

마이크로파 Roasting 중 Cocoa Mass의 이화학적 성분 변화

김석신 · 이은정* · 윤상현** · 노희진** · 박덕철** · 김상용*** · 정명섭**** · 오상석*****
가톨릭대학교 식품영양학과, *MDS Korea 연구개발실, **동양제과 기술개발연구소,
동천컨설팅, *보전산업진흥원, *****이화여자대학교 식품영양학과

Changes in Physicochemical Components of Cocoa Mass during Microwave Roasting

Suk-Shin Kim, Eun-Jung Lee*, Sang-Hyun Yoon**, Hoe-Jin Roh**, Duck-Chul Park**,
Sang-Yong Kim***, Myung-Sub Chung**** and Sang-Suk Oh*****
Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea,
*MDS Korea, R&D Lab, **Tong Yang Confectionery Co., R&D Center,
Dong Cheon Consulting, *Korea Health Industry Development Institute,
*****Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University

Abstract

This study was done to determine the changes in physicochemical components focused on the general compositions, pH, titratable acidity, organic acids, color and sugars during the microwave roasting of cocoa mass and to compare the changes with those during a conventional roasting. The cocoa mass was microwave-roasted at 110 to 150°C and for 10 to 40 min or conventionally roasted at 140°C for 30 min. General compositions of microwave-roasted cocoa mass were not different from those of raw cocoa mass or conventionally-roasted one. The pH changes did not affect the changes in titratable acidity or organic acids. Titratable acidity was different among the three samples. Microwave-roasted cocoa mass showed less sufficient effects on removing organic acids and less changes in color. Fructose, glucose and maltose decreased during a roasting but sucrose showed little changes.

Key words : cocoa mass, microwave, roasting, physicochemical components

서 론

Cocoa roasting은 이상적인 초콜릿 향미의 생성을 위해 꼭 필요한 공정으로서, 이 공정을 통해 향미 발현 뿐만 아니라 색깔의 변화, 당 함량의 변화, 유기산 함량 변화, pH 및 산도의 변화 등 다양한 이화학적 변화가 수반되게 된다⁽¹⁾. 향미와 색깔은 cocoa의 중요 품질 지표⁽²⁾ 가운데 하나이며 roasting 중 Maillard 반응에 의해 생성되기 때문에 당함량의 변화와도 밀접한 관계가 있다. Cocoa나 초콜릿의 향미는 cocoa 고유의 향미(cocoa flavor)와 산미(acid flavor)의 조화가 중요한데 cocoa flavor보다 acid flavor의 비율이 작을수록 높

은 관능적 평가를 받게 된다고 한다⁽³⁾. Acid flavor는 초산, 젖산, 구연산, 수산 등의 유기산 함량과 관계가 깊고 유기산 함량은 pH 및 적정산도와 밀접한 상관관계가 있다^(3,4). 유기산 중 휘발성이 강한 초산은 roasting 중 제거되는 것이 최종 향미에 유리한데 roasting 중 유기산이 많이 제거될수록 conching 시간이 짧아지는 잇점이 있다⁽⁵⁾. 따라서 cocoa roasting 중 색깔의 변화, 당 함량의 변화, 유기산 함량 변화, pH 및 산도의 변화 등 다양한 이화학적 변화를 살펴보는 것이 cocoa나 초콜릿의 품질에 중요하다.

Cocoa roasting은 흔히 cocoa bean roasting, cocoa nib roasting 그리고 cocoa mass roasting으로 구분된다^(5,6). Cocoa bean roasting이나 cocoa nib roasting의 경우 bean이나 nib의 크기나 수분함량이 균일하지 않기 때문에 over-roasting이나 under-roasting됨으로써 품질의 불균일을 초래할 수 있는 단점이 있다. 이러한 단점은 액상의 균질 물질인 cocoa mass 상태로

Corresponding author : Suk Shin Kim, Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Puchon City, Kyonggido 420-741, Korea
Tel : 032-340-3316
Fax : 032-340-3766
E-mail : kimss@www.cuk.ac.kr

roasting함으로써 어느 정도 극복될 수 있다^(5,7). 하지만 cocoa mass roasting의 경우도 열전달 속도가 느리고 부분적인 가열은 피할 수 없다. 이런 문제점은 마이크로파를 열원으로 사용함으로써 해결될 수 있는데, 그 이유는 마이크로파로 roasting할 경우 내부가열(internal heating)되기 때문에 식품 전체를 신속하게 가열할 수 있어 짧은 시간안에 원하는 온도에 도달하고 식품 내 외부의 온도차이도 적어지며 정해진 시간 동안 일정 온도를 유지하기 쉽기 때문이다⁽⁸⁾. 마이크로파를 이용한 roasting 연구로는 대두 roasting⁽⁹⁾, 녹차 잎 roasting⁽¹⁰⁾, hazlenut과 곶팥이 오염 땅콩⁽¹¹⁾ 등이 보고된 바 있으나 cocoa mass의 roasting에 마이크로파를 적용한 연구는 아직 시도된 바 없다.

이에 본 연구에서는 cocoa mass를 마이크로파로 roasting하고 그에 따른 이화학적 변화를 일반성분, pH, 적정산도, 유기산, 색갈 및 당을 중심으로 살펴 보는 한편 이를 상법으로 roasting한 경우와 비교해 보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

말레이시아산 cocoa bean을 관련업체로부터 제공받아 박피하여 미세하게 분쇄하였다.

마이크로파 Roasting System 설계

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 가정용 전자렌지(삼성전자, RE-700W)의 외벽에 직경 1 mm의 구멍을 뚫어 4개의 K-type thermocouple probe(한영전자)를 삽입한 후 전자렌지의 cavity내로 들어가도록 설치하였다. 이때 probe가 들어간 부분을 내외부에서 알루미늄 테이프 고정시켜 접지하고, cavity내부로 노출된 probe를 테플론 테이프로 감싸준 후, 4개의 probe를 모두 테플론 튜브(길이 80 mm×직경 8 mm) 안에 넣었다. 또한 cavity 안에서 시료가 과열되는 것을 방지하기 위해서 circulator(Polyscience Corp, WB-15, USA)로부터 20 ± 0.5°C의 물이 테플론 튜브를 통해 cavity 내부를 흐르도록 하였다. Roasting을 실시하기 위해 150 g의 반고체 상태의 cocoa mass를 300 mL 비이커에 담아 전자렌지의 중앙에 놓고 probe를 꽂았다. 3개의 probe는 data logger(Measurement Systems Ltd., Datascan 7000, U.K)에, 1개는 on-off controller(한영전자, DX7-KMWNR)에 연결하여 마이크로파 조사량을 조절하여 일정온도를 유지하였다. 모든 수치는 txt 파일형태로 PC로 송신하였다.

Fig. 1. Schematic diagram of microwave roasting system.

Cocoa Mass의 Roasting 조건과 분석용 시료의 제조

마이크로파를 이용한 cocoa mass의 roasting은 110, 120, 130, 140, 150°C의 온도에서 각각 10, 20, 30, 40분동안 실시하였다. 또한 대조군으로서 공장규모의 thin/spray film roasting을 실험실 규모로 실시하기 위하여 직경 100 mm인 페트리 디쉬에 cocoa mass 10 g을 취하여 두께 5 mm로 조절한 후 일반 열풍오븐(Yamato, DN-61, Japan)에서 140°C, 30분간 roasting하였다(이하 상법이라 한다). Roasting된 시료는 방습포장재(polyester 12 µm/aluminum foil 9 µm/nylon 15 µm/polypropylene 60 µm)에 기밀포장하여 신속히 얼음에 담가 냉각시킨 후, -75°C 냉동고(REVCO, ULT 2090-3-012, USA)에 보관하면서 분석에 사용하였다.

일반성분 분석

수분, 회분, 조단백, 조지방을 AOAC법⁽¹²⁾으로 분석하였다.

pH 측정

분쇄된 cocoa mass 10 g을 60 mL의 열수(75°C)와 잘 혼합하고 이 혼합물을 상온에서 방냉한 뒤 100 mL 플라스크로 정용하고, 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 후 여과액의 pH를 pH meter(Orion, 900A, USA)로 3회 반복하여 측정하였다.

적정산도 측정

pH 측정에 사용한 여과액 25 mL를 60 mL까지 희석하여 0.1 M NaOH로 적정하였으며 종말점은 pH 8.0이 되는 점으로 하였다. 적정산도는 equiv. NaOH kg⁻¹로 나타내었다.

Table 1. HPLC conditions for the analysis of organic acids in cocoa mass

Items	Operating conditions
Column	Aminex [®] HPX-87H Ion-Exclusion Column 7.8 mm×300 mm (BIO-RAD)
Pump	Waters [™] 600 Pump
Detector	RI (Differential Refractometer, Waters [™] 410)
Eluent	10 mM H ₂ SO ₄
Flow rate	0.8 μL/min
Temperature	60°C
Injection volume	20 μL

Table 2. HPLC conditions for the analysis of sugars in cocoa mass

Items	Operating conditions
Column	Carbohydrate Analysis, Waters [®] Amine-based silica
Pump	Waters [™] 600 Pump
Detector	RI (Differential Refractometer, Waters [™] 410)
Eluent	Acetonitrile : Water = 80 : 20
Flow rate	2 mL/min
Temperature	Ambient
Injection volume	20 μL

유기산 측정

Holm과 Aston⁽⁹⁾의 방법을 수정하여 유기산을 분석하였다. 분쇄한 시료 2.5 g에 끓인 증류수 15 mL(75°C)를 가하여 섞은 후 상온에서 방냉하였다. 이 액을 25 mL 플라스크에 넣어 해당 부피까지 정용한 뒤, 20분 동안 원심분리(4°C, 8000 rpm)하여 얻어진 상정액을 5 mL MeOH로 활성화시킨 C₁₈ Sep-pak[®] Cartridge (Waters, No. 20515, USA)로 여과하였고, 다시 0.45 μm 및 0.2 μm membrane filter(Gelman, Acrodisc LC13, USA)로 각각 재여과하여 HPLC용 시료로 하였다. HPLC의 분석조건은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 표준물질로 초산, 젖산, 구연산, 수산 특급시약을 사용하였다.

색도 측정

분쇄한 cocoa mass를 색차계(color difference meter, Tokyo Denshoku Co, Ltd., TC3600, Japan)를 사용하

여 L=90.4, a=0.8, b=3.0을 표준으로 3회 반복 측정하였다.

당분석

당 분석은 Tomlins 등⁽¹³⁾의 방법을 응용하여 분석하였다. 분쇄한 시료 2.5 g에 끓인 증류수 15 mL(75°C)를 가하여 충분히 섞어준 후 상온에서 방냉하였다. 이 액을 25 mL 플라스크에 넣어 해당 부피까지 정용한 후, 원심분리하여 얻어진 상정액을 취해 0.45 μm membrane filter(Gelman, Acrodisc LC13, USA)로 여과하여 HPLC에 주입하였다. Table 2에 HPLC 당분석 조건을 나타내었다.

결과 및 고찰

Cocoa Mass의 일반성분

Cocoa mass, 마이크로파 roasting한 cocoa mass 및 상법으로 roasting한 cocoa mass의 일반성분을 Table 3에 나타내었다. Cocoa mass의 성분 중 초콜릿의 관능적인 특징에 가장 중요한 성분인 지방은 볶지 않은 cocoa mass가 48%, 상법으로 처리한 시료가 51%, 마이크로파 roasting한 시료가 48% 함유하는 것으로 나타났다. 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 또한 회분(평균 2.9%)과 조단백(평균 14%)도 세 처리군 간에 유의차가 없었다. Roasting시 품질에 가장 영향을 끼치는 수분함량은 상법의 경우가 3.26%, 마이크로파 roasting의 경우는 3.66%로 두 처리군간에 유의차이를 보였으나(p<0.05), 볶지 않은 cocoa mass와 마이크로파로 처리된 cocoa mass간에는 유의차가 없는 것으로 확인되었다. Valiente 등⁽¹⁴⁾은 볶지 않은 cocoa bean의 지방함량은 54%, roasting한 시료가 56%였으며, 조단백은 두 경우 모두 10%, 회분은 3%, 수분은 2.4%와 3.4%로 보고하였는데 이는 본 실험결과와 유사한 것으로 나타났다.

Cocoa mass의 pH 및 적정산도

Cocoa mass, 마이크로파 roasting한 cocoa mass 및 상법으로 roasting한 cocoa mass의 pH 및 적정산도를

Table 3. Proximate compositions of cocoa mass roasted by different methods

(unit: % (w/w), dry basis)

Items	Cocoa Mass		
	Raw	Conventional Roasting 140°C 30min	Microwave Roasting 140°C 30min
Moisture	3.58 ± 0.14 ^a	3.26 ± 0.18 ^b	3.66 ± 0.15 ^a
Crude protein	13.69 ± 0.03	14.32 ± 0.09	13.93 ± 0.05
Crude fat	48.03 ± 2.39	50.85 ± 0.17	47.88 ± 0.07
Ash	2.82 ± 0.01	2.87 ± 0.04	2.90 ± 0.02

Table 4. Comparison of pH and titratable acidity of cocoa mass roasted by microwaves or conventional roasting

Treatment	Roasting conditions		pH	Titratable acidity (equiv.NaOH/kg)
	Temp. (°C)	Time (min)		
Raw	-	-	4.982 ± 0.020	0.114
Conventional roasting	140	30	4.931 ± 0.010	0.005
		10	4.935 ± 0.010	0.114
		20	4.899 ± 0.001	0.009
		30	4.885 ± 0.006 ²⁾	0.123
Microwave roasting	150	40	4.900 ± 0.002	0.127
		10	4.904 ± 0.004	0.115
		20	4.899 ± 0.001	0.006
		30	4.889 ± 0.005	0.118
		40	4.879 ± 0.008	0.128

Table 4에 나타내었다. 마이크로파로 roasting한 cocoa mass의 pH는 4.8~4.9의 범위를 나타내었으며, 각 온도에서 시간에 따라 측정하였을 때 pH의 변화는 모두 유의차가 없었고, pH의 변화가 적정산도나 유기산의 변화에는 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 140°C에서 시간별로 마이크로파 roasting한 시료의 적정산도는 0.009~0.127 equiv. NaOH/kg의 범위를 나타냈으며, 볶지 않은 cocoa mass는 0.114 equiv. NaOH/kg이었고 상법으로 처리한 시료는 0.005 equiv. NaOH/kg으로 나타나 roasting 시간별로는 적정산도의 차이가 없었으나, 처리군에 따라서는 유의차가 있는 것으로 확인되었다. Roasting시간에 따라 적정산도의 변화가 적은 이유는 cocoa mass에 가장 많이 포함되어 적정산도와 pH에 영향을 미칠 수 있는 초산의 변화가 적었기 때문인 것으로 생각된다. Holm과 Aston⁽³⁾이 조사한 유기산과 pH, 적정산도와의 상관관계에 의하면 초산은 pH와 음의 상관관계(상관계수: -0.82)를 보여 초산이 증가하면 pH가 감소한다고 하였고, 젖산은 -0.69로 낮은 상관관계를 보여 젖산이 pH에 미치는 영향은 보다 적은 것으로 보고한 바 있다. Holm과 Aston⁽³⁾은 말레이시아산 cocoa의 pH 4.87~5.10, 적정산도 0.17~0.20 equiv. NaOH/kg으로 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 유사하였다. Jinap과 Dimick⁽⁴⁾도 말레이시아산 cocoa의 pH 4.89, 적정산도 0.198 equiv. NaOH/kg로 보고하여 이 역시 본 실험결과와 비슷하였다.

Cocoa mass의 유기산

Cocoa mass, 마이크로파 roasting한 cocoa mass 및 상법으로 roasting한 cocoa mass의 유기산의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. Roasting한 시료의 분석 결과 머무름 시간 5분에 수산, 6분에 구연산, 9분에 젖산, 11분에 초산을 확인할 수 있었다. 볶지 않은 cocoa mass에는 초산이 0.84%로 가장 많은 양이 포함되어 있었

으며 수산은 0.47%, 젖산은 0.35%로 Jinap과 Dimick⁽⁴⁾의 보고와 유사한 것으로 확인되었다. 상법으로 roasting한 시료는 수산, 구연산, 젖산 및 초산의 양이 볶지 않은 비처리군보다 유의적으로 감소한 것으로 나타났으나(p<0.05), 마이크로파로 roasting한 경우 상법 roasting군보다 휘발성이 강한 초산⁽¹⁵⁾의 감소가 적었기 때문에 roasting에 의한 유기산 제거 효과가 그만큼 부족하다고 볼 수 있다. 전반적으로 각 처리군의 유기산 함량을 비교해 보면 통계적 유의차는 없지만 마이크로파 roasting이 상법 roasting보다 유기산 제거가 효과적이지 못한 경향을 보이기 때문에 다른 가열 시스템과의 병용이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

Cocoa Mass의 색깔

Cocoa mass, 마이크로파 roasting한 cocoa mass 및 상법으로 roasting한 cocoa mass의 색깔의 변화를 Table 5에 나타내었다. 마이크로파로 roasting할 때 색깔의 변화는 150°C 40분의 경우를 제외하고는 가열 시간이 경과함에 따라 "L"(lightness)값은 감소하고 "a"(redness)값

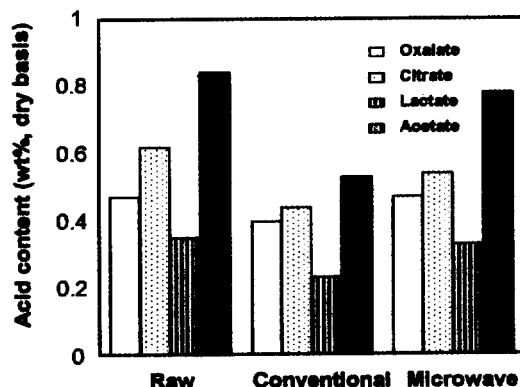


Fig. 2. Organic acid content of unroasted, conventionally-roasted, and microwave-roasted cocoa mass.

Table 5. Changes in color of cocoa mass roasted by microwaves or conventional roasting with those of raw cocoa mass

Treatment	Roasting conditions		Color		
	Temp. (°C)	Time (min)	L	a	b
Raw	-	-	37.80±0.21 ^a	9.52±0.38 ^e	5.51±0.06 ^e
Conventional roasting	140	30	27.95±0.78 ^b	12.17±0.31 ^d	2.57±0.78 ^f
		30	34.90±0.14 ^a	10.57±0.31 ^e	4.67±0.12 ^e
		110	10	37.40±0.21 ³⁾	9.53±0.40
Microwave roasting	140	20	35.10±0.56	10.33±0.38	4.17±0.40
		30	36.80±0.36	10.43±0.38	5.20±0.10
		40	35.23±0.68	11.20±0.35	4.87±0.21
		150	10	35.43±0.90	10.57±0.50
	20	34.90±0.14	10.57±0.31	4.67±0.12	
	30	32.75±0.07	11.77±0.15	4.85±0.35	
	40	36.00±0.06	10.60±0.20	4.90±0.46	

은 증가하는 경향을 보였으며, roasting 온도가 높아질수록 높은 "a"값을 나타내었다. 그러나, "b"(yellowness) 값은 가열 시간에 따른 규칙적인 변화 경향을 보이지 않았다. 전반적으로 처리방법간에 유의차가 없었으며 상법으로 roasting한 시료가 마이크로파 roasting한 시료보다 "L"값이 작고 "a"값이 큰 것으로 나타나 색깔의 변화가 심했음을 간접적으로 보여주었다.

Cocoa mass의 당

Fig. 3에 마이크로파로 roasting한 cocoa mass의 포도당, 과당, 서당 및 맥아당의 함량 변화를 온도별로 도시하였다. Roasting 온도 110°C의 경우 포도당은 0.348%에서 0.268%, 과당은 0.500%에서 0.471%, 서당은 0.484%에서 0.404%, 맥아당은 0.444%에서 0.022%로 감소하였으며, roasting 온도 130°C의 경우는 맥아

당이 급격히 감소하는 것으로 나타났다. Reinessius 등⁽¹⁶⁾은 cocoa bean이 roasting됨에 따라 Maillard 반응으로 인해 과당과 포도당은 감소하고 이당류인 서당의 가수분해는 무시할 정도로 크게 변화하지 않았다고 보고하였다. 본 실험에서의 경우 과당과 포도당은 물론 서당도 감소하는 것으로 나타나 서당의 전화가 일어난 것으로 추측되었다.

요 약

본 연구는 cocoa mass를 마이크로파 roasting하여 그 이화학적 성분 변화를 일반성분, pH, 적정산도, 유기산, 색깔 및 당을 중심으로 살펴 보는 한편 이를 상법으로 roasting한 경우와 비교해 보고자 하였다. 마이크로파 roasting은 110, 120, 130, 140, 150°C의 온도에서 10, 20, 30, 40분 동안 행하였고 상법의 경우는 140°C에서 30분간 roasting하였다. Cocoa mass, 마이크로파 roasting한 cocoa mass 및 상법으로 roasting한 cocoa mass의 일반성분은 처리군 간에 차이가 없었고, pH의 변화가 적정산도나 유기산의 변화에는 영향을 끼치지 않았으며, 적정산도는 처리군 간에 유의차가 있었다. 마이크로파로 roasting한 경우 상법 roasting보다 유기산 제거 효과가 부족했고, 색깔의 변화가 적었으며, 과당, 포도당, 서당 및 맥아당은 감소하는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Minifie, B.W. Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology. 2nd ed., AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. pp.28-66 (1980)
2. De Zaan. The Cocoa Manual. pp. 66-86 (1993)
3. Holm, C.S. and Aston, J.W. The effects of the organic

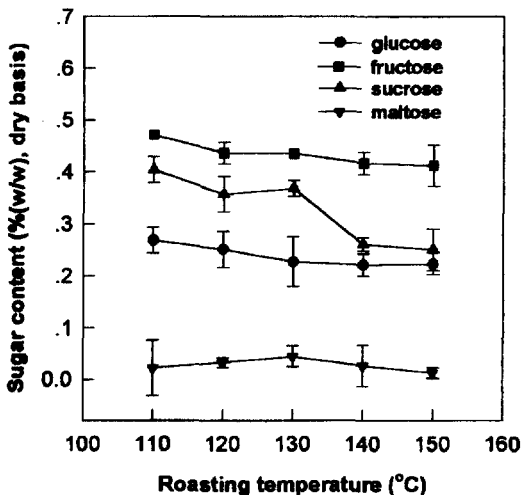


Fig. 3. Sugar content of cocoa mass microwave-roasted at different temperatures for 40 min.

- acids in cocoa on the flavor of chocolate. J. Sci. Food Agr. 61: 65-71 (1993)
4. Jinap, S. and Dimick, P.S. Acidic characteristics of fermented and dried cocoa beans from different countries of origin. J. Food Sci. 55: 547-550 (1990)
 5. Bauermeister, P. Cocoa liquor roasting. The manufacturing Confectioner, October, 43-45 (1981)
 6. Zak, D.L. The development of chocolate flavor. The Manufacturing Confectioners November, 69-74 (1988)
 7. Schmitt, A. The spray/thin film process for roasting cocoa liquor. Confectionery Manufacture and Marketing November, 4-8 (1988)
 8. Gould, G.W. New Methods of Food Preservation. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, pp.112-134 (1995)
 9. Yoshida, H., Mieno, A., Takagi, S., Yamaguchi, M., and Kajimoto, G. Microwave roasting effects on acyl lipids in soybeans (*Glycine max.* L.) at different moisture contents. J. Food Sci. 60: 801-805 (1995)
 10. Mullin, J. Microwave processing. pp.113-134, In: New Methods of Food Preservation, Gould, G.W. (Ed.), Blackie Academic & Professional, New York, N.Y. (1995)
 11. Thuery, J. Microwaves: Industrial, Scientific, and Medical Applications. Artech House, Inc., Norwood, MA, pp.231-257 (1992)
 12. AOAC International, Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed., Arlington, Virginia, USA (1999)
 13. Tomlins, K.I., Baker, D.M. and Daplyn, P. Effect of fermentation and drying practices on the chemical and physical profiles of Ghana cocoa. Food Chem.. 46: 257-263 (1993)
 14. Valiente, C., Esteban, R.M., Molla, E. and Lopez-andreu, F.J. Roasting effects on dietary fiber composition of cocoa beans. J. Food Sci. 59: 123-141 (1994)
 15. Finot, P.A., Aeschbacher, H.U., Hurrell, R.F. and Liar-don, R. The Maillard reaction in Food Processing. pp. 197-208, In: Human Nutrition and Physiology, ALS Press, Berlin, West Germany (1982)
 16. Reineccius, G.A., Keeney, P.G. and Weissberger, W. Factors affecting the concentration of pyrazines in cocoa beans. J. Agr. Food Chem. 20: 202-206 (1972)

(2000년 3월 3일 접수)