맹종죽잎차의 성분 분석 및 항산화 활성

인만진¹ · 박민경¹ · 김소영² · 채희정² · 채문환³ · 손진⁴ · 지호선⁵ · 한광식⁵ · 김동청^{1*}

¹청운대학교 식품영양학과 및 국제 바이오건강과학연구소, ²호서대학교 식품생물공학과,

³거제시 농업기술센터, ⁴한국해양과학기술진흥원, ⁵(사)지역특화자원사업화연구센터

Composition Analysis and Antioxidative Activity of Maengjong-juk (*Phyllostachys pubescence*) Leaves Tea

Man-Jin In¹, Min-Kyung Park¹, Soyoung Kim², Hee Jeong Chae², Moon-Whoan Chae³, Jin Sone⁴, Ho-Seon Ji⁵, Kwang-Sik Han⁵, and Dong Chung Kim^{1*}

¹Department of Human Nutrition and Food Science, International Institute of Bio and Health Science, Chungwoon University, Hongseong 350-701, Korea

²Department of Food and Biotechnology, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

³Geoje-City Agricultural Technology Center, Geoje 656-720, Korea

⁴Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion, Seoul 137-941, Korea

⁵Regional Resource Business Center, Seoul 121-270, Korea

Received May 7, 2010; Accepted May 17, 2010

A Maengjong-juk (*Phyllostachys pubescence*) leaves tea was prepared by using a series of drying/roasting and rolling processes. The produced tea contained abundant dietary fibers (60.42%), β -carotenes (7.9 mg RE%), and calcium (437.1 mg%). Also the polyphenol content (155.33 μ g/g-tea) and DPPH free radical scavenging activity (IC_{50} =212 μ g/mL) of Maengjong-juk leaves tea were greatly higher than those of simply dried leaves. These results imply that the tea preparation is effective to utilize the useful components of Maengjong-juk leaves.

Key words: free radical scavenging activity, Maengjong-juk (*Phyllostachys pubescence*) leaves tea, polyphenol content

대나무는 화본과에 속하는 식물로 예로부터 껍질, 가지, 잎, 순 및 내피 등이 중풍, 발한 및 고혈압 등에 민간요법으로 사용되어 왔고[Kim 등, 2001], 항산화 활성, 항균 활성, 항돌연변이 효과 및 간독성 억제효과 등이 보고된 바 있다[Sin과 Han, 2002; Lee와 Moon, 2003; Lee 등, 2004; Ju 등, 2005; Yoo 등, 2005]. 우리나라의 대나무는 왕대(*Phyllostachys bambusoides*), 숨대(*Phyllostachys nigra* var. *henonis*), 맹종죽(*Phyllostachys pubescence*)의 3대 죽종이 주를 이루며 주로 중부 이남지방에 서식하고 있다. 2007년 산림청 임산물 통계에 의하면 거제시 하청면 일대에 우리나라 맹종죽의 80% 이상이 분포하고 있고, 전국 맹종죽순 생산량의 80% 이상이 거제 지역에서 생산되고 있다. 특히 맹종죽의 추출물은 항산화 활성이 높고, 다양한 균에 대해 광범위한 항균효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며[Baek 등, 2002; Lee와 Moon, 2003], 맹종죽 줄기 추출물은 ACE 저해활성 및 혈압강하 효과를 가지고 있는 것으로 보

고된 바 있다[Kim 등, 2008; Park과 Jhon, 2010]. 맹종죽의 생리활성 활용의 일환으로 기존의 보고된 제다 방법[Son 등, 2003]을 차용하여 맹종죽잎차를 제조하고 있으나, 식물 잎의 조직강도 및 수분함량이 원료에 따라 차이가 많이 나므로 기존의 일반적인 제다 공정을 맹종죽잎차 제조에 적용하는 것은 적당하지 않다[Son 등, 2003; Kim 등, 2006a; Kim 등, 2006b; Kim 등, 2010]. 따라서 본 연구에서는 맹종죽의 조직 특성을 고려하여 일련의 덩음건조 및 비빔 공정으로 맹종죽잎차를 생산할 수 있도록 하였다. 또한 이와 같이 제조한 맹종죽잎차의 성분을 분석하였고, 맹종죽잎을 단순 건조한 것보다 맹종죽잎차로 제조하여 음용하는 것이 맹종죽의 생리활성 성분의 활용에 효과적임을 보여주었다.

맹종죽잎은 2009년 9월에 경남 거제시 하청면에서 자생하는 것을 채취하여 맹종죽잎차 제조에 사용하였다. 채취한 맹종죽잎은 절단기를 이용하여 22 cm 크기로 균일하게 절단하고 세척한 후 비빔기(model J60, Terada Seisakusho Co., Shizuoka, Japan) 및 덩음기(model CD60, Terada Seisakusho Co., Shizuoka, Japan)로 구성되어 있는 제다 장치(Terada Seisakusho Co., Shizuoka, Japan)를 이용하여 맹종죽잎차로 제조하였다. 절단 및 세척된 맹종죽잎을 250°C에서 3분간 1차 덩음함으로써

*Corresponding author

Phone: +82-41-630-3240; Fax: +82-41-632-3278

E-mail: kimdc@chungwoon.ac.kr

원료 중의 폴리페놀 분해 및 갈변을 일으키는 효소를 불활성화시키고 맹종죽잎의 풋내를 제거하였다. 1차 덩임(primary drying and roasting)된 맹종죽잎은 실온에서 7분간 비벼주는 1차 비빔(primary rolling)을 통해 조직을 파괴함으로써 잎의 성분이 효과적으로 추출되도록 하였다. 특히 식물 조직이 단단한 맹종죽잎의 성분이 차로 잘 우려나오기 위해서는 반복적인 비빔 공정을 요한다. 1차 덩임과 비빔공정을 거친 맹종죽잎은 서로 달라 붙지 않도록 털어준 후 110°C에서 3분간 덩는 2차 덩임(middle drying & roasting) 공정을 통해 맹종죽잎의 수분을 약 80%까지 제거하였다. 2차 덩임된 맹종죽잎은 7분간의 2차 비빔(middle rolling) 후 온도를 95°C로 낮춰 5분간 덩는 최종 덩임(final drying & roasting) 공정을 통해 차의 맛과 향을 부가시켜주었고, 5분간의 최종 비빔(final rolling) 공정을 통해 수분 함량이 약 8%인 맹종죽잎차를 완성하였다. 차로 만들고자 하는 식물의 조직 특성 및 수분 함량에 따라 건조 방법, 시간 및 온도 조건이 크게 달라지는데[Kim 등, 2006a; Kim 등, 2006b; Kim 등, 2010], 맹종죽잎의 경우 고온에서 저온으로 온도를 순차적으로 낮추면서 덩임과 비빔 공정을 반복함으로써 차로 제조할 수 있었다. 특히 맹종죽잎을 처음부터 고온에서 한번에 덩어내면 조직이 타는 갈변 현상이 급격히 일어나고 차로 만들었을 때 맛과 향의 저하가 일어나므로 온도를 서서히 낮춰주면서 맹종죽잎을 덩어 건조하는 것이 바람직하다. 기존의 보고된 차의 제조에는 증열기, 열풍건조기, 비빔기, 회전원통수분탈수기, 덩임기 및 가향기 등의 설비가 필요하였으나[Son 등, 2003; Kim 등, 2006a; Kim 등, 2006b; Kim 등, 2010], 맹종죽잎차는 덩임기와 비빔기만 사용하여 제조함으로써 설비를 최소화할 수 있었다.

제조된 맹종죽잎차는 분쇄기에 넣어 40 mesh로 분말화하여 조단백질, 조지방, 식이섬유, 칼슘, 철, 비타민 C 및 β -carotene의 함량을 분석하였고, 타르색소, 카드뮴, 비소, 주석, 크롬, 납, 주석의 유해성분도 확인하였다(Table 1). 식이섬유, 조지방, 조단백, β -carotene, 비타민 C 및 타르색소는 식품공전(KFDA, 2008)에 기재된 방법에 따라 분석하였고, 무기질은 Inductively Coupled Plasma(Jobin Yvon Co., France)를 사용하여 정량하였으며[Whang과 Kim, 1999], 6가 크롬은 EPA 방법[EPA, 2007]을 사용하여 분석하였다. 맹종죽잎차 100 g에는 60.42 g의 식이섬유가 들어있어 이는 기존의 보고된 연잎차[Kim 등, 2006a]의 47.60 g, 보리잎차[Kim 등, 2006b]의 33.80 g 및 뽕잎차[Kim 등, 2010]의 37.73 g에 비해 다량 존재하므로 맹종죽잎차를 그대로 섭취할 경우 우수한 식이섬유 공급원이 될 수 있음을 알 수 있었다. 또한, β -carotene도 7.90 mg RE/100 g(=47.40 mg%) 들어 있어, 녹차(14~29 mg%), 연잎차(2.80 mg%), 보리잎차(6.90 mg%) 및 뽕잎차(26.20 mg%)에 비해서 월등히 많은 양을 함유하고 있는 것[So, 1999; Kim 등, 2006a; Kim 등, 2006b; Kim 등, 2010]으로 나타나 맹종죽잎차는 β -carotene의 우수한 공급원으로 활용될 수 있음을 알 수 있었다. 칼슘은 437.10 mg%를 함유하고 있어 기존에 보고된 연잎차[Kim 등, 2006a]와 뽕잎차[Kim 등, 2010] 보다는 낮고 보리잎차[Kim 등, 2006b] 보다는 높게 나타났다. 이외에도 맹종죽잎차에는 철분이 17.20 mg% 들어있었으며, 비타민 C도 1.06 mg% 함유하고

Table 1. Analysis of nutrients and hazardous substances of Maengjong-juk leaves tea

Nutrients	Content	Hazardous substances	Content
Crude protein (%)	16.49	As	ND ²⁾
Crude lipid (%)	0.03	Cd	ND
Vitamin C (mg/100 g)	1.06	Pb	ND
β -Carotene (mg RE/100 g) ¹⁾	7.90	Sn	ND
Dietary fiber (g/100 g)	60.42	Cr ⁶⁺	ND
Ca (mg/100 g)	437.10	Tar color	ND
Fe (mg/100 g)	17.20		

¹⁾Retinol equivalent. ²⁾Not detected.

Table 2. Contents of water-soluble solid and polyphenol of Maengjong-juk leaves

Sample	Water-soluble solid content (mg/mL)	Polyphenol content ¹⁾	
		Extract (μ g/mL)	Leaves (μ g/g)
Leaves tea	6.0	900.90 $\pm$ 9.98	155.33 $\pm$ 1.66
Dried leaves	5.8	520.67 $\pm$ 2.48	86.78 $\pm$ 0.43

¹⁾Data are means of triplicate measurements with SD.

있는 것으로 나타났다. 유해 성분인 비소(As), 카드뮴(Cd), 6가 크롬(Cr⁶⁺), 납(Pb), 주석(Sn) 및 타르 색소가 전혀 검출되지 않아 제조된 맹종죽잎차가 식품으로 안전하게 섭취할 수 있음을 확인하였다.

맹종죽잎을 차로 제조하였을 때 생리활성 성분이 잘 유지되는 지를 확인하기 위해 맹종죽잎차의 폴리페놀 함량과 유리라디칼 소거활성을 측정하였다. 대조군으로는 맹종죽잎을 40°C에서 3시간 동안 열풍건조한 후 40 mesh로 분쇄한 건조맹종죽잎을 사용하였다. 건조맹종죽잎과 맹종죽잎차 5 g을 각각 80°C의 물 100 mL에서 5분 동안 추출한 후 원심분리(10,000 $\times$ g, 10 min)하여 상등액을 얻고 0.2 μ m filter로 여과한 액의 고형분 함량, 총 폴리페놀 함량 및 유리라디칼 소거활성을 비교하였다. 고형분 함량은 추출액을 동결건조 한 후 측정하였고, 총 폴리페놀 함량은 표준물질로 chlorogenic acid를 사용하여 Folin-Denis assay법[Singleton 등, 1999]에 따라 측정하였다. 맹종죽잎차 추출물의 고형분 함량은 6.0 mg/mL로 건조맹종죽잎 보다 약 3.3% 더 추출되었고, 또한 총 폴리페놀 함량도 건조맹종죽잎 보다 1.73배 더 높게 나타났다(Table 2). 이는 뽕잎을 단순 건조 시켜 추출한 것보다 차로 제조하여 얻어진 추출액에서 가용성 고형분 및 폴리페놀 함량이 높게 나타났다는 연구결과와 일치하였다[Park 등, 2008; Kim 등, 2010]. 맹종죽잎차는 조직을 비벼서 파괴하는 비빔공정을 포함하는 일련의 제다공정으로 인해 조직 내의 고형분이 더 잘 용출되고, 또한 차 제조공정의 열처리(덩임) 과정에 의해 polyphenol oxidase가 변성되어 폴리페놀이 산화되지 않고 잘 유지됨을 알 수 있었다[Lee 등, 2009; Kim 등, 2010]. 이는 맹종죽잎을 건조하여 그대로 사용하는 것 보다는 차로 제조하여 음용할 시에 맹종죽잎 성분의 효과적인 섭취는 물론 폴리페놀도 더 많은 량 섭취할 수 있음을 보여준다. 맹종죽잎차와 건조맹종죽잎의 유리라디칼 소거활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원성을 이용하여 Blois의

Fig. 1. Comparison of DPPH free radical scavenging activity of Maengjiong-juk leaves tea and dried Maengjiong-juk leaves. -▽-, Maengjiong-juk leaves tea; -○-, dried Maengjiong-juk leaves. Data are means of triplicate measurements with SD.

방법[Blois, 1958]에 따라 측정하였다. 유리라디칼 소거활성(%)은 $100 - [(시료첨가구의\ 흡광도/blank의\ 흡광도) \times 100]$ 으로 나타내었으며, DPPH 유리라디칼의 50% 소거농도(IC₅₀)를 계산하였다. 맹종죽잎차와 건조맹종죽잎 추출물의 DPPH 유리라디칼 소거활성은 농도의존적 경향을 보였다. 맹종죽잎차 추출물의 IC₅₀은 212 µg/mL로 나타났고, 325 µg/mL 농도의 맹종죽잎차 추출물은 74.9%의 DPPH 유리라디칼 소거활성으로 보여 같은 농도의 건조맹종죽잎 추출물의 28.5%에 비해 2.5배 이상의 높은 유리라디칼 소거활성을 보였으며(Fig. 1), 이는 폴리페놀 함량의 분석 결과와 일치하였다. 또한 맹종죽잎차와 건조맹종죽잎을 차로 음용하는 조건인 80°C의 열수에 5분 동안 우려내어 관능적 특성을 조사한 결과, 맹종죽잎차는 구수한 맛과 향이 있어 차로 마시기에 적합한 반면 건조맹종죽잎은 물에 잘 우려나오지 않았으며 풋내가 나고 맛과 향이 좋지 않았다(data not shown). 따라서 맹종죽잎을 단순히 건조시켜 사용하는 것 보다는 차로 제조하는 것이 맛과 향의 관능을 향상시킬 뿐만 아니라 생리활성 물질의 활용에 더 적합하다는 것을 보여주었다. 또한, 맹종죽잎차를 물에 추출하여 차로 음용하는 것도 효과적이지만 맹종죽잎차를 분말차 형태로 제조하여 섭취할 경우 맹종죽잎의 유효 성분을 모두 섭취할 수 있는 장점을 지니는데 특히 물에 잘 추출되지 않는 식이섬유 및 β-carotene의 활용에 더 적합할 것으로 사료된다[Kim 등, 2010].

본 연구에서는 맹종죽잎으로부터 순차적인 뒤음건조와 비빔공정을 사용하여 맹종죽잎차를 제조하였다. 맹종죽잎차에는 식이섬유(60.42%), β-carotene(7.9 mg RE%)과 칼슘(437.10 mg%)이 풍부하게 함유되어 있었다. 맹종죽잎차와 건조맹종죽잎 추출물의 폴리페놀 함량과 DPPH 유리라디칼 소거활성을 비교한 결과, 맹종죽잎을 단순 건조한 것보다 차로 제조하여 음용하는 것이 관능적 특성이 우수할 뿐만 아니라 맹종죽잎에 들어있는 생리활성 성분의 활용에 더 효과적임을 확인하였다.

참고문헌

- Baek JW, Chung SH, and Moon GS (2002) Antimicrobial activities of ethanol extracts from Korean bamboo culms and leaves. *Kor J Food Sci Technol* **34**, 1073-1078.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1199-1200.
- EPA (2007) In *Method 3060A: Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium*. SW-846: Test Methods for Evaluating Solid Waste; Physical/Chemical Methods, US EPA, Washington DC, U.S.A.
- Ju IO, Jung GT, Ryu J, Choi JS, and Choi YG (2005) Chemical components and physiological activities of bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. *Kor J Food Sci Technol* **37**, 542-548.
- KFDA (2008) In *Korea Food Code*, Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- Kim DC, In MJ, and Chae HJ (2010) Preparation of mulberry leaves tea and its quality characteristics. *J Appl Biol Chem* **53**, 56-59.
- Kim DC, Kim DW, and In MJ (2006a) Preparation of lotus leaves tea and its quality characteristics. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **49**, 163-164.
- Kim DC, Kim DW, Lee SD, and In MJ (2006b) Preparation of barley leaf powder tea and its quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **35**, 734-737.
- Kim JS, Kim MJ, Park MH, Ryu BM, and Moon GS (2008) Angiotensin converting enzyme inhibition and antihypertensive effects of *Phyllostachys pubescens* culm extracts in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **37**, 27-34.
- Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, and Shim KH (2001) Functional properties and antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys* sp.) extracts. *Korean J Postharvest Sci Technol* **8**, 475-480.
- Lee MJ, Kim EY, Jung KO, Park KY, and Moon GS (2004) Antimutagenic effects of Korean bamboo trees and inhibitory effect of hepatic toxicity of bamboo extracts coated rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **33**, 1279-1285.
- Lee MJ and Moon GS (2003) Antioxidative effect of Korea bamboo trees, Wang-dae, Som-dae, Maengjiong-juk, Jolit-dae and O-juk. *Kor J Food Sci Technol* **35**, 1226-1232.
- Lee TH, Chua LS, Tan ETT, Yeong C, Lim CC, Ooi SY, bin Abdul Aziz R, bin Aziz A, and bin Sarmibi MR (2009) Kinetics of thermal inactivation of peroxidases and polyphenol oxidase in pineapple (*Ananas comosus*). *Food Sci Biotechnol* **18**, 661-666.
- Park BH, Back KY, Lee SI, and Kim SD (2008) Quality and antioxidative characteristics of *Cudrania tricuspidata* leaves tea. *Korean J. Food Preserv.* **15**, 461-468.
- Park EJ and Jhon DY (2010) The antioxidant, angiotensin converting enzyme inhibition activity, and phenolic compounds of bamboo shoot extracts. *Food Sci Technol* **43**, 655-659.
- Sin MK and Han SH (2002) Effects of methanol extracts from bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves extracts on lipid

- metabolism in rats fed high fat and high cholesterol diet. *Kor J Food Culture* **17**, 30-36.
- Singleton VL, Orthofer R, and Lamuela-Raventos RM (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol* **299**, 152-178.
- So S (1999) Physiologically active functions of green tea. In *Proceedings of the Korean Journal of Food and Nutrition Conference*, The Korean society of Food and Nutrition, Seoul, Korea.
- Son TW, Sung JW, Kang WW, and Moon KD (2003) In *Food Processing*, Hyungseol Publishing Co., Seoul, Korea.
- Whang HJ and Kim SS (1999) Analysis of mineral in Korean apple juice by inductively coupled plasma. *Korean J Food Nutr* **12**, 344-349.
- Yoo MY, Park SH, Kang YM, and Yang JY (2005) Characterization of antioxidants extracted from leaves of Sanjook (*Sasa borealis* var. *chiisanensis*). *J Life Sci* **15**, 796-801.