

연구노트

대두피로부터 분리한 식이섬유가 설사개선에 미치는 영향

임지혁 · 정일환 · 박태화 · 이윤복* · 한재흠 · 박점선 · 이균희
이상화¹ · 안준배² · 김광엽³ · 이근하 · 손현수

(주)정 · 식품 중앙연구소, ¹서원대학교 식품영양학과, ²서원대학교 외식산업학과, ³충북대학교 식품공학과

Effect of Dietary Fiber from Soybean Hull on the Recovery of Diarrhea in Rats

Ji-Hyuck Yim, Il-Hwan Cheong, Tae-Hwa Park, Yoon-Bok Lee*, Jae-Heum Han, Jeom-Seon Park, Kyun-Hee Lee, Sang-Hwa Lee¹, Jun-Bae Ahn², Kwang-Yup Kim³, Keun-Ha Lee, and Heon-Soo Sohn

Central Research Institute, Dr. Chung's Food Co. Ltd.

¹Department of Food and Nutrition, Seowon University

²Department of Food Service Industry, Seowon University

³Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

Abstract In this study, we evaluated the recovery effects of dietary fiber extracted from soybean hulls on diarrhea in rats. Diarrhea-induced Sprague-Dawley male rats were divided randomly into 4 groups and fed experimental diets for 24 hours. The diets, based on the AIN93G diet, were as follows: CON (control diet), S-COTL (67.2 g/kg soybean cotyledon fiber diet), S-HULL (59.6 g/kg soybean hull fiber diet), CHI (55.6 g/kg chicory fiber diet). The results showed significant (10-20%) reductions of fecal water content in the CON and S-HULL groups, as compared to the S-COTL and CHI groups. The change in serum osmolality, a measure of dehydration symptoms, was significantly reduced in CON and S-HULL as compared to the S-COTL and CHI groups. Based on the results, it is suggested that soybean hull fiber functions well for diarrhea recovery in rats. Consequently, soybean hull fiber is an important food source that could be used as a medical food in patients suffering from diarrhea.

Key words: soybean hull, dietary fiber, diarrhea, rat

서 론

식이섬유란 인체가 생성하는 소화효소에 의하여 분해되지 않는 복합 다당류를 일컫는다(1). 식이섬유의 섭취는 암모니아, 물, 이온의 흡수 및 대사, 지질, 담즙산염 대사 등에도 영향을 줌으로써 최종적으로는 혈당, 체중조절, 혈중 콜레스테롤 함량의 저하 등의 효과를 기대할 수 있다(2). 또한 식이섬유는 장내 미생물의 활성화나 영양 흡수도의 조절 등을 통하여 상피세포의 기능 조절, 장운동 활성화, 분변량 증가, 장내균총 및 변비를 개선시킬 수 있는 소재로 확인되었으며, 일부 연구에서는 경관급식 환자식이를 통한 설사 예방에도 효능이 있는 것으로도 알려져 있다(3-9). 이러한 식이 섬유는 주요 공급원은 녹색채소, 과일류, 해조류 및 과거부터 주식으로 사용하여 온 곡물 등을 들 수 있다(10). 특히 쌀, 옥수수 등의 곡물과 두류의 껍질은 식물 세포벽 및 세포 내용물에 포함되어 있는 난소화성 조섬유와 불용성 식이섬유 성분인 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스를 다량 함유하고

있어 정상 작용에 효과가 높은 우수한 식이 섬유 소재가 될 수 있다(11). 그 중 우리나라의 전통 식품 중 하나인 콩은 일반적으로 양질의 단백질과 지질의 급원으로 사용되기도 하고 된장, 간장 등의 발효 식품 및 두부, 콩나물, 콩가루 등의 비발효 식품까지 그 용도가 다양하게 사용되어 온 식품 재료로서 식이 섬유를 풍부하게 함유하고 있다.

대두 자엽으로부터 유래한 식이섬유에 의한 상기의 건강 기능에 도움을 주는 효과들이 알려져 있지만(9,12), 대두피로부터 분리한 식이섬유에 대해서는 아직까지 많은 보고가 되고 있지 않다. 또한 대두피 유래 식이섬유의 섭취가 설사에 미치는 영향에 관한 학술적 보고도 없다.

본 연구에서는 대두피 추출식이섬유와 대두 자엽 및 기타 식물 유래 식이섬유가 설사개선에 미치는 효능을 비교 평가하기 위해 식이섬유를 쥐에 급여하여 변수분 함량, 혈액 삼투압, 혈액상 및 혈액 생화학치 등의 변화를 살펴보았다.

재료 및 방법

식이섬유의 분리

2.2kg의 대두피를 11배가 되는 양의 1.28%(w/w) NaOH 용액에 침지시킨 후, 90°C에서 4시간 가열하고, 여과하여 불용성 슬러지를 수거하였다. 이 불용성 슬러지에 2.5배 되는 양의 물을 가하여 현탁시킨 후 85% 인산으로 중화시켰다. 상기 현탁액에 1/

*Corresponding author: Yoon-Bok Lee, Central Research Institute, Dr. Chung's Food Co. Ltd., 1-25 Songjeong-dong, Heungdeok-gu, Cheongju, Chungbuk, Korea
Tel: 82-43-270-8941
Fax: 82-43-268-2342
E-mail: lyb007@vegemil.co.kr
Received May 30, 2007; accepted September 6, 2007

35되는 양의 35% H₂O₂를 첨가하고 90°C에서 90분 동안 가열한 후 여과하여 불용성 슬러지를 수거, 12시간 열풍 건조시켜 분쇄 정선하여 식이섬유 분말을 획득하였다. 분리한 식이섬유의 구성 성분은 AOAC(13)의 방법으로 정량하였으며, 함량은 Table 1과 같다.

실험동물 및 식이

3주령(체중 40-60 g)의 Sprague-Dawley 수컷 흰쥐를 (주)중앙실험동물(Seoul, Korea)에서 구입하여, AIN93G research diet (Testdiet, Richmond, VA, USA)로 7일간 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 사육환경은 20-22°C, 습도 50-55%이었으며, 명암 주기는 12시간 단위로 조절되었다. 실험동물은 wire-bottom cage에 한 마리씩 넣어 사육하였으며, 물과 사료는 자유 급식 시켰다(14). 설사 유도제로는 phenolphthalein MgCit solution[phenolphthalein(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 magnesium carbonate(Sigma)와 citric acid(Sigma)를 1:1로 물에 녹인 용액에 녹임] 100 mg/L 농도로 제조하여 사용하였다.

동물실험용 사료는 AIN93G research diet를 base로 식이섬유 종류와 함량을 변형하여 제조하였고, 식이섬유는 불용성 식이섬유인 α -cellulose(Testdiet), 대두자엽 유래 식이섬유(Dupont, Wilmington, DE, USA), 대두피 추출 식이섬유, 그리고 수용성인 치커리 식이섬유(Coscura, Rue de la sucrerie, Belgium)를 적용하였다(Table 2). 시험 식이섬유인 대두피 추출 식이섬유는 대두 가공 후 부산물로 나온 대두피를 전술한 식이섬유 분리방법에 따라 추출하여 사용하였다.

군분리 및 처치

실험군은 Sprague Dawley 수컷 흰쥐를 16마리씩 난괴법을 이용하여 CON(control diet), S-COTL(67.2 g/kg soybean cotyledon

fiber diet), S-HULL(59.6 g/kg soybean hull fiber diet), CHI (55.6 g/kg chicory fiber diet)의 식이를 사용하여 4개 군으로 분리를 하였다. 군 별 식이에 함유된 fiber powder 내의 dietary fiber 함량은 불용성 α -cellulose로 구성된 CON이 100%, 불용성과 수용성 식이섬유로 구성된 S-COTL이 75%, 불용성 식이섬유로 구성된 S-HULL이 85%, 수용성 식이섬유로 구성된 CHI이 90%로 군 별 식이의 식이섬유 함량을 5%로 동일하게 조정하였다.

변수분 함량 측정을 위한 실험동물은 각 군별 10마리씩으로 하였다. 이후 3일간 Teichberg (15) 등의 방법을 이용 AIN93G research diet와 phenolphthalein MgCit solution을 공급하여 설사를 유발시켰다. 4일째 되는 날 설사 유도제를 제거하고, 실험식이 공급 전 -4.0시간, 공급 후 0.4시간, 4.8시간, 20-24시간 경과구간에서 변수분 함량변화를 측정하였고, 실험 식이섭취 개시 및 종료 시점에서 군 별 6마리씩을 희생시켜 2회에 걸쳐 혈액 분석을 진행하였다.

체중, 사료 섭취량 및 식이효율 측정

체중 변화량은 군분리 시점, 최초 실험식이 공급 시점, 24 시간 경과 시점의 3회에 걸쳐 측정하였으며, 식이섭취량은 시험 구간인 실험식이 공급 후 0-4시간, 4-8시간, 20-24시간 경과 시점에서 배 급여 시 잔량을 측정하여 급여량에서 잔량을 제외한 후 계산하였다. 식이 효율은 1 kcal 섭취 시의 증체량으로 산정하였다.

변 중량 및 수분 함량 측정

각 실험동물의 변은 실험식이 공급 전 -4.0시간, 식이 공급 후 0-4시간, 4-8시간, 20-24시간 경과 시점에서 배변 즉시 수거하였으며, 수분 함량은 변을 70°C 오븐에서 24시간 동안 건조시켜 건 중량을 측정하고 변 중량과 건 중량의 차이 값으로 계산하였다(14).

Table 1. Analytical values of soybean hull fiber

| Total dietary fiber (%) | ADF (%) | NDF (%) | LIG (%) | HEMI-CEL(%) | CEL (%) |
|-------------------------|----------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 85.04 ± 1.58 | 83.48 ± 0.81 ¹⁾ | 91.89 ± 1.63 | 4.36 ± 0.38 | 8.42 ± 2.25 | 79.12 ± 0.98 |

¹⁾All values are mean ± standard deviation (n=3).

ADF: cellulose+lignin, NDF: hemi-cellulose+ADF, LIG: lignin, HEMI-CEL: hemi-cellulose, CEL: cellulose.

Table 2. Composition of experimental diets

(Unit: %)

| Ingredients (AIN93G-base) | CON | S-COTL | S-HULL | CHI |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Corn starch | 39.7485 | 39.7485 | 39.7485 | 39.7485 |
| Sucrose | 9.29628 | 9.29628 | 9.29628 | 8.75696 |
| Dextrin | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| Casein | 20 | 19.23392 | 19.93444 | 20 |
| Soybean oil | 7 | 6.93952 | 6.80928 | 7 |
| α -Cellulose | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Soybean cotyledon fiber | 0 | 6.72 | 0 | 0 |
| Soybean hull fiber | 0 | 0 | 5.96 | 0 |
| Chicory fiber | 0 | 0 | 0 | 5.56 |
| AIN 93G Mineral mixture | 4.20372 | 3.31028 | 3.5 | 4.18304 |
| AIN 93G Vitamin mixture | 1 | 1 | 1 | 1 |
| L-Cystein | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Choline bitartrate | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| <i>t</i> -Butylhydroquinone | 0.0015 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0015 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Total calories (kcal/g) | 3.9197912 | 3.9197912 | 3.9197912 | 3.9197912 |

CON: control diet, S-COTL: 67.2 g/kg soybean cotyledon fiber diet, S-HULL: 59.6 g/kg soybean hull fiber diet, CHI: 55.6 g/kg chicory fiber diet.

Table 3. Body weight gains, intake calories, and feed efficiency ratios (FER) in rats consuming experimental diets

| Group | Body weight gain (g/day) | Intake calories (kcal/day) | FER (body wt gain/intake calories) |
|--------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| CON | 12.44 ± 2.82 ^{a,1)} | 58.36 ± 10.54 ^a | 0.2149 ± 0.0452 ^a |
| S-COTL | 12.64 ± 3.08 ^a | 55.44 ± 7.25 ^a | 0.2262 ± 0.0383 ^a |
| S-HULL | 11.87 ± 2.68 ^a | 56.62 ± 4.19 ^a | 0.2085 ± 0.0380 ^a |
| CHI | 13.06 ± 3.28 ^a | 63.94 ± 11.38 ^a | 0.2031 ± 0.0304 ^a |

¹⁾All values are mean ± standard deviation (n = 10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

CON: control diet fed group, S-COTL: 67.2 g/kg soybean cotyledon fiber diet fed group, S-HULL: 59.6 g/kg soybean hull fiber diet fed group, CHI: 55.6 g/kg chicory fiber diet fed group.

혈청 생화학치 및 혈액상 검사

혈액 측정용 실험동물을 diethyl ether로 마취하여 복부 대정맥에서 채혈하였고, EDTA를 처리한 혈액과 EDTA 비처리 혈액을 각각 얻었다. EDTA처리 혈액은 헤파린 비처리 모세관에 채워 microhematocrit법으로 적혈구 용적률을 측정하였다. EDTA 비처리 혈액은 실온에서 30분간 방치한 후, 4,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 얻었다(16). 이 혈청은 -20°C에서 냉동보관하였다가 cryoscopic osmometer(Gonotec, Berlin, Germany)로 혈청 삼투압을 측정하였고, (주)아산제약(Seoul, Korea)의 혈액성분 측정용 kit를 사용하여 540 nm 흡광도에서 헤모글로빈 농도를 측정하였다(17). 총 단백질은 automatic analyzer(Biosed, Rome, Italy)를 사용하여 측정하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SPSS program을 사용하여 평균±표준편차로 표현하였으며, 각 실험군 간 평균값의 차이는 Duncan의 multiple range test를 이용하여 *p*값이 0.05 이하일 때 유의한 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

체중 증가, 식이섭취 열량 및 식이효율

실험 종료 후 증체량, 섭취 열량 및 식이 효율은 Table 3과 같았다. 각 실험군의 체중 증가량은 CHI가 가장 높았고 S-COTL, CON, S-HULL의 순서이었으나, 모든 군 간에 유의차는 없었다.

실험에 사용된 식이의 영양 성분은 Table 2에 표시하였다. 각 식이의 식이섬유 함량은 5%로 동일하게 조성되었으며 식이효율을 계산하기 위해 식이섭취량을 열량으로 환산하였다. 열량 섭취량에서도 CHI이 가장 높았고 다음으로 CON, S-HULL, S-COTL의 순서였으나 모든 군 간에 유의차는 없었다. 단위 섭취 열량당 증체량, 즉 식이효율에서는 S-COTL이 가장 좋았으나 역시 모든 군의 값에서 유의적 차이는 나타나지 않았다. 따라서 실험 기간 동안 각 군간의 실험동물이 섭취한 식이는 동일한 수준으로 공급되었다고 할 수 있다.

변수분 함량 변화

설사 유도된 rat에서 설사 유도제의 투여를 중지하고 특정 식이섬유가 함유된 식이를 섭취한 결과는 세 구간(0-4 hr, 4-8 hr, 20-24 hr) 모두에서 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 식이 섭취 후 4시간 경과 시부터 실험 종료 시까지 네 군 모두 변수분 감소 경향을 나타내었고, 군 간에는 S-HULL, CON과 S-COTL, CHI간에 유의차가 있는 것으로 확인되었다. 이 결과에서는 실험 종료 시점에서 S-HULL과 CON이 변수분 함량 약 55%로 S-COTL과 CHI보다 약 10-20% 가량 높은 감소율을 보여주었다. 불용성 식

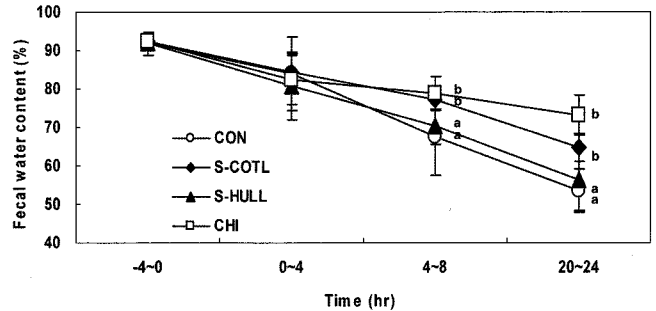


Fig. 1. Effects of dietary fibers on fecal water contents in phenolphthalein MgCit solution induced diarrhea in rats. The rats fed CON (control diet), S-COTL (67.2 g/kg soybean cotyledon fiber diet), S-HULL (59.6 g/kg soybean hull fiber diet), and CHI (55.6 g/kg chicory fiber diet). All values are mean ± standard deviation (n = 10). Values within a time range with different superscript letters are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

이섬유는 수용성 식이섬유보다 보수력(water holding capacity)이 낮으며, 보수력이 낮을수록 변이 수분을 적게 함유하는 것으로 보고되었다(18-19). 본 실험에서 사용된 식이의 불용성 식이섬유 대 수용성 식이섬유 비율은 CON(100:0), S-HULL(100:0), S-COTL(93.3:6.7), CHI(0:100) 순서로 불용성 식이섬유의 함량이 높을수록 변수분 함량 감소효과가 높게 나타난 것으로 사료된다. 이는 대두피로부터 유래한 식이섬유의 설사 개선 효능이 대두 자엽 유래 식이섬유 및 수용성 식이섬유인 치커리 식이섬유에 비해 높다는 것을 나타내는 결과라고 할 수 있으며, 가공 부산 폐기물로부터 본 원료보다 더욱 우월한 가치의 산물을 만들었다는 데 큰 의의가 있다.

또한 문헌에 의하면 설사는 액상 식이를 섭취하고 있는 환자들에게서 나타날 수 있는 가장 일반적인고, 잠재적인 심각한 문제라고 지적하고 있다(20). 따라서 상기 결과를 이용하여 경관 급식 환자식의 설사 개선 용도로 많이 사용되고 있는 수용성 식이섬유의 기능성(6-8)을 보강하여 대체할 수 있는 결과도 기대해 볼 수 있다.

혈청 생화학치 및 혈액상 검사

설사 유도제 투여를 중지하고 식이섬유를 급여한 실험쥐에서 혈청 삼투압(serum osmolality), 적혈구 용적률(hematocrit), 헤모글로빈(hemoglobin) 및 혈청 총 단백질(total protein) 함량을 측정하여 Table 4에 제시하였다. 상기 4가지 혈액 구성 요소는 설사 또는 구토 등에 의한 탈수 증상의 일반적인 지표로 알려져 있으며, 탈수증의 핵심 지표인 혈청 삼투압을 비롯한 상기 지표들은 설사 유발 시 증가하며 설사가 멈추었을 때 감소하는 것으로 알려

Table 4. Hematocrits, hemoglobins, serum osmolalities, and serum proteins in rats consuming experimental diets

| Group | Time (hr) | Serum osmolality (Osm/kg) | Hematocrit (%) | Protein (g/dL) | Hemoglobin (g/dL) |
|--------|-----------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| CON | 0 | 0.284 ± 0.003 ^{a,1)} | 42.8 ± 0.3 ^a | 5.1 ± 0.5 ^a | 12.3 ± 0.6 ^a |
| | 24 | 0.272 ± 0.003 ^b | 35.8 ± 2.5 ^b | 3.9 ± 0.6 ^b | 11.0 ± 0.8 ^b |
| S-COTL | 0 | 0.281 ± 0.007 ^a | 41.5 ± 1.5 ^a | 4.6 ± 0.5 ^a | 11.8 ± 0.7 ^a |
| | 24 | 0.277 ± 0.006 ^a | 36.0 ± 0.0 ^b | 4.1 ± 0.7 ^a | 12.4 ± 0.5 ^a |
| S-HULL | 0 | 0.280 ± 0.005 ^a | 44.0 ± 1.8 ^a | 4.8 ± 0.7 ^a | 10.4 ± 1.8 ^a |
| | 24 | 0.270 ± 0.005 ^b | 37.7 ± 3.4 ^b | 4.2 ± 0.6 ^a | 11.0 ± 1.8 ^a |
| CHI | 0 | 0.279 ± 0.010 ^a | 43.8 ± 1.0 ^a | 5.1 ± 0.2 ^a | 12.9 ± 0.1 ^a |
| | 24 | 0.274 ± 0.002 ^a | 34.7 ± 0.6 ^b | 4.6 ± 0.9 ^a | 12.6 ± 0.5 ^a |

¹⁾All values are mean ± standard deviation (n = 3).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

CON: control diet fed group, S-COTL: 67.2 g/kg soybean cotyledon fiber diet fed group, S-HULL: 59.6 g/kg soybean hull fiber diet fed group, CHI: 55.6 g/kg chicory fiber diet fed group.

저 있다(21-23). 그리고 이 현상은 체내 탈수 시 혈액 성분의 농축과 관계가 있는 것으로 보고 되었다(24). 혈청 삼투압은 식이 공급 후 24시간 경과 시점에서 CON 은 0.284 ± 0.003에서 0.272 ± 0.003 Osm/kg으로, S-HULL도 0.280 ± 0.005에서 0.270 ± 0.005 Osm/kg로 각각 유의적인 감소를 보였으며, S-COTL과 CHI에서는 유의적인 감소현상이 나타나지 않았다. 이 결과를 통하여 전술한 S-HULL의 S-COTL보다 높은 변수분 함량 감소 효과에 관한 데이터를 연관하여 해석할 수 있었다.

각 실험군의 적혈구 용적률은 CON, S-COTL, S-HULL, CHI에서 식이섭취 24시간 경과 후 각 군의 초기 적혈구 용적률인 42.8 ± 0.3, 41.5 ± 1.5, 44.0 ± 1.8, 43.8 ± 1.0에서 각각 35.8 ± 2.5, 36.0 ± 0.0, 37.7 ± 3.4, 34.7 ± 0.6%로 모든 군에서 유의적인 감소를 보였다. 이 결과를 통하여 식이섭취 후 24시간 경과 시점에서 설사 회복이 진행되었음을 확인할 수 있었다.

혈청 단백질 농도는 군 별 식이섭취 후 24시간 경과 기간 동안에 CON은 5.1 ± 0.5에서 3.9 ± 0.6 g/dL으로 유의적인 감소를 보였고, S-HULL은 4.8 ± 0.7에서 4.2 ± 0.6 g/dL으로, S-COTL는 4.6 ± 0.5에서 4.1 ± 0.7 g/dL로, CHI는 5.1 ± 0.2에서 4.6 ± 0.9 g/dL의 순서로 모든 군에서 감소현상을 보였지만 유의차는 없었다. 헤모글로빈 농도는 CON에서만 12.3 ± 0.6에서 11.0 ± 0.8 g/dL로 유의적인 감소를 나타내었으며 나머지 세 군에서는 유의차가 없었다. 혈액 분석결과를 통하여 변수분 감소 효과의 차이를 확인함으로써 종류별 식이섬유에 의한 설사 회복 효과를 생화학적으로도 비교, 확인할 수 있었다.

상기 실험들을 통해 설사 유도된 SD 수컷 흰쥐에서 동일한 수준의 식이효율로 실험 식이 공급 시 대두피 추출 식이섬유에서 대두 자엽 및 치커리 유래 식이섬유보다 10-20% 가량 높은 변수분 감소 효과를 확인하였고, 혈액 생화학치 및 혈액상 분석을 통해 설사 회복효과의 차이를 간접적으로 증명하였다.

요 약

대두 가공 부산 폐기물로부터 발생하는 대두피에서 식이섬유를 분리하여 대두 자엽 및 타 식물 유래 식이섬유와 설사개선에 미치는 효능을 비교 평가하였다. 설사를 유발시킨 Sprague Dawley 수컷 흰쥐를 불용성 식이섬유인 셀룰로오스(CON), 불용성과 수용성 식이섬유가 혼합된 대두 자엽 유래 식이섬유(S-COTL), 불용성 대두피 추출 식이섬유(S-HULL) 및 수용성인 치커리 식이

섬유(CHI)가 각각 동량 함유된 식이의 네 군으로 나누어 24시간 동안 실험 식이를 공급한 결과 CON과 S-HULL에서 S-COTL과 CHI보다 약 10-20% 가량 높은 변수분 감소 효과를 나타내었다. 그리고 탈수 증상의 척도인 혈청 삼투압 변화 측정 결과 역시 네 군 중 CON과 S-HULL에서 가장 높은 감소율을 보였다. 이 결과를 통해 대두피에서 추출한 식이섬유의 설사 개선 효과가 기존의 타 식이섬유에 비해 우월하다는 사실을 생화학적으로 해석할 수 있었다.

나아가 현재 경관급식 환자식에 대두 자엽 유래 식이섬유 및 기타 수용성 식이섬유 등이 사용되고 있음에도 자주 발생하는 잠재적이고도 심각한 위험이 되는 설사증상을 본 연구 결과에서 제시한 대두피 추출 식이섬유원으로 대체하는 것에 의해 해결할 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있다.

문 헌

- Schneeman BO. Dietary fiber. Food Technol.-Chicago 43: 133-136 (1989)
- Arjmandi BH, Craig J, Nathani S, Reeves RD. Soluble dietary fiber and cholesterol influence *in vivo* hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. J. Nutr. 122: 1559-1565 (1992)
- Englyst HN, Cummings JH. Digestion of the polysaccharides of same cereal foods in human small intestine. Am. J. Clin. Nutr. 42: 998-787 (1985)
- Walker ARP, Walker BF, Walker AJ. Fecal pH, dietary fiber intake, and proneness to colon cancer in four South African populations. Brit. J. Cancer 53: 489-495 (1986)
- Chnn HL, Haack VS, Janecky CW, Vollendorf NW, Marlett JA. Mechanisms by which wheat bran and oat bran increase stool weight in humans. Am. J. Clin. Nutr. 68: 711-719 (1998)
- Tarek AR, Claude P, Yehia HK. Control of diarrhea by fiber-enriched diet in ICU patients on enteral nutrition: a prospective randomized controlled trial. Clin. Nutr. 23: 344-1352 (2004)
- Makoto N, Yozo O, Syousuke S, Izumi I, Akihisa I, Kenji T, Toshitaka N. Usefulness of soluble dietary fiber for the treatment of diarrhea during enteral nutrition in elderly patients. Nutrition 18: 35-39 (2002)
- Sapen H, Diltoer M, van Malderen C, Opdenacker G, Suys E, Huyghens L. Soluble fiber reduces the incidence of diarrhea in septic patients receiving total enteral nutrition: a prospective, double-blind, randomized, and controlled trial. Clin. Nutr. 20: 301-305 (2001)
- Wu PC, Chuang JH, Chee CY. Can high fiber tube-fed formula reduce the incidence of constipation and diarrhea in neurological intensive care patients? Nutrition 12: 738 (1996)

10. Yook HS, Kim JO, Choi JM, Kim DH, Cho SK, Byun MW. Changes of nutritional characteristics and serum cholesterol in rats by the intake of dietary fiber isolated from ascidian (*Halicynthia roretzi*) tunic. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 474-478 (2003)
11. Ang JF, Crosby GA. Formulating reduced-calorie foods with powdered cellulose. Food Technol.-Chicago 59: 35-38 (2005)
12. Taro T, Hirokazu M, Toshiaki A, Takashi Y, Kiyoham T. Physiological effects of water-soluble soybean fiber in rats. Biosci. Biotech. Bioch. 63: 1340-1345 (1999)
13. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 18th ed. Method 2002.04. Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA (2005)
14. Park MK, Jin YG, Kim DG, Jin JY, Lee YJ. Effects of *Lentimus edodes* extracts on the loperamide-induced constipation in rats. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 88-93 (2007)
15. Teichberg S, Wingertzahn MA, Moyses J, Wapnir RA. Effect of gum arabic in an oral rehydration solution on recovery from diarrhea in rats. J. Pediatr. Gastr. Nutr. 29: 411-417 (1999)
16. Lee YB, Choi YB, Sohn HS. Effects of commercial soy milk and cow milk on iron status and work capacity of rats. Korean J. Nutr. 30: 904-910 (1997)
17. Huh MH, Shin MH, Lee YB, Sohn HS. Effects of soybean hull iron on growth, iron bioavailability, and behavioral function in anemic rats induced by iron deficiency during gestation or lactation. Nutr. Res. 19: 1749-1761 (1999)
18. Kay RM. Dietary fiber. J. Lipid Res. 23: 221-242 (1982)
19. Eastwood MA, Robertson JA, Brydon WG, Macdonald D. Measurement of water-holding properties of fibre and their fecal bulking ability in man. Brit. J. Nutr. 50: 539-547 (1983)
20. Kiyoshi E, Yoshihisa N. Comparative effect of water-soluble and -insoluble dietary fiber on bowel function in rats fed a liquid elemental diet. Nutr. Res. 18: 883-891 (1998)
21. Zeman FJ. Clinical Nutrition and Dietetics. 2nd ed. Macmillan Pub. Co., New York, NY, USA. pp. 571-598 (1991)
22. O'Neill PA, Faraqher EB, Davies I, Wears R, McLean KA, Fairweather DS. Reduced survival with increasing plasma osmolality in elderly continuing-care patients. Age Ageing 19: 68-71 (1990)
23. McLean KA, O'Neill PA, Davies I, Morris J. Influence of age in plasma osmolality: a community study. Age Ageing 21: 56-60 (1992)
24. Han KH. Serum osmolality and its association with health-related factors and biochemical parameters in the elderly. Korean J. Commun. Nutr. 6: 76-83 (2001)