

콩나물의 재배기간과 부위별 TDF에 결합된 주요 무기질의 변화와 추정 이용율

은정화 · 엄지혜 · 김대진*

동아대학교 식품과학부

Received March 23, 2009 / Accepted August 19, 2009

An Estimated Value and Change in TDF Binding Major Minerals of Soybean Sprouts Depending on Cultivation Days and Parts. Jeong-Hwa Eun, Ji-Hye Eun and Dae-Jin Kim*. *Dept. of Food Science, Dong-A University, Busan, 604-714, Korea* - This study was conducted to determine an estimated value and change in TDF (total dietary fiber) binding major minerals (Ca, P, K, Mg) of soybean sprouts depending on cultivation periods of 1, 3 or 5 days, and parts of cotyledon and hypocotyl. The compositions of TDF binding major minerals in soybean sprouts were evaluated by the enzymatic-gravimetric method developed by Prosky and adopted by AOAC. The content of TDF binding P ranged between 915.28 mg and 1037.82 mg per 100 g cotyledon. Average contents of Ca, K, and Mg in cotyledon ranged between 541.67 mg and 634.34 mg, 180.91 mg and 253.98 mg, 231.90 mg and 301.01 mg, respectively, on dry matter basis. The average contents of TDF binding Ca in hypocotyl per 100 g were between 454.36 mg and 540.33 mg, and other major minerals contents were between 149.24 mg and 186.21 mg for P, 164.17 mg and 182.78 mg for K, and 152.53 mg and 161.22 mg for Mg, respectively. The proportional changes of Ca, an estimated value in cotyledon, ranged between 5.58% and 30.98%, 47.18% and 59.10% for P, 95.24% and 95.50% for K, and 58.45% and 68.64% for Mg, respectively, based on dry matter. An estimated value of Ca, P, K, and Mg in hypocotyl ranged between 6.71% and 13.52%, 91.03% and 91.76%, 96.91% and 98.92%, and 61.03% and 66.37%, respectively, on dry matter basis.

Key words : TDF, major minerals, TDF binding minerals, soybean sprouts

서 론

콩나물은 대두를 발아시킨 것으로 생육기간이 짧고 재배가 쉬울 뿐만 아니라 가격도 저렴하여 대중적인 식품으로 널리 이용되고 있다. 국내 콩나물의 시장규모는 5~6천억원으로 연간 약 50만 톤 정도가 생산되고 있으며[8], 일인당 하루 평균 16 g 정도 소비되는 주요한 채소이다[16]. 콩나물은 발아과정 중 호흡과 대사작용으로 인해 영양성분 및 기능성 물질이 변화되는데, 특히 콩에는 함유되어 있지 않은 비타민 C가 생성되며 비타민 B₂는 거의 2배가 증가하는 것으로 보고되고 있다[4,9]. 또한 향이 개선되고 소화율이 증진되며 장내의 가스 발생인자, 항영양인자 및 트립신 저해제의 활성이 억제될 뿐만 아니라 무기성분과 결합하는 phytic acid가 감소되어 무기질의 이용이 증가된다[12].

식이섬유(dietary fiber)는 식물의 세포벽 성분으로써, 인간의 소화효소에 의해 소화되지 않는 세포벽 및 식물성 다당류와 lignin의 합으로 정의되며[21], 수분 보수력, 양이온 교환 능력, 겔 형성 능력, 흡착력 등의 특징이 있어[2,19] 장의 정장작용을 도와 변비에 효과적일 뿐만 아니라 내당성의 향상, 체내 콜레스테롤 저하, 유독성 유기물질의 흡수 등의 효과가 있

는 것으로 알려져 있다[3,5,22]. 즉 식이섬유는 직접적인 영양소라기보다는 장내 여러 가지 바람직하지 못한 물질을 흡착하여 배설하는 난소화성물질로써 Ca, Fe, Zn, Cu와 같은 무기질의 흡수를 저하시키는 것으로 보고되고 있다.

McCance와 Widdowson [15]은 40~50%의 열량을 갈색빵 식사를 한 사람들이 흰빵으로 식사하는 사람들에 비해 Ca, Mg, P의 흡수율이 낮음을 발견하였고, Reinhold 등[18]은 사람에게 20일간 고섬유소를 섭취시켰을 때 P, Zn, Mg, Ca의 불균형이 나타난다고 하였다. Kelsay와 Prathe [10]는 사람에게 고섬유질, goxalate를 섭취시켰을 때 Ca, Mg, Zn은 불균형이 생기며 무기질의 흡수를 떨어뜨린다고 하였다. 또한 Drews 등[6]은 고섬유식을 섭취한 사람의 경우 Cu, Zn, Mg의 배출이 증가하였으며 미네랄의 불균형을 초래할 수 있다고 하였고, Van der Aar 등[23]은 성장기의 쥐를 이용한 무기질 흡수 실험을 통해 섬유소가 무기질 흡수를 감소시킨다고 하였다.

이처럼 식이섬유에 결합된 무기질은 이용되지 않으므로 무기질의 영양평가 시 이를 고려한 이용율을 평가해야한다. 따라서 본 연구는 세포벽 무기질은 모두 이용되지 않는다는 전제하에 콩나물을 재배기간에 따라 자엽과 배축으로 분리하여 세포벽 무기질을 효소중량법으로 측정하고 이에 결합된 주요 무기질의 함량을 조사하여 빼줌으로써 주요 무기질인 Ca, P, K, Mg의 추정이용율을 규명하고자 한다.

*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7532, Fax : +82-51-200-7535

E-mail : djkim@dau.ac.kr

재료 및 방법

실험재료의 전처리

본 실험에서 시료로 사용된 콩나물용 콩은 경남 김해시 상동면 감로리 농가에서 제공받은 콩으로 4°C에서 냉장보관 하면서 사용하였다. 콩을 선별하여 세척한 후 1시간 간격으로 10분씩 물에 침지하는 방법으로 24시간 동안 암실에서 발아시켰다. 발아한 콩을 콩나물 자동 재배기에 나누어 넣은 다음 3시간 간격으로 1회 10분간 관수하였고, 실내 온도를 20~22°C로 유지시켜 1, 3, 5일간 재배하였다. 종피를 제거하고 1일을 제외한 3일째와 5일째의 콩나물을 자엽과 배측으로 분리한 뒤 이를 -70°C의 저온 동결고에 넣어 24시간 동결시킨 후 48시간 동안 동결 건조기(Ilshin Lab. Co., Ltd., 서울, 한국)에서 동결건조하여 0.5 mm screen이 부착된 Wiele Mill (Foss Tecator, 1093, Cyclotec Mill, Hogananas, Sweden)로 분쇄하여 polyetylen bottle에 담아 저온에서 보관하면서 식이섬유와 여기에 결합된 주요 무기질을 분석하였다.

일반조성분

일반조성분은 AOAC법[1]에 의해 분석하였다. 즉 수분함량은 105°C 상압건조법으로, 조회분함량은 550°C 회화법을 사용하여 분석하였으며, 조단백질 함량은 kjeldahl법으로, 조지방은 soxhlet법으로 추출하였으며, 조섬유는 약산과 약알칼리에 처리하였고, 가용무질소물(nitrogen free extracts, NFE)은 100에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질, 조섬유를 감하여 계산하였다.

식이섬유 분석

식이섬유는 Prosky 등의 효소중량법[14,17]을 표준화한 AOAC법[1]을 준용하여 TDF Kit (Sigma Chemical Co., St. Louis, Missouri, USA)에 의해서 실시하였다. 다만 TDF에 결합된 무기질의 함량 분석을 위해 단백질을 제거하지 않고 잔사의 함량을 구하였다. 균일화한 시료를 1 g씩 톨비커에 넣고 pH 8.2로 보정된 MES-TRIS buffer를 40 ml 가한 후 내열성 α -amylase 용액 50 μ l를 가하여 수욕조 97°C에서 35분간 반응시켰다. 반응 후 protease 용액 100 μ l를 가하고 60°C에서 30분 반응 후 0.56 N HCl 5 ml를 가하고 1 N HCl 과 1 N NaOH로 60°C에서 pH 4.0~4.7로 조정된 후 amyloglucosidase 용액 300 μ l를 가하고 60°C에서 30분 반응 완료 하였다. 효소분해 된 시험용액에 60°C로 예열된 95% ethanol 225 ml를 가하여 실온에서 1시간 방치하여 침전시켰다. 침전시킨 시험액을 넣어 흡입여과하고 잔사는 78% ethanol, 95% ethanol, acetone 순으로 2회씩 씻었다. acetone이 잔류하지 않도록 충분히 흡입한 후 105°C로 건조시키고 함량을 측정된 후 이를 무기질 분석에 사용하였다.

무기질 분석 및 추정이용율

TDF의 함량을 측정된 후 잔사를 여과지체로 도가니에 넣어 600°C에서 2시간 이상 회화한 후, 실온으로 방냉시켰다. 회화가 끝난 도가니에 HCl 1:1 용액을 30 ml 넣은 후 하룻밤 방치시키고 증류수를 이용하여 분해 플라스크에 옮겨 Hot plate에서 20분 정도 완전히 분해시켰다. 그리고 뜨거운 물로 여과하면서 100 ml 정용 플라스크에 맞추고, 이를 무기질 자동분석기(ICP-OES, Perkin Elmer, Waltham, Massachusetts, USA)로 분석하였다. 또한 이들의 추정이용율은 콩나물 부위별 DM 100 g당 주요 무기질 mg에서 콩나물 부위별 TDF 100 g당 결합된 주요 무기질 함량(mg)을 측정된 후 다음과 같이 구하였다.

$$\text{추정이용율} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: 콩나물 부위별 DM 100 g당 주요 무기질(mg)

B: 콩나물 부위별 TDF 100 g당 주요 무기질(mg) × TDF (%) / 100

실험결과의 통계처리

본 실험의 모든 결과는 SAS (statistical analysis system, Institute of Cary, NC, USA)에 의하여 평균과 표준편차로 표시하고 Anova test에 의해 분석되었으며, 각 평균 간의 유의차 검정은 LSD (least significant difference)로 검정을 실시하다. 그리고 모든 유의차는 유의수준 $p < 0.05$ 에서 비교하였다.

결과 및 고찰

콩나물의 일반조성분

재배기간에 따른 콩나물의 자엽과 배측의 일반조성분은 Table 1과 같다. 조회분은 자엽이 6.32%, 배측이 6.44%로 재배일수에 따라 다소 증가하였고 조지방함량은 자엽에서 2일째까지 증가하다가 5일째 감소하였다. Lee 등[13]에 의한 연구에서 자엽은 조지방 함량이 3일째까지 증가하다가 그 이후 약간 감소하였다는 결과와 일치하였고, Green과 Suida [7]의 연구에서 자엽의 조지방 함량이 4일째까지 거의 일정하나 5일째부터는 감소한다는 결과와 유사하였다. 조단백질 함량은 자엽과 배측 모두 수분을 제외한 일반성분 중 가장 높았으며, 재배일수에 따라 자엽에서는 감소하였으나 배측에서는 증가하였다. 이는 콩나물이 생장함에 따라 총 질소함량의 변화가 자엽에서는 감소하여 분해되어 대사에너지로, 배측에서는 증가되어 합성되어 대사에너지로 나타내기 때문이다[24]. 조섬유 함량은 자엽이 11.27%, 배측이 16.40%였으며, NFE는 자엽에서 5.68%, 배측에서 4.78%였다.

콩나물의 TDF의 함량

재배일수에 따른 콩나물의 부위별 TDF 함량은 Table 2와 같다. 자엽의 TDF는 건조물 기준으로 1일째가 42.37%로 가장 높았고 3일째가 34.39%, 5일째가 30.93%로 재배일수가 길어짐

Table 1. Composition of major minerals contents in soybean sprouts

	Cultivation day	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	NFE ¹⁾
Cotyledon	1	10	6.29±0.25 ²⁾	18.34±0.87	46.85±0.13	13.28±0.03	5.24±0.28
	3	10	6.32±0.57	22.22±0.18	46.47±0.48	9.22±0.07	5.76±1.21
	5	10	6.36±0.81	21.29±0.02	45.00±0.44	11.32±0.04	6.03±1.03
	Mean	10	6.32	20.62	46.11	11.27	5.68
Hypocotyl	3	10	6.37±1.01	18.68±0.31	41.91±0.04	15.95±0.11	7.08±0.92
	5	10	6.51±0.75	19.00±0.10	45.17±0.01	16.84±1.40	2.48±0.52
	Mean	10	6.44	18.84	43.54	16.40	4.78

¹⁾NFE; nitrogen free extracts. ²⁾All values are mean±SD in triplicate.

Table 2. Contents of TDF in soybean sprouts (% DM¹⁾)

	Cultivation days	TDF contents
Cotyledon	1	42.37±2.14 ²⁾³⁾
	3	34.39±2.59 ^b
	5	30.93±1.83 ^c
Hypocotyl	3	36.33±1.42 ^b
	5	40.43±1.48 ^a

¹⁾DM; dry matter. ²⁾All values are mean±SD in triplicate.

³⁾The different letters are significantly different at $p < 0.05$.

에 따라 유의적으로 감소하였다. 1일째에 비해 3일째 자엽의 TDF 함량이 크게 감소하였는데, 이는 1일째까지 결합되어 있던 종피가 탈피되었기 때문이라고 생각된다. 그리고 배축의 TDF는 건조물 기준으로 3일째 36.33%에서 유의적으로 증가하여 5일째 40.43%였다($p < 0.05$).

콩나물의 주요 무기질 함량

재배기간에 따른 콩나물의 부위별 무기질의 함량(Table 3)은 건조물 기준으로 100 g당 Ca이 1일째 243.07 mg에서 다소 증가하여 5일째 284.29 mg이었고, P은 1일째 734.15 mg, 3일째 800.19 mg로 증가한 후 5일째 감소하였다. 주요 무기질 중 가장 많이 함유된 K의 경우 1일째 1610.31 mg, 3일째 가장 높은 1744.36 mg이 었으며 5일째 다소 감소하여 1642.81 mg이었다. Mg은 1일째 236.45 mg로 다른 무기질에 비해 가장 적게 함유

되어 있었고, 5일째 296.86 mg으로 재배일수에 따라 증가하였다($p < 0.05$).

콩나물 배축의 경우 자엽과 마찬가지로 K이 가장 많이 함유되어 있었고 P, Ca, Mg 순으로 많았다. Ca을 제외한 P, K, Mg의 경우 재배기간이 길어질수록 함량이 감소하는 경향이 었다.

본 연구의 자엽과 배축을 합한 3일째 콩나물과 식품성분표 [20]의 콩나물의 무기질 함량을 비교하였을 때 거의 유사하였고, Kim 등[11]이 연구한 2일째 서목태 콩과 비교했을 때 Mg이 0.14%로 다소 낮은 함량을 보였으나 Ca, P, K의 함량은 0.25%, 0.86%, 1.84%로 비슷하였다.

콩나물의 TDF에 결합된 주요 무기질의 함량

콩나물의 TDF에 결합된 무기질의 함량(Table 4)은 건조물 기준으로 100 g당 P이 915~1037 mg으로 콩나물의 세포벽에 가장 많이 결합되어 있었고, Ca이 541~634 mg으로 두 번째로 높았다. Mg은 1일째 231.90 mg에서 증가하여 5일째 301.01 mg이었고, 또한 K은 180.91~253.98 mg의 범위로 주요 무기질 중 세포벽에 결합된 함량이 가장 적었다($p < 0.05$).

배축은 Ca이 5일째 540.33 mg로 세포벽에 가장 많이 결합되어 있었고 P, K, Mg는 3일째보다 감소하여 5일째 각각 149.24 mg, 164.17 mg, 152.53 mg이었다($p < 0.05$). 또한 자엽의 K를 제외한 무기질은 재배일수가 증가함에 따라 세포벽에 결합되는 함량이 증가하였고, 반면에 Ca을 제외한 무기질

Table 3. Composition of major minerals contents in soybean sprouts

	Cultivation time (days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	243.07±7.38 ²⁾³⁾	734.15±22.61 ^a	1610.31±35.20 ^b	236.45±4.61 ^c
	3	244.32±16.15 ^b	800.19±14.10 ^b	1744.36±55.38 ^a	279.57±9.55 ^b
	5	284.29±5.34 ^a	784.82±13.23 ^b	1642.81±26.95 ^b	296.86±3.38 ^a
Hypocotyl	3	157.72±4.66 ^b	753.92±13.85 ^a	2152.39±67.68 ^a	174.14±7.04 ^a
	5	176.04±8.88 ^a	732.51±14.96 ^a	1972.17±31.19 ^a	158.36±5.93 ^b
Cotyledon+Hypocotyl ¹⁾	3	223.53	789.08	1842.27	254.26
	5	238.81	762.84	1781.13	238.68

¹⁾The values are calculated by a soybean sprouts. ²⁾Mean±SD. ³⁾The different letters are significantly different at $p < 0.05$.

Table 4. Composition of TDF binding major minerals contents in soybean sprouts (mg/TDF 100 g)

sample	Cultivation time(days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	541.67±34.39 ^{1) b2)}	915.28±19.46 ^b	180.91±14.18 ^b	231.90±6.22 ^b
	3	559.75±24.07 ^{ab}	1035.54±28.48 ^a	253.98±30.92 ^a	290.76±15.19 ^a
	5	634.34±11.06 ^a	1037.82±15.54 ^a	238.88±44.63 ^a	301.01±19.95 ^a
Hypocotyl	3	454.36±52.60 ^a	186.21±16.24 ^a	182.78±31.86 ^a	161.22±15.13 ^a
	5	540.33±21.70 ^b	149.24±3.62 ^b	164.17±8.82 ^a	152.53±6.77 ^a

¹⁾All values are mean±SD in triplicate. ²⁾The different letters are significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Availability of major minerals in soybean sprouts (% , DM¹⁾)

	Cultivation time (days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	5.58±5.99 ^{2) c3)}	47.18±1.12 ^c	95.24±0.37 ^a	58.45±1.11 ^c
	3	15.72±3.39 ^b	55.50±1.22 ^b	94.99±0.61 ^a	64.23±1.87 ^b
	5	30.98±1.20 ^a	59.10±0.61 ^a	95.50±0.84 ^a	68.64±2.08 ^a
Hypocotyl	3	13.52±0.58 ^a	91.03±0.78 ^a	96.91±0.54 ^a	66.37±3.16 ^a
	5	6.71±0.31 ^a	91.76±0.20 ^a	98.92±4.60 ^a	61.03±1.73 ^a

¹⁾DM, dry matter. ²⁾All values are mean±SD in triplicate. ³⁾The different letters are significantly different at the $p < 0.05$.

은 재배일수가 증가함에 따라 배측에서 세포벽과의 결합이 감소하였다.

콩나물의 주요 무기질의 추정 이용율

콩나물의 무기질 함량에서 TDF에 결합된 무기질의 함량을 제하여 구한 Ca, P, K, Mg의 추정 이용율은 Table 5와 같다. 자엽에서는 K의 이용율이 약 94~95%로 가장 높았으며, 재배 기간에 따른 차이가 없어 재배일수에 상관없이 K의 이용율이 주요 무기질 중 가장 우수함을 알 수 있었다. 그리고 Mg은 1일째 58.45%에서 5일째 68.64%로, P는 1일째 47.18%에서 5일째 68.64%로 유의적으로 증가하였다. Ca은 1일째 5.58%로 무기질 중 이용율이 가장 낮았으나, 3일째는 15.75%, 5일째에는 30.98%로 증가하였는데, 이는 1일째에 비해 5.5배나 높은 값으로 재배일수에 따라 Ca의 이용율이 크게 증가했음을 알 수 있었다($p < 0.05$).

배측은 자엽과 마찬가지로 주요 무기질 중 K의 이용율이 가장 높았으며, 3일째 96.91%에서 5일째 98.92%로 재배일수에 따라 증가하였다. P 역시 약 91%로 높은 이용율을 보였으며, Mg은 3일째의 이용율이 66.37%로 높았고, Ca은 5일째에 6.71%로 감소하여 주요 무기질 중 이용율이 가장 낮았다($p < 0.05$).

콩나물은 주요 무기질 중 K를 가장 많이 함유하고 있을 뿐만 아니라 세포벽에 결합된 K의 함량도 비교적 적었기 때문에 자엽과 배측 모두에서 이용율이 가장 높았다. 또한 배측에서 P의 이용율은 약 91%로 높았으나, 자엽의 경우 세포벽에 결합된 P의 함량이 다소 높았기 때문에 이용율이 약 55%로 낮았다. Ca의 경우 자엽과 배측에서 모두 이용율이 주요 무기질 중

가장 낮았다.

국민건강영양조사[2]에 따르면 1인 하루 평균 K의 섭취량은 2.79 mg으로 권장섭취량의 61.1%에 불과해 매우 낮았다. 따라서 K은 콩나물에 가장 많이 함유하고 있는 무기질인 동시에 자엽과 배측 모두 이용율이 90% 이상으로 높아 섭취량이 부족한 K의 공급원으로써 콩나물의 이용이 기대된다.

요 약

본 연구는 식품으로 널리 이용되고 있는 콩나물의 식이 섬유를 재배기간과 부위에 따라 효소중량법으로 측정하고 콩나물의 부위별 TDF의 함량과 이에 결합된 주요 무기질의 함량을 구하여 빼줌으로써 주요 무기질인 Ca, P, K, Mg의 추정 이용율을 규명하는데 그 목적이 있다. 콩나물의 TDF 함량은 자엽에서 1일째 42.37%로 가장 높았고 재배일수가 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 배측에서는 3일째 보다 증가하여 5일째 40.43%였다. 콩나물의 TDF에 결합된 무기질의 함량은 100 g당 P이 915~1037 mg으로 가장 높아 콩나물의 세포벽에 가장 많이 결합되어 있었고, Ca이 541~634 mg으로 두 번째로 높았다. 배측은 5일째 Ca이 540.33 mg/100 g으로 배측의 세포벽에 가장 많이 결합되어 있었다. 무기질의 추정 이용율은 자엽에서 K이 약 94~95%로 가장 높았으며 Mg, P, Ca은 재배일수가 증가함에 따라 그 이용율도 유의적으로 증가하였다. 배측은 자엽과 마찬가지로 K의 이용율이 96~98%로 가장 높았으며, P는 약 91%로 두번째로 높은 이용율을 보여 콩나물이 무기질의 공급원임을 알 수 있다.

감사의 글

이 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구 되었습니다.

References

1. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th eds., Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
2. Bowman, B. A. and R. M. Russell. 2003. *Present knowledge in nutrition*, pp. 85-93, 8th eds., The Korean Nutrition Society. Seoul.
3. Burkitt, D. P., A. R. Walker, and N. S. Painter. 1974. Dietary fiber and disease. *J. Am Med. Assoc.* **229**, 1068-1074.
4. Chavan, J. K. and S. S. Kadam. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **28**, 401-437.
5. Cummings, J. H. 1978. Nutritional implications of dietary fiber. *Am J. Clin. Nutr.* **31**, S21-S29.
6. Drews, L. M., C. Kies and H. M. Fox. 1979. Effect of dietary fiber on copper, zinc and magnesium utilization by adolescent boys. *Am J. Clin. Nutr.* **32**, 1893-1897.
7. Green, D. G. and T. W. Suida. 1969. Germination and seedling development of soybeans in a carbon dioxide-deficient atmosphere. *Amer. J. Bot.* **56**, 1018-1022.
8. Hwang, Y. H., Y. S. Jeong, and J. D. Lee. 2004. Present status and future developmental direction of soy-related industries in Korea. *Kor. Soybean Digest* **21**, 28-44.
9. Jang, H. K. 1995. Soybean sprouts. The Korean Society Food Science Nutrition. *Nutrition and Dietetics* **9**, 30-32.
10. Kelsay, J. L. and E. S. Prather. 1983. Mineral balances of human subjects consuming spinach in a low fiber diet and containing fruits and vegetables. *Am J. Clin. Nutr.* **38**, 12-19.
11. Kim, E. J., K. I. Lee, and K. Y. Park. 2002. Quantity analysis of nutrients in soybean sprouts cultured with germanium. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 1150-1154.
12. Kim, W. J., N. M. Kim, and H. S. Sung. 1984. Effect of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **16**, 358-362.
13. Lee, G. Y., E. M. Kim, and S. J. Woo. 1996. Changes in the contents and composition of dietary fiber during the growth of soybean sprout. *Kor. J. Nutr.* **29**, 1142-1149.
14. Lee, S. C., L. Prosky, and J. W. DeVries. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods: enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **75**, 395-416.
15. McCance, R. A. and E. M. Widdowson. 1941. Mineral metabolism of healthy adults on white and brown bread dietaries. *J. Physiol.* **101**, 44-85.
16. Ministry of Health and Welfare. 2006. *The Third Korea National Health Nutrition Examination Survey(KNHANES III) 2005 - Nutrition Survey I*. pp. 10-12, Seoul.
17. Prosky, L., N. G. Asp, I. Furda, J. W. DeVries, T. F. Schweizer, and B. F. Harland. 1985. Determination of total dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **68**, 677-683.
18. Reinhold, J. G., B. Faradji, P. Adadi, and F. Ismail-Beigi. 1976. Decreased absorption of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by humans due to increased fiber and phosphorus consumption as wheat bread. *J. Nutr.* **106**, 493-503.
19. Robertson, J. A. and M. A. Eastwood. 1981. An investigation of the experimental conditions which could affect water-holding capacity of dietary fiber. *J. Sci. Food Agr.* **32**, 819-825.
20. Rural Resources Development Institute. 2006. *Food composition table(I)*. pp. 20-41, 6th eds. Suwon.
21. Trowell, H. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am J. Clin. Nutr.* **25**, 926-932.
22. 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.
23. Van der Aar, P. J., G. C. Fahey, S. C. Rick, S. E. Allen, and L. L. Berger. 1983. Effects of dietary fibers on mineral status of chicks. *J. Nutr.* **113**, 653-661.
24. Yang, C. B. and Z. U. Kim. 1980. Changes in nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout, part I. changes in nitrogen compounds in soybean sprout during culture. *J. Kor. Agr. Chem. Soc.* **23**, 7-13.