

참취 데치기 최적 공정 확립과 추출물의 항산화 특성 변화

조현선¹ · 하유진² · 김연태¹ · 강길남¹ · 유선균^{2†}

¹충청남도산림환경연구소

²중부대학교 식품생명과학과

(2017년 3월 17일 접수; 2017년 3월 27일 수정; 2017년 3월 31일 채택)

Optimization of Blanching Process of *Cirsium setidens* and Influence of Blanching on Antioxidant Capacity

Hyeon Seon Jo¹ · Yoo Jin Ha² · Yeon Tae Kim¹ · Gil Nam Kang¹ · Sun Kyun Yoo^{2†}

¹Chungcheongnam-do Forest Environment Research Institute, Chungnam, Korea

²Department of Food and Biotechnology, Joongbu University, Chungnam, Korea

(Received March 17, 2017; Revised March 27, 2017; Accepted March 31, 2017)

요약 : 본 연구는 참취의 데치기 최적 공정 조건을 확립하고 조건마다 생산된 추출물의 총 페놀 화합물, 플라보노이드의 함량, DPPH를 분석을 수행하여 항산화 활성의 변화를 연구하였다. 데치기 최적 공정은 시간 과 온도를 요인으로 하여 표면반응분석법으로 수행을 하였다. 데치기 공정 후에 추출물을 제조하여 데치기가 총 페놀함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거능에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구에서 시행한 데치기 시간 및 온도 범위에서 총 페놀 함량의 범위는 13.00 - 35.48 mg/g 이고 최대 예측 총 페놀함량은 35.48 mg/g, 플라보노이드는 함량의 범위는 2.35 - 8.38 mg/g 이고 최대 예측 플라보노이드 함량 은 8.38 mg/g, DPPH 라디칼 소거능의 범위는 42.10 - 67.14%이고 최대 예측 DPPH 라디칼 소거능은 67.14%로 측정 되었다. 전체적으로 보면 총 페놀 함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거의 변화는 데치기 시간 보다 온도에 영향을 받는 것으로 나타났다. 총 페놀 함량의 경향을 보면 데치기 시간에 따라 급격히 증가하는 것으로 보였지만 플라보노이드 함량의 경우 데치기 온도가 증가함에 따라 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 총 항산화능은 데치기 온도 및 시간에 따라 증가하다가 감소하는 것으로 나타났다.

주제어 : 참취, 데치기, 플라보노이드, 항산화활성, 페놀화합물

Abstract : This study was conducted to investigate the change of *Aster scaber* antioxidative activity, total phenolic compounds and flavonoids during the blanching processes. With two parameters such as blanching time and temperature, response surface methodology and central composite design was used to study the combined effect of blanching time (90 to 162 sec) and blanching temperature (75 to 99°C). We found that antioxidative activity, total phenolic compounds

[†]Corresponding author
(E-mail: skyoo@joongbu.ac.kr)

and flavonoids during the blanching processes were influenced by blanching temperature and time. Within process condition, total phenolic compounds and flavonoids were extracted 3.00 - 35.48 mg/g and 2.35 - 8.38 mg/g, respectively. DPPH radical scavenging activity was 42.10 - 67.14%. The change of total phenolic compounds, flavonoids, and DPPH radical scavenging activity was dependent of blanching temperature more than time. The total phenolic compounds was increased as temperature rise, but flavonoids not. However, DPPH radical scavenging activity was increased during the blanching process.

Keywords : *Aster scaber*, *blanching*, *flavonoids*, *DPPH radical*, *total phenolic*

1. 서론

최근 육류소비 및 지방섭취 증가와 운동 부족 등으로 인한 각종 성인병이 증가하고 건강에 대한 관심이 높아 감에 따라 각종 산채를 이용한 건강기능 식품에 관심이 높아지고 있다[1, 2]. 참취(*Aster scaber* Thunb.)는 대중적으로 잘 알려진 봄나물로 산채 중 하나이며 국화과에 속하는 다년생의 식물로 백운초, 백산국, 동풍, 나물채, 암취 및 나물취라고도 한다.

참취 및 참취 추출물들은 항산화활성과 암세포 증식억제[3-5], 지방분화 억제[6, 7] 등의 효능이 있는 것으로 보고되어 왔다. 참취의 소비는 주로 건조 한 후 나물의 원료로 이용되었으나 소비자의 고품질 제품에 대한 선호에 따라 데치기 공정으로 생산된 제품의 비율이 증가하고 있다[8]. 그러나 데치기 공정은 제품의 조직을 연화, 색, 질감, 맛 및 향의변화, vitamin C 등 수용성 영양성분의 파괴, 지용성 carotenoid의 산화 등의 문제와 같은 제품의 손실을 발생시킬 수 있는 것으로 알려져 왔다[9]. 따라서 고품질의 나물류를 동결채소 형태로 가공, 유통시키기 위해서는 데치기 중 발생하는 품질 변화에 대한 안정적인 유지 기술이 필요하다[10]. 최근 일본 등 선진국에서 동결채소의 수요가 증가하고 있으며, 국내 에서도 점차 증가 할 것으로 예상되고 있다[11]. 그러나 나물류는 활용할 기회가 다양한 반면, 장기 저장의 어려움으로 인한 단점 때문에 소비자에게는 점점 이용도가 떨어지고 있다[12, 13]. 따라서 데치기 공정에 의한 고추[11], 마늘[14], 송이버섯[15], 김치[16], 당근[17-19], 파슬리[20], 및 브로콜리[21] 들의 최적 공정 확립 및 이에 따른 품질병화에 관하여 발표되어 왔다. 하지만 나물류에 대한 데치기 공정 공정 및 이에 따른 품질 특

성 변화에 대한 연구가 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 참취 데치기 최적 공정 조건을 확립하고 변화되는 총 페놀 화합물, 플라보노이드의 함량, DPPH 소거능을 분석하여 공정 조건들이 항산화 활성에 미치는 영향 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시약 및 재료

본 실험에서 사용한 신선한 참취(*Aster scaber* Thunb.)는 2015년 충청남도 부여에서 수확 된 것을 구입하여 사용하였으며, 구입한 즉시 이물질을 제거하고 신선한 것을 골라 시료로 사용 하였다. 항산화 시험에 사용된 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)는 Sigma Aldrich(USA)에서 구입하였으며, 총 페놀 화합물 함량 실험에서 사용된 gallic acid와 총 플라보노이드에서 사용한 hesperidin 시약 또한 Sigma Aldrich(USA)에서 구입하여 사용하였다.

2.2. 표면반응실험 계획(RSM)

참취의 데치기 공정에서 최적 조건을 구하기 위하여 모든 실험 계획은 2개의 독립변수 즉, Water bath를 이용하여 데치기의 온도와 데치는 시간을 각각 85°C, 120초의 조건으로 center run을 5번 반복하여 처리조합으로 200g 씩 총 13개의 참취 샘플을 구성 하였다. 중심합성법(Central composit design)은 세 가지의 중요한 절차에 따라 진행이 되는데, 첫째는 계획된 실험 (designed experiment)에 따라 통계적으로 실험을 수행하고, 둘째는 수식 모델의 계수 (coefficients of model)를 구하고, 셋째는 모델의 적합성을 판정하였다. 통계적인 계산을 원활하기 위하여 독립 변수를

다음과 같이 표준화 (code)하여 사용을 하였다. 두 개의 변수들을 각각 X_1 (온도), X_2 (시간)로 하였다. 표준화의 값들은 다음과 같은 공식에 의하여 구할 수 있고 그 값을 Z 로 하였다.

$$Z = (X - X^0) / \Delta X \quad \text{--- (1)}$$

X^0 는 표준화 값의 중심 값이고 X 는 표준화 값이다. ΔX 는 1 단위만큼의 증가 또는 감소하는 값의 크기이다. 실험결과에 대한 분석은 표면 반응 분석법으로 사용을 하였으며 최적 공정 조건을 나타내는 다중 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i X_i + \sum_{i=j=1}^k B_{ij} X_i X_j \quad \text{--- (2)}$$

여기서 Y 는 predicted response 이고 본 실험처럼 5개의 변수가 있을 경우에는 k 값이 5이 되고 궁극적으로 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 \quad \text{--- (3)}$$

실험 후에 확정 된 결과들의 통계분석은 Design Expert (Courtesy: Stat-ease Inc., Statistics Made Easy, Minneapolis, USA)를 사용하였다. 독립변수들의 값의 선택은 예비 실험에서 얻은 결과로부터 선택을 하여 X_1 (온도)는 70°C (-1.41), 75°C (-1), 85°C (0), 95°C (+1), 99°C (+1.41) 로 정하고, X_2 (sec.)는 70 (-1.41), 90 (-1), 120 (0), 150 (+1), 170 (+1.41) 로 하였다.

2.3. 총 페놀 화합물 함량

페놀류 화합물의 정량은 gallic acid(Sigma Aldrich Co., USA)를 표준물질로 하여 Folin-Ciocalteu reagent(FCR)발색 방법으로 분석하였

다[22]. 표준물질 제조는 gallic acid(20, 40, 60, 80, 100 mg/L) 용액 1 mL를 9 mL DIW (deionized water)에 혼합하여 제조하였다. 정량 반응은 100 μ L 샘플 용액을 1.5 mL Na_2CO_3 (20 g/100 mL), 500 μ L FCR, 6 mL DIW와 혼합한 후 상온에서 2 hr 반응을 시키고 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀화합물 함량은 건조시료 g 당 gallic acid(GAE)의 양으로 평가하였다.

2.4. 총 플라보노이드 함량

전체 플라보노이드의 함량은 aluminium chloride 비색법을 이용하여 측정하였고[23], 표준물질은 hesperidin(Sigma Aldrich Co., USA)으로 20, 40, 60, 80, 100 mg/L 용액 1 mL를 9 mL DIW에 혼합하여 제조하였다. 0.5 mL 샘플 용액, 1.5 mL 95% methanol, 0.1 mL 10% aluminium chloride(Sigma Aldrich Co., USA), 0.1 mL 1 M NaOH, 2.8 mL DIW를 혼합한 후 상온에서 30 min 반응을 시키고 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 건조시료 g 당 hesperidin 양으로 평가하였다.

2.5. DPPH 항산화 측정

DPPH 라디칼에 대한 소거활성은 Blois의 방법을 변형하여 측정하였다[24]. DPPH 라디칼은 매우 안정한 자유 라디칼(free radical)이다. 이 라디칼을 소거하는 정도로서 항산화 작용을 평가하였다. 추출된 시료를 일정한 농도로(10%) 증류수에 용해한 후 시료가 포함된 용액 2 mL와 DPPH(0.2 mM) 용액 0.5 mL를 혼합 하였다. 혼합물은 30분 간 실온에서 암실 보관한 후 UV-1601 spectrophotometer(Shimadzu Co., Australia)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 대조구로는 ascorbic acid를 이용하였으며 시료와 동일한 조건으로 측정하였다.

Table 1. Levels of independent variables such as reaction temperature and time substrate concentration in central composit Box-Benken design.

X_i	Independent variables	Level				
		-1.41	-1	0	+1	+1.41
X_1	Temperature (°C)	70	75	85	95	99
X_2	Time (Sec)	70	90	120	150	170

DPPH-radical scavenging activity는 아래의 식에 의해 값을 산출하였다.

$$\text{DPPH-radical scavenging activity (\%)} = \frac{(B-A)}{B} \times 100$$

A: 시료 첨가시의 흡광도

B: 시료 무 첨가시의 흡광도

3. 결과 및 고찰

3.1. 참취 데치기 최적 공정

참취의 데치기 최적 조건요인들인 온도와 시간의 실험변수에 대하여 Central composit design으로 실험을 설계하여 얻어진 총 페놀함량, 플라보노이드, DPPH를 Table 2에 나타내었다. 최대 예측 총 페놀함량은 85°C, 162초 조건으로 데치기 한 샘플에서 39.78 mg/g의 값을 보였으며, 플라보노이드는 75°C, 150초 동안 반응한 샘플에서 9.89 mg/g, DPPH는 총 페놀함량 최대값을 보인 조건에서 66.96%로 측정되었다.

Table 3는 회귀식 대한 분산분석의 결과를 보여주고 반응표면분석법에 의해 수립된 모델의 적합성 여부를 알려준다. 다중반응표면 최적화는 다

수의 반응변수를 최적화하는 입력변수의 조건을 찾는 것을 목적으로 하는데 본 실험에서는 온도와 시간의 실험변수에 대하여 영향을 받는다는 것이 95% 수준 이내에서 인정되었다[25].

모델 결정계수(determination coefficient) R^2 값은 실험값(observed value)와 예측값(predicted value)과 상호연관(correlation) 정도를 보여주는 데 총 페놀함량 0.98 플라보노이드 0.98, DPPH 0.96 이므로 이 모델은 5% 범위에서 설명되지 않는다는 것을 보여준다. 적합결여(lack of fit) 테스트 검정에서는 유의성이 나타나지 않아 본 실험에 사용한 모델이 매우 적절함을 알 수 있다. Table 4에서는 모델의 회귀계수를 나타내는 것으로 총 페놀함량, 플라보노이드, DPPH가 2가지 요인 즉 온도, 시간들에 대하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다($P < 0.05$).

본 실험 결과는 온도, 시간에 대한 영향은 1차, 2차, 교호항(cross product term)에서 유의성이 나타나 요인들이 단독 또는 교호적으로 영향을 미침을 알 수 있다. 이들에 대한 회귀식은 Table 5에 있다.

Table 2. *Aster scaber* total phenolic compounds, flavonoids and DPPH levels of independent variables in Box-Benken design

Process No.	Temperature (°C)	Time (sec)	Total phenolic compounds (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)	DPPH (%)
1	75	90	13.16	8.67	60.15
2	95	90	34.91	3.23	53.28
3	75	150	26.43	9.89	60.69
4	95	150	37.72	2.45	53.82
5	70	120	13.71	12.5	55.61
6	99	120	36.24	2.91	50.20
7	85	70	25.37	6.78	60.60
8	85	162	39.78	4.12	66.96
9	85	120	37.24	5.12	63.18
10	85	120	34.34	5.23	60.85
11	85	120	34.12	5.45	60.30
12	85	120	36.38	6.18	59.78
13	85	120	37.12	6.42	60.88

Table 3. Analysis of variance(ANOVA) for fitted second-order polynomial model and lack of fit for *Aster scaber*

Source	DF	Sum of Squares		
		Total phenolic compounds ^a	Total flavonoids ^a	DPPH ^a
Model	5	947.44 ^b	96.12 ^b	227.49 ^b
Residual	7	12.62	4.17	23.39
Lack of Fit	3	3.52	2.8	16.62
Pure Error	4	9.1	1.37	6.767
Cor Total	12	960.06	100.29	250.88

^a Coefficient of correlation (R^2) for *Aster scaber* antioxidant activity, total phenolic compounds, flavonoids and DPPH Levels was 0.98, 0.99, and 0.96, respectively.

^b Significant at 5% level.

Table 4. Estimated coefficient for the fitted second order polynomial representing the relationship between the response and process variables.

Factor	Coefficient		
	Total phenolic compounds (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)	DPPH (%)
Intercept	35.84	5.68	60.99
Linear			
Time	8.11	-3.30	-2.73
Temperature	4.55	-0.41	1.32
Quadratic			
Time	-5.6	0.88	-4.41
Temperature	-1.8	-0.24	1.02
Interactions			
Time×Temperature	-2.61	-0.5	0.11

Table 5. Polynomial equations calculated by response surface program.

Response	Second order polynomial equations	R^2
Total phenolic compounds (mg/g)	$Y = +16.96 - 5.32X_1 + 0.11X_2 + 5.19X_1^2 + 2.27X_2^2 - 5.19X_1X_2$	0.98
Total flavonoids (mg/g)	$Y = +7.93 + 0.65X_1 - 1.20X_2 - 1.24X_1^2 - 2.00X_2^2 - 0.15X_1X_2$	0.98
DPPH (%)	$Y = +41.05 - 3.32X_1 + 0.78X_2 - 4.90X_1^2 + 1.36X_2^2 + 2.06X_1X_2$	0.96

X_1 : Time (Sec) and X_2 : Temperature ($^{\circ}\text{C}$)

3.2 데치기 온도와 시간에 따른 총 페놀 함량

온도와 pH 조건을 달리한 데치기 조건에 따른 총 페놀 함량의 변화를 최적 표면 반응 측정된 결과 Fig. 1과 같이 나타났다. 본 연구에서 적용한 온도(75-99°C) 및 데치기 시간 70-162 sec의 범위에서는 온도가 높을수록, 데치기 시간이 길수록 총 페놀 함량은 증가하는 것으로 나타났고 이 범위 밖에서는 다시 감소하는 것으로 나타났다.

데치기 온도 95°C 와 시간 160초 반응하였을 때 총 페놀 함량의 최대값이 나타났고, 데치기 온도 70°C 와 90초 반응하였을 때는 총 페놀 함량의 최소값이 나타났다. 페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 이들은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성 기능을 가지는 것으로 보고되어 왔다[26, 27]. 데치기 등 열처리 공정에서 총 페놀 함량이 증가하는 현상은 식물 세포벽에 존재하는 불용성 화합물의 유리되어 용출이 용이해지거나, 일부 고분자 화합물이 저분자 폴리페놀로 전환되어 증가한 것으로 보고하였다[28, 29].

3.3. 데치기 온도와 시간에 따른 플라보노이드 함량

데치기 시간 과 온도를 달리한 데치기 조건에 따른 총 플라보노이드 함량의 변화를 최적 표면

반응 측정된 결과 Fig. 2에서 보여준다. 본 연구에서 적용한 데치기 온도(75-99°C) 및 데치기 시간 70-162 sec의 범위에서는 온도가 높을수록, 총 플라보노이드 함량은 감소하는 것으로 나타났고 시간 변화에 대해 플라보노이드 함량의 변화는 매우 적었다.

본 연구에서 수행된 조건 범위 내에서 데치기 온도와 시간에 따른 플라보노이드 함량의 범위는 2.45 mg/g - 12.5 mg/g 으로 나타나서 데치기 조건에 따라서 총 플라보노이드 함량의 변화는 5 배 정도 까지 차이가 나는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 데치는 시간이 증가함에 따라 참취의 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 감소한다고 보고한 결과와 차이가 있었다[31]. 반면에 참나물의 경우에 참나물의 데치기 온도와 시간이 높을수록 플라보노이드 함량이 높게 측정되었다는 보고하였다. 참죽 나뭇잎으로 나물을 만들기 위해 데쳤을 때 시간에 따른 플라보노이드 함량에 변화가 없었다고 보고한 것은 본 실험과 유사한 경향을 나타낸다[32]. 곤드레의 경우에는 플라보노이드 함량은 데치기 시간 및 온도에 영향을 받는다고 보고를 하였다[33].

3.4. DPPH radical 소거능에 대한 데치기 온도와 시간의 영향

Fig. 3은 데치기 온도와 시간에 따른 DPPH radical 소거능에 미치는 대한 영향을 보여준다.

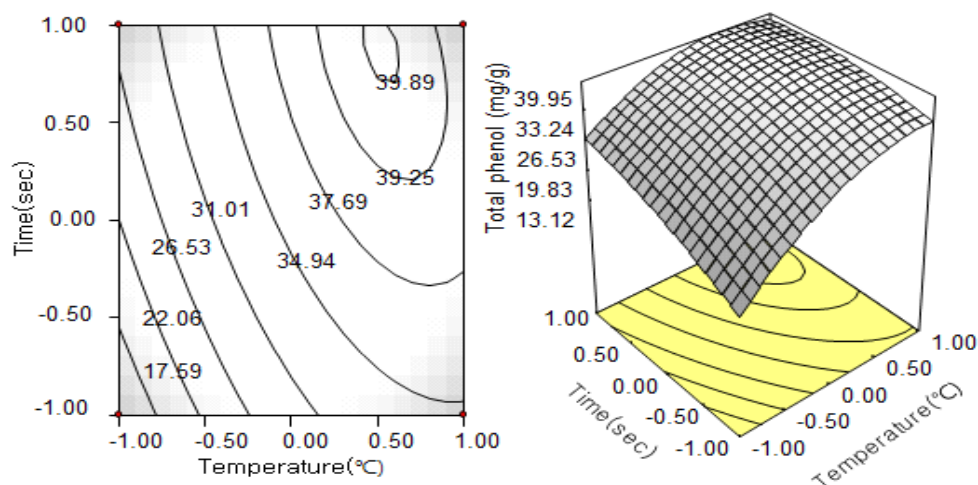


Fig. 1. Contour (left) and 3D plot (right) of response surface. Effect of blanching conditions of temperature (°C) and blanching time (sec) on total phenolic yield.

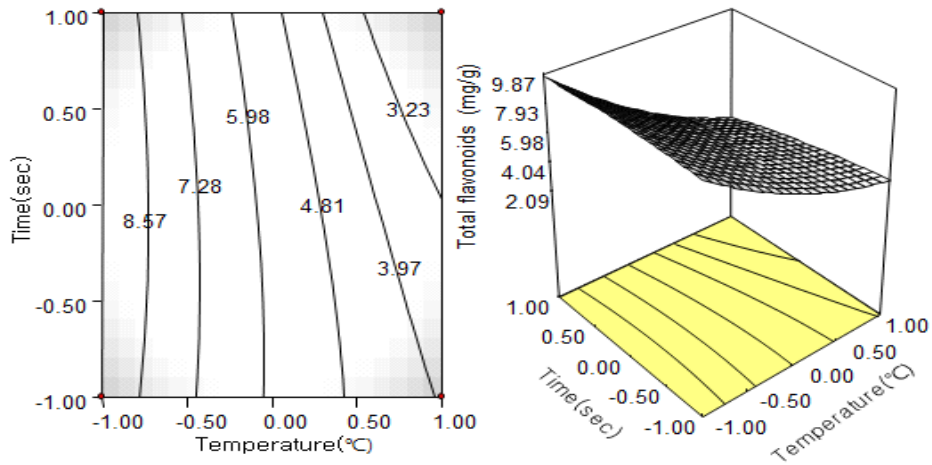


Fig. 2. Contour (left) and 3D plot (right) of response surface. Effect of blanching conditions of temperature (°C) and blanching time (sec) on total flavonoids.

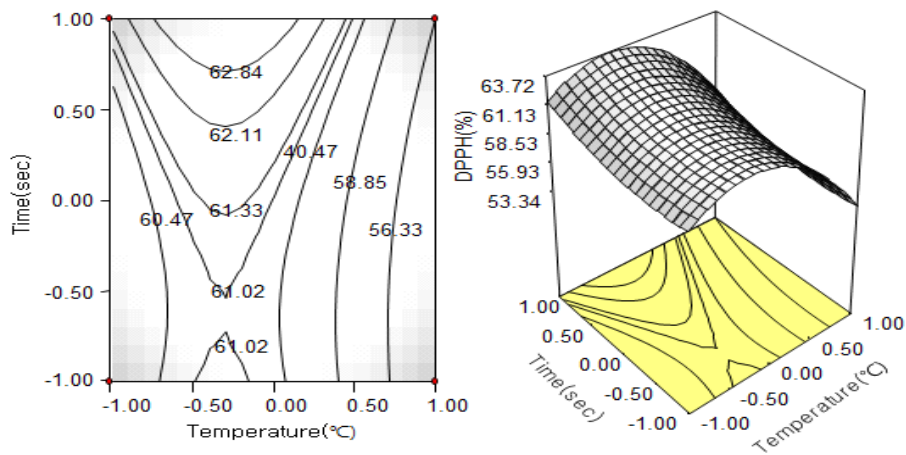


Fig. 3. Contour (left) and 3D plot (right) of response surface. Effect of blanching conditions of temperature (°C) and blanching time (sec) on DPPH radical scavenging activity.

데치기 온도 85°C 와 162초 반응하였을 때 DPPH의 최대값이 나타났고, 데치기 온도 99°C 와 120초 반응하였을 때는 플라보노이드 함량의 최소값이 나타났다. 전반적으로 데치기 온도에 영향을 받고 시간에 따른 영향은 덜 받는 것으로 나타났고 DPPH 활성의 범위는 50.2 % ~ 66.96 % 으로 나타났다.

전처리 방법에 따른 참나물의 DPPH 라디칼 소거활성이 8.90%, 세척한 참나물이 27.28%, 데친 참나물이 38.71%, 찢 참나물이 38.70%로 데친 참나물이 데치지 않은 원료 및 세척한 참나물에 비해 DPPH 라디칼 소거활성이 유의적으로 높게 나타난 것으로 보고되었다[31].

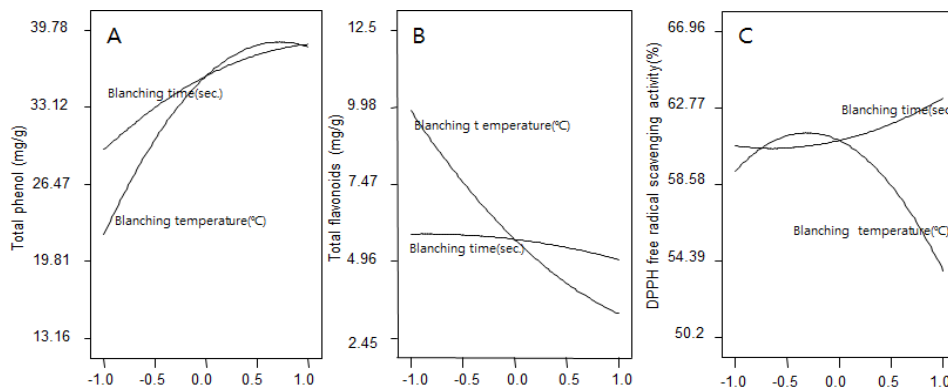


Fig. 4. Perturbation plots of response surface. Effect of blanching conditions of temperature (°C) and blanching time (sec) on *Aster scaber*. A, B, and C represent total phenolic compounds, flavonoids, and DPPH.

3.5. 데치기 공정 과도식(Perturbation plot)

과도식은 표면반응 분석법에서 공정에 영향을 주는 요인(factor)들의 변화에 따라 반응 표면의 변화를 보여주는 식이다. 과도식에서는 공정에서 다른 요인들은 고정할 때 한 요인이 표면반응에 미치는 영향을 보여주는 것으로 각각 요인들이 표면 반응에 미치는 정도를 비교하여 보여주는 식으로 유용하다.

데치기 온도와 시간에 따른 총 페놀 함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거의 경향은 Fig. 4에서 보여준다. 전체적으로 보면 총 페놀 함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거의 변화는 데치기 온도에 영향을 받는 것으로 나타났다. 총 페놀 함량의 경향을 보면 데치기 온도에 따라 급격히 증가하는 것으로 보여 지고, 플라보노이드 함량의 경우 데치기 온도가 증가함에 따라 급격히 감소하였으나, 시간은 영향을 받지 않는 것으로 보여진다. DPPH radical 소거의 경향은 데치기 온도에 따라 증가하다가 급격히 감소하는 것으로 보여 지고, 시간에 따른 영향은 서서히 감소하다가 증가하는 것으로 보여진다.

4. 결론

참취의 보존과 유통 시에 품질을 높이기 위하여 참취의 데치기 최적 조건요인들인 온도와 시

간을 실험변수로 표면반응 분석법 설계하여 얻어진 총 페놀함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거능에 미치는 영향을 연구하였다. 본 연구에서 시행한 데치기 시간 및 온도 범위에서 총 페놀 함량의 범위는 13.00 - 35.48 mg/g 이고 최대 예측 총 페놀함량은 35.48 mg/g, 플라보노이드는 함량의 범위는 2.35 - 8.38 mg/g 이고 최대 예측 플라보노이드 함량은 8.38 mg/g, DPPH 라디칼 소거능의 범위는 42.10 - 67.14%이고 최대 예측 DPPH 라디칼 소거능은 67.14%로 측정되었다. 전체적으로 보면 총 페놀 함량, 플라보노이드, DPPH radical 소거의 변화는 데치기 시간보다 온도에 영향을 받는 것으로 나타났다. 총 페놀 함량의 경향을 보면 데치기 온도에 따라 급격히 증가하는 것으로 보여 지고, 플라보노이드 함량의 경우 데치기 온도가 증가함에 따라 급격히 감소하였으나, 시간에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. DPPH radical 소거능에 대한 영향은 데치기 온도에 따라 증가하다가 급격히 감소하였고 시간에 따른 영향은 서서히 감소하다가 증가하는 것으로 보여 주었다. 따라서 참취 데치기 공정은 항산화 기능을 담당하는 총 페놀 및 플라보노이드의 함량 변화에 길항적으로 영향을 미치지만 전체 항산화 능은 증가하는 것으로 나타나 참취를 소재로 기능성 식품을 생산하는데 중요한 자료로서 기여하기를 기대한다.

감사의 글

본 논문은 “산림청 임업연구개발사업 연구비 보조”에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

References

1. J.Y. Cho, Y.S. Kim, Y.J. Park, J.H. Bae, D.M. Oh, B. H. Kim, B.G. Heo, Physiological activity of Korean Aster extract and its hyperplasia inhibition activity against cancer cells, *J. Life Sci. Nat. Res*, 33(1), 20–29 (2011).
2. Y.M. Lee, J.H. Bae, H.Y. Jung, J.H. Kim, D.S. Park, Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(1), 29–36 (2011).
3. S.M. Jeon, J.Y. Lee, H.W. Kim, Y.M. Lee, H.H. Jang, K.A. Hwang, H.R. Kim, D.S. Park. Antioxidant activity of extracts and fractions from *Aster scaber*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(9), 1197–1204 (2012).
4. H.I. Woo, Antioxidant and cell cytophysiological activity of *Aster scaber* Fractions, *Master' degree thesis, Hanyang University*, pp 1–8 (2012).
5. H.K. Kim, Y.J. Kwon, Y.E. Kim, B.B. Nahmgung, Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Aster scaber* Thunb. extracts with different microwave assisted extraction conditions, *Korean J. Food Preserv*, 11(1), 88–93 (2004).
6. J.H. Choi, Y.H. Park, I.S. Lee, S.P. Lee, M.H. Yu, Antioxidant activity and inhibitory effect of *Aster scaber* Thunb. extract on adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells, *Korean J. Food Sci. Technol.* 45(3), 356–363 (2013).
7. K.H. Lee, In vivo function of Aster scaber seed in the regulation of lipid metabolism. *Master' degree thesis, Kangwon University*, pp. 1–6 (2009).
8. C.H. Lee, S.H. Park, Studies on the texture describing terms of Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14, 28–34 (1982).
9. J.Y. Jung, J.H. Lim, E.H. Jeong, B.S. Kim, M.C. Jeong, Effect of blanching conditions and salt concentrations on the quality properties of Aster scaber, *Korean J Food Preserv*, 14, 584–590 (2007).
10. J.W. Jeong, S.W. Jeong, K.J. Park, Changes in internal pressure of frozen fruits by freezing methods. *Korean J Food Preserv.* 10, 459–465 (2003).
11. H.E. Lee, C.I. Lim, K.R. Do, Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods, *Korean J Food preserv.*, 14, 227–232 (2007).
12. Y.H. Kim, D.S. Lee, J.C. Kim, Effect of blanching on textural properties of refrigerated and reheated vegetables, *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, 33, 911–916 (2004).
13. Y.S. Han, J.Y. Park, The microbiological and sensorial properties of frozen bibimbap namul during storage, *Korean J Food Cookery Sci*, 17, 149–155 (2001).
14. D.B. Shin, Y.C. Lee, J.H. Kim, Change in quality of garlic during frozen storage, *Korean J Food Sci Techno.*, 32, 102–110 (2000).
15. K.H. Ku, M.H. Cho, W.S. Park, Characteristics of quality and volatile flavor compounds in raw and frozen pinemushroom (*Tricholoma matsutake*), *Korean J Food Sci Technol*, 34, 625–630 (2002).
16. J.H. Yang, S.H. Park, J.H. Yoo, H.S. Lim, J.S. Jo, S.Y. Hwang, Effect of freezing methods for kimchi storage stability on physical properties of chinese cabbage, *Korean J Food Culture*, 18, 105–110 (2003).
17. Z Lisiewska, W Kmiecik. Effect of freezing and storage on quality factors in Hamburg and leafy parsley, *Food Chem* .60, 633–637 (1997).

18. G. Prestamo, C. Fuster, M.C. Risueno, Effect of blanching and freezing on the structure of carrots cells and their implications for food processing, *J Sci Food Agric.*, 77, 223–229 (1998).
19. U. Kidmose, H.J. Martens, Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing, *J. Sci Food Agric*, 79, 1747–1753 (1999).
20. G.F. Gomez, I. Sjöholm, Applying biochemical and physiological principles in the industrial freezing of vegetables: a case study on carrots, *Trends Food Sci. Technol.*, 15, 39–43 (2004).
21. D.J. Favell, A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables, *J Chem*, 62, 59–64 (1998).
22. V. Dewanto, X. Wu, K.K. Adom, R.H. Liu, Thermal processing enhances the nutritional values of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agri Food Chem* 50: 3010–3014 (2002).
23. E.S. Saleh, A. Hameed, Total phenolic contents and free radical scavenging of certain Egyptian ficus species leaf samples, *Food Chem*, 114, 1271–1277 (2008).
24. S.C. Blois, P.H. Laing, Y. Chang, L.C. Yu, H.W. Sung, A Natural Compound (Ginsenoside Re) Isolated from *Panax ginseng* as a Novel Angiogenic Agent for Tissue Regeneration. *Pharmaceutical Res*, 22, 636–645 (2005).
25. I.J. Jung, A Weighted Mean Squared Error Approach Based on the Tchebycheff Metric in Multiresponse Optimization, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16, 97–105 (2015).
26. H.J. Kim, B.S. Jun, S.K. Kim, J.Y. Cha, Y.S. Cho, Polyphenolic Compound Content and Antioxidative Activities by Extracts from Seed, Sprout and Flower of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29(6), 1127–1132 (2000).
27. H.J. Whang, W.S. Han, K.R. Yoon, Quantitative analysis of total phenolic content in apple, *Analytical Science & Technology*, 14(5), 337–383 (2001).
28. L. Bravo, Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance, *Nutrition Reviews*, 56, 317–333 (1998).
29. Y. Choi, S.M. Lee, J. Chum, H.B. Lee, J. Lee, Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom, *Food Chem*, 99, 381–387 (2006).
30. N.S. Choi, S.S. Oh, S.M. Lee, Changes of biological functional compounds and quality properties of chanchwi by blanching conditions, *Korean J Food Sci Technol*, 33, 745–752 (2001).
31. H.S. Chae, S.H. Lee, H.S. Jeong, W.J. Kim, Antioxidant activity and physicochemical characteristics of *Pimpinella brachycarpa Nakai* with treatments methods, *Korean J. Food Nutr*, 26(1), 125–131 (2013).
32. J.C. Park, S.S. Chun, S.H. Kim, Changes on the quercetin content in preparation for the leaves of *cedrela sinensis*, *Korean J Food Sci.*, 11, 303–308 (1995).
33. H.S. Jo, Y.J. Ha, Y.T. Kim, G. N. Kang, S. K. Yoo, Optimization of blanching process of *Cirsium setidens* by response surface methodology and influence of blanching on antioxidant capacity, *J. Korean Oil Chemists'Soc* 33(4), 777–787 (2016).