

## 유색감자 홍영 및 자영 추출물의 생물학적 활성 비교

강세찬\* · 정명근\*\*†

\*세명대학교 자연약재과학과, \*\*강원대학교 생약자원개발학과

### Comparative Study on Biological Activities of Colored Potatoes, Hongyoung and Jayoung Cultivar

Se-Chan Kang\* and Myoung-Gun Choung\*\*†

\*Dept. of Natural Medicine Resources, Semyung University, Jecheon 309-711, Korea

\*\*Dept. of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea

**ABSTRACT** This experiment was conducted to enhance the colored potatoes utilization and to determine the biological activity of colored potato extracts. In order to understand the factors responsible for the potent antioxidant ability of colored potatoes, it has been evaluated for antioxidative activity using oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay. 'Hongyoung' extract was significant antioxidant activities in ORAC assay. About two-fold higher radical absorbance capacity was found in 'Hongyoung' compared to that in 'Jayoung'. The ability of 80% ethanol extracts from colored potatoes to influence the inhibitory activity of nitric oxide (NO) and nitric oxide synthase (iNOS), cyclooxygenase-2 (COX-2) has also been investigated. The various therapeutic benefit claims in the new functional medicinal usage of colored potatoes ascribed to the phenolic compounds and anthocyanin. This result revealed that the extracts of colored potatoes are expected to be good candidate for development into sources of free radical scavenger or COX-2 inhibiting agents.

**Keywords** : colored potato, Hongyoung, Jayoung, ORAC, NO, iNOS, COX-2

**덩이줄기** 내부에 적색 또는 보라색 안토시아닌 색소를 함유하는 유색감자(Harborne, 1958; Sasche, 1973; Andersen *et al.*, 1991; Lewis, 1996)는 그들만이 가지는 색깔과 독특한 맛을 함유하고 있을 뿐만 아니라(Johnson, 1995), 샐러드나 튀김용으로 사용할 경우, 요리 후에도 그 색상을 유지하고 있어 유색감자에 대한 소비자의 요구도가 증대되고 있다

(Lewis, 1996).

다양한 식용작물에 함유되어 있는 안토시아닌 색소는 광범위한 항산화 기작을 가지고 있으며, 이런 항산화작용은 *in vivo* 및 *in vitro*계 실험에서도 입증되고 있다(Wang *et al.*, 1997; Tsuda *et al.*, 1998). 최근 인간을 대상으로 한 임상적 실험에서 안토시아닌이 다량 함유된 식물체를 식용할 경우 혈청학적 측면에서 항산화 효과가 있다는 것이 보고된 바 있으며(Cao *et al.*, 1998), 고구마, 엘더베리, 블루베리, 적양배추, 유색감자 등 안토시아닌이 풍부하게 함유된 식물체가 항산화 작용 기전을 가진 중요한 기능성 식품의 소재로 고려되고 있다(Brown, 2005).

현재 유색감자에 함유된 안토시아닌 및 페놀화합물이 항산화 및 chemopreventive agents로 검토되고 있으며, 또한 antiinflammatory, antiproliferative 및 proapoptotic 특성이 존재하는 것으로 보고된 바 있다(Yang *et al.*, 2001; Nijveldt *et al.*, 2001). 또한, 유색감자는 다량의 안토시아닌을 함유하고 있어 미국에서는 채소로서 일인당 소비량이 135 파운드로 증가하였으며, 전 세계적으로 유색감자의 생리활성에 대한 다양한 연구가 진행 중이다(Al-Saikhan, 2000; Kanatt *et al.*, 2005; Nara *et al.*, 2006; Shakya & Navarre, 2006).

최근 본 연구자들은 유색감자인 홍영과 자영품종이 일반감자에 비해 강한 항돌연변이 활성 및 항암활성이 있음을 보고한 바 있으며(Park *et al.*, 2008), 라디칼 소거활성, xanthine oxidase 저해활성 및 ACE 저해활성을 보고한 바 있다(Park *et al.*, 2007). 이에 따라 신품종인 유색감자 홍영과 자영 품종은 기존 백색을 가진 일반감자에 비해 항산화, 항고혈압 활성이 높아 식용감자로서의 기능성이 증대되어 그 이용 가치가 높을 것으로 판단된다.

†Corresponding author: (Phone) +82-33-570-6491

(E-mail) cmg7004@kangwon.ac.kr <Received April 30, 2008>

본 연구자들은 선행연구에서 유색감자인 홍영과 자영품종의 추출물을 대상으로 항산화와 관련된 자유라디칼 소거 활성을 보고한 바 있으나, 항산화 활성에 대한 평가감도가 우수하여 국제적 표준으로 이용되고 있는 항산화 측정법인 ORAC(oxygen radical absorbance capacity)법을 이용하여 홍영과 자영품종의 추출물이 나타내는 항산화 활성을 비타민 E와 직접 비교 검토 하였다. 또한 기존에 보고되어진 항암활성 및 항고혈압 활성 외에 항염증 활성평가를 실시하여 위궤양 및 관절염 등에 대한 홍영과 자영품종의 활성을 검토하여 유색감자의 건강기능식품으로서의 활용 가치를 검토 하고자 하였다.

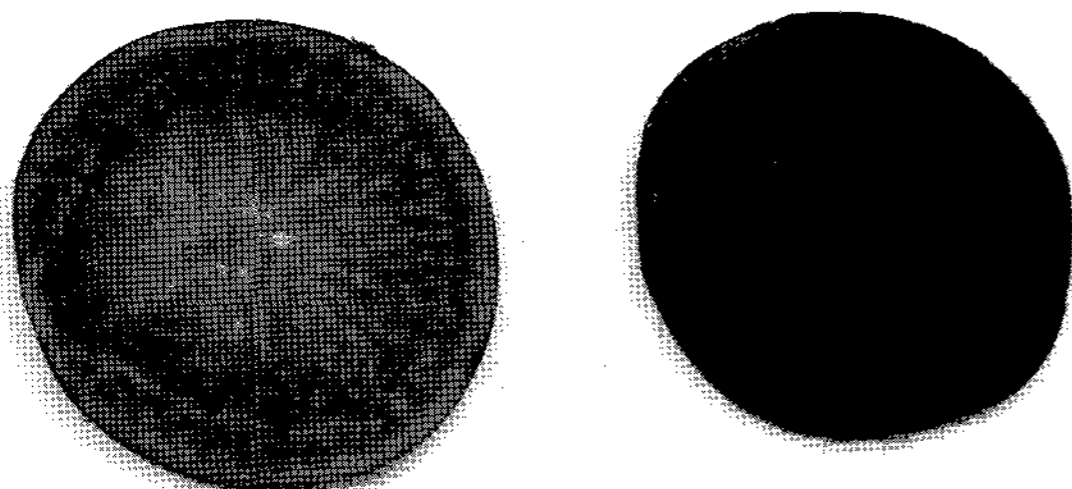
따라서 본 연구에서는 적색과 보라색을 나타내는 수용성 안토시아닌 색소가 풍부하게 함유된 유색감자 홍영 및 자영 품종의 추출물을 대상으로 정밀한 항산화 활성, RAW 264.7 세포에서의 항염증 활성(NO), LPS 유도 및 비유도 RAW 264.7 세포의 iNOS 단백질 및 COX-2 단백질 발현 활성을 비교, 검토하여 고기능성 유색감자 신품종 육성 및 유색감자 이용성 증진을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 유색감자 추출물의 조제

본 실험에 사용된 유색감자 홍영(적색) 및 자영(보라색) 품종은 농촌진흥청 고령지농업연구소에서 감자 표준재배법으로 재배된 시료를 이용하였다(Fig. 1).

각 유색 감자는 껍질을 제거하고, 괴경을 3 mm 수준으로 자른 후, 생체시료 100 g에 80% 에탄올 1,000 mL를 첨가하여 24시간 동안 상온에서 추출한 후 여과하고, 잔류물은 동일한 방법으로 2회 반복하여 추출하였으며, 추출된 용액은 모두 합하여 40°C 감압농축장치에서 완전히 건조하여 활성평가용 시료로 사용하였다.



## Hongyoung Jayoung

Fig. 1. The colors of tuber section in Hongyoung and Jayoung cultivar

### 홍영 및 자영 추출물의 항산화 활성 측정

유색감자 홍영 및 자영 추출물의 항산화 활성은 peroxy radical의 생성과 소멸에 의한 fluorescent의 감소율 변화를 측정하였다. 과산화 라디칼의 생성을 위해 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride(Aldrich Chem, Inc. Milw. WI, 이하 AAPH로 표기)를 사용하였고, Talcott & Lee(2002)가 항산화 활성 측정에 사용한 ORAC(oxygen radical absorbance by fluorescein) 분석법을 이용하였다. 본 실험에서 검액 및 표준액의 농도별 희석과 실험용 시액들의 제조에는 중성 phosphate buffer 를 사용하였다. 검량곡선을 작성하기 위하여 항산화 활성 비교 표준액으로 Trolox(water soluble analogue of vitamin E, 6-hydroxy-2,5,7,8- tetramethylchrman-2-carboxylic acid, Aldrich Chem, Inc. Milw. WI)를 인산 완충용액을 가하여 각각 0.0, 1.65, 3.125, 6.25, 12.5, 25.0, 50.0  $\mu$ M 농도로 희석하여 표준 곡선을 작성하였다.

Fluorescent 표준 용액은 Ou 등(2001)의 방법에 따라 fluorescent stock(Sigma Chem. Co., St. Louis, MO) 10  $\mu$ L를 phosphate buffer 50 mL에 용해하여 제조하였고, 측정기기는 fimax® fluorescent microplate reader(Molecular Device Co. California)를 사용하여 485 nm에서 전자가 여기(excitation)되고 538 nm에서 방출(emission)되게 조절하여 본 실험에 적용하였다.

### 세포배양 및 마우스 대식 세포주에서 Nitric Oxide(NO) 저해능 측정

RAW 264.7 세포(mouse macrophage cell line)들은 5% CO<sub>2</sub>, 37°C incubator(MCO-18AIC, Sanyo, Japan)에서 배양하였다. 배지는 penicillin-streptomycin과 10% FBS가 포함된 RPMI 1640(Gibco, BRL)을 사용하였다.

RAW 264.7 세포를  $1 \times 10^6$  cell/mL의 농도로 조절한 후, 96 well plate에 100  $\mu$ L씩 접종하고, 5% CO<sub>2</sub>, 37°C에서 18시간 동안 전 배양을 하였다. 이후 전 배양 배지를 제거하고, 50, 100  $\mu$ g/mL로 조제한 홍영 및 자영 추출물 50  $\mu$ L와 LPS(Lipopolysaccharide, 최종 농도 1  $\mu$ g/mL) 50  $\mu$ L 함유 배지를 well에 동시 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 다음날 원심분리(1,500 $\times$ g, 10분)하고, 상층액 100  $\mu$ L를 취해 정량 전까지 -20°C 이하에서 보관하였다. NO 정량은 Griess reagent(0.1% naphthylendiamine-dihydrochloride in water, 1% sulfanilamide in 5% phosphoric acid, w/v)와 NaNO<sub>2</sub>를 이용하였으며, 실험은 동량의 culture media와 혼합 후, 약 10분간 상온에서 반응을 시킨 후 560 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

**홍영 및 자영 추출물의 iNOS 및 COX-2 발현 억제**

RAW 264.7 세포를  $1 \times 10^6$  cell/mL의 농도로 조절한 후, 96 well plate에 1 mL씩 분주하고, 배지 3 mL을 첨가한 후 5% CO<sub>2</sub>, 37°C에서 18시간 동안 전 배양을 하였다. 전술한 NO 실험법과 동일하게 50, 100 µg/mL로 조제한 유색감자 홍영과 자영 추출물과 LPS(최종 농도 1 µg/mL) 함유 배지를 well에 동시 처리하여 24시간 동안 배양 후 세포를 회수하였다. 회수한 세포는 lysis buffer(20 mM Tris-HCl, pH 7.4, 2 mM EDTA, 2 mM ethyleneglycotetraacetic acid, 50 mM β-glycerophosphate, 1 mM sodium orthovanadate, 1 mM dithiothreitol, 1% pepstatin, 1 mM benzimide 및 2 mM hydrogen peroxide)를 처리하여 total cell lystate를 조제하였다. 동일한 양의 단백질을 10% SDS-PAGE에서 전기영동하고, wet-blotting transfer 방법을 이용하여, PVDF membrane으로 단백질을 transfer하였다. Membrane을 5% BSA blocking buffer에서 반응시킨 후 특정 단백질에 특이한 1차 항체를 상온에서 1시간 반응 시켰다. 이후 2차 항체를 1시간 동안 반응 시킨 후 luminescence로 반응 정도를 확인하였다.

**결과 및 고찰**

**홍영 및 자영 추출물의 항산화 활성 검증**

유색감자인 홍영 및 자영 추출물의 항산화 활성을 검증하기 위해 괴경 내부가 적색인 홍영, 괴경 내부가 보라색인 자영 감자의 추출물을 얻고, 추출물의 항산화 활성을 검토하였다. 추출물의 항산화 활성을 ORAC assay를 이용하여 측정된 결과 각 추출물의 농도가 2 µg/mL 이하 수준에서는 차이를 나타내지 않았으나, 10 µg/mL을 처리한 경우 시료 간 차이를 뚜렷하게 나타내었다(Fig. 2). ORAC value는 항산화 대조 물질로 수용성 비타민 E의 일종인 trolox를 대조

표준액으로 사용하였고, 대조 표준액의 value를 1로 볼 때 상대적으로 비교한 수치이다. 홍영(ORAC value : 0.257) 및 자영(ORAC value : 0.402)의 조추출물에서는 대조 표준액인 trolox에 비해 낮은 항산화 효과를 보였지만, 각 조 추출물로부터 유색의 원인물질인 안토시아닌 성분을 순수하게 분리한 후 동일한 방식으로 항산화를 측정할 경우 대조 표준액인 trolox와 대등한 결과가 나올 것으로 판단되며, 홍영과 자영 품종 간 항산화 능력을 비교하면 괴경 내부가 보라색인 자영 품종이 괴경 배부가 적색인 홍영에 비해 약 1.5 배 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로 조사되었다.

본 연구에 사용한 ORAC assay는 2004년 플로리다 올랜드에서 열린 항산화 작용의 표준화를 위한 세계학술대회에서 선정된 방법 중 하나로서 측정 감도가 예민하여 정확도를 높일 수 있는 방법이다(Prior *et al.*, 2005). 위의 결과에서 홍영 및 자영 추출물의 항산화 효과는 함유된 안토시아닌 및 플라보노이드를 포함하는 phenolic compounds의 분포와 구성에 영향을 받는 것으로 생각되며, 추후 항산화 활성에 영향을 주는 주요 안토시아닌 및 페놀화합물의 명확한 구조해석과 활성 메카니즘의 구명이 필요할 것이다.

**홍영 및 자영 추출물의 Nitric Oxide(NO) 저해능 측정**

홍영 및 자영 추출물의 항염증 효과를 검증하기 위해 LPS에 의해 활성화된 RAW 264.7 세포의 배양액 중 생성된 nitrite의 양을 griess 시약을 사용하여 홍영 및 자영 추출물의 NO 생성저해 효과를 조사하였다. 그 결과 추출물의 농도에 의존적으로 NO 생성을 저해하였으며(Table 1), 홍영 및 자영 추출물 모두 추출물의 농도가 100 µg/mL에서 NO 생성을 20% 이상 저해하였고, 자영 품종이 홍영에 비해 NO 생성 저해율이 높은 것으로 조사되었다. 한편 NO 생성 억제 효과가 있는 각 추출물 100 µg/mL로 재현성을

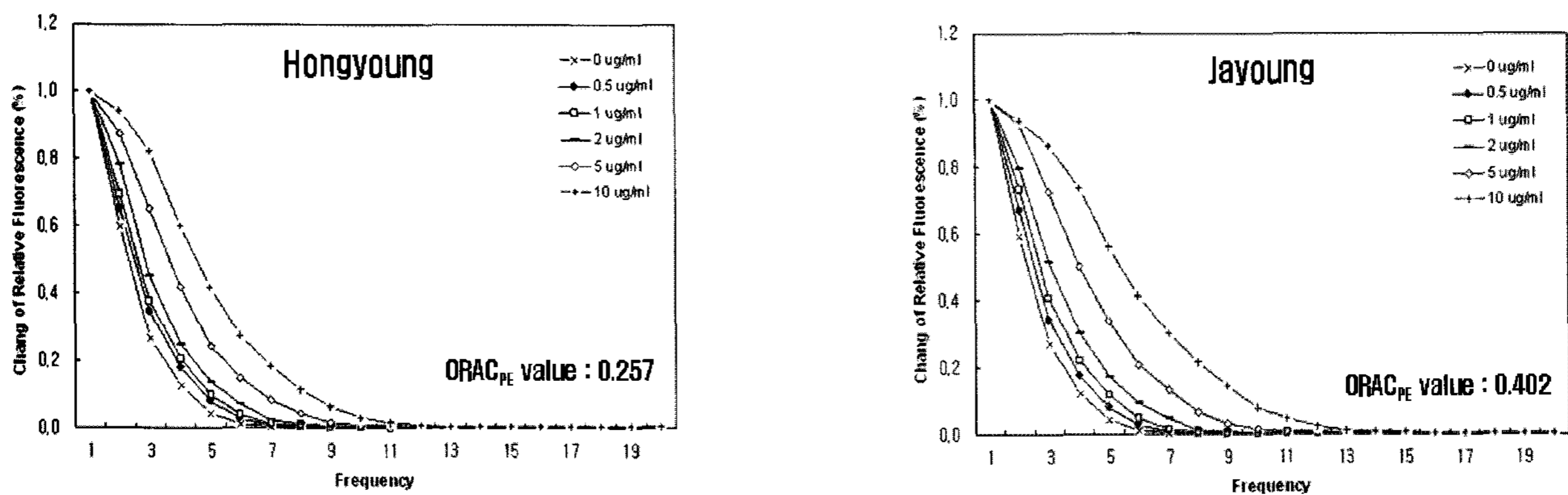


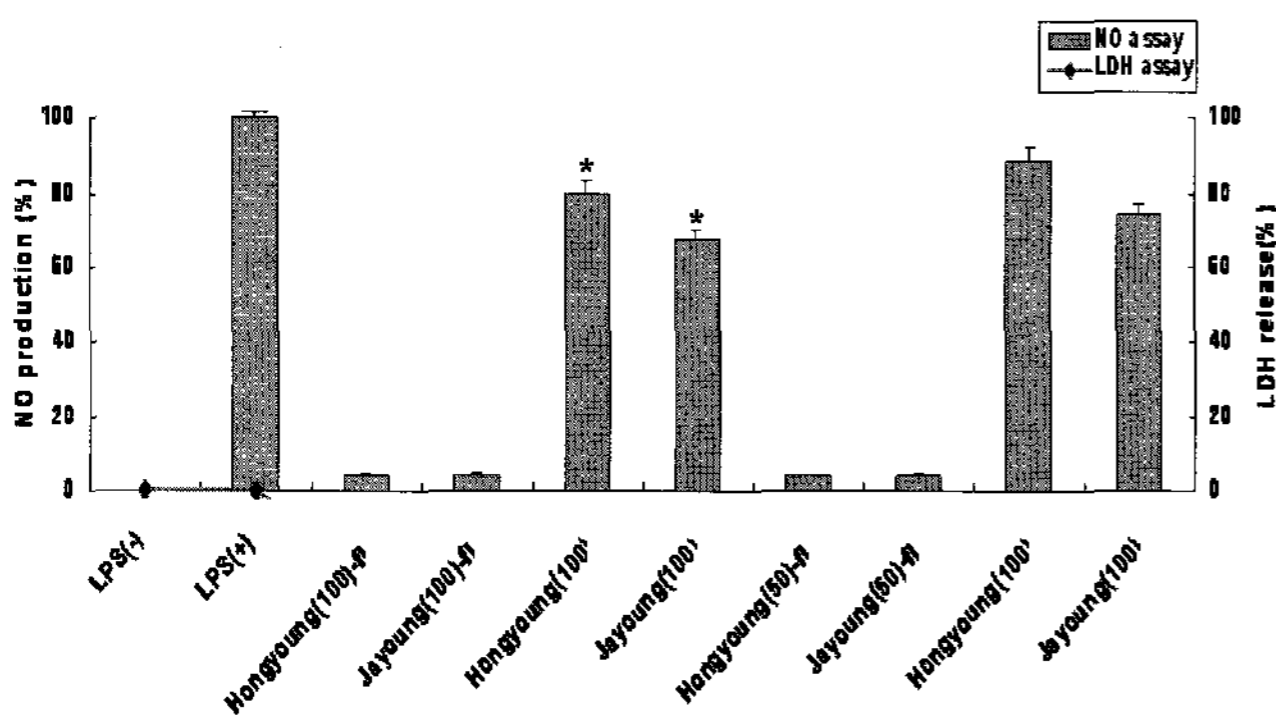
Fig. 2. Antioxidative activities of Hoyoung and Jayoung extracts on ORAC assay.

검토한 결과, 홍영과 자영 모두 유의한 수치를 보였고, 또한 세포독성(cytotoxicity)을 LDH assay kit를 이용하여 조사한 결과, 이 농도에서 세포독성은 나타나지 않았다(Fig. 3). 따라서 홍영 및 자영 추출물은 RAW 264.7 세포에 대해 NO 억제제를 통한 항염증 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

**Table 1.** Inhibition effect of Hongyoung and Jayoung extracts on production of NO in RAW 264.7 cells. The production of NO was assayed from culture medium of cells stimulated with LPS (1 µg/mL) for 24 h in the presence of samples.

Extract	Inhibition (%)	
	100 µg/mL	50 µg/mL
Hongyoung	20.0±0.70	11.7±1.77
Jayoung	32.7±1.90	26.0±1.17

Mean±SD. obtained from six experiments.

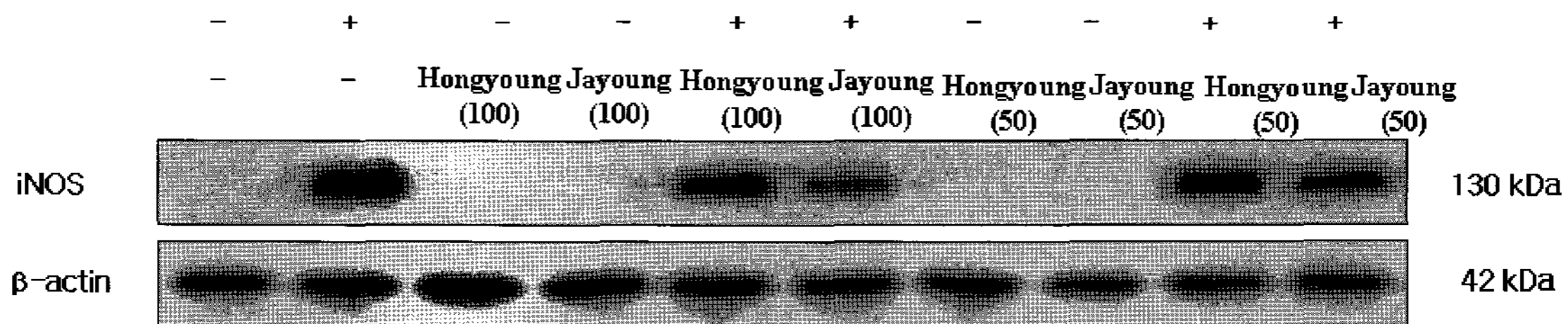


**Fig. 3.** Inhibitory effect of Hongyoung and Jayoung extracts on cell viability and NO production in RAW 264.7 cells. The production of NO was assayed in the culture medium of cells stimulated with LPS (1 µg/mL) for 24 h in the presence of the Hongyoung and Jayoung. Cytotoxicity was determined using the LDH method. Value are the mean±SEM of triplicate experiments. \*, p < 0.05.

**홍영 및 자영 추출물의 iNOS 및 COX-2 발현 억제**

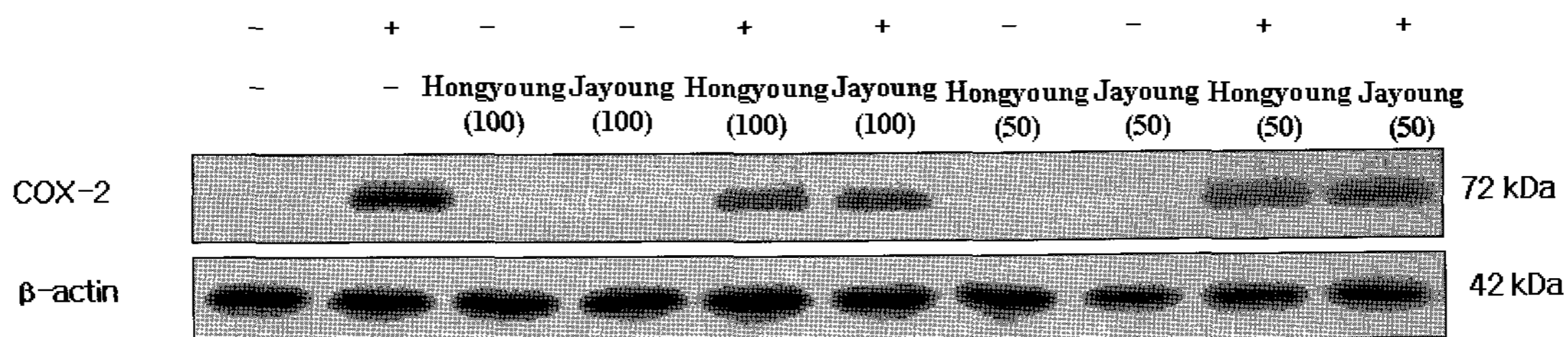
ORAC법을 적용한 항산화 시험결과 홍영 및 자영 추출물은 비타민 E에 비하여 뚜렷한 항산화 활성을 나타내지는 않았지만, 조추출물 상태에서도 비타민 E 대비 1/2 또는 1/4정도의 항산화 효과를 나타냈었다. 또 NO생성을 저해하므로 각 추출물에 의한 염증인자(NO)의 생성 억제가 iNOS 단백질의 발현과 상관관계가 있는지를 검토하기 위하여 Western blot으로 조사한 결과 LPS를 첨가한 홍영과 자영에서는 농도 의존적으로 iNOS의 발현을 억제하므로 LPS 의존적인 iNOS의 발현억제를 통하여 NO생성이 억제되는 것으로 조사되었다(Fig. 4). LPS에 의한 대식세포의 활성화는 toll-like receptor(TLR) 4의 발현을 조절 하며(Harbone & Williams, 2000), LPS와 TLR 4가 결합하여 활성화 되면 세포질 조절 단백질인 MyD88이 모이게 되고, 여러 신호전달 기전을 통하여 전사인자인 NF-kB가 인산화되어 핵내로 이동하여 전사유도 된다(Iontcheva *et al.*, 2004). 이러한 사실에 기초하여 홍영 및 자영 추출물은 RAW 264.7 세포에서 LPS에 의해 유도된 NO의 생성을 억제함을 확인하였고, 또한 Western blot으로 분석한 결과 각 추출물에 의한 iNOS 발현 억제는 NO 형성 억제와 유사한 경향을 보였으므로, NO 형성 억제는 iNOS의 발현 저해 경로를 통하여 억제되는 것을 알 수 있다.

또한 홍영 및 자영 추출물이 RAW 264.7 세포에서 LPS 처리에 의한 COX-2의 생성을 농도 의존적으로 유의성 있게 감소시키는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 5). COX는 COX-1과 COX-2로 구분되는데, 다양한 세포에서 각각 다른 발현 경향을 나타낸다. COX-1은 위와 신장의 기능 유지 및 혈소판 형성에 필요한 prostaglandin을 합성한다(Masferrer *et al.*, 1994). 상대적으로 COX-2는 동물이나 인간의 염증반응 부위에서 발현된다(Seiber *et al.*, 1994). 따라서 COX-2에 의한 prostaglandin의 합성은 염증반응을 매개하는 것으로 여겨지고 있으며, 홍영 및 자영 추출물이 LPS에 의해 형성되



**Fig. 4.** Inhibitory effect of Hoyoung and Jayoung extracts on the protein level of iNOS in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells (1×10<sup>6</sup> cells/mL) were pre-incubated for 18 h, and the cells were stimulated with LPS (1 µg/mL) in the presence of samples for 24 h. iNOS protein level was determined using immunoblotting method.





**Fig. 5.** Inhibitory effect of Hongyong and Jayoung extracts on the protein level of COX-2 in RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells ( $1 \times 10^6$  cells/mL) were pre-incubated for 18 h, and the cells were stimulated with LPS ( $1 \mu\text{g/mL}$ ) in the presence of samples for 24 h. COX-2 protein level was determined using immunoblotting method.

는 PGE<sub>2</sub>를 감소시킬 것으로 사료되고, 이는 COX-2 단백질의 발현 저해를 통하여 확인할 수 있다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 ORAC를 통한 항산화 활성 비교에서 자영 추출물이 홍영 추출물보다 우수한 항산화 활성을 나타내지만, 조추출물 상태에서는 국제적 표준인 비타민 E 보다 낮은 활성을 나타낸다. 그러나 향후 유색의 원인이 되는 안토시아닌이 각각 순수 분리된다면 이들 안토시아닌은 비타민 E보다 우수하거나 동등한 효력의 항산화 활성을 나타낼 것으로 판단되고, 향후 이들 안토시아닌은 강력한 항산화 물질로의 개발을 기대할 수 있을 것이다. 또한, 자영 품종은 홍영에 비하여 항산화 활성 외에도 약 30% 정도 향상된 NO 및 iNOS 억제효과를 나타내어 염증 및 면역체계의 다양한 기전에 있어 하나의 작용점으로 제시될 수 있다. 반면 괴경 내부의 색이 적색인 홍영은 보라색인 자영보다 COX-2 발현 단백질의 저해효과가 높은 양상을 나타내므로, 홍영과 자영품종에 함유된 안토시아닌은 서로 다른 기능의 질환을 예방하거나 치료할 수 있는 것으로 판단되며, 향후 품종별 용도를 구분하여 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

따라서 유색감자 홍영과 자영품종에 함유되어 있는 안토시아닌은 우수한 항산화 활성이 있는 것으로 판단되며, 특히 자영품종에 함유된 안토시아닌은 iNOS 의존적인 질환의 예방 및 치료에, 홍영에 함유된 안토시아닌은 COX-2 발현 저해를 통한 질환치료 또는 예방의 관점에서 연구개발 및 이용되어야 할 것으로 사료된다.

### 적 요

괴경 내부에 적색과 보라색 안토시아닌 색소가 풍부하게 함유되어 있고, 색상의 기호도 및 건강 기능성으로 인해 소비자로부터 기호도가 증대된 유색감자의 생리적 활성을 검토하기 위해 유색감자로서 괴경 내부가 적색인 홍영, 괴경

내부가 보라색인 자영의 추출물에 대하여 ORAC를 통한 정밀한 항산화력의 비교, NO 억제 및 iNOS, COX-2의 발현 억제 활성을 비교, 검토한 결과는 아래와 같다.

1. 유색감자 홍영 및 자영 추출물의 항산화 활성 검정 결과 추출물의 농도가  $2 \mu\text{g/mL}$  이하 수준에서는 차이를 나타내지 않았으나,  $10 \mu\text{g/mL}$ 을 처리한 경우 시료 간 차이를 나타내었으며, 유색감자 중 괴경 내부의 색상이 적색인 홍영은 ORAC value 0.257, 자영은 ORAC value 0.402로 대조 표준액인 trolox 보다 낮은 수치를 보였지만, 각각의 추출물로부터 유색의 원인이 되는 안토시아닌을 순수 분리하여 활성을 평가할 경우 표준액인 trolox와 동등 혹은 그 이상의 항산화 효과를 기대할 수 있을 것이다.

2. 홍영 및 자영 추출물이 RAW 264.7 세포의 LPS에 의해 유도된 NO 생성을 억제함을 확인하였고, 또한 Western blot으로 분석한 결과 각 추출물에 의한 iNOS 발현 억제는 NO 형성 억제와 유사한 경향을 보였으므로, NO 형성 억제는 iNOS의 발현 저해 경로를 통하여 억제되는 것을 알 수 있고, 또한 홍영 및 자영 추출물이 LPS에 의해 형성되는 PGE<sub>2</sub>를 감소시킬 것으로 판단되는데, 이는 COX-2 단백질의 발현 저해를 통하여 확인할 수 있었다.

3. 유색감자 중 괴경 내부가 적색인 홍영품종은 자색인 자영품종에서 보다 상대적으로 우수한 COX-2 발현 단백질 저해효과가 확인되었으며, 괴경 내부가 보라색인 자영품종은 ORAC를 통한 항산화 활성, NO 및 iNOS 억제효과가 홍영 대비 30% 이상 증가된 양상을 나타내므로, 홍영과 자영 품종에 함유된 안토시아닌은 서로 다른 기능의 질환을 예방하거나 치료할 수 있을 것으로 판단되며, 향후 품종별 용도를 구분하여 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

### 인용문헌

Al-Saikhan, M. S. 2000. Antioxidants, proteins, and carotenoids

- in potato (*Solanum tuberosum*, L.) *Department of Horticultural Sciences*. Texas A&M University, College Station, vol. Ph. D.
- Andersen, M., S. Opheim, D. W. Aksnes and N. A. Froystein. 1991. Structure of petanin, an acylated anthocyanin isolated from *Solanum tuberosum*, using homo-and hetero-nuclear two-dimensional nuclear magnetic resonance techniques. *Phytochem. Anal.* 2 : 230-236.
- Brown, C. R. 2005. Antioxidant in potato. *Am J. potato Res.* 82: 163-172.
- Cao, G., R. M. Rusell, N. Lischner, and R. L. Prior. 1998. Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberry, spinach, red wine or vitamin C elderly women *J. Nutr.* 128 : 2383-2390.
- Harborne, J. B. 1958. The chromatographic identification of anthocyanin pigments. *J. Chrom.* 1 : 473-488.
- Harborne, J. B. and C. A. Wiliam. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry.* 55 : 481-504.
- Ioncheva, I., S. Amar, K. H. Zawawi, A. Kantarci, and T. E. Van Dyke. 2004. Role for moesin in lipopolysaccharide-stimulated signal transduction. *Infect Immun.* 72 : 2312-2320.
- Johnson, C. A. 1995. 1995-1996 seed acres reflect more varieties, market shifts. *Valley Potato Grower.* 61 : 13-16.
- Kanatt, S. R., R. Chander, P. Radhakrishna and A. Sharma. 2005. Potato peel extract a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. *J. Agric. Food Chem.* 53 : 1499-1504.
- Lewis, C. E. 1996. Biochemistry and regulation of anthocyanin synthesis in potato and other tuber-bearing *Solanum* species. Ph.D. thesis, Dept. of Plant & Plant Microbial Science, Univ. of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Masferrer, J., B. S. Zweifel, P. T. Manning, S. D. Hauser, K. M. Leahy, W. G. Smith, P. C. Isacson, and K. Seiber. 1994. Selective inhibition of inducible cyclooxygenase 2 in vivo is anti-inflammatory and nonulcerogenic., *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91 : 3228-3232.
- Nara, K., T. Miyoshi, T. Honma and H. Koga. 2006. Antioxidative activity of boundform phenolics in potato peel. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 70 : 1489-1491.
- Nijveldt, R. J., E. van Nood, D. E. van Hoorn, P. G. Boelens, K. V. Norren and van P. A. Leeuwen. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin. Nutr.* 74 : 418-425.
- Ou B, M. Hampsch-Woodill, and R. L. Prior. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluoresein as the fluorescent probe. *J. Agri. Food. Chem.* 49 : 4619-4626.
- Park, Y. E., H. M. Cho, H. J. Lee, Y. S. Hwang, S. S. N. Choi, S. J. Lee, E. S. Park, J. D. Lim, and M. G. Choung. 2007. Antioxidant and inhibition on angiotensin converting enzyme activity of colored potato extracts. *Kor. J. Crop. Sci.* 52 : 447-452.
- Park, Y. E., J. C. Jeong, H. M. Cho, H. J. Lee, Y. S. Hwang, S. S. N. Choi, S. J. Lee, E. S. Park, J. D. Lim, and M. G. Choung. 2008. Antimutagenic effect and cytotoxicity to human cancer cell lines of colored potato extracts. *Kor. J. Crop. Sci.* 53 : 75-84.
- Prior R. L., X. Wu, and K. Schaich. 2005. Standardized method for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.* 53 : 4290-4302.
- Sasche, J. 1973. Anthocyane in den kartoffelsorten Urgenta and Desiree. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 153 : 294 -300.
- Seiber, K., Y. Zhang, K. Leahy, S. Hauser, J. Masferrer, W. Perkins, L. Lee, and P. Ksaxon. 1994. Pharmacological and biochemical demonstration of the role of cyclooxygenase 2 in inflammation and pain. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91 : 12013-12017.
- Shakya, R. and D. A. Navarre. 2006. Rapid screening of ascorbic acid, glycoalkaloids, and phenolics in potato using high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 54 : 5253-5260.
- Talcott S. T., and J. Lee. 2002. Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of muscadine wine and juice. *J. Agric. Food Chem.* 50 : 3186-3192.
- Tsuda, T., F. Horio and T. Osawa. 1998. Dietary cyanidin 3-O-beta-glucoside increases ex vivo oxidation resistance of serum in rats. *Lipid*, 33 : 583-588.
- Wang, H., G. Cao and R. L. Prior. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanin *J. Agri. Food Chem* 45 : 304-309.
- Yang, C .S., J. M. Landau, M. T. Huang and H. L. Newmark. 2001. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annu. Rev. Nutr.* 21 : 381-406.