 50°C에서 150분간 대량 추출하여 고형분 함량이 60%가 되도록 농축한 발아 메밀 추출액을 에멀전 제조에 사용하였다. 에멀전의 발아 메밀 추출액의 포집 효율은 에멀전을 원심분리한 후 상등액을 여과하여 polyphenol 함량을 측정하여 포집 효율을 측정하였다.

발아 메밀 추출 농축액의 에멀전 제조에 사용된 유화제로는 친유성 유화제로 식품산업에서 저렴하며 안전한 것으로 인정되어 오래 전부터 사용된 천연 유화제로 알려진 대두레시틴과 친수성 유화제로는 Almax-2070을 사용하였다. Almax-2070은 글리세린지방산에스테르로써 HLB 값이 3.8이며 모노에스테르 함량은 50%이다(14,17).

유화는 homo mixer를 통과한 후 에멀전을 일부 수집하고, 나머지는 유압식 균질기를 통과시켜 에멀전을 제조하였다. Homo mixer와 유압식 균질기를 각각 통과시킨 에멀전

Table 7. Encapsulation effects by comparing of polyphenol contents of buckwheat sprout concentrates according to emulsifying methods

Polyphenol contents of buckwheat sprout concentrates (mg/100 g)	Emulsifying methods	
	Homo mixer	Hydraulic homogenizer
3,719.92±547.19	65.92%	67.77%

Table 8. The mean stability of buckwheat concentrate emulsion by heating temperature and time (Unit: %)

Temperature (°C)	Time (hr)	Homo mixer	Hydraulic homogenizer
70	2	67.12	88.52
90	2	57.37	63.56
70	4	35.23	56.35
90	4	25.04	50.67
80	3	37.82	55.89
80	3	38.20	55.54
60	3	49.95	63.11
100	3	25.11	28.01
80	5	32.78	40.64
80	1	58.16	64.30

의 포접 효율을 측정된 결과(Table 7) homo mixer와 유압식 균질기를 통과한 에멀전의 포접 효율은 각각 65.92%와 67.77%로 유압식 균질기를 통과시켰을 때 에멀전의 포접 효율은 높았으나 두 처리구 모두 매우 우수한 에멀전을 형성하지는 못하였다. 본 실험에서는 포접 효율을 보고자 한 것이 아니고 에멀전의 열 안정성을 확인하고자 하는 것이 목적이었기 때문에 포접 효율을 높이기 위한 유화제 선택에 대한 연구는 더 필요하다.

발아 메밀 추출액 에멀전의 열 안정성

정량적인 인자인 열처리 시간과 온도, 반응변수인 열 안정성 사이의 관계를 모형화하기 위하여 중심합성(central composite)법을 이용하여 반응표면분석을 실시한 후 그 결과를 Table 8에 표시하였다. 열 안정성을 분석한 결과 homo mixer만을 통과한 에멀전은 유압식 균질기를 통과한 에멀전에 비하여 열에 대하여 불안정한 것을 알 수 있었다. 그 이유는 homo mixer만을 통과한 에멀전은 영성하게 유화가 이루어진 상태이기 때문에 유압식 균질기를 통과하여 에멀전이 단단하게 형성된 것보다 외부 조건에 쉽게 변화하는 것으로 판단된다. Bae와 Shin(14)은 homo mixer는 입자가

크고 입자 분포가 넓어 극히 불안정하여 단기간에 분리되었으며, 같은 조성이라도 유압식 균질기를 통과한 에멀전은 입자가 협소할수록 장기간에도 안정한 것으로 나타났다고 보고하여 본 결과 유사함을 알 수 있었다.

균질기 종류를 달리하였을 때 제조된 에멀전의 열처리 온도와 시간에 대한 안정성을 반응표면분석을 통하여 경향을 분석하였다(Table 9). Ilangantileke 등(19)은 R^2 값이 적어도 0.80 이상일 경우 그 모델식이 적합하다고(good fit of a model) 제시한 바 있는데, 본 실험에서는 homo mixer를 통과한 에멀전과 유압식 균질기를 통과한 에멀전의 열 안정성에 대한 반응표면분석 적합성을 나타내는 R^2 는 각각 0.82와 0.81로 두 에멀전 모두 반응표면분석에서 유의성을 인정할 수 있었다. Table 9에 표시한 이차 다항식(second order polynomials)에서 각각의 변인 앞에 있는 상수는 변인의 중요성을 나타내는 것으로 상수의 숫자 값이 클수록 최적화에 우세한 영향을 미친다는 것을 의미한다(20). 표시된 반응표면분석 결과 homo mixer를 통과한 에멀전과 유압식 균질기를 통과한 에멀전 두 처리의 이차 다항식에서 열처리 시간에 해당하는 상수의 값이 각각 17.1338과 36.0722로 열처리 온도 상수 값보다 더 큰 것을 알 수 있었고, 이 결과는 열처리 온도가 높은 것보다 열처리 시간이 길수록 에멀전의 안정도는 낮아진다고 예측할 수 있다.

에멀전의 안정성에 대한 열처리 온도와 열처리 시간에 대한 반응표면은 Fig. 1에 표시하였다. Fig. 1에서 homo mixer를 통과한 에멀전은 온도가 올라가고 시간이 지나면 급속한 속도로 안정성이 감소하는 경향을 나타내었다. 유압식 균질기를 통과한 에멀전은 온도가 올라가고 시간이 지나면 안정성이 감소하기는 하지만 homo mixer를 통과한 에멀전에 비하여 시간에 대하여는 유사하게 안정성이 떨어지지만 온도에 대하여는 65°C와 90°C 사이에서 비교적 서서히 안정성이 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 메밀에서 추출물의 열 안정성 유지를 위해서는 유압식 균질기를 통과하여 encapsulation 효율을 높이는 것이 열 안정성 유지에 효과가 있음을 알 수 있었다.

요 약

메밀 성분 중 루틴의 추출 효율을 높이기 위해 메밀을 발아한 후 루틴 및 polyphenol 추출 효율이 높은 추출방법을 선택하였다. 메밀의 발아는 흙 재배가 효율적이었으며, 8일

Table 9. Polynomial equation calculated by RSM program for stability of buckwheat concentrate emulsion

Response	The second order polynomials	R^2	Pro>F
Homo mixer ¹⁾ (Y1)	$Y1=89.7565+0.8302 \times \text{temp.} - 17.1338 \times \text{time} - 0.0057 \times \text{temp.} \times \text{temp.} - 0.0110 \times \text{time} \times \text{temp.} + 1.4053 \times \text{time} \times \text{time}$	0.82	0.11
Hydraulic homogenizer ²⁾ (Y2)	$Y2=34.3175+3.1939 \times \text{temp.} - 36.0722 \times \text{time} - 0.0342 \times \text{temp.} \times \text{temp.} + 0.4820 \times \text{time} \times \text{temp.} - 1.6976 \times \text{time} \times \text{time}$	0.81	0.12

¹⁾Stability of emulsion passed through homo mixer.

²⁾Stability of emulsion passed through hydraulic homogenizer.

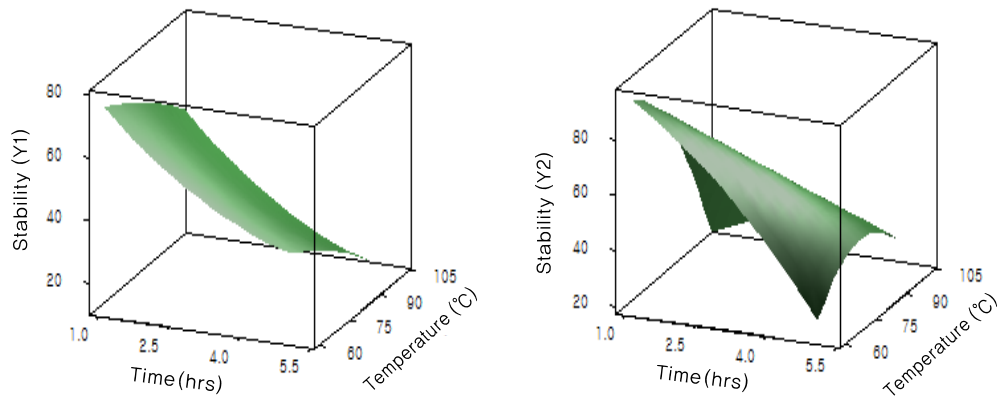


Fig. 1. Surface response diagram for emulsion stability passed through homo mixer (Y1) and hydraulic homogenizer (Y2) upon heating temperature and times.

후에는 polyphenol 함량이 10.66 mg/g으로 메밀 종자에 함유되어 있던 polyphenol 함량의 10배 이상 높은 양을 얻을 수 있었다. 발아 메밀에서 추출된 루틴을 포함한 polyphenol 성분은 에멀전을 제조하여 열에 대한 안정성을 높이는 데 효율이 있는지를 확인하였다. 에멀전은 homo mixer 만을 통과시키는 것보다 유압식 균질기를 통과시켰을 때 포집 효율이 높을 뿐만 아니라 열처리 온도에 대하여 열 안정성이 우수한 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 수원여자대학 순수연구과제 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Choi BH, Kim SL, Kim SK. 1996. Rutin and functional ingredients of buckwheat and their variations. *Korean J Crop Sci* 41: 69-93.
- Lee EH, Kim CJ. 2008. Nutritional changes of buckwheat during germination. *Korean J Food Culture* 23: 121-129.
- Maeng YS, Park HK, Kwon TB. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. *Korean J Food Sci Technol* 22: 732-737.
- Kwon TB. 1994. Changes in rutin and fatty acids of buckwheat during germination. *Korean J Food & Nutr* 7: 124-127.
- Matsubara T, Kumamoto H, Iizuka Y, Murakami T, Okamoto K, Miyake H, Yokoki K. 1985. Structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in *Citrus unshiu* peelings. *Agric Biol Chem* 49: 909-914.
- Yang J, Guo J, Yuan J. 2008. In vitro antioxidant properties of rutin. *LWT-Food Sci Technol* 41: 1060-1066.
- Ziaee R, Zamansoltani F, Nassiri-Asl M, Abbasi E. 2009. Effects of rutin on lipid profile in hypercholesterolaemic rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 104: 253-258.
- Havsteen B. 1983. Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem Pharmacol* 32: 1141-1148.
- Kim YS, Chung SH, Suh HJ, Chung ST, Cho JS. 1994. Rutin and mineral contents on improved kinds of Korean buckwheat at growing stage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 759-763.
- Almeida JS, Lima F, Ros SD, Bulhões LO, de Carvalho LM, Beck RC. 2010. Nanostructure systems containing rutin: In vitro antioxidant activity and photostability studies. *Nanoscale Res Lett* 5: 1603-1610.
- Lee SJ, Kim SJ, Han MS, Chang KS. 2005. Changes of rutin and quercetin in commercial Gochujang prepared with buckwheat flour during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 509-512.
- Tang DB, Yang WJ, Xiao GS. 2013. Changes in phenolic compounds and antioxidant activities in litchi pulp during heat pump drying process. *J Food Sci Biotechnol* 32: 362-368.
- Kaiser A, Kammerer DR, Carle R. 2013. Impact of blanching on polyphenol stability and antioxidant capacity of innovative coriander (*Coriandrum sativum* L.) pastes. *Food Chem* 140: 332-339.
- Bae DH, Shin JS. 2000. Silicon nanoemulsion stabilized with hydrogenated lecithin. *J Korean Ind Eng Chem* 11: 522-528.
- Choung MG. 2005. Development of analytical method for rutin in buckwheat plant using high performance liquid chromatography. *Korean J Crop Sci* 50: 181-186.
- Arciuli M, Palazzo G, Gallone A, Mallardi A. 2013. Bioactive paper platform for colorimetric phenols detection. *Sensors & Actuators B* 186: 557-562.
- Kim TJ, Kim YS, Byun YR. 1996. Emulsion-microencapsulation of lysozyme and its stimulated release. *Korean J Food Technol* 28: 399-404.
- Kim YS, Kim JG, Lee YS, Kang IJ. 2005. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 81-86.
- Ilangantileke SG, Ruba AB, Joglekar HA. 1992. Boiling point rise of concentrated Thai tangerine juices. *J Food Eng* 15: 235-243.
- Patel YL, Sher P, Pawa AP. 2006. The effect of drug concentration and curing time on processing and properties of calcium alginate beads containing metronidazole by response surface methodology. *AAPS Pharm Sci Tech* 7: E1-E7.