

Microwave 가열이 밤 당칩제품의 물성에 미치는 영향

황태영 · 김준한 · 김종국* · 문광덕

경북대학교 식품공학과, *상주대학교 식품영양학과

The Effects of Microwave Heating on the Texture of Sugared Chestnuts

Tae-Young Hwang, Joon-Han Kim, Jong-Kuk Kim* and Kwang-Deog Moon

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

*Department of Nutrition and Food Science, Sangju National University

Abstract

This study was conducted to investigate the differences of textural characteristics and microstructure of sugared chestnuts between heated by a heater and microwave. Raw chestnuts were boiled and infiltrated the sugar in sugar syrup by heating. The content of WSP (water soluble pectin) was increased, but HSP (hydrochloric acid soluble pectin) was decreased by boiling and sugaring. This change was remarkable when it was boiled and sugared by a microwave heating. The hardness, gumminess and chewiness were more decreased in the sugared chestnut boiled and sugared with a microwave than that processed with a heater. Microstructure of sugared chestnut processed with a microwave heating showed the destruction of cell wall.

Key words: chestnut, sugaring, microwave, texture, microstructure

서 론

밤은 급경사에서도 비교적 쉽게 재배가 가능한 특성 등으로 인하여 현재 우리나라에서는 연간 10만톤 정도가 생산되고 있다. 우리나라의 밤은 제례시에 생과로 소량 소비되거나 통조림 및 당과류용 정도로 일부가 이용되어 밤의 대량소비는 아직 이루어지지 않고 있다. 따라서 그 생산량이 매년 증가할 것으로 기대되는 밤의 대량소비를 유도하기 위해서는 밤의 이용과 가공에 관한 연구가 시급한 실정이다. 밤은 대부분 전분을 포함한 당류들로 되어 있으나 원산지별로 그 품종이 상당히 차이가 있어 제각기 가공적성에 맞게 개발되고 있다.

밤에 관한 연구로는 밤의 품종별 성분분석 및 저장 중 변화에 관한 연구와 장기저장을 위한 연구가 있으며⁽¹⁾, 생밤과 증자한 밤의 성분을 분석한 연구가 있다⁽²⁾. 밤의 중간제품 가공 및 저장에 관한 연구에 의하면 당칩액의 당도를 70° Brix로 하여 당칩할 경우 살균처리

없이 0°C에서 6개월간 저장이 가능하였으며⁽³⁾ 당칩액의 설탕대신 이성화당을 대체 실험한 연구가 보고되어 있으며⁽⁴⁾, 밤을 이용한 카스테라 및 밤묵의 제조와 이들의 관능검사에 대한 연구가 보고되었다^(5,6). 밤의 물성에 관한 연구로는 밤전분 자체의 텍스처 특성, 밤을 이용한 묵 및 국수, 카스테라의 물성을 측정하는 것으로 밤의 가공적성을 평가하였다⁽⁷⁾. 현재 우리나라에서 생산 및 가공 수출되는 밤의 형태는 깎밤, 통조림(병조림 포함), 냉동밤, 생물의 순이며, 밤을 고부가가치성 상품으로 개발하기 위해서는 산업현장에서 밤 가공시 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 연구가 절실히 필요한 실정이다.

한편 microwave 가열법은 microwave를 이용하여 피가열체 자체가 외부의 열원 없이 발열하는 특색을 가지므로 조작이 간단, 편리하고 가열속도가 빠르며 가열에 필요한 면적이 적게 소모되므로 종래의 열처리에 비해 훨씬 효율적이다⁽⁸⁾. Microwave로 가열한 시료의 조직을 현미경으로 관찰했을 때 그 세포벽이 파괴되어 세포 내용물이 유출되는 것을 볼수 있는데 이것이 texture에 영향을 준다는 보고도 있다⁽⁹⁾.

따라서 본 연구는 밤 가공품의 대표적 제품인 감로

Corresponding author: Kwang-Deog Moon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

자(당침밤제품) 제조시 가장 중요한 품질요인인 밤 과육의 물성 개선을 위하여, 일반적인 가열과는 그 가열 방식이 상이한 microwave를 이용하고 microwave 처리가 밤 당침제품의 물성 및 조직에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

시료 및 열원

수확한 한국밤(*Castanea bungena*)을 손으로 박피한 후 당침밤 제품의 제조 및 분석에 사용하였다. 일반적인 가열원으로는 전기 혹은 가스버너에 의한 가열기구를 이용하였고, microwave oven은 LG사(Model MH-641MG, 2450 MHz, 1,140 W)의 제품을 이용하였다.

제조방법

6% 소금물에 침강하는 건전한 과육을 선별한 후 자숙 및 당침을 실시하였다. 자숙을 하기 위하여 원료 밤과 동량의 증류수를 함께 서서히 가열하여 65°C까지 가열하고 잠시 냉각하여 55°C에 이르렀을 때 EDTA 0.05%, Stankiton 0.3% (sodium hydrosulfate 72%, sodium tripolyphosphate 3%, sodium hexametaphosphate 20%, sodium pyrophosphate 5%로 이루어진 복합 황화합물)를 처리한 후 다시 95°C까지 서서히 가열한 후 Maron soft 0.3% (sodium hexametaphosphate 14%, burnt alum 1%, sodium DL-malate 50%, DL-malic acid 30%, 천연물 5%로 이루어진 화합물)를 처리하여 95°C에서 5분간 가열한 다음 12시간 정도 흐르는 물에 침지시켰다. Microwave oven을 이용하여 자숙하는 경우 "조리 강"으로 원료 밤에 동량의 증류수를 넣고 65°C까지 가열하고 잠시 냉각후 55°C에 이르렀을 때 EDTA 0.05%, Stankiton 0.3%를 처리한 후 다시 95°C까지 서서히 가열하고 Maron soft 0.3%를 처리하여 95°C에서 5분간 가열, 12시간 정도 흐르는 물에 침지시켰다. 당침은 일반적인 열원을 이용하여 자숙한 밤과 밤의 1.5 배량에 해당하는 당액(65° Bx)을 95°C가 될 때까지 15분간 서서히 가열한 후 방냉하였다. Microwave oven을 이용하여 당침한 경우에도 자숙한 밤 각각을 1.5배량의 당액(65° Bx)에서 95°C가 될 때까지 15분간 서서히 가열한 후 방냉하였다.

일반성분 분석

일반성분의 분석은 AOAC법에 준하여 수분은 105°C 상압가열건조법으로, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조

지방은 Soxhelt 추출법으로, 회분은 직접회화법으로 구하였다⁽⁴⁰⁾.

Pectin물질 분석

Pectin물질은 McComb가 사용한 방법에 준하여 분석하였다⁽⁴¹⁾. 즉, 시료 일정량을 최종농도 80%되게 ethanol을 가하여 마쇄하고 pectin분해효소의 불활성화를 위해 80°C에서 20분간 가열한 후 원심분리하여 잔사를 얻었다. 이를 다시 반복추출하고 동결건조하여 alcohol insoluble solids (AIS)를 얻었다. AIS 일정량을 물로 추출하여 수용성 pectin (warer soluble pectin, WSP)으로 하고 침전물을 0.4% 헥사메타인산(hexametaphosphate)으로 추출하여 헥사메타인산 가용성펙틴(hexametaphosphate soluble pectin, HMP)으로 하였다. HMP 추출 잔사를 다시 0.05 N HCl로 추출하여 이를 염산가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin, HSP)으로 하고 각 pectin 물질은 carbazole시약으로 측정하였다^(42,43). 즉, 각 시료 2 mL를 시험관에 취한 후 냉각 상태에서 진한 황산 12 mL를 가하고 84°C에서 10분간 가열하였다. 이것을 실온에서 15분간 방냉시킨 후 0.15% carbazole 1 mL를 가하고 실온에서 90분간 방치, 발색시킨후 520 nm에서 흡광도를 측정하여, galacturonic acid monohydrate를 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 각각의 흡광도에 대한 펙틴의 함량을 산출하였다.

물성 측정

밤 과육의 물성은 Rheometer를 이용하여 측정하였다^(44,45). 시료는 임의적으로 10개를 취하여 각각 puncture test를 행하여 얻어진 TPA curve로부터 7개의 parameter를 구하였으며, 결과는 컴퓨터 프로그램인 SAS를 이용하여 평균, 표준편차를 구하고 Duncan의 다범위 검정을 하여 유의차를 검정하였다⁽⁴⁶⁾. 물성의 측정조건은 Table 1과 같다.

Table 1. The operating conditions of texturemeter for texture

Items	Conditions
Instrument	R-UDJ-DM type Rheometer I & T Co., LTD. Tokyo
Sample height	15 mm
probe	Lucite ψ 5 mm
Clearance	1.5 mm
Chart speed	60 mm/min
Table speed	0.5 mm/sec
Measuring load	5 kg

세포벽의 현미경적 관찰

일정크기의 과육을 2.5% glutaraldehyde를 함유하는 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0)에서 1차 고정 시켰다. 이 시료를 0.1 M phosphate buffer로 2~3회 세척한 후 1% OsO₄를 함유하는 동일 buffer에서 1.5시간 2차 고정 시키고 30% 알콜에서 무수알콜까지 단계적으로 탈수하였다. 이를 isoamyl acetate로 치환시키고 CO₂를 이용한 임계점 건조기로 건조시킨후 백금을 증착하여 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM, Hitachi S570)으로 관찰하였다⁽¹⁷⁾.

결과 및 고찰

일반성분

Microwave처리를 행한 것은 당칩밤의 수분함량을 증가시키는 결과를 나타내었다(Table 2). 시료만을 가열할 때와 달리 수증에서 밤을 가열하는 경우 수분이 증가하는 것으로 나타나는데⁽²⁾, microwave로 자숙할 경우는 오히려 수분의 감소가 일어난다. 이는 시료내 수분이 microwave에 의해 기화하여 증발한 때문으로 추측된다. 한편 조단백질 및 조지방함량은 microwave 처리구가 가장 낮았다. 조회분은 일반 열원으로 자숙하고 microwave oven으로 당칩한 경우 가장 낮았고, 자숙, 당칩 모두에서 microwave로 처리한 경우 가장 높게 나타났다.

Pectin물질

자숙 및 당칩 방법에 따른 밤 당칩제품의 펙틴을 수용성 펙틴, 헥사메타 인산가용성 펙틴, 염산가용성 펙틴으로 분획하여 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 생밤의 펙틴 함량은 HSP가 대부분을 차지하였으며, WSP, HMP순이었다. 자숙과 당칩방법에 따른 밤의 총펙틴 함량은, microwave를 이용하여 자숙 및 당

Table 3. Pectic substances of sugared chestnuts according to boiling and soaking methods

Pectin	Raw	G.G. ¹⁾	G.M. ²⁾	M.M. ³⁾
WSP	15.68	67.23	71.89	70.74
HMP	4.82	45.29	56.27	76.02
HSP	291.63	156.12	100.04	37.99
Total pectin	312.13	290.16	232.25	184.75

^{1),2),3)} refer to Table 2.

WSP: water soluble pectin, HMP: hexametaphosphate soluble pectin, HSP: hydrochloric acid soluble pectin

칩을 행한 제품에서 가장 낮게 나타났으며 특히 염산 가용성 펙틴의 함량 감소가 뚜렷하게 나타났다. 과실의 세포벽 구성성분중 펙틴물질은 세포벽 사이에 존재하는 middle lamella의 주성분으로 세포벽과 세포벽을 결합시켜 조직을 견고히 유지하는데 관계한다⁽¹⁷⁾. 또 과실의 성숙이 진행됨에 따라 과실벽의 연화와 함께 총펙틴의 함량도 서서히 감소하는 것으로 알려져 있는데 특히 HSP는 조직연화와 함께 그 함량 및 구성 비율이 감소하며 WSP는 증가한다고 한다^(18,19). 즉, 밤 과육은 가열처리에 의해 그들의 세포벽에 함유된 pectin물질이 조직의 연화와 더불어 중합도가 감소하여 일부 수용성으로 용출되었음을 알 수 있는데, 특히 microwave처리시 이러한 경향이 뚜렷이 나타났다. 따라서 microwave로 자숙 및 당칩할 경우 이 처리는 총펙틴의 함량뿐 아니라 특히 염산 가용성 펙틴의 함량을 감소시켜 당칩밤의 경도 감소에 관여하는 것으로 추측된다.

물성

가공방법에 따른 당칩밤제품의 물성을 측정된 결과는 Table 4와 같다. Cohesiveness와 adhesiveness를 제외한 모든 항목에서 microwave로 처리한 제품과 일반 열원으로 처리한 제품간에 유의차가 인정되었으며, 특히 microwave 처리제품은 일반열원으로 처리한 제품에 비해 hardness가 매우 낮게 나타났다. 반면 mi-

Table 2. Proximate components of sugared chestnuts according to boiling and soaking methods (% wet basis)

Constituents	G.G. ¹⁾	G.M. ²⁾	M.M. ³⁾
Moisture	50.55	54.20	51.80
Crude protein	6.076	5.208	4.340
Crude lipid	0.536	0.659	0.078
Crude ash	0.176	0.096	0.188

¹⁾G.G.: boiled in water and soaked in sugar syrup (65° Brix) with a heater

²⁾G.M.: boiled in water with a heater and soaked in sugar syrup (65° Brix) with a microwave

³⁾M.M.: boiled in water and soaked in sugar syrup (65° Brix) with a microwave

Table 4. Textural parameters of sugared chestnut according to boiling and soaking methods

Items	G.G. ¹⁾	G.M. ²⁾	M.M. ³⁾
Fracturability (kg)	1.66±0.47 ^a	1.04±0.34 ^b	1.21±0.32 ^b
Hardness (kg)	2.08±0.53 ^a	1.30±0.35 ^b	1.31±0.50 ^b
Springiness (cm)	1.64±0.45 ^a	1.18±0.33 ^b	1.01±0.32 ^b
Gumminess (kg)	0.54±0.21 ^a	0.25±0.07 ^b	0.33±0.25 ^{ab}
Chewiness (kg·cm)	0.88±0.09 ^a	0.29±0.02 ^b	0.33±0.05 ^b

^{1),2),3)} refer to Table 2.

^aMeans in a line followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's test

crowave 처리제품간에는 유의차가 인정되지 않았다.

세포벽의 현미경적 관찰

사진 1은 처리방법에 따른 당칩밤의 조직을 주사전자현미경을 이용하여 200배로 관찰한 결과로 microwave로 처리할수록 세포배열이 흐트러지고 세포벽의 파괴가 심화되는 것을 볼 수 있었다. 이를 1,000배로 관찰한 결과는 사진 2와 같이 생밤의 세포내로 당칩에 의해 당액이 침투된 것을 볼 수 있으며 microwave 처리가 행해진 경우 세포벽이 심하게 파괴되는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 中澤 등⁽⁹⁾의 연구에서 microwave를 사용하여 시료를 가열할 경우 세포벽이 파괴되어 세포내용물이 유출되었다는 결과와 일치하고 있으며 이러한 세포벽의 물리적 변화는 세포막 구성 펙틴질의 변화 및 경도의 감소와 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다.

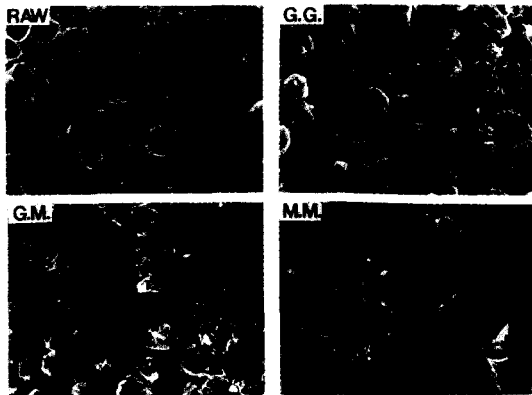


Fig. 1. Scanning electron microscopic photographs of chestnuts ($\times 200$). Abbreviations refer to Table 2.

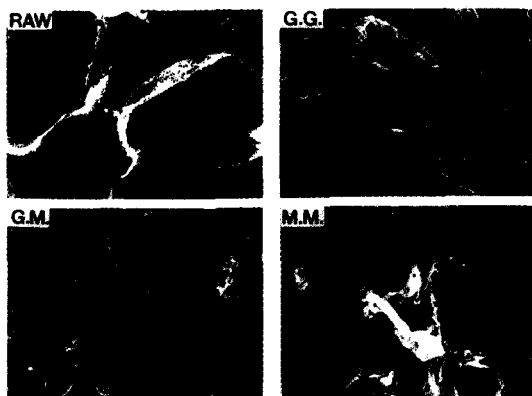


Fig. 2. Scanning electron microscopic photographs of chestnuts ($\times 1,000$). Abbreviations refer to Table 2.

요 약

Microwave를 이용하여 밤 당칩제품을 제조하고, microwave가 당칩제품의 물성 및 조직구조에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 박피한 생물을 각각 일반가열방법으로 자숙한 후 당칩을 행한 당칩밤과, 일반가열방법으로 자숙하고 microwave로 당칩한 밤, 자숙 및 당칩 전과정에 microwave를 이용한 밤의 세 구로 제조하였다. 당칩제품의 수분함량은 microwave를 이용하여 당칩한 경우 가장 높게 나타났으며 조지방의 함량은 microwave를 이용하여 자숙 및 당칩을 행한 당칩제품에서 가장 낮았다. 총펙틴 및 HSP (hydrochloric acid soluble pectin)함량은 microwave로 처리한 제품에서 가장 낮게 나타났다. 당칩밤제품의 물성 측정 결과 당칩시에만 microwave처리를 행한 당칩밤이 springiness를 제외한 fracturability, hardness, gumminess, chewiness에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, microwave 처리를 행하여 자숙 및 당칩을 행한 당칩밤 간에는 유의차가 인정되지 않았다. 처리방법에 따른 당칩밤의 조직을 주사전자현미경으로 관찰했을 때 당칩을 행한 밤의 세포벽이 당칩투에 따라 점성을 띠는 것을 볼 수 있으며 microwave 처리가 행해진 경우 세포벽이 심하게 파괴되었음을 관찰할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 농림수산특정연구과제(95현장으로기술개발사업)에 의하여 수행된 결과중 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. 한판주, 이성중 : 밤의 통조림 제조에 관한 시험. 농촌진흥청 시험연구보고서(농공), 1107 (1968)
2. 祭良省三, 山崎昌良 : 生および蒸煮栗果の成分. 日本農化學會誌, 35(5), 490-492 (1961)
3. 이현유, 신영태, 남영중, 서기봉 : 밤의 중간제품 가공 및 저장에 관한 연구, 제 1보. 당칩밤, 으깬밤 및 Flake 가공·저장에 관한 시험. 농개공 식품연구소 사업보고서, 51 (1979)
4. 이현유, 오상룡, 신동주 : 밤의 중간제품가공 및 저장에 관한 연구, 2보, 당칩밤의 실 당대체시험 및 중간제품의 이용도 개발시험. 농개공 식품연구소 사업보고서, 71 (1979)
5. Kim, S.K., Jeon, Y.J., Kim, Y.T., Lee, B.J. and Kang, O.J.: Sensory evaluation and retrogradation properties of chestnut mook(in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24(4), 601-605 (1995)
6. Shim, K.H., Sung, N.J., Ki, W.K., Hur, J.H., Cho, S.H.,

- Chung, D.H. and Choi, J.H.: Preparation of castella and sensory evaluation with chestnut. Rural Development Review Gyeongsang Nat'l. Univ., **8**, 33-39 (1990)
7. Kim, S.K., Jeon, Y.J., Kim, Y.T., Lee, B.J. and Kang, O.J.: Physicochemical and textural properties of chestnuts sarches (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**(4), 594-600 (1995)
 8. James Giese: Advances in microwave food processing. *Food Technol.*, **9**, 118-123 (1992)
 9. 中澤 文子: 電子レンジ加熱食品の昇温過程とテクスチャーへの影響. *ニューアンバイズダストリー*, **37**(9), 33-38 (1995)
 10. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1990)
 11. McComb E.A. and McCready, R.M.: Colorimetric determination of pectic substances. *Anal. Chem.*, **24**, 1630 (1952)
 12. Bitter, T. and H.M. Muir: A modified uronic acid carbazole reaction. *Anal. Biochem.*, **4**, 330-334 (1962)
 13. Eun, J.B., Jung, Y.M. and Woo, G.J.: Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine (*Citrus aurantium* var.) (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(2), 371-377 (1996)
 14. Juhani O. and Cho K.R.: Textural parameter of candy licorice. *J. Food Science*, **40**, 1050-1054 (1975)
 15. H.K. Leung, F.H. Barron and D.C. Davis: Textural and rheological properties of cooked potatoes. *J. Food Sci.* **48**, 1470 (1983)
 16. 백운봉: 실험의 계획과 분석. 자유아카데미, p.75 (1989)
 17. Moon, K.D.: Changes in cell wall components and structure of tomato fruits during ripening. *Ph. D. Thesis*, Kyungpook National Univ., Seoul Korea (1998)
 18. Shewfelt, A.L.: Changes and variation in the pectic constitution of ripening peaches as related to product firmness. *J. Food Sci.*, **30**, 573 (1965)
 19. Kim, M.H., Park, Y.K. and Jang, M.S.: Effect of boiling methods on the physicochemical properties of Su Ri Chwi (*Synurus palmatopinnatifidus* var. *indivisus* KitAM.) pectin (in Korean). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **9**(1), 19-24 (1993)

(1998년 2월 11일 접수)