pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 32. No. 6, 636~642 (2019)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2019.32.6.636

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

# 새싹 밀의 추출용매에 따른 생리활성 평가

김현영 · 서혜영* · 서우덕 · 이미자 · †함현미
농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과 연구원

# Evaluation of Biological Activities of Wheat Sprouts with Different Extraction Solvents

Hyun Young Kim, Hye-Young Seo*, Woo Duck Seo, Mi Ja Lee and †Hyeonmi Ham
*Junior Researcher, Division of Crop Foundation, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea*
**Research Assistant, Division of Crop Foundation, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea*

## Abstract

The purpose of this study was to examine biological activities, including total contents of polyphenol, antioxidant activities, inhibitory activities of tyrosinase, and protective effect against oxidative stress in the HepG2 cells of ethanol extracts from wheat sprout. The antioxidant activity of extracts was determined by ABTS and DPPH radical scavenging activities. Ethanol extracts were tested using different ethanol concentrations (0%, 30%, 50%, 80% and 95%, respectively). The highest amount of total polyphenol was extracted by 50% and 80% ethanol which was 26.3 and 26.8 mg gallic acid equivalents/g sample, respectively. High levels of ABTS and DPPH radical scavenging activity were found in 50% ethanol (26.7 and 15.0 mg TEAC/g sample, respectively) and 80% (24.3 and 16.1 mg TEAC/g sample, respectively) ethanol extracts. Also, 50% and 80% ethanol extracts indicated higher inhibitory activities of tyrosinase compared with other extracts. In the cell-based assay, pre-treatment of the HepG2 cells with wheat sprout extracts prevented the cell damage induced by TBHP (tert-butyl hydroperoxide). The results of this study indicate that wheat sprout has significantly higher diverse biological activities and apparently has significant health benefits.

Key words: wheat sprout, biological activity, polyphenolics, antioxidants

## 서 론

우리나라는 서구화된 식습관 및 생활양식의 변화에 따라 비만, 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 관상동맥질환 등과 같은 생활습관병이 증가하고 있고, 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 증가하고 있다(Ha TY 2006). 또한 고령화 사회로 진입하면서 수명 연장 및 건강한 삶에 대한 욕구가 증가하고 있다. 인체의 노화나 대부분 현대인의 질병은 과잉으로 생성된 활성산소종(reactive oxygen species)에 의한 산화적 스트레스에 기인하며, 세포와 조직에 독성을 일으켜 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다(Stadtman & Berlett 1998; Biesalski D 2002). 따라서 과잉 생성된 활성산소종의 제거 및 생체 내 산화적 스트레스에 대한 방어 시스템의 증진에 대한 관심이 높아지고 있으며, 부작용이 적으면서 생리활성이 높은 건강 기능성 천연물 소재 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

밀은 전 세계적으로 재배되고 있는 가장 중요한 작물 중의 하나로 세계인구의 약 40%가 주식으로 이용하고 있는 주요 식량 자원이다(Shewry PR 2009). 최근 기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 밀을 소재로 한 다양한 기능성 제품을 개발하고자 하는 추세이다. 새싹 밀은 미국과 유럽에서 wheatgrass라는 명칭으로 분말 또는 착즙하여 영양부족 및 성인병 등을 예방하기 위한 건강 기능성 보조 식품으로 많이 이용하고 있다(Lee 등 2009). 새싹 밀에는 아미노산, 무기질, 비타민, 클로로필 등의 영양소가 풍부하며, 밀 종자에서는 검출되지 않았던 gallic acid, epigallocathechin, epicatechin, ρ-coumaric acid가 생성된다고 알려져 있다(Nagaoka H 2005; Donkor 등 2012).

† Corresponding author: Hyeonmi Ham, Division of Crop Foundation, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea. Tel: +82-63-238-5335, Fax: +82-63-238-5305, E-mail: hamhm@korea.kr

새싹 밀의 기능성과 관련하여 다양한 연구가 이루어지고 있으며, 암세포 성장 억제 효능(Bonfili 등 2009), 위장관 치료 효과(Ben-Arye 등 2002) 등이 보고되었다. 국내에서도 새싹 밀 추출물의 항산화 및 항균효과(Jeong 등 2010), 항당뇨 효과(Lee 등 2010), 지질축적 억제 효과(Lee 등 2011), 발모 효과(Ryu 등 2013) 등의 연구가 보고되고 있다. 새싹 밀의 효능이 알려지면서 국내에서도 재배 농가들이 늘고 있는 추세이며, 건강에 대한 소비자의 관심 증가로 인해 수요가 증가하고 있는 추세이다. 하지만 새싹 밀의 추출 용매에 따른 생리활성을 비교한 연구는 미비하며, 기능성 소재로 개발하기 위한 기초 생리활성 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 새싹 밀의 추출용매에 따른 추출물의 생리활성을 측정하고 비교함으로써 새싹 밀 생리활성 연구 및 기능성 소재로서의 이용 가능성 증진을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 밀은 백중밀 품종으로, 2018년도에 전북 완주 소재의 농촌진흥청 국립식량과학원 시험포장에서 재배하여 시험용 재료로 사용하였다. 새싹 밀은 밀 종자를 24시간 침지 및 발아시킨 후 시험포장에 파종하고, 10일간 재배하여 15~20cm로 자랐을 때 수확하여 시험용 재료로 사용하였다.

Gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, trolox, ABTS(2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), potassium persulphate, dimethyl sulfoxide(DMSO), 3-(4,5-dimethyl thiazol 2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium(MTT), *tert*-butyl hydroperoxide(TBHP) 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 세포 배양에 사용된 Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM)은 Caisson(North Logan, UT, USA)에서 구입하였고, fetal bovine serum(FBS), trypsin-EDTA, penicillin- streptomycin은 Gibco BRL(Grand Island, NY, USA)에서 구입하였다. 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

### 2. 추출물의 제조

새싹 밀은 세척 후 50℃에서 24시간 건조하고 실험실용 분쇄기(NSG-100 2SS, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄하여 사용하였다. 추출용매는 물(distilled water), 30, 50, 80, 95% 주정(ethanol)을 사용하였고, 상온에서 추출하였다. 새싹 밀 3 g에 60 mL의 용매를 각각 가하여 24시간 교반 추출하여 추출물을 얻고 남은 잔여물을 다시 30 mL의 용매로 24시간 2회 반복하여 추출하였다. 용매는 감압 농축기(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 완전히 제거하였고, 추출 수율을 측정한 후 잔사는 DMSO로 재용해하였다. 각 추출물은 질소충전 후 −20℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 3. 총 폴리페놀 함량 측정

새싹 밀 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 하여 측정하였다(Velioglu 등 1998). 각 추출물 100 μL에 2% $Na_2CO_3$ 용액 2 mL를 가하여 3분간 반응시키고, 50% Folin-Ciocalteu's reagent 100 μL를 가하여 3분 반응시킨 후 반응액의 흡광도를 750 nm에서 측정하였다. 표준물질은 0.1% gallic acid를 사용하였으며, mg gallic acid equivalents(GAE)/g sample로 나타내었다.

### 4. ABTS 라디칼 제거능

ABTS 라디칼 제거능은 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.0 이 되도록 몰 흡광계수($\varepsilon$= $3.6\times10^4$ $M^{-1}cm^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 라디칼 용액 1 mL에 추출물 50 μL를 가하여 60분 후에 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(Trolox equivalent antioxidant capacity, TEAC)을 계산하였으며, mg TEAC/g sample로 나타내었다.

### 5. DPPH 라디칼 제거능

DPPH 라디칼 제거능은 0.2 mM DPPH 용액 1 mL에 추출물 50 μL를 가하고, 30분 후에 520 nm에서 흡광도를 측정하였다(Sharma & Bhat 2009). DPPH 라디칼 제거능은 Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(TEAC)을 계산하였으며, mg TEAC/g sample로 나타내었다.

### 6. Tyrosinase 저해 활성 측정

Tyrosinase 저해 활성은 Kubo 등(1994)의 방법에 따라 측정하였다. 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 500 μL에 10 mM L-DOPA(L-3,4-dihydroxyphenylalanine) 200 μL와 추출물(10 mg/mL) 100 μL를 혼합하였다. Mushroom tyrosinase (110 unit/mL) 200 μL를 가하여 25℃에서 20분간 반응시킨 후 475 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 저해 활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다.

### 7. 세포 배양 및 산화 스트레스에 대한 세포 보호효과 측정

본 연구에 사용된 HepG2 세포는 ATCC(American Type Culture Collection)에서 구입하여 사용하였으며, 10% FBS, 100 units/mL penicillin/streptomycin 이 함유된 DMEM 배지를 사용하여 37℃, 5% $CO_2$로 조절된 incubator 에서 배양하였다.

HepG2 세포에 대한 새싹 밀 주정농도별 추출물의 세포 독성 및 산화 스트레스에 대한 보호효과는 MTT assay 방법을 이용하였다. HepG2 세포는 96 well plate 에 $1.5\times10^4$ cells/well 농도로 각 well 에 분주하고, 24시간 배양하였다. 새싹 밀 주정농도별 추출물을 100 μg/mL 의 농도로 처리하고, 18시간 후 500 μM TBHP 를 3시간 처리하여 산화 스트레스를 유도하였다. 배양이 끝난 후 각 well 에 MTT 용액을 넣고 4시간 반응시킨 후 배양액을 제거하고, DMSO 에 재용해하여 550 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 세포 생존율은 대조군과 비교하여 백분율(%)로 표시하였다.

### 8. 통계분석

모든 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, 결과에 대한 유의성 검정은 SAS version 9.4(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA 분석 후, Duncan's multiple range test를 이용하여 $p<0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 각 평가항목 간의 상관관계는 Pearson 상관계수(Pearson correlation coefficient)로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 새싹 밀 추출물의 추출 수율 및 총 폴리페놀 함량

항산화 성분 및 생리활성의 측정에 있어 추출물의 추출 수율은 중요한 요소로 작용하며, 추출 용매에 따라 수율 차이가 나타나고, 폴리페놀 성분의 추출은 추출 용매에 대한 용해도 차이에 의해 달라진다고 보고되어 있다(Kong 등 2008). 따라서 본 연구에서는 현행 건강기능식품 법에서 추출 용매로 허용하고 있는 물 및 주정(ethanol)을 이용하여 주정 농도별 추출 용매에 따른 생리활성의 차이를 비교 · 분석하고자 하였다. 새싹 밀을 0, 30, 50, 80, 95% 주정으로 각각 추출한 추출물의 수율은 Table 1에 나타내었다. 추출 수율은 21.8%~33.9%의 범위로 나타났으며, 80% 주정 추출물이 36.0%로 가장 높게 나타났고, 95% 주정 추출물이 21.8%로 가장 낮게 나타났다.

식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물인 폴리페놀 화합물은 효과적인 항산화 성분 중 하나로, 분자 내 phenolic hydroxyl(OH)기와 탈수소 반응을 일으켜 수소원자를 공유하여 자유 라디칼이 안정한 형태를 형성하도록 유도하는 역할을 함으로써 활성산소에 의한 산화를 억제하는 항산화 활성뿐 아니라, 노화 억제, 항암, 항균 작용 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되어 있다(Ahn 등 2015). 주정 농도별 새싹 밀 추출물의 총 폴리페놀(mg GAE/g sample) 함량은 Table 1에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 물이나 주정 단일용매 추출물에 비해 물과 주정 혼합용매 추출물에서 유의성 있게 높은 함량을 나타냈고, 50% 및 80% 주정 추출물이 각각 26.3 및 26.8 mg GAE/g sample로 가장 높은 함량을 보였으며, 95% 주정 추출물이 16.3 mg GAE/g sample로 낮은 함량을 보였다. Kim 등(2009)은 식물의 총 페놀성 화합물 함량이 물이나 단일용매보다 70% 주정으로 추출 시 더 우수한 효율을 보이고 폴리페놀 함량이 높다고 보고하였으며, 본 연구 결과와 유사한 결과를 보여주었다.

**Table 1. Total polyphenol contents of the extracts from the wheat sprout and extraction yields**

| Extract | Polyphenol[1)] (mg GAE/g sample) | Yield (%) |
|---|---|---|
| 0% EtOH | 17.2±1.2[c2)] | 28.7±0.4 |
| 30% EtOH | 23.4±1.3[b] | 31.3±0.1 |
| 50% EtOH | 26.3±0.7[a] | 33.9±0.8 |
| 80% EtOH | 26.8±1.0[a] | 36.0±1.2 |
| 95% EtOH | 16.3±2.0[c] | 21.8±1.4 |

[1)] Mean of triplicate determinations±standard deviation(SD) expressed as mg gallic acid equivalents per g of sample.
[2)] Different letters within same column indicate significant different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

### 2. 새싹 밀 추출물의 항산화 활성

자유 라디칼은 체내의 신진대사와 산화된 식품의 섭취로 인해 기인되며, 반응성이 강하고 여러 생체물질과 쉽게 화학반응을 일으켜 지질, 단백질, 핵산과 같은 체내 주요 물질의 비가역적 손상을 야기하며, 노화 및 만성질환을 유발한다(Halliwell B 1996). ABTS 라디칼 제거능은 ABTS와 potassium persulphate의 반응으로 생성되는 ABTS 양이온 라디칼이 추출물 내의 항산화 성분에 의해 제거되어 라디칼의 짙은 청록색이 무색으로 탈색되는 원리를 이용하여 추출물의 항산화 활성으로 측정하는 방법이다(Re 등 1999). 또한 DPPH 라디칼 제거능은 추출물의 항산화 성분이 DPPH 라디칼과 반응하여 짙은 보라색이 탈색되어 흡광도가 감소되는 원리를 이용하여 측정하였다(Yu & Oh 2016). 주정농도별 새싹 밀 추출물의 항산화 활성은 ABTS 및 DPPH 라디칼 제거능을 이용하여 측정 및 비교하였으며, 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. ABTS 라디칼 제거능은 12.3~26.7 mg TEAC/g sample의 범위로 나타났으며, 50% 주정 추출물이 26.7 mg TEAC/g

**Table 2. Antioxidant activities of the extracts from the wheat sprout**

| Extract | ABTS[1)] (mg TEAC/g sample) | DPPH[1)] (mg TEAC/g sample) |
|---|---|---|
| 0% EtOH | 14.6±0.7[d2)] | 4.3±0.5[d] |
| 30% EtOH | 21.5±1.2[c] | 9.4±2.3[b] |
| 50% EtOH | 26.7±0.9[a] | 15.0±0.6[a] |
| 80% EtOH | 24.3±0.6[b] | 16.1±0.4[a] |
| 95% EtOH | 12.3±1.1[e] | 6.6±1.0[c] |

[1)] Mean of triplicate determinations±standard deviation(SD) expressed as mg trolox equivalents per g of sample.
[2)] Different letters within same column indicate significant different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

sample로 가장 높았고, 95% 주정 추출물이 12.3 mg TEAC/g sample로 낮은 활성을 보였다. DPPH 라디칼 제거능은 50% 및 80% 주정 추출물이 각각 15.0 및 16.1 mg TEAC/g sample로 가장 높았고, 30% 주정 추출물 9.4 mg TEAC/g sample, 95% 주정 추출물 6.6 mg TEAC/g sample, 물 추출물 4.3 mg TEAC/g sample의 순서로 나타났다. Kim 등(2004)은 대부분의 식물체 추출물에서 폴리페놀 화합물의 함량과 항산화 활성은 양의 상관관계를 나타낸다고 보고하였고, Choi 등(2007)은 곡류의 ABTS 및 DPPH 라디칼 제거능이 총 폴리페놀 함량과 상관관계가 높은 것으로 보고하였다. 따라서 새싹 밀 추출물의 총 폴리페놀이 효과적으로 유리 라디칼을 제거하여 높은 항산화 활성을 나타낸 것으로 생각된다.

### 3. 새싹 밀 추출물의 tyrosinase 저해 활성

Tyrosinase는 멜라닌 생합성에서 초기 단계를 촉매하는 속도조절 인자로, 기질인 L-tyrosine으로부터 L-3,4-dihydroxyphenylalanine(L-DOPA)와 DOPA-quinone을 거쳐 최종적으로 흑갈색의 멜라닌 색소 생성에 관여하는 효소이다(Solano 등 2006). 멜라닌은 정상적인 상태에서는 자외선과 같은 피부자극에 대해 저항력을 높여 주지만, 과도하게 생합성되면 기미 및 주근깨를 형성하고, 피부노화를 촉진하며, 피부암의 유발에 관여하는 것으로 알려져 있다(Choi 등 2018). 따라서 tyrosinase 저해 활성은 피부 내에서 멜라닌 중합체 생합성을 효과적으로 저해할 수 있으므로 피부 미백 효능을 측정하는 하나의 지표로 이용되고 있다(Yang 등 2008). 주정농도별 새싹 밀 추출물(10 mg/mL)의 tyrosinase 저해 활성은 Fig. 1에 나타내었다. Tyrosinase 저해 활성은 주정 농도에 따라 17.4~38.5%의 범위로 나타났으며, 50% 및 80% 주정 추출물이 동일하게 38.5%로 가장 높은 저해 활성을 보였고, 물 추출

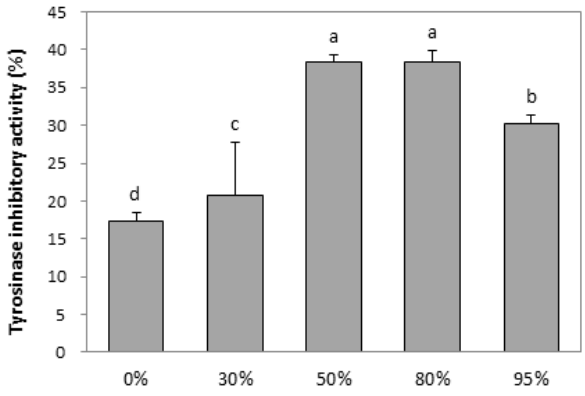


**Fig. 1. Tyrosinase inhibitory activity of the wheat sprout extracts (10 mg/mL).** Different letters above bars indicate significant different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

물이 17.4%로 가장 낮은 활성을 보였다. Kim 등(2013)은 하고초 추출물의 tyrosinase 저해 활성 측정 결과, 열수추출물보다 에탄올 추출물이 47.67%로 높은 저해 활성을 보인다고 보고하였다. 또한 Han 등(2015)은 발아시기에 따른 무순 추출물의 tyrosinase 저해 효과를 측정한 결과, 발아 12일째에 무순 물 추출물보다 70% 에탄올 추출물의 저해 효과가 더 높음을 보고하여 본 연구 결과와 유사하게 나타났다. Lee 등(2007)은 가죽나무 잎 물 추출물의 tyrosinase 저해활성을 측정한 결과, 9.31~16.33%로 나타났으며, 양성대조군으로 사용된 ascorbic acid(0.1 mg/mL)는 96.46%의 활성을 나타내는 것으로 보고하였다. 또한 Byun 등(2004)은 폴리페놀과 같은 페놀성 화합물이 tyrosinase 저해 활성과 높은 상관관계를 가진다고 보고하였으며, 따라서 새싹 밀에 함유된 페놀성 화합물이 tyrosinase 저해 활성에 긍정적인 역할을 하였다고 판단된다.

### 4. 새싹 밀 추출물의 HepG2 세포 내 산화스트레스 보호효과

세포 내 산화적 스트레스에 대한 주정농도별 새싹 밀 추출물의 세포 보호효과를 확인하고자 MTT assay 방법을 이용하여 세포 생존율을 확인하였다. 먼저 간세포인 HepG2 세포에 대한 추출용매별 새싹 밀 추출물의 세포 독성을 확인하고자 추출용매별 새싹 밀 추출물 100 μg/mL를 18시간 처리한 후, MTT assay를 이용하여 세포 독성을 확인한 결과, 모든 추출물에서 세포 독성은 나타나지 않았다(data not shown). 또한 HepG2 세포에 주정농도별 새싹 밀 추출물을 처리하고, TBHP로 산화적 스트레스를 유발한 후 세포 생존율을 측정하여 산화스트레스에 대한 보호 효과를 측정하였으며, 결과는 Fig. 2에 나타내었다. TBHP(500 μM)를 단독 처리한 세포의 경우 세포생존율이 58.9%로 감소하여 세포독성을 나타내었다. 반

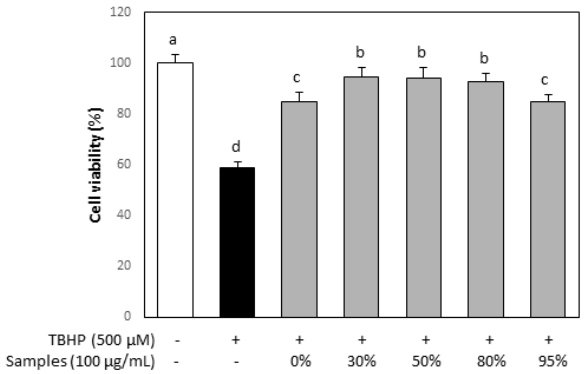


**Fig. 2. Effect of the wheat sprout extracts on cytoprotective effects in HepG2 cells.** Different letters above bars indicate significant different at $p<0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

면 주정농도별 새싹 밀 추출물 100 μg/mL 처리 시 TBHP 처리군에 비해 유의적으로 세포 생존율이 증가하여 산화적 스트레스로부터 세포 보호 효과가 있는 것을 확인하였다. 특히 새싹 밀 추출물의 세포 보호효과는 물 및 주정 단일 용매 추출물에 비해 30%, 50% 및 80% 주정 추출물에서 유의적으로 더 높은 효과를 나타내었다. 총 폴리페놀 함량이 높아 항산화 활성이 높았던 새싹 밀 추출물, 특히 50% 및 80% 주정 추출물이 TBHP로 유도된 산화적 스트레스로부터 간세포 보호효과를 나타낸 것으로 생각된다. 새싹 밀 추출물은 TBHP에 의해 유도된 산화적 스트레스를 효과적으로 제거하는 효과가 있으며, 이는 체내에서 산화적 스트레스에 의한 세포 손상을 억제 또는 예방하는 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

총 폴리페놀 함량과 생리활성 사이의 상관관계를 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량과 ABTS 라디칼 제거능(0.983, $p<0.01$), DPPH 라디칼 제거능(0.941, $p<0.05$) 및 세포 보호효과(0.923, $p<0.05$) 사이에는 높은 상관

**Table 3. Correlation coefficients among total polyphenolics, ABTS radical scavenging activity, DPPH radical scavenging activity, tyrosinase inhibitory activity, and cytoprotective effect of the extracts from the wheat sprout**

| | Polyphenol | ABTS | DPPH | Tyrosinase | Cytoprotect |
|---|---|---|---|---|---|
| Polyphenol | 1.000 | - | - | - | - |
| ABTS | 0.983** | 1.000 | - | - | - |
| DPPH | 0.941* | 0.907* | 1.000 | - | - |
| Tyrosinase | 0.631 | 0.597 | 0.853 | 1.000 | - |
| Cytoprotect | 0.923* | 0.927* | 0.788 | 0.413 | 1.000 |

*$p<0.05$, **$p<0.01$

성을 나타낸 반면, tyrosinase 저해 활성과는 0.631로 상관성이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구 결과, 총 폴리페놀 함량이 라디칼 소거능 및 세포 보호효과에 미치는 영향이 큰 것으로 생각되며, 폴리페놀의 phenolic hydroxyl기(OH)가 자유 라디칼에 수소원자를 공여함으로써 라디칼 반응을 억제시키는 것으로 생각된다. 또한 세포 내에서 새싹 밀의 폴리페놀 화합물이 TBHP와 같은 산화스트레스 유도제에 의해 증가된 활성산소종(reactive oxygen species)을 제거함으로써 세포 보호효과를 보이는 데 관여한 것으로 보인다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 새싹 밀 추출물의 총 폴리페놀 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능, tyrosinase 저해 활성 및 산화스트레스에 대한 세포 보호효과를 측정하고, 주정 농도에 따른 생리활성 차이를 비교 · 분석하고자 하였다. 산화스트레스에 대한 세포 보호효과는 HepG2 세포를 이용하였고, 산화스트레스는 TBHP를 이용하여 유도하였다. 총 폴리페놀 함량은 50% 및 80% 주정 추출물이 각각 26.3 및 26.8 mg GAE/g sample로 가장 높은 함량을 보였으며, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능은 각각 50%(26.7 및 15.0 mg TEAC/g sample) 및 80%(24.3 및 16.1 mg TEAC/g sample) 주정 추출물에서 우수한 활성을 보였다. Tyrosinase 저해 활성 역시 50% 및 80% 주정 추출물이 동일하게 38.5%로 가장 높은 저해 활성을 보였다. 또한 새싹 밀 추출물은 HepG2 세포 내 산화적 스트레스에 대한 보호 효과를 나타내었으며, 그 효과는 30%, 50% 및 80% 주정 추출물이 우수함을 확인하였다. 본 연구 결과는 점차 관심이 높아지고 있는 건강 기능성 소재 개발에 관한 생리활성 연구에 있어 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각되며, 새싹 밀의 소비 촉진에 영향을 끼칠 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(ATIS 과제번호: PJ01348302)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

Ahn MJ, Yuk HJ, Lee HY, Hwang CE, Jeong YS, Hong SY, Kwon OK, Kang SS, Kim HR, Park DS, Cho KM. 2015. Effect of the enhanced biological activities and reduced bitter taste of bitter melon (*Momordica charantia* L.) by roasting. *J Agric Life Sci* 49:107-119

Ben-Arye E, Goldin E, Wengrower D, Stamper A, Kohn R, Berry E. 2002. Wheat grass juice in the treatment of active distal ulcerative colitis: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Scand J Gastroenterol* 37:444-449

Biesalski HK. 2002. Free radical theory of aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 5:5-10

Bonfili L, Amici M, Cecarini V, Cuccioloni M, Tacconi R, Angeletti M, Fioretti E, Keller JN, Eleuteri AM. 2009. Wheat sprout extract-induced apoptosis in human cancer cells by proteasomes modulation. *Biochimie* 91:1131-1144

Byun MW, Jo C, Jeon TW, Hong CH. 2004. Effects of gamma irradiation on color characteristics and biological activities of extracts of *Lonicera japonica* (Japanese honeysuckle) with methanol and acetone. *LWT-Food Sci Technol* 37:29-33

Choi MH, Kim KH, Yook HS. 2018. Antioxidant activity of fermented *Kaempferia parviflora* and inhibitory action against tyrosinase and elastase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:1076-1084

Choi Y, Jeong HS, Lee J. 2007. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chem* 103:130-138

Donkor ON, Stojanovska L, Ginn P, Ashton J, Vasiljevic T. 2012. Germinated grains-sources of bioactive compounds. *Food Chem* 135:950-959

Ha TY. 2006. Development of functional food materials for healthy life. *Korean Soc Crop Sci* 51:26-39

Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr* 16:33-50

Han JH, Moon HK, Chung SK, Kang WW. 2015. Comparison of physiological activities of radish bud (*Raphanus sativus* L.) according to extraction solvent and sprouting period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:549-556

Jeong EY, Sung BK, Song HY, Yang JY, Kim DK, Lee HS. 2010. Antioxidative and antimicrobial activities of active materials derived from *Triticum aestivum* sprouts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 53:519-524

Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36:333-338

Kim JS, Lee JY, Park KT, An BJ, Lee SH, Cho YJ. 2013. The biological activity from *Prunella vulgaris* extracts. *Korean J Food Preserv* 20:234-241

Kim YS, Kim R, Moon JH, Ji JR, Choi HD, Park YK. 2009. Optimization of extraction conditions of polyphenolic compounds from apple pomace by response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 41:245-250

Kong SY, Choi YM, Lee SM, Lee JS. 2008. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the methanolic extracts from milling fractions of black rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:815-819

Kubo I, Kinst-Hori I, Yokokawa Y. 1994. Tyrosinase inhibitors from *Anacardium occidentale* fruits. *J Nat Prod* 57:545-551

Lee SH, Lee YM, Lee HS, Kim DK. 2009. Anti-oxidative and anti-hyperglycemia effects of *Triticum aestivum* wheat sprout water extracts on the streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J Pharmacogn* 40:408-414

Lee SH, Lim SW, Lee YM, Hur JM, Lee HS, Kim DK. 2010. Anti-diabetic effects of *Triticum aestivum* L. water extracts in *db/db* mice as an animal model of diabetes mellitus type II. *Korean J Pharmacogn* 41:282-288

Lee SH, Lim SW, Lee YM, Seo JW, Kim DK. 2011. Inhibitory effects of *Triticum aestivum* L. extracts on liver lipid accumulation in high fat-fed mice. *Korean J Pharmacogn* 42:309-316

Lee YS, Choi JB, Joo EY, Kim NW. 2007. Antioxidative activities and tyrosinase inhibition of water extracts from *Ailanthus altissima*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1113-1119

Nagaoka H. 2005. Treatment of germinated wheat to increase levels of GABA and IP6 catalyzed by endogenous enzymes. *Biotechnol Prog* 21:405-410

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237

Ryu EM, Seo GW, Kee KH, Shin HJ. 2013. Effect of ethanolic extract from wheat sprout on hair growth of C57BL/6 mouse. *Korean J Aesthet Cosmetol* 11:1051-1057

Sharma OP, Bhat TK. 2009. DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem* 113:1202-1205

Shewry PR. 2009. Wheat. *J Exp Bot* 60:1537-1553

Solano F, Briganti S, Picardo M, Ghanem G. 2006. Hypopigmenting agents: An updated review on biological, chemical and clinical aspects. *Pigment Cell Res* 19:550-571

Stadtman ER, Berlett BS. 1998. Reactive oxygen-mediated protein oxidation in aging and disease. *Drug Metab Rev* 30:225-243

Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* 46:4113-4117

Yang B, Zhao M, Jiang Y. 2008. Optimization of tyrosinase inhibition activity of ultrasonic-extracted polysaccharides from longan fruit pericarp. *Food Chem* 110:294-300

Yu SC, Oh TJ. 2016. Antioxidant activities and antimicrobial effects of extracts from *Auricularia auricula-judae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:327-332

Received 04 November, 2019
Revised 14 November, 2019
Accepted 18 November, 2019