J East Asian Soc Dietary Life
23(5): 645~653 (2013)

전처리방법에 따른 맥문동 열수 추출물의 항산화성과 관능 특성

양 미 옥†

원광디지털대학교 한방건강학과

Antioxidant and Sensory Properties of Hot Water Extract of *Liriope* Tubers treated at Various Preprocess

Mi-Ok Yang†

Dept. of Oriental Medicine & Healthcare, Wonkwang Digital University, Jeonbuk 570-749, Korea

Abstract

The results of examining total soluble solid, reducing sugar, antioxidant and sensory properties regarding LTD (*Liriope* Tuber Dried), LTSD (*Liriope* Tuber Steamed and Dried), LTASD (*Liriope* Tuber Alcohol-Steamed and Dried), LTDR (LTD Roasted), LTSDR (LTSD Roasted) and LTASDR (LTASD Roasted) are as follows : Total soluble solid content of the roasted samples (LTDR, LTSDR and LTASDR) was more than those of all dried samples (LTD, LTSD and LTASD). According to roasting conditions, total sugar and reducing sugar are significantly greater than the raw and dried sample (LTD) in all heat-treated samples. The browning index was significantly higher in all roasted samples. In particular, LTASDR had a high browning index. Further, the antioxidative activity of the roasted LT samples were higher than that of all dried LT samples. In particular, the LTASDR sample showed significantly high figures in DPPH scavenging activity, ABTS scavenging activity, Nitrite scavenging activity and xanthine oxidase inhibitory activity. Sensory properties showed an increased acceptance in all evaluation items among roasted samples. In this study, hot water extracts of steamed or alcohol-steamed roasted LT samples had a higher antioxidative effect than that of LTD or LTDR and attained positive results by getting high scores in the overall sensory evaluation. Therefore, when using *Liriope* tuber in making beverages or herbal recipes, it is appropriate to dry and roast before steaming or spreading with alcohol when treating LT.

Key words : *Liriope* tubers, antioxidant property, hot water extract, sensory characteristics.

서 론

맥문동(麥門冬)(*Liriope platyphylla* Wang et Tang)은 백합과에 속하고, 여러 해살이 풀로서 '맥동(麥冬)'이라고도 하며, 덩이뿌리를 이용한다(김 등 1997). *Liriope* 속 맥문동(*Liriope platyphylla* Wang et Tang)과 *Ophiopogon* 속 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* Ker-Gawler) 등 유사한 식물이 분포하는데, Park & Geon(2003)은 뿌리 팽대부를 조사한 결과, *Liriope* 속에는 근모(根毛)가 존재하지 않고, *Ophiopogon* 속은 근모가 발달하여 있으므로 내부 구조적으로 속 간에 특징적인 차이가 있음을 확인하였다.

맥문동의 성미(性味)와 효능을 허준(2001)의 〈동의보감〉에서는 "성질이 약간 차고 (일설에는 平하다고 함) 맛이 달며 독이 없다. 허로(虛勞)로 인한 객열(客熱)로 입이 마르고 갈증이 있는 것을 주치(主治)하며, 폐위(肺痿)로 인한 토농(吐膿)을 다스리고, 열독(熱毒)으로 인해 몸이 검고 눈이 노래지는 것을 치료하며, 심장을 보익하고 폐장을 서늘하게 하여 정신을 보전하고 맥기(脈氣)를 안정되게 한다."라고 하였다.

맥문동은 식품공전 내용 중 식품에 제한적으로 사용할 수 있는 원료의 목록에 수록되어 있어, 식품제조·가공에서 부원료로서 사용할 수 있는 식물 중 하나이다(식품의약품안전처 2013). 사포닌을 주성분으로 함유하고 있는 식물로서, 주요 생리 활성성분은 steroidal saponin(spicatoside와 ophiopogonin 등)과 homoisoflavonoid, 그 외 β-sitosterol, stigmasterol, oligosaccharide, polysaccharide이다(박종철 2002, 한국생약학교수협의회 2008, Shin JS 2002).

맥문동에 관련된 연구는 영양특성 및 생리기능성(Kim *et al* 2001, Seo & Kim 2010, Song *et al* 2011, Lee *et al* 2012), 사포닌 성분 분석(Shin JS 2002), 항산화력과 항균력(Lee *et al* 2009c)에 대한 결과가 보고되었으며, 약리학적인 효능을 중심으로 Roh *et al*(2008)은 항염증 효과, Park *et al*(2007)은 면역조절 효과를 확인하였다. Jung *et al*(2003)은 맥문동 추출물로부터 기아 stress로 유발된 생쥐의 혈중 corticosterone 농도가 감소됨에 따라 기아 stress 감소 효과를 확인하였고, Baek

† **Corresponding author** : Mi-Ok Yang, Tel : +82-70-7730-0028, Fax : +82-63-843-2856, E-mail : miokyang@wdu.ac.kr

et al(1998)은 스테로이드 사포닌의 항암활성 분석을 통하여 맥문동 괴근의 암세포 생장억제 활성이 높았으며, spicatoside A가 암세포에 대한 생장억제 활성이 가장 높았다고 보고하였다. Rhee & An(2003)은 맥문동 열수 추출물의 사염화탄소로 유발된 흰쥐의 간 손상에 대한 보호 효과를 규명하였다. Seong *et al*(1995)은 수확시기에 따른 맥문동 괴근의 수량과 전당함량을 조사하여 적정 수확 시기와 시기별 성분변이를 밝혀내었다. 맥문동을 이용한 가공제품 개발과 관련하여 발효음료(Kim *et al* 2000), 인삼정과(Lee *et al* 2010), 바게트 빵(Lee *et al* 2004)의 품질 특성에 대한 연구 보고가 있었다.

맥문동을 음료나 식품으로 개발하기 위해 다양한 추출조건에 대한 연구가 이루어지고 있는데, Lee *et al*(2009a)은 맥문동을 각각 생, 건조, 볶음 처리하여 품질 특성을 분석한 결과, 유용성분을 최대한 활용하기 위해서는 추출시간의 단축과 기호도가 높아지는 특징으로 인해 볶음 처리한 맥문동을 가공제품으로 개발해야 한다는 결과를 얻었다. Bae *et al*(2010)은 로스팅 조건을 달리하여 맥문동 열수 추출물의 이화학적인 특징과 기호도 조사를 하여 로스팅 처리 온도가 증가함에 따라 고형분, 총당, 조사포닌 함량과 DPPH 라디칼 소거능, superoxide anion 소거능, 아질산염소거능 및 총항산화능이 유의적으로 증가하였고, 로스팅한 맥문동이 로스팅하지 않은 맥문동의 열수 추출물에 비해 기호적으로 우수한 것으로 확인한 바 있다.

이상과 같이 추출조건에 대한 맥문동의 연구가 이루어지고 있는데, 다양한 전처리방법에 따른 품질 특성을 조사한 연구는 미미한 편이다.

문헌상 맥문동의 전처리방법으로는 예로부터 현대에 이르기까지 따뜻한 물에 씻거나 끓는 물에 불려서 심을 제거하거나, 술에 담갔다가 찹쌀에 버무려서 쪄서 쓰거나, 생강즙에 볶아서 쓰거나, 쌀과 함께 넣고 살짝 볶아서 쓰거나, 즙을 내서 고를 만들어 쓰거나 하는 등 30여 가지의 방법이 있다(葉 & 張 1999).

이에 본 연구에서는 맥문동의 맛과 기능성을 효율적으로 향상시키고 대중화할 수 있도록 쪄서 볶거나 술에 쪄서 볶는 전처리방법을 실험하여 검토해 보기로 하였다. 즉, 증숙 또는 주증 전처리를 한 맥문동의 다양한 성분함량, 항산화능과 관능적 특성을 실험함으로써 유효성분과 기호도가 높은 조건에서 맥문동을 음료나 약선 등 다양한 조리가공식품에 이용할 수 있도록 기초자료로서 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 맥문동은 2013년 4월 경상북도 밀양시 산내면 임고리 마을에서 수확한 맥문동 괴근을 구입하여 선별, 세척하였다. 시료는 생(生)것, 찐(蒸) 것, 술로 찐(酒蒸)것으로 처리하여 건조하였다. 건조시킨 맥문동을 각각 2등분하여 하나는 건조한 것을 그대로 두고, 나머지는 볶음 처리함으로써 건조한 것과 건조 후 볶은 것을 비교 실험하였다(Table 1).

2. 방법

1) 전처리 방법 및 열수 추출물의 제조

맥문동을 찌는 시간은 100℃에서 20분간이었으며, 주증처리에 사용된 청주는 예담((주)국순당, 알콜도수 13%)이며, 맥문동에 청주를 도포하여 청주 증기로 20분간 쪄내었다. 맥문동(生, 蒸, 酒蒸) 시료의 건조는 열풍 건조(DSD-170, 대성에너텍, 한국)로 60±5℃의 온도에서 24시간 건조하였다. 볶음 조건은 커피로스터(New I-1000, Torister, Korea)를 이용하여 각각의 건조 맥문동 시료 300 g을 150±3℃에서 15분간 볶았다. 시료액은 맥문동 시료 대비 10배의 증류수를 혼합하여 100℃에서 3시간 추출하여 열수 추출물로 제조하였다.

2) 가용성 고형물 함량 측정

맥문동 시료를 105℃ 상압가열 건조법(식품공전 2012)으로 측정하였고, 중량백분율 %(w/v)로 나타내었다.

3) 전당 및 환원당 함량 측정

Table 1. Formulas for preparation of samples with *Liriope* tubers

Samples[1)]	Condition			
	Steamed	Alcohol steamed	Dried	Roasted
LTD	−	−	○	−
LTDR	−	−	○	○
LTSD	○	−	○	−
LTSDR	○	−	○	○
LTASD	−	○	○	−
LTASDR	−	○	○	○

[1)] LTD : *Liriope* tubers → dried.
LTDR : *Liriope* tubers → dried → roasted.
LTSD : *Liriope* tubers → steamed → dried.
LTSDR : *Liriope* tubers → steamed → dried → roasted.
LTASD : *Liriope* tubers → alcohol steamed → dried.
LTASDR : *Liriope* tubers → alcohol steamed → dried → roasted.

전당은 시료액에 5% phenol 용액을 동량 넣고 교반하여 황산용액을 5배로 가하여 발열시켜 혼합하였다. 실온에 20분간 방치하고 분광광도계를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다(Dubois *et al* 1956). 환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS)법(Miller GL 1959)으로 측정하였다. DNS 시약은 dinitrosalicylic acid 10 g과 phenol 2 g을 1 L의 정량 플라스크에 넣고 1%의 sodium hydroxide 용액 1 L로 용해시켜 사용하였다. 시료를 50배로 희석하여 3 mL를 취하고, DNS 시약 3 mL와 40%의 Rochell salt 1 mL를 가한 후, 수욕 상에서 100℃에서 5분 동안 가열하였다. 이를 흐르는 수돗물에서 식힌 후 575 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 미리 정해진 검량선에서 환원당 함량을 산출하였다.

4) DPPH 법에 의한 항산화효과

DPPH 법에 의한 항산화효과는 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)를 사용한 항산화 활성 검정법(Naik *et al* 2004)으로 고형분 함량 5%로 조절한 시료 200 μL에 1.5×10^{-4} M DPPH methanol 용액 800 μL를 첨가한 후 10분간 실온에 방치하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도 대비 저해율(%)을 측정하였으며, 기존 항산화제인 BHA와 비교하였다. 이때 BHA는 0.005% 농도의 시료로 제조하여 사용하였다.

5) ABTS 법에 의한 항산화효과

ABTS 법에 의한 항산화효과는 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 최종 농도로 혼합하여 실온인 암소에서 24시간 방치하여 ABTS radical을 형성시킨 후 732 nm에서 흡광도 값이 0.70이 되게 PBS(pH 7.4) 용액으로 희석하였다. 희석된 용액 990 μL에 고형분 함량 5%의 시료 10 μL를 가하여 1분 동안 방치 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도 대비 저해율(%)을 측정하였으며, 기존 항산화제인 BHA와 비교하였다(Re *et al* 1999).

6) 아질산염 소거능

아질산염에 대한 소거능은 전 시료의 고형분을 5%로 조정하여 사용하였다. 아질산나트륨용액 1 mL에 시료 2 mL를 섞고 0.1 N 염산으로 pH 1.2로 조정하여 37℃에서 1시간 반응시키고, 초산과 Griess 시약을 혼합하여 15분간 방치한 다음, 540 nm에서 흡광도를 측정하여 아질산염 소거능을 확인하였다(Kato *et al* 1987, Kim *et al* 1987).

7) Xanthine Oxidase 저해 활성

Xanthine oxidase 저해 활성은 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)에 xanthine 2 mM을 녹인 기질액 3 mL, 고형분 5%의 시료 0.3 mL와 1 unit/mL의 xanthine oxidase를 0.1 mL 가하여 혼합하였다. 혼합물은 37℃에서 10분간 반응시키고 20% trichloroacetic acid(TCA) 1 mL를 가하여 반응을 종료시켰다. 반응 종료 후, 12,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 단백질을 제거하였으며, 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하여 저해율(%)을 구하였다(Marcocci *et al* 1994).

8) 색도 및 갈변도 측정

색도는 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하여 L(명도), a(+적색도), b(황색도) 값으로 나타내었다. 이때의 표준색의 L값은 97.83, a값은 −0.43, b값이 +1.98인 calibration plate를 사용하였다. 갈변도는 분광광도계(Uviline 9400, Schott, Germany)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9) 관능평가

관능적 특성은 맥문동 시료를 2%씩 넣고 30분간 열수 추출하여 방냉하고, 30℃ 부근에서 평가를 실시하였다. 20명의 관능평가원을 대상으로 색(color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 구수한 맛(tasty flavor), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대한 항목을 7점 채점법(김 과 구 2001)을 이용하여 7점으로 갈수록 기호도가 증가하는 것으로 평가하였다.

10) 통계처리

각 실험에서 얻은 실험결과는 SPSS ver 20.0 프로그램을 사용하여 통계처리 하였으며, 일원배치 분산분석 하였고, $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위 검정을 실시하여 유의적 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 가용성 고형물 함량

생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸)건조 맥문동(LTD, LTSD, LTASD)과 생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸)건조 볶음 맥문동(LTDR, LTSDR, LTASDR)의 가용성 고형물 함량은 Table 2와 같다. 건조 후 볶음 처리한 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)보다 가용성 고형분 함량이 유의적으로 많았다. 건조 맥문동 시료의 경우 유의적인 차이는 없었다. 볶음 맥문동 시료에서는 주증건조 볶음(LTASDR) 54.97%로 유의적으로 가장 수치가 높았다. 이러한 결과는 Lee *et al*(2009b)의 발아 벼차, Lee *et al*(1994)의 미숙보리, Ha *et al*(1999)의 찐백미 볶음과정에서 확인한 결과와 일치하였다. Ha *et al*(1999)은 찐백미의 볶음 시료의 가용성 고형분 함량

Table 2. Total soluble solid of *Liriope* tubers treated at various preprocess (g/100 mL)

Samples[1)]	Total soluble solid
LTD	45.47±1.34[2)a3)]
LTDR	54.61±1.77[bc]
LTSD	45.01±1.06[a]
LTSDR	52.55±0.57[b]
LTASD	46.06±0.98[a]
LTASDR	54.97±1.22[c]
F-value	1,599.05*

1) Refer to Table 1, 2) Mean ± S.D.
3) a~c Means in a column followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
* $p<0.05$.

Table 3. Total sugar and reducing sugar of *Liriope* tubers treated at various preprocess (unit : mg/g)

Samples[1)]	Total sugar	Reducing sugar
LTD	383.01±70.69[2)a3)]	36.25±1.71[a]
LTDR	527.74±43.71[c]	64.02±2.09[d]
LTSD	400.02±76.73[abc]	44.49±0.87[c]
LTSDR	498.70±88.53[c]	68.16±1.14[e]
LTASD	379.48±42.06[ab]	40.66±0.52[b]
LTASDR	521.83±58.37[c]	88.29±3.44[f]
F-value	442.37*	33.73*

1) Refer to Table 1, 2) Mean ± S.D.
3) a~f Means in a column followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
* $p<0.05$.

이 높은 이유를 가열 중에 일어나는 전분의 열분해 현상 및 물리 화학적인 변화에 의해 전분이 수용성 물질로 변화되기 때문이라고 설명하였다.

2. 전당 및 환원당 함량

시료의 전당과 환원당을 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 전당은 볶음 유무에 따라서 볶음 맥문동 시료에서 측정된 전당 함량이 유의적인 차이로 많았다. 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD) 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)의 경우에도 같은 경향이었다.

환원당은 모든 열처리한 시료가 생건조 시료(LTD)와 비교하여 유의적으로 함량이 많았으며, 특히 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 가장 많은 것으로 나타났다. Ha *et al*(1999)에 의하면 숭늉 제조 찐백미의 볶음 조건에 따른 환원당 측정에서 볶음 온도 180℃에서는 볶음 시간이 길어질수록 환원당 함량이 감소하였으나, 150, 200℃ 볶음 온도에서는 볶음시간이 길어질수록 환원당 함량이 증가하였다고 보고하여 본 실험에서의 결과와 일치하였다. 볶음 온도에 따라서 환원당 함량이 감소하는 이유는 유리당이나 환원성 말단을 가진 덱스트린 등이 Maillard 반응으로 소모되었기 때문이며, 반대로 일정온도에서 환원당의 함량이 증가하는 이유는 열분해로 인한 저분자량의 올리고당이나 덱스트린 등의 환원당 생성량이 소모되는 양보다 현저히 많기 때문이라고 생각된다. Bae *et al*(2010)은 로스팅 조건에 따른 맥문동의 총당과 환원당 함량 측정 결과, 로스팅 처리한 맥문동에서 총당과 환원당이 증가되는 경향을 확인하였으며, 본 실험의 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 로스팅 처리 시 가해지는 열에 의하여 올리고당을 구성하는 당의 일부 결합이 분해되고, 가열에 의한 수분의 증발로 인하여 수용성 물질의 추출이 용이하도록 맥문동 조직의 구조가 변화된 결과에 기인한다고 설명하였다.

3. DPPH 법에 의한 항산화효과

건조 맥문동과 볶음 맥문동 시료의 DPPH 라디칼 소거능의 결과는 Table 4와 같다. 전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 자유라디칼로서 항산화 활성을 지닌 성분이 라디칼을 환원시키는 능력이 크면 높은 항산화활성 능력을 지닌 것으로 기대할 수 있고, 인체 내 활성 라디칼에 의한 노화 등을 억제하는 척도로 이용할 수 있다(Choi WS 2012). 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)에 비하여 DPPH 라디칼 소거능이 높게 측정되었다. 각각 건조 맥문동과 볶음 맥문동 중에서는 생건조(LTD) 30.25%, 생건조 볶음(LTDR) 65.83%로 가장 낮은 값의 소거능을 보였고, 주증건조 볶음(LTASDR)이 91.48%로 가장 높은 소거 활성이 있는 것으로 확인되었다. 팥차(Song *et al* 2013)와 자색고구마(Cho & Joo 2012)의 실험에서도 볶음 시간의 증가에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가함을 확인하였고, 볶음처리 했을 때 항산화성분과 항산화 활성이 증가한다고 하여 본 실험의 결과와도 일치하였다.

4. ABTS 법에 의한 항산화효과

전처리방법을 달리하여 제조한 맥문동 시료의 ABTS 라디칼 소거능은 Tabe 4와 같이 생건조 맥문동(LTD)이 24.58%로 가장 낮은 소거 활성이 있었으며, 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 49.72%로 가장 높은 수치를 나타내었다. 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)와 비교하여 볶음 맥문동 시료

Table 4. Antioxidative activity of hot water extract from *Liriope* tubers treated at various preprocess (%)

Samples[1)]	DPPH scavenging activity	ABTS scavenging activity	Nitrite scavenging activity	Xanthine oxidase inhibitory activity
LTD	30.25±12.53[2)a3)]	24.58±6.84[a]	43.71±2.04[a]	7.71±1.30[2)a3)]
LTDR	65.83±13.27[ab]	35.32±6.19[b]	55.88±5.73[b]	30.50±0.68[b]
LTSD	69.50±8.98[bc]	31.83±5.13[b]	42.40±2.49[a]	11.11±1.62[a]
LTSDR	87.65±0.89[d]	41.34±7.21[c]	61.11±5.26[b]	40.38±1.74[c]
LTASD	42.69±13.45[cd]	41.89±4.74[c]	42.52±0.17[a]	14.64±4.87[a]
LTASDR	91.48±11.23[d]	49.72±6.24[d]	77.45±1.39[c]	51.09±5.91[c]
F-value	56.89*	155.88*	306.34*	32.17*

1) Refer to Table 1, 2) Mean ± S.D.
3) a~d Means in a column followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
* $p<0.05$.

(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 유의적으로 높은 ABTs 라디칼 소거능이 있음을 확인하였다. Song *et al*(2010)은 무처리보다는 가압 볶음 처리한 무말랭이 열수 추출물의 라디칼 소거 효과가 높아졌으며, 이는 볶음 과정에서 유효성분이 증가하거나 새로운 유효성분이 생성된 것으로 설명하였다.

5. 아질산염 소거능

생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸)건조 맥문동(LTD, LTSD, LTASD)과 생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸)건조 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)의 아질산염 소거능은 Table 4에 나타내었다. 아질산염(nitrite)은 발암에 관련된 물질로 독성을 가지고 있고, nitrate도 체내·외에서 효소작용에 의해 nitrite로 환원되기 때문에 일정농도 이상 섭취할 경우, 식품 내의 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하고, 또한 혈액 중의 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 methemoglobin증 등 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있다(Park *et al* 2012). 아질산염은 식품의 조리·가공·저장 중에 볼 수 있는 Maillard 반응의 중간 생성물에 의해 소거될 수 있다. 시료의 볶음 유무에 따라 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)에 비해 유의적으로 아질산염 소거능이 높게 측정되었다. 건조 맥문동 시료 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 볶음 맥문동 시료는 생건조 볶음(LTDR) 55.88%, 증건조 볶음(LTSDR) 61.11%, 주증건조 볶음(LTASDR) 77.45% 순으로 소거능이 증가하였다. 특히 주증건조 볶음 시료(LTASDR)는 주증건조 시료(LTASD)에 비해 1.8배의 높은 소거능이 있었다. Bae *et al*(2010)은 맥문동의 로스팅 조건에 따른 아질산염의 소거능 실험에서 열처리하지 않은 시료보다 로스팅 온도가 증가함에 따라 소거능이 증가되는 것을 확인하였고, 본 실험의 결과와도 일치하였다.

6. Xanthine Oxidase 저해 활성

건조 맥문동과 볶음 맥문동 시료의 Xanthine oxidase(XOase) 저해 활성의 결과는 Table 4와 같다. XOase는 생체 내 퓨린 대사에 관여하며, xanthine을 기질로 하여 요산을 형성하는 과정에서 superoxide radical을 생성하는 효소이다. XOase의 저해는 통풍의 완화, 항산화, 항암작용 등 생물학적으로 중요하다(Jung *et al* 2013). XOase의 저해활성은 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)에 비하여 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 유의적으로 높았다. 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)는 생건조(LTD) 7.71%, 증건조(LTSD) 11.11%, 주증건조(LTASD) 14.64% 순으로 저해 활성이 높았고, 볶음 맥문동 시료는 생건조(LTDR) 30.50%, 증건조(LTSDR) 40.38%, 주증건조(LTASDR) 51.09% 순으로 높았다. 특히, 주증건조 볶음 시료(LTASDR)는 생건조 시료(LTD)와 비교하여 6.6배, 주증건조 시료(LTASD)에 비하여 3.4배 높은 값으로 나타났다.

이상의 항산화 활성 실험을 통해서 모든 건조 맥문동 시료에 비하여 볶음 맥문동 시료의 항산화 활성이 높게 측정되었으며, 특히 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 DPPH 라디칼 소거능, ABTs 라디칼 소거능, 아질산염 소거능, XOase 저해 활성에 있어서 월등히 높은 수치를 나타내었다. Shin & Ahn (2000)에 의하면 Maillard형 효소적 갈색화 반응 생성물의 항산화성은 별도로 첨가한 항산화제로서가 아니라, 식품 제조 시 사용되는 재료들 간의 반응에 의해서 얻어지는 효과에 의한 것이라고 하였다. 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 생건조 맥문동(LTD)의 열수 추출물에 비하여 항산화 효과가 대체적으로 유의적으로 높게 측정된 결과는 술로 찌고, 볶는

과정 중에 갈변물질이 더 많이 생성되었고, 수용성 성분 추출이 용이하도록 조직이 변화된 결과로 사료된다.

7. 색도 및 갈변도

맥문동 시료의 색도와 갈변도는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값은 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)에서는 91.8~92.4로 유의적인 차이가 없었으며, 볶음 맥문동 시료에서는 주증건조 볶음(LTASDR)이 78.4로 유의적으로 가장 낮은 수치를 나타내었고, 증건조 볶음(LTSDR) 85.7, 생건조 볶음(LTDR) 86.2로 유의적인 차이는 없었다.

적색도를 나타내는 a값은 볶음 처리를 함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 주증건조 볶음(LTASDR)은 유의적으로 가장 높은 적색도를 나타내었다. 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD) 간에는 유의적인 차이가 없었다.

황색도를 나타내는 b값은 a값과 마찬가지로 볶음 처리를 함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 주증건조 볶음(LTASDR)은 유의적으로 가장 높은 황색도를 나타내었다. 또한 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD) 간에도 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 Bae *et al*(2010)은 로스팅 온도가 높아짐에 따라 명도의 감소, 적색도와 황색도의 증가를 확인하였으며, 건조 맥문동 시료와 볶음 맥문동에서 측정한 색도 실험 결과와 경향이 일치하였다.

갈변도는 볶음 처리를 함에 따라 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 특히 주증건조 볶음(LTASDR)의 갈변도가 높았는데, 주증(酒蒸)할 때에 이용된 청주에 함유되어 있는 당이 맥문동에 흡수되었고, 이에 따라 갈변도가 높아졌을 뿐 아니라 항산화와 관련된 갈색 반응이 더 활발하게 일어나고, Maillard 반응의 중간생성물이 증가되어 여러 가지 항산화 효과 실험에 영향을 미친 것으로 생각된다(Shin & Ahn 2000). Bae *et al*(2010)은 맥문동의 로스팅 조건에 따라 생성되는 갈색도의 변화와 아질산염의 소거작용과의 상관관계에서 높은 상관계수를 보여 갈변물질이 많을수록 아질산염의 소거능이 높다고 하였다. 본 실험 결과에서도 갈변도(주증건조 볶음(LTASDR, 1.808) > 증건조 볶음(LTSDR, 1.064) > 생건조 볶음(LTDR, 1.024)과 아질산염 소거능(주증건조 볶음(LTASDR, 77.45%) > 증건조 볶음(LTSDR, 61.11%) > 생건조 볶음(LTDR, 55.88%)의 순위가 같은 경향으로 측정됨으로써 갈변도와 항산화성과의 관련성을 확인하였다.

8. 관능평가

맥문동 시료 열수 추출액의 색(color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 구수한 맛(tasty flavor), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대한 항목에 대해서 관능 평가한 결과는 Table 6에 나타내었다. 맥문동 시료를 시음한 결과, 모든 평가 항목에서 전체적으로 볶음처리를 함에 따라 유의적으로 기호도가 향상되었다. 색에 있어서 Ryu *et al*(1997)은 볶음처리 둥굴레 차에서 Hunter's color a값인 적색도가 가장 높은 경우 관능적 기호도가 높게 측정되었다고 하였으며, 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 가장 높은 점수를 얻음으로써 둥굴레 차의 실험결과와 유사함을 알 수 있었다. 커피나 보리차와 같은 차(茶)류의 고유한 향미와 색을 얻기 위해 볶음 과정은 반드시 거쳐야 하는 가공과정이며(Ryu *et al* 1997), 색, 향미, 단맛, 구수한 맛에 대한 관능평가 항목에 중요한 요인으로 작용하게 된다. Hong *et al*(1998)은 볶음처리에 따른 치커리의 관능평가에서 볶음이 진행됨에 따라 기호도가 증가되었으나, 고온에서 장시간 볶음 시에는 기호도가 떨어져 170℃에서 30분 이상의 조건에서는 오히려 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 볶음 맥문동 시료에 대한 전체적인 기호도

Table 5. Hunter's color value and browning index of hot water extract from *Liriope* tubers treated at various preprocess

Samples[1)]	L	a	b	Browning index
LTD	91.8±0.35[2)c3)]	−3.6±0.02[a]	9.6±1.16[a]	0.181±0.00[c]
LTDR	86.2±1.01[b]	−2.3±0.02[b]	29.8±1.08[b]	1.024±0.01[d]
LTSD	92.2±0.21[c]	−4.0±0.01[a]	9.3±0.70[a]	0.160±0.00[a]
LTSDR	85.7±0.46[b]	−2.0±0.03[b]	27.3±1.49[b]	1.064±0.01[e]
LTASD	92.4±0.32[c]	−3.7±0.04[a]	8.5±0.76[a]	0.169±0.00[b]
LTASDR	78.4±1.25[a]	2.5±0.04[c]	48.7±4.23[c]	1.808±0.01[e]
F-value	4,210.90*	69.33*	26.79*	39.40*

1) Refer to Table 1, 2) Mean ± S.D.
3) a~e Means in a column followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
* $p<0.05$.

Table 6. Sensory characteristics of hot water extract from *Liriope* tubers treated at various preprocess

Sample[2)]	Sensory characteristics[1)]				
	Color	Flavor	Taste		Overall acceptance
			Sweetness	Tasty flavor	
LTD	3.27±1.39[3)a4)]	2.86±1.25[a]	2.86±1.28[a]	3.05±1.40[a]	3.27±1.55[a]
LTDR	5.23±1.11[b]	4.32±1.29[b]	4.09±1.19[b]	4.73±1.20[b]	4.36±1.59[b]
LTSD	3.05±1.33[a]	3.09±1.27[a]	3.55±1.53[a]	3.00±1.45[a]	3.68±1.49[a]
LTSDR	4.64±1.22[b]	4.59±1.40[b]	5.18±1.05[b]	4.68±1.21[b]	5.27±1.08[b]
LTASD	3.18±1.14[a]	3.25±1.17[a]	3.91±1.51[b]	2.98±1.12[a]	3.55±1.26[a]
LTASDR	5.41±1.30[b]	4.73±1.39[b]	4.86±0.99[b]	4.95±1.33[b]	4.50±1.95[b]
F-value	16.63*	8.99*	9.77*	12.71*	5.34*

1) 7-point hedonic scale(1: dislike extremely, 7: like extremely), 2) Refer to Table 1, 3) Mean ± S.D.
4) a~b Means in a column followed by different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
* $p<0.05$.

평가는 유의적인 차이는 아니었지만 증건조 볶음(LTSDR)이 가장 높은 점수를 받았고, 주증건조 볶음(LTASDR), 생건조 볶음(LTDR) 맥문동 순이었다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)보다는 관능평가의 모든 항목에서 높은 점수를 얻었고, 찌거나(LTSDR), 술로 쪄서 볶는(LTASDR) 전처리방법을 선호함으로써 맥문동을 음료나 약선을 비롯한 다양한 가공식품에 응용하기 위해서는 찌거나 볶는 과정을 반드시 거쳐야 될 것으로 판단된다.

요 약

생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸) 건조 맥문동(LTD, LTSD, LTASD)과 생(生), 증(蒸), 주증(酒蒸) 건조 볶음 맥문동 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)의 가용성 고형물, 전당, 환원당과 항산화 효과, 관능평가를 실시한 결과는 다음과 같았다.

가용성 고형분 함량은 건조 후 볶음 처리한 시료(LTDR, LTSDR, LTASDR)가 모든 건조 맥문동 시료(LTD, LTSD, LTASD)보다 많았다. 전당과 환원당은 볶음 유무에 따라서 모든 열처리한 시료가 생건조 시료(LTD)와 비교하여 유의적으로 함량이 많았으며, 환원당은 특히 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 가장 많은 것으로 나타났다. 일정온도에서 환원당의 함량이 증가하는 이유는 열분해로 인한 저분자량의 올리고당이나 덱스트린 등의 환원당 생성량이 소모되는 양보다 현저히 많기 때문이다. 갈변도는 볶음 처리를 함에 따라 모든 볶음 맥문동 시료가 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 특히 주증 건조볶음(LTASDR)의 갈변도가 높았는데, 주증(酒蒸)할 때에 이용된 청주에 함유되어 있는 당이 맥문동에 흡수되었고, 이에 따라 갈변도가 높아졌을 뿐 아니라, 항산화와 관련된 갈색 반응이 더 활발하게 일어나고, Maillard 반응의 중간 생성물이 증가되어 여러 가지 항산화 효과가 나타났다.

항산화 활성 실험에서도 모든 건조 맥문동에 비하여 볶음 맥문동 시료의 항산화 활성이 높게 측정되었으며, 특히 주증 건조 볶음 시료(LTASDR)가 DPPH 라디칼 소거능, ABTs 라디칼 소거능, 아질산염 소거능, XOase 저해활성에 있어서 월등히 높은 수치를 나타내었다. 주증건조 볶음 시료(LTASDR)가 생건조 맥문동(LTD)의 열수 추출물에 비하여 항산화 효과가 대체적으로 유의적으로 높게 측정된 결과는 술로 찌고, 볶는 과정 중에 갈변물질이 더 많이 생성되었고, 수용성 성분 추출이 용이하도록 조직이 변화된 결과로 사료된다.

색(color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 구수한 맛(tasty flavor), 전반적인 기호도(overall acceptance)는 전체적으로 볶음 처리를 함에 따라 유의적인 차이로 기호도가 향상되었으며, 볶음 처리한 시료 간에는 유의적인 차이가 없었다.

본 연구를 통해 찌거나 주증 처리하여 볶은 맥문동 시료의 열수 추출물이 생건조 맥문동(LTD)이나 생건조 볶음 맥문동(LTDR)에 비해 항산화성이 높게 측정되었음을 확인하였고, 전체적인 관능평가에 있어서 높은 점수를 받음으로써 기능성이나 맛에 있어서 긍정적인 결과를 얻었다. 그러므로 맥문동을 음료나 약선 등에 활용할 때에 맥문동의 전처리는 건조만하여 추출하기 보다는 찌거나 술을 도포하여 찐 다음 건조하여 볶는 방법이 적합한 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 원광디지털대학교의 교비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

김우정, 구경형 (2001) 식품관능검사법. 효일출판사, 서울. pp 95-119.

김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1997) 중약대사전 Ⅰ. The encyclopedia of oriental herbal medicine. 도서출판 정담, 서울. pp 1262-1269.

박종철 (2002) 기능성 식품의 천연물 과학. 도서출판 효일, 서울. pp 52-53.

葉定江, 張世新 主編 (1999) 중약포제학 (中藥炮製學). 인민위생출판사, 북경. pp 313-315.

식품공전 (2012) 식품공전 2. 한국식품산업협회, 서울. p 3.

식품의약품안전처 (2013) 식품공전. 식품의약품안전처, 청원. p 2-1-6.

한국생약학교수협의회 건강기능성식품 교재편찬위원회 (2008) 건강기능성식품. 도서출판 동명사, 파주. pp 408-409.

허준 (2001) 精校 東醫寶鑑. 도서출판 한미의학, 서울. p 1173.

Bae KM, Park SH, Jung KH, Kim MJ, Hong SH, Song YO, Lee HS (2010) Effects of roasting conditions on physicochemical properties and sensory properties of *Liriopis* tuber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1503-1508.

Baek NI, Cho SJ, Bang MH, Lee IJ, Park CG, Kim MS, Kim KS, Sung JD (1998) Cytotoxicity of steroid-saponins from the tuber of *Liriope platyphylla* W.T. *J Korean Soc Agric Chem Biotech* 41: 390-394.

Cho KM, Joo OS (2012) Enhances antioxidant effect of purple sweet potato by roasting. *Korean J Food Preserv* 19: 735-743.

Choi WS (2012) Development of functional beverage using yam (*Dioscorea opposita* Thunb.). *Food Industry and Nutrition* 17: 20-22.

Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Revers PA, Smith F (1956) Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal Chem* 28: 350-352.

Ha TY, Chun HS, Lee C, Kim YH, Han O (1999) Changes in physicochemical properties of steamed rice for *soonneung* during roasting. *Korean J Food Sci Technol* 31: 171-175.

Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH (1998) Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Korean J Food Sci Technol* 30: 413-418.

Jung MH, Lee SS, Park SH, Hwang HJ (2013) The antioxidative effect of ethanol extracts from *Lithospermum erythrorhizon* Siebold & Zucc., *Xanthium strumarium* Linn and *Lonicera japonica*. *J Life Sci* 23: 643-649.

Jung MH, Yoon JM, Lee TH (2003) Effect of *Liriopis* tuber on the change of corticosterone in mice induced by starvation stress. *Korean J Herbology* 18: 279-287.

Kato H, Lee IE, Cheyen NV, Kim SB, Hayse F (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1339.

Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Kim SB, Park YH (1987) Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. 1. Nitrite scavenging effect of vegetable extracts. *Bull Korean Fish Soc* 20: 463-468.

Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Kim MK, Park IK (2000) Major chemical components in fermented beverages of *Liriopis* tuber. *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 281-287.

Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Kim ID, Youn KS (2001) General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriopis* tuber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 20-24.

Lee GD, Kim JO, Son JH, Kim HY (2012) Monitoring on physicochemical properties of *Liriope platyphylla* by the use of four dimentional response surface. *Korean J Food Preserv* 19: 560-568.

Lee KS, Kim GH, Seong BJ, Kim HH, Song MR, Kim MR, Lee GH (2010) Physiochemical characteristics of ginseng *jungkwa* produced with hot-water extract from *maegmundong* (*Liriope platyphylla* tubers). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1819-1825.

Lee KS, Kim GH, Kim HH, Choi JW, Lee HC, Song MR, Kim MR, Lee GH (2009a) Physiochemical characteristics of *Liriope platyphylla* tubers by drying process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1104-1110.

Lee SH, Lee YR, Hwang IG, Woo KS, Kim KH, Kim KJ, Jeong HS (2009b) Antioxidant activities and quality characteristics of germinated rough rice tea according to roasting temperature, time and leaching condition. *J Food Sci Technol* 41: 386-391.

Lee SK, Park JH, Kim YT (2009c) A study on the antioxidation and antimicrobial effect of *megmoondong* (*Liriope platyphylla* Wang et Tang) water extracts. *Korean J Food & Nutr* 22: 279-285.

Lee YK, Lee MY, Kim SD (2004) Quality characteristics and dietary effect of baguette bread added with water extracts of *Liriopis* tuber on the blood glucose and serum cholesterol in diabetes induced rats. *J East Asian Soc Dietary Life* 14: 275-282.

Lee YT, Seog HM, Kim SS, Kim KT, Hong HD (1994) Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. *Korean J Food Sci Technol* 26: 336-342.

Marcocci L, Packer L, Droy-Lefaix MT, Sekaki A, Gardes-Albert M (1994) Antioxidant action of *Ginko biloba* extract Egb 761. *Methods Enzymol* 234: 462-475.

Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.

Naik GH, Priyadarsini KI, Naik DB, Gangabhagirathi R, Mohan H (2004) Studies on the aqueous extract of terminalia-chebula as a potent antioxidant and a probable radioprotector. *Phytomedicine* 20: 530-538.

Park JH, Geon DG (2003) Pharmacognostical studies on the chines crude drug *megmoondong*. *Korean J Pharmacogn* 34: 6-9.

Park SD, Lee GH, Lee YS, Kwon YK, Park JH, Choi SM, Shin SW (2007) Comparison of immunomodualtory effects of water-extracted *Adenophorae* radix, *Liriopis* tuber, *Dendrobii* Herba, *Polygonati odorati* Rhizoma and *Polygonati* Rhizoma. *Korean J Oriental & Pathology* 21: 414-424.

Park SJ, Yoo SM, Kim YE (2012) Nutritional characteristics and screening of biological activity of cultured wild ginseng roots. *Korean J Food & Nutr* 25: 729-736.

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 Radic Biol Med* 26: 1231-1237.

Rhee IJ, An JY (2003) Hepatoprotective effects of water extract of *Liriopis* tuber on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Korean J Pharmacogn* 34: 166-171.

Roh SS, Choi HS, Kim DH, Seo YB (2008) Studies of anti-inflammation of *Liriopis* tuber to autoimmune diabetes in NOD mice. *Korean J Oriental & Pathology* 22: 766-770.

Ryu KC, Chung HW, Kim KT, Kwon JH (1997) Opimization of roasting condition for high quality *Polygonatum odoratum* tea. *Korean J Food Sci Technol* 29: 776-783.

Seo SJ, Kim NW (2010) Physiological activities of leaf and root extracts from *Liriope platyphylla*. *Korean J Food Preserv* 17: 123-130.

Seong JD, Park YJ, Kim HY, Suh HS, Han KS (1995) Changes of tuber yield and total sugar content by different harvesting dates in *Liriope platyphylla* Wand et Tag. *Korean J Medicinal Crop Sci* 3: 56-60.

Shin JS (2002) Saponin composition of *Liriope platyphylla* and *Ophiopogon japonicus*. *Korean J Crop Sci* 47: 236-239.

Shin MJ, Ahn MS (2000) A study on the antioxidant activity of products of caramel-type-browning reaction. *Korean J Soc Food Sci* 16: 629-639.

Song JH, Kang MG, Kim NM, Lee JS (2011) Nutritional and physiological functionalities of *Liriope* tuber (Cheongsim and *Liriope* tuber No.1). *Korean J Medicinal Crop Sci* 19: 478-483.

Song SB, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Woo KS (2013) Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of *adzuki* bean and *adzuki* bean tea depending on the variety and roasting time. *J Food Sci Technol* 45: 317-324.

Song YB, Choi JS, Lee JE, Noh JS (2010) The antioxidant effect of hot water extract from the dried radish (*Raphanus sativus* L.) with pressurized roasting. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1179-1186.

접 수: 2013년 09월 11일
최종수정: 2013년 10월 28일
채 택: 2013년 10월 31일