

콩나물 재배기간과 부위에 따른 NDF에 결합된 다량 무기질의 추정이용율

이지영¹ · 엄지혜¹ · 은정화¹ · 배승철² · 김대진^{1*}

¹동아대학교 식품과학부

²부경대학교 양식학과/사료영양연구소

Effect of Estimated Availability of NDF Binding Major Minerals in Soybean Sprouts Depending on Cultivation Periods and Sampling Parts

Ji-Young Lee¹, Ji-Hye Eom¹, Jeong-Hwa Eun¹, Sung-Chul Bai², and Dae-Jin Kim^{1*}

¹Dept. of Food Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

²Dept. of Aquaculture/FFNRC, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract

This study was performed to evaluate contents and estimated availabilities of major minerals (Ca, P, K, Mg) in soybean sprouts. Two different sampling parts (cotyledon and hypocotyl), and three culture periods (1, 3, and 5 days) were evaluated. Results indicated that Mg (99.11%) from cotyledon for 5 days culture period was significantly higher than Ca (98.34%), P (97.67%), and K (98.70%). Percent average Mg estimated availability of 5 days cultured hypocotyl was also significantly higher than that of Ca (77.79%), P (91.91%), and K (96.80%). Therefore, the current results indicate that decreased Ca estimated availability in hypocotyl was time dependent and the cotyledon may be the better source for the estimated availability of major minerals than the hypocotyl of soybean sprouts because more than 90% of the major minerals was estimated availability.

Key words: soybean sprouts, cotyledon, hypocotyl, NDF, major minerals, estimated availability

서 론

콩나물은 단백질, 비타민, 무기질 및 식이섬유의 급원으로 서 오래전부터 영양적으로 우수한 대중적인 식품으로 인식 되어 왔다(1). 고려 고종 때의 의학서적인 『향약구급방』에는 건조 콩나물이 약용으로 쓰였다고 기술되어 있으며 현재까 지도 우황청심환의 원료로 사용되는 등 그 용도가 더욱 다양 해지고 있다(2).

또한 콩이 발아될 때 자엽에서는 주로 분해적인 대사가 일어나고 배축에서는 합성적인 대사가 일어나서(3) thia- min, riboflavin, vitamin C, carotene 등의 비타민과 무기질 및 식이섬유의 함량도 증가하게 된다(4,5). 즉, 콩나물의 자 엽 부위에서는 필수 아미노산과 무기질이 풍부하고 배축에 서는 식이섬유의 함량이 높아 영양학적 가치가 우수하다. 그동안의 연구는 주로 이러한 영양성분에 관한 연구로써 비 타민(6), 단백질(7), 지질(8), saponin(9), isoflavone(10), as- partic acids(11) 등에 관한 연구가 주를 이루었다. 그러나 콩나물은 식물성 채소류이고 식물은 모두 세포벽(cell wall) 이 있기 때문에 이에 결합된 영양 성분을 가지고 있으나 이

는 인간이나 단위 동물에 있어서는 세포벽 물질을 분해할 수 있는 효소 즉, cellulase를 가지고 있지 않기 때문에 세포 벽에 결합된 성분은 제대로 이용할 수 없다(12,13).

따라서 식물의 영양학적 가치를 화학적 성분에 의해서만 기준하여 왔으나 앞으로는 세포벽 물질에 결합된 성분을 고 려한 추정이용률에 관한 연구가 충분히 진행되어야 한다. 본 연구는 cell wall 성분인 중성세제섬유(neutral detergent fi- ber, NDF)에 결합된 다량 무기질인 Ca, P, K, Mg을 분석하 여 이들 무기질의 추정이용률을 규명하고자 한다.

재료 및 방법

시료의 전처리

김해시 감로리에서 제공받은 대립종 콩을 선별하여 세척 후 하루 동안 발아시키고 20~22°C의 암실에서 5일간 재배하 였다. 1, 3, 5일간 재배한 콩나물의 종피를 제거하고 배축의 길이가 짧은 1일을 제외하여 자엽과 배축으로 분리한 후 -70 °C의 저온 동결고에 넣어 24시간 동결시킨 후 48시간 건조하 였다. 건조물 무게(DM)를 측정하였고 이를 분쇄하여 저온

*Corresponding author. E-mail: djkim@donga.ac.kr
Phone: 82-51-200-7532, Fax: 82-51-200-7535

Table 1. Instrumental conditions for optimal ICP-OES operation

Instrument	ICP-OES 2000DV
RF power	1500 watts
Plasma flow	15 L/min
Sample flow rate	1.5 mL/min
Cu wavelength	327.393 nm
Fe wavelength	238.204 nm
Mn wavelength	206.200 nm
Zn wavelength	257.610 nm

에서 보관하면서 중성세제섬유와 다량무기질 분석에 사용하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC법(14)에 의해 분석하였다. 수분과 회분은 각각 105°C 상압가열건조법과 550°C 회화법으로 측정하였고 조지방은 soxhlet법으로, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 분석하였다. 조섬유는 1.25% H₂SO₄와 1.25% NaOH에 의하여 분석하였고 가용성무질소물(nitrogen free extracts, NFE)은 100에서 위의 측정값을 모두 합하여 뺀 값으로 구하였다.

중성세제섬유(NDF) 분석

NDF 분석은 화학적 방법인 Van Soest와 Wine(15)법에 의하여 여과법으로 분석하였다.

Ca, P, K, Mg 분석 및 추정이용률

다량 무기질은 건식분해를 실시한 후 분석하였다. 분석기는 Table 1과 같은 작동조건으로 Perkin Elmer사의 ICP-OES(Shelton, CT, USA)분석하였고 이들의 추정이용률은 콩나물 전체 무기질 함량에서 NDF에 결합된 무기질 함량을 제하여 백분율로 표시하였다.

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

A: 콩나물 부위별 DM 100 g당 미량 무기질(mg)

B: 콩나물 부위별 NDF 100 g당 미량무기질(mg)×NDF(%)

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 결과는 statistical analysis system(1986)을 이용하여 유의적 차이가 있

는 항목에 대해서 LSD(Least Significant Difference)법으로 검정하였으며 p<0.05 수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

일반성분

콩나물 일반성분의 함량과 변화는 Table 2와 같다.

자엽의 일반성분은 수분을 90%로 보정할 경우 조회분은 평균 0.70%, 조지방은 2.29%였고, 조단백질과 조섬유는 각각 5.12% 및 1.25%였다. 일반성분으로부터 계산한 가용성무질소물은 0.63%였다. 또한 배측에서의 조회분은 평균 0.72%, 조지방과 조단백질, 조섬유는 각각 2.10%, 4.84% 및 1.82%였고, 가용성무질소물은 0.54%였다.

중성세제섬유(NDF) 함량

콩나물의 NDF 함량 변화는 Table 3과 같다.

DM 기준으로 자엽의 NDF 함량은 1일째 27.38%를 보였고 5일째 11.63%로 크게 감소하였는데 이는 콩을 덮고 있던 종피가 유지되다가 3일째부터 탈락되어 NDF 함량이 낮게 나타난 것으로 생각된다. 반면 배측의 NDF 함량은 3일째 25.64%, 5일째 26.29%로 점차 증가하였다. NDF 함량은 다른 보고와 비교하였을 때 자엽에서 차이를 보였는데 Lee 등(3)의 보고에서 NDF 함량이 4.35~5.29%인 것에 비해 본 실험의 결과는 다소 높은 결과를 보였고 이는 α-amylase 처리 여부에서 기인한 것으로 판단된다.

콩나물의 다량 무기질의 함량

콩나물의 함유된 다량 무기질은 Table 4와 같다.

Table 3. Contents of NDF in soybean sprouts

(unit: %, DM ¹⁾)		
Sample	Culture time (days)	NDF contents
Cotyledon	1	27.38±4.46 ^{2)(c3)}
	3	14.39±4.85 ^{b)}
	5	11.63±0.98 ^{a)}
Hypocotyl	3	25.64±2.62 ^{a)}
	5	26.29±1.27 ^{a)}

¹⁾DM: dry matter.

²⁾Mean±SD.

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

Table 2. Chemical composition of the soybean sprouts

(unit: %)							
Sample	Culture time (days)	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	NFE ¹⁾
Cotyledon	1	90.00	0.70	2.04	5.21	1.48	0.58
	3	90.00	0.70	2.47	5.16	1.02	0.64
	5	90.00	0.71	2.37	5.00	1.26	0.67
	Mean	90.00	0.70	2.29	5.12	1.25	0.63
Hypocotyl	3	90.00	0.71	2.08	4.66	1.77	0.79
	5	90.00	0.72	2.11	5.02	1.87	0.28
	Mean	90.00	0.72	2.10	4.84	1.82	0.54

¹⁾NFE: nitrogen free extracts.

Table 4. Composition of macro mineral contents in soybean sprouts (unit: mg/100 g, DM¹⁾)

Sample	Culture time (days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	243.07 ± 7.38 ^{2)a3)}	734.15 ± 22.61 ^a	1610.31 ± 35.20 ^a	236.45 ± 4.61 ^a
	3	244.32 ± 16.15 ^a	800.19 ± 14.10 ^b	1744.36 ± 55.38 ^b	279.57 ± 9.55 ^b
	5	284.29 ± 5.34 ^b	784.82 ± 13.23 ^b	1642.81 ± 26.95 ^a	296.86 ± 3.38 ^c
Hypocotyl	3	157.72 ± 4.66 ^a	753.92 ± 13.85 ^a	2152.39 ± 67.68 ^a	174.14 ± 7.04 ^b
	5	176.04 ± 8.88 ^b	732.51 ± 14.96 ^a	1972.17 ± 31.19 ^a	158.36 ± 5.93 ^a

¹⁾DM: dry matter.

²⁾Mean ± SD.

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

DM 기준으로 콩나물 자엽의 Ca 함량은 100 g당 1일째 243.07 mg, 3일째 244.32 mg, 5일째 284.29 mg으로 증가하였고, P의 함량은 100 g당 1일째 734.15 mg, 3일째 800.19 mg, 5일째 784.82 mg으로 증가하다가 감소하였으며 K의 함량 또한 5일째에 감소하였다. Mg 함량은 100 g당 1일째 236.45 mg, 3일째 279.57 mg, 5일째 296.86 mg으로 Ca과 마찬가지로 점점 증가하였다. 배축의 Ca 함량은 100 g당 3일째 157.72 mg에서 5일째 176.04 mg으로 증가하였고, P과 K 및 Mg의 함량은 5일째 각각 732.51 mg, 972.17 mg, 158.36 mg으로 재배기간이 길어짐에 따라 감소하여 Ca의 함량만 증가하였다. 위의 결과로 볼 때 콩나물의 Ca, K 및 Mg은 2005년 한국인의 영양섭취기준에 있어서 한국인의 식생활에서 부족되기 쉬운 영양성분으로 보고되었고(17) 콩나물에 함유된 Ca, K 및 Mg의 함량이 다른 십자화가 채소류 특히 배추김치의 경우 소금절임배추는 Ca 함량은 크게 영향을 안 받으나 K 함량은 90% 이상이 손실되었다(18). 따라서 콩나물은 Ca과 K 함량이 풍부한 급원으로 판단된다.

콩나물 NDF에 결합된 다량 무기질의 함량

콩나물의 NDF에 결합된 다량 무기질은 Table 5와 같다.

DM 기준으로 100 g당 Ca과 K은 5일째 각각 40.52 mg과 184.01 mg으로 1, 3일째보다 증가하였고 Mg 또한 5일째에 22.59 mg으로 1일째보다 약 2배로 증가하였다. P은 1일째에 약간 증가하였으나 5일째 다시 감소하였다. 배축에 있어서 Ca은 3일째에서 5일째까지 64.58 mg에서 148.74 mg으로 2 배 이상 증가하였고 P은 오히려 3일째의 함량보다 약 44% 감소하였다. K과 Mg 역시 3일째의 함량보다 각각 13%와 48% 감소하였다. 위의 결과로 판단할 때 콩나물 자엽과 배축 모두 NDF에 P이 가장 많이 결합되어 있음을 알 수 있었다.

콩나물 다량 무기질의 추정이용률

콩나물의 다량 무기질 추정이용률은 Table 6과 같다.

자엽의 추정이용률을 보면 Ca과 P이 90% 이상이었으며 K과 Mg은 각각 98%, 99% 이상으로 매우 높았다. 배축에서는 Ca이 3일째에는 89.50%였으나 5일째에는 77.79%로 다소 감소하였으며 그 외에 P은 88.93%에서 91.91%, K은 96.77%에서 96.80%, Mg은 96.48%에서 97.32%로, Ca을 제외하고 3일째에서 5일째로 시간이 경과함에 따라 이용할 수 있는 다량 무기질의 함량과 이용률이 증가함을 알 수 있었다.

Kim 등(16)은 alfalfa leaf meal로 Rooster를 통한 이용률

Table 5. Contents of NDF binding macro minerals in soybean sprouts (unit: mg/NDF 100 g)

Sample	Culture time (days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	20.15 ± 5.90 ^{1)a2)}	241.80 ± 48.16 ^a	133.35 ± 43.76 ^a	12.03 ± 2.57 ^a
	3	26.55 ± 7.00 ^a	381.56 ± 58.74 ^b	169.57 ± 42.59 ^a	17.41 ± 1.25 ^b
	5	40.52 ± 22.40 ^a	359.73 ± 59.10 ^b	184.01 ± 43.01 ^a	22.59 ± 4.09 ^c
Hypocotyl	3	64.58 ± 3.95 ^a	325.46 ± 33.02 ^b	271.28 ± 19.19 ^b	23.92 ± 5.04 ^b
	5	148.74 ± 11.92 ^b	225.46 ± 24.69 ^a	239.94 ± 14.28 ^a	16.16 ± 3.08 ^a

¹⁾Mean ± SD.

²⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

Table 6. Estimated availability of macro minerals in soybean sprouts (unit: %, DM¹⁾)

Sample	Culture time (days)	Ca	P	K	Mg
Cotyledon	1	97.73 ± 0.66 ^{2)a3)}	90.98 ± 1.80 ^a	97.73 ± 0.74 ^a	98.61 ± 0.30 ^a
	3	98.44 ± 0.41 ^a	93.14 ± 1.06 ^b	98.60 ± 0.35 ^b	99.10 ± 0.06 ^b
	5	98.34 ± 0.92 ^a	94.67 ± 0.88 ^b	98.70 ± 0.30 ^b	99.11 ± 0.16 ^b
Hypocotyl	3	89.50 ± 0.64 ^b	88.93 ± 1.20 ^a	96.77 ± 0.23 ^a	96.48 ± 0.74 ^a
	5	77.79 ± 1.78 ^a	91.91 ± 0.92 ^b	96.80 ± 0.19 ^a	97.32 ± 0.51 ^a

¹⁾DM: dry matter.

²⁾Mean ± SD.

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

을 측정하였는데 NDF에 결합된 양을 제외한 Ca의 전체 이용률은 46.15%였고 NDF에 P의 전체 이용률은 18.38%라고 보고하였으며 결합 영양소는 이용이 불가능한 성분이라서 생체와 상관없이 추정이용률이 높다고 보고하였다. 다른 식물성 채소의 추정이용률과 비교해보면 본 실험에서 콩나물 자엽과 배축에서의 Ca과 P의 추정이용률이 모두 90% 이상인 점을 고려했을 때 매우 높은 무기질 이용률임을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 콩나물을 재배기간과 부위별로 따라 나누고 cell wall에 결합된 다량 무기질의 함량을 측정하여 추정이용률을 추론하고자 실시하였다. 재배기간 1, 3, 5일차의 콩나물을 채취하여 자엽과 배축으로 분리한 뒤 화학적 방법으로 식이섬유를 분석하고, 중성세제섬유(neutral detergent fiber, NDF)에 결합된 다량 무기질(Ca, P, K, Mg)을 건식분해법으로 분석하여 평가하였다. 자엽과 배축에서의 추정이용률은 Ca이 자엽에서 1일째 97.73%, 3일째 98.44%, 5일째 98.34%로 매우 높았고 P은 1일째 90.98%, 3일째 93.14%, 5일째 94.67%로 Ca보다는 다소 낮은 이용률이었지만 모두 90% 이상의 높은 이용률이었다. K과 Mg의 추정이용률 역시 각각 97.73~98.70%, 98.61~99.11%로 매우 높았다. 또한 배축에서는 Ca이 1일째에는 89.50%였으나 5일째에서는 77.79%로 약간 감소하였으나 그 외 P, K, Mg은 3일째에서 5일째로 시간이 경과함에 따라 추정이용률이 증가하였다.

감사의 글

이 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

문 헌

- Song J, Kim SL, Hwang JJ, Song YK, Hur HS. 2000. Physicochemical properties of soybean sprouts according to culture period. *Kor J Soybean Digest* 17: 84-89.
- Choi SD, Kim YH, Nam SH, Shon MY. 2002. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with extract of Korean herb medicines. *Kor J Food Pre* 9: 168-173.
- Lee GY, Kim EM, Woo SJ. 1996. Changes in the contents and composition of dietary fiber during the growth of soybean sprouts. *Kor J Nutr* 29: 1142-1149.
- Chavan JK, Kadam SS. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Crit Rev Food Sci Nutr* 28: 401-437.
- Jang HK. 1995. Soybean sprouts. The Korean society of food science and nutrition, *Nutrition and Dietetics* 9: 30-32.
- Kim SO. 1988. Effect of growth regulators on the growth and vitamin C biosynthesis during germination of soybean. *J Korean Soc Food Nutr* 17: 115-124.
- Bai HW, Yu TJ. 1957. Studies on changes of protein contents in various organs of the germinating soybean and of RNA contents of cotyledon of it. *J Appl Biol Chem* 8: 81-86.
- Shin HS. 1974. Studies on the lipid metabolism of soybean during its germination - (Part 2) changes on lipoxigenase activity and fatty acid composition in soybean during germination. *J Appl Biol Chem* 17: 247-253.
- Oh BY, Park BH, Ham KS. 2003. Changes of saponin during the cultivation of soybean sprout. *Kor J Food Sci Technol* 35: 1039-1044.
- Kim EM, Lee KJ, Chee KM. 2004. Comparison in isoflavone contents between soybean and soybean sprouts of various soybean cultivars. *Kor J Nutr* 37: 45-51.
- Lee JC, Hwang YH. 1996. Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprouts soybeans. *Kor J Crop Sci* 41: 592-599.
- Hall JL, Flowers TJ, Roberts RM. 1984. *Plant cell structure and metabolism*. Longman, London. p 426.
- McNeil M, Darvill AG, Fry SC, Albersheim P. 1984. Structure and function of primary cell walls of plant. *Ann Rev Biochem* 53: 625-663.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis of the association*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. p 342.
- Van Soest PJ, Wine RH. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J Assoc Off Anal Chem* 50: 50-55.
- Kim DJ, Kim JK, Kim YK. 1992. A study on cell wall binding Ca and P of rooster in plant. *Dong-A Nonchong*. Dong-A University 29: 185-211.
- KNS. 2005. *Dietary reference intake for Koreans (1)*. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea. p 199-235.
- National Rural Living Science Institute. 2001. *Food composition table*. 6th ed. RDA, Korea.

(2009년 1월 22일 접수; 2009년 3월 19일 채택)