

뽕잎차의 제조와 그 품질 특성

김동청^{1,*} · 인만진¹ · 채희정²

¹청운대학교 식품영양학과 및 국제 바이오·건강과학연구소, ²호서대학교 식품생물공학과

Preparation of Mulberry Leaves Tea and Its Quality Characteristics

Dong Chung Kim^{1,*}, Man-Jin In¹, and Hee Jeong Chae²

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

Received January 5, 2010; Accepted March 4, 2009

An optimal manufacturing process was established for the mass-production of mulberry leaves tea. The produced tea contained abundant dietary fibers, β -carotenes, and calcium. Also the polyphenol content and antioxidant activity of mulberry leaves tea were higher than those of simply dried mulberry leaves. These results imply that this tea manufacturing process is effective to utilize the useful components of mulberry leaves.

Key words: antioxidant activity, manufacturing process, mulberry leaves tea

뽕(*Morus alba*)잎에는 칼슘, 칼륨 등의 미네랄과 펙틴, 셀룰로스 등의 식이섬유가 풍부하게 함유되어 있으며, 생리활성 효과를 가진 flavones, 식물성 스테롤 및 triterpenes이 다량 존재하고[Ju 등, 2009], 모세혈관 강화 작용을 나타내는 rutin이 들어있으며, 특히 혈압강하 효과를 가지는 GABA(γ -aminobutyric acid)는 녹차잎에 비해 10배 이상 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다[Hwang 등, 2008]. 또한 뽕잎에는 β -sitosterol 등의 식물성 스테롤이 다량으로 존재하여 혈중 콜레스테롤과 중성지방의 저하작용 등의 항고지혈증 효과를 가지며[Kim 등, 1998], α -glucosidase에 대해 저해활성을 갖는 1-deoxynojirimycin 및 다양한 알칼로이드 성분에 의해 혈당강하 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다[Asano 등, 1994]. 이외에도 항산화 효과[Kim 등, 2007] 등의 생리활성 성분을 함유하고 있는 뽕잎은 1998년 이후 식품공전에 식품사용 가능 원료로 등재된 후 천연 약물 및 건강보조식품으로 이용될 뿐만 아니라 최근에는 차로도 음용되고 있다[Kim 등, 2007; Hwang 등, 2008]. 이에 따라 맛과 향이 우수한 뽕잎차를 대량 생산하기 위한 표준화된 제조 공정이 확립되어야 하지만, 이에 대한 연구가 부족하여 무쇠솥에서 고열처리로 단순히 덫거나 녹차의 제조 방법을 차용하여 차를 제조하고 있는 실정이다. 그러나 차를 제조할 때 사용되는 식물의 수분 함량 및 조직 특성이 원료에 따라 서로 다르므로 기

존에 보고된 일반적인 제다 공정을 그대로 뽕잎차 제조에 적용하는 것은 곤란하다[Kim 등, 2006a, Kim 등 2006b]. 따라서 본 연구에서는 뽕잎의 조직 특성을 고려하여 기존의 증열, 열풍 건조, 비빔, 회전 건조, 덫음 및 가향 공정의 작업 조건을 뽕잎을 이용한 차의 제조에 적합하게 수정하여 관능적으로 우수한 뽕잎차의 표준화된 제조 공정을 확립하였다. 또한 이와 같이 제조한 뽕잎차의 품질 특성 및 생리활성을 확인하였다.

본 실험에 사용된 뽕잎은 전라남도 순천시 소재 밭에서 2009년 8월 말에 채취하여 원료로 사용하였다. 뽕잎차 제조는 증열기(Terada Seisakusho model BT160), 열풍 건조기(Terada Seisakusho model ND4-60), 유념기(Terada Seisakusho model J60), 회전원통수분탈수기(Terada Seisakusho model C60), 덫음기(Terada Seisakusho model CD60) 및 가향기(Terada Seisakusho model A-1)로 구성되어 있는 제다 장치(Terada Seisakusho Co., Shizuoka, Japan)를 이용하였다. 증열, 열풍 건조, 회전 건조, 덫음 및 가향 공정의 운전 조건을 달리하여 뽕잎차를 제조한 후 녹차와 동일한 방법으로 온수에 우려내고 관능 검사를 통해 뽕잎차의 제조 공정을 확립하였다. 관능적으로 가장 우수한 뽕잎차의 제조에 적합한 조건을 기존에 보고된 녹차[Son 등, 2003]의 제조 공정과 비교하여 Table 1에 정리하였다.

채취한 뽕잎은 절단기를 이용하여 2x2 cm 크기로 균일하게 절단하고 세척함으로써 먼지나 이물질을 걸러내어 깨끗하게 처리하였다. 증열(Steaming) 공정은 녹차[Son 등, 2003], 연잎차[Kim 등, 2006a] 및 보리잎차[Kim 등, 2006b] 제조에서처럼 원료 중의 갈변을 일으키는 효소를 불활성화시키고, 뽕잎의 풋내를 제거하기 위해 증기로 뽕잎을 살짝 찌내는 공정으로서 세척

*Corresponding author
Phone: +82-41-630-3240; Fax: +82-41-632-3278
E-mail: kimdc@chungwoon.ac.kr

Table 1. Comparison of operation conditions of unit process for mulberry leaves tea and green tea

Unit process	Operation conditions	
	Mulberry leaves tea	Green tea
Pretreatment	Cutting & washing	Washing
Steaming	100°C, 50 sec (steam)	100°C, 45 sec (steam)
Primary drying & Roasting	85°C, 10 min → 80°C, 10 min → 75°C, 10 min → 65°C, 10 min (hot air)	85°C, 50 min (hot air)
Rolling	Room temperature, 25 min	Room temperature, 10 min
Middle drying & Roasting	55°C, 30 min	60°C, 30 min
Final drying & Roasting	70°C, 30 min	80°C, 20 min
Drying	65°C, 20 min (hot air)	80°C, 45 min (hot air)
Roasting	80°C, 10 min	-
Reference	This work	Son <i>et al.</i> , 2003

된 뽕잎을 보일러와 증열기를 이용하여 100°C의 증기로 50초 동안 증열한 후 바로 냉풍 건조기를 통하여 30초간 냉각하였다. 특히 뽕잎은 녹차잎, 연잎 및 보리잎에 비해 조직이 더 단단하므로 높은 증열 온도에서 증열 시간을 충분히 제공해야 한다. 연속적인 건조공정 중 열풍 건조(조유, Primary drying & roasting) 공정이 차의 맛을 결정하는데 가장 크게 영향을 미치는데, 이 단계에서 차잎이 너무 건조가 되면 이후 공정에서 잎이 부스러지거나 가루가 너무 많이 발생하여 상품으로서의 가치가 저하된다. 따라서 열풍건조 공정은 열풍과 4개의 갈고리형 회전축을 사용하여 진행되는데 전체 시간은 40분이며 각각 10분씩 나누어 1차 85°C의 열풍으로, 2차 80°C의 열풍으로, 3차 75°C의 열풍으로, 최종 65°C의 열풍으로 건조시켜 약 50%의 수분이 제거된 뽕잎을 얻었으며, 이 과정에서 뽕잎의 모양이 차처럼 말리는 현상이 나타난다. 열풍건조 공정의 온도와 시간은 잎의 조직 강도와 수분 함량에 따라 차이가 있어 잎이 달라붙는 성질이 있는 녹차잎과 보리잎은 열풍건조 온도가 높고 시간이 길며, 조직이 비교적 단단한 연잎과 뽕잎은 열풍 건조 온도가 비교적 낮고 시간도 짧다. 비빔(유념, rolling)은 열풍 건조된 뽕잎을 차로 우려마실 때 맛과 향 성분이 효과적으로 추출되도록 식물 조직을 파괴하는 공정으로 유념기를 사용하여 실온에서 25분간 비벼주었다. 식물 조직이 단단한 뽕잎은 비교적 장시간의 비빔 공정을 요한다. 열풍건조와 비빔공정을 거친 뽕잎은 이후 공정의 설비 내부에 들러붙지 않는 상태에서 회전 건조(중유, Middle drying & roasting) 공정을 수행함으로써 차의 맛과 향을 증대시켰다. 차로 만들고자 하는 식물의 조직 특성 및 수분 함량에 따라 건조 방법, 시간 및 온도 조건이 크게 달라지는데 뽕잎차의 경우 다른 차의 제조 방법과는 달리 온도를 순차적으로 낮추면서 열풍 건조를 거친 후 비빔과 회전 건조 공정을 수행함으로써 기호성이 높은 차를 얻을 수 있었다. 이때 회전건조 공정은 비벼서 조직이 파괴된 뽕잎을 회전원통 수분탈수기를 이용하여 55°C에서 30분간 뒀어주면서 재건조시키는 것으로 뽕잎의 수분을 약 75%까지 제거하면서 맛과 향이 부가되도록 하였다. 뒀음(정유, Final drying & roasting) 공정은 회전건조를 거친 뽕잎을 고온으로 온도를 올려가면서 서서히 볶아서 익히는 공정이다. 뽕잎을 처음부터 고온에서 한번에 볶아내면 조직이 타는 갈변 현상이 급격히 일어나고 차로 만들었을 때 색이 나빠지고 맛과 향의 저하가 일어난다. 또한, 뽕잎

에 들어있는 유효 성분이 파괴될 수 있고, 차가 부스러져 가루가 되므로 상품으로 가치가 떨어지기 때문에 급격히 높은 온도로 올려 장시간 걸쳐 한번에 볶는 것은 피해야 한다. 따라서 이 공정에서는 회전 뒀음기를 이용하여 뽕잎을 볶아 익히면서 탈수 및 건조하게 되는데, 70°C에서 30분간 뒀음공정을 통해 뽕잎의 수분 함량은 약 8%로 감소되었고, 차의 형상으로 만들어진 뽕잎으로부터 가루 및 이물질은 바람으로 제거하였다. 건조(Drying) 공정에서는 뒀음된 뽕잎을 65°C에서 20분간 열풍으로 뽕잎의 수분 함량이 5% 정도가 되도록 건조하였다. 가향(Roasting) 공정은 차의 향을 좋게 하기 위하여 가향기에서 80°C로 10분간 회전뒀음함으로써 차에 구수한 맛과 향을 부가시키고 뽕잎차의 수분함량도 3% 정도로 감소시켰다.

이상의 방법으로 제조한 뽕잎차는 분쇄기에 넣어 120 mesh로 곱게 분쇄하여 뽕잎 분말차를 제조하였다. 차잎의 형태로 제조된 잎차는 차를 우려낸 후 잎은 버리고 추출액만 음용하나 분말차는 추출액뿐만 아니라 뽕잎의 성분을 모두 섭취할 수 있는 장점을 지니는데 특히 물에 추출되지 않는 식이섬유, β-carotene 및 식물성 스테롤을 효과적으로 활용하기 위해서는 분말차로 제조하여 섭취하는 것이 더 바람직하다. 뽕잎차를 분말화하여 조단백질, 조지방, 식이섬유, 칼슘, 철 및 β-carotene의 함량을 분석하였고, 타르색소, 카드뮴, 비소, 주석, 크롬, 납, 주석의 유해성분도 확인하였다(Table 2). 식이섬유, 조지방, 조단백, β-carotene 및 타르색소는 식품공전[KFDA, 2008]에 기재된 방법에 따라 분석하였고, 무기질은 Inductively Coupled Plasma (Jobin Yvon Co., France)를 사용하여 정량하였으며[Hwang 등, 1999], 6가 크롬은 EPA 방법[EPA, 2007]을 사용하여 분석하였다. 그 결과, 뽕잎차 100 g에는 식이섬유가 37.73 g으로 다량 들어있었고, 조지방 0.03 g과 조단백질 16.11 g을 함유하고 있어

Table 2. Analysis of nutrients and hazardous substances of mulberry leaves tea

Nutrients	Content	Hazardous substances	Content
Crude protein (%)	16.11	As	ND ²⁾
Crude lipid (%)	0.03	Cd	ND
β-Carotene (mg RE/100 g) ¹⁾	4.36	Pb	ND
Dietary fiber (g/100 g)	37.73	Sn	ND
Ca (mg/100 g)	2,232.0	Cr ⁶⁺	ND
Fe (mg/100 g)	22.7	Tar color	ND

¹⁾Retinol equivalent. ²⁾Not detected.

Table 3. Polyphenol content and DPPH radical scavenging activity of mulberry leaves tea

Sample	Water-soluble solid content (brix)	Polyphenol content ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH radical scavenging activity (%)
Mulberry leaves tea	1.9	1281.4 \pm 10.48 ^a	70.9 \pm 4.55 ^a
Dried mulberry leaves	1.8	1197.7 \pm 34.87	66.9 \pm 7.27

^aData are means of triplicate measurements with SD (standard deviation)

지방 함량이 매우 낮게 나타났다. β -Carotene은 4.36 mg RE/100 g(=26.16 mg %) 들어 있어, 녹차의 함량(14~29 mg %)과 유사하였고, 연잎차(2.8 mg %)나 보리잎차(6.9 mg %)에 비해서는 많은 양을 함유하고 있는 것[Son 등, 2003; Kim 등, 2006a; Kim 등 2006b]으로 나타나 뽕잎 분말차는 β -carotene의 우수한 공급원으로 활용될 수 있음을 알 수 있었다. 칼슘은 2,232 mg %를 함유하고 있어 기존에 보고된 녹차[Son 등, 2003], 연잎차[Kim 등, 2006a] 및 보리잎차[Kim 등, 2006b]에 비해 그 함량이 월등히 높아 뽕잎차는 우수한 칼슘 공급원으로 이용될 수 있다. 철분 함량은 22.7 mg %로 연잎차[Kim 등, 2006a] 및 보리잎차[Kim 등, 2006b]와 비슷한 수준으로 나타났다. 또한, 유해 성분인 비소(As), 카드뮴(Cd), 6가 크롬(Cr^{6+}), 납(Pb), 주석(Sn) 및 타르 색소가 전혀 검출되지 않아 제조된 뽕잎차가 식품으로 안전하게 섭취할 수 있음을 확인하였다.

뽕잎을 차로 제조하였을 때 생리활성 성분이 잘 유지되는 지를 확인하기 위해 뽕잎 분말차의 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거활성을 측정하였다. 대조군으로는 70°C의 열풍건조기에서 24시간 건조시킨 후 분쇄한 건조 뽕잎 분말을 사용하였다. 뽕잎 분말차와 건조 뽕잎 분말은 각각 5 g 취하여 90°C의 열수에 5분 동안 추출하고 Whatman No. 2 여과지로 거른 후 추출액을 실험에 사용하였다. 총 폴리페놀 정량은 표준 물질로 chlorogenic acid를 사용하여 Dewanto 등[Dewanto 등, 2002]의 방법에 따라 수행하였고, DPPH 라디칼 소거활성은 Blois의 방법[Blois, 1958]에 따라 DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 백분율로 하여 전자공여능을 측정하였다. 뽕잎 분말차와 건조뽕잎 분말을 90°C의 열수로 추출한 뒤 얻어진 고형분 함량, 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거활성을 Table 3에 나타내었다. 뽕잎 분말차는 고형분이 건조뽕잎 분말보다 약 5.3% 더 추출되었고, 또한 총 폴리페놀 함량도 더 높게 나타났다. 이는 꾸지뽕잎(*Cudrania tricuspidata*)을 단순 건조시킨 것보다 더운 처리한 차의 추출물에서 가용성 고형물 및 폴리페놀 함량이 높게 나타난다는 보고와 일치하였다 [Park 등, 2008]. 뽕잎 분말차는 조식을 비벼서 파괴하는 비빔공정을 포함하는 일련의 제다 공정으로 인해 조직 내의 고형분이 더 잘 용출되고, 또한 차 제조공정의 증열 과정에 의해 polyphenol oxidase가 변성되어 폴리페놀이 산화되지 않고 잘 유지됨을 알 수 있었다[Lee 등, 2009]. 이는 뽕잎을 건조하여 그대로 사용하는 것 보다는 차로 제조하여 음용할 시에 뽕잎 성분의 효과적인 섭취는 물론 폴리페놀도 더 많은 양 섭취할 수 있음을 보여준다. 뽕잎을 차로 제조 시에도 항산화 효과가 잘 유지되는 지를 확인하기 위해 뽕잎 분말차와 건조뽕잎 분말을 각각 5분 동안 90°C의 열수로 추출한 뒤 증류수에 4배 희석하여 DPPH 라디칼 소거활성을 비교하였다(Table 3). 항산화 효과도 뽕잎차 분말을 추출한 것이 건조뽕잎 분말보다 높게 나

타났으며, 이는 폴리페놀 함량의 변화와 일치하였다. 또한 뽕잎 분말차의 추출물은 구수한 맛과 향을 가지고 있어 차로 음용하기에 적합한 반면 단순 건조시킨 뽕잎 분말은 쓴맛과 킁내로 인해 차로 음용하기에는 부적합하였다. 따라서 뽕잎을 단순히 건조시켜 사용하는 것 보다는 차로 제조하는 것이 맛과 향의 관능을 향상시킬 뿐만 아니라 생리활성 물질의 활용에 더 적합하다는 것을 보여주었다.

본 연구에서 뽕잎차의 표준화된 대량생산 공정을 확립하였고, 뽕잎차의 유효성분을 확인하였다. 확립된 공정에 의해 제조된 뽕잎차는 차로 음용 시 뽕잎의 생리활성 물질의 활용에 효과적임을 확인하였고, 또한 뽕잎차 그 자체를 분말화하여 식품으로 활용하는 것은 물에 잘 용출되는 미네랄 및 생리활성 물질뿐만 아니라 난수용성인 식이섬유, β -carotene 및 식물성 스테롤 성분의 활용에 더 적합할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 청운대학교 학술연구조성비의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

- Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K (1994) N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydr Res* **259**, 243-255.
- Blios MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1199-1200.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, and Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* **50**, 3010-3014.
- 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, USA.
- Hwang KY, Kim YH, Cho YS, Park YS, Lee JY, Kang KD, Kim K, Joo DK, Ahn DK, and Seong SI (2008) Hypoglycemic effect of fermented soybean culture mixed with mulberry leaves on neonatal streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **37**, 452-458.
- Ju MJ, Kwon JH, and Kim HK (2009) Physiological activities of mulberry leaf and fruit with different extraction conditions. *Korean J Food Preserv* **16**, 442-448.
- KFDA (2008) In *Korea Food Code*, Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- 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 HB, Kang CK, Sung GB, Kang SW, and Lee J (2007) Antioxidative capacity of mulberry leaf and its tea. *Korean J Seric Sci* **49**, 18-23.
- Kim SY, Lee WC, Kim HB, Kim AJ, and Kim SK (1998) Anti-hyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemia in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **27**, 1217-1222.
- 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 B-H, Back K-Y, Lee S-I, and Kim S-D (2008) Quality and antioxidative characteristics of *Cudrania tricuspidata* leaves tea. *Korean J. Food Preserv.* **15**, 461-468.
- 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.