

무 에탄올 추출물의 *in vitro* 생리활성 분석

정민숙¹ · 이건순² · 채희정^{1,*}

¹호서대학교 벤처전문대학원 및 식품생물공학과, ²한국농업전문대학 교양공동학과

(2003년 10월 11일 접수, 2003년 12월 17일 수리)

무 에탄올 추출물의 미백기능, 숙취해소, 항균활성 및 항산화능을 분석하였다. Tyrosinase inhibition assay법을 이용하여 미백활성을 측정된 결과 무 줄기와 무 뿌리 추출물의 IC₅₀(50% inhibitory concentration)은 각각 0.9 mg/ml와 2.1 mg/ml를 나타냈다. 무뿌리 추출물보다 무줄기 추출물이 2.5배 정도 높은 tyrosinase의 저해율을 보였지만, 무의 품종별로는 별다른 활성 차이를 보이지 않았다. 숙취해소 활성의 분석법으로는 alcohol dehydrogenase activity assay방법을 이용하여 측정된 결과 ethanol을 분해시키는데 필요한 효소인 alcohol dehydrogenase를 150% 활성화시키는 무줄기와 무뿌리 추출물의 농도가 각각 2.5 mg/ml와 8 mg/ml로 나타났다. 항산화력의 직접적인 지표로 대표적으로 분석되는 항목인 TBARS법에 의한 TBA 값을 천연 항산화제와 비교한 결과, 무줄기 추출물과 무뿌리 추출물(1%)은 α -tocopherol(2.2%)의 43-61% 수준의 항산화 활성을 나타냈다. 이와 같은 생리활성 분석을 통하여 무를 이용한 숙취해소 및 항암 기능식품 개발, 미백 기능 소재로의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

Key words: 무, 미백활성, 숙취해소활성, 항산화능

서 론

최근 국제무역기구(WTO) 체제의 출범으로 우리 농산물도 세계시장에서 치열한 경쟁을 해야 하는 매우 절박한 상황에 처하게 되었으며, 농산물의 수입으로 인해 농촌의 경제가 위기에 처하게 되었다. 따라서 우리의 농업도 이와 같은 개방화와 국제경쟁상황에서 능동적으로 대처할 수 있는 부가가치가 높은 농산물을 다양하게 개발하고 상품화할 필요가 있다.

십자화과 채소인 무는 국내 생산 과채류중 배추와 더불어 총생산량의 60% 이상을 차지하고 있는 매우 중요하고 친숙한 작물이다. 그리고 민간요법과 고전문헌을 보면 내복근이라 하여 소화촉진과 어폐류 또는 면류의 중독해소에 효과가 있고, 그 종자를 내복자라 하여 기담, 혈담, 천식 및 늑간 신경통 등에 쓰인다고 한다. 무의 성분 중 diastase는 과식, 소화불량, 숙취, 식중독 등에 효능이 있으며, rapine은 세균, 진균, 기생충 번식억제 효능 등 항균 작용을 한다.¹⁾ 이 외에도 이노작용, 정장작용, 진해·거담작용, 해열, 소염작용, 혈당저하, 니코틴 제거 작용, 담석증 치료 및 지혈작용 등과 같은 생리활성이 있는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 그러나 아직까지 무의 생리적인 효능에 대한 구체적인 연구는 많이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

본 연구팀은 무의 생리활성 중 폐암 세포주에 대한 *in vitro* 항암활성을 보고한 바 있으며²⁾ 본 연구에서는 다른 생리활성에 대해 분석 조사하였다.

개인 소득의 증가는 삶의 질을 추구하는 쪽으로 사람들의 관

심을 유도함으로써 야외 활동량이 급속도로 증가하고, 기미, 주근깨 등 melanin 색소의 피부침착에 기인한 흑화 현상이 증가하는 추세에 따라 현재 세계적으로 화장품업계는 미백제에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다.³⁾ 그러나 미백제로 사용되는 화학약품이 피부염이나 피부의 완전탈색을 일으키는 많은 부작용을 유발하고 있다. 이런 부작용을 최소화하기 위하여 천연물을 이용하여 미백효과가 있는 성분을 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 무의 미백기능을 tyrosinase 활성법에 기반하여 정량적인 분석을 하였다.

아울러 최근 사회가 복잡해짐에 따라 술의 소비가 늘어나는 추세이며 이에 따른 알코올의 인체에 대한 유해성이 증폭되고 있는 추세이다.⁴⁾ 무즙이 숙취해소에 효능이 있다는 민간요법이 있었으나 이에 대한 정량적인 실험보고는 아직까지 없다.

자유라디칼 혹은 활성산소에 의한 생체 내 산화는 암, 각종 성인병 및 노화의 주원인이 된다고 잘 알려져 있다.⁵⁾ 활성산소에 의한 질병예방 및 노화억제에 효과가 있는 것으로 널리 알려져 있어 최근 이들 항산화제 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{6,7)} 최근 많이 사용되고 있는 폐놀계 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA)과 butylated hydroxy toluene(BHT) 등은 탁월한 항산화력과 경제성 때문에 널리 이용되고 있으나 생체효소의 활성을 억제하고 암을 유발시키는 등 인체 독성을 가진다고 보고되고 있어, 대부분 사용 규제를 받고 있다.^{8,9)} 이에 천연에 존재하는 생물자원으로부터 항산화력이 우수한 물질의 개발이 매우 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 무(*Raphanuse Sativus*)의 기능성 식품소재 및 각종 응용제품에 대한 탐색 연구로서 무에 대한 여러가지 생리활성 중 미백, 항균, 항산화, 숙취해소 기능에 대하여 조사하였다. 이들 생리활성을 정량적으로 분석하여 무를 이용한 각종 기능성식품 또는 화장품으로의 개발 가능성을 검토하였다.

*연락처

Phone: 82-41-540-5642; Fax: 82-2-6280-6346

E-mail: hjchae@office.hoseo.ac.kr

재료 및 연구

시료 및 재료. 무의 종류로는 우리나라 봄 철에 가장 많이 생산되는 청운무를 재래시장에서 건조된 것으로 구입하여 사용하였다. 일부 실험에서는 청대무, 테창무, 백광무를 구입하여 사용하였다. Mushroom tyrosinase(25,000 unit/mg solid), kojic acid, L-cysteine, alcohol dehydrogenase(ADH, 347 unit/mg solid)와 bovine serum albumin은 Sigma Chemical Co.(USA)에서 구입하여 사용하였고, L-3,4-dihydroxy-phenylalanine(L-dopa)과 β -D-arbutin은 각각 Across Organics(Japan)와 Enzychem Co.(Korea)에서 구입하여 실험에 사용하였다. β -nicotinamide adenine dinucleotide(β -NAD)는 Janssen Chimica(Japan)에서 구입하였다. *E. coli* K112와 *B. subtilis* ATCC 6633은 한국미생물보존센터(KCCM)에서 분양받아 사용하였다. 기타 시약은 일급시약을 사용하였다.

무 시료의 전처리. 건조된 무를 뿌리와 줄기 부분으로 나누어 실험하였다. 시료 10 g당 물과 에탄올을 각각 250 ml씩 혼합한 후 믹서기로 분쇄하였다. 분쇄한 시료를 40°C에서 예열된 항온수조에서 3시간 동안 추출하였다. 이 추출액을 여과지(Whatman No. 41)로 여과한 후 7500 rpm으로 10분간 원심분리하여 상등액을 진공회전농축기(Eyela, Japan)로 농축하여 사용하였다. 농축된 시료의 고형분 농도는 굴절계(Tokyo Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

미백 활성분석(tyrosinase inhibition assay). 무의 피부 미백 활성을 측정하기 위해 tyrosinase inhibition assay¹⁰⁾를 이용하였다. Dopa oxidase의 활성측정은 L-dopa를 기질로 하여 tyrosinase에 의해 생산되는 반응산물인 dopachrome이 475 nm에서 흡광도를 나타내는 점을 이용하여 시행하였다. 일정 반응 후에 생산된 dopachrome의 양을 475 nm에서 측정함으로써 tyrosinase의 활성을 측정하되, 시료 첨가에 의해 효소 활성 저해 정도를 측정하였다. 인산완충액(sodium phosphate buffer, 0.5 M, pH 6.0)에 녹인 L-dopa(1 mg/ml) 1 ml와 반응액에서의 고형분 함량 기준의 최종 농도가 각각 0.4, 2, 4 mg/ml 되도록 희석된 시료 0.1 ml와 0.8 ml의 상기 인산 완충액을 혼합하고, 37°C로 예열된 항온수조에 넣어 온도를 유지시켜 주었다. 이 반응액에 인산완충액에 용해한 tyrosinase 용액(57.4 unit/ml)을 0.9 ml씩 더하고 신속하게 섞은 다음 분광광도계로 475 nm에서 5분 동안 흡광도를 측정하여 단위시간당 흡광도 변화율로부터 효소의 활성을 측정하였다. 37°C, pH 6.0에서 1분 동안 1 μ mol의 L-dopa를 dopachrome으로 전환시킬 수 있는 양을 1 unit이라고 정의하였다. 이때 몰흡광계수(molar extinction coefficient)로서 3660 M⁻¹cm⁻¹를 사용하여 계산하였다.

미백활성 분석을 포함한 모든 활성 분석 실험에서는 각 시료별로 3회 반복 실험하였고 이를 평균±표준오차로 그래프에 표시했다.

숙취해소 활성분석(alcohol dehydrogenase activity assay). 무의 숙취 해소 활성을 측정하기 위해서 alcohol dehydrogenase activity assay 방법¹¹⁾을 이용하였다. 기질인 ethanol이 조효소 NAD의 존재 하에서 대사되면서 생성되는 NADH 양을 340 nm에서 흡광도를 측정하여 ADH 활성을 측정하였다. 우선 50

mM sodium pyrophosphate 완충액(pH 8.8) 1.3 ml에 15 mM β -NAD를 1.5 ml씩 혼합한 후 95% ethanol 0.1 ml와 시료를 농도별(2, 3, 5 mg/ml)로 0.1 ml 첨가한 후 25°C로 예열된 항온수조에 넣어 온도를 유지시켜 주었다. 이 반응액에 0.1% bovine serum albumin(pH 7.5)에 녹인 alcohol dehydrogenase 용액(ADH, 0.75 unit/ml) 0.1 ml를 신속하게 혼합한 다음 분광광도계로 340 nm에서 5분간 흡광도를 측정하였다. 대조군에는 ADH 대신 0.1% bovine serum albumin을 첨가하여 흡광도를 측정하였다. 25°C, pH 8.8에서 1분 동안 1 μ mol의 NAD를 NADH로 전환시킬 수 있는 양을 1 unit이라고 정의하였다.

$$ADH \text{ activity(units/ml)} = \frac{(A_{340}^{test} - A_{340}^{blank})V_t}{6.22V_e}$$

여기서,

V_t (ml) = total volume of assay

ϵ = millimolar extinction coefficient of β -NADH at 340 nm (6.22)

V_e (ml) = volume of enzyme solution

항균 활성분석(paper disc assay). *E. coli* K112와 *B. subtilis* ATCC 6633을 시험 균주로 하여 paper disc assay를 실시하였다. 우선 NA(nutrient agar: enzymatic digest of gelatin 5 g, beef extract 3 g, agar 15 g, per liter, pH 6.8) 배지를 한천(agar)을 제외한 액체 배지와 한천을 포함하는 고체 배지로 만들어 액체 배지 200 ml에 두 가지 균을 각각 200 μ l씩 첨가한 후 37°C에서 하루 동안 배양하였다. 하루 동안 배양된 균을 미리 준비해 둔 고체배지에 200 μ l씩 도말하였다. 그 위에 시료를 농도별(1, 5, 10, 15%)로 50 μ l씩 넣어 준 멸균된 paper disc를 얹고 37°C에서 다시 하루 정도 배양하였다. Paper disc 주변에 투명환(clear zone) 여부에 따라 항균활성을 판단하였다.

항산화 활성분석

총 페놀성 물질 함량 측정. 추출된 각 phenol성 물질의 함량 측정은 Rhee 등¹²⁾의 방법에 준하여 측정하였다. 2% Na₂CO₃ 용액 20 ml를 무 추출물 0.2 ml에 가하여 충분히 혼합하고 2분 후 50% Folin ciocalteu's reagent를 0.2 ml씩 가하여 다시 상온에서 30분 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Chlorogenic acid(1 mg/ml)을 표준 물질로 사용하여 표준 곡선을 구하여 계산하였다.

총 flavonoid성 물질 함량 측정. Diethylene glycol(2 ml)에 무 추출물 0.2 ml를 넣고 충분히 혼합하여 0.02 ml의 1N NaOH를 첨가한 뒤 30초간 vortexing한 후 37°C로 예열된 항온수조에서 1시간 동안 진탕한 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 flavonoid의 양은 naringin(1 mg/ml)을 표준 물질로 사용하여 표준 곡선을 통하여 계산하였다.

TBARS(Thiobarbituric acid reative substances)의 측정. Bueg 등¹³⁾의 방법에 따라 TBA가를 측정하였다. 계란 lecithin 0.3 g을 chloroform 20 ml에 녹여 기질로 사용하였다. Chloroform에 녹아 있는 lecithin 용액(1 ml)과 무 추출물을 일

정 농도로 첨가하여 시험관에서 잘 섞어주었다. 그 반응액에 0.01 M Tris-HCl, 0.175 M KCl buffer(0.5 ml)과 2 mM FeSO₄ (0.04 ml), 그리고 2 mM ascorbic acid(0.4 ml)를 첨가하여 반응시킨 후 37°C에서 예열된 항온수조에서 30분간 진탕하고 ice bath에서 냉각시켰다. 5 mM EDTA(ethylenediamine tetraacetic acid)(0.5 ml), 1% phosphonic acid(3 ml), 7% TBA (1 ml)를 첨가하고 100°C에서 45분간 가열한 후 *n*-butanol 4 ml를 가하여 3000 rpm으로 10분간 원심분리하여 상등액을 취해 353 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 무 추출물 대신 증류수를 첨가하여 측정하였다.

결과 및 고찰

미백 활성측정(tyrosinase inhibition assay). Melanin은 자연계의 널리 분포하는 페놀류의 생물고분자 물질로 검은 색소와 단백질의 복합체이다. 이 색소의 생합성 경로는 모두 tyrosine을 출발물질로 하여 dopaquinone을 거쳐 합성이 이루어지며 이후 아미노산 혹은 단백질과의 중합반응에 의해 최종적으로 melanin이 합성된다. 사람에게 있어서 이 색소는 인종에 따라 신체의 피부색을 결정해주는 한 요소가 되고 있다. 기미, 주근깨 등 피부에 생기는 색소 침착은 표피에서의 melanin 색소의 증가에 기인한다. Melanin 생합성 과정에는 한가지 효소만이 유일하게 관여하므로 melanin 합성을 억제하는 방법으로 화장품업계에서는 tyrosinase 저해제를 탐색하고 응용해 왔다. 본 연구에서는 melanin 색소의 생합성 과정에서 tyrosinase가 dopa를 기질로 하여 초기 반응의 주요 과정을 촉매한다는 점에 착안하여 그 효소 활성의 저해도를 측정하는 검정법을 사용하였다.

현재 화장품 시장 중 가장 두드러진 성장을 보이는 미백 화장품에 원료로 arbutin, kagic acid, cysteine이 가장 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 양성 대조군으로 이 3가지 미백활성 물질을 갖고 tyrosinase 활성 저해율을 측정하였다. Kagic acid와 cysteine은 농도가 0.2 mg/ml 정도만 되어도 100%에 가까운 저해율을 보였다(데이터 제시 생략). 무 추출물을 농도별로 실

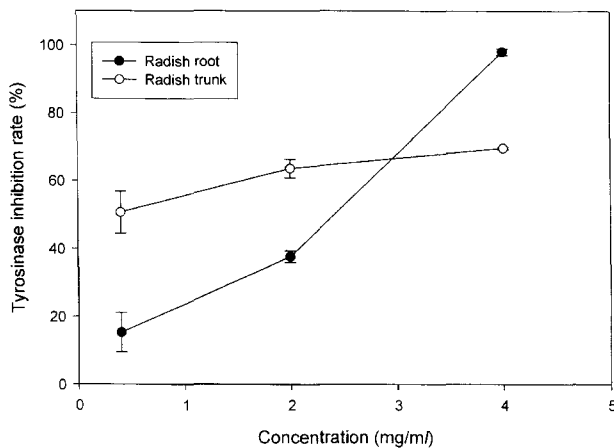


Fig. 1. Tyrosinase inhibition rate of EtOH extract of radish root and radish trunk.

험한 결과 Fig. 1과 같은 결과를 얻었다. 무뿌리의 IC₅₀(50% inhibitory concentration)은 2.1 mg/ml이고 무줄기의 IC₅₀은 0.9 mg/ml로 나타났다. 무뿌리에 비해 무줄기가 높은 tyrosinase 활성 저해율을 보이고 있음을 알 수 있었다. Kim 등¹⁴⁾의 연구에서 녹차 추출물의 IC₅₀값은 2000 µg/ml 비교하면 무줄기 추출물은 좋은 활성을 보이지만, Lee 등¹⁵⁾의 연구에서 박태기나무 잎의 추출물의 IC₅₀값인 20-50 µg/ml에 비하면 낮은 활성을 보이고 있다. 분리되지 않은 물질인 것을 감안한다면 향후 추가 분리 정제 공정을 통하여 우수한 미백 기능성 소재의 발굴이 가능할 것으로 판단된다.

우리나라에서는 계절에 따라 여러 종류의 무가 생산되고 있다. 무 종류에 따른 미백활성을 측정하기 위해 봄과 여름에 주로 재배되는 청운무, 백광무, 청대무, 태창무 등의 4가지 종류를 수집하여 tyrosinase 활성 저해율을 측정하였다(Fig. 2). 무뿌리의 IC₅₀값은 청운무(2.1 mg/ml), 태창무(1.8 mg/ml), 백광무(1.2 mg/ml), 청대무(1.0 mg/ml) 순으로 나타났고, 무줄기는 청대무(1.3 mg/ml), 청운무(0.9 mg/ml), 백광무(0.8 mg/ml), 태창무(0.5 mg/ml) 순으로 나타났다. 무뿌리는 종류에 따라 tyrosinase 활성 저해율이 거의 차이가 없지만 무 줄기는 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.

숙취해소 활성분석(alcohol dehydrogenase activity assay). 만성적인 에탄올 섭취상태에서는 식이 섭취량이 저하되고 특정 영양소들의 흡수와 대사 장애에 기인된 저영양상태를 초래하게 되므로,¹⁶⁾ 에탄올이 건강에 미치는 영향은 섭취방법에 따라 매우 다양하다고 할 수 있다. 흡수된 에탄올은 우선 위장의 ADH에 의해서 일부가 대사되는데,^{17,18)} 이 효소는 만성적으로 알코올을 섭취하는 사람들에게서는 그 활성이 저해를 받으며 연령

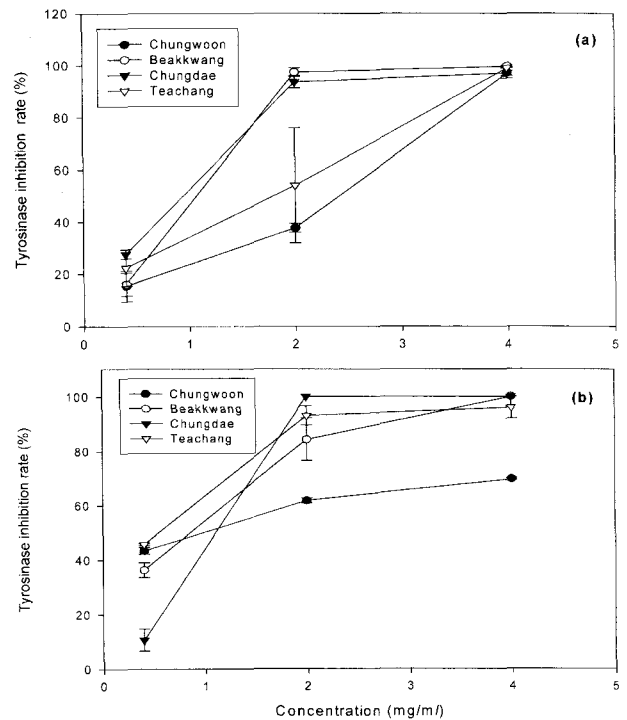


Fig. 2. Tyrosinase inhibition rate of EtOH extract of (a) radish root and (b) radish trunk of various species.

Table 1. Effect of EtOH extract of radish root and radish trunk alcohol dehydrogenase activity

Concentration (mg/ml)	2	3	5
Relative ADH activity (%) for radish root extract	106	107	127
Relative ADH activity (%) for radish trunk extract	102	192	524

Table 2. TBA value of EtOH extract of radish

Sample (Concentration)	TBA value (%)	Relative TBA value (%)
Radish trunk extract (1%)	26.8	43
Radish root extract (1%)	37.7	61.5
α -tocopherol (2.2%)	61.3	100

이 증가함에 따라 활성이 감소된다.¹⁸⁾ 흡수된 에탄올은 우선 위장의 ADH에 의해서 일부가 대사되는데, 그 대사량은 남자의 경우 약 20-30%, 여자의 경우에는 10% 정도를 차지한다. 간에서의 에탄올 대사는 주로 NAD-linked enzyme 즉, ADH와 acetaldehyde dehydrogenase(ALDH)에 의해서 이루어진다. 이들 효소는 각각 acetaldehyde와 acetate를 생성하며 acetate는 acetyl-Co A로 전환되어 TCA 회로를 거쳐 에너지를 발생하거나 또는 콜레스테롤과 지방산을 합성하는데 이용된다. 본 연구에는 무 추출물의 알콜해독에 미치는 영향을 규명하기 위해 알콜대사 산물인 β -NADH의 양을 측정하여 효소활성을 측정하였다. 즉 기질인 ethanol이 조효소 NAD의 존재 하에서 대사되면서 생성되는 NADH양을 340 nm에서 흡광도를 측정하여 ADH 활성을 측정하였다. Table 1에서 보는 것과 같이 무줄기 추출물 5 mg/ml에서 대략 5배의 활성화 효과를 보였고, 무줄기 추출물이 무뿌리 추출물보다 높은 활성을 보였다. 무줄기 추출물과 무뿌리 추출물은 각각 2.5 mg/ml와 8 mg/ml 농도에서 150%의 효소 활성화를 보였다. 무뿌리보다 무줄기가 숙취해소를 위한 기능성 식품소재로서의 가능성을 보여주고 있다.

항균 활성분석(Paper disc assay). 무는 rapine이라는 물질을 함유하고 있어 세균, 진균, 기생충 번식억제에 효과를 보인다고 알려져 있다.¹⁹⁾ 본 연구에는 식중독균인 *E. coli*와 *B. subtilis*을 시험균주로 하여 paper disc assay를 이용하여 무의 농도별 항균력을 테스트하였다(자료 미제시). *E. coli*와 *B. subtilis*에서 무줄기와 무뿌리 에탄올 추출물이 모두 투명한이 나타나지 않는 것으로 보아 이 두 가지 균에는 항균활성을 가지지 않는 것으로 판단된다.

항산화 활성분석

총 페놀성 물질 함량측정. 식물이 함유하고 있는 총 페놀성 물질(phenolic compound)의 양은 항산화력의 간접적인 지표가 된다. 무 추출물의 총 페놀함량은 chlorogenic acid를 이용한 표준 곡선에 따라 계산한 결과 무줄기 추출물(0.01%)은 0.272 mg/ml를 함유하고 있었고, 무뿌리 추출물(0.01%)에서는 0.206 mg/ml를 함유하고 있었다. 무줄기의 총 페놀 함량이 무뿌리에 비해 약 1.5배 정도 높았다.

총 flavonoid성 물질 함량측정. 또 다른 항산화력의 지표인 총 flavonoid성 물질 함량은 naringin으로 표준 곡선을 구하여

계산하였다. 그 결과 무줄기 추출물(0.01%)은 0.417 mg/ml를 함유하고 있었고, 무뿌리 추출물(0.01%)은 0.009 mg/ml를 함유하고 있었다. 총 flavonoid성 물질은 무뿌리보다 무줄기 부분에 다량 함유되어 있었다.

TBARS(thiobarbituric acid reative substances)의 측정. 특정 카아보닐 화합물의 하나인 malonaldehyde가 2-thiobarbituric acid과 빨간색의 복합체를 형성하며, 이 빨간색의 강도는 malonaldehyde의 형성량과 밀접한 관계를 가지고 있다.²⁰⁾ Table 2에서 보는 것과 같이 TBA값은 천연 항산화제인 α -tocopherol(2.2%)과 상대적으로 비교하여 무줄기 추출물(1%)은 43%, 무뿌리 추출물(1%)은 61.5%를 나타냈다. 위의 3가지 항목을 살펴볼 때 무는 항산화제로서 이용 가능성이 충분한 것으로 판단되어 진다.

무의 여러가지 기능성을 조사한 결과 무의 부위에 따라 상이한 결과를 보였다. 이상의 생리활성 분석을 통하여 무 줄기를 이용한 숙취해소 및 항암기능 식품의 개발,²¹⁾ 무뿌리를 이용한 미백 기능 소재로의 개발 가능성을 확인할 수 있었으며 향후 기능 성분의 순수 분리 정제를 통한 고기능성 소재에 대한 연구개발의 필요성이 대두되었다. 이상으로 무줄기를 이용한 가공식품으로서 무음료(숙취해소, 항암), 무식초(항암), 무스넥(숙취해소, 항암), 미백 화장품 등의 응용제품과 무뿌리를 이용한 항산화 식품과 기능성 화장품 등의 개발 가능성이 시사되었다. 무의 에탄올 추출물의 항암 활성에 대한 보고²²⁾에서도 무의 사용부위에 따라 상이한 결과를 보였다는 점에서 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농협중앙회 채소부의 연구비 지원(2002-2003년)에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

- Jung, D. H. (1998) In *Biological Efficacy of Food*, Seonjin Munwhasa, Seoul, pp. 72-74.
- Yim, H. B., Lee, G. and Chae, H. J. (2004) Cytotoxicity of ethanol extract of *Raphanuse sativus* on human lung cancer cell lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 287-290.
- Lee, S. H., Park, J. S., Kim, S. Y., Kim, J. J. and Chung, S. R. (1998) Inhibitory components on tyrosinase activity from the bark of *Paeonia moutan*. *Yakhak Hoeji* **42**, 353-358.
- An, S. W., Kim, Y. G., Kim, M. H., Lee, B. I., Lee, S. H., Kwon, H. I., Hwang, B. and Lee, H. Y. (1999) Comparison of hepatic detoxification activity and reducing serum alcohol concentration of *Hovenia dulcis* THUNB and *Alnus japonica* steud. *Korean J. Med. Corp Sci.* **7**, 263-268.
- Halliwell, G. H. and Gutteridge, J. M. C. (1990) Role of free radical and catalytic metal ions in human disease: An overview. *Methods Enzymol.* **186**, 1-85.
- Moon, J. H. and Park, K. H. (1995) Functional components and physiological activity of tea. *J. Korean Tea Soc.* **1**, 175-191.
- Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H. and Kawakishi, S.

- (1995) The contribution of plant food antioxidants to human health. *Trends Food Sci.* **6**, 75-82.
8. Brancu, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**, 59-63.
 9. Farag, R. S., Badei, A. Z. M. A., Hewedi, F. M. and El-Baroty, G. S. A. (1989) Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidant in aqueous media. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **66**, 792-798.
 10. Hering, V. J. and Jimenez, M. (1987) Mammalian tyrosinase the critical regulatory control point in melanocyte pigment. *Int. J. Biochem.* **19**, 1141-1149.
 11. Lebsack, M. E., Petersen, D. R. and Collus, A. C. (1976) Preferential inhibition of the low Km aldehyde dehydrogenase activity by pargyline. *Biochem. Pharmac.* **26**, 1151-1154.
 12. Rhee, K. S., Ziprin, Y. A. and Rhee, K. C. (1981) Antioxidant activity of methanolic extracts of various oilseed protein ingredient. *J. Food. Sci.* **46**, 75-81.
 13. Buege, J. A. and Aust, S. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-310.
 14. Kim, J. K., Cha, W. S., Park, J. H., Oh, S. L., Cho, Y. J., Chun, S. S. and Choi, C. (1997) Inhibitory effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 173-177.
 15. Lee, S. H., Kim, S. Y., Kim, J. J., Jang, T. S. and Chung, S. R. (1999) The isolation of the inhibitory constituents on melanin polymer formation from the leaves of *Cercis chinensis*. *Korean J. Pharmacogn.* **30**, 397-403.
 16. Seo, J. S. (1998) Alcohol metabolism and nutritional effects. *Food Ind. Nutr.* **4**, 13-19.
 17. Kim, S. K., Lee, Y. C., Suh, K. G. and Choi, H. S. (2001) Acetaldehyde dehydrogenase activator from persimmon and its processed foods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 954-958.
 18. Tsukamoto, S., Muto, T., Nagoya, T., Shimamura, M., Saito, M. and Tainaka, H. (1989) Determination of ethanol, acetaldehyde and acetate in blood and urine during alcohol oxidation in man. *Alcohol Alcoholism* **30**, 101-108.

***In vitro* Biological Activity Assay of Ethanol Extract of Radish**

Minsuk Jung¹, Gunsoon Lee² and Hee Jeong Chae^{1,*} (¹Department of Food and Biotechnology and Department of Innovative Industrial Technology, Hoseo University, Asan 336-795, Korea; ²Department of Rural Living Science, Korea National Agricultural College, Hwasung 445-893, Korea)

Abstract: *In vitro* biological activities of ethanol extract of radish including whitening, hangover removal, antimicrobial and antioxidant activities were analyzed. For whitening activity assay, tyrosinase inhibition rate was measured as IC₅₀ (50% inhibitory concentration). The IC₅₀ values of radish trunk and root extracts were estimated as 0.9 mg/ml and 2.1 mg/ml, respectively. Radish trunk extract showed 2.5-fold tyrosinase inhibition activity of radish root extract, however, there was no significant difference according to radish species. By alcohol dehydrogenase (ADH) activity assay as a hangover removal activity assay, radish trunk extract (2.5 mg/ml) and root extracts (8 mg/ml) showed 150% activation of ADH. TBA values of radish trunk and root extracts (1% of each) were 43-61% level of α -tocopherol (2.2%). From the analysis of *in vitro* biological activities of radish, it was suggested that radish could be used in functional food or cosmetics containing hangover removal, whitening and antioxidant activities.

Key words: radish, whitening activity, hangover removal, antioxidant activity

*Corresponding author