새싹 귀리 온도 및 생육 일수에 따른 기능성분 및 항산화 활성 변화

이유영 · 손유림 · 강문석 · 김미향 · 이진영 · 김현주

국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과

Functional Components and Antioxidant Activities by Temperature and Growing Days of Sprouted Oats

Yu-Young Lee, Yurim Son, Moon Seok Kang, Mihyang Kim,
Jin Young Lee, and Hyun-Joo Kim

Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science,
Rural Development Administration

ABSTRACT In this study, the functional components and antioxidant activities of the various parts of sprouted oats were analyzed to obtain basic data for their varied end-uses in the food industry. The avenanthramide content of the sprouted oats was higher in the roots (48.48 ~ 155.59 µg/g) and seeds (538.68 ~ 746.29 µg/g) than in the sprouts (37.25 ~ 113.67 µg/g). The β-glucan content was high in sprouts and roots at 15°C (sprouts, 2.41±0.12 g/100 g; roots, 1.40±0.05 g/100 g) and seeds at 24°C (1.24±0.06 g/100 g). The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity of the sprout was highest at 185.4±3.4 mg Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)/100 g at 24°C, while that of the root was highest at 18°C (153.60±0.00 mg TEAC/100 g) and the seed at 24°C (203.00±1.70 mg TEAC/100 g). The 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid radical scavenging activity was highest at 18°C (472.30±6.70 mg TEAC/100 g) in the sprout. The total polyphenol content in the sprout was highest at 18°C (634.90±17.50 mg gallic acid equivalent/100 g). Based on the above results, the functional component content of sprouted oats differs depending on the cultivation conditions. Thus, it is necessary to establish appropriate cultivation conditions for oat sprouts according to the end-use.

Key words: oat, sprout, functional components, antioxidant activity

서 론

최근 현대사회는 경제발전이 증가함에 따라 국민 소득 및 생활 수준은 향상되고 있지만 서구화된 식습관 및 식생활 불균형 등으로 인해 다양한 종류의 질병이 증가하고 있는 추세이다(Bae, 2003). 특히 산화 스트레스를 유발시키는 것으로 알려진 자유라디칼은 다양한 종류의 화합물의 화학적 반응 및 여러 산화, 환원 반응 등과 같은 내적 요인과 음주, 스트레스 등 외적 요인에 의해 생성이 된다(Chae 등, 2019). 인체 내 자유라디칼에 의해 생성되는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 체내에서 효소, 환원대사, 화학약품, 공해물질 및 광화학 반응 등의 다양한 물리적 및 환경적 요소에 의해 계속 생성하게 된다(Park 등, 2014). ROS는 대부분 체내 항산화 방어 체계에 의해 제거되지만 매우 불안

정하고 반응성이 높아 생성량이 많게 되면 DNA 분절과 단백질의 불활성화 및 과산화 반응을 일으켜 세포들을 공격하고 세포와 조직에 비가역적 손상을 유발하여 다양한 질병의 원인이 되는 것으로 보고되고 있다(Halliwell, 1996; Valko 등, 2007). 따라서 천연 항산화제 또는 기능성 식품에 대한 필요성으로 관련 연구가 활발하게 진행되고 있으며 다양한 식품 소재들이 산화 방지 및 다양한 생리활성 연구의 소재로 이용되고 있다(Han과 Kim, 2017).

귀리(*Avena sativa* L.)는 벼과(Gramineae)에 속하는 곡류로 쌀귀리와 겉귀리 두 종류가 있다. 쌀귀리는 탈곡 과정에서 겉껍질이 쉽게 제거되고 겉귀리는 탈곡 과정 후에도 종실에 겉껍질이 붙어있다. 따라서 귀리 통곡을 식용으로 이용하기에는 겉귀리보다는 쌀귀리가 다소 용이하며 영양학적인 측면에서도 쌀귀리가 우수한 것으로 평가받고 있다

Received 23 August 2021; Revised 25 September 2021; Accepted 27 September 2021

Corresponding author: Hyun-Joo Kim, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, 54, Seoho-ro, Gwonseon-gu, Suwon-si, Gyeonggi 16613, Korea, E-mail: tlrtod@korea.kr

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Lee 등, 2016). 또한 귀리는 2002년 타임지가 선정한 10대 식품 중 곡물로는 유일하게 포함되었으며, 2000년대 이후에는 건강기능식품에 대한 관심 증가로 꾸준히 소비가 증가하고 있다.

귀리에는 많은 영양 및 기능성분이 함유되어 있는 것으로 알려져 있는데 다른 곡물에 비해 지질, 단백질 및 알파-토코트리에놀이 많이 함유된 것으로 알려졌으며 식이섬유인 β -glucan 또한 약 2~6% 함유하고 있다(Neergheen 등, 2010). 또한 곡물 중 귀리에만 존재하는 phenolic antioxidants인 avenanthramides는 다른 페놀 화합물보다 30배의 높은 항산화 활성을 보이는 것으로 알려져 있다(Jeong 등, 2014). 뿐만 아니라 동맥 혈관에 콜레스테롤 등 혈액 세포가 붙을 때 관여하는 점착성 물질들의 생성을 억제해 혈관이 좁아지는 것을 예방하고, 항염증 및 가려움증 완화에 효과적인 것으로 보고된 바 있다(Son 등, 2018). 이와 함께 최근 avenanthramide C 성분이 해마에서 장기기억을 회복시키는 치매 예방 및 치료 효과도 밝혀져(Ramasamy 등, 2020) 귀리를 이용한 식의약 소재 개발에 많은 관심이 집중되고 있다.

최근 작물의 기능성 향상을 위해 새싹 재배를 하여 기능성 소재로서 활용하고자 다양한 시도가 이루어지고 있다. 새싹 작물은 종자로부터 발아하여 떡잎이 전개되거나 그 전 단계에서 모든 부위를 이용하거나 배축부를 절단하여 이용한다. 새싹 작물은 종자에서 싹이 터 자신의 성장을 위해서 영양소와 생리활성 물질을 생합성하므로 완전히 성장한 채소나 종자에 비해 그 함량이 높다. 새싹 작물의 비타민과 무기질은 다 자란 작물에 비해 함량이 높으며 필수아미노산, 불포화지방산 및 식이섬유 함량도 풍부해 고영양 저칼로리 식품 소재로 활용할 수 있다(Lee 등, 2005). 또한 종자는 다당류, 탄닌 및 사포닌 등의 비소화성 성분이 다량 함유되어 있어 이를 발아시켜 새싹을 키우면 영양성분과 소화력이 증가하고 쓴맛과 독성 성분을 다른 물질로 전환시켜 기능성 물질을 생산하는 것으로 보고되고 있다(El-Adawy, 2002; Jun 등, 2012).

따라서 본 연구에서는 새싹 귀리를 식품산업에서 다양하게 활용하기 위한 기초자료를 확보하기 위해 국내산 귀리인 ‘대양’ 품종을 이용하여 새싹 부위에 따른 기능성분 및 항산화 활성을 분석하고자 진행하였다.

재료 및 방법

실험재료, 새싹 재배조건 및 생육조사

본 연구에서 사용한 귀리는 전라남도 강진에서 추과 재배된 ‘대양’ 품종을 이용하였다. 귀리 새싹은 재배상(DS-14 MCLHP, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)을 이용하여 재배하였다. Petri dish(310100, SPL, Pocheon, Korea)에 종자 30 g과 0.1% 락스(NaOCl 함량 5.87%, Yuhan, Seoul, Korea) 100 mL를 넣어 5분간 종자를 소독시킨 뒤 증류수로 3회 세척하였다. 소독한 귀리는 증류수에 3시간 동안 침지시킨 후 새싹 재배기(12×12 cm, 아시아종묘, Seoul, Ko-

rea)에 고르게 펼쳐 랩으로 덮어 암조건에서 3일간 발아시켰다. 발아가 끝난 뒤 랩을 걷어내어 광 조건으로 바꿔주었으며 7일차와 13일차에 수확하여 잎, 뿌리, 종자로 분리하였다. 재배온도는 15, 18, 21, 24°C였으며 재배상 내 습도는 70%를 유지하였다. 수확한 새싹은 calipers(CD-15C, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)를 이용하여 길이를 측정하였고 동결건조 후 분쇄하여 분석에 사용하였다. 본 연구에서는 새싹귀리 온도 및 생육 일수에 따른 avenanthramides 함량을 분석하여 가장 높은 함량을 보인 생육 일수를 선정하 다음, 재배온도에 따른 새싹 귀리의 부위별 기능성분 및 항산화 활성을 분석하였다.

Avenanthramides 함량

귀리 새싹 재배조건 및 부위별 avenanthramides 함량을 Bryngelsson 등(2002)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉, 시료 1 g을 80% 에탄올(v/v in 10 mM phosphate buffer, pH 2.8)을 10 mL 넣고 37°C에서 16시간 교반 추출하였다. 감압농축기(Syncore, Buchi, Essen, Germany)로 농축한 추출물에 다시 80% 에탄올 2 mL를 넣어 재용해하고 0.2 μ m PVDF 필터로 여과한 후 UPLC로 분석하였다. 분석 시 사용한 컬럼은 Acquity UPLC HSS C18(1.8 μ m, 2.1 mm×100 mm, Waters Corp., Milford, MA, USA)이고 이동상은 0.01 M sodium phosphate buffer(pH 2.8, A), acetonitrile(B)을 사용하였다. 유속은 0.6 mL/min으로 이동상 B의 기울기를 15~80% 주었으며 340 nm 파장에서 분석 결과를 확인하였다. 정량분석은 avenanthramides 표준물질(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 DMSO에 100 μ g/mL의 농도로 제조한 후 냉장 보관하고, 이 용액을 희석하여 농도가 25, 50, 75, 100 μ g/mL가 되도록 표준용액을 만들었다. 이 용액 일정량을 취하여 농도와 UPLC 상에서의 머무름 시간과 피크 면적과의 상관관계를 이용하여 보정선을 작성하였으며, g당 avenanthramides 함량을 산출하였다.

베타글루칸 함량

귀리 새싹 부위별 베타글루칸 함량은 McCleary와 Codd 방법(1991)을 활용한 mixed linkage beta glucan kit(K-BGLU, Megazyme, Wicklow, Ireland)을 이용하여 분석하였다. 시료 100 mg에 50% 에탄올(v/v)을 넣어 끓는 물에 5분간 반응시켜 유리당을 제거한 뒤, sodium phosphate buffer(20 mM, pH 6.5) 4 mL와 lichenase 0.2 mL를 첨가한 후 50°C에서 1시간 효소 반응을 하였다. 반응이 끝난 시료에 sodium acetate buffer(200 mM, pH 4.0) 2 mL를 첨가한 후 원심분리 하여 0.1 mL의 상등액을 취해 동량의 β -glucosidase와 반응시켰다. 반응액에 glucose oxidase/peroxidase 시약 3 mL를 가하고 50°C에서 20분간 반응 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Fig. 1. Phenotypes of oat sprouts according to different temperatures.

항산화 활성

새싹 부위별 귀리 추출물의 항산화 활성을 분석하기 위하여 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)과 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 라디칼 소거능을 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 DPPH 용액(0.2 mM) 1 mL를 시료 50 μ L와 혼합하여 상온에서 30 분간 반응시켰다. 반응물은 96-well plate로 옮긴 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 트롤록스(Trolox)를 표준 물질로 사용하여 비교 분석하였다. 결과는 mg 트롤록스 당량 산화방지능(Trolox equivalent antioxidant capacity, TEAC)/g 추출물로 표기하였다(Bondet 등, 1997). ABTS 라디칼 소거능 분석에서는 ABTS 7.4 mM과 과황산포타슘 2.6 mM을 혼합하여 암소에서 24시간 방치하여 라디칼을 생성시켰다. 이 반응 용액은 734 nm에서 흡광도 값이 1.0이 나오도록 증류수로 희석하여 실험에 적용하였다. 희석한 ABTS 반응 용액 1 mL에 시료 50 μ L를 첨가하여 60분간 반응시켰고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 트롤록스가 표준물질로 사용되었으며 결과값은 mg TEAC/g 추출물로 나타내었다(Re 등, 1999).

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Kang과 Cho(2016)를 참고하여 Folin-Ciocalteu's 방법으로 측정하였다. 새싹 귀리 부위별 추출물 50 μ L에 2% sodium carbonate 1 mL를 가하여 3분간 실온에 방치 한 뒤 50% Folin-Ciocalteu's reagent solution을 50 μ L 가하여 다시 5분간 반응시킨 후 반응액의 흡광도를 750 nm에서 측정하였다. 표준물질은 gallic acid를 이용하여 mg gallic acid equivalent(GAE, dry basis)로 환산하여 총 폴리페놀 함량을 산출하였다.

통계 분석

통계 분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 품종 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variance)로 분석한 뒤 신뢰구간 $P < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

재배조건별 새싹 길이 및 avenanthramides 함량

최근 귀리의 대표적인 기능성분으로 알려진 avenanthramides 함량이 높은 새싹 귀리의 적정 재배온도를 알아

Fig. 2. Length of sprouts according to different temperatures. Each value is mean $\pm$ SD (n=10). Means with different letters above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Table 1. Changes of avenanthramides contents during cultivation at different temperature

Temperature (°C)	Avenanthramide (μg/g dry basis)	
	Day 7	Day 13
15	101.70±1.13 ^c	12.72±0.97 ^a
18	106.80±1.40 ^b	2.79±0.26 ^b
21	116.68±0.93 ^a	1.72±0.25 ^b
24	37.25±1.16 ^d	2.17±0.03 ^b

Values are mean±standard deviation of three replicates. Different small letters within a column show a significant difference ($P<0.05$).

보기 위해 15, 18, 21, 24°C에서 13일 동안 재배하였고, 생육기간에 따른 새싹 귀리의 생육상은 Fig. 1과 같다. 귀리 잎은 온도가 높아질수록 빨리 성장하였고(Fig. 2), 잎 내 avenanthramide 함량은 7일차에 비해 13일 차에 급격하게 감소하였다(Table 1). 생육 시기가 같은 조건에서의 경우 24°C에서 자란 시료의 잎 길이가 가장 길었지만 avenanthramides 함량이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 18 및 21°C에서는 성장 속도가 유사한 반면 avenanthramides 함량은 21°C에서 더 높게 나타났다.

새싹 부위별 avenanthramides 함량

7일차 새싹 귀리를 수확하여 부위별로 avenanthramides 함량을 분석한 결과, 잎과 뿌리에서는 21°C에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 종자에서는 24°C에서 가장 높았다(Table 2). 지상부(잎)보다 지하부(뿌리 및 종자)에 더 많은 avenanthramides를 함유한 것을 확인하였다(잎, 37.25~113.67 μg/g; 뿌리, 47.48~155.59 μg/g; 종자, 538.68~746.29 μg/g). 또한 잎에서는 avenanthramides A와 B만 검출된 반면, 지하부에서는 avenanthramides C를 함유하는 것으로 나타났다. Peterson과 Dimberg(2008)의 연구결과에 따르면 avenanthramides는 귀리 출수 직후 A와 B가

먼저 활성이 되고, C는 출수 후 21~22일이 지난 뒤 활성이 나타나 수확 전까지 농도가 증가한 것으로 볼 때, avenanthramides가 생육 중 이삭의 등숙기에 따라 합성과 출현에 영향을 받는 것으로 판단된다고 보고하였으며 이는 본 연구 결과와 유사하였다. 새싹 귀리의 총 avenanthramide 함량을 산출한 결과를 보았을 때 21°C에서 재배할 경우 다른 온도에 비해 높은 함량을 보인 것을 볼 때(Table 2), avenanthramide 함량이 높은 새싹 귀리를 식품 소재로 활용하기 위해서는 전체 식물체를 사용하는 것이 효과적이라고 판단된다.

새싹 부위별 베타글루칸 함량

베타글루칸은 귀리의 세포벽에 많이 함유한 것으로 알려져 있어(Lee, 1996), 새싹 귀리를 식품 소재로서 활용하기 위해 검토가 필요한 주요 성분이라고 할 수 있다. 7일차 새싹 귀리의 부위별 베타글루칸 함량을 분석한 결과 잎 부위가 가장 높고 뿌리가 가장 낮았다. 잎과 뿌리는 15°C에서(잎, 2.41±0.12 g/100 g; 뿌리, 1.40±0.05 g/100 g), 종자는 24°C에서(1.24±0.06 g/100 g) 가장 높은 수치를 나타내었다(Fig. 3). 뿌리의 경우는 재배온도가 높아질수록 베타글루칸 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 귀리 잎에 있는 헤미셀룰로오스에서 높은 순도의 베타글루칸을 분리하였다는 연구결과(Fraser과 Wilkie, 1971)는 발표된 바 있으나 새싹 귀리의 부위별 베타글루칸 함량 분석을 진행한 연구는 미비한 실정이다. 그러나 발아 조건에 따른 베타글루칸 함량 변화를 분석한 연구는 일부 발표된 바 있는데, Kim 등(2019)의 보고에 따르면 귀리 발아가 진행되어 싹 길이가 증가할수록 베타글루칸 함량이 많아지다가 싹 길이가 5 mm 이상부터는 낮아졌다고 하였으나 어떠한 기작에 의한 변화인지는 제시되어 있지 않았다. 본 연구결과 재배온도에 따른 새싹 귀리의 부위별 베타글루칸 함량 변화가 일관되게 관찰되지

Table 2. Composition of avenanthramides of oat sprouts cultivated for 7 days

	Temp. (°C)	Avenanthramides (μg/g sample, dry basis)			Total
		A	B	C	
Leaf	15	75.61±0.50 ^{c2)}	26.08±0.64 ^a	ND ³⁾	101.70±1.13 ^c
	18	82.21±1.16 ^b	24.59±0.24 ^a	ND	106.80±1.40 ^b
	21	87.95±0.12 ^a	25.72±0.95 ^a	ND	113.67±0.83 ^a
	24	25.86±1.05 ^d	11.39±0.11 ^b	ND	37.25±1.16 ^d
Root	15	25.38±0.21 ^d	19.61±0.72 ^d	2.49±0.22 ^d	47.48±1.14 ^c
	18	79.25±2.43 ^b	45.71±1.97 ^c	5.19±0.03 ^c	130.15±0.42 ^b
	21	95.76±3.52 ^a	53.49±0.56 ^b	6.34±0.30 ^b	155.59±4.39 ^a
	24	53.17±0.69 ^c	62.57±0.48 ^a	13.44±0.18 ^a	129.18±1.36 ^b
Seed	15	146.00±0.38 ^d	192.89±0.61 ^d	199.79±0.22 ^c	538.68±0.77 ^d
	18	161.59±1.75 ^c	209.88±7.74 ^c	243.11±0.15 ^b	614.57±9.64 ^c
	21	180.28±3.99 ^a	259.71±6.35 ^b	255.07±7.54 ^b	695.06±17.88 ^b
	24	172.25±3.05 ^b	300.13±3.49 ^a	273.91±4.86 ^a	746.29±11.39 ^a

A: avenanthramide A, B: avenanthramide B, C: avenanthramide C.

¹⁾Each value is mean±SD (n=3).

²⁾Different letters within a column show a significant difference ($P<0.05$) according to Duncan's multiple range test.

³⁾Not detected.

Fig. 3. Contents of beta-glucan of oat sprouts cultivated for 7 days. Each value is mean $\pm$ SD (n=3). Means with different letters above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

않아 새싹 귀리에 함유된 베타글루칸의 식품 소재로 이용하기 위해 이를 구명하기 위한 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

새싹 부위별 항산화 활성 및 총 폴리페놀 함량

새싹 귀리의 항산화 활성을 측정하기 위해 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 분석한 결과 부위에 따라 다른 온도에서 최대 활성을 나타내었다(Fig. 4A, B). 귀리 잎의 DPPH

라디칼 소거능이 24°C에서 185.40 ± 3.40 mg TEAC/100 g으로 가장 높은 것을 확인하였다. 뿌리에서는 18°C(153.60 ± 0.00 mg TEAC/100 g), 종자에서는 24°C(203.00 ± 1.70 mg TEAC/100 g)에서 가장 높은 활성을 보였다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 잎에서는 DPPH 결과와 다르게 18°C(472.30 ± 6.70 mg TEAC/100 g)에서 가장 높은 활성을 나타내었다. Avenanthramide C는 avenanthramides 화합물류에서도 가장 높은 항산화 활성을 보이는 것으로 알려져 있는데(Emmons와 Peterson, 1999; Meydani, 2009) 이는 본 연구결과와 일부 유사하였다. 그러나 귀리 부위에 따른 avenanthramide C의 함량은 상이한 것으로 보아 avenanthramide C 이외의 페놀산, 플라보노이드와 같은 폴리페놀 화합물 등의 영향이 있을 것으로 판단되었다.

폴리페놀 화합물은 과일, 채소, 곡류 등의 식품에 함유되어 있는 효과적인 항산화 물질 중 하나이며, 분자 내에 phenolic hydroxyl group이 자유라디칼을 안정화시키기 때문에 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있어(Scalbert 등, 2005), 항산화 활성의 주요 지표성분인 폴리페놀 함량을 분석하였다. 귀리 새싹 부위에 따른 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 잎 부위에서 다른 부위에 비해 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4C). 잎과 뿌리에서는 18°C에서 각각 634.90 ± 17.50 mg GAE/100 g, 386.80 ± 0.00 mg GAE/100 g으로 최대 함량을 나타내었으며, 종자 부위에서는 24°C에서 434.70 ± 9.90 mg GAE/100 g으로 함량이 가장 높

Fig. 4. DPPH (A), ABTS (B) radical scavenging activity and total polyphenols (C) of oat sprout cultivated for 7 days. Each value is mean $\pm$ SD (n=3). Means with different letters above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

았다. 새싹 귀리 부위별 항산화 활성을 발표한 기존 연구 결과는 미비하였으나 새싹 보리 앞에서 721.30 ± 6.48 mg/g으로 줄기 및 뿌리에 비해 높은 함량을 보였다는 Byun 등 (2018)의 연구결과를 볼 때, 작목 및 새싹 재배조건에 따라 폴리페놀 함량은 다를 수 있으나 잎 부위에서 가장 높은 기능성분을 함유한다는 것을 추측할 수 있다. 또한 라디칼 소거능은 천연물에 함유한 페놀 성분에 의해 활성을 보인다는 연구결과를 볼 때(Choi 등, 2007), 새싹 부위별 귀리의 라디칼 소거능은 페놀 성분의 증가로 인한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해보았을 때, 새싹 귀리는 재배조건에 따라 기능성분 함량이 상이하여 활용 목적에 따라 귀리 새싹의 적정 재배조건 확립이 필요하다고 생각된다. 또한 귀리의 새싹 재배조건에 따른 기능성분 및 항산화 활성 변화에 대한 기작 구명을 위해 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

요 약

본 연구에서는 새싹 귀리를 식품산업에서 다양하게 활용하기 위한 기초자료를 확보하기 위해 새싹 부위에 따른 기능성분 및 항산화 활성을 분석하였다. 귀리 잎은 온도가 높아질수록 빨리 성장하였고, 잎 내 avenanthramide 함량은 7일차에 비해 13일차에 급격하게 감소하였다. 7일차 새싹 귀리의 부위별 avenanthramides 함량을 분석한 결과, 잎($37.25 \sim 113.67$ µg/g)보다 뿌리($48.48 \sim 155.59$ µg/g) 및 종자($538.68 \sim 746.29$ µg/g)에 avenanthramides 함량이 높았다. 베타글루칸 함량의 경우 잎과 뿌리는 15°C 에서(잎, 2.41 ± 0.12 g/100 g; 뿌리, 1.40 ± 0.05 g/100 g), 종자는 24°C 에서(1.24 ± 0.06 g/100 g) 높은 함량을 보였다. 새싹 부위에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 잎은 24°C 에서 185.40 ± 3.40 mg TEAC/100 g으로 높은 반면, 뿌리에서는 18°C (153.60 ± 0.00 mg TEAC/100 g), 종자에서는 24°C (203.00 ± 1.70 mg TEAC/100 g)에서 가장 높았다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 잎에서는 18°C (472.30 ± 6.70 mg TEAC/100 g)에서 가장 높았으며, 뿌리와 종자는 DPPH 라디칼 소거능과 동일한 온도에서 가장 높은 활성을 보였다. 새싹 부위에 따른 총 폴리페놀 함량 분석 결과 잎과 뿌리에서는 18°C 에서 각각 634.90 ± 17.50 mg GAE/100 g, 386.80 ± 0.00 mg GAE/100 g으로 가장 높았으며, 종자는 24°C 에서 434.70 ± 9.90 mg GAE/100 g으로 함량이 가장 높았다. 결론적으로 새싹 귀리는 재배조건에 따라 기능성분 함량이 상이하여 소재 활용 목적에 따라 귀리 새싹의 적정 재배조건 확립이 필요하다고 생각되며, 새싹 재배조건에 따른 기능성분 및 항산화 활성 변화에 대한 기작 구명을 위해 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호: PJ

01561601)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Bae SJ. The antimicrobial activities of waste food fractions. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2003. 32:825-828.
- Bondet V, Brand-Williams W, Berset C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH, free radical method. LWT—Food Sci Technol. 1997. 30:609-615.
- Bryngelsson S, Dimberg LH, Kamal-Eldin A. Effects of commercial processing on levels of antioxidants in oats (*Avena sativa* L.). J Agric Food Chem. 2002. 50:1890-1896.
- Byun EH, Kim K, Kim YE, Cho EJ, Min HS, Lee JH, et al. Comparison study of antioxidant activity and neuroprotective effects of barley sprout leaf, root, and stem ethanol extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2018. 47:973-980.
- Chae KS, Ryu EH, Kim KD, Kim YS, Kwon JW. Antioxidant activities of ethanol extracts from barley sprouts. Korean J Food Sci Technol. 2019. 51:486-491.
- Choi Y, Jeong HS, Lee J. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chem. 2007. 103:130-138.
- El-Adawy TA. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. Plant Food Hum Nutr. 2002. 57:83-97.
- Emmons C, Peterson DM. Antioxidant activity and phenolic contents of oat groats and hulls. Cereal Chem. 1999. 76:902-906.
- Fraser CG, Wilkie KCB. A hemicellulosic glucan from oat leaf. Phytochem. 1971. 10:199-204.
- Halliwell B. Antioxidants in human health and disease. Annu Rev Nutr. 1996. 16:33-50.
- Han I, Kim JH. Antioxidant and physiological activities of water and ethanol extracts of diverse parts of welsh onion. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2017. 46:426-434.
- Jeong YS, Kim JW, Lee ES, Gil NY, Kim SS, Hong ST. Optimization of alkali extraction for preparing oat protein concentrates from oat groat by response surface methodology. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1462-1466.
- Jun SY, Kim TH, Hwang SH. The consumption status and preference for sprouts and leafy vegetables. Korean J Food Preserv. 2012. 19:783-791.
- Kang DS, Cho MG. Antioxidant activities of mixed grains. Korean J Food Nutr. 2016. 29:635-642.
- Kim M, Kim SB, Choi AJ, Lee YY, Choe JS. Antioxidant activity and functional components of germinated oats according to the sprout length. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019. 48:1337-1344.
- Lee YA, Kim HY, Cho EJ. Comparison of methanol extracts from vegetables on antioxidative effect under *in vitro* and cell system. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2005. 34:1151-1156.
- Lee YJ, Kim JS, Kim KM, Choi SY, Kim GC. Nutritional components and physicochemical properties of hulled and naked oat flours according to particle sizes. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2016. 45:1293-1301.
- Lee YT. β -Glucans in barley and oats and their changes in solubility by processing. Agric Chem Biotechnol. 1996. 39:482-487.
- McCleary BV, Codd R. Measurement of (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucan in barley and oat: A streamlined enzymic procedure. J Sci Food Agric. 1991. 55:303-312.
- Meydani M. Potential health benefits of avenanthramides of oats. Nutr Rev. 2009. 67:731-735.

- Neergheen VS, Bahorun T, Taylor EW, Jen LS, Aruoma OI. Targeting specific cell signaling transduction pathways by dietary and medicinal phytochemicals in cancer chemoprevention. *Toxicology*. 2010. 278:229-241.
- Park SK, Jin DE, Park CH, Seung TW, Choi SG, Heo HJ. PC12 cell protective effects of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) leaf fraction against H₂O₂-induced oxidative stress. *Korean J Food Sci Technol*. 2014. 46:483-488.
- Peterson DM, Dimberg LH. Avenanthramide concentrations and hydroxycinnamoyl-CoA: hydroxyanthranilate N-hydroxycinnamoyl-transferase activities in developing oats. *J Cereal Sci*. 2008. 47:101-108.
- Ramasamy VS, Samidurai M, Park HJ, Wang M, Park RY, Yu SY, et al. Avenanthramides-C restores impaired plasticity and cognition in Alzheimer's disease model mice. *Mol Neurobiol*. 2020. 57:315-330.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999. 26:1231-1237.
- Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr*. 2005. 81:215S-217S.
- Son YR, Lee JH, Park HH, Lee BW, Kim HJ, Han SI, et al. Changes in functional compounds and antioxidant activities in storage duration with accelerated age-conditioning of oats. *Korean J Crop Sci*. 2018. 63:149-157.
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*. 2007. 39:44-84.