

옥수수수염, 뽕잎 배합에 따른 콤부차의 품질특성 평가

강혜인*, 송영민*, 신수빈*, 염길섭*, 오세웅*, 홍재훈*

*건양대학교 제약생명공학과

e-mail:jhhong@konyang.ac.kr

Evaluation of quality characteristics of Kombucha by mixing corn silk and Mulberry leaf Society

Hye-In Kang*, Young-Min Song*, Soo-Bin Shin*, Gil-Sub Yeom*, Se-Woong Oh*, Jae-Hoon Hong*

*Dept. of Pharmaceutics&Biotechnology, Konyang University

요약

This study was conducted to confirm the applicability of corn silk and mulberry leaves as functional materials of kombucha by combining corn silk with flavonoids and phenolic compounds centered on maysin, anti-drug and antioxidant mulberry leaves centered on GABA. Comparative analysis of general quality characteristics, functional ingredients, antioxidant activity and anti-drug were conducted during the 15-day fermentation period. The analysis showed that the addition of 2% mulberry leaves showed no significant difference in pH and acidity, but the cellulose thickness increased significantly from 0 to 8.4, and that the greater the content of corn whiskers, the greater the content of the mulberry leaves, the greater the tendency of the L value, and the greater the content of the mulberry leaves, the more significant the a and b values. The total flavonoid and phenol content also showed a difference of about five times as the mulberry leaf content increased compared to corn beard, and DPPH, ABTSradical erasing and reducing force and anti-drug activity also showed the same tendency. Based on the above results, it was confirmed that mulberry leaves were excellent and applicable in manufacturing by mixing corn beard and mulberry leaves as a functional material of kombucha.

1. 서론

당뇨병(Diabetes mellitus)은 고혈압, 심장질환, 관절염 등과 같이 만성질환 중 하나로 혈당 조절의 항상성 유지에 이상이 생겨 나타나는 고혈당증 및 인슐린 저항성이 동반되는 질환을 말한다. OECD 국가 중 한국의 당뇨병 유병률은 2019년 기준 인구 10만명 당 28.9명으로 7위로 경제 성장에 따른 식생활의 변화에 준하여 높게 나타났다. 치료를 위한 접근 방법은 약물치료, 식이조절, 운동처방 등이 있으나 대부분 약물치료에 의존하며, 이로 인한 부작용이 발생함에 따라 당뇨병의 예방 및 관리에 효과적인 식품 원료를 탐색하고 이를 활용한 소재 개발이 필요하다.

콤부차(Kombucha)는 국내에서 홍차버섯으로 알려진 발효 음료로서 항고지혈증, 항당뇨 등에 효과가 있는 것으로 보고되었으며, 해독작용 및 항균활성이 있는 usnic acid의 함량이 높고, glucuronic acid, vitamin B₁, B₂, B₆와 같은 영양성분이

다량 함유되어 있음이 보고되었으며, 원료에 따라 기능성분 함량의 차이가 나타나는 것으로 보고되었다.

옥수수수염은 화분과 1년생 초본인 옥수수의 부산물로서 황색, 담갈색을 띠며 식품, 향료, 식품첨가물 등으로 이용되며 maysin을 중심으로 한 플라보노이드 및 페놀 화합물을 함유하고 있어 항고지혈증, 항당뇨 등에 효과가 있는 것으로 보고되었다.

뽕잎은 예로부터 누에 먹이로서 양잠용으로 사용해 왔으나 최근에는 당뇨, 고혈압, 고지혈증 및 발암 억제 등 성인병에 효능이 있다고 보고되어 고부가가치 식의약 소재로 활용되고 있다. 특히 γ -aminobutyric acid(GABA)를 중심으로한 항암, 항고혈압, 항당뇨 및 항산화 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되었다.

본 연구는 당뇨, 고혈압 및 산화 스트레스 억제에 효과가 있는 것으로 옥수수 수염, 뽕잎의 배합에 따라 콤부차를 제조하고 이에 대한 일반품질특성 및 항산화 활성 연구를 실시하여 콤부차의 소재로서 옥수수수염, 뽕잎의 응용가능성을 확인하고자 한다.

2. 재료 및 기기

2-1. 재료

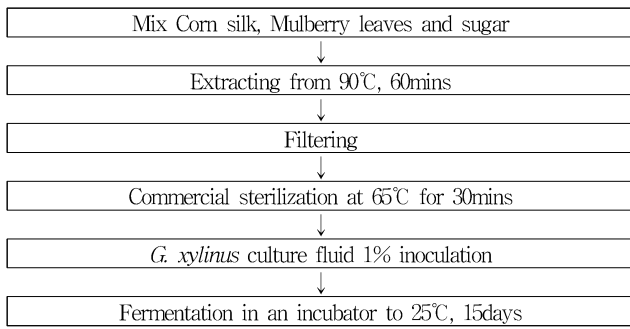
옥수수 수염(두손애약초, 국산), 뽕잎(두손애약초, 국산), 정백당(CJ제일제당, 국산), 균주(*Gluconacetobacter xylinus*, KCCM 41431)

2-2. 기기

pH meter (PH-200L, ISTECK), Clean bench (MCB-1800), UV-spectrophotometer (OPTIZEN POP), Centrifugal separator (FLETA-5), 전자저울 (IRB120), Incubator (NB-201), Autoclave(AC-12), Digital caliper(BD500-100), Colorimeter (SP-80)

3. 실험방법

3-1. 콤부차의 제조



[그림 1] 옥수수수염, 뽕잎의 배합에 따른 콤부차 제조 공정

3-2. Cellulose 두께 변화

3-3. pH 및 산도

3-4. 탁도

3-5. 색도

3-8. DPPH 라디칼 소거능

3-9. ABTS 라디칼 소거능

3-10. 환원력

3-11. α-glucosidase 저해 활성

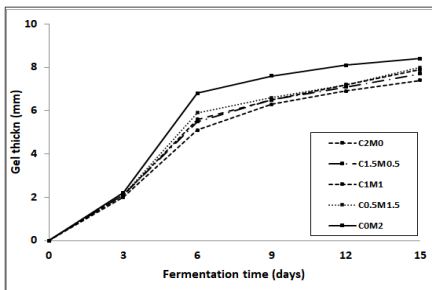
4. 결 과

3-1. Cellulose 두께 변화

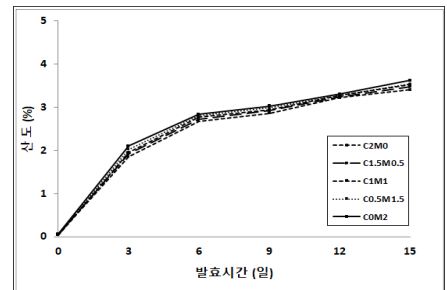
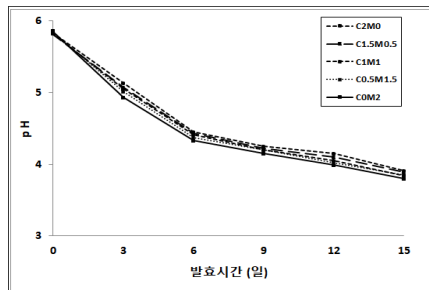
옥수수수염, 뽕잎을 배합한 콤부차의 발효일수 경과에 따른 Cellulose 두께 변화는 [그림 2]와 같이 모든 배합에서 발효일수가 증가함에 따라 배양액 상부에 형성되는 Cellulose의 두께가 유의적으로 두꺼워졌는데, 특히 COM2가 1일차 2mm에서 15일차 8.4mm로 유의적으로 두꺼워졌으며 3~6일 경과 후의 발효속도가 가장 우수함을 확인하였다. 배합에 따라 Cellulose의 두께에 차이가 나타난 것은 *G. xylinus*는 본래 식물 Cellulose와 같은 화학 구조를 가지고 있지만 Hemicellulose와 Lignin을 함유하지 않는 순수 Cellulose를 생성하는 것으로 보고되었는데, 옥수수수염과 뽕잎의 성분 조성을 비교하였을 때 뽕잎의 가용성 섬유소가 다량 함유되어있기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

3-2. pH 및 산도

옥수수수염, 뽕잎을 배합한 콤부차의 발효일수 경과에 따른 pH 및 산도는 [그림 2]과 같다. pH는 발효 0일차 5.82~5.86에서 15일차 3.80~3.91로 유의적으로 감소하였으나 배합에 따른 유의적인 차이가 나타나지는 않았다. 산도는 발효 0일차 0.04~0.06%에서 15일차 3.41~3.62%로 유의적으로 증가하였으나 배합에 따른 유의적인 차이가 나타나지는 않았다. 이를 통해 *G. xylinus*의 활성은 뽕잎 첨가량이 높은 것이 우수하나 Citric acid, Malic acid 등의 발효 산물의 생성은 일정하여 이와 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다.



[그림 2] 30°C, 15일 발효 중 옥수수수염, 뽕잎을 배합한 콤부차의 Cellulose 두께 변화, pH 및 산도
 C2M0:옥수수수염2%, 뽕잎0%
 C1.5M0.5:옥수수수염1.5%, 뽕잎 0.5%
 C1M1:옥수수수염1%, 뽕잎1%
 C0.5M1.5:옥수수수염0.5%, 뽕잎 1.5%
 COM2:옥수수수염0%, 뽕잎 2%



C1M1:옥수수수염1%, 뽕잎1%

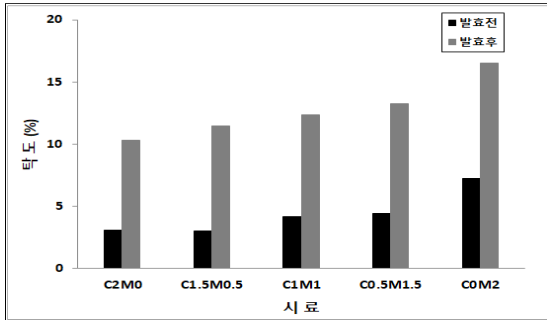
3-6. 총 플라보노이드 함량

3-7. 총 페놀 함량

3-3. 탁도

옥수수수염, 뽕잎을 배합한 콤부차의 발효전후 탁도의 변

화는 [그림 3]과 같다. 발효 0일차 3.1~7.24%에서 15일차 10.3~16.51%로 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 찹쌀의 첨가량이 증가할수록 발효 0일, 15일차의 탁도가 유의적으로 증가하는 경향을 나타냄을 확인하였다. 이는 옥수수수염에 비해 찹쌀은 Ca, K, Fe 등 50종의 무기성분과 Methionine 등 21종의 유리아미노산이 다량 함유되어 있는데, 추출 및 발효 과정 중 침출되어져 나타난 결과로 판단된다.



[그림 3] 발효 전후 옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 탁도 변화

3-4. 색도

옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 색도는 [표 2]와 같다. 콤부차 제조에 있어 옥수수수염의 첨가는 L(Lightness, 명도)값의 유의적인 증가가 나타났고, 찹쌀의 첨가는 a(Redness, 적색도)값과 b(Yellowness, 황색도)값의 유의적인 증가가 나타났다. 색도는 탁도에 의한 영향을 받으며 비교적 탁도가 낮았던 옥수수수염을 첨가한 경우 L값이 높았던 것으로 판단되며, a, b값이 찹쌀을 첨가한 경우 유의적으로 증가한 것은 Polyphenol, Flavonoid와 같은 적색 및 황색 색소에 의한 것으로 판단된다.

[표 2] 옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 발효 후 색도

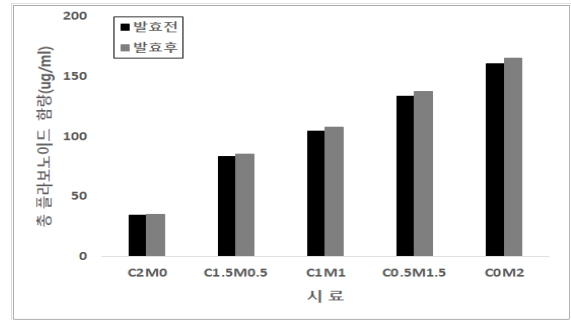
시료	L	a	b
C2M0 ¹⁾	6.6	-2.14	3.13
C1.5M0.5 ²⁾	6.29	-3.35	3.73
C1M1 ³⁾	5.84	-4.47	3.80
C0.5M1.5 ⁴⁾	5.75	-4.95	4.26
COM2 ⁵⁾	4.84	-5.38	4.95

1) 2) 3) 4) 5) [표 1]과 동일

3-5. 총 플라보노이드 함량

옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 발효 전후 총 플라보노이드 함량은 [그림 4]와 같다. 발효 0일차 34.41~160.35ug/ml에서 발효 15일차 35.52~165.00ug/ml로 발효에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 다만 옥수수수염, 찹쌀 모두 Flavonoids를 함유하고 있으나 찹쌀의 함량이 유의적으로 크게 나타났다. 선행연구에서는 옥수수수염은 133.2 ug/g, 찹쌀은 180.3ug/g의 Flavonoids를 함유하고 있는 것으로 보고되어졌으며, 콤부차 제조 시 발효기간 중 quercetin, myricetin,

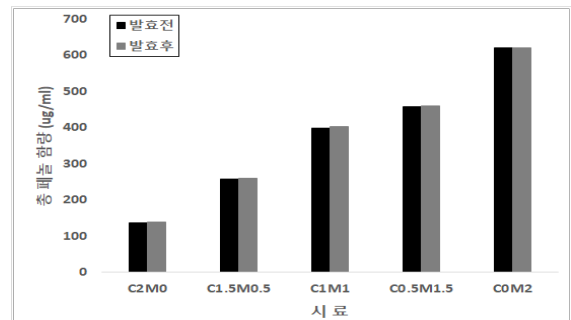
kaempferol과 같은 Flavonoids가 침출되어진 것 때문에 판단된다.



[그림 4] 옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 총 플라보노이드 정량

3-6. 총 페놀 함량

옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 발효 전후 총 페놀 함량은 [그림 5]와 같다. 발효 0일차 136.5~619.8ug/ml에서 발효 15일차 139.8~621.0ug/ml로 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, Flavonoid 함량과 같이 옥수수수염에 비해 찹쌀의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 페놀성 화합물은 플라보노이드류와 비플라보노이드류로 구분되어지는데, 이 두 성분 모두 옥수수수염에 비해 찹쌀의 함량이 유의적으로 높은 것으로 나타났다.



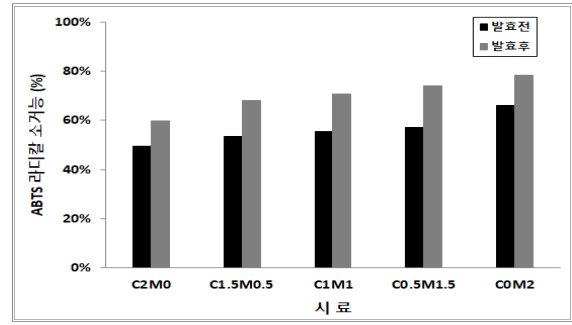
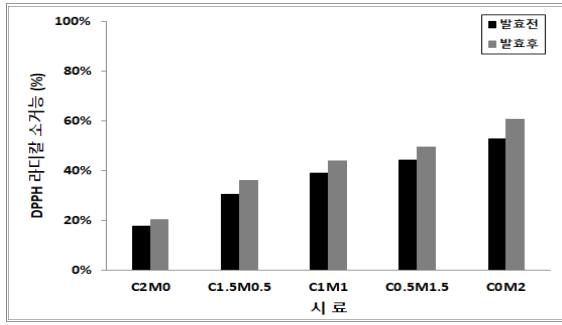
[그림 5] 옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 총 페놀 함량

3-7. DPPH 라디칼 소거능

옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 발효 전후 DPPH 라디칼 소거능은 [그림 6]과 같다. 발효 0일차 17.67~52.72%에서 발효 15일차 20.35~60.52%로 유의적으로 증가하였다. 이는 항산화 활성이 있는 것으로 보고된 Flavonoid와 Polyphenol 함량이 찹쌀의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

3-8. ABTS 라디칼 소거능

옥수수수염, 찹쌀을 배합한 콤부차의 발효 전후 ABTS 라디칼 소거능은 [그림 6]과 같다. 발효 0일차 49.46~66.03%에서

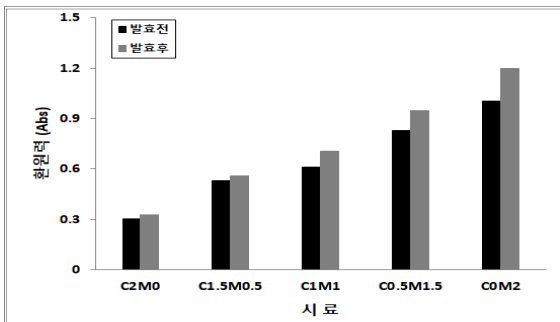


[그림 6] 발효 전후 옥수수수염, 빙잎을 배합한 콤부차의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 변화

발효 15일차 59.92~78.34%로 유의적으로 증가하였다. DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내지만 더 높은 활성이 있는 것으로 확인 되었다. 이는 단순히 수용성 물질의 수소공여능을 확인하는 DPPH 라디칼 소거능과 달리 수소공여능 및 연쇄산화반응 억제를 측정하며, 수용성, 지용성 물질 모두를 분석하기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

3-9. 환원력

옥수수수염, 빙잎을 배합한 콤부차의 발효 전후 Fe₃-ferri cyanide 복합체를 Fe₂로 환원시켜 발색된 정도에 따른 흡광도로 나타낸 환원력의 결과는 [그림 7]과 같다. 발효 0일차 0.304~1.005에서 발효 15일차 0.326~1.199로 흡광도값이 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내어 빙잎의 함량이 증가할수록 환원력이 우수하였다. 이상 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 및 환원력 평가를 통해 옥수수수염, 빙잎 모두 항산화 활성이 있는 것으로 판단되어 콤부차의 항산화 활성을 가진 기능성 소재로서 응용가능성이 있는 것으로 판단된다.



[그림 7] 발효 전후 옥수수수염, 빙잎을 배합한 콤부차의 환원력 변화

3-10. α-glucosidase 저해 활성

옥수수수염, 빙잎을 배합한 콤부차의 발효 과정을 마친 후 α-glucosidase 저해 활성은 [표 3]과 같다. 양성 대조군으로는 저해 활성이 우수한 것으로 보고된 Acarbose를 사용하였으며 저해율은 82.45%로 나타났다. 콤부차의 경우 23.64~37.59%의 저해 활성이 나타났으며, 항산화 활성 분석 결과와 같이 옥수수수염에 비해 빙잎의 α-glucosidase 저해 활성이 유

의적으로 높게 나타났다. 이는 폴리페놀 및 플라보노이드 성분이 항산화 효과뿐만 아니라 높은 α-glucosidase 저해활성을 나타낸다는 보고와 일치하였다. 이를 통해 옥수수수염, 빙잎을 배합하여 콤부차 제조 시 항산화 활성 및 항당뇨 활성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

[표 3] 옥수수수염, 빙잎을 배합한 콤부차의 α-glucosidase 저해 활성

시료	농도(mg/ml)	저해율(%)
Acarbose ¹⁾	5	82.45±0.41
C2M0 ²⁾	10	23.64±1.97
C1.5M0.5 ³⁾	10	28.17±2.25
C1M1 ⁴⁾	10	30.28±3.12
C0.5M1.5 ⁵⁾	10	35.37±2.72
COM2 ⁶⁾	10	37.59±2.37

1) 양성 대조군 (C₂₅H₄₃NO₁₈)

2) 3) 4) 5) [표 1]과 동일

4. 결 론

옥수수수염, 빙잎의 배합에 따른 콤부차의 일반품질특성, 항산화 및 항당뇨 활성 결과를 검토한 결과, 모든 배합에서 발효기간이 경과함에 따라 Cellulose 두께가 증가, pH가 감소, 산도가 유의적으로 증가하여 *G. xylinus* 균주에 의한 발효대사가 안정적으로 이루어지고 있음을 확인하였다. 항산화 활성 비교 분석을 위해 실시한 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 및 환원력은 옥수수수염에 비해 빙잎의 함량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났고, 항당뇨 활성 비교 분석을 위해 실시한 α-glucosidase 저해 활성 역시 항산화 활성과 유사한 경향을 나타냈다. 분석 결과를 종합하였을 때 콤부차의 기능성 소재로서 옥수수수염, 빙잎은 배합에 의한 상승 효과는 나타나지 않았으나 항산화 및 항당뇨 활성을 가진 음료의 기능성 소재로서 응용가능성이 우수한 것으로 판단된다.