

아로니아 비가식 부위로부터 기능성 바이오융복합 소재 개발을 위한 폴리페놀의 추출 공정 최적화

김혜림¹, 김연아², 인만진³, 채희정^{4*}

¹인코스(주) 연구원, ²호서대학교 식품생물공학과 석사과정, ³청운대학교 화학공학과 교수, ⁴호서대학교 식품제약공학부 교수

Optimization of polyphenol extraction from non-edible parts of *Aronia melanocarpa* for the development of functional bioconvergence materials

Hye Rim Kim¹, Yeona Kim², Man-Jin In³, Hee Jeong Chae^{4*}

¹Researcher, Inkos Ltd

²Master's course, Department of Food Science & Biotechnology, Hoseo University

³Professor, Department of Food and Pharmaceutical Engineering, Hoseo University

⁴Professor, Department of Chemical Engineering, Chungwoon University

요약 기능성 원료로 사용되는 아로니아 열매를 포함하여 열매 이외의 비가식 부위를 이용하여 바이오 융복합 소재로의 개발을 검토하기 위하여 폴리페놀의 추출 공정변수인 추출 용매, 온도, pH, 시간 등의 추출 조건을 최적화하였다. 아로니아 부위별(열매, 잎, 가지, 송이가지)로 물, 에탄올, 메탄올을 사용하여 추출하여 총 폴리페놀 추출율이 가장 높은 물을 추출용매로 선정하였다. 비가식 부위 중 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 보인 아로니아 잎을 폴리페놀의 주원료로 선정하였고, 실험계획법을 이용하여 비가식 부위인 잎의 폴리페놀의 열수 추출 조건을 최적화하였다. 그 결과 79.3℃, 4.5시간, pH 7.2에서 추출하는 것이 최적의 추출 조건이었으며 폴리페놀의 최대 추출 수율은 139.4±2.5 mg/g이었다. 이와 같이 아로니아 비가식 부위인 잎의 최적화된 추출조건은 기능성 바이오 소재의 생산에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 아로니아(*Aronia melanocarpa*), 아로니아 잎, 최적화, 추출조건, 폴리페놀, 바이오융복합

Abstract Polyphenols extraction conditions including extraction solvent, temperature, pH and time were optimized for the development of functional bio-convergence materials using non-edible parts of *Aronia melanocarpa* including its berry. Water, ethanol, and methanol were used for the extraction of polyphenol from aronia leaves, stem and twigs. Water was selected as an extraction solvent because water gave the highest extraction yields. Among the non-edible parts, aronia leaves had the highest total polyphenol content. The polyphenol extraction conditions from aronia leaves were statistically optimized using an experimental design method: reaction time of 4.5 h, extraction temperature of 79.3℃, and pH 7.2. These optimized extraction conditions could be used for the production of functional bio-material.

Key Words : *Aronia melanocarpa*, Aronia leaves, Extraction conditions, Optimization, Polyphenol, Bioconvergence

*이 논문은 제 1저자의 석사학위논문 "아로니아 열매 및 미식용 부위의 폴리페놀 추출공정 최적화 및 생리활성 평가"를 재구성하여 제출한 것임.

*Corresponding Author : Hee Jeong Chae(hjchae@hoseo.edu)

Received January 15, 2020

Accepted February 20, 2020

Revised February 5, 2020

Published February 28, 2020

1. 서론

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 북아메리카가 원산지인 영하의 온도와 같은 가혹한 환경에서도 잘 자라며, 재배가 용이한 다년생 식물이다[1]. 아로니아 열매는 덴마크, 폴란드, 네덜란드 등 유럽에서 주로 생산되며 국내에서도 전국적으로 재배되어 생산되고 있다. 아로니아는 열매의 색(검은 색, 붉은 색, 보라색 등)에 따라 블랙 초크베리, 레드 초크베리로 구분한다[2]. 블랙 초크베리 아로니아 열매에는 수분을 제외하고 탄수화물이 주성분이며, 조단백, 조지방이 소량 함유되어 있다. 또한 다양한 생리활성이 알려진 안토시아닌, 플라보노이드 등의 폴리페놀 화합물이 함유되어 있다[3]. 아로니아 열매에 함유되어있는 폴리페놀 화합물로는 anthocyanin, proanthocyanidin 등이 있으며 폴리페놀 함량은 블랙 커런트와 블루베리, 딸기, 포도 등에 비하여 월등히 높은 양이 함유되어 있다[4-6].

아로니아의 생리활성에 대하여는 항산화, 항알러지, 심혈관계 질환 개선, 항염증, 항당뇨, 미백, 암세포 생육 저해, 위장 보호 등의 다양한 연구가 보고되어 있다 [7-11]. 식품뿐만 아니라 다양한 분야로 아로니아의 용도 확대를 위하여 폴리페놀 성분을 다량 함유한 추출물의 제조가 중요하다. 아로니아 추출물은 주로 열매를 원료로 사용하고 물 또는 에탄올을 추출 용매로 사용하며, 환류냉각 추출 등의 방법으로 제조[1,8, 10]되고 있다. 금속화 물추출물의 폴리페놀 함량[12]은 환류냉각 추출, 진탕 추출, 초음파 추출, 정치 추출의 순서로 높은 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 환류 냉각 추출은 폴리페놀 추출 수율이 높고 휘발성 물질의 손실을 최소화하는 장점이 있지만, 80℃ 이상의 높은 온도에 의한 유용성분의 변성, 단백질질의 변이 등의 문제점[13]이 있다.

아로니아 열매 이외의 잎, 송이가지, 가지 등은 비가식 부위로서 버려지고 있는 실정이며, 식물체의 부위별 폴리페놀 함량에 대한 보고[14]를 고려하면 이러한 비가식 부위를 이용하여 아로니아 추출물을 제조하면 화장품, 의약품, 위생용품 등 비식품 분야의 바이오헬스케어 제품에 기능성 원료로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 아로니아 잎, 송이가지, 가지 등의 비가식 부위로부터 진탕 추출하여 폴리페놀을 추출하는 조건을 조사하였다. 폴리페놀 추출 수율을 비교하여 최적의 용매와 아로니아 재료를 선정하였으며, 실험계획법으로 아로니아 폴리페놀의 추출 조건을 최적화함으로써 향후 아로니아 추출물의 생산에 관한 기초적인 자료

를 확보하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

아로니아(*Aronia melanocarpa*)의 열매(berry), 잎(leaf), 송이가지(stem), 가지(twig)는 충남 아산 소재 아로니아 농장에서 재배된 블랙 초크베리를 제공받아 열매, 잎, 송이가지, 가지를 따로 분리한 다음 각각 증류수로 세척하였고, 폴리페놀 함량의 변화가 가장 적은 동결건조방법으로 시료를 준비하였다[15].

2.2 추출물 제조

아로니아의 열매, 잎, 송이가지, 가지로부터 폴리페놀 추출을 위한 용매로는 물, 에탄올, 메탄올을 각각 사용하였다. 추출 방법은 Fig. 1의 방법과 같다.

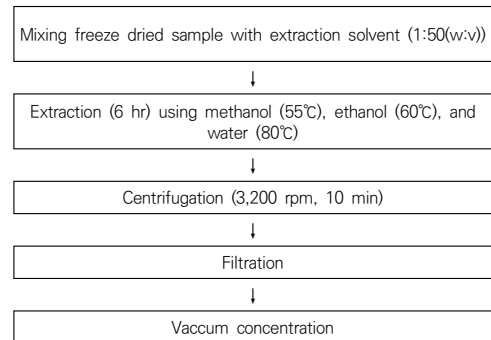


Fig. 1. The extracting method for *Aronia melanocarpa*

동결건조한 시료와 추출용매를 1:50(w:v)의 비율로 혼합한 후 용매별로 각각 55℃(메탄올), 60℃(에탄올) 및 80℃(물)로 설정한 항온수조에서 6시간 동안 진탕 추출하였다. 추출이 끝난 시료는 원심분리(3,200 rpm, 10분)로 상등액을 모은 후 여과지(No. 1 Whatman)로 여과한 다음 고형분 1% 농도로 진공농축하여 분석의 시료로 사용하였다. 추출 시 pH는 1 N NaOH와 1 N HCl을 이용하여 조절하였다.

3. 연구방법

3.1 실험계획법 적용 추출조건 최적화

폴리페놀 추출조건 최적화를 실험계획은 Design Expert 6.0 software(Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA)를 사용하였다. 반응표면분석법(response surface method)의 여러 방법 중 중심합성계획법(central composite design)으로 설계하였다. 중심합성 계획에서 Table 1과 같이 시료는 비가식 부위인 잎을, 열수추출의 독립변수(X_n)는 추출 온도(X_1), 추출 시간(X_2), pH(X_3)를 각각 -2, -1, 0, 1, 2의 5가지 범위로 추출조건을 설계하였으며 종속변수(Y)는 폴리페놀 함량(Y_1)으로 설정하였다.

Table 1. Independent variable and their corresponding levels for experimental design of hot-water polyphenol extraction conditions from *Aronia melanocarpa* leaves

Factor	Unit	Variable level				
		-2	-1	0	1	2
Temperature	°C	40	50	60	70	80
Time	h	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5
pH	-	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0

3.2 폴리페놀 함량 분석

추출물의 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법[16]을 변형하여 측정하였다. 희석된 시료 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 50 μ L를 첨가한 후 실온에서 4 분간 반응시킨 후 1.5 mL의 20% sodium carbonate 용액을 넣어 2분간 정치 후 760 nm에서 흡광도를 측정하여 폴리페놀 화합물의 함량을 계산하였다. 폴리페놀 함량은 chlorogenic acid를 표준물질로 하여 환산하였다.

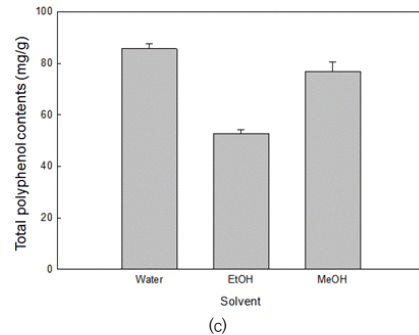
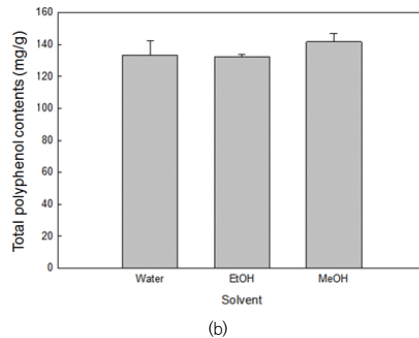
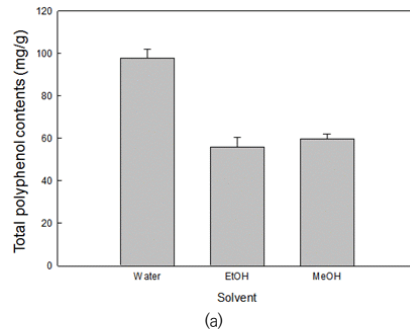
4. 결과

4.1 추출 원료와 용매의 선정

아로니아의 비가식 부위로부터 폴리페놀 추출을 위한 적절한 용매와 추출 원료를 선정하기 위하여 물, 에탄올, 메탄올로 아로니아 잎, 송이가지, 가지로부터 폴리페놀을 각각 추출한 다음 그 함량을 분석하였으며 아로니아 열매도 동일한 조건으로 추출하여 비교하였다. 추출방법은 Song 등[12]의 연구 결과에서 폴리페놀 함량이 비교적 높으며 장치 투자비가 저렴한 일반적인 추출방법인 진탕 추출 방법을 선정하였다. 그 결과 Fig. 2에서 보는 바와

같이 아로니아 송이가지의 경우 물, 에탄올, 메탄올 추출 물에서 총 폴리페놀 함량은 각각 85.6, 52.7, 76.8 mg/g으로 물 추출물에서 높은 함량을 나타내었으며, 아로니아 가지의 경우 132.6, 133.6, 137 mg/g으로, 아로니아 잎의 경우 133.5, 132.3, 138 mg/g으로 가지와 잎에 대하여는 추출 원료와 용매에 따른 차이는 매우 미미하였다.

아로니아 열매의 경우 물 추출물이 가장 높은 폴리페놀 함량을 보였으며(93.0 mg/g), 에탄올, 메탄올 추출물의 폴리페놀 함량은 각각 55.8, 58.7 mg/g으로 나타났다. 이상의 결과는 아로니아 열매의 물 추출물에서 폴리페놀 함량이 80.14 mg/g라는 기존의 보고[1]와 유사한 결과이다.



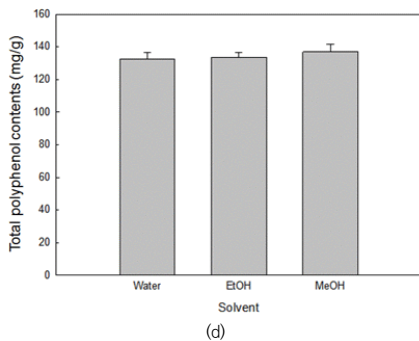


Fig. 2. Contents of total polyphenols in berry (a), leaf (b), stem (c) and twig (d) of *Aronia melanocarpa*.

송이가지의 경우에도 물 추출물에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타냈고, 이어서 메탄올, 에탄올의 순으로 높았다. 일반적으로 식품의 폴리페놀 함량은 물 등의 극성 용매에서 추출 수율이 높다고 알려진 결과[17]와 유사하다. 아로니아의 경우 총 폴리페놀 함량 중 25%가 안토시아닌으로 알려져 있으며, 이러한 안토시아닌은 cyanidin에 배당체가 결합된 형태로 galactoside, glucoside, arabioside, xyloside 등이 주요 성분인 것으로 보고되고 있다[18]. 극성이 높은 배당체 등으로 구성된 폴리페놀은 극성 용매인 물로 추출할 경우 추출율이 높은 것을 고려하면, 아로니아의 열매와 송이가지에는 극성의 폴리페놀 함량이 높은 것으로 추정된다. 반면, 잎과 가지의 경우 추출용매의 차이에 따라 폴리페놀 추출 수율이 크게 다르지 않은 것으로 나타났는데, 이는 잎, 가지의 경우 극성과 비극성을 갖는 다양한 폴리페놀 성분을 갖기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 폴리페놀의 추출 수율이 높은 비가식 부위로는 시료의 조달이 용이한 잎을, 추출용매로는 경제적인 물을 선정하여 추출조건 최적화를 진행하였다.

4.2 실험계획법을 이용한 추출조건 최적화

물을 이용하여 아로니아의 비가식 부위 중 잎의 폴리페놀을 추출하기 위한 조건을 최적화하기 위하여 중심합성계획법을 실시하였다. Table 2와 같이 독립변수는 추출 온도(X_1), 추출 시간(X_2), 용매의 pH(X_3), 종속변수는 폴리페놀 함량으로 실험을 설계하고 독립변수 5가지 범위(-2, -1, 0, 1, 2)에서 20가지 추출을 실시하여 추출물의 폴리페놀 함량을 분석하였다. 각 실험 조건에서 폴리페놀 함량은 84.47-135.22 mg/g의 범위로 나왔다. 추출조건에 따른 폴리페놀 함량을 표시하는 반응표면 회귀

식은 아래와 같다.

$$Y=114.77+11.36X_1-0.9X_2+1.13X_3-1.74X_1^2+1.35X_2^2-0.84X_3^2+3.01X_1X_2-6.82X_1X_3+0.67X_2X_3$$

물 추출물의 폴리페놀 함량에 대한 회귀식의 상관관계 (R^2)가 0.94로 5% 이내의 수준에서 유의성이 인정되었다. ANOVA 분산분석으로 각각의 독립변수 및 종속변수 간의 상호관계를 확인한 결과 Table 3과 같이, 변수 중 X_1 (추출 온도)이 유의성이 있는 것(5%의 유의수준에서)으로 분석되었으며, X_2 (추출 시간)과 X_3 (용매 pH)는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 즉, 추출 온도(X_1)가 폴리페놀의 추출함량(Y_1)에 가장 큰 영향을 주는 변수이며 추출 온도(X_1)와 pH(X_3)가 복합적인 영향을 주는 것으로 분석되었다.

추출 온도(X_1)와 추출 시간(X_2)과 용매 pH(X_3) 간의 상관성을 분석하였다. Fig. 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 추출 온도(X_1)가 높아질수록 폴리페놀 추출함량이 높아지는 경향을 확인하였다. 이는 사과 pomace로부터 폴리페놀 추출조건 최적화에 관한 연구[19]에서 추출 온도가 높아질수록 폴리페놀 함량이 증가하였다는 보고와 매우 유사한 결과이다.

Table 2. RSM-central composite design for polyphenol extraction conditions from *Aronia melanocarpa* leaves using water as an extractant

No.	Type	Independent variables			Response polyphenol content (mg/g)
		Temperature	Time	pH	
1	Fact	50(-1)	2(-1)	5(-1)	98.95
2	Fact	70(1)	2(-1)	9(1)	115.00
3	Fact	50(-1)	5(1)	9(1)	109.28
4	Fact	70(1)	5(1)	5(-1)	130.68
5	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	116.21
6	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	112.55
7	Fact	50(-1)	2(-1)	9(1)	110.65
8	Fact	70(1)	2(-1)	5(-1)	122.69
9	Fact	50(-1)	5(1)	5(-1)	87.00
10	Fact	70(1)	5(1)	9(1)	117.79
11	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	113.25
12	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	118.81
13	Axial	40(-2)	3.5(0)	7(0)	84.47
14	Axial	80(2)	3.5(0)	7(0)	135.22
15	Axial	60(0)	0.5(-2)	7(0)	125.16
16	Axial	60(0)	6.5(2)	7(0)	119.23
17	Axial	60(0)	3.5(0)	3(-2)	112.27
18	Axial	60(0)	3.5(0)	11(2)	114.64
19	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	117.72
20	Center	60(0)	3.5(0)	7(0)	114.17

Table 3. ANOVA analysis of the model for the polyphenol extraction conditions from *Aronia melanocarpa* leaves using water as an extractant

Source	DF	F-value	Prob > F
Model	9	18.63	< 0.0001
X ₁	1	127.45	< 0.0001
X ₂	1	0.80	0.3922
X ₃	1	1.27	0.2868
X ₁ X ₂	1	4.48	0.0603
X ₁ X ₃	1	22.97	0.0007
X ₂ X ₃	1	0.22	0.6468

* Independent variables: X₁, temperature (°C); X₂, time (h); X₃, pH.

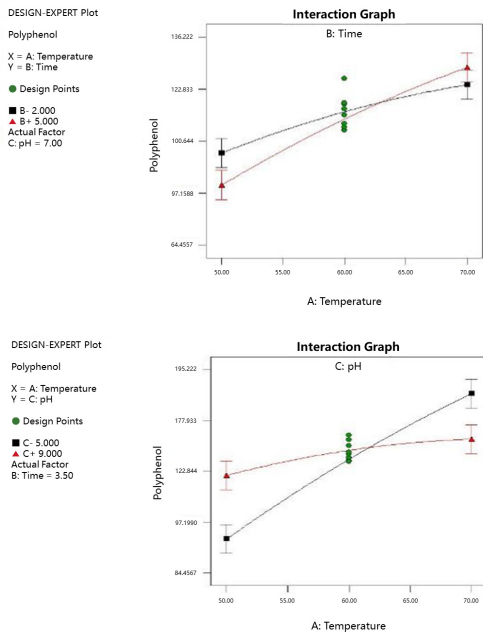


Fig. 3. Interaction graphs of temperature, extraction time and pH in polyphenol extraction from *Aronia melanocarpa* leaves using water as an extractant.

4.3 최적 추출조건 예측 및 검증

아로니아 잎으로부터 추출 온도, 시간, pH에 따른 폴리페놀 함량의 반응표면분석을 통해서 예측된 최대점에서 폴리페놀 화합물의 최대값은 133.1 mg/g이었고, 이때의 추출조건은 추출 온도 79.3°C, 추출 시간 4.5시간, pH 5.8이었다. 예측된 조건으로 아로니아 잎의 물 추출물을 제조한 후 폴리페놀 함량을 분석한 결과 Table 4와 같이, 139.4±2.5 mg/g으로 예측 값의 104.5%를 나타내어 실험계획법에 의한 추출조건 최적화의 신뢰성이 검증되었다.

또한 최적화된 조건에서 아로니아 잎 추출물의 폴리페놀 함량은 기존의 아로니아 잎 열수 추출물(90°C, 24시간 추출, tannic acid 기준)의 79.04 mg/g[20] 및 50% 에탄올 추출물(상온, 2시간 추출, catechin 기준)의 32.30 mg/g[21] 보다 크게 향상된 것이다.

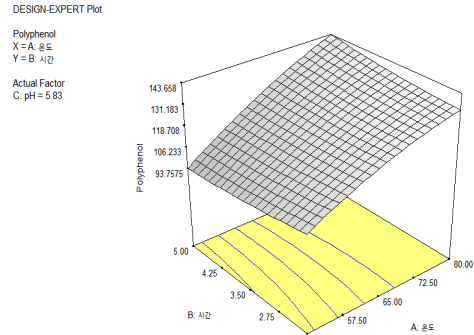


Fig. 4. The response surface plot of temperature and time on polyphenol extraction from *Aronia melanocarpa* leaves using water as an extractant.

동시에 폴리페놀 함량과 항산화 활성은 높은 정의 상관관계를 나타내므로[22] 추출물의 우수한 항산화 활성도 예측할 수 있었다.

Table 4. Model-estimated polyphenol content and experimentally determined value of hot-water extraction using the optimized extraction conditions

Optimum conditions	Predicted content (A) (mg/g)	Actual content (B) (mg/g)	Validity (B/A ×100) (%)
Temperature (°C)	79.3		
Time (h)	4.5	133.1	139.4±2.5
pH	7.2		104.5

¹Value is means±SD (n=3).

5. 결론 및 고찰

아로니아의 우수한 기능성에도 불구하고 열매 외에 잎과 가지 등의 비가식 부위는 버려지고 있는 실정이다. 이에 본 논문은 아로니아 비가식 부위(잎, 가지, 송이가지)의 기능성을 확인하였으며, 그 중 폴리페놀 함량이 가장 높은 아로니아 잎을 대상으로 반응표면분석법을 이용하여 추출 조건을 최적화한 결과, 79.3°C, 4.5시간, pH 7.2에서 추출하는 것이 가장 높은 폴리페놀 함량을 얻을 수

있는 최적의 추출 조건이었다. 이와 같이 아로니아 비가식 부위인 잎의 최적화된 추출 조건은 바이오 산업용 기능성 소재 생산에 기여할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] H. M. Park & J. H. Hong. (2014). Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Korean Journal of Food Preservation*, 21(5), 718-726. DOI : 10.11002/kjfp.2014.21.5.718
- [2] H. J. Oh. (2018). *Physico-Chemical Analysis and Melanogenesis Inhibitory Activity of Korean Aronia melanocarpa in B16-F10 Melanoma Cells*. Master Thesis. Jeonbuk National University, Jeonbuk.
- [3] H. A. Han. (2018). *Comparison of Functional Components of Berries Species Native to Korea and Aronia Active Changes According to Treatment with Mushroom Mycelium*. Master Thesis. Jeonbuk National University, Jeonbuk.
- [4] J. Oszmianski & A. Wojdylo. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 221(6), 809-813. DOI : 10.1007/s00217-005-0002-5
- [5] X. Wu, G. R. Beecher, J. M. Holden, D. B. Haytowitz, S. E. Gebhardt & R. L. Prior. (2006). Concentrations of anthocyanins in common foods in the united states and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 4069-4075. DOI : 10.1021/jf060300l
- [6] A. W. Atringl, E. Leitner & W. Pfannhauser. (1995). Die schwarze apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) als natuerliche Farbstoffquelle. *Deutscha Lebensmittel-Rundschau*, 91, 177-180.
- [7] J. Niedworok, B. Jankowska, E. Kowalczyk, K. Charyk & Z. Kubat. (1997). Antitumor activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* eliot. *Herba Polonica*, 43(3), 222-227.
- [8] S. Lee, H. K. Moon, S. W. Lee, J. N. Moon & J. K. Kim. (2016). Biological activities in *Aronia melanocarpa* depending on drying methods. *Korean Journal of Food Preservation*, 23(7), 1018-1025. DOI : 10.11002/kjfp.2016.23.7.1018
- [9] L. Jekobek, M. Drenjancevic, V. Jukic & M. Seruga. (2012). Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of "Nero", "Viking", "Galicianka" and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*, 147(12), 56-63. DOI : 10.1016/j.scienta.2012.09.006
- [10] H. M. Lee et al. (2013). Antioxidative activities of *Aronia melanocarpa* fruit and leaf extracts. *Journal of The Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 39(4), 337-345. DOI : 10.15230/SCSK.2013.39.4.337
- [11] H. J. Park & H. J. Chung. (2014). Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Korean Journal of Food Preservation*, 21(5), 668-675. DOI : 10.11002/kjfp.2014.21.5.668
- [12] S. Y. Song, M. K. Kim & H. Y. Ha. (2018). Optimal extraction conditions of phenolic compounds, flavonoids and chlorogenic acid of *Lonicera japonica* flos. *Journal of Advanced Engineering and Technology*, 11(1), 1-5.
- [13] D. S. Jeong, D. A. Back, Y. R. Kwon, G. M. Kwon & K. S. Youn. (2015). Quality characteristics and antioxidant activity of onion peel extracts by extraction methods. *Korean Journal of Food Preservation*, 22(2), 267-274. DOI : 10.11002/kjfp.2015.22.2.267
- [14] A. R. Cho. (2017). *Physicochemical Components and Physiological Activities in Root and Aerial Parts of Zingiber Mioga R*. Master Thesis. Suncheon National University, Suncheon, Korea.
- [15] J. S. Kim. (2016). *Effect of Pre-treatment on Physicochemical Characteristics and Antioxidant Activity for Edible Plant Resources*. Master Thesis. Chungbuk National University, Chungbuk, Korea.
- [16] Y. R. Choi & M. K. Kang. (2018). A convergence study of antibacterial effect of solanum nigrum extract on *Candida albicans*. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(12), 69-74. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.12.069
- [17] E. S. Hwang & D. T. Nhuan. (2014). Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 46(3), 303-308. DOI : 10.9721/KJFST.2014.46.3.303
- [18] H. J. Chung. (2016). Comparison of bioactive constituents and biological activities of aronia, blackcurrant, and maquiberry. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(8), 1122-1129. DOI : 10.3746/jkfn.2016.45.8.1122
- [19] Y. S. Kim, R. Kim, J. H. Moon, J. R. Ji, H. D. Choi & Y. K. Park. (2009). Optimization of extraction conditions of polyphenolic compounds from apple pomace by response surface methodology. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 41(3), 245-250.
- [20] J. M. Lee & M. J. Ryu. (2018). Efficacy of cosmetic materials using *Aronia melanocarpa* leaf extracts. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 16(2), 179-190. DOI : 10.20402/ajbc.2017.0166
- [21] S. Park & S. Jung. (2017). Antioxidant compounds and activities as well as caffeine content of *Aronia melanocarpa* leaf tea according to pan-roasting conditions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 46(5), 639-645. DOI : 10.3746/jkfn.2017.46.5.639

- [22] E. Y. Kim, I. H. Baik, J. H. Kim, S. R. Kim & M. R. Rhyu. (2004). Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 36(2), 333-338.

김 혜 림(Hye Rim Kim) [정회원]



- 2015년 2월 : 호서대학교 식품생물공학(이학사)
- 2017년 2월 : 호서대학교 식품생물공학(이학석사)
- 2017년 12월 ~ 2018년 7월 : ㈜씨에이치바이오 사원
- 2018년 7월 ~ 현재 : 인코스(주) 주임

· 관심분야 : 화장품, 기능성 소재
· E-Mail : syeedo@naver.com

김 연 아(Yeona Kim) [정회원]



- 2019년 2월 : 호서대학교 식품공학과(이학사)
- 2021년 2월 : 호서대학교 식품생물공학과 졸업예정(이학석사)
- 관심분야 : 화장품, 기능성 소재
- E-Mail : adusdk@naver.com

인 만 진(Man-Jin In) [정회원]



- 1986년 11월 ~ 1997년 8월 : 대상(주) 중앙연구소 책임연구원
- 1997년 9월 ~ 1999년 8월 : 고려대학교 부설 한국영양문제연구소 연구원, 연구조교수
- 1999년 9월 ~ 현재 : 청운대학교 화학공학과 교수

· 관심분야 : 효소와 미생물 응용, 기능성 식품 소재
· E-Mail : manjin@chungwoon.ac.kr

채 희 정(Hee Jeong Chae) [정회원]



- 1991년 2월 : 서울대학교 화학공학(석사)
- 1995년 2월 : 서울대학교 화학공학과(박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 식품계약공학부 교수
- 관심분야 : 식품가공, 기능성 소재

· E-Mail : hjchae@hoseo.edu