

Cacao 식이섬유의 성분 조성과 L-BTC 가공 중의 변화

이정숙 · 권익부* · 이신영**

(주) 일화연구소, *롯데그룹 중앙연구소, **강원대학교 환경생물공학부

Chemical Composition of Dietary Fiber in Cacao and Its Change Through L-BTC Process

Jung-Suk Lee, Ik-Boo Kwon* and Shin-Young Lee**

Ilwha Co. Ltd.

**Lotte Group R & D Center*

***Division of Environmental and Biological Engineering, Kangwon National University*

Abstract

This study was carried out to elucidate the chemical composition of dietary fibers from cacao bean and subproducts (winnowed nib, reacted nib, roasted nib, i.e. cacao mass and cacao bean husk) obtained by L-BTC process of cacao (*Theobroma cacao L.*). The contents of total dietary fiber(TDF), soluble dietary fiber(SDF) and insoluble dietary fiber(IDF) in cacao bean husk(CBH) were 54.1, 42.2 and 11.9%, respectively, showing an excellently high contents of TDF and IDF, whileas those in cacao bean(CB) were 33.35, 29.8, and 3.55%, respectively. The contents of IDF and SDF in subproducts(winnowed nib, reacted nib and cacao mass) obtained by L-BTC(Better Taste & Color) process were in the ranges of 29.80~31.80% and 3.55~1.68%, respectively, indicating slightly changes in these contents by processing. Contents of neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF) in CBH were 41.65 and 36.3%, respectively, and the composition of insoluble component was 17.75% lignin, 18.55% cellulose, 5.20% hemicellulose and 12.45% pectin. The contents of NDF(30.51%) and ADF(28.00%) in CB were lower than those of CBH, and the composition of insoluble component was 19.25% lignin, 8.75% cellulose, 2.51% hemicellulose and 2.84% pectin. The NDF/ADF contents and the composition of insoluble component were slightly affected by L-BTC processing.

Key words: ditetary fiber, chemical compositon, Cacao bean, cacao mass, cacao bean husk, L-BTC processing

서 론

식이 섬유(dietary fiber)는 사람의 소화 효소로는 소화되지 않는 식물 세포의 구조 잔사로, 그 동안 소화, 흡수되지 않기 때문에 영양적 가치가 없는 것으로 인식되어 왔다. 그러나, 1970년대에 Trowell(1972, 1976)에 의해서 심장계 질환, 장 질환을 비롯한 비만증, 당뇨병, 담석 등의 질병들이 식이섬유의 섭취 부족과 관련이 있다고 보고된 이래 그 생리적 역할에 대한 연구와 관심이 크게 고조되었다(Reiser, 1987;

Schneeman, 1986, 1989).

식이섬유는 크게 불용성 및 수용성 식이섬유로 구분되는 데, 이들의 생리적 효과는 서로 다른 것으로 알려지고 있다(Schneeman, 1987; Prosky, 등, 1988). 수용성 식이섬유는 과일, 보리, 두류 식품 등에 주로 함유되어 있으며, 수분 보유능(water-holding capacity)이 크고, gel 형성능이 우수하여 음식물의 점성을 높여 준다. 또 위에서의 체류시간을 증가시키고, 포만감을 제공하여 영양분의 흡수를 느리게 하며, 담즙산(bile acid)과 결합하여 분변으로 배출됨으로써 체내 담즙산 보충을 위한 콜레스테롤의 소모를 유도한다(Anderson et al., 1984; Van Horn et al., 1986). 이에 따라 혈중 콜레스테롤 값을 저하시키며, 심장병 및 동맥경화를 예

Corresponding author: Shin-Young Lee, Division of Environmental and Biological Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

방하고 대장암의 발병율을 낮춰 준다(Koseki, *et al.*, 1990). 반면, 불용성 식이섬유는 주로 식물 세포벽의 구성성분으로 밀 겨, 옥수수 겨 및 곡류에 함유되어 있으며, 수분 보유능이 커서 위에 포만감을 주고, 변을 묽게 하여 장에서의 이동시간을 감소시켜 통변을 용이하게 한다(Anderson *et al.*, 1984). 또 대장 내에서 세균에 의해 일부 분해되어 짧은 사슬 지방산(short chain fatty acid)으로 발효되는 등, 주로 대장 기능에 관련된 효과를 나타내고 있다(Van Horn *et al.*, 1986). 이외에도 식이섬유는 혈압강화 작용이 있으며, 비만에 좋고, 특히, 포도당의 흡수를 지연시켜 인슐린 요구량을 감소시킴으로써 당뇨병의 치료에도 많은 도움이 되고 있는 것으로 알려져 있다(Koseki *et al.*, 1990; Yoon *et al.*, 1987; Torsdottir *et al.*, 1990)

일반적으로 이들 식이섬유의 기능성은 식이섬유원, 식품의 종류, 가공법, 조리조건, 식이섬유의 구성 성분과 조성, 함량, 결합상태 및 입자크기 등에 따라 다르게 나타난다(Eastwood *et al.*, 1986). 그러므로 지금까지 각종의 식이섬유원이 널리 탐색되었는데, 초콜릿의 주원료인 cacao bean이나 그 가공 부산물인 cacao bean husk(CBH)는 식이섬유의 함유량이 높아 새로운 식이섬유원으로서의 가능성이 매우 높다(Martin-Cabrehas *et al.*, 1994, 변유량, 1998). 하지만 이에 대해서는 다른 재료에 비해 별로 보고된 바가 없으며, 특히, 카카오 가공 중의 식이섬유 특성에 대해서는 알려진 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 cacao 유래의 식이섬유를 분리하고, 이의 함량과 성분조성을 밝혔다. 아울러 코코아 매스 제조의 최근 공법의 하나인 L-BTC(Better Taste & Color) 공정(이신영 등, 2000, 2001; Shin-Young Lee *et al.*, 2001; Buhler, 1997)에 의한 가공중의 변화를 조사하여, 카카오 유래 식이섬유의 화학적 특성을 규명하고 자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 Cacao bean(*Theobroma cacao* L.)은 Ghana 산으로, L-사로부터 제공 받았다. Cacao mass 가공의 최신공법으로 알려진 nib을 균일한 작은 조각으로 만들어 roasting 처리하는 nib roasting process인 L-사의 BTC(Better Taste and Color) 가공 공정(Buhler, 1997, 이신영 등, 2000, 2001; Shin-Young Lee *et al.*)에 따라 각 공정별 중간 제품(Cacao bean husk, 카카오 콩 껍질; cacao bean, 카카오 콩;

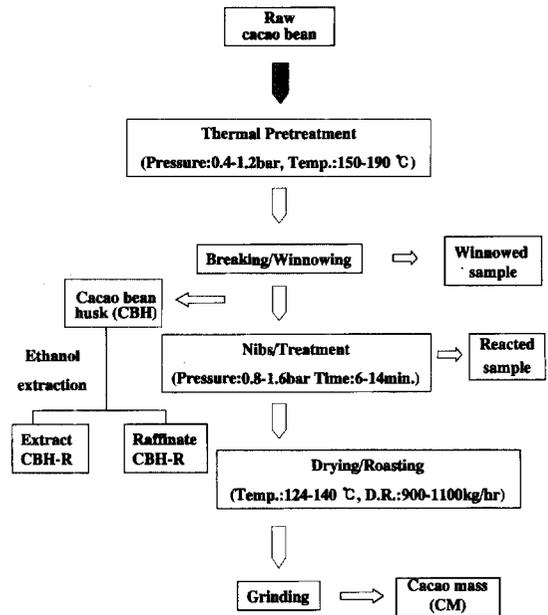


Fig. 1. Flow diagram for sample preparation from fermented cacao bean.

winnowed sample, 풍파 시료; reacted sample, 반응시료; cacao mass, 카카오 매스)을 얻었으며(Fig. 1), 이를 재료로 사용하였다. 각 재료는 4°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

식이섬유의 추출·분획

30 mesh 체를 통과시킨 각 공정별 카카오 시료를 diethyl ether을 사용하여 Soxhlet 법으로 12시간 탈지하였다. 70°C를 유지한 건조기에서 건조하고 냄새를 제거하였으며, 밀봉하여 냉장고에 보관하면서 식이섬유 추출 시료로 사용하였다. 또 식이섬유는 Fig. 2에서와 같이 추출·분획하였다.

식이섬유의 함량 측정

수용성 식이섬유(Soluble dietary fiber, SDF) 및 불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber, IDF)의 함량을 Prosky (1988) 법에 의하여 구하였으며, 총 식이섬유(Total dietary fiber, TDF) 함량은 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 합(TDF, %=IDF+SDF)으로 계산하였다.

불용성 식이섬유의 조성

불용성 식이섬유의 구성성분과 그 함량은 cellulose, hemicellulose 및 lignin을 포함하는 neutral detergent

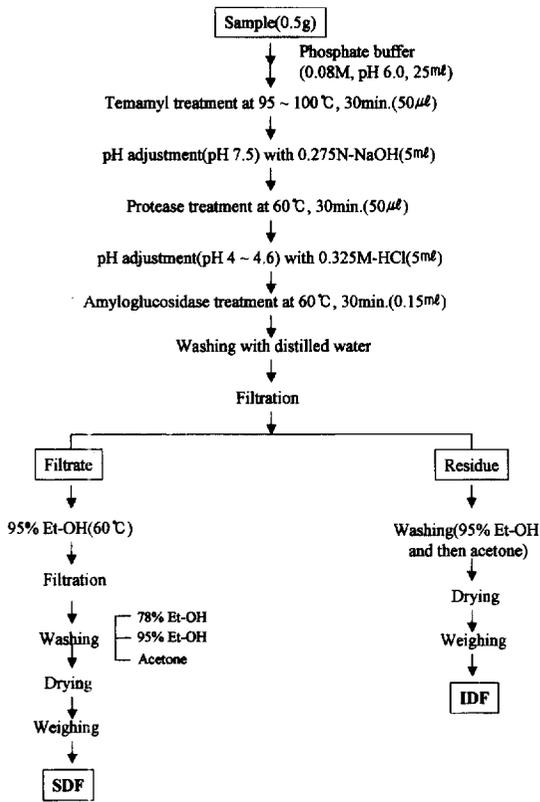


Fig. 2. Fractionation of insoluble dietary fiber(IDF) and soluble dietary fiber(SDF) by Prosky method.

fiber(NDF)와 cellulose와 lignin을 포함하는 acid detergent fiber(ADF)의 함량을 측정하여 구하였다. 즉 cellulose 함량은 ADF와 lignin함량의 차이로 구하였으며, hemicellulose의 함량은 NDF와 ADF의 함량의 차이로, 그리고 pectin의 함량은 IDF와 NDF의 함량의 차이로 다음과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{Cellulose (\%)} &= \text{ADF} - \text{lignin} \\ \text{Hemicellulose(\%)} &= \text{NDF} - \text{ADF} \\ \text{Pectin(\%)} &= \text{TDF} - \text{NDF} \end{aligned}$$

이 때, NDF 함량은 Van Soest와 Wine (1967)의 방법을 일부 변형하여 정량하였고, ADF 및 lignin은 각각 AOAC(1990)법으로 구하였다.

결과 및 고찰

Cacao 시료의 식이섬유 함량과 가공 중의 변화

Prosky 법(1988)으로 CBH와 CB 및 이의 각 공정별 시료의 불용성 및 수용성 식이섬유의 함량을 분석한

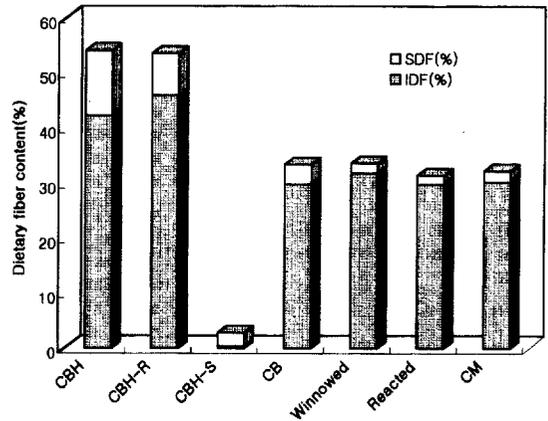


Fig. 3. Changes in the soluble and insoluble dietary fiber (SDF, IDF) contents of cacao and its subproducts by Prosky method.

결과는 Fig. 3와 같다.

불용성 식이섬유 함량은 CBH 42.20%, CB 29.80%이었으며, winnowing, reaction 및 roasting의 각 공정을 거친 시료는 각각 31.80, 29.80 및 30.30%의 함량을 나타내어 공정별 함량의 변화는 거의 없음을 보였다. 이는 Valiente *et al.* (1994)이 roasting처리로 cacao bean의 IDF 및 SDF 함량에는 영향을 미치지 않는다고 한 보고와 잘 일치하였다. 이는 불용성 식이섬유가 효소나 산, 알칼리에 의하여 제거되기 어려운 cellulose, hemicellulose 및 lignin으로 구성되어 있기 때문이라고 생각하였다. 그러나 Valiente *et al.* (1994)은 lignin의 증가 및 중성당과 uronic acid 함량의 감소를 일으키고 IDF 구성성분들이 재배치된다고 보고하였다.

한편, CBH에서 ethanol로 polyphenol 성분을 제거하고 남은 잔사(CBH-R)와 상등액(CBH-S)을 CBH와 비교하여 보면, CBH-R에서 불용성 식이섬유함량이 CBH보다 약간 증가하였지만, 수용성 식이섬유의 함량은 다소 감소하는 것을 볼 수 있는 반면, CBH-S는 불용성 및 수용성 식이섬유 함량이 각각 0.32%와 2.45%로, 매우 낮은 값을 나타내었다. 자료로서 나타내지는 않았으나 CBH-R에서는 탄수화물 함량(56.18%)이 높은 반면, CBH-S에서는 단백질(33.43±0.09%) 및 조회분(18.03±0.67%)의 양이 높았는데, 이는 CBH를 ethanol로 polyphenol을 추출하는 과정에서 단백질 및 염류 등의 수용성 물질들이 CBH-S로 이행된 것에 기인하는 것으로 생각되었다. 특히, CBH-S의 탄수화물은 환원당 함량이 높으나, CBH-R에서는 환원당 함량이 낮아서 CBH-R의 구성 탄수화물은 주로 고분자 물질일 것으로 생각되었다. 따라서 식이섬유는 이 CBH-R 분

획에 주로 존재할 것으로 판단되었으며, polyphenol 추출 과정에서 수용성 식이섬유가 소실되었거나 CBH-S로 이행되어 CBH-R에서 높은 불용성 식이섬유 함량을 나타낸 것으로 생각되었다. 이상으로부터 CBH-R의 시료는 고 식이섬유원으로서의 이용 가능성이 높은 것으로 생각되었다.

또 총 식이섬유의 경우에서도 마찬가지로, CBH를 제외한 CB 및 각 공정별 시료 모두 공정에 따른 변화는 거의 없었다. 그러나 수용성 식이섬유는 CBH가 11.90%, CB는 3.55%이었고, winnowing, reaction 및 roasting의 각 공정별 시료는 각각 1.82, 1.68 및 1.97%로 감소하였다. 따라서 카카오 유래 총 식이섬유는 31.48~54.10%로, 이 중 불용성 식이섬유는 29.80~42.20%이었고, 수용성 식이섬유 1.68~11.90%에 비하여 월등히 많은 함량을 나타내는 특징을 보였다. 이러한 결과는 DeZaan (1993) 및 변유량(1998)의 보고와 비교하여 보면, 수용성 및 불용성 식이섬유의 함량에는 다소의 차이가 있지만, 수용성보다 불용성 식이섬유의 함량이 매우 높다는 점에서는 잘 일치하였다. 그 동안의 보고에 의하면 각종 식물성 식품재료의 식이섬유 함량은, 그 종류에 따라 1~43% 범위가 주인데(Schneeman, 1989), 최인자와 김영아(1992)는 쌀가루와 wheat bran의 총 식이섬유 함량이 각각 15.6% 및 43.0%라 하였고, 이경숙과 이서래(1993)는 쌀겨와 밀기울의 식이섬유 함량이 각각 21.8% 및 32.1%라 하였다. 또 조미경과 이원종(1996)은 비지와 막걸리 박이 각각 59.0% 및 26.0%의 식이섬유를 함유한다고 하였다.

이러한 카카오 유래 식이섬유원의 총 식이섬유 함량(31.48~54.10%)은 식이섬유함량이 가장 높은 것으로 알려진 corn bran의 59.02% (Schneeman, 1989)보다는 다소 낮았지만, 다른 식이섬유원에 비하면 매우 높은 값 범위이다. 특히, CBH는 카카오 콩의 부산물로부터 얻어져서 폐기되며(E.D. & F. Man Cocoa Ltd., 1991), 또한 CB와는 달리 코코아 풍미가 적어 제품의 풍미를 손상시키지 않고 여러 제품에의 혼합이 가능하므로(변유량, 1998) 이를 이용한 고 식이섬유제품의 개발을 위한 식이섬유원으로 크게 기대된다. 더구나 CBH-R은 CBH보다도 식이섬유함량이 높고, 또 현재 CBH로부터 에탄올로 폴리페놀 성분을 제거하고 남은 CBH의 불용성 잔사로서 폐기되므로, 더욱 식이섬유원으로서의 활용 가능성이 높은 것으로 기대되었다.

불용성 식이섬유의 조성과 가공중의 변화

Cacao의 총 식이섬유중 불용성 식이섬유의 함량이 차지하는 비율이 매우 높았으므로, Cacao 유래 불용성

Table 1. Contents of acid detergent fiber and neutral detergent fiber in the cacao and its subproducts (%)

Samples ¹⁾	ADF	NDF
CBH	36.30 ± 0.28 ²⁾	41.65 ± 2.19
CBH-R	39.38 ± 0.09	43.95 ± 0.05
CB	28.51 ± 2.76	30.51 ± 0.14
Winnowed	27.60 ± 0.42	30.90 ± 1.84
Reacted	28.80 ± 1.27	30.95 ± 0.49
CM	26.50 ± 0.71	30.25 ± 1.06

¹⁾See the legend of Fig. 1.

²⁾Mean±S.D.

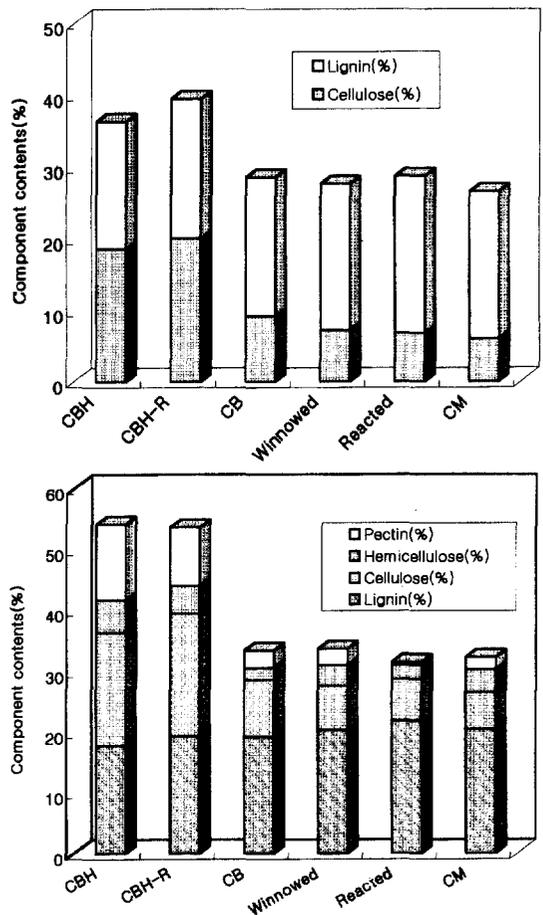


Fig. 4. Distributions of the component in ADF (A) and NDF (B) residues of cacao and its subproducts.

식이섬유의 구성성분인 cellulose, hemicellulose, lignin 및 pectin의 함량을 구하고, 그 조성을 조사하였다. NDF는 cellulose, hemicellulose 및 lignin의 복합물이며, ADF는 cellulose 및 lignin의 복합물이므로, 이들

함량으로부터 lignin 함량을 측정하면, cellulose와 hemicellulose 함량을 구할 수 있다(Fultencio *et al.*, 1983). 따라서 먼저 NDF와 ADF의 함량을 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

건량 기준으로 NDF 함량은 CBH 41.65%, CB 30.51%이었고, winnowing, reaction 및 roasting의 공정을 거친 각 시료는 각각 31.90, 31.25 및 30.95%로, raw bean(CB)의 함량(30.51%)보다는 다소 증가하였지만, 공정별 차이는 나타나지 않았다. ADF의 경우는 CBH가 36.30%, CB가 28.51%이었고, winnowing, reaction 및 roasting의 각 공정별 시료는 각각 27.60, 28.80 및 26.50 %로, raw bean의 함량보다 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 NDF와 마찬가지로 공정별 차이는 나타나지 않았다. 이와 같이 공정별 시료간의 NDF나 ADF의 함량 차이를 보이지 않은 것은, 효소나 산, 알칼리 또는 물리적 조건에 의하여 영향을 거의 받지 않는 cellulose, hemicellulose 및 lignin으로 구성되어 있기 때문이라 생각되었다.

한편, Fig. 4는 Cacao 유래 각 불용성 식이섬유의 구성 성분인 cellulose, hemicellulose, lignin 및 pectin의 함량을 조사한 결과이다. 건량 기준으로 cellulose 함량은 CBH가 18.55%이었고, CB가 9.26%이었다. Winnowing, reaction 및 roasting의 각 공정별 시료는 각각 7.27, 6.90 및 6.05%로 공정을 거치는 동안 함량이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. Hemicellulose 함량은 CBH와 CB가 각각 5.35 및 2.00 %이었고, 각 공정별 시료는 3.30, 2.25 및 3.75%로 공정에 따른 함량의 차이는 거의 없었다. 따라서 카카오 콩보다는 껍질에서 cellulose 및 hemicellulose 함량이 높았는데, 우건조 등 (1996)은 감귤의 경우, cellulose 함량은 과육에서는 1.26%인 반면, 과피에서는 3.56%이었고, 과육 및 과피의 hemicellulose 함량은 각각 1.13 및 2.07%로 과육보다 과피에서 불용성 식이섬유함량이 높다고 보고하였다. Lignin 함량은 CBH와 CB가 17.75 및 19.25%이었고, 각 공정별 시료의 함량은 각각 20.33, 21.80 및 20.45%로 공정에 따라 미미한 증가를 보였다. 이들 결과는 Valiente *et al.* (1994)의 보고와 비교적 잘 일치하였다. Pectin 함량은 CBH가 12.45%로 높았으나, CB는 2.84%로 낮았으며, winnowing, reaction 및 roasting의 각 공정별 시료는 각각 2.72, 2.02 및 0.53%로 각 공정중에 크게 감소함을 보였다. 또, CBH-R의 경우 cellulose, hemicellulose, lignin 및 pectin의 함량은 각각 20.05, 4.57, 19.33 및 9.66%로 CBH와 비교하였을 때, 불용성 식이섬유의 증가로 각 성분 모두 다소 증가함을 보였다.

요 약

Cacao bean(CB)으로부터 L-BTC 공법으로 Cacao mass(CM)의 제조시 얻어지는 각 중간제품을 시료로 하여 탈지 후 식이섬유를 추출하고, 그 함량 및 화학적 조성을 조사하였다. Cacao bean husk(CBH)의 총 식이섬유(TDF) 함량은 54.1%이었고, 불용성 식이섬유(IDF)가 42.20%, 수용성 식이섬유(SDF)가 11.90%로 TDF 및 IDF 함량이 매우 높은 특징을 보였다. 반면, cacao bean(CB)의 TDF, IDF 및 SDF 함량은 각각 33.35, 29.8 및 3.55%로 CBH보다 낮았다. 또 CB를 L-BTC공법으로 winnowing, reaction 및 roasting 처리함에 따라 IDF 함량은 29.80~31.80% 범위, SDF 함량은 3.55~1.68% 범위에서 다소 변하였다. 아울러, CBH의 NDF와 ADF는 각각 41.65 및 36.30%로, lignin, cellulose, hemicellulose 및 pectin을 구성성분으로 하였고, 그 함량은 각각 17.75, 18.55, 5.20 및 12.45%이었다. 반면, CB의 NDF와 ADF는 각각 30.51 및 28.00%로, 구성성분인 lignin, cellulose, hemicellulose 및 pectin의 함량은 각각 19.25, 8.75, 2.51 및 2.84%이었고, L-BTC 가공처리의 큰 영향을 받지 않았다.

감사의 글

본 연구는 재단법인 롯데장학재단의 연구비 지원에 의하여 수행된 결과로, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- 변유량. 1998. 초콜릿·코코아의 최신 연구동향. 제 1회 초콜릿 & 카카오 국제학술 심포지움 논문집 pp.9-20
- 우건조, 은종방, 정영민. 1996. 감귤과육 및 과피의 식이섬유와 플라보노이드 검색 및 정량. 한국식품과학회지 28(2): 371-377
- 이경숙, 이서래. 1993. 국내산 식물성 식품중 식이섬유 함량의 분석. 한국식품과학회지 25(3): 225-231
- 이신영, 강창훈, 이민중, 권익부, 변유량. 2000. Cocoa 가공 처리에 대한 L-BTC 공법의 효과. 한국산업식품공학회지 4(2): 61-69
- 이신영, 유승석, 김관필, 이민중, 권익부, 변유량. 2001. L-BTC 공정에 의한 Cacao Nib Reaction과 Roasting의 특성. 한국산업식품공학회지 5(1): 29-36
- 조미경, 이원종. 1996. 비지와 막걸리박을 이용한 고식이섬유 빵의 제조. 한국식량영양학회지 25(4): 632-636
- 최인자, 김영아. 1992. 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. 한국조리학회지 8(3): 281-289
- Anderson, J.W., L. Story, B. Sieling, W.L. Chen, M.S. Petro and J. Story. 1984. Hypercholesterolemic effect of oat

- bran or bean intake for hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* **40**: 1146-1155
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15th edition. p82
- Buhler Catalogue. 1997. State of the Art-Cocoa Factory in Korea, Buhler AG, Uzwill, Switzerland
- Eastwood, M.A., M.B. FRCP, W.G. Brydon, BSc. MRCPath and Anderson, D.M.W. 1986. The effect of the polysaccharide composition and structure of dietary fiber on fecal fermentation and fecal excretion. *Am. Soc. Clin. Nutr.* **44**: 51-55
- E.D. & F. Man Cocoa Ltd. 1991. Cocoa Market Report No. 339, January, p12
- Grace Cocoa' Company. 1993. The Cocoa Manual: A guide to De Zaan's cocoa products. Cacao' De Zaan B.V., Holland
- Fultencio, S.C., J. Canellas and G.R. Juan. 1983. Contents of detergent-extracted dietary fibers and composition of hulls, shells and tgments of Almonds (*Prunus amygdalus*). *J. Agric. Food Chem.* **31**: 1255-1259
- Koseki, M., K. Tsuji, M. Kazama, N. Kitabatake and E. Dot. 1990. Interaction between dietary cholesterol or fatty acids and water-soluble fibers and increase in cholesterol excretion by pectin in rats. *Nippon Shokuhin kogyo Gakkaish* **37**(7): 559-564
- Martin-Cabrehas, M., A.C. Valiente, R.M. Esteban and E. Molla. 1994. Cocoa hull-A potential source of dietary fiber-. *J. Sci. Food Agric.* **66**: 307-311
- Prosky, L., N.G. Asp, T.F. Schweizer, J.W. Devries and I. Furda. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J.A.O.A.C.* **71**(5): 1017-1023
- Reiser, S. 1987. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. *Food Technol.* **41**: 91-99
- Schneeman, B.O. 1986. Dietary fiber: Physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. *Food Technol.* **40**: 104-110
- Schneeman, B.O. 1989. Dietary fiber. *Food Technol.* **43**: 133-139
- Schneeman, B.O. 1987. Soluble vs. insoluble fiber-Different physiological responses. *Food Technol.* **41**: 81-82
- Lee, Shin-Young, Seung-Seok Yoo, Man-Jong Lee, Ik-Boo Kwon and Yu-Rang Pyun. 2001. *Food Sci. Biotechnol.* **10**(3): in press
- Trowell, H. 1972. Dietary fiber and coronary heart diseases. *Rev. European Studies Clin. Biol.* **17**: 345-349
- Torsdottir, I., M. Alpsten, G. Holm, A.S. Sandberg and J. Tolli. 1990. A small dose of soluble alginate-Fiber affects postprandial glycemia and gastric emptying in humans with diabetes. *Am. Inst. Nutr.* 795-799
- Trowell, H. 1976. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* **29**: 417-427
- Valiente, C., R.M. Esteban, E. Molla and E.J. Lopez-Andreu. 1994. Roasting effects on dietary fiber composition of cocoa beans. *J. Food Sci.* **59**(1): 123-124
- Van Horn, N.V., D.J. Parker, L. Emidy and J. Stammer. 1986. Serum lipid response to oat product intake with a fat modified diet. *J. Am. Diet. Assoc.* **86**: 759-764
- Van Soest, P.J. and R.H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J.A.O.A.C.* **50**(1): 50-54
- Yoon, J.W., C.J. Kim, C.Y. Park and R.G. McArthur. 1987. Effect of environmental factors on development of insulin dependent diabetes mellitus. *Clin. Invest. Med.* **10**: 459-464