

콩의 과잉섭취가 유기체의 몇가지 발육생리적 지표에 미치는 영향

조용남, 최명철, 최순혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《콩은 우리 인민들과 군인들의 식생활에서 없어서는 안될 중요한 작물의 하나입니다. 우리 인민들은 예로부터 콩으로 두부와 순두부, 비지와 콩나물무침을 비롯한 콩음식을 즐겨 만들어먹으며 발전시켜왔습니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 170페이지)

콩에는 단백질과 지방이 풍부하게 들어있을뿐만아니라 섬유소, 비타민, 광물질, 이소플라본, 사포닌, 피틴산과 같은 물질들이 들어있으므로 여러가지 영양효과와 생리효과를 나타낸다. 그러나 콩이소플라본과 콩사포닌, 피틴산 등이 유기체에 미치는 생리적효과와 그에 기초한 합리적인 콩섭취량에 대한 문제들은 명백히 밝혀지지 않았다.

이로부터 우리는 콩의 과잉섭취가 유기체에 미치는 몇가지 발육생리적지표에 미치는 영향을 검토하고 합리적인 콩섭취량을 밝히기 위한 연구를 하였다.

재료 및 방법

실험동물로는 몸질량이 66.8~74.3g 되는 흰쥐 86마리(암컷 48마리, 수컷 38마리)를, 먹이로는 《콩 24》호의 수확한 낱알을 리용하였다.

실험동물무리는 무작위추출법[2]으로 1개 무리에 20마리씩 4개 실험무리를 구성하고 실험 6개월동안 매일 표 1에 지적된 해당하는 량의 먹이를 가열조리하여 남새와 물과 함께 하루 한번씩 먹이였다.

표 1. 실험무리별 먹이조성

무리 구분	알곡먹이 조성			알곡먹이 기준 /(g·kg ⁻¹)	콩먹이는 량			알곡먹이열량 /(J·10 ⁻² g ⁻¹)			
	/(g·kg ⁻¹)				동물몸 질량당 /(g·kg ⁻¹)	사람		투여하는 알곡먹이	콩	흰쌀	강냉이
	콩	흰쌀	강냉이			몸질량당 /(g·kg ⁻¹)	1인당 /(g·d ⁻¹)				
대 조	—	20	80	100	—	—	—	1 464.7	—	294.3	1 170.4
실험—1	13.3	17.3	69.4	100	13.3	1.33	80[3]	1 465.5	196.0	255.0	1 014.5
실험—2	41.7	11.7	46.6	100	41.7	4.17	250	1 594.7	740.3	171.8	682.6
실험—3	83.3	3.3	13.4	100	83.3	8.3	500	1 724.7	1 480.6	48.9	195.2

발육생리적지표에 대한 측정은 위생중독학적실험방법[2]에 준하여 진행하였다.

결과 및 논의

1) 실험먹이와 그속의 몇가지 유효성분들의 실제적섭취량

흰쥐에게 실험 1~3달동안에 해당하는 량의 콩을 삶아서 알곡먹이에 섞어먹이였을 때 실

제적먹이섭취률은 대조무리와 실험-1무리에서 각각 100%, 실험-2무리에서 95.6%, 실험-3무리에서 80.0%였으며 실험 4~6달동안에 콩을 닦아서 가루내어 먹이였을 때 모든 무리에서 100%였고 섭취한 총에네르기는 실험 1~3달의 섭취총에네르기에 비하여 큰 차이가 없었다.

실험 1~3달동안에 콩의 몇가지 성분들에 대한 실험동물들의 실제적섭취량을 보면 대조무리에서는 피틴산섭취량이 800mg/kg(먹이중 피틴산함량은 0.5%), 실험-1무리에서 이소플라본, 사포닌, 피틴산섭취량은 각각 16, 24, 782.1mg/kg(0.47%), 실험-2무리에서는 각각 47.8, 71.9, 709.5mg/kg(0.42%), 실험-3무리에서는 각각 80, 120, 546.4mg/kg(0.35%)이었으며 실험 4~6달동안에는 대조무리에서 피틴산섭취량은 같고 실험-1무리에서 이소플라본, 사포닌, 피틴산섭취량은 각각 10.26, 2.8, 806mg/kg(0.55%), 실험-2무리에서는 각각 32.12, 8.76, 797mg/kg(0.65%), 실험-3무리에서는 각각 64.13, 17.5, 806mg/kg(0.95%)이었다.

2) 콩의 과잉섭취가 실험동물의 몇가지 생리적 및 발육지표에 미치는 영향

실험동물의 몸질량변화에 미치는 영향 실험기간 실험동물의 몸질량변화를 조사한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 몸질량증가률의 변화

무리구분	실험전 몸질량/g	몸질량증가률/%					
		1개월후	2개월후	3개월후	4개월후	5개월후	6개월후
대조	70.0±4.9	47.29±5.84	106.43±7.05	192.43±7.58	210.57±8.85	226.14±8.24	215.86±12.26
실험-1	74.3±4.8	65.68±6.27	128.0±8.22	197.17±8.52	216.29±10.05	214.94±12.47	214.94±14.68
실험-2	66.5±1.0	65.41±6.88	155.64±7.45*	207.97±8.29	219.55±11.55	221.35±11.28	227.37±12.06
실험-3	66.8±2.3	52.9±6.73	156.29±8.63*	207.63±8.74	190.12±13.16	194.01±11.61	202.84±13.44

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=10$

표 2에서 보는바와 같이 삶은 콩을 먹인 실험 1~3달동안에는 모든 실험무리에서 대조무리에 비하여 몸질량증가률이 모두 높았는데 특히 실험-2, 3무리에서 실험 2개월후에 대조무리에 비하여 몸질량증가률이 유의하게 증가하였다. 그것은 대조무리에 비하여 상대적으로 콩을 먹인 실험무리의 섭취에네르기가 많고 총 먹이중 피틴산함량이 낮기때문이라고 볼수 있다. 닦은 콩가루를 먹인 실험 4~6달동안에는 실험-1, 2무리는 대조무리에 비하여 몸질량증가률이 비슷하거나 높아지는 경향성을 나타냈지만 실험-3무리에서는 대조, 실험-1, 2무리에 비하여 오히려 몸질량증가률이 낮아지는 경향성을 나타냈다. 특히 실험-3무리의 섭취에네르기가 다른 무리들에 비하여 제일 큰 반면에 몸질량증가률이 제일 낮은것은 총 먹이중 피틴산함량이 0.95%로서 다른 무리들에 비하여 제일 높기때문이라고 볼수 있다.[1]

실험동물의 몇가지 혈액 및 심장혈관계통, 신경계통, 면역계통지표들에 미치는 영향 실험기간 몇가지 혈액지표들인 적혈구수, 백혈구수, 혈색소량, GOT와 GPT활성, 혈청단백질량, 혈청총콜레스테롤수준, 신경계통지표인 실험동물의 자발운동량, 심장혈관계통지표들인 혈압과 맥박수, 비특이적면역생물학적지표인 백혈구탐식능의 실험기일에 따르는 변화를 본데 의하면(실험자료 제시하지 않음) 실험전기간 실험, 대조무리들사이에서 유의한 차이가 인정되지 않았는데 이것은 콩에 혈액유형성분과 생화학지표들, 신경기능 및 심장혈관계통, 면역계통기

능에 영향을 주는 유해성분이 들어있지 않다[5]는것을 보여준다.

실험동물의 성기능에 미치는 영향 암컷의 성기능에 미치는 영향을 보기 위하여 6개월 동안 기일에 따르는 발정주기의 변화를 보았다.(표 3)

표 3. 발정주기의 변화

무리구분	1기(발정전기)/d	2, 3기(발정기)/d	4기(발정후기)/d	5기(안정기)/d	발정주기/d
대조	0.50±0.04	1.21±0.05	0.24±0.01	2.86±0.08	4.81±0.10
실험-1	0.60±0.05	1.36±0.06	0.26±0.02	2.77±0.10	5.05±0.20
실험-2	0.60±0.06	1.41±0.10	0.30±0.03	2.51±0.12	4.82±0.10
실험-3	6.00±0.41*	2.75±0.25*	1.75±0.48	1.50±0.29	12.0±0.38*

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=5$

표 3에서 보는바와 같이 실험 1~5개월에 무리별 흰쥐암컷의 발정주기의 변화에서는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 실험-1무리와 실험-2무리에서는 실험전기간 대조무리와 유의한 차이가 없었지만 실험-3무리에서는 실험 6개월에 발정전기와 발정기가 길어져서 발정주기 전기간이 대조무리보다 2.4배 길어지는 발정주기장애가 나타났다. 이것은 오래동안 콩을 통하여 섭취하는 이소플라본량이 많은것과 관련된다고 본다. 이소플라본은 식물성 에스트로젠으로서 월경주기에 영향을 미친다.[5] 실험을 통하여 이소플라본섭취량이 47.8mg/(kg·d) 되게 6개월간 콩을 먹이는 경우 흰쥐(암컷)의 발정주기에는 영향을 미치지 않지만 하루섭취량이 그 이상 되면 발정주기에 유의성있는 부정적영향을 미친다는것을 알수 있다.

수컷의 성기능에 미치는 영향을 보기 위하여 정자운동시간의 변화를 관찰한 결과 대조무리와 실험무리들사이에서 유의한 차이가 인정되지 않았다.(실험자료 제시하지 않음) 이 실험결과는 게니스테인을 여러가지 용량으로 2달동안 먹인 흰쥐수컷들의 정자활성이 게니스테인을 1.60mg/kg까지 적용한 실험무리에서는 대조무리와 유의한 차이가 나타나지 않는다는 선행연구자료[5, 7]와 일치하였다.

실험동물의 운동능력과 기아견딜력에 미치는 영향 실험먹이투여가 실험동물의 육체적행동능력에 미치는 영향을 종합적으로 평가하기 위하여 실험마감(6달후)에 수영시간의 변화를 관찰한 결과 대조, 실험무리들사이에서 유의한 차이가 인정되지 않았다.(실험자료 제시하지 않음)

또한 근력과 불리한 환경에 대한 유기체의 인내력을 평가하기 위하여 실험마지막(6달후)에 용수철당김거리와 기아에 대한 견딜기간을 조사하였다.(표 4)

근력검토실험결과 표 4에서 보는바와 같이 실험-1, 3무리의 당김거리는 대조무리와 유의한 차이가 없었으나 실험-2무리에서는 1.3배나 유의하게 길었다. 그리고 완전기아때 콩을 먹은 모든 무리에서 죽은 날자가 대조무리보다 유의하게 길어졌으며 실험무리들사이에는 차이가 인정되지 않았다. 이 실험결과들은 콩에 포함된 단백질을 비롯한 성분들의 영양효과와 관련된다[4, 6]고 볼수 있다.

실험동물 주요장기들의 상대적질량에 미치는 영향을 조사하였다.(표 5)

표 5에서 보는바와 같이 실험마지막에 뇌수, 심장, 간장, 폐장, 비장, 고환, 신장선의 상

표 4. 근력과 기아견딜력의 변화

무리구분	당김거리/cm	기아견딜일수/d
대조	14.06±0.87	4.75±0.49
실험-1	14.62±1.88	7.75±0.25*
실험-2	18.60±0.68*	8.00±1.30*
실험-3	15.14±0.88	8.00±0.84*

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=5$

표 5. 주요장기의 상대적질량

무리 구분	장기 질량 $/(g \cdot kg^{-1})$								
	뇌수	심장	간장	신장	폐장	비장	고환	란소	신상선
대조	5.21±0.24	3.59±0.16	32.04±1.22	7.40±0.25	7.65±1.12	3.11±0.28	10.18±0.86	0.65±0.08	0.28±0.05
실험-1	4.75±0.16	3.43±0.19	29.13±1.88	7.74±0.46	7.73±0.88	3.30±0.30	9.64±0.25	0.86±0.24	0.25±0.03
실험-2	5.60±0.16	3.81±0.26	35.28±1.64	8.30±0.21*	9.12±2.04	3.40±0.09	9.59±2.25	0.91±0.16	0.37±0.05
실험-3	5.49±0.27	3.57±0.10	34.73±0.88	8.16±0.11*	8.17±0.61	3.28±0.34	11.65±0.23	0.98±0.07*	0.38±0.03

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=8$

대적질량은 대조무리에 비해 모든 실험무리에서 유의한 차이가 없었지만 신장은 실험-2 무리에서 1.12배, 실험-3무리에서 1.10배 유의하게 증가하였으며 란소는 실험-3무리에서 유의하게 증가하였다.

실험동물 주요장기들의 병리조직학적변화 실험동물의 뇌수, 심장, 간장, 신장, 폐장, 비장, 고환, 란소, 신상선의 병리조직학적소견(HE염색)을 관찰하였을 때 단백질, 기름질변성, 수종과 같은 병리조직학적변화들이 인정되지 않았고 실험-3무리의 란소에서 그라프러포의 수가 다른 실험무리의 란소에 비해 다소 증가하는 경향성이 있었다. 실험-3무리의 란소의 상대적질량이 대조에 비하여 유의하게 증가하고 병리조직학적소견에서 그라프러포의 수가 다소 증가된것은 콩을 장기간 섭취하는 과정에 이소플라본의 섭취량이 많아진것과 관련된다[5]고 볼수 있다. 콩팔에서 병리조직학적변화가 나타나지 않고 상대적질량이 증가한것은 오래동안 상대적으로 많은 콩단백질섭취에 의한 그것의 대상기능이 항진되면서 나타난 변화라고 볼수 있다.

3) 콩의 과잉섭취가 실험동물의 후대발육에 미치는 영향

새끼들의 몸질량의 변화 제1대새끼들의 몸질량을 측정한 결과는 표 6과 같다.

표 6. 새끼몸질량의 변화

무리구분	몸질량/g	
	1d	30d
대조	4.20±0.12	35.63±0.46
실험-1	6.17±0.12*	49.43±1.23*
실험-2	5.69±0.08*	50.38±0.42*
실험-3	6.63±0.28*	42.45±0.31*

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=8$

표 6에서 보는바와 같이 제1대새끼들이 난 직후와 30일 지났을 때의 몸질량은 실험무리들에서 대조무리에 비하여 유의하게 증가하였다.

새끼들의 주요발육지표의 변화 제1대새끼들의 주요발육지표들의 도달기간을 조사한 결과는 표 7과 같다.

표 7에서 보는바와 같이 실험-1무리에서 앞이발 나온 날, 눈뜬 날과 먹이먹기 시작하는 날이 대조무리보다 앞당겨지고 실험-2, 3무리에서도 눈뜬 날과 먹이먹기시

작하는 날이 대조무리보다 앞당겨졌다. 이 실험결과는 게니스테인을 여러가지 용량으로 먹인 흰쥐동물들의 모든 새끼발육지표들에서 대조에 비하여 유의한 차이를 나타내었다는 선행연구자료[5]와 일치하였다.

표 7. 새끼발육지표의 변화

무리구분	발톱나온 일수/d	앞이발 나온 일수/d	눈뜬 때까지 일수/d	먹이먹기 시작한 일수/d
대조	2.0±0.0	11.00±0.27	17.25±0.16	24.38±0.18
실험-1	2.0±0.0	9.29±0.18*	14.28±0.18*	22.43±0.20*
실험-2	2.0±0.0	10.75±0.16	15.50±0.19*	23.25±0.16*
실험-3	2.0±0.0	10.75±0.16	15.25±0.16*	22.45±0.16*

* $p<0.05$ (대조무리와 비교), $n=8$

실험동물을 리용한 기초실험을 통하여 실험동물의 실제먹이량에 의한 콩의 효과량을 결정하였다. 실험결과들에서 보는바와 같이 실험-1무리와 실험-2무리에서 긍정적인 효과가 나타났고 실험-3무리에서 부정적효과가 나타났으므로 긍정적효과를 나타내는 콩량은 콩의 섭취를 생콩으로 환산할 때 39.9~41.7g/kg까지, 부정적효과를 나타내는 양은 66.6~83.3g/kg까지이다.

콩이소플라본에 의한 부정적효과는 실험동물의 성기능(발정주기의 변화)에서 나타났는데 성기능에 부정적효과를 나타내지 않는 이소플라본량을 계산한데 의하면 47.82mg/kg까지였다.

총먹이중 피틴산함량이 0.95%일 때 몸질량증가율이 다른 무리들에 비하여 낮아지는 경향을 나타냈으나 유의한 차이는 없었으므로 부정적효과를 나타낼수 있는 피틴산함량은 1% 이상이라고 본다.

참 고 문 헌

- [1] 김태규; 콩식료품가공리론과 방법, 과학기술출판사, 6~20, 주체96(2007).
- [2] 류준명 등; 위생학사전, 조선인민군출판사, 418~419, 주체101(2012).
- [3] M. W. Donna; Nutrition Journal, 10, 128, 2011.
- [4] I. Fukuda; Food and Chemical Toxicology, 49, 3272, 2011.
- [5] 张涛; 亦亦哈欠医学院学报, 32, 6, 651, 2013.
- [6] 成冬海; 北方药学, 9, 12, 59, 2012.
- [7] 邹娅斌; 中外医疗, 29, 134, 2010.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

Influence of Super-Intaking of Soybean on Some Developmental Physiological Indices of Organism

Jo Yong Nam, Choe Myong Chol and Choe Sun Hyok

The experimental animals(rats) with intaking of 39.87~41.7g/kg of soybean(up to 47.82mg/kg of isoflavone, up to 0.65% of pitic acid's content in feed) per day, had no negative effects in all biological indices and positive effects in some indices including exercise tests, hunger-tolerance test and progeny growth tests.

The experimental animals with intaking of 66.64~83.3g/kg of soy bean(at 64.13mg/kg of isoflavone, 0.95% of pitic acid in feed) per day had negative effects in some indices, that is, they trended to below their weight-increasing rates than other experimental groups, and female rats in them had some sexual dysfunctional symptoms including estrous cycle disruption.

Key words: soybean, isoflavone, pitic acid