

항산화력과 항당뇨에 도움을 주는 천연 바이오소재를 이용한 고령친화 기능성 환제형 개발 및 평가

양주현*, 이강원, 전예림, 황선경, 임지순
건양대학교 제약생명공학과
e-mail:imjst@konyang.ac.kr

Development and evaluation of aging-friendly functional pills using natural biomaterials that help with antioxidant and antidiabetic properties

Ju-Hyun Yang*, Gang-Won Lee, Ye-Lim Jeon, Seon-Kyung Hwang, Ji-Soon Im
Dept. of Pharmaceutics & Biotechnology, Konyang University

요약

서구화되는 식생활과 과다한 영양섭취, 신체 활동량의 감소로 인해 만성대사질환의 발병률이 증가하고 있으며 그 중 당뇨병의 유병률이 크게 증가하고 있는 추세이다. 당뇨병은 꾸준한 혈당관리가 필수적이거나 근본적인 치료방법이 없어 약용식물을 이용한 혈당조절 기능성식품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다. 이에 여러 바이오 소재 스크리닝 분석을 통해 항당뇨와 항산화에 도움이 되고 가공적성이 높은 환제를 개발하고자 하였다. 솔잎 분말을 첨가한 환의 수분함량은 솔잎 첨가량에 따라 다소 감소하였다. 수분활성도는 모두 0.65이하로 저장성이 우수하다고 판단되었으며, 중량편차와 마손도는 모든 처리군에서 적합하다고 판정을 받았다. L값, a값, b값 모두 솔잎 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였으며, ΔE 값은 솔잎 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 환의 경도, 최대응력, 깨짐성은 솔잎의 첨가량이 증가할수록 모두 유의적으로 증가하였다. 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 모두 솔잎 분말을 첨가할수록 비례하여 증가하는 경향을 보였다. DPPH 자유 라디칼 소거능은 83.44~84.32%로 높은 소거능을 보였지만 처리간 유의적인 차이는 없었고, ABTS 라디칼 소거능은 솔잎 함량이 증가함에 따라 전체적으로 소거활성이 증가하였다. 종합적인 평가결과 환의 최적 조건은 7.27%의 솔잎 분말 비율일 때가 최적의 배합비라고 사료된다.

1. 서론

오늘날 현대사회는 경제적 풍요와 함께 식생활이 서구화되고 과다한 영양 섭취 및 신체 활동량의 감소로 인해 비만, 고지혈증, 대장암, 당뇨병과 같은 만성 대사질환의 발병률이 증가되고 있다.(1) 한국에서 당뇨병 유병률은 1971년 30세 이상 성인의 1.5%에서 2019년 14.5%로 크게 증가했고, 특히 2019년 65세 이상 인구의 29.0%로 노인 인구에서 높은 유병률을 보인다.(2) 당뇨는 꾸준한 혈당관리가 필수적이거나 근본적인 치료방법이 없으므로 최근 우리나라에서는 누에, 인삼, 검은콩 다양한 한방소재 등을 이용한 대체의학의 시도가 증가하고 있으며, 동의보감에 소개되는 약용식물을 이용한 혈당조절 기능성식품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다.(3) 현대인들은 식생활의 간편성을 추구하는 경향이 높아 기존의 추출물이나 농축액보다는 원료의 효능이 극대화되고 휴대 및 섭취의 편의성이 증가된 새로운 제형의 제품에

대한 선호도가 변화 되어지고 있다.(4) 이에 본 연구에서는 항당뇨 및 항산화에 대한 바이오 소재로써 환 가공적성에 맞는 기능성 소재들을 스크리닝하여 선정된 소재인 솔잎을 주변량으로 바나바 추출물과 누에 분말을 고정변량으로 이용한 환제 배합비의 개발과 그에 따른 제품의 이화학적, 관능적 특성을 조사하여 최적화된 기능성 환제를 개발하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

실험에 사용된 솔잎 분말((주)아가페식품), 누에 분말((주)유기농플러스), 바나바분말((주)에프앤디식품), 찹쌀가루(청년곡물), 미강((주)두사농산,논산), 홍삼분말((주)금산홍삼랜드, 금산)은 시판되는 제품을 구입하여 사용하였다.

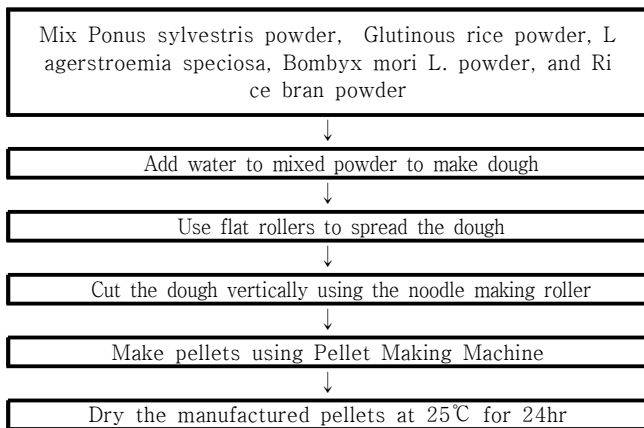
2.2 바이오소재 스크리닝 및 시료추출

바이오소재 중 솔잎, 누에, 야관문등 총 28가지 바이오 소재를 선정하여 폴리페놀, 플라보노이드, DPPH, A

BTS 자유라디칼 소거능을 측정하였다. 그 결과 항산화 활성과 효능이 뛰어나며 환 가공적성에도 적합한 솔잎을 주변량으로 채택하였고, 당뇨 예방에 도움을 주는 식약처 개별인정형 기능성원료인 바나바와 누에 분말을 고정변량으로 선정하였다. 분말 시료의 추출은 소니케이터(BRANSON ULTRASONICS CORPORATION 41 EAGLE ROAD, DANBURY, CT 06813, USA)를 사용하였으며, 32℃에서 15분 동안 추출하였다.

2.3 환제의 제조

고령친화 향당뇨 환제의 개발을 위해 먼저 예비실험을 통해 환이 제조되는 최적조건과 최악조건을 찾았다. 부형제로는 찹쌀분말, 미강을 사용하였으며 향당뇨 소재인 솔잎 분말을 주변량으로 사용하였다. 환 제조방법은 표 1과 같다.



[표 1] Procedure for preparation of Ponus sylvestris pellets.

2.4 수분함량 및 수분활성도(Aw)

수분함량은 환을 곱게 갈아서 2g을 분석저울로 취한 뒤 건조기(DO-250FG, Samheyng Energy, USA)에 넣고 AOAC 105℃ 상압가열 건조법으로 2회 반복하여 측정하였다. 수분활성도(Aw)를 측정하기 위해 각각의 시료를 막자 사발로 분쇄하여 Aw측정 전용셀에 3.2g 정도를 균일하게 채워, 수분활성도 측정기 (Water Activity Analyzer, Pre AquaLab, USA)를 이용하여 2회 반복 측정한 수치의 평균값으로 나타내었다.

2.5 가용성고형분

시료를 분쇄 후 3g을 칭량하여 증류수 47ml를 첨가하고 소니케이터(JAC-4020P, JINWOO, Korea)를 사용하여 32℃에서 15분 동안 추출하였다. 추출한 시료를 4,000RPM에서 20분간 원심분리(Fleta-5, Hanil Science Industrial Co, Ltd., Korea)한 후, 감압여과기(Rocker 300, GAESEONG SCIENTIFIC CO, Korea)에 Watman No.2를 사용하여 여과한 다음

50ml 부피플라스크에 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액을 굴절당도계(Hand refractometer, AtagoCo, LTD, Japan, 0~32°brix)로 3회 반복 측정한 수치의 단위 g당 평균값으로 나타내었다.

2.6 중량편차 및 마손도 시험

제조된 환 30개를 무작위로 선택하여 전자저울(AVG4101, OHAUS, China)을 사용하여 30회 반복하여 무게를 측정하였다. 이때 표준편차가 10% 이내의 값이 나오면 중량 균일성이 있는 것으로 판단한다.

제조된 환을 무작위로 6.5g 이상을 선택하여 처음 환제의 총 무게를 측정한 후 마손도 측정기(FRV 1000, COPLEY, United Kingdom)에서 드럼을 100회 회전시킨 후 떨어진 가루를 털어내고 무게 변화를 측정하였다. 이때 질량감소가 1% 이내인 것을 적합하다고 판정한다.

2.7 물성특성 측정

환의 색도는 색차계(SP-80, Tokyo Denshoku Co Ltd, Japan)를 사용하여 L값(명도, Lightness), a값(적색도, Redness), b값(황색도, Yellowness), ΔE값(색차지수, Color difference)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

제조된 환의 조직 경도 측정은 Texture Analyzer(CT3 10K, Brookfield International Inc., USA)로 측정하여 First cycle에서 경도(Hardness)와 최대응집력(Peak Stress)을 나타내었다. Probe는 (TA4/1000 Cylinder)를 사용하였고 자세한 설정값은 표2와 같으며 8회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다.

[표 2] The Operating Condition of Texture Analyzer.

Sample size	4 x 4 x 4 mm
Test type	Compression Cycle
Target value	2.0mm
Trigger load	4g
Test speed	2mm/s
Probe	TA4/1000 Cylinder (38.1 mm D, 20mm L)

2.8 항산화 활성 측정

총 페놀성 화합물의 함량은 Folin-Denis's method에 준하여 측정하였다. 이 때 Tannin acid를 사용하여 표준검량선을 작성한 후 총 페놀성 화합물 함량을 시료 10g 중 mg Tannin acid(mg TE/10g)으로 나타내었다. 총 플라보노이

드 함량은 Davis 변법을 이용하였으며, 이때 Rutin을 사용하여 표준검량선을 작성한 후 플라보노이드 함량을 시료 10g 중 mg Rutin(mg RE/10g)으로 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법을 이용하여 측정하였다. Control의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH 라디칼 소거활성을 백분율로 나타내었다. ABTS 라디칼 소거활성은 ABTS+cation decolorization assay 방법에 의하여 시행하였다. ABTS+·을 형성시킨 용액과 추출물과 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구의 흡광도를 함께 측정하여 ABTS 라디칼 소거활성을 백분율로 나타내었다.

2.9 관능검사

관능검사 방법은 panel들의 기호도를 가장 잘 반영하는 점수에 대하여 7점 척도법으로 시행하여 1점은 매우 싫어하는 것으로, 7점은 매우 좋아하는 것으로 평가하도록 하였다. 평가항목은 환의 외관, 색상, 향기, 조직경도, 종합적 기호도로 설정하였다.

2.10 통계처리

모든 데이터는 반복측정 후 평균값으로 나타내었으며, 실험 결과는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 분산분석 후 사후검정을 실시하였다. 유의성 있는 시료 간 평균 값의 비교는 LSD(Least Significant Difference)에 의해 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수분함량 및 수분활성도

술잎 환의 수분함량은 8.35~9.99%로 일부 통계적 유의차가 나타남을 볼 수 있었다. 따라서 술잎 첨가량에 따라 수분함량은 소폭이지만 감소하는 경향이 보여진다고 판단된다. Kim et al(2020)의 마테와 감태 분말을 활용한 기능성 청국장 환제의 개발 및 평가의 연구에서(5) 찹쌀가루의 첨가량에 따른 수분함량에 영향을 미치지 않는다는 보고와 달리 술잎 환의 수분함량 변화는 술잎에 의한 WHC에 변화로 환제의 수분량에 영향을 주었다.

수분활성도는 0.65 이하일 때를 저장성 적합으로 판단한다. 각 환제의 수분 활성도가 0.52~0.59로, 0.65 이하이므로 저장성이 높다는 것을 알 수 있었다. 또한 이때 이슬점 온도는 25.7~26.8℃로 실온에서 보관하기 적합한 것으로 판명되었다.

3.2 가용성고형분

가용성 고형분은 0.40~0.65 brix% 범위의 값을 나타내었으며, 처리간 유의차이는 크지 않은 것으로 나타났으나 대조구보다 처리구에서 낮아지는 경향을 보였다.

3.3 중량편차 및 마손도 시험

술잎 분말의 첨가량이 다른 각 환제의 질량감소 백분율이 0.08~0.16% 범위의 값으로 모든 처리에서 1%에 크게 못미쳐 술잎 환이 적합한 마손도를 갖는 것을 알 수 있었다.

중량편차(Weight deviation)는 각 환제의 표준편차가 2.90~5.62% 범위의 값으로 모두 적합하다고 판단되었다.

3.4 물성특성 측정

제조된 환의 밝기 L값은 38.25~45.50의 범위를 나타내며, 술잎 분말을 첨가할수록 밝기가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 적색도 a값도 1.84~2.50의 범위를 나타내며 술잎 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 황색도 b값은 20.44~21.72의 범위로 술잎 분말을 첨가할수록 소폭 감소하였으나 ΔE 값은 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

조직경도는 술잎 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 최대응력은 술잎의 첨가량이 증가할수록 비례하여 증가하는 경향을 보였으며, 파쇄성도 술잎 함량이 증가할수록 점차 증가하는 경향을 보였다. 이는 술잎 분말이 환의 결합력에 영향을 주어서 경도, 최대응력, 깨짐 모두 증가시키는 경향을 보였던 것으로 판단된다.

3.5 항산화 활성 측정

페놀성 화합물 함량은 18.40~40.94mgTE/10g 사이였으며, 14.55%의 술잎을 첨가한 환이 가장 높은 페놀성 화합물 함량을 보여주었다. 술잎 분말이 증가함에 따라 총 페놀성 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

술잎 환의 총 플라보노이드 화합물 함량은 9.35~28.69mg RE/10g이었으며, 14.55%의 술잎을 첨가한 환이 가장 높은 플라보노이드 화합물 함량을 보여주었다. 총 페놀성 화합물과 같이 총 플라보노이드 함량도 술잎 분말을 첨가할수록 유의적으로 비례하여 높아지는 경향을 나타내었다.

술잎 환의 DPPH 자유 라디칼 소거능은 83.44~84.32%로 모든 처리구에서 높은 소거능을 보였고, ABTS 자유 라디칼 소거 활성의 범위는 40.28~98.09%로 술잎 분말 첨가량에 따라 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다.

3.6 관능검사

환제의 관능평가 결과, 외관은 4.92~6.00점, 색상은 4.25~5.42점의 범위를 나타냈다. 또한 향기 부

분은 4.50~5.00점, 조직 경도는 6.00~6.50점의 범위를 나타내었다. 종합적 기호도는 4.92~5.83점으로 나타났으며 관능평가 결과를 종합했을 때 솔잎 분말의 첨가량에 따른 환의 최적 조건은 전체 분말 중 솔잎 분말의 비율이 7.27%일 때가 가장 적합하다고 사료된다.

4. 결론

서구화되는 식생활과 과다한 영양섭취, 신체 활동량의 감소로 인해 만성대사질환의 발병률이 증가하고 있으며 그 중 당뇨병의 유병률이 크게 증가하고 있는 추세이다. 당뇨병은 꾸준한 혈당관리가 필수적이거나 근본적인 치료방법이 없어 약용식물을 이용한 혈당조절 기능성식품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다. 이에 여러 바이오 소재 스크리닝 분석을 통해 당뇨와 항산화에 도움이 되고 가공적성이 높은 환제를 개발하고자 하였다. 솔잎 분말을 첨가한 환의 수분함량은 8.35~9.99%범위의 값을 나타냈고, 솔잎 첨가량에 따라 수분함량은 다소 감소하는 경향을 보였다. 수분활성도는 0.52~0.59로 저장성이 우수하다고 판단되었다. 중량편차와 마손도는 모든 처리구에 적합하다고 판단되었다. 색도 L값은 38.25~45.50의 범위로 나타났고, a값은 1.84~2.50의 범위를 나타냈으며, b값은 20.44~21.72의 범위로 나타났다. L값, a값, b값 모두 솔잎 분말을 첨가할수록 감소하는 경향을 보였다. △E값은 51.92~58.32로 솔잎 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 환의 경도, 최대응력, 깨짐성은 솔잎의 첨가량이 증가할수록 모두 유의적으로 증가하였다. 총 페놀 함량은 18.40~40.94 mgTE/10g, 총 플라보노이드 함량은 9.35~28.69 mgRE/10g 으로 모두 솔잎 분말을 첨가할수록 비례하여 증가하는 경향을 보였다. DPPH 자유 라디칼 소거능은 83.44~84.32%로 높은 소거능을 보였지만 처리간 유의적인 차이는 볼 수 없었고, ABTS 라디칼 소거능은 40.28~98.09% 범위로 솔잎 함량이 증가함에 따라 전체적으로 소거활성이 증가하였다. 관능검사는 7점 척도법을 이용하여 환의 외관, 색상, 향, 조직경도, 종합적 기호도 5가지를 실시하였다. 이화학적, 생리기능적, 관능적 평가를 종합할 때 솔잎 분말의 첨가량에 따른 환의 제조조건은 7.27%의 솔잎 분말 비율일 때가 최적의 배합비라고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건양대학교 실전문제 연구단의 연구비 지원으로

수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] B.J Kim, S.K Jo, Y.S Jeong, H.K Jung,, Anti-diabetic effects of Allium tuberosum rottler extracts and lactic acid bacteria fermented extracts in type 2 diabetic mice model, Korean J. Food Preserv, vol.22, no.1, pp.134-144 (2015)
- [2] M.S Lee, S.M Jeong, S.H Oh, H.Y Lee, H.G Leem, Y.M Ahn, S.Y Ahn, B.C Lee, Retrospective Study on the Effect of the Co-Administration of Ojeok-san and Hypoglycemic Agents on Blood Glucose Levels in Type 2 Diabetes Mellitus, The journal of internal Korean medicine, vol.42, no.1, pp.40-52 (2021)
- [3] M.J Kim, J.H Ahn, K.H Choi, Y.H Lee, G.J Wo o, E.K Hong, Y.S Chung,, Effects of Pine Needle Extract Oil on Blood Glucose and Serum Insulin Levels in db/db Mice, Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, vol.35, no.3, pp.321-327 (2006)
- [4] J.H Park, S.J Lee, R.W Kwon, H.B Jung, D.H Park, J.G Kim, Processing and Quality of the Lotus Seed Nelumbo nucifera Pills Containing Concentrated Crucian Carp Carassius auratus Extracts, JOURNAL OF FISHRIES AND MARINE SCIENCES EDUCATION, vol.32, no.2, pp.374-387 (2020)
- [5] S.S Kim, S.R Kim, E.H Lee, S.C Jeong, Development and evaluation of functional Cheongguk-jang pellet using ilex paraguayensis and ecklonia cava, Department of Pharmaceutics & Biotechnology, Konyang university, pp.138-151 (2020)