



Effect of harvest seasons and extraction methods on the nutritional and functional components of *Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.)

You-Seok Lee^{1*}, Kang Yong Park², Soo-Hyun Ji¹,
 Gyeong-Suk Jo¹, Sun-Kyung Lee¹

¹Jellanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 58213, Korea

²Sinangun Agricultural Technology Center, Sinan 58827, Korea

섬초의 수확시기 및 추출방법에 따른 영양성분 및 기능성 성분 비교

이유석^{1*} · 박강용² · 지수현¹ · 조경숙¹ · 이선경¹

¹전라남도농업기술원, ²신안군농업기술센터

Abstract

Shinan spinach (*Spinacia oleracea* L.) also known as *Seomcho* is primarily harvested in Shinan county, located in South Jeonnam Province. Fields are harvested in January and plowed under in April, despite the plants still being rich in lutein and other functional compounds. In this study, the effect of harvest seasons on the nutritional and functional properties of *Seomcho* were compared and the optimal conditions for extracting functional ingredients were determined. Among harvest seasons, January was best for yielding the highest levels of free sugars, minerals, and vitamins. Sucrose levels were 2-9 times higher than those of other sugars, and calcium and magnesium levels were higher than those of other minerals. Niacin, vitamin C, and chlorophyll levels were also highest in January. However, total phenolic compounds and lutein were highest in April. We investigated the optimal conditions for extracting those compounds by comparing two extraction methods (alcohol or supercritical extraction) and three drying methods (freeze drying, hot air drying or blanch drying). Results showed that more lutein, β -carotene, and total phenolic compounds were extracted by freeze drying or hot air drying than by blanch drying, and more of those compounds were extracted by alcohol extraction than by supercritical extraction. In conclusions, when harvested in January *Seomcho* is a food rich in sugar, minerals and vitamins. When harvested in April, it can be a source of functional ingredients, which are best extracted via hot air drying and alcohol extraction.

Key words : *Seomcho*, harvest season, supercritical extract, lutein, β -carotene

서론

시금치(*Spinacia oleracea* L.)는 명아주과에 속하는 작물이며 출하시기가 12월부터 3월까지 집중되는 겨울철 채소로 영양적 가치가 뛰어나 소비가 꾸준히 증가하고 있는 채소이다. 특히, 무기질 중 칼슘과 철분 함량이 풍부하여

발육기의 어린이와 임산부에게도 좋은 알칼리성 식품이며 베타카로틴, 루테인, 페놀, 비타민 C, E가 많아 오래전부터 건강식품으로 알려져 있다(1). 특히, 시금치와 같은 녹색채소류에는 루테인이 높은 함량을 차지하고 있는데 루테인은 체내에서 provitamin A로서의 생화학적 활성은 다소 떨어지지만 zeaxanthin과 함께 노화에 따른 황반반점 색소침착 예방에 효과가 알려져 있어 최근 건강기능성식품으로 소비자 관심이 증가하고 있는 추세이다(2).

일반적으로 시금치는 육지와 섬에서 생산되는 경우가 있는데 육지의 대표적 시금치는 포항에서 생산되는 포항초, 남해에서 생산되는 남해초, 동해안에서 생산되는 동해초 등이 있으며, 섬에서 생산되는 시금치로는 전남 신안군

*Corresponding author. E-mail : majorfood@korea.kr
 Phone : 82-61-330-2513, Fax : 82-61-336-4076
 Received 20 August 2018; Revised 28 August 2018; Accepted 30 August 2018.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

비금과 도초에서 재배되는 섬초가 있다. 신안 섬초는 9월 하순에 종자를 뿌려 11월부터 이듬해 3월까지 수확하는데 비닐하우스에서 재배되는 일반 시금치와는 달리 한겨울 추위 속에서 바닷바람과 눈서리를 견디느라 땅바닥에 붙어 자라며, 형태는 옆으로 퍼진 모습으로 가운데는 배추 속처럼 노란색이 특징이다(3). 또한 신안 섬초는 재래종으로 당도가 높고 특히 무기질 중 마그네슘, 칼륨, 칼슘, 철이 일반 시금치에 비해 함량이 높은 것으로 알려져 있어 겨울철 비타민과 무기질의 공급원으로서 중요한 역할을 한다(4). 이러한 섬초는 맛과 품질이 소비자들에게 인정받아 가락시장 도매 거래 시 1월에 최고가 9,500원/kg으로 일반 시금치 4,500원 대비 2배 정도 높은 가격으로 거래되고 있으나 4월 이후에는 1,000원/kg 이하의 가격으로 실질적인 거래는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다(5).

지금까지 시금치에 관한 연구는 주로 시금치의 영양성분 및 효능에 대한 연구(6-9), 저장에 따른 영양 및 기능성 성분의 변화(10-11), 조리방법에 따른 변화(12-15), 시금치 가루 또는 즙을 이용한 가공제품의 적용(16-19)에 대한 연구 등 다양한 연구가 진행되었다. 그러나 신안 섬초에 대한 연구는 섬초 품종별 식품성분에 대한 연구(20), 육지 시금치와의 이화학 성분 비교(3), 섬초 분말 첨가가 제빵에 미치는 효과(4)와 같은 몇몇 보고만 있을 뿐 섬초의 선호도에 비해 많은 연구가 진행되지 않았으며 특히, 섬초의 상품성이 떨어지는 시기 및 비상품성 섬초의 부가가치 향상을 위한 이용방법과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 신안 섬초의 수확 시기에 따른 영양성분 및 기능성 성분 함량변화를 분석하고 가격이 하락되어 경제적 가치가 없는 4월 이후 섬초를 식품소재로 활용하여 이용성을 증대시키고자 4월 수확 섬초에 풍부한 기능성 성분을 추출할 수 있는 건조 및 추출조건을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

수확시기별 성분분석 실험재료

실험에 사용한 섬초는 전남 신안군 비금면에서 생산된 시금치(재래종, 중만생종)를 2015년 12월, 2016년 1월, 2월, 3월, 4월에 동일 농가에서 직접 구입하여 흐르는 수돗물로 세척 후 물기를 제거하고 냉장보관 또는 동결건조하여 분석에 사용하였다. 분석에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)의 분석 및 HPLC 등급을 사용하였으며 3반복 추출을 원칙으로 분석하였다.

식품소재화를 위한 건조 및 추출방법

비상품성 섬초 식품소재화를 위해 농가에서 4월에 수확된 섬초를 구입하여 건조 후 추출하여 사용하였다. 즉, 섬초

를 흐르는 수돗물로 세척 후 물기를 제거하고 열풍건조(60°C, 18 h), 데침건조(0.1% NaCl, 30 sec), 동결건조 방법으로 건조 후 주정추출(1:10, 40°C, 4 h) 및 초임계추출(400 bar, 60°C, 보조용매: 주정, 3 mL/min, 120 min) 하여 추출물을 냉장보관 하면서 분석에 사용하였다.

무기질 함량 분석

무기성분(칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨)은 식품공전(21)의 습식분해 마이크로웨이브법을 이용하여 분석하였다. 즉, 시료에 질산과 과산화수소를 가한 후 마이크로웨이브 분해기(MARS-6, CEM, Mattfews, NC, USA)로 시료가 투명해질 때까지 분해하여 냉각 후 50 mL 정용플라스크에 옮겨 증류수로 정용하고 filter paper(No.41, Whatman International Ltd., Maidstone, UK, Ashless, Diameter 150 mm)로 여과한 여액을 증류수로 희석하여 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, 730DV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다. 이때 사용된 파장은 칼슘 317.933 nm, 인 213.617 nm, 철 238.204 nm, 나트륨 589.592 nm, 그리고 칼륨은 766.490 nm이었다.

유리당 함량 분석

유리당 분석은 시료를 증류수로 30분간 sonication하여 추출한 후 10,000 rpm으로 10분간 원심분리하고 filter paper(No.1, Whatman International Ltd.)로 여과한 후 분석 직전 0.45 µm syringe filter로 여과한 다음 HPLC(JP/LC-2000, Jasco, Tokyo, Japan)로 분석하였으며, 표준용액은 fructose, glucose, sucrose를 각각 0.5-5.0 mg/mL로 조제하여 표준곡선을 작성하였다.

비타민 분석

베타-카로틴과 비타민 E 함량 분석은 시료 0.5 g을 시험관에 칭량하고 여기에 6% pyrogallol(in EtOH) 10 mL를 가한 다음 sonicator로 5분 추출하고 60% KOH 8 mL를 넣고 다시 sonicator로 5분 추출한 후 air-condensor를 부착하여 70°C로 설정된 수조상에서 1시간 동안 비누화시켰다. Ice bath에서 냉각 후 2% NaCl 수용액 20 mL를 가하여 잘 혼합하고 추출용매(hexane:ethyl acetate=85:15, v/v, 0.01% 2,6-di-*tert*-butyl-4-methylphenol) 25 mL를 가하여 진탕한 후 상층액을 회수하고 이러한 추출과정을 2회 반복하였다. Na₂SO₄로 추출액의 수분을 완전하게 제거한 다음 추출용매를 이용하여 50 mL로 정용하였다. 일정액을 취하여 원심분축하여 hexane 1 mL로 녹인 후 0.45 µm syringe filter로 여과하여 HPLC 분석에 사용하였다. 이렇게 추출된 시료를 이용하여 베타-카로틴은 PDA(450 nm)로 분석하였으며, 비타민 E는 FL(Ex λ 290 nm, Em λ 320 nm) detector로 분석하였다.

섬초의 나이아신은 시료 1 g을 취하고 5 mM sodium

1-hexanesulfonate 용액을 가한 후 균질화 하고 30분간 저온에서 초음파 추출 후 원심분리 하였다. 원심분리 후 얻은 상층액을 취하고 50 mL로 정용한 후 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다.

비타민 C 분석은 시료 1 g을 막자사발에 넣고 5 % metaphosphoric acid를 첨가하여 마쇄한 후 glass filter를 이용하여 여과(No.2, Whatman International Ltd.)하였다. 추출한 용액을 25 mL 메스플라스크에 5% metaphosphoric acid로 정용한 후 원심분리(12,000 rpm, 4°C, 10 min)하여 상등액을 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC 분석에 사용하였다.

루테인 함량 분석

시료의 전처리는 Lim(14)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉, 균질화된 시료 1 g을 50 mL conical tube에 취하고 증류수 15 mL를 넣고 sonicator로 30분간 추출하였다. Ethyl acetate 30 mL과 NaCl 3 g을 넣고 상온에서 교반하면서 추출한 후 원심분리(2,000 rpm, 4°C, 5 min) 후 추출용매 25 mL를 넣고 상온에서 10분간 교반추출한 후 60분간 방치하고 상등액을 취하여 0.45 μm syringe filter로 여과, HPLC로 분석하였다.

클로로필 함량 분석

섬초의 클로로필 함량은 Lee(22)의 방법을 변형하여 사용하였다. 즉, 시료 1 g에 80% acetone 50 mL를 넣고 5°C 냉암소에서 18시간 방치한 후 여과(No.2, Whatman International Ltd.)한 용액을 spectrophotometer(Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하고 AOAC법(23)으로 환산하여 정량하였다.

생리활성 측정

섬초의 생리활성을 측정하기 위해 시료 1 g에 ethanol을 가하여 150 rpm으로 24시간 진탕 추출 후 여과(No.4, Whatman International Ltd.)한 용액을 사용하였다.

시료의 항산화성은 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능(24)으로 측정하였다. 즉, 일정농도로 희석한 시료 100 μL 에 DPPH 용액 900 μL 를 가하여 혼합한 다음, 암소에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 ascorbic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 0, 5, 25, 50, 100, 200 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 표준곡선을 작성한 후 이로부터 Vit C eq. 항산화활성을 구하였다.

총페놀성화합물 함량은 Folin-Denis 변법(25)에 따라 시료 0.1 g을 80% ethanol로 하룻밤 동안 추출한 다음 검액 1 mL을 시험관에 취하고 5 mL의 증류수를 가하여 희석하였다. 여기에 0.1 mL의 Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 가하고 잘 섞은 후 증류수로 2 mL이 되게 희석하였다. 이 혼합액을 실온에서 1시간 방치하고 원심분리한 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며 검량선은 gallic acid

(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 0, 25, 50, 100, 200, 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 표준곡선을 작성한 후 이로부터 총페놀성화합물 함량을 구하였다.

통계처리

분석결과는 SPSS program(SPSS version 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 통해 3회 반복하여 측정된 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 각 시료의 유의성은 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 시료의 평균값에 대한 사후검정은 유의수준 5%에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

수확시기에 따른 무기질 함량

섬초의 수확시기별 무기질 함량은 Table 1과 같이 Ca 함량은 시료 100 g 당 70-108 mg, Mg 함량은 64.9-97.6 mg, P, K, Na 함량은 각각 70-92 mg, 274-430 mg, 22-123 mg으로 조사되었다. 무기질 중 P와 K 함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 그 함량이 감소하는 경향이였으며 전반적으로 Na를 제외한 무기질은 1월 수확 섬초에 함량이 높았으나 Na는 4월 수확 섬초에서 가장 높은 경향을 나타내었다. 이와 같이 수확시기가 지남에 따라 섬초의 Na 함량이 증가하는 것은 겨울철 해풍에 의해 Na가 축적되어 나타나는 현상일 것으로 사료된다.

Jung 등(20)은 섬초 품종별 무기질 함량을 분석한 결과 포항초는 K, Zn 함량이 높게 나타났으나, 섬초의 경우 중만생종은 Ca, K, Mn 및 Na 함량이 높았으며 만생종은 Fe, Mg, Mn, Zn 함량이 높게 나타났다고 보고하였다. Lee(22)는 시금치를 잎, 줄기, 뿌리 부위별로 나누어 성숙시기에 따른 함량변화를 검토한 결과 Na 함량은 잎, 줄기, 뿌리 부위에서 성숙될수록 대체로 증가하는 경향이지만 K는 감소하였고 Mg, Ca, Fe, P은 일정한 변화를 보이지 않았다고 보고하여 본 연구와 같은 경향을 나타내었다. 일반적으로 무기질의 흡수 이용에는 무기질 자체 함량뿐만 아니라 다른 무기질과의 상호작용이 중요한 영향을 미치는데 특히, 식사 중의 Ca과 P의 비율이 혈액 내 Ca 및 골격 무기질 농도에 영향을 주게 되며 이상적인 Ca과 P의 비율은 1:1-1.5가 적당하다고 알려져 있어(22) 12월, 2월 섬초의 경우 이상적인 Ca와 P의 비율을 보이지만 섬초의 소비가 가장 활발한 1월의 경우 Ca의 수치가 높아 영양적 불균형을 해소하기 위해 P를 별도의 식이로 보충해야 할 것으로 보인다.

수확시기에 따른 유리당 함량

섬초의 수확시기별 유리당 함량을 분석한 결과 Table 2와 같이 glucose, fructose, sucrose가 분석되었으며, 총 유리

Table 1. Comparison of the contents of minerals in *Seomcho* by harvest seasons

(unit: mg/100 g)					
Harvest season	Ca	Mg	P	K	Na
December	77.4±1.3 ^{cl}	71.3±2.2 ^b	91.7±1.4 ^a	430±7.1 ^a	22.4±0.7 ^e
January	103.2±0.3 ^b	97.6±0.5 ^a	92.5±0.8 ^a	422±2.8 ^a	40.4±0.3 ^e
February	70.9±1.4 ^d	66.9±3.4 ^e	89.9±0.6 ^b	359±16.7 ^b	29.5±1.9 ^d
March	79.4±1.0 ^c	64.9±0.9 ^e	75.7±0.5 ^c	340±1.0 ^c	64.1±0.7 ^b
April	108.0±2.2 ^a	71.5±1.7 ^b	70.5±0.4 ^d	274±2.9 ^d	123.9±3.0 ^a

¹Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

당 함량은 1,648-2,898 mg/100 g으로 나타났으며 비교적 12월과 1월 수확 섬초에서 그 함량이 높았다. 수확시기에 관계없이 모든 시료에서 sucrose 함량이 다른 유리당에 비해 함량이 높아 총유리당 함량에 영향을 주었으며 수확시기가 경과할수록 sucrose 함량은 점차 감소하여 총유리당 함량 또한 감소하는 결과를 나타내었다. 반면, fructose와 glucose는 수확시기가 경과할수록 그 함량이 점차 증가하는 경향을 보였으나 sucrose에 비해 전체 유리당 함량에서 차지하는 비율이 낮아 총유리당 함량에는 큰 영향을 주지 않았다. 즉, 가장 품질이 우수하고 판매가격이 높은 1월 섬초가 sucrose 함량이 높아 총유리당 함량이 높고 다른 시기보다 당도가 높은 것으로 사료된다. Na 등(3)은 포항초, 남해초, 섬초의 유리당 함량을 비교한 결과 다른 시료에 비해 섬초의 유리당 함량이 가장 높았으며 총당 함량에서도 신안 섬초가 타 지역 품종에 비해 높은 함량을 보여 당도가 높았다고 보고하여 본 연구결과와 같은 경향을 나타내었다. 또한 Jung 등(20)도 비슷한 결과를 보고하였는데 포항초와 비금 섬초 품종별 당 함량을 비교한 결과 비금 섬초에서 모든 당 함량이 높게 나타났으며 특히, sucrose의 함량은 섬초의 조생종과 만생종에서 높게 나타났다고 하였다.

Table 2. Effect of harvest seasons on free sugars of *Seomcho*

(unit: mg/100 g)				
Harvest season	Fructose	Glucose	Sucrose	Sum
December	290±3.3 ^{cl}	375±5.1 ^b	2,233±58 ^b	2,898±65 ^b
January	335±8.8 ^c	412±16.5 ^b	2,861±790 ^a	3,608±368 ^a
February	417±47.5 ^b	518±68.0 ^b	1,104±160 ^c	2,039±308 ^c
March	421±15.2 ^b	795±43.0 ^a	874±326 ^c	2,090±109 ^c
April	499±62.7 ^a	933±161 ^a	216±14 ^d	1,648±224 ^c

¹Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

수확시기에 따른 비타민류 함량

시금치는 비타민 A의 전구체인 카로틴과 비타민 C, 칼슘과 철분 등의 무기질을 다량으로 함유하고 있으며, 클로로

필을 포함하고 있는 녹색엽채류이며 항산화, 항암, 항종양 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(7). 수확시기에 따른 섬초의 베타카로틴, 나이아신, 비타민 C, E 함량을 측정하였고 그 결과는 Table 3과 같다. 비타민류는 수확시기에 따라 뚜렷한 경향을 보이지는 않았지만 최적의 수확시기인 1월 수확 섬초에서 비타민 종류에 관계없이 전반적으로 높은 경향을 보인다 1월 이후 그 함량이 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 수확시기에 따른 베타카로틴 함량은 100 g 당 12월 수확 섬초에서 2,954 µg으로 가장 높았고 1월 수확 섬초에서는 2,650 µg으로 그 함량이 다소 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었다. 나이아신 함량은 1월 수확 섬초에서 43.6 mg으로 가장 높았으며 2월 수확 시에는 37.6 mg으로 다소 감소하는 경향이였다. 또한 비타민 C 함량은 1월 섬초가 51.8 mg으로 가장 높았으며 12월, 2월, 3월, 4월 수확 순으로 높은 경향을 나타내었다. 농촌진흥청 발간 식품성분표(26)에 의하면 노지시금치의 비타민 C 함량은 50 mg/100 g으로 본 연구의 결과와 비슷한 수준이었다. Jo 등(27)과 Lee(22)의 보고에 따르면 시금치는 성숙될수록 비타민 C의 함량이 높게 나타나며, 클로로필의 함량도 같은 경향으로 클로로필이 있는 곳에 비타민 C도 존재하여 영양적으로 매우 우수하며 줄기 또는 흰 부위보다 잎 또는 푸른 부위에 비타민 C 함량이 높은 것으로 보고하였다. Jung 등(20)은 포항초와 섬초의 비타민 A 함량은 품종에 관계없이 거의 비슷한 수준으로 함유되어 있으며 비타민 C는 섬초의 중생종이 포항초의 3배 높은 함량을 나타내었고 비타민 E는 포항초에서 높게 나타났다고 보고하였다.

Table 3. Comparison of the content of vitamins in *Seomcho* by harvest seasons

Harvest season	β-Carotene (µg/100 g)	Niacin (mg/100 g)	Vitamin C (mg/100 g)	Vitamin E (mg/100 g)
December	2,954±79 ^{cl}	35.0±7.0 ^b	35.5±0.4 ^b	0.22±0.003 ^{bc}
January	2,650±159 ^{ab}	43.6±1.1 ^a	51.8±1.2 ^a	0.26±0.013 ^a
February	2,323±169 ^b	37.6±2.3 ^{ab}	32.2±0.4 ^c	0.22±0.002 ^{bc}
March	2,535±424 ^{ab}	30.0±4.3 ^b	31.9±0.8 ^c	0.23±0.003 ^{ab}
April	2,871±40 ^a	35.4±3.3 ^b	28.2±0.2 ^d	0.21±0.012 ^c

¹Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

수확시기에 따른 기능성성분 및 항산화 효능

섬초 수확시기에 따른 클로로필과 총페놀성화합물, 루테인 함량 변화와 항산화 효능을 분석하였으며 그 결과는 Table 4와 같다. 클로로필 함량은 1월 수확 섬초가 64.5 mg/100 g으로 다른 수확시기 보다 함량이 유의적으로 높았으며 3월 섬초는 51.5 mg으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 일반적으로 클로로필과 비타민 C 함량은 정의 상관관계를 나타내는 것으로 알려져 있는데 본 연구에서도 같은

경향을 나타내었다. 클로로필은 채소나 과일의 신선함을 나타내는 지표이면서 식욕을 돋구는 요소로서 중요할 뿐만 아니라 상처 치료, 세균 생육 저지, 조혈작용, 간기능 증진 작용 등의 생리활성으로 건강보조식품에서도 널리 이용되고 있어(1) 1월 수확 섬초의 경우 맛과 기능성을 모두 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 반면 총페놀성화합물 함량의 경우 4월 섬초에서 78.1 mg/100 g으로 가장 높았고 12월 섬초에서는 61.4 mg/100 g으로 가장 낮았다. Na 등(3)은 섬초와 육지 시금치의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과 102-186 mg% 정도의 분포를 보였다고 보고하여 본 연구의 결과가 다소 낮게 나타났는데 이는 재배환경이나 재배방법 등에 의해 차이가 있는 것으로 판단된다. 또한 루테인 함량

의 경우 4월 섬초에서 3.07 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다. 루테인은 눈에 들어 있는 생리활성 물질로서 식물의 푸른 잎이나 여러 가지 꽃속에 다량 존재하며 빛이 흡수될 때 활성산소 등으로부터 세포를 보호하는 기능과 안구세포의 분열에 중요한 역할을 담당 하는 것으로 보고되고 있으며(28) 시금치의 중요한 기능성 성분으로 알려져 있다. 따라서 지금까지 수확 시기에 따른 기능성성분 변화를 검토

한 결과 상품성이 떨어지는 4월 섬초의 경우 맛, 품질과 관련 있는 당 함량과 비타민류 함량은 1월 섬초에 비해 다소 떨어지지만 총페놀성화합물이나 루테인 함량이 높아 식품소재로 이용가능성이 있을 것으로 판단되어진다.

Table 4. Comparison of the contents of functionality in *Seomcho* by harvest seasons

(unit: mg/100 g)

Harvest season	Total chlorophyll	Total phenolic compound	Lutein	DPPH free radical scavenging activity (Vit C eq.)
December	58.3±0.2 ^{b1)}	61.4±0.4 ^d	2.43±0.14 ^{bc}	28.4±2.4 ^d
January	64.5±0.4 ^a	75.6±0.7 ^b	2.62±0.20 ^b	35.4±1.3 ^c
February	53.8±1.0 ^d	75.8±1.5 ^b	1.98±0.21 ^d	40.2±1.3 ^b
March	51.5±0.2 ^e	72.2±1.5 ^c	2.33±0.10 ^c	44.3±1.7 ^a
April	55.3±0.2 ^c	78.1±1.3 ^a	3.07±0.12 ^a	46.6±1.9 ^a

¹⁾Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 5. Comparison of the contents of functionality in *Seomcho* by dry methods

(unit: mg/100 g)

Dry method	DPPH free radical scavenging activity (Vit C eq.)	Total phenolic compound	Carotenoids	
			Lutein	β-Carotene
Hot	352±6.8 ^{b1)}	823±5.5 ^b	24.98±0.7 ^b	19.92±0.8 ^b
Blanching	183±6.6 ^c	598±2.7 ^c	20.31±0.9 ^c	25.68±3.6 ^a
Freeze	395±6.4 ^a	858±9.5 ^a	27.27±0.8 ^a	21.55±2.2 ^{ab}

¹⁾Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 6. Comparison of the contents of functionality in *Seomcho* by dry and extraction methods

(unit: mg/100 g)

		DPPH free radical scavenging activity (Vit C eq.)	Total phenolic compound	Carotenoids	
				Lutein	β-Carotene
Alcohol extract	Hot	80±6.9 ^{a1)}	228±1.6 ^c	34.22±0.8 ^a	10.76±0.16 ^c
	Blanching	68±2.2 ^b	254±2.4 ^b	33.67±1.5 ^a	17.58±0.40 ^a
	Freeze	70±4.8 ^b	271±3.2 ^a	30.37±0.5 ^b	13.91±0.51 ^b
Supercritical extract	Hot	8.7±0.3 ^c	32±0.4 ^d	10.54±0.2 ^d	18.47±2.04 ^a
	Blanching	9.2±0.2 ^c	30±1.1 ^d	14.97±0.4 ^c	12.89±0.27 ^b
	Freeze	6.7±0.3 ^c	18±0.3 ^e	0.23±0.0 ^e	9.65±0.19 ^c

¹⁾Means±SD (n=3) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

건조 및 추출방법에 따른 기능성성분 및 항산화 효능

상품성은 떨어지나 총페놀성화합물과 루테린이 풍부한 4월 섬초를 이용하여 식품소재로 활용하기 위해 건조 및 추출방법에 따른 기능성성분 및 효능을 비교하였다. 열풍, 데침, 동결건조의 방법으로 건조 후 항산화활성과 총페놀성화합물, 그리고 카로티노이드 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 동결건조하였을 때 항산화활성이 395 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고 총페놀성화합물 역시 858 mg/100 g으로 가장 높게 나타났다. 또한 루테인 함량은 동결건조 하였을 때 27.27 mg/100 g으로 가장 높고 열풍건조의 경우 24.98 mg/100 g으로 동결건조와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 4월 섬초를 건조하여 식품소재로 이용하고자 하는 경우 동결건조, 열풍건조, 데침건조 순으로 유용할 것으로 판단된다. 섬초의 유용성분 이용효율을 높이기 위해 건조된 섬초를 주정과 초임계를 이용하여 추출하였고 그 결과는 Table 6과 같다. 주정 추출의 항산화능과 총페놀성화합물 함량은 100 g 당 각각 68-80 mg, 228-271 mg으로 초임계 추출에 비해 약 10배 정도 높은 효과를 나타내었으며 루테인 추출효율도 주정추출에서 높게 나타났다. 일반적으로 초임계이산화탄소 추출법(supercritical carbon dioxide extraction, SCE)은 추출 시 발생하는 잔존용매 및 독성, 환경오염 등의 문제를 해결할 수 있는 방법으로 식물체로부터 유지 또는 기능성성분 추출에 많이 사용하고 있으며 특히 낮은 온도에서 추출이 가능하여 열에 불안정한 물질 추출에 적합한 것으로 알려져 있다(29). 그러나 본 연구의 결과 초임계 추출의 총페놀성화합물 및 루테인 추출효과가 낮은 것은 시금치 내의 유용 성분 중 용매에 용해되는 성분이 다량 존재하여 용매를 사용하지 않는 초임계 추출에서는 수율이 낮은 것으로 사료된다. 따라서 본 연구의 결과 상품성이 낮은 4월 수확 섬초를 활용하여 식품소재로 사용하는 경우 동결 또는 열풍 건조 후 주정으로 추출하였을 때 가장 경제적이며 효과적일 것으로 판단된다.

요 약

전라남도 신안군에서 재배되는 시금치(신안 섬초)의 수확시기별 특성을 조사하고 섬초의 경제적 가치가 하락하는 4월 이후의 섬초 이용성을 증대하기 위해 건조 및 추출조건에 따른 유용성분 및 효능을 분석하였다. 수확시기별 유리당 함량은 1월 수확 섬초에서 sucrose 함량이 높아 총유리당 함량이 가장 높게 나타났으며 무기질 함량 중 K은 수확시기가 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며 Mg과 P은 1월 수확 섬초에서 가장 높은 결과를 보였다. 섬초의 수확시기별 비타민류 함량변화를 분석한 결과 나이아신과 비타민 C 함량 또한 1월 수확 섬초에서 가장 높은

경향을 보였으며 클로로필도 같은 경향이었다. 그러나 총페놀성화합물, 루테인은 오히려 4월 섬초에서 더 높은 경향을 보여 이러한 성분들을 추출할 수 있는 최적의 조건을 확립하였다. 건조방법에 따라 항산화효능, 총페놀성화합물, 루테인 함량은 모두 동결건조 > 열풍 > 데침건조 순의 경향을 보였으며 추출방법에 따라서는 주정추출에서 효율이 높은 것으로 조사되었다. 이상의 결과로 보아 신안 섬초를 생식하는 경우 당함량이 높아 단맛이 강하고 비타민류 함량이 높은 1-3월 수확 섬초가 가장 적합하며 그 이후 비상품질 섬초의 경우 열풍건조 후 주정추출 하여 다양한 식품소재로 활용 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ012017022018)의 지원에 의해 이루어진 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

References

1. Lee MH, Han JS, Kozukue N (2005) Changes of chlorophyll contents in spinach by growth periods and storage. *Korean J Food Cookery Sci*, 21, 339-345
2. Khachik F, Goli MB, Beecher GR, Holden J, Lusby WR, Tenorio MD, Barrera MR (1992) Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. *J Agric Food Chem*, 40, 390-398
3. Na HS, Kim JY, Mun H, Choi GC, Jeong SH, Cho JY, Ma SJ (2010) Physicochemical properties of *Shinan Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.). *Korean J Food Preserv*, 17, 652-658
4. Ko SH, Bing DJ, Chun SS (2013) Quality characteristics of white bread manufactured with *Shinan Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 766-773
5. Seoul Agro-Fisheries & Food Corporation. http://www.garak.co.kr/gongsa/jsp/yt/price/grade6_garak.csp (accessed August 2018)
6. Lee CH (1983) A study on content of the minerals in spinach. MS Thesis, Busan National University, Korea, p 4-36
7. Lee HN, Shin SA, Choo GS, Kim HJ, Park YS, Kim SK, Jung JY (2016) Inhibitory effects of spinach, cabbage, and onion extracts in growth of cancer cells.

- J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 671-679
8. Lee YA, Kim HY, Cho EJ (2005) Comparison of methanol extracts from vegetables on antioxidative effect under *in vitro* and cell system. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 1151-1156
 9. Oh SI, Lee MS (2003) Screening for antioxidative and antimutagenic capacities in 7 common vegetables taken by Korean. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 1344-1350
 10. Choi DJ, Lee SH, Yoon JT, Sim YG, Oh SG, Jun HJ (2007) Effect of polypropylene film package and storage temperature on the shelf-life extension of spinach (*Spinacia oleracea* L.). J Bio-Environ Control, 16, 247-251
 11. Kim MH, Yang YH, Sim HJ, Son CW, Kim MY, Kim MS, Lee JW, Byun MW, Kim MR (2008) Effect of gamma irradiation on the quality of cooked spinach during storage. Korean J Food Cookery Sci, 24, 106-113
 12. Hong JJ, Ahn TH (2005) Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of leafy vegetables (spinach, chard and whorled mallow) by blanching time. Korean J Food Cookery Sci, 21, 190-194
 13. Kim NY, Yoon SJ, Jang MS (1993) Effect of blanching on the chemical properties of different kind of spinach. Korean Soc Food Sci, 9, 204-209
 14. Lim YI (2007) Changes in the contents of carotenoids and cis/trans β -carotenes of fresh and cooked spinach in foodservice operations. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 117-123
 15. Min HS (1998) Changes of folate content in spinach by cooking and storage. J Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 286-290
 16. Lee HJ, Joo NM (2010) Optimization of germinated brown rice cookie with added spinach powder. Korean J Food Cookery Sci, 26, 707-716
 17. Moon JH, Park KB, Hong KW, Kang BN (2016) Quality and antioxidant properties of the jelly according to different addition ratios of Indian spinach fruit juice solution. Culinary Sci Hospitality Res, 22, 95-105
 18. Cha YJ, Jung YS, Kim JW, Youn KS (2011) Quality characteristics and antioxidative activity of mung bean starch gels added with carrot, spinach and mulberry juice. J East Asian Diet Life, 21, 46-52
 19. Kim OS, Park JD, Kum JS, Choi YS, Choi HW, Sung JM (2016) Optimization of spinach pesto by response surface methodology. Korean J Food Nutr, 29, 583-594
 20. Jung BM, Kang EA, Shin TS (2009) Food Components by kinds of *Bigum* spinach growing in Jeonnam Shinan. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1397-1405
 21. KFDA (2012) Food Code. Munyoung-sa, Seoul, Korea, p 55-63
 22. Lee MH (2005) A study on changes of nutritive components during growth periods and cooking methods of spinach. Ph D Thesis, Yeungnam University, Korea, p 27-30
 23. AOAC (2005) Official methods of analysis of AOAC international. 18th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, Method 942.04
 24. Abe N, Nemoto A, Tsuchiya Y, Hojo H, Hirota A (2000) Studies of the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging mechanism for a 2-pyrone compound. Biosci Biotech Biochem, 64, 306-313
 25. Swain T, Hillis WE (1959) The phenolic constituents of *Ptunus domestica*: I. Quantitative analysis of phenolic constituents. J Sci Food Agric, 10, 83-88
 26. RDA (2017) Korean food composition table II. 9th ed, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea, p 144-145
 27. Jo SH, Jo KR, Kang MS, Song MR, Ju NY (2002) Food science. Kyomun-sa, Seoul, Korea, p 140-144
 28. Simonovska B, Vovk I, Glavnik V, Carnelic K (2013) Effects of extraction and high-performance liquid chromatographic conditions on the determination of lutein in spinach. J Chromatogr A, 1276, 95-101
 29. Kim YJ, Imm JY, Kim SJ (2018) Characterization of platycodon grandiflorum seeds oil extracted by supercritical carbon dioxide. J Oil Appl Sci, 35, 99-110