



미 발효된 청국장 콩의 시비가 토양의 이화학적 성질 변화와 상추의 생육에 미치는 영향

홍주화[†], 장기운, 강영모, 조천휘, 한기필*, 이종진*

충남대학교 생물환경화학과, (주)판코리아 농업환경과학연구소*

(2006년 11월 2일 접수, 2006년 12월 15일 채택)

Effects of By-Product Fertilizing of the Unfermented Soybean(Cheongguk-jang) on Chemical Properties of Soil and Growth of Lettuce

Joo-Hwa Hong[†], Ki-Woon Chang, Young-Mo Kang, Chon-Hwi Jo, Ki-Pil Han*, Jong-Jin Lee*

Chung-Nam University Bio Environmental Chemistry, PanKorea CO., LTD Agricultural Environmental Science Research Institute*

ABSTRACT

This investigation into unfermented soybeans, which were left from the soybeans used to make cheongguk-jang, was conducted to find out its availability of the application to the environmental-friendly fertilizers. The test of cultivating lettuce, using 1/5000a Wagner pot, was carried out inside the affiliated farm glasshouse, belonged to University of Chung-Nam National.

The results showed that in the category of leaf length, the control and cheongguk-jang soybeans treatment plot had similar outcomes and in the category of the extract of the cheongguk-jang soybeans, it increased by about 26~33%. And in the categories of width and number of leaves it showed that the extract treatment increased by about 9~20%, in compared to the control. Finally, in the category of fresh weight, the results showed that cheongguk-jang soybean and the extract of the cheongguk-jang soybean effectively increased by about 9~27%, and that pig manure compost treatment plot with the extract of the cheongguk-jang soybean also significantly increased by about 26%, compared to the control.

Accordingly, the unfermented soybean left in the production of cheongguk-jang and the extract of the cheongguk-jang soybean are considerably appeared to be valuable environmental-friendly fertilizers.

Keyword : Cheongguk-jang soybean, environmental-friendly fertilizers, lettuce

[†]Corresponding author (joochwah@nate.com)

초 록

본 연구는 청국장을 만들기 위해 사용되는 콩 중에서 발효가 되지 않아 버려지는 콩을 이용하여 친환경농업에 맞는 유기질비료와 액비로서의 활용 가능여부를 알아보기 위해 충남대학교 부속농장 유리온실에서 1/5000a Wagner pot을 이용해 상추 재배시험을 수행하였다.

생육조사 결과 엽장의 경우 대조구와 청국장 콩을 첨가한 CS 처리구는 비슷한 결과를 보였으며, 청국장 콩 추출액(액비)을 엽면시비 한 CSE 처리구의 경우 26~33% 증가율을 보였다. 그리고 엽폭과 엽수에서도 CSE 처리구가 대조구보다 9~20%정도 높은 결과를 나타냈다. 생체중은 청국장 콩과 추출액(액비)을 엽면시비 한 CSE 처리구가 대조구에 비해 9~27% 정도 수량증가 효과를 보였고, 퇴비와 청국장 콩 추출액(액비)를 추비형식으로 시비한 CE 처리구에서도 대조구보다 최대 26% 정도 수량증대 효과를 나타냈다.

따라서 청국장 제조시 버려지는 미 발효된 청국장 콩과 추출액(액비)이 친환경농업에 맞는 유기질비료와 액비로서의 가치가 있는 것으로 판단된다.

핵심용어 : 청국장 콩, 친환경비료, 상추

1. 서론

대한민국을 대표하는 식품은 많이 있다. 세계 최고의 건강식품이라 하는 김치, 외국인들이 좋아하는 비빔밥, 불고기 등으로 여러 가지가 있다. 하지만 우리의 전통발효식품인 청국장 또한 대한민국을 대표하는 좋은 음식중의 하나이다. 또한, 청국장에 대한 연구는 많이 진행되어왔지만, 거의 대부분의 연구는 어떤 콩으로 청국장을 만들어야 맛이 있는지, 어떤 발효인자에 의해 청국장이 만들어지고 건강을 좋게 하는지, 발효를 좀 더 안전하고 효과적으로 할 방법은 없는지, 또한 의학적으로 청국장이 어떤 질병에 좋으며 우리의 신체에 어떤 좋은 영향을 주는지 등으로 이루어져 왔다^{1), 2), 3), 4)}. 그러나 아쉬운 점은 지금까지의 연구들은 청국장을 식품 측면으로만 연구하고 발전시켜 왔다. 따라서 청국장은 지금까지의 연구결과로도 충분히 많은 발전을 거듭해왔고 앞으로 있을 연구들로 인해 더욱더 발전해 나갈 것이다. 그렇지만 우리의 전통식품인 청국장이 식품으로서의 장점뿐만 아니라 다른 분야에서도 효용가치가 있을 것으로 기대되어 농업적 활용가치를 찾아보고자 하였다.

청국장을 제조하는 과정에서 가장 중요한 과정은 효소와의 접촉이지만, 이 과정에서 모든 콩이 완벽

하게 효소와 접촉되지 않아 발효되지 않는 콩도 많이 발생하게 되므로, 대부분 이런 콩들은 발효가 되지 않아 청국장으로 이용할 수 없게 되어 버려진다. 또한, 청국장으로 시판되어 유통기한을 넘긴 콩들도 이용할 수 없게 된다. 우리나라에서 청국장은 연간 7,183톤 생산되지만 그 중 약 15%정인 약 1,000톤 정도가 연간 폐기처분 되어진다⁵⁾. 따라서 이렇게 공장에서 폐기되어 나오는 부산물 청국장 콩의 활용방안을 모색하고, 더나가 버려지는 유기자원의 농업적 재활용 분야로의 가능성을 검토하고자 하였다. 그래서 발효가 미숙한 콩이나 유통기한이 지난 콩이 함유하고 있는 주요성분들의 특성조사와 작물 시비에 따른 토양의 화학적 특성 변화와 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향 등을 조사하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 실험에서 사용된 청국장 콩은 대전광역시 J식품회사에서 청국장을 만들기 위해 발효균을 접종시켰으나 발효되지 못한 콩을 사용하였으며, 질소 함량은 4.36%, 인산은 1.52%, 유기물함량은 97.1%이었으며, 공시재료 청국장 콩의 화학적 특

성은 [Table 1]에 나타내었다. 그리고 돈분 퇴비는 전북지역에서 생산되는 K영농조합 덴주 아미노 돈분 퇴비로 시중에서 판매되고 있는 것을 사용하였으며, 돈분 퇴비의 화학적 특성은 [Table 2]에 나타내었다.

청국장 콩을 1:10(w/w) 비율로 증류수와 혼합하여 Batch type으로 추출하였으며, 시간에 따른 추출액(액비)의 화학적 특성 변화는 [Table 3]에 정리하였다. 사용된 공시재료의 특성상 시간에 따

라 추출되어 나오는 미네랄 함량이 일정한 경향을 나타내지는 않았으나, 3일째 추출액(액비)에서 미네랄 함량이 가장 높게 나타났다. 따라서 미네랄 함량이 가장 높은 3일째 추출액(액비)을 1000배, 500배, 250배로 희석하여 공시작물인 상추에 엽면시비 하였다.

시험 전 토양은 상추 정식하기 전에 시료를 채취하여 이화학성을 분석하였으며, 분석결과는 [Table 4]에 나타내었다. 시험에 사용된 토양은

[Table 1] Chemical Properties of Cheongguk-Jang Soybean

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	O.M	CaO	MgO	Fe	Mn
%							
4.36	1.52	2.73	97.1	0.60	0.80	0.06	0.006

[Table 2] Chemical Properties of Pig Manure Compost

pH	EC	T-N	O.M	Moisture	NaCl	O.M/N ratio
1:10	dS/m	%				ratio
8.1	25.5	1.4	64.0	30.0	0.50	45.7

[Table 3] Chemical Properties of Cheongguk-Jang Soybean Extract

Section	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn
	%			mg/kg		
One day later	0.24	0.91	368	1166	19.0	0.21
Two days later	0.18	0.95	512	1307	26.6	0.55
Three days later	0.28	1.00	523	1743	41.6	0.37
Four days later	0.18	0.98	456	1126	33.7	0.55
Seven days later	0.23	1.17	323	1584	39.9	1.06

[Table 4] Chemical Properties of Soil For the Experiment

Texture	pH (1:5)	EC	O.M	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Ava.-P ₂ O ₅	Ex.-cations (cmolc/kg)			
		dS/m	g/kg	mg/kg		mg/kg	Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	K ⁺	Na ⁺
Sandy loam	7.51	1.41	23.1	49.0	105.0	141	5.75	1.75	0.48	0.21

시양토이며, pH는 우리나라 일반 밭 토양 평균 pH 5.7보다 높은 7.5를 보였고, 유기물과 유효인산은 평균치 20.0g/kg, 114mg/kg⁶⁾ 보다 약간 높았다. 공시작물은 상추(Lactuca sativa L.)로서 권농종묘의 종자를 사용하였다.

2.2 실험 처리구 설정 및 시비방법

처리구 설정 및 시비량은 [Table 5]에 나타내었다. 처리구별로 공시토양 3kg과 화학비료, 돈분 퇴비, 공시재료인 미 발효된 청국장 콩을 혼합하여 1/5000a Wagner pot에서 상추를 재배하였으며, 추출액(액비)을 10일 간격으로 처리구에 설정된 양만큼 희석하여 30ml씩 엽면 살포하였다. 처리구는 Control, CS, CE-1000, CE-500, CE-250, CSE-1000, CSE-500, CSE-250으로 총 8 처리구로 하여 충남대학교 농업생명과학대학 부속농장 유리온실에서 상추 작물재배 시험을 수행하였다.

2.3 토양 및 식물체의 분석방법

토양 이화학적 분석을 위한 시료채취 및 분석은 농촌진흥청의 “토양 및 식물체 분석법”에 준하여 실시하였다⁷⁾. 토양시료는 재배 전·후 토양을 채취하였고, 자연풍건 후 2mm체를 이용하여 조제하였다. 토양의 pH와 EC는 1 : 5법으로 측정하였고, 유기물 함량은 Tyurin법, 유효인산은 Bray No-1

법, 질소는 Kjeldahl법, 치환성 양이온은 1N-NH₄Ac법을 사용하였다. 그리고 퇴비의 pH와 EC는 1 : 10법으로 측정하였으며, 질소는 Kjeldahl법, 유기물은 회화법을 이용하였다.

식물체 성분분석에서 질소는 Kjeldahl법, 인산과 양이온(K, Na, Ca, Mg)의 분석을 위해 HClO₄로 산분해(Olsen and Sommers)한 후 양이온은 AA(Atomic Absorption Spectrophotometer : AA-6800)로 정량하였으며, 총인산은 UV/vis (UV Spectrophotometer UV mini-1240 Shimadzu)로 측정하였다.

2.4 생육 및 수량조사

상추의 생육 및 수량조사는 정식 후 30일에 실시하였고, 생육조사 항목으로는 엽장, 엽폭, 엽수, 근장 및 엽록소 함량 등을 농촌진흥청 조사 기준⁸⁾에 의거하여 조사하였으며, 엽록소(Chlorophyll) 함량은 Chlorophyll Meter (Minolta Chlorophyll Meter Spad-502)를 이용하여 측정하였다. 그리고 수량조사에서는 상추의 생중량 및 건물량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 토양의 화학적 특성

[Table 5] Application of treatments

Treatments	Application
Control	NPK [#] (10.2-4.9-8.7kg/10a) + Pig manure 2.0Mg/10a ^{##}
CS [*]	NPK + Cheongguk-jang soybean 0.3Mg/10a
CE ^{**} -1000	NPK + Pig manure 2.0Mg/10a + Ext. ^{****} (E)(1000 times dilution)
CE-500	NPK + Pig manure 2.0Mg/10a + Ext.(500 times dilution)
CE-250	NPK + Pig manure 2.0Mg/10a + Ext.(250 times dilution)
CSE ^{***} -1000	NPK + Cheongguk-jang soybean 0.3Mg/10a + Ext.(1000 times dilution)
CSE-500	NPK + Cheongguk-jang soybean 0.3Mg/10a + Ext.(500 times dilution)
CSE-250	NPK + Cheongguk-jang soybean 0.3Mg/10a + Ext.(250 times dilution)

* CS : Cheongguk-jang Soybean, ** CE : Compost + Extract
 *** CSE : Cheongguk-jang Soybean + Extract, **** Ext. : Extract
 # NPK = N-P₂O₅-K₂O, ## a = are.

시험 후 토양의 화학적 특성 변화는 [Table 6]에 나타내었다. 토양의 pH는 실험 전보다 약간 감소하는 경향을 보였고, 전기전도도(EC)도 감소하는 결과를 나타냈다. 전기전도도의 감소는 pot에 수분을 공급함에 따라 이온들이 씻겨 내려감으로써 낮아지는 경향을 보인 것으로 판단된다⁹⁾.

유기물함량은 시험 후 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였다. 또한, CSE-500 처리구에서 가장 높은 26.8g/kg을 보였다. 이는 청국장 콩과 추출액(액비) 시용으로 인한 발근촉진의 효과로 토양 내 잔뿌리의 발달이 증가하였기 때문에 토양내 환원된 유기물의 함량이 증가한 것으로 판단된다. 토양내 암모니아태 및 질산태 질소는 청국장 콩을 시비한 처리구가 돈분 퇴비를 처리한 처리구보다 높은 결과를 나타내었다. 이는 미 발효된 청국장 콩이 퇴비보다 질소함량이 높고, 콩에 질소 고정균 등이 있어 질소함량이 증가된 것으로 사료된다¹⁰⁾. 그리고 질산태 질소는 실험 전보다 모든 처리구에서 50%이상 감소한 결과를 보였는데, 이는 질산태 질소가 식물의 생육에 보다 잘 이용되는 형태이기 때문이다¹¹⁾. 또한, 돈분 퇴비를 시비한 처리구에서 다른 처리구보다 더 높은 감소율을 보였는데 이는 돈분 퇴비의 시비가 질산태 질소의 유거손실에 영향을 주어 좀 더 많은 질산태 질소의 감소를 초래한다는 결과와 비슷한 경향을 보였다¹²⁾. 유효인산 함량은 초기토양보다 모든 처리구에서 증가하는

경향을 보였으며, 치환성 양이온 함량은 시험 전-후 변화가 거의 없었고, 모든 처리구간의 치환성 양이온의 함량은 비슷한 수준으로 조사되었다.

3.2 상추 생육 및 수량 특성

상추의 생육 조사 결과를 [Table 7]에 나타내었다. 엽장과 엽폭, 엽수 및 엽록소함량 등이 청국장 콩과 추출액(액비)을 같이 시비한 처리구에서 가장 높은 결과를 보였다. 초장의 경우 돈분 퇴비와 추출액(액비)의 처리구에서 대조구보다 8~12% 정도 높은 경향을 보였으며, 청국장 콩과 추출액(액비)을 시비한 처리구에서는 26~33% 증가되는 결과를 보였고, 통계처리결과 LSD 5% 유의수준에서 대조구와 CSE-1000, CSE-500, CSE-250 처리구에서 유의성이 나타났다. 또한, 엽폭과 엽수 역시 엽장과 유사한 경향을 보였는데, CSE-250 처리구가 가장 우세한 생육 결과를 나타냈다. 엽록소 함량은 대조구에 비해 청국장 콩 추출액(액비)을 엽면시비 한 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, CSE-250 처리구에서 2.62 mg/100cm²로 가장 높은 결과를 나타냈다. 돈분 퇴비와 추출액(액비)을 시비한 처리구와 청국장 콩과 추출액(액비)을 시비한 처리구간에는 비슷한 수준으로 조사되었다.

수량조사에서 상추의 생체중과 건물중 결과는 [Table 8]에 나타냈다. 청국장 콩만을 첨가한 처

[Table 6] Chemical Properties of Soils After Experiment

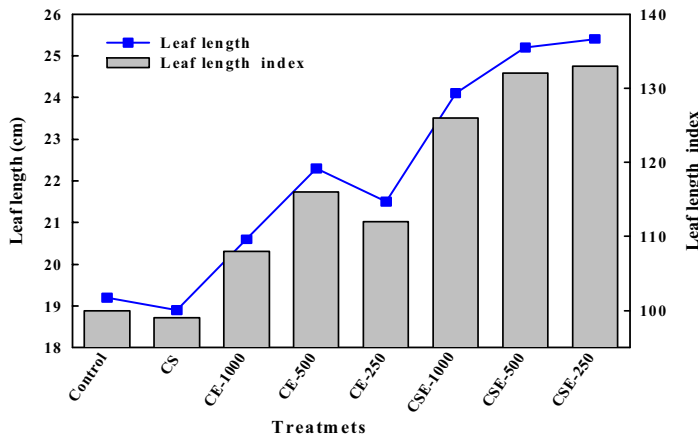
Treatments	pH (1:5)	EC dS/m	O.M g/kg	NH ₄ ⁺ -N mg/kg	NO ₃ ⁻ -N mg/kg	Ava.- P ₂ O ₅	Ex.-cations (cmolc/kg)			
							Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	K ⁺	Na ⁺
Control	7.08	0.51	25.4	42.7	49.4	204	4.75	1.72	0.25	0.18
CS	7.09	0.55	26.0	49.5	55.1	181	4.47	1.60	0.20	0.16
CE-1000	7.14	0.63	25.2	39.2	53.2	142	4.45	1.59	0.27	0.18
CE-500	7.25	0.85	25.5	38.3	53.2	198	4.65	1.63	0.23	0.19
CE-250	7.15	0.83	25.3	41.1	58.5	204	4.75	2.21	0.22	0.19
CSE-1000	7.22	0.80	26.3	50.4	59.7	199	4.54	1.83	0.19	0.16
CSE-500	7.02	0.77	26.8	62.1	62.6	194	4.63	1.70	0.22	0.16
CSE-250	7.04	0.72	26.0	54.6	61.6	204	4.55	1.66	0.20	0.16

[Table 7] Growth of Lettuce After Lettuce Cultivation

Treatments	Leaf length		Leaf width		Leaf numbers	Chlorophyll
	cm	Index	cm	Index	ea	mg/100cm ²
Control	19.2	100	12.1	100	16.0	2.25
CS	18.9	99	11.7	96	17.7	2.21
CE-1000	20.6	108	12.3	101	17.0	2.48
CE-500	22.3	116	13.2	109	18.3	2.52
CE-250	21.5	112	13.0	107	18.0	2.57
CSE-1000	24.1	126	13.2	109	17.3	2.59
CSE-500	25.2	132	13.4	109	18.3	2.57
CSE-250	25.4	133	13.5	112	19.0	2.62
LSD* 0.05	2.79		ns**		ns	ns

* LSD : Least significant difference

** ns : Not significant.



[Fig. 1] Changes of leaf length and index.

리구만이 대조구보다 낮은 결과를 보였으며, 나머지 처리구에서는 생체중과 건물중이 대조구보다 증가하는 경향을 나타냈다. 상추의 생체중은 청국장 콩과 추출액(액비)을 250배 엽면시비 한 CSE-250 처리구가 75.2 g/ea로 가장 높은 결과를 나타냈으며, 대조구보다 27% 증가하는 결과를 보였고 통계 처리결과 LSD 5%의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 건물중 또한 생체중과 비슷한 경향을 보였는데, CE-500 처리구가 5.77 g/ea로 가장 높게

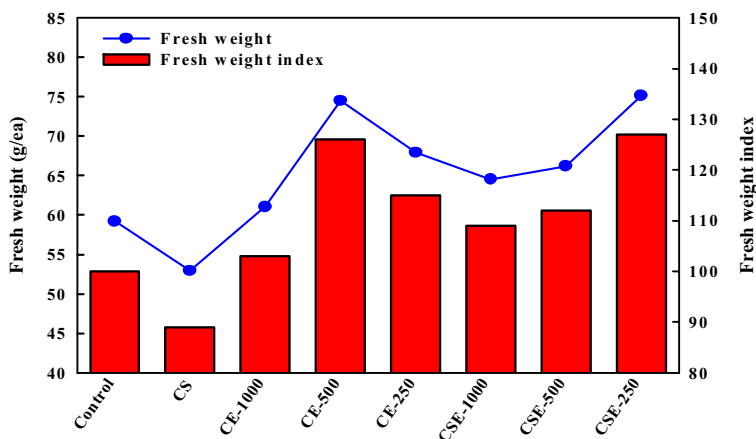
조사되었으며 대조구보다 19% 증가하는 결과를 보였으나 대조구와의 유의성은 인정되지 않았다. 청국장 콩과 추출액(액비)을 시비한 모든 처리구가 대조구보다 높은 생체중과 건물중을 보인 것은 추출액(액비)의 미네랄 성분들이 상추의 생육을 촉진시켜 수량이 증대된 것으로 판단된다.

3.3 식물체 무기 성분함량 특성

상추의 무기 성분함량을 분석하여 [Table 9]에

[Table 8] Fresh and Dry Weight of Lettuce after Lettuce Cultivation

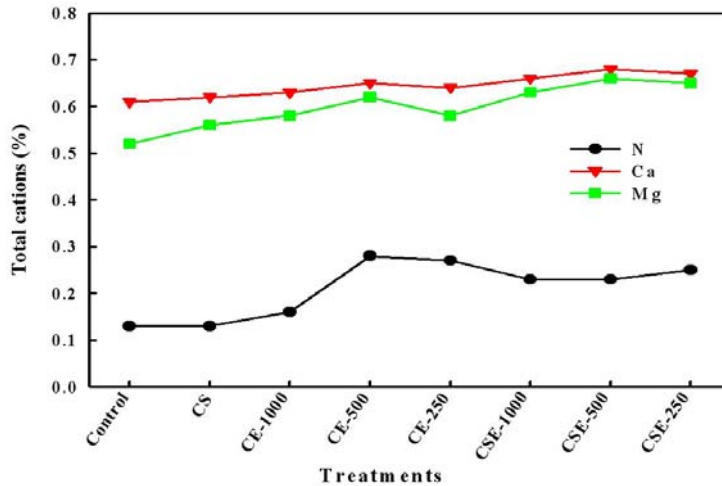
Treatments	Fresh weight		Dry weight	
	g/ea	Index	g/ea	Index
Control	59.2	100	4.86	100
CS	52.9	89	4.51	93
CE-1000	61.1	103	5.14	106
CE-500	74.5	126	5.77	119
CE-250	67.9	115	5.66	117
CSE-1000	64.5	109	5.26	108
CSE-500	66.2	112	5.33	110
CSE-250	75.2	127	5.57	115
LSD 0.05	6.50		ns*	



[Fig. 2] Changes of fresh weight and index.

[Table 9] Chemical Component Composition of Lettuce

Treatments	T-N	T-P	Total-cations(%)		
	%		Ca	Mg	K
Control	0.13	0.017	0.61	0.52	3.93
CS	0.13	0.025	0.62	0.56	4.05
CE-1000	0.16	0.036	0.63	0.58	4.10
CE-500	0.28	0.025	0.65	0.62	4.14
CE-250	0.27	0.029	0.64	0.58	4.07
CSE-1000	0.23	0.029	0.66	0.63	4.47
CSE-500	0.23	0.024	0.68	0.66	4.57
CSE-250	0.25	0.026	0.67	0.65	4.51



[Fig. 3] Changes of total cations content.

나타내었다. 청국장 콩과 추출액(액비)을 엽면시비 한 CES 처리구에서 다른 처리구보다 다소 높은 무기 성분함량을 보였다. 또한 추출액(액비)을 엽면시비 한 처리구에서 모두 질소 함량이 증가하였는데, 이는 질소원 공급이 토양보다 엽면시비로 이루어졌을 때 빨리 흡수되고 흡수율이 증가한 것으로 판단된다. 칼슘과 마그네슘 그리고 칼륨 함량은 CSE-500 처리구가 가장 높은 결과를 보였으며, 대조구보다 각각 11%, 27%, 16% 정도 증가하였다. 청국장 콩 추출액(액비)을 엽면시비 한 처리구가 대조구보다 높은 양분함량은 보인 것은 추출액(액비)에 들어 있는 칼슘과 마그네슘 그리고 칼륨 함량이 높았기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결론

청국장 제조 과정 중에서 미 발효되어 폐기처분되는 청국장 콩을 농업적 유기자원으로의 활용 여부를 검토하기 위해 청국장 콩과 추출액을 상추 재배에 이용하여 토양의 화학적 특성 변화와 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향과 시비방법에 따른 효과를 알아보하고자 본 연구를 수행하였다.

상추 작물재배 후 토양의 pH와 EC는 초기 토양보다 감소하였으며, 암모니아태 질소와 질산태 질소 역시 감소하는 경향을 보였다. 시험 후 각 처리

구간 특성변화는 암모니아태 및 질산태 질소의 함량이 청국장 콩과 추출액(액비)을 같이 시비한 처리구에서 높은 결과를 나타냈다. 생육조사 결과 엽장은 청국장 콩과 추출액(액비)을 엽면시비 한 처리구에서 가장 높은 결과를 보였으며, CSE 모든 처리구에서는 대조구와의 유의성이 인정되었다. 엽수와 엽록소 함량도 비슷한 경향을 보였으며, CSE-250 처리구에서 가장 높은 결과를 나타냈다. 수량조사에서 상추의 생체중과 건물중은 대조구보다 청국장 콩과 추출액(액비)을 엽면시비 한 모든 처리구에서 증가하는 결과를 보였고, CSE-250 처리구에서는 상추의 생체중이 대조구와 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 건물중은 CE-500 처리구가 약 19% 수량증대 효과를 보였으나 모든 처리구에서 대조구와의 유의성은 나타나지 않았다. 식물체분석 결과 총질소와 총인산은 모든 처리구에서 대조구보다 증가하였고, 칼슘, 마그네슘, 칼륨은 처리구간의 큰 차이는 보이지 않았지만 청국장 콩과 추출액(액비)을 엽면시비 한 처리구에서 약간 높게 나타났다.

결과적으로 미 발효된 청국장 콩과 추출액(액비)의 엽면시비에 의해 상추의 생육 및 수량이 증대되는 효과를 보였으며, 상추의 식물체 성분함량도 약간 증가하는 결과를 나타냈다. 그러므로 미 발효된 청국장 콩과 추출액(액비)을 친환경농업에 맞는

유기농자재인 유기질비료와 액비로서 활용 가능성이 충분할 것으로 판단된다. 그리고 시용방법은 청국장 콩과 추출액(액비)을 동시에 사용하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단되며, 일반 농가에서는 청국장 콩 추출액(액비)을 엽면시비하는 것이 보다 효과적인 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이재욱, 하상도, 김애정 “청국장의 생리활성과 산업적 적용”, 식품과학과 산업, 6, pp. 71~78 (2005).
2. 김진숙, 유선미, 최정숙, 박홍주 “전통 청국장의 이화학적 특성”, 한국농화학회지, 41(5), pp. 377~383 (1987).
3. 김경자, 류명기, 김상순 “벗짚을 이용한 청국장 이용에 대한 연구”, 한국식품학회지, 14(4), pp. 301~308 (1982).
4. 이부용, 김동만, 김길환 “청국장 점질물의 이화학적 특성”, 한국식품과학회지, 23(5), pp. 599~604 (1991).
5. 식품공업협회, “식품 및 첨가물 생산실적”, (2004).
6. 조성진, “삼정 토양학”, 향문사, (1995).
7. 농업과학기술원, “토양 및 식물체 분석”, (1998).
8. 농촌진흥청, “농사시험연구조사기준”, pp. 339~340 (1995).
9. 이경자, 강보구, 김현주, 박성규 “토양 EC 및 관개수중 질소함량이 상추 생육에 미치는 영향”, 한국토양비료학회지, 37(2), pp. 83~90 (2004).
10. 최영준, 원동찬, 정희 “엽, 근채소 작물의 중량 출현율, 유묘생장 및 생리 장애에 미치는 토양 EC의 영향과 세척 및 유기물 시용에 의한 EC의 저하효과”, Kor. Soc. h. Hort, Sci., 44, pp. 575~581 (2003).
11. 박혜선, 설중호, 장매희 “암모늄태와 질산태 질소가 담배와 콩의 조직배양시 생육 및 질소 대사 효소의 활성에 미치는 영향”, 식물조직배양학회지, 25, pp 57~61 (1998).
12. 황기성, 호교순, 김형득 “가축분 퇴비 사용에 따른 밭 토양의 EC 및 질산태질소 함량 변화”, 한국환경농학회지, 21(3), pp. 199~201 (2002). 