

## 붉은 양파 분말의 화학성분 및 생리활성

장주리 · 권선진 · 임선영\*  
한국해양대학교 해양환경생명과학부

### Chemical Components and Biological Activities of Red Onion Powder

Joo Ri Jang, Sun-Jin Kwon, Sun-Young Lim\*

*Division of Marine Environment & Bioscience, Korea Maritime University*

#### Abstract

We investigated the chemical components of red onion powder dried using the low temperature vacuum method and the inhibitory effects of solvent extracts of the dried red onion powder on the growth of HT-1080 human fibrosarcoma and HT-29 human colon cancer cells and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress. The moisture content of the dried red onion powder was 17.95%, while the vitamin C content was 96 mg/100g and the total phenols content was 39.1 mg/mL. The inhibitory effects of acetone with methylene chloride (A+M) and methanol (MeOH) extracts of the red onion powder on the growth of HT-1080 and HT-29 cancer cells increased in a dose dependent manner ( $p < 0.05$ ). The inhibitory effect was greater on the growth of HT-29 cells, while the A+M extracts had a higher inhibitory effect than the MeOH extracts. Treatment with the hexane, 85% aq. methanol, butanol and water fractions of the extract led to significant inhibition of the growth of both cancer cell lines ( $p < 0.05$ ). Among the fractions, the hexane and 85% aq. methanol fractions showed a greater inhibitory effect. To determine the protective effect on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress, a DCFH-DA (dichlorodihydrofluorescein diacetate) assay was conducted. All fractions, including the crude extracts of dried red onion, appeared to lead to a significant reduction in the levels of intracellular reactive oxygen species (ROS), and these reductions occurred in a dose dependent fashion ( $p < 0.05$ ). Among the fractions, the 85% methanol fraction showed the greatest protective effect on the production of lipid peroxides.

**Key Words:** Dried red onion powder, human colon cancer cells, inhibitory effects, total phenols

### 1. 서 론

최근 수년간 질병발생과 사망률에 관한 보고 자료를 살펴보면 악성신생물 및 순환기계 등과 같은 각종 질환의 발병과 그에 따른 사망률이 증가함을 관찰할 수 있다. 2007년도 우리나라 인구 10만명당 사망률은 악성 신생물(127명), 뇌혈관질환(54명), 심장질환(40명) 순으로 나타나고 있다(통계청 2008). 특히 남자가 195명으로 여자의 81명에 비해 2배 이상 높은 사망률을 나타내었다. 이러한 성인병 관련 질환은 식품의 섭취와 밀접한 관계가 있다고 알려져 있으며 우리나라 식생활의 변천과정을 살펴볼 때 동물성 단백질 섭취와 유지류의 섭취증가 및 식물성 식품의 섭취감소가 질환 유병률과 관계가 있다고 여겨진다.

식물성 식품의 여러 생리기능성이 알려지기 시작하면서 기능성 식품으로서의 채소류에 대한 다양한 접근이 시도되고 있으며, 특히 향신료 식물은 다른 식물성 식품에 비해 기능성을 많이 가지고 있다. 그 중 양파도 중요한 기능성 식품

으로서 항산화 물질인 폴리페놀, 비타민 C, 비타민 E,  $\beta$ -카로틴과 quercetin, quercitrin, rutin 등과 같은 플라보노이드가 풍부한 식품으로 알려져 있다(Fossen 등 1998). 우리나라에서 양파는 1인당 연간 소비량이 1998년 14.5 kg에서 2008년 약 20.2 kg으로 해마다 증가하는 추세(농림수산식품부 2008)이고 이 중 붉은 양파는 샐러드용 건강식품으로 이용되며 통째로 착즙되어 농축액으로 소비자들에게 각광을 받고 있다. 양파는 높은 수분함량으로 비교적 저장성이 낮아 선행된 연구(Jang 등 2008)에서는 양파의 저장성을 높이기 위해 여러 가지 건조법을 이용한 후 생리기능성을 살펴보았다. 저온 진공 건조 방법에 의해 건조된 양파 추출물에 의한 인체 암세포 증식 및 세포 내 활성산소종 생성 억제 효과는 동결건조에 의해 건조된 양파 추출물보다 더 높게 나타났다. 한편, 웰빙 식문화의 발달로 진한 색을 가진 식물성 식품은 일반 식품에 비해 피토키미컬을 많이 함유한 것으로 인식되고 있다. Shon 등(2004)은 양파의 품종별 에틸 아세테이트 추출물을 이용하여 총페놀의 함량을 측

\*Corresponding author: Sun-Young Lim, Division of Marine Environment & Bioscience, Korea Maritime University, #1, dongsam-dong, Youngdo-gu, Busan, Kroea Tel: 51-410-4757 Fax: 51-404-4750 E-mail: sylim@hhu.ac.kr

정한 결과 붉은 양파의 총페놀 함량이 황색 및 흰색양파보다 높았다고 보고하였다. Bilyk 등(1984)은 황색과 붉은 양파 육질의 플라보노이드 농도가 60-1000 mg/kg 범위를 나타내며 특히 색을 가진 마른 껍질 중에는 플라보노이드 함량이 2.5-6.5%로 많은 양을 함유하고 있다고 보고하였다. 양파의 총페놀 및 플라보노이드 함량은 산지와 품종에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 사료되며 지금까지 붉은 양파를 저온 진공 건조법을 이용하여 건조한 후 이것의 생리활성에 관해서는 잘 알려져 있지 않다. 본 연구에서 사용된 저온 진공 건조 기술은 건조과정 중 산소가 거의 차단되어 건조과정 중에 일어날 수 있는 부패와 변질을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 열풍건조기에 비하여 건조시간도 비교적 짧은 장점이 있다. 또한 재료의 수분함유량의 조절이 간편하며 재료의 건조온도가 비교적 낮아 재료의 열에 의한 변성이 적고 에너지 비용 절약이라는 측면에서도 열풍건조 및 동결건조와 비교했을 때 결과적으로 생산단가를 1/3~1/4 정도로 낮출 수 있으며, 건조 품질의 향상과 다양한 응용식품의 개발이 가능하다(Kim 1999; Kim 등 2000). 붉은 양파 분말 제조에 저온 진공 건조의 도입은 붉은 양파가 저온에서 건조되어지므로 영양소 손실의 최소화와 시간의 절약 그리고 저장성 향상이라는 관점에서 앞으로 이용가능성이 높은 방법이라 생각된다. 인체 섬유육중세포(HT-1080)는 활성산소종 형성과 관련된 실험에서 널리 사용되는 방법이며(Lee 등 2008), 양파 섭취는 결장암 위험을 감소시켰다고 보고되었다(Millen 등 2007). 그러므로 본 연구에서는 저온 진공 건조기를 이용하여 건조시킨 붉은 양파를 분말화하여 품질 특성을 검토하고 유기용매로 추출한 후 인체 섬유육중세포(HT-1080) 및 결장암세포(HT-29)에 대한 증식 및 세포내 활성산소종 생성 억제 효과에 대하여 검토하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 붉은 양파(red onion)는 경상남도 창원군에서 재배한 것을 구입하였다. 붉은 양파는 저온 진공 건조기(STVD-50, Sanya, Korea)를 이용하여 상당포화온도 15~25°C, 절대압력 15~40 mmHg에서 24시간 건조시켜 붉은 양파 분말을 제조하였다.

### 2. 일반성분 및 비타민 C 측정

건조 붉은 양파 분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AOAC 방법(AOAC International 2005)에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법(105°C 건조법), 조단백은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 전기로에서 화학시키는 직접회화법으로 정량하였다. 비타민 C의 함량은 식품공전(한국식품공업협회 2000)의 방법에 의하여 HPLC(P580, Dionex, USA)로 분석하였다.

HPLC 분석 시료는 무게 1 g을 정확히 취하여, 10% HPO<sub>3</sub> 용액 9 mL을 가해 균질화하여 추출한 후 원심분리기(Combi-514R, Hanil, Korea)를 사용하여 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻어진 상층액을 20 µL를 취하여 HPLC에 주입하여 비타민 C를 분석하였다. 사용된 column은 역상분배형(u-Bondapak C<sub>18</sub>)으로, 이동상은 0.05 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>/acetonitrile(60:40)을 사용하였으며 유속은 1 mL/min으로 하여 UV/VIS detector로 254 nm에서 분석하였다. 표준물질은 L-ascorbic acid(Sigma-Aldrich, USA)을 사용하였다.

### 3. 총 페놀 측정

총 페놀성 화합물 함량 측정은 Folin-Denies법(Amerin & Ough 1958)을 응용하여 측정하였다. 메탄올 추출물 시료 1 mg을 증류수 1 mL에 녹이고 10배 희석한 희석액 2 mL에 2배 희석한 Folin 시약 2 mL을 첨가하고 혼합한 다음 3분 동안 방치한 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL을 넣고 1시간 동안 반응시킨다. 반응이 끝난 후 UV-visible spectrometer(helios beta, thermo electron corporation, USA)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 이때 표준물질로 tannic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 사용하였으며 시료와 동일한 방법으로 분석 후 얻은 표준곡선으로부터 총 페놀성 화합물 함량을 나타내었다.

### 4. 추출 및 분획

건조된 붉은 양파 분말은 실험 사용 전까지 -70°C의 deep freezer(NF-400SF, Nihon, Freezer, Japan)에 냉동 보관되었다가 유기용매 추출을 위하여 acetone:methylene chloride를 1:1 비율로 혼합하여 붉은 양파 분말이 충분히 잠기도록 하여 24시간 방치한 후 추출하였다. 이 과정을 2회 반복하여 얻은 여액은 40°C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator(N-1000, Eyela, Japan)로 농축하여 acetone/methylene chloride 추출물(A+M)을 얻었다. A+M 용매로 추출되지 않은 성분을 methanol 용매로 추출하고자 남은 잔사에 동량의 methanol을 부어 위와 동일한 방법으로 2회 반복한 후 농축하여 methanol 추출물(MeOH)을 얻었다. 두 용매로부터 최대 수득한 추출물을 혼합하여 다시 용매 극성에 따라 순차적으로 분획하여 hexane, 85% aq. MeOH, butanol (BuOH), water 분획물을 얻었다. 실험에는 각각의 추출물들을 dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여 세포배지로 필요한 농도로 희석하여 실험에 사용하였다. 세포배양에 사용된 DMSO의 최종농도는 0.05% 이하가 되도록 하였다.

### 5. 암세포 및 암세포 배양

한국 세포주 은행(서울의대)으로부터 인체 섬유육중세포

(HT-1080)와 인체 결장암세포(HT-29)를 분양받아 본 실험실에서 배양하면서 실험에 사용하였다. HT-1080 세포와 HT-29 세포를 100 units/mL의 penicillin-streptomycin 과 10% FBS가 함유된 DMEM 배지와 RPMI 1640 배지를 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(MCO-15AC, Sanyo Electric Biomedical Co., Japan)에서 배양하였다. 배양 중인 세포를 일주일에 2번 새로운 배지로 바꿔주었다. 일주일 후 phosphate buffered saline(PBS)으로 세척한 뒤 0.05% trypsin-0.02% EDTA(Gibco Co., USA)로 부착된 세포를 분리하여 원심분리 한 후 집적된 암세포에 배지를 넣고 피펫으로 암세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합하여 75 mm<sup>3</sup> cell culture flask에 10 mL씩 일정한 수로 분할하여 주입하고 계속 6~7일마다 계대 배양하면서 실험에 사용하였다.

6. MTT assay

배양된 암세포는 96 well cell culture plate에 2×10<sup>4</sup> cells/mL이 되도록 100 µL씩 분주하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(MCO-15AC, Sanyo Electric Biomedical Co., Japan)에서 24시간 배양한 후 배지는 제거한 뒤 각 시료를 배지로 희석하여 각 well당 시료를 100 µL씩 첨가하고, 대조군에는 시료 대신 PBS를 100 µL씩 첨가하였다. 이 plate를 다시 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 24시간 배양하였다. 배양 후 MTT assay를 위하여 3-(4,5-dimethylthiazol)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) 시약 5 mg을 1 mL PBS로 녹인 후, 10% FBS가 함유된 배지 9 mL와 희석하여 100 µL를 첨가하고 3~4시간 동안 더 배양하여 MTT가 환원되도록 하였다. 배양종료 후 생성된 formazan 결정을 가라앉힌 후 각 well에 형성된 결정이 흐트러지지 않도록 주의하면서 반응 후 남은 MTT가 처리된 배지를 제거하였다. 배지가 제거된 각 well에 formazan 결정을 용해시키기 위하여 DMSO를 100 µL씩 분주하여 5~10분간 반응시켜 microplate reader(VICTOR3, Perkin Elmer, USA)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(Denizot & Lang 1986). 이 흡광도는 MTT가 세포에 의해서 환원된 양을 나타내며, 따라서 각 well에 존재하는 생존 수와 비례한다. 붉은 양파의 경우, 시료의 색이 진해서 결과 분석 때 색의 값을 따로 측정하여 그 값을 빼주었다.

7. 세포 내 활성산소종(reactive oxygen species) 측정

세포 내 활성산소종은 DCFH-DA(2',7'-dichlorodihydro-fluorescein diacetate) assay로 측정하였다(LeBel 등 1992; Tsuchiya 등 1994). DCFH-DA(Sigma, USA)는 세포 내 활성산소종과 반응하여 형광물질(dichlorofluorescein, DCF)을 만들어 내는 것으로 이 시약을 세포 속에 넣어 발생하는 형광을 측정함으로써 세포 내의 활성산소종을 측정할 수 있다. 세포를 96 well cell culture plate에 분주한

후 24시간 배양하고, PBS로 씻은 후 20 µM DCFH-DA을 각 well에 분주하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 20분간 pre-incubation하였다. 각 well에 시료를 처리하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 1시간 incubation한 후, DCFH-DA을 없애고 세포는 다시 PBS로 씻은 후 500 µM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리하여 시간별로 DCF fluorescence를 excitation 488 nm, emission 530 nm에서 microplate reader(VICTOR3, Perkin Elmer, USA)로 측정하였다. 대조군들(blank군과 control군)은 시료 대신 PBS를 처리하며, control군은 500 µM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리를 하고, blank군은 500 µM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 대신 PBS를 처리하여 측정하였다.

8. 통계분석

실험결과는 Mean±SE(Standard Error)으로 나타내었고 분석된 실험 데이터는 대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 자료로부터 one-way ANOVA를 실시하여 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분, 비타민 C 및 총 페놀 함량 측정

붉은 양파의 일반성분을 생것과 비교했을 때 저온 진공 건조된 붉은 양파 분말의 수분함량은 17.95%로 생 붉은 양파의 수분함량과 비교했을 때 80% 정도 감소되었다(Table 1). 수분함량의 감소에 따라 건조 붉은 양파 분말의 탄수화물, 조단백질, 조지방 및 조회분의 경우 각각 62.96, 8.74, 0.70 및 4.04%로 나타내었다. 비타민 C 함량의 경우, 생 붉은 양파는 15 mg/100 g을 나타내었고 건조 붉은 양파 분말은 96 mg/100 g을 나타내었다. 총 페놀 함량은 건조 붉은 양파 분말에서 생것의 함량(34.29 mg/mL)보다 약간 높은 39.05 mg/mL 함량을 나타내었다.

2. 인체 암세포 증식 억제 효과

저온 진공 건조방법에 의해 건조된 붉은 양파의 acetone/methylene chloride 추출물(A+M)과 methanol 추출물(MeOH)을 0.1에서 5 mg/mL의 다양한 농도로 HT-1080 세포에 처리했을 때 인체 암세포 증식 억제효과를 Table 2)에 나타내었다. 저온 진공 건조방법으로 건조된 붉은 양

<Table 1> Chemical composition of red onion

	Fresh red onion	Dried red onion
Moisture (%)	90.96±0.08 <sup>1)</sup>	17.95±0.03
Carbohydrate (%)	7.46±0.01	62.96±0.03
Crude protein (%)	0.55±0.01	8.74±0.03
Crude fat (%)	0.06±0.001	0.70±0.01
Crude ash (%)	0.35±0.01	4.04±0.03
Vitamin C (mg/100 g)	15.03	96.00
Total phenol (mg/mL)	34.29±2.06	39.05±2.38

<sup>1)</sup>Values are Mean±SE

<Table 2> Inhibitory effect of acetone/methylene chloride (A+M) and methanol (MeOH) extracts of red onion powder on the growth of HT-1080 human fibrosarcoma cells

Treatments	Concentration (mg/mL)	Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
A+M extract	0.1	6	0.94
	0.25	24*	
	0.5	42*	
	2.5	96*	
	5	98*	
MeOH extract	0.1	2	5.46
	0.25	5	
	0.5	4	
	2.5	21*	
	5	50*	
	10	89*	

\*p<0.05, significantly different from control

과 분말의 A+M 추출물은 낮은 농도인 0.25 mg/mL에서부터 농도 의존적으로 HT-1080 세포의 성장을 억제시켜 2.5 mg/mL 첨가농도에서 96%의 증식 억제효과를 보였고, 5 mg/mL 첨가농도에서는 98%로 높은 억제효과를 보였다 (p<0.05). MeOH 추출물의 경우, 붉은 양파 MeOH 추출물을 5 및 10 mg/mL 첨가농도로 처리했을 때 각각 50 및 89%의 암세포 증식 억제효과를 보였다(p<0.05). A+M 및 MeOH 추출물의 IC<sub>50</sub> 농도는 각각 0.94 및 5.46 mg/mL로 A+M 추출물과 비교했을 때 MeOH 추출물은 낮은 증식 억제효과를 나타내었다. 붉은 양파 추출물을 hexane, 85% aq. MeOH, butanol (BuOH), water로 다시 추출하여 얻어진 각 분획물들을 농도별로 HT-1080 세포에 처리했을 때 <Table 3>, 첨가농도 5 mg/mL의 농도에서 붉은 양파 분획물들 중 water 분획물을 제외하고 86% 이상의 암세포 증식 억제효과를 나타내었고(p<0.05), 이들 분획물들 중 특히 hexane 분획물이 IC<sub>50</sub> 농도가 0.19 mg/mL로 가장 높은 활성을 나타내었다. <Table 4>는 HT-29 세포에 대한 결과를 나타낸 것으로, HT-1080 세포와 유사하게 붉은 양파 A+M 추출물은 MeOH 추출물들과 비교했을 때 HT-29 세포에 대한 증식 억제 효과가 대체적으로 높았다. 특히 2.5 및 5 mg/mL 첨가농도에서 붉은 양파 A+M 추출물이 각각 91 및 97%의 높은 저해 효과를 보였고(p<0.05), IC<sub>50</sub> 농도는 0.02 mg/mL였다. MeOH 추출물의 경우에는 5 및 10 mg/mL 첨가농도에서 각각 58, 70%의 암세포 증식 억제 효과를 나타내었고 IC<sub>50</sub> 농도는 3.43 mg/mL로 HT-29 세포에 대한 증식억제 효과가 A+M 추출물에 비해 다소 낮았음을 살펴 볼 수가 있었다(p<0.05). <Table 5>는 붉은 양파 추출물들의 hexane, 85% aq. MeOH, BuOH, water 분획물을 농도별로 처리한 결과로 앞서 HT-1080 세포에 대한 결과와 유사하게 water 분획물을 제외하고 5 mg/mL 이상의 농도에서는 88% 이상의 억제효과를 보였다. 분획물들 중 특히 hexane 및 85% aq. MeOH 분획물들에 의한 활성

<Table 3> Inhibitory effect of solvent fractions of extract from red onion powder on the growth of HT-1080 human fibrosarcoma cells

Treatment	Concentration (mg/mL)	Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
Hexane fraction	0.1	32*	0.19
	0.25	67*	
	0.5	88*	
	2.5	92*	
	5	93*	
	10	98*	
85% aq. MeOH fraction	0.1	8	1.51
	0.25	7	
	0.5	10	
	2.5	86*	
	5	86*	
	10	98*	
BuOH fraction	0.1	3	2.39
	0.25	5	
	0.5	5	
	2.5	67*	
	5	94*	
	10	97*	
Water fraction	0.1	8	5.58
	0.25	11*	
	0.5	15*	
	2.5	44*	
	5	43*	
	10	86*	

\*p<0.05, significantly different from control

<Table 4> Inhibitory effect of acetone/methylene chloride (A+M) and methanol (MeOH) extracts of red onion powder on the growth of HT-29 human colon cancer cells

Treatments	Concentration (mg/mL)	Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
A+M extract	0.1	51*	0.02
	0.25	59*	
	0.5	59*	
	2.5	91*	
	5	97*	
MeOH extract	0.1	35*	3.43
	0.25	37*	
	0.5	37*	
	2.5	41*	
	5	58*	
	10	70*	

\*p<0.05, significantly different from control

이 높았으며 각각의 IC<sub>50</sub> 농도는 0.17 및 0.16 mg/mL이었다. 따라서 본 연구 결과로부터 인체 섬유육종세포(HT-1080)와 인체 결장암세포(HT-29)에 대한 암세포 증식 억제 효과는 붉은 양파의 A+M 추출물이 같은 농도의 MeOH 추출물에 비해 우수하였다. 분획물들의 경우에는 water 분획물을 제외한 분획물들의 암세포 억제 효과가 높았고 모든

<Table 5> Inhibitory effect of solvent fractions of extract from red onion powder on the growth of HT-29 human colon cancer cells

Treatments	Concentration (mg/mL)	Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
Hexane fraction	0.1	37*	0.17
	0.25	67*	
	0.5	80*	
	2.5	96*	
	5	98*	
	10	99*	
85% aq. MeOH fraction	0.1	37*	0.16
	0.25	70*	
	0.5	88*	
	2.5	88*	
	5	88*	
	10	87*	
BuOH fraction	0.1	16*	2.15
	0.25	25*	
	0.5	36*	
	2.5	58*	
	5	95*	
	10	94*	
Water fraction	0.1	29*	4.41
	0.25	26*	
	0.5	28*	
	2.5	48*	
	5	52*	
	10	84*	

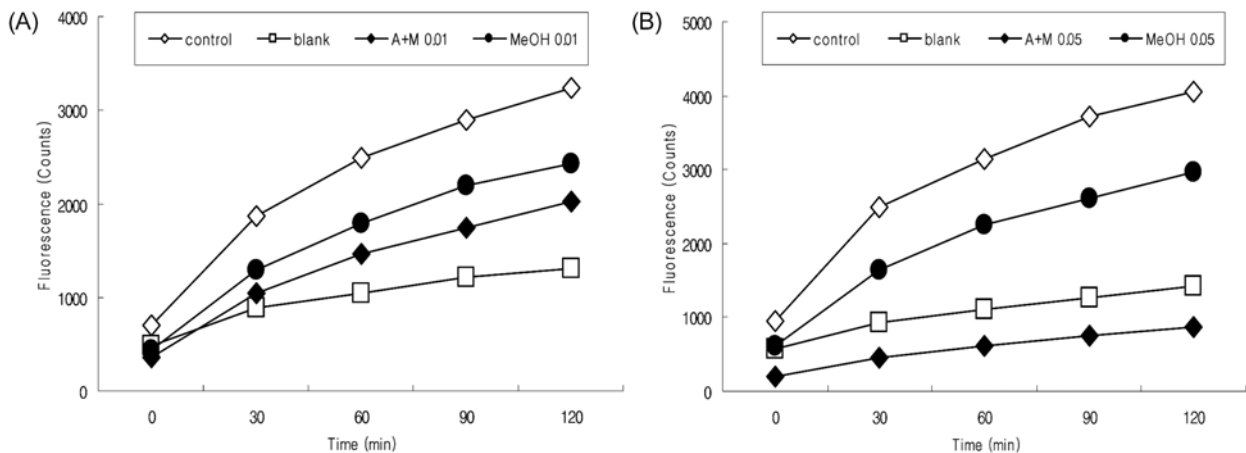
\*p<0.05, significantly different from control

분획물들에서 HT-1080 세포보다 HT-29 세포 증식 억제에 더 효과적이었다. 이상의 암세포주들 이외에 Rho & Han (2000)은 폐암세포주인 NCI-H522와 NCI-H596에 대한 양파의 메탄올 추출물의 세포독성을 검토한 결과 양파 메탄

올 추출물은 NCI-H522의 경우 48%, NCI-H596에서 25%로 NCI-H596에서 더 높은 세포독성을 보였다고 보고하였고, Lee 등(2000)은 양파추출물을 암을 유발한 mouse에 처리한 결과 피부암의 경우 20 mg 처리구에서 55%, 위장암의 경우 25 및 50 mg 처리구에서 각각 32 및 34%의 종양억제효과가 있었다고 보고하였다.

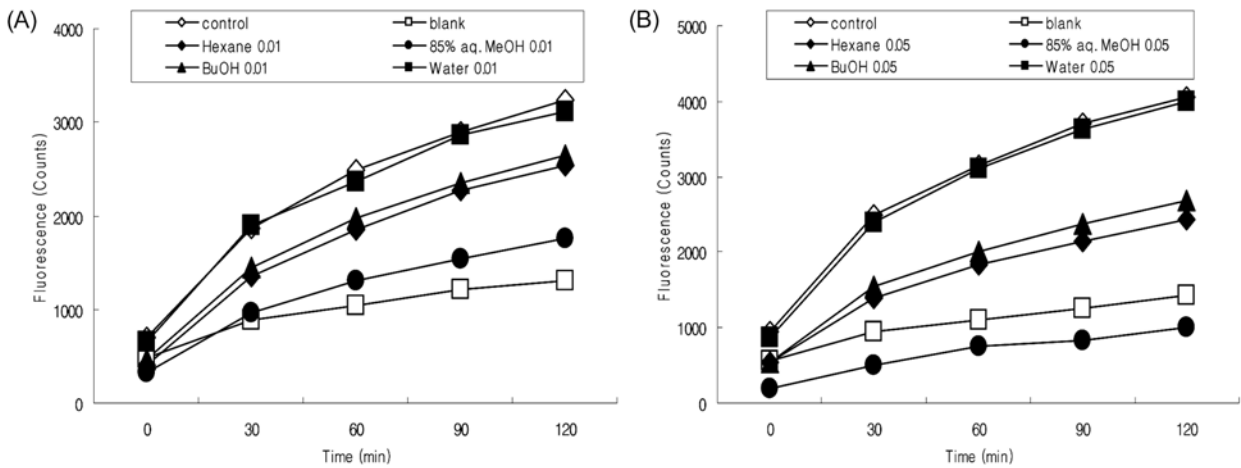
3. 세포 내 활성산소종 농도 감소에 의한 항산화효과

저온 진공 건조방법에 의해 건조된 붉은 양파 분말의 A+M 추출물 및 MeOH 추출물과 각 분획물들을 0.01 및 0.05 mg/mL의 농도로 인체 섬유육종세포(HT-1080)에 처리하였을 때 활성산소종의 생성을 크게 억제시켰다. <Figure 1>은 저온 진공 건조법에 의한 붉은 양파 A+M 추출물과 MeOH 추출물의 억제 효과를 나타낸 것으로 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>만을 처리한 control군보다 활성산소종 농도가 낮았고 농도 의존적으로 측정 시간 120분 동안 높은 활성산소종 생성 억제 능력을 나타내었다. 붉은 양파 추출물의 hexane, 85% aq. MeOH, BuOH, water 분획물들에 의한 항산화 효과는 <Figure 2>에 나타낸 것으로 여기서도 측정기간 동안 HT-1080 세포 내 활성산소종을 크게 억제 시켰으며 특히 첨가 농도 0.05 mg/mL에서는 85% aq. MeOH 분획물에 의한 항산화 효과가 우수하였음을 살펴 볼 수가 있었다. 그러나 water 분획물에 의한 항산화 효과는 미미하였다. 이상의 결과로부터 붉은 양파의 A+M 추출물, MeOH 추출물 및 그 분획물들이 세포 내 활성산소종의 생성을 감소시키므로 우수한 항산화 활성이 있음을 확인하였다. 붉은 양파와 흰색 및 노란색 양파의 항산화력을 비교한 연구에서 Shon & Park(2006)은 흰색, 노란색 및 붉은 양파의 총 페놀 함량을 측정된 결과 붉은 양파의 총 페놀 함량이 높았으며 붉은 양파가 가지는 항산화 효과는 페놀의 함량과 관련이 있을 것



<Figure 1> Inhibitory effect of extracts of red onion powder on production of reactive oxygen species in HT-1080 cells

1) Control was treated with 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and phosphate buffered saline  
 2) Blank was treated with phosphate buffered saline without H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
 3) A+M 0.01, acetone with methylene chloride extract 0.01 mg/mL; MeOH 0.01, methanol extract 0.01 mg/mL (A)  
 4) A+M 0.05, acetone with methylene chloride extract 0.05 mg/mL; MeOH 0.05, methanol extract 0.05 mg/mL (B)



<Figure 2> Inhibitory effect of solvent fractions of red onion powder on production of cellular reactive oxygen species in HT-1080 cells

<sup>1)</sup>Control was treated with 500  $\mu$ M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and phosphate buffered saline

<sup>2)</sup>Blank was treated with phosphate buffered saline without H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

<sup>3)</sup>Hexane 0.01, hexane fraction 0.01 mg/mL; 85% aq. MeOH 0.01, 85% aqueous methanol fraction 0.01 mg/mL; BuOH 0.01, butanol fraction 0.01 mg/mL ; water 0.01, water fraction 0.01 mg/mL (A)

<sup>4)</sup>Hexane 0.05, hexane fraction 0.05 mg/mL; 85% aq. MeOH 0.05, 85% aqueous methanol fraction 0.05 mg/mL; BuOH 0.05, butanol fraction 0.05 mg/mL; water 0.05, water fraction 0.05 mg/mL (B)

으로 보고하였다. 여기에 대하여 Shahidi & Wanasundara (1992)는 양파 추출물에 존재하는 페놀성 화합물과 flavonoids의 phenolic hydroxyl groups은 전자 또는 수소를 줌으로써 환원력을 나타낸다고 확인하였다. Shon 등 (2004)은 흰색, 노란색 및 붉은 양파 추출물로 산패방지제로 널리 이용되고 있는 아질산염의 소거작용을 검토한 결과 모든 추출물에서 농도 증가에 비례하여 아질산염의 소거작용이 증가하였는데 그 중에 붉은 양파는 다른 양파 추출물에 비하여 2배 이상 높은 수치를 나타내었다고 보고하였다. Jeong 등(2006)은 황색과 붉은 양파의 비타민 C 함량이 각각 19.20 및 28.34 mg/100 g로 황색보다는 붉은 양파에서 높은 비타민 C 함량을 나타내었으므로 비타민 C가 아질산염 소거 작용에 주요한 인자로서 작용한 것으로 사료된다고 하였다. 이상의 연구 결과들은 흰색 양파와 비교했을 때 붉은 양파에서 나타난 높은 함량의 페놀 및 비타민 C가 우수한 항산화력과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고하였다. 붉은 양파는 아니지만 색에 의한 효과와 관련하여 Kim 등 (2004)은 흰색과 노란색 양파 열수 추출물이  $\beta$ -carotene-linoleate system에서 butylated hydroxy toluene(BHT)와 L-ascorbic acid보다는 낮았으나 우수한 항산화력을 보였고 금속이온을 환원시키는 환원력도 뚜렷하였다고 보고하였고 이러한 결과는 흰색 양파 추출물보다 노란색 양파 추출물에서 더욱 높게 나타났다고 하였다. 양파를 이용한 건강 식품개발 연구에서 붉은 양파 오미자 소스 및 양파 견과류 소스는 약 20~30% 항산화 활성을 나타내었으며, FRAP (Ferric reducing ability of plasma) 측정 결과, 붉은 양파 오미자 소스는 대조군에 비해 높은 환원력을 나타내었다 (김 등 2008). 또한 *in vitro* 항산화 실험이외에 고령 동물

을 이용한 *in vivo* 연구에서 양파 분말을 첨가한 식이로 사육된 고령 동물의 경우 대조군에 비하여 간의 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)양이 감소됨을 관찰하여 노인들의 양파 섭취에 의한 항산화 효과의 가능성을 보고하였다(Park 등 2007). 따라서 본 연구 결과에서 나타난 붉은 양파 추출물 및 분획물들에 의한 세포 내 활성산소종의 억제효과는 이상의 연구들의 결과와 유사하였음을 확인하였다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 저온 진공 건조장치를 이용하여 붉은 양파를 건조한 후 비타민 C를 포함한 일반성분 및 총 페놀성분을 측정하였고 유기 용매로 추출하여 인체 섬유육종세포 (HT-1080) 및 결장암세포(HT-29)에 대한 증식 억제효과와 세포 내 활성산소종 억제 효과에 대해 검토하였다. 저온 진공 건조방법으로 건조된 붉은 양파 분말은 생것과 비교했을 때 수분의 경우 80%가 감소하였고 높은 비타민 C와 총 페놀함량을 확인하였다. HT-1080 세포의 경우, 붉은 양파 분말의 A+M 추출물 및 MeOH 추출물의 IC<sub>50</sub> 농도는 각각 0.94 및 5.46 mg/mL로 A+M 추출물에 의한 효과가 MeOH 추출물보다 높았다. 붉은 양파 추출물로부터 얻어진 hexane, 85% aq. MeOH, BuOH, water 분획물들 중에서 hexane 분획물이 IC<sub>50</sub> 농도가 0.19 mg/mL로 HT-1080 세포에 대하여 가장 높은 활성을 나타내었다. HT-29 세포에 대한 결과는 HT-1080 세포와 유사하게 붉은 양파 A+M 추출물은 MeOH 추출물보다 높은 증식 억제 효과를 나타내었다. 또한 분획물들도 앞서 HT-1080 암세포에 대한 결과

와 유사하게 water 분획물을 제외하고 5 mg/mL 이상의 농도에서는 88% 이상의 억제효과를 보였다. 분획물들 중 hexane 및 85% aq. MeOH 분획물들에 의한 활성이 높았으며 각각의 IC<sub>50</sub> 농도는 0.17 및 0.16 mg/mL이었고 특히 HT-29 세포에 대한 증식 억제가 보다 효과적이었다. 세포 내 활성산소종 생성 억제 능력은 저온 진공으로 건조된 붉은 양파 A+M 추출물, MeOH 추출물, hexane, 85% aq. MeOH, BuOH, water 분획물들에서 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>만을 처리한 control군보다는 활성산소종 농도가 낮았고 측정 시간 120분 동안 계속적으로 나타났다. 분획물들 중 hexane 분획물은 암세포 증식 억제에 효과적이었으며 85% aq. MeOH 분획물은 우수한 항산화 효과를 나타냄을 확인하였다.

### 감사의 글

본 연구는 울촌재단 기초연구과제지원사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

#### ■ 참고문헌

김진희, 성순조, 김윤희, 이운래, 정숙희. 2008. 창녕양파를 이용한 건강 소스류의 개발 및 생리활성 효과 평가. Proceedings of the Korean Nutrition Society Conference. Seoul. p 259

농림수산식품부. 2008. 농림수산식품통계. pp 80-93

한국식품공업협회. 2000. 식품공전. 미량성분시험법. pp 853-855

통계청. 2008. 2007년 사망 및 사망원인 통계결과. pp 1-32

Amerin MA, Ough CS. 1958. Method for analysis of Musts and Win. Wiley & Sons. New York, USA. pp 176-180

AOAC International. 2005. Official methods of analysis of AOAC International 18th ed. AOAC International

Bilyk A, Cooper PI, Sapers GM. 1984. Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. J. Agric. Food Chem., 32(2):274-280

Denizot F, Lang R. 1986. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. J. Immunol. Methods, 89(2):271-277

Fossen T, Pedersen AT, Andersen OM. 1998. Flavonoids from red onion (*Allium cepa*). Phytochemistry, 47(2):281-285

Jang JR, Kim KK, Lim SY. 2008. Anticancer and antioxidant effects of solvent extracts from dried onion with different drying methods. J. Life Sci., 18(9):1271-1277

Jeong CH, Kim JH, Shim KH. 2006. Chemical components of yellow and red onion. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 35(6):708-712

Kim KK. 1999. Thermal characteristics of agriculture and fisheries by low temperature vacuum dryer. Proceedings of the KSME

1999 Spring Annual Meeting. pp 1-6

Kim KK, Sung BY, Jung HS, Choi SY, Moon SB. 2000. A study on the thermal characteristics of the large low temperature vacuum dryer for biological drying. J. Kor. Soc. Marine Engineers, 24(4):427-434

Kim YH, Shon MY, Sung NJ. 2004. Antioxidant and antimutagenic activities of hot water extract from white and yellow onions after simulated gastric digestion. J. Life Sci., 14(6):925-930

LeBel CP, Ischiropoulos H, Bondy SC. 1992. Evaluation of the probe 2',7'-Dichlorofluorescein as an indicator of reactive oxygen species formation and oxidative stress. Chem. Res. Toxicol., 5(2):227-231

Lee CJ, Kim HD, Choung EH, Suh JK, Park CW, Ha JK. 2000. Reduction effect of carcinogen induced mouse epidermal and forestomach carcinogenesis by the extract of onion wastes. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 29(3):525-530

Lee KJ, Hwang SJ, Choi JH, Jeong HG. 2008. Saponins derived from the roots of *Platycodon grandiflorum* inhibit HT-1080 cell invasion and MMPs activities: Regulation of NF-κB activation via ROS signal pathway. Cancer Letters, 268(2):233-243

Millen AE, Subar AF, Graubard BI, Peters U, Hayes RB, Weissfeld JL, Yokochi LA, Ziegler RG. ; PLCO Cancer Screening Trial Project Team. 2007. Fruit and vegetable intake and prevalence of colorectal adenoma in a cancer screening trial. Am. J. Clin. Nutr., 86(6):1754-1764

Park J, Kim J, Kim MK. 2007. Onion flesh and onion peel enhance antioxidant status in aged rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 53(1):21-29

Rho SN, Han JH. 2000. Cytotoxicity of garlic and onion methanol extract on human lung cancer cell lines. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 29(5):879-874

Shahidi F, Wanasundara PK. 1992. Phenolic antioxidants. Critical Rev. Food Sci. Nutr., 32(1):67-103

Shon MY, Park SK. 2006. Chemical components and nitrite scavenging activity of various solvent extracts from onions. Kor. J. Food Preserv., 13(6):762-768

Shon MY, Choi SD, Kahng GG, Nam SH, Sung NJ. 2004. Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethylacetate extracts from white, yellow and red onions. Food Chem. Toxicol., 42(4):659-666

Tsuchiya M, Suematsu M, Suzuki H. 1994. In Vivo visualization of oxygen radical-dependent photoemission. Methods Enzymol., 233:128-140

2009년 7월 9일 신규논문접수, 8월 3일 수정논문접수, 8월 27일 수정논문접수, 9월 4일 수정논문접수, 10월 28일 채택