갈탄과 아미노산액 혼합제 시용이 벼, 배추와 고추의 생육 및 토양의 화학적 특성에 미치는 영향

한성수* · 유기용 · 박민수 · 이영일 · 백승화¹

원광대학교 생명자원과학대학 생명환경학부, ¹충북도립대학 바이오식품생명과학과
(2010년 3월 9일 접수, 2010년 6월 18일 수리)

Effect of Mixtures with Lignite and Amino Acid Solution on the Growth of Rice Plant, Chinese Cabbage and Red Pepper, and the Chemical Properties of Soil

Seong-Soo Han*, Ki-Yong Yoo, Min-Su Park, Young-Il Lee and Seung-Hwa Baek¹(Division of Bio-environmental Science, College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea, ¹Dept. of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Chungbuk 373-806, Korea)

For the study of possibility of practical use as an organic farm materials of the mixtures with lignite and amino acid solution, this experiment was carried out to investigate the effects of the mixtures on the growth and the yield of rice plant, chinese cabbage, and red pepper, and the effects of the mixtures on chemical properties of soil. Also, when the mixtures of the lignite plus amino acid solution and the chemical fertilizer were applied to these three crop cultivation area, authors want to know how can the loss in quantity of chemical fertilizer affects the growth and the yield of these crops. As the results, growth of rice plant applied with the mixtures of lignite and amino acid solution was better than that applied with the recommended rate of chemical fertilizer. Especially, the growth of rice plant appeared to be good at the treatment of 150 kg/ha of the mixed lignite with amino acid solution and at that of its mixtures and standard fertilization. Growth of chinese cabbage and red pepper was good at the application of 600 kg/ha of the mixed lignite with amino acid solution and at that of its mixtures and standard fertilization. Yield of rice and chinese cabbage was good at the treatment of 150 kg/ha of the mixed lignite with amino acid solution and at that of its mixtures and standard fertilization, and yield of red pepper was good at the application of 600 kg/ha of the mixed lignite with amino acid solution and at that of its mixtures and standard fertilization. The organic matter content increased and while the exchangeable cation decreased when the lignite mixed with amino acid solution and the loss in quantity of chemical fertilizer applied at paddy field. Incase of these treatments, pH and available phosphorus increase at upland field, but did not change at paddy field.

Key Words: Loss in quantity of chemical fertilizer, Mixtures with lignite and amino acid solution, Organic farming materials

서론

병해충 및 잡초 방제와 화학비료에 의한 농업생산성증대를 위해 농약과 화학비료의 사용이 증가되면서 농업생산의 획기적인 발전은 가져왔으나, 환경오염과 식품 안전성에 대

한 위해성 문제가 증가되면서 농약과 화학비료가 농업 생태계에 미치는 영향에 대한 우려가 높아졌다. 한편, 국민소득의 향상과 생활수준이 높아짐에 따라 채소류의 소비가 증가하고 농가의 고소득 축진이 가속화됨에 따라 소비자의 요구도 무농약처리 재배 농산물의 소비성향이 커졌다. 그리고 전래 농업은 생산성과 경제성의 극대화를 위해 비료와 농약을 과다 사용하는 고투입 농업으로 농업환경에 부정적 영향을 가져왔다. 그러나 근대 농업의 목표는 생산성 유지 및 향상과 환경의 질을 보전하는 새로운 패러다임으로 변화하고 있다. 그리

*연락처:

Tel: +82-63-850-6678 Fax: +82-63-850-6678
E-mail: seshan@wonkwang.ac.kr

하여 현대농업의 목표달성을 위해 저투입 지속가능 농업(low input sustainable agriculture) 또는 환경친화형 농업(environmentally sound agriculture)을 시행하고 있다.

친환경유기농자재를 사용하면 유박과 같은 유기물 성분은 토양의 이화학적 특성을 변화시켜 토양 내 공기와 수분의 흐름을 좋게 하고, 토양유용미생물을 활성화시켜 토양비옥도를 향상시키고, 작물생육증대 및 상품성 향상에 효과가 있다(Dekker et al., 1990; Malik and Azam, 1985; Rauthan and Schnitzer, 1981; Tan and Nopamornbodi, 1979; Varshney and Gaur, 1974; Vaughan and Linehan, 1976; Vaughan and Malcolm, 1985; Moon et al., 2003; Moon et al., 2004; Lee and Bartlett, 1976). 2008년 3월 현재 농촌진흥청에 등록되고 충북농산물품질관리원이 발행한 친환경유기농자재는 444종으로 유형별로 보면 토양개량 및 작물생육용 175종, 작물생육용 48종, 토양개량용 18종, 작물 병해관리용 55종, 충해관리용 43종, 병해충관리용 5종 및 기타 2종이다(NAQS, Chungbuk, Korea, 2008).

부식산 비료의 작물생육촉진에 대한 시용효과를 구명하고자 토마토에 처리하여 권장 화학비료수준을 처리한 것보다 생육 및 품질이 우수하였음을 밝힌 바 있고(Kim et al., 2007), 석탄이나 역청탄 유도산물 휴믹산 나트륨(coal-derived sodium humate)이 참외의 뿌리와 배측의 생장을 그리고 상추나 양파의 뿌리생장을 촉진한다고 하였으며(Venter et al., 1991), 이 물질의 잘 알려진 유익효과 중 하나는 식물생장을 촉진할 수 있다는 것으로 충분히 검토되어 졌다(Vaughan and Malcolm, 1985). 또한, Humic acid가 밀의 뿌리와 유아부 생장을(Vaughan and Linehan, 1976), humus substances가 토마토 잎의 엽록소 함량과 호흡량을 증진시키는 효과가 있다고 하였다(Sladky, 1959; Sladky and Tichy, 1959).

벼 재배시 키토산과 목초액을 처리하여 생육은 관행보다 좋았으나 수량은 다소 감소하였고, 계분발효퇴비나 깻묵을 벼 재배시 처리하여 환경농업기술을 검토하였고, 수질은 낮아 졌다고 하였다(Moon et al., 2003; Moon et al., 2004). 여러 종류의 유기물로부터 특정기술로 준비한 부식물질이 옥수수의 생육촉진을 가져왔고, 유기물이 낮은 토양에 부식산 첨가는 가장 높은 성장반응을 나타냈으며, 논 토양에 부식물질 처리는 벼의 생육에 유익한 영향을 미쳤음을 확인하였다(Lee et al., 1989). 이와 같이 토양 중 유기농자재의 중요성은 인정되었으나 이것의 유익효과는 토양의 이화학적 특성과 미생물학적 특성에 대한 효과와 식물의 생리학적 특성에 대한 영향으로 나눌 수 있지만, 토양에 대한 영향은 광범위하게 연구되었으나 생리학적 영향은 크게 주의를 받지 못하였다.

갈탄(lignite, brown coal, wood coal)은 이탄이 적당한 열과 압력을 받아 형성된 갈색 내지 검은색의 석탄 탄화의 첫 산물이고, 이탄과 역청탄의 중간에 속한다. 건조 갈탄은 약 60-75%의 탄소를 함유하고, 세계 석탄 매장량의 약 45%가 갈탄이며, 많은 갈탄은 지표면에 가까이 있고 매우 두꺼워

채굴하기 쉽고 따라서 생산비용이 싸다. 국내의 갈탄에 관한 연구로 북평과 영해지역 갈탄의 생성과 형태가 있고(Choi and Bong, 1985), 갈탄 이수(泥水)의 물성연구가 있으며(Kang et al., 1983), 이 갈탄의 분석과 평가에 관한 연구가 있을 뿐이며, 연료나 상업적 자재로의 이용은 많이 알려져 있으나 갈탄의 농업적 이용에 관한 연구는 아직 없다(Lee et al., 1989). 이에 소비자들의 소득과 생활수준이 높아져 친환경적이고 안전한 농산물을 요구하게 됨에 따라 기존의 작물재배와는 다르게 화학비료를 넣지 않고 재배하거나 감량하여 재배할 목적으로 갈탄에 아미노산액을 섞은 혼합제가 벼, 배추 및 고추의 지상부와 지하부 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 후 생육증진효과를 검토하여 친환경농산물 생산용자재로의 활용가능성을 구명하고, 갈탄과 아미노산액에 화학비료를 감량하여 혼합처리하여도 작물 재배 가능성이 있는지를 검토하며, 갈탄과 아미노산액 혼합처리 전후의 토양에 미치는 화학적 특성을 조사하여 토양개량제로서의 활용가능성을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 갈탄+아미노산액 혼합제는 주식회사 부국(상표 : 휴믹볼, 한국)으로부터 제공받았으며, 이 제품은 갈탄에 아미노산액을 혼합하여 제조되었으며, 그 성분분석 내용은 Table 1과 같다. 벼 종자는 동안벼(중자보급소), 배추 종자는 만점봄배추(신젠타), 고추 종자는 부광고추(홍농종묘), 상토는 싱싱상토(홍농바이오)를 각각 구입하여 사용하였다.

Table 1. Components of mixtures of lignite+amino acid solution used in this experiment

Components	Contents
	--- % ---
Organic matter	43.0
Nitrogen	1.4
Organic matter/nitrogen	30.7
	--- mg/kg ---
As	ND
Hg	ND
Pb	ND
Cr	6
Cu	27
Cd	ND
Ni	11
Zn	23
	--- % ---
Salt	0.96
Moisture	23.3
pH	5.5

*ND : Not detected.

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용이 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향

볍씨를 이앙상자에 파종하여 육성한 묘를 6월 1일에 재식 거리 30 x 14 cm 간격으로 이앙하였다. 시험구의 면적은 10 m²로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 실시하였고, 그 밖의 재배관리는 관행에 준하였다. 각 처리구는 ha 당 표준시비량(복합비료 N-P₂O₅-K₂O:21-7-7) 400 kg 처리구, 갈탄과 아미노산액 혼합제 75 kg, 150 kg 단용처리구, 갈탄과 아미노산액 혼합제 75 kg, 150 kg에 각각 복합비료 표준시비량의 2/3, 1/2 혼합처리구로 7개의 처리구를 설정하였다. 생육조사는 이앙 20일, 30일, 40일째에 chlorophyll 함량, 초장, 분얼수 및 수량을 조사하였다.

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용이 배추의 생육 및 수량에 미치는 영향

배추는 플라스틱포트에 싱싱상태를 채운 후 만점배추 종자를 3~5개씩 파종하여 육묘하였다. 1차 솟아주기를 하여 포트당 2개의 묘를 남겼으며, 1차 솟아주기 후 일주일 뒤 우량 묘 1개씩을 남기는 2차 솟아주기를 하였다. 시험포장 경운 전에 석회와 붓사는 전 시험구에 각각 ha 당 2,000 kg과 150 kg을 포장에 표면살포 후 경운하였다. 시험포장의 이랑 규격은 폭 80 cm, 높이 30 cm로 하였으며, 시험구 면적은 8 m²로 시험구당 25주를 주당 간격 40 cm로 정식하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 실시하였으며, 그 밖의 재배관리는 관행에 따라 수행하였다. 각 처리구는 정식 3일 전에 ha 당 표준시비량(복합비료 N-P₂O₅-K₂O+Mg:22-12-12+3) 900 kg 처리구, 갈탄과 아미노산액 혼합제 300 kg과 600 kg 단용처리구, 갈탄과 아미노산액 혼합제 300 kg과 600 kg에 각각 표준시비량의 2/3, 1/2량 혼합처리구로 총 7개의 처리구를 설정하였다. 생육조사는 정식 후 20일, 30일, 40일째에 지상부는 생체중, 초장, 엽폭, 20일째에 엽수, 30일, 40일째에 구경을 조사하였고, 정식 후 50일째에 수량 및 지하부의 근중, 근경, 근장을 조사하였다.

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향

공시 품종인 부광고추 종자를 플라스틱 파종상자(30 cm x 40 cm x 10 cm)에 산파하여 육묘 2주 후 싱싱상태를 넣은 육묘용 플러그트레이에 이식하였다. 시험포장은 정식 전에 입상석회는 2000 kg/ha를 전 처리구에, 퇴비는 1500 kg/ha를 갈탄+아미노산액 혼합제 처리를 제외한 무처리구에만 넣었으며, 이랑 규격은 폭 70 cm, 높이 30 cm이며, 시험구 면적은 8 m²로 시험구당 30주를 주당 간격 40 cm로 정식하였다. 각 처리구는 정식 3일전에 앞의 배추 실험에서와 같이 7개 처리구를 설정하였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 실시하였고, 그 밖의 재배관리는 관행에 따라 수행하였다. 생육조사는 정식 후 20일, 30일, 40일째에 생체중,

분지점, 초장, 줄기두께를, 지하부는 근경과 근중을 조사하였고, 정식 후 50일째 수량을 조사하였다.

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용 전·후 토양의 화학성

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용 전과 후의 토양의 pH는 pH meter(Thermo, USA)로, 전기전도도(EC)는 EC meter (TOA, Japan)로, 유기물함량은 Tyurin's법으로, 전질소(T-N)는 Kjeldahl 증류법으로, 유효인산은 Lancaster법으로, 치환성양이온은 원자흡광분광광도계(Varian, USA)로, 양이온치환용량(CEC)은 1N CH₃COONH₄ 침출법으로 각각 분석하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 모든 자료를 엑셀로 데이터화하여 정리하였고, SAS 9.1 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 수행하였다.

결과 및 고찰

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용이 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 생육시기별 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 이앙 후 20일, 30일, 40일까지 큰 변화는 없지만 chlorophyll, 초장, 분얼수 모두 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha과 표준시비량의 1/2을 혼합처리구가 양호하였다. 이상의 결과는 갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 벼의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났다.

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 배추의 생육 및 수량에 미치는 영향

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 생육시기별 배추의 지상부 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 초장은 정식 30일째까지는 직선적으로 증가했으나 그 이후는 생장이 둔화되었으며, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용처리구가 정식 30일째까지는 생장이 가장 양호하였으나 40일째는 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구가 가장 양호하였다. 엽폭도 초장과 같은 경향의 성장특성을 보였으며, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha이 정식 30일째까지는 가장 양호하였으나 40일째는 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구가 가장 양호하였다. 생체중은 정식 40일까

Fig. 1. Effect of mixtures with lignite+amino acid solution and fertilizer on growth and chlorophyll of rice plant and yield of rice. (▨ : 400(kg/ ha, standard fertilization), ▤ : 75(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▥ : 150(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▦ : 75(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+200(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▧ : 75(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+267(kg/ ha, two thirds of standard fertilization), ▨ : 150(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+200(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▩ : 150(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+267(kg/ ha, two thirds of standard fertilization)).

Fig. 2. Effect of mixtures with lignite+amino acid solution and fertilizer on the aboveground growth of Chinese cabbage. (▨ : 900(kg/ ha, standard fertilization), ▤ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▥ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▦ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▧ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization), ▨ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▩ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization)).

Fig. 3. Effect of mixtures with lignite+amino acid solution and fertilizer on the underground growth and yield of Chinese cabbage. (▨ : 900(kg/ ha, standard fertilization), ▤ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▥ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▦ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▧ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization), ▩ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▪ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization)).

지 직선적으로 증가하였으며, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha가 가장 양호하였다.

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 생육시기별 배추의 지하부 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 지하부 생체중은 전반적으로 생육시기가 경과할수록 직선적인 경향을 보였으며, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 처리구가 가장 양호하였다. 근장은 표준시비량 단용구에서 긴 경향을 보였으며, 표준시비량이 가장 양호한 것으로 나타났다. 근경은 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 가장 양호하였다.

이상의 결과에서 갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 배추의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났다.

한편, 갈탄과 아미노산액 혼합제 사용이 배추 수확기의 생체중을 조사한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용 처리구가 다른 처리구보다 가장 양호한 반면 갈탄과 아미노산액 혼합제 300 kg/ha에 표준시비량의 1/2 혼합한 처리구는 가장 저조하였다.

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 생육시기별 고추의 지상부 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 초장은 정식 후 시기가 경과할수록 꾸준히 증가하는 경향을 보였으며, 정식후 30일까지는 처리구간에 큰 변화가 없었으나 40일째에는 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용 처리구가 가장 양호하였다. 간경은 표준시비량 처리구에서 굵었고, 엽수는 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 많았으며, 생체중은 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용과 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구가 가장 무거웠다.

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 생육시기별 고추의 지하부 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 지하부 생체중은 처리구간에 일정한 경향없이 정식 후 30일까지는 큰 차이가 없었으나 40일째에는 처리구간에 차이를 보이면서 갈탄과 아미노산액 혼합제 300 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 가장 무거웠으며, 근경은 생육시기가 경과할수록 꾸준히 증가하면서 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 가장 양호하였다.

Fig. 4. Effect of mixtures with lignite+amino acid solution and fertilizer on the aboveground growth of hot pepper. (▨ : 900(kg/ ha, standard fertilization), ▤ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▥ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▦ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▧ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization), ▨ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▩ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization)).

Fig. 5. Effect of mixtures with lignite+amino acid solution and fertilizer on the underground growth of hot pepper and yield of dried red pepper. (▨ : 900(kg/ ha, standard fertilization), ▤ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▥ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution), ▦ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▧ : 300(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization), ▨ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+450(kg/ ha, one half of standard fertilization), ▩ : 600(kg/ ha, lignite+amino acid solution)+600(kg/ ha, two thirds of standard fertilization)).

Table 2. Physico-chemical properties of soil before and after treatment with mixtures of lignite + amino acid solution in paddy field and upland fields

Amount of treatment(kg/ha)		pH	EC	OM	T-N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	CEC	
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(mg/kg)	(cmol+)/kg)				
Paddy field	Before	-	5.4	0.42	37.2	2.34	27	0.92	5.8	1.9	14.1
	400 (standard fertilization)		5.5	0.27	37.5	1.98	19	0.52	5.2	2.3	13.6
	150 (lignite+amino acid solution)		5.6	0.24	31.0	1.39	14	0.35	6.2	3.0	14.0
	150 (lignite+amino acid solution + one half of standard fertilization)		5.6	0.27	34.5	1.91	17	0.40	5.6	2.7	13.0
	150 (lignite+amino acid solution + two thirds of standard fertilization)		5.5	0.24	31.7	1.83	17	0.39	6.0	2.7	13.1
	400 (standard fertilization)		5.4	0.28	33.7	1.80	17	0.37	5.6	2.8	13.0
	150 (lignite+amino acid solution)		5.4	0.25	34.8	2.12	23	0.37	5.4	2.7	13.2
	150 (lignite+amino acid solution + one half of standard fertilization)		5.3	0.38	37.9	2.04	19	0.30	5.2	2.3	13.1
	150 (lignite+amino acid solution + two thirds of standard fertilization)		5.4	0.20	32.6	1.80	22	0.29	5.3	2.4	14.3
	Before	-	5.7	1.85	20.1	1.01	79	0.92	5.2	0.9	9.3
	600 (standard fertilization)		6.1	0.68	22.2	1.17	103	0.21	6.1	1.0	8.7
	600 (lignite+amino acid solution)		6.3	1.85	27.6	1.28	106	1.69	6.2	2.6	10.0
Upland filed	30DAT		6.3	0.59	22.4	1.02	103	0.84	7.2	1.2	9.7
	600 (lignite+amino acid solution + one half of standard fertilization)		6.3	0.59	22.4	1.02	103	0.84	7.2	1.2	9.7
	600 (lignite+amino acid solution + two thirds of standard fertilization)		5.8	1.15	25.4	1.30	101	0.69	5.4	1.3	9.7
	600 (standard fertilization)		6.2	1.07	23.0	1.17	110	0.68	5.1	1.0	9.3
	600 (lignite+amino acid solution)		6.6	0.43	26.8	1.04	82	1.25	5.4	2.2	11.0
	50DAT		5.7	0.24	23.6	1.02	111	1.11	3.0	0.6	9.2
	600 (lignite+amino acid solution + one half of standard fertilization)		5.7	0.24	23.6	1.02	111	1.11	3.0	0.6	9.2
	600 (lignite+amino acid solution + two thirds of standard fertilization)		6.1	0.17	25.4	0.86	79	0.58	3.3	1.0	9.2

*DAT : days after treatment with mixtures of lignite and amino acid solution.

이상의 결과에서 갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 고추의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 처리구 및 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha에 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났다.

갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 고추의 수량에 미치는 결과는 Fig. 5와 같은 바, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용 처리구가 가장 양호한 반면, 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha에 표준시비량의 2/3, 갈탄과 아미노산액 혼합제 300 kg/ha에 표준 시비량의 1/2 혼합처리구는 이보다 떨어졌다.

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용 전·후 토양의 화학성

갈탄과 아미노산액 혼합제 사용 전과 후의 토양의 화학성을 조사한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 논·밭토양에 갈탄과 아미노산액과 화학비료감량 혼합처리구의 유기물함량은 전반적으로 높았고, EC는 낮았다. pH와 유효인산의 경우 밭토양에서는 약간 높아지는 경향이었고, 논토양에서는 큰 변화가 없었다. 논·밭토양에 갈탄과 아미노산액과 화학비료 감량 처리시 토양의 부분적인 화학적 성질, 특히 유기물함량을 높일 수 있었다.

이상의 실험결과를 종합하여 볼 때, 갈탄과 아미노산액 혼합제의 사용이 벼의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha 단용 처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha과 표준시비

량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났으며, 수량은 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 양호하였다. 갈탄과 아미노산액 혼합제의 시용이 배추의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났으며, 수량은 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 양호하였다. 갈탄과 아미노산액 혼합제의 시용이 고추의 생육에 미치는 영향은 갈탄과 아미노산액 혼합제를 처리한 구가 표준시비량 단용보다 생육이 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 전반적으로 생육이 다른 처리구보다 양호한 것으로 나타났으며, 수량은 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha 단용처리구와 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha과 표준시비량의 1/2 혼합처리구에서 양호하였다. 이와 같은 당해연도 결과를 종합해 보면, 벼의 경우 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha처리나 갈탄과 아미노산액 혼합제 150 kg/ha에 표준시비량의 1/2량을 혼합처리하면 생육이 양호하고 수량이 높음을 알 수 있었고, 배추와 고추의 경우 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha처리나 갈탄과 아미노산액 혼합제 600 kg/ha에 표준시비량의 1/2량을 처리하면 생육이 양호하고 수량이 높음을 알 수 있었으나, 동일 포장에 이와 같이 연용처리하여 재배하였을 경우에도 유사한 결과를 초래할지에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

요 약

갈탄과 아미노산액 혼합처리가 벼, 배추 및 고추의 지상부와 지하부 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 후 생육증진효과를 검토하여 친환경농산물 생산용자재로의 활용가능성을 구명하고, 갈탄과 아미노산액에 화학비료를 감량하여 혼합처리하여도 작물재배 가능성이 있는지를 검토하며, 갈탄과 아미노산액 혼합처리 전후의 토양에 미치는 화학적 특성을 조사하여 토양개량제로써의 활용가능성을 구명하고자 하였다. 그 결과, 갈탄과 아미노산액 혼합처리한 구의 벼 생육은 화학비료 표준시비량 단용구보다 양호하였으며, 특히 갈탄과 아미노산액 150 kg/ha 처리구와 갈탄과 아미노산액 150 kg/ha에 화학비료 표준시비량의 혼합처리구에서 다른 처리구보다 전반적으로 양호한 것으로 나타났다. 배추와 고추의 생육은 갈탄과 아미노산액 600 kg/ha 처리구와 갈탄과 아미노산액 600 kg/ha에 화학비료 표준시비량의 혼합처리구에서 다른 처리구보다 전반적으로 양호한 것으로

나타났다. 벼와 배추의 수량은 갈탄과 아미노산액 150 kg/ha 처리구와 갈탄과 아미노산액 150 kg/ha에 화학비료 표준시비량의 혼합처리구에서 양호하였고, 고추의 경우 갈탄과 아미노산액 600 kg/ha 처리구와 갈탄과 아미노산액 600 kg/ha에 화학비료 표준시비량의 혼합처리구에서 양호하였다. 논과 밭토양에 갈탄과 아미노산액과 화학비료감량 혼합처리구의 유기물함량은 전반적으로 높았고, EC는 낮았다. pH와 유효인산의 경우 밭토양에서는 약간 높아지는 경향이었고, 논토양에서는 큰 변화가 없었다. 논과 밭토양에 갈탄과 아미노산액과 화학비료감량처리시 토양의 부분적인 화학적 특성, 특히 유기물함량을 높일 수 있었다. 그러나 이와 같은 결과들이 연용처리하여 재배하였을 경우에도 유사한 결과를 초래할지에 대한 연구는 추후 면밀히 검토되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 원광대학교의 교비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Choi, D.K. and Bong, P.Y. (1985) Palynomorphs from the neogene lignite beds of Bugpyeong and Yeonghae areas, Korea, *J. of the Paleontological Soc. of Korea* 1(1), 131-132.
- Chungbuk Branch of National Agricultural Products Quality Management Service (2008) Friendly environmental organic farming material. Chungbuk NAQS, Korea.
- Dekker, J., Cronje, I. J., Louwrens, H. B., and Swart H. (1990) Noncatalytic oxidation of water-slurried coal with oxygen: A promising new route to oxihumic and oxifulvic acids, *Proceedings of the Seventh Annual International Coal Conference*, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA, p.703-708.
- Kang, D.W., Joo, S.B., Park, J.H., and Woo, J.O. (1983) A study on the lignite mud properties of Gangwon Gyoungbuk bentonite, *J. of the Korean Institute of Mineral and Energy Resources Engineers* 20(3), 168-174.
- Kim, H.G., Seo, D.C., Cheong, Y.H., Kang, C.S., Sohn, B.K., Lee, D. J., Kang, J.G., Park, M.S., Heo, J.S., Kim, B.S., and Cho, J.S. (2007) Effects of different humic acids on growth and fruit quality of tomato plant, *Korean J. Environ. Agri.* 26(4), 313-318.
- Lee, G.W., Ryang, M.Y., Song, D.Y., and Park, S.T. (1989) A study on the analysis and evaluation of Korean lignite coals by oil show analyser,

- Analytical Science & Technology* 2(2), 445.
- Lee, Y.S. and Bartlett, R.J. (1976) Stimulation of plant growth by humic substances, *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 40, 876-879.
- Malik, K.A. and Azam, F. (1985) Effect of humic acid on wheat (*Triticumaestivum* L.) seedling growth, *Environ. Exp. Bot.* 25, 245-252.
- Moon, Y.H., Choi, J.S., Uhm, M.J., and Han, S.S. (2004) Effects of environmental agro-materials application on rice, *Life Sci. & Nat. Res. Wonkwang Univ.*, 27(1), 53-62.
- Moon, Y.H., Choi, J. S., Uhm, M.J., and Han, S.S. (2003) Effects of the application of alternative agricultural materials on the growth of rice and water quality in paddy field, *Korean J. of Environ. Agri.* 22(4), 273-277.
- Rauthan, B.S. and Schnitzer, M. (1981) Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumissativus*) plants, *Biol. Plant* 63, 491-495.
- Sladky, A. and Tichy, V. (1959) Application of humus substances to overground organs of plants, *Biol. Plant* 1, 9-15.
- Sladky, Z. (1959) The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants, *Biol. Plant* 1, 142-150.
- Tan, T.H. and Nopamornbodi, V. (1979) Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zeamays* L.), *Plant and Soil* 51, 283-287.
- Varshney, T.N. and Gaur, A.C. (1974) Effect of spraying sodium humate and hydroquinone on *Glycine max* var. Bragg and *Solanum lycopersicum* var. Heinz 1370, *Curr. Sci.* 43, 95-96.
- Vaughan, D. and Linehan, D.J. (1976) The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions, *Plant and Soil* 44, 445-449.
- Vaughan, D. and Malcolm, R.E. (1985) Influence of humic substances on growth and physiological process, In soil organic matter and biological activity, Kluuer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p.37-76.
- Venter, Van De, Furter, H. A., Dekker, M., J., and Cronje, I. J. (1991) Stimulation of seedling root growth by coal-derived sodium humate, *Plant and Soil* 138, 17-21.