

목질탄화물의 처리가 토마토와 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향*

정 순 재** · 오 주 성*** · 석 운 영**** · 조 미 용****

The Effect of Treatment of Woody Charred Materials on the Growth and Components of Tomato and Chinese Cabbage

Jeong, Soon-Jae · Oh, Ju-Sung · Seok, Woon-Young · Cho, Mi-Yong

A research was conducted to investigate the effect of treatment of woody charred materials such as wood vinegar, charcoal, and mixture of wood vinegar and charcoal on the growth and components of tomato and chinese cabbage. The effect of treatment of woody charred materials on the growth and components of tomato the research findings are as follows. The total number of soil microorganisms increased in the groups treated with woody charred materials compared with the control. The fruit number, fruit length, fruit diameter, fruit weight, hardness and sugar contents of tomato did not show significant difference in all plots treated with woody charred materials, but the plot treated with wood vinegar + charcoal showed relatively higher values in general. Vitamin C contents were shown higher in the plots treated with woody charred materials than the control, and among the treatment plots. The effect of treatment of woody charred materials on the growth and components of chinese cabbage the research findings are as follows. The soil chemical components did not change before and after the treatment of woody charred materials. The total number of soil microorganisms increased in the treatment plots compared with the control, The leaf length, leaf width, inner leaf number, plant weight, and head weight of Chinese cabbage treated with woody charred materials were in general larger than the control. Among the treatment plots, the plot treated with wood vinegar + charcoal showed slightly higher values. The contents of minerals in chinese cabbage such as Ca, Fe, K, Mg and Mn were higher in the treatment plots than the control.

Key words : *woody charred materials, wood vinegar, charcoal*

* 이 논문은 2006년도 동아대학교 교내학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음.

** 대표저자, 동아대학교 생명자원과학대학 교수

*** 교신저자, 동아대학교 생명자원과학대학 겸임교수

**** 동아대학교 생명자원과학대학

I. 서 언

최근 수입농산물에서 농약 잔류량이 기준치 이상 검출되고, 환경호르몬 및 멜라민 검출 등으로 소비자들은 국내에서 생산된 안전한 친환경농산물을 선호하고 있으며, 수요량도 매년 증가하고 있다. 친환경농산물의 생산비중은 2000년 0.2%에서 2007년 9.7%로 49배가 증가하였으며, 실천농가는 2000년 2천호에서 2007년 131천호로 66배가 증가하였다. 재배면적은 2000년 2천ha에서 2007년 123천 ha로 62배 증가하였으며, 시장규모는 2000년 1,500억원에서 2007년 19,000억원으로 약 13배 증가했다. 이러한 추세에 따라 친환경 농산물 재배농가가 증가하고 있는 반면 친환경 농자재에 대한 검증과 효과에 대한 연구 및 지도가 미흡한 실정이어서 친환경농업을 실천하고자 하는 농가들은 기술적으로 많은 어려움에 직면하고 있다.

목질탄화물인 목탄, 목초액은 친환경 농자재로서 많이 사용하고 있다(농업과학기술원, 2005; 농촌진흥청, 2004). 목초액은 나무로 숯을 만드는 과정에서 나오는 연기를 액화시켜 채취한 뒤, 6개월 이상 숙성시켜 독성과 유해물질을 제거한 것을 말하는데 주성분은 초산이며, 각종 산이 혼합된 성분이다(박, 2000). 목탄은 숯이라고도 하며, 목재를 공기의 공급을 차단하고 가열하거나, 또는 공기를 아주 적게 하여 가열하였을 때 생기는 고체 생성물을 말하는데 약 80~90%의 탄소와 산소 및 약간의 무기성분을 함유하고 있다(농문협, 1991). 보고에 의하면 목초액은 토양 선충을 방제하며(이, 1998), 작물의 생육촉진(이와 김, 1993; 정 등, 2006; 엄 등, 2002; 정 등, 2007; 정 등, 2006), 과실의 신선도 유지(전 등, 1998) 및 축산농가의 악취제거에도 효과(박, 2002)가 있는 것으로 알려져 있다. 목탄은 미량의 광물질을 함유하고 있어 질소 고정균의 번식을 돕고 pH 8~9의 알칼리성을 나타내며(농문협, 1991; 윤, 1998), 토양 미생물상을 개선하는 작용(임, 1998)과 투수성·보수성을 좋게 하여 토양개량 및 지력을 증진시키는데 사용되고 있다(이, 1998; 농문협, 1991). 연구보고에 의하면 목질탄화물인 참숯을 토양처리 했을 때 결구상층과 적축면상층에서 생육 및 수량이 증가하였고(김 등, 1998), 목탄분말을 고추재배에 처리했을 때 소립일수록 효과가 현저했다고 하였다(김 등, 2003).

따라서 본 연구는 친환경 재배농가에서 많이 사용하는 목질탄화물인 목탄 및 목초액을 과채류인 토마토와 엽채류인 배추 재배에 시용하여 토양의 성질 및 미생물상의 변화와 생육, 체내성분에 미치는 효과를 검토하여 친환경재배 농가에 자료를 제공하기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 목질탄화물의 처리가 따른 토마토의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

본 시험은 2007년 4월부터 8월까지 동아대학교 종합농장 하우스 내에서 수행하였으며, 공시품종은 TP-7(신젠타)을 사용하였다. 시험구 토양은 4월 2일에 60×340cm의 규격으로 베드를 만든 후 10a 당 퇴비 1,000kg을 시용한 다음 4월 8일에 각 처리구에 목질탄화물인 목탄과 목초액을 기비로 시용하였는데 목탄처리구는 참나무 숯가루인 “흑탄(숯굽는 마을)”을 10당 300kg을 시용하였고, 목초액 처리구는 목초액(동양목초액) 500배 희석액을 토양에 관주하였다. 그리고 목초액과 목탄 혼용처리구는 목탄(300kg/10a)을 고루 토양에 섞은 다음, 목초액 500배 희석액을 관주하였다. 대조구는 토마토 관행 시용기준량을 시용하였다. 정식은 30×50cm 간격으로 한 다음 10일 후부터 3일 간격으로 목초액 500배 희석액을 엽면살포하였고 대조구는 농업용수로 관주하였다. 시험구배치는 대조구, 목초액처리구, 목탄처리구, 목초액+목탄 혼용처리구 등 4개 처리구를 두고 난괴법 3반복으로 처리하였다. 조사기준은 농사시험연구 조사기준에 준하여 실시하였다. 생육조사 및 수량조사는 공히 3단 적심 후 각 화방별로 조사하였는데 생육조사는 초장, 경경 및 생체중을 조사하였고, 수량조사는 각 화방별로 과중이 40g 이상인 토마토를 수확하여 과수, 과장, 과폭, 과중 및 당도 등을 조사하였다.

토마토 체내 비타민 C분석은 전 처리 과정은 시료 무게 1g을 정확히 달고, 10% HPO₃ 용액 9ml를 가해 균질기를 추출한 후 원심분리 하여 상층액을 HPLC 분석으로 분석하였다. 토양분석은 농촌진흥청 토양 화학분석법에 준하여 실시하였는데(농촌진흥청, 1998) 토양시료 채취는 1개의 시험구에서 4군데를 채취하여 고루 섞은 후 그늘에서 풍건한 후 20mesh 체로 쳐서 조제하여 pH(1:5)는 토양 시료 5g에 증류수 25ml를 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 SUNTEX Digital pH meter(MSH-20D, Korea)로 측정하였고, EC(1:5)는 토양 시료 5g에 증류수 25ml를 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 Conductivity electric meter로 측정하였다. 유기물함량 분석은 60mesh 체로 쳐서 토양 시료 1g에 0.4N-K₂Cr₂O₇ 용액 10ml를 가하여 3분간 끓인 후 잔반의 K₂Cr₂O₇을 0.2N-FeSO₄(NH₄)₂ SO₄ 6H₂O 용액으로 적정하였다.

유효인산은 토양시료 5g에 Lancaster 침출액 20ml를 가한 후 10분간 진탕 침출하여 Amonium molybdate의 청색으로 발색시켜 토양시료 5g에 Bray No. 1 침출액 50ml를 가한 후 5분간 진탕 침출하여 Amonium molybdate로 발색 후 비색 측정하였다. 치환성 이온은 토양을 침출한 후 원자흡광분석기(Liberty Series II ICP-OES, USA)로 측정과장은 Ca은 317.933nm, K은 766.490nm 및 Mg은 279.553nm로 측정하였다.

공시작물 재배지 토양의 미생물 조사는 처리구별로 토양 표면으로부터 깊이 10cm까지의 흙을 채취한 후, 가는 체(2mm)로 쳐서 0.85%(w/v) NaCl 멸균수에 현탁시킨 다음 선택배지

를 사용하여 시용량 및 균 종류별로 희석법과 한천배지 평판 도말법으로 토양내의 미생물의 종류별 계수를 실시하였다. 실험에 사용한 선택배지의 종류로는 일반 세균을 선별하는 Tryptic Soy Agar(TSA), 방선균을 선별하는 Actinomycetes Isolation Agar(AIA), 일반 곰팡이의 선별에 사용하는 Potato Dextrose Agar(PDA)에 50 μ g/l의 Chloramphenicol을 함께 사용하였으며, 트리코데마를 선별하는데 사용하는 Malt Extract Agar(MEA)에 항생제로 Chlortetracycline을 20 μ g/l 첨가한 배지를 사용하였다. 미생물수 조사는 세균 및 방선균 조사는 30 $^{\circ}$ C에 2일간 배양하여 형성된 콜로니수를 조사하였고, 곰팡이 및 트리코데마수는 30 $^{\circ}$ C에 5일간 배양하여 형성된 콜로니수를 조사하였다.

본 시험의 결과는 SAS package program을 이용하였고, 처리 평균간 유의성검정은 Duncan's multiple range test(5% 수준)에 의하였다.

토마토 시험전 토양의 이화학적 성분분석 및 토양 미생물수 분석결과는 Table 1, 2와 같다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in experimental soil of tomato

pH (1:5)	EC (mS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
				Ca	K	Mg
5.6	2.8	684	1.9	4.6	3.7	2.1

Table 2. Microorganisms number of the soil used in the experimental of tomato

Bacteria (10 ⁶ cfu/g)	Acinomycetes (10 ⁶ cfu/g)	Fungi (10 ⁶ cfu/g)	Trichodema (10 ⁶ cfu/g)	Total microorganisms (10 ⁶ cfu/g)
528.5	19.8	2.1	1.8	552.2

2. 목질탄화물의 처리가 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

본 시험은 2007년 9월부터 11월까지 동아대학교 종합농장 하우스 내에서 수행하였으며, 토마토 시험재배를 한 동일 베드에서 배추시험을 시험하였다. 공시품종은 휘파람(사까다)을 사용하였다. 시험구 토양은 9월 4일에 10a 당 퇴비 1,000kg을 시용한 다음 9월 7일에 각 처리구에 목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 토마토 시험처리와 동일하게 하였으며 대조구는 배추 관행 시용기준량으로 시용하였다. 조사방법은 생육조사는 엽장 및 엽폭은 결구엽 중 가장 길이가 큰 엽을 조사하였고, 엽수, 외엽수(결구를 형성하고 있지 않은 잎의 수), 내엽수(결구를 형성하여 식용으로 이용할 수 있는 잎의 수), 주중(뿌리를 제외한 포기 전체의 무게), 구중(결구된 부분의 무게), 구고(결구된 부위의 최대 종경),

구폭(결구된 부위의 최대 횡경) 등을 조사하였다. 그리고 체내 무기성분 분석은 ICP Optical Emission Spectrometer(ULTIMA2 CHR)를 이용하여 Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn 및 Zn을 분석하였다. 그리고 토양분석 및 미생물상조사는 토마토 시험 재배시와 동일하게 하였으며, 배추 시험전 토양의 이화학적 성분분석 및 토양 미생물수 분석결과는 Table 3, 4와 같다.

Table 3. Chemical characteristics of the soil used in experimental soil of chinese cabbage

pH (1:5)	EC (mS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
				Ca	K	Mg
5.8	2.7	681	1.9	4.5	3.8	2.0

Table 4. Microorganisms number of the soil used in the experimental of chinese cabbage

Bacteria (10 ⁶ cfu/g)	Acinomycetes (10 ⁶ cfu/g)	Fungi (10 ⁶ cfu/g)	Trichodema (10 ⁶ cfu/g)	Total microorganisms (10 ⁶ cfu/g)
531.4	20.5	2.5	1.7	556.1

III. 결 과

1. 목질탄화물의 처리가 토마토의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

1) 목질탄화물의 처리가 토양의 이화학적 성질과 미생물상에 미치는 영향

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 토마토를 시험 재배한 다음 토양의 이화학적 성질을 조사한 결과는 Table 5와 같으며, 처리 전·후의 토양을 분석한 결과 처리 간 뚜렷한 차이는 없었다.

Table 5. Properties of woody charred materials of the experimental soil of tomato

Treatment	pH (1:5)	EC (mS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
					Ca	K	Mg
Wood vinegar	5.7	2.7	656	2.2	4.5	3.4	2.1
Charcoal	5.6	2.9	659	2.1	4.1	3.5	1.9

Treatment	pH (1:5)	EC (mS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
					Ca	K	Mg
W + C	5.9	3.0	677	2.0	4.2	3.1	1.8
Control	5.6	2.8	675	2.2	4.3	3.4	1.9

P₂O₅; available phosphorus, OM; organic matter, Ex. cation; exchangeable cations. W+C; wood vinegar+ charcoal.

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 토마토를 시험 재배한 다음 토양 미생물상을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 작물 재배에 중요한 역할을 하는 세균, 방선균, 곰팡이 및 트리코데마의 수를 조사한 결과 처리 전에 비해 처리 후에 총 미생물수는 증가한 경향을 보였으나 처리 간 뚜렷한 차이는 없었다. 미생물 중에는 세균수가 처리 전에 비해 가장 많이 증가하였고, 방선균 및 트리코데마수는 약간 증가한 경향을 보였다. 그리고 대조구에서는 시험 전·후의 토양 미생물수는 거의 변화가 없었다.

Table 6. Change of microorganisms number in the soil for woody charred materials of tomato

Treatment	Bacteria (10 ⁶ cfu/g)	Acinomyces (10 ⁶ cfu/g)	Fungi (10 ⁶ cfu/g)	Trichodema (10 ⁶ cfu/g)	Total microorganisms (10 ⁶ cfu/g)
Wood vinegar	551.9 ^{N.S.}	21.9 a	2.0 ^{N.S.}	3.5 a	579.3
Charcoal	540.4	22.5 a	1.9	3.2 a	568.0
W + C	548.5	22.7 a	1.9	3.5 a	576.6
Control	530.1	19.9 b	2.0	1.9 b	553.9
L. S. D(P<0.05)	17.31	1.15	0.25	0.49	

N.S. : No significant differences among the plot.

Note : W+C; Wood vinegar+Charcoal

2) 목질탄화물의 처리가 토마토의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 토마토를 재배한 다음 생육 특성인 초장, 경경 및 생체중을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 초장, 경경 및 생체중은 통계적 유의성은 인정되지 않았으며(p<0.05), 초장은 대조구에서 112.32cm로 목질탄화물 처리구 보다 초장이 낮았고, 목질탄화물 처리간에는 뚜렷한 차이는 없었으나 목초액 처리구에서 117.11cm로 다소 높게 나타났다. 경경은 대조구에서 1.61cm로 목질탄화물에 비해 높게

나타났다. 1주 생체중은 대조구에서 1,186g로 목질탄화물 처리에 비해 높게 나타났고, 목질탄화물 처리간에는 큰 차이는 없었으나 목초액+목탄혼용처리구에서 1,181g으로 다소 높았다.

Table 7. Effect of woody charred materials treatment on the growth characteristics on the tomato

Treatment	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Fresh weight (g/per plant)
Wood vinegar	117.11 ^{N.S.}	1.58 ^{N.S.}	1,179 ^{N.S.}
Charcoal	115.21	1.57	1,174
W + C	115.37	1.59	1,181
Control	112.32	1.61	1,186
L. S. D(P<0.05)	4.80	0.10	11.52

N.S. : No significant differences among the plot.

Note : W+C; Wood vinegar+Charcoal

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 과중이 40g 이상인 토마토를 조사하여 각 화방별 과수, 과장, 과폭 및 과중을 조사한 결과를 보면 Table 8, 9, 10, 11과 같다. 과수, 과장, 과폭 및 과중은 전 처리구에서 통계적 유의성이 인정되지 않았으며 (p<0.05), 목질탄화물 처리간에는 대체적으로 목초액+목탄혼용 처리구에서 다소 높았다.

Table 8. Effect of woody charred materials treatment on the fruit number on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	5.31 ^{N.S.}	6.12 ^{N.S.}	6.11 ^{N.S.}
Charcoal	5.28	6.11	6.09
W + C	5.32	6.15	6.12
Control	5.27	6.14	6.11
L. S. D(P <0.05)	0.08	0.04	0.05

N.S. : No significant differences among the plot.

Note : W+C; Wood vinegar+Charcoal.

Table 9. Effect of woody charred materials treatment on the fruit length(cm) on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	5.43 ^{N.S.}	5.48 ^{N.S.}	5.55 ^{N.S.}
Charcoal	5.41	5.44	5.55
W + C	5.45	5.51	5.58
Control	5.43	5.45	5.56
L. S. D(P <0.05)	0.04	0.07	0.05

N.S. : No significant differences among the plot.

Table 10. Effect of woody charred materials treatment on the fruit diameter(cm) on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	5.35 ^{N.S.}	5.40 ^{N.S.}	5.36 ^{N.S.}
Charcoal	5.31	5.29	5.35
W + C	5.37	5.41	5.42
Control	5.32	5.35	5.37
L. S. D(P<0.05)	0.06	0.12	0.08

N.S. : No significant differences among the plot.

Table 11. Effect of woody charred materials treatment on the fruit weight(g) on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	178.31 ^{N.S.}	180.15 ^{N.S.}	180.52 ^{N.S.}
Charcoal	176.25	176.19	176.57
W + C	178.91	180.87	183.68
Control	177.18	179.65	178.95
L. S. D(P<0.05)	3.24	4.38	4.95

N.S. : No significant differences among the plot.

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리에 따른 각 화방별 토마토의 경도, 당도 및 비타민 C를 분석한 결과는 Table 12, 13, 14와 같다. 경도 및 당도는 3화방 모두 대조구에 비해 목질탄화물 처리에서 높았으나 유의성은 인정되지 않았다($p < 0.05$). 목질탄화물 처리간에는 대체적으로 목초액+목탄혼용처리구에서 다소 높았다. 비타민C 함량은 전 처리구간 통계적 유의성이 인정되었으며($p < 0.05$), 대조구에서 7.442mg로 목질탄화물 처리에 비해 가장 낮았고, 목질탄화물 처리간에는 목초액처리구에서 10.534mg로 가장 높았다.

Table 12. Effect of woody charred materials treatment on the hardness (π/cm^2) on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	0.78 ^{N.S.}	0.76 ^{N.S.}	0.77 ^{N.S.}
Charcoal	0.75	0.75	0.76
W + C	0.79	0.78	0.78
Control	0.74	0.74	0.75
L. S. D(P <0.05)	0.04	0.03	0.03

N.S. : No significant differences among the plot.

Table 13. Effect of woody charred materials treatment on the sugar contents (BX) on the tomato

Treatment	1st	2nd	3rd
Wood vinegar	5.2 ^{N.S.}	5.6 ^{N.S.}	5.5 ^{N.S.}
Charcoal	5.0	5.5	5.5
W + C	5.3	5.6	5.7
Control	5.0	5.2	5.4
L. S. D(P <0.05)	0.3	0.3	0.4

N.S. : No significant differences among the plot.

Table 14. Effect of woody charred materials treatment on the vitamin C contents on the tomato

Treatment	Vitamin C(mg/100g)
Wood vinegar	10.534 a
Charcoal	9.312 b
W +C	8.380 c
Control	7.442 d
L. S. D(P <0.05)	0.72

2. 목질탄화물의 처리가 배추의 생육, 체내성분에 미치는 영향

1) 목질탄화물의 처리가 토양의 이화학적 성질과 미생물상에 미치는 영향

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 배추를 재배한 다음 처리 토양의 이화학적 성질을 조사한 결과는 Table 15와 같으며, 처리 전·후의 토양을 분석한 결과 처리 간 뚜렷한 차이는 없었다.

Table 15. Properties of woody charred materials the experimental soil of chinese cabbage

Division	pH (1:5)	EC (mS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
					Ca	K	Mg
Wood vinegar	6.0	3.0	661	2.3	4.3	3.7	2.2
Charcoal	5.7	2.9	663	2.2	4.2	3.4	2.0
W + C	5.9	2.9	659	2.0	4.2	3.2	1.9
Control	5.8	2.7	668	2.2	4.3	3.4	2.4

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 배추를 시험 재배한 다음 시험 전·후의 토양 미생물상을 조사한 결과는 Table 16과 같다. 처리 전에 비해 처리 후에 총 미생물수는 증가한 경향을 보였으나 처리 간 뚜렷한 차이는 없었다. 미생물 중에는 세균수가 처리 전에 비해 가장 많이 증가하였고, 목질탄화물 처리간에는 목초액+목탄혼용처리구에서 560.90×10^6 cfu/g로 가장 많았다. 방선균 및 트리코데마수는 다소 증가한 경향을 보였고, 목질탄화물 처리간에는 목초액+목탄혼용처리구에서 다소 높았다.

Table 16. Change of microorganisms number in the soil for woody charred materials of chinese cabbage

Treatment	Bacteria (10 ⁶ cfu/g)	Acinomyces (10 ⁶ cfu/g)	Fungi (10 ⁶ cfu/g)	Trichodema (10 ⁶ cfu/g)	Total microorganisms (10 ⁶ cfu/g)
Wood vinegar	558.5 ^{N.S.}	22.9 a	2.2 a	3.5 a	587.1
Charcoal	551.2	21.9 ab	2.6 ab	3.4 a	579.1
W +C	560.9	23.1 a	2.1 b	3.9 a	590.0
Control	532.9	20.2 b	2.2 ab	2.4 b	557.7
L. S. D(P<0.05)	11.50	1.15	0.17	0.35	

N.S. : No significant differences among the plot.

Note : Wd+C; Wood vinegar+Charcoal

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리에 따른 배추의 생육특성인 엽장, 엽폭, 내엽수 및 외엽수를 조사한 결과는 Table 17과 같으며, 처리간 통계적 유의성은 인정되지 않았다(p<0.05). 엽장은 전 처리구에서 뚜렷한 차이는 없었고, 목질탄화물 처리간에는 목초액+목탄혼용처리구에서 31.28cm로 높았다. 엽폭은 목초액+목탄혼용처리구 및 대조구에서 공히 20.25cm로 높았다. 결구를 형성하고 있지 않는 외엽수는 전처리간에 유의성은 인정되지 않았으나 대체적으로 목탄처리구에서 15.43개로 많았고, 결구를 형성한 내엽수는 목초액+목탄혼용처리구에서 42.21개로 다른 처리구보다 다소 높았다.

Table 17. Effect of growth characteristic of woody charred materials treatments on the chinese cabbage

Treatment	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Outer leaf number (ea/per plant)	Inner leaf number (ea/per plant)	NO. of leaves (ea/per plant)
Wood vinegar	31.01 ^{N.S.}	20.20 ^{N.S.}	15.35 ^{N.S.}	42.05 ^{N.S.}	58.40 ^{N.S.}
Charcoal	30.39	20.19	15.43	41.47	56.90
W + C	31.28	20.25	15.40	42.21	57.61
Control	31.22	20.25	15.40	42.02	57.42
L. S. D(P <0.05)	0.22	0.19	0.17	0.58	0.72

N.S. : No significant differences among the plot.

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 배추의 주중(株重), 구중(球

重), 구고(球高) 및 구폭(球幅)을 조사한 결과는 Table 18과 같다. 주중, 구중, 구고 및 구폭은 전 처리구간 통계적 유의성은 인정되지 않았다($p < 0.05$). 뿌리를 제외한 주중은 목초액+목탄혼용처리구 및 대조구에서 공히 5.35kg으로 다른 처리구에 비해 높았고, 결구된 부분의 무게인 구중은 목초액+목탄혼용처리구에서 4.30kg으로 높았으며, 결구된 부위의 최대 종경인 구고는 목초액+목탄혼용처리구에서 31.15cm로 높았고, 결구된 부위의 최대 횡경인 구폭은 대조구에서 20.65cm로 높았다.

Table 18. Effect of growth characteristic of treatments woody charred materials on the chinese cabbage

Treatment	Weight of plant (kg)	Head weight (kg)	Head height (cm)	Head width (cm)
Wood vinegar	5.34 ^{N.S.}	4.22 ^{N.S.}	30.52 ^{N.S.}	20.32 ^{N.S.}
Charcoal	5.29	4.19	30.37	20.43
W + C	5.35	4.30	31.15	20.61
Control	5.35	4.29	30.53	20.65
L. S. D($P < 0.05$)	0.08	0.12	0.17	0.38

N.S. : No significant differences among the plot.

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리를 하여 배추의 체내 무기성분인 Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn 및 Zn을 분석한 결과는 Table 19와 같다. Ca, Fe, K, Mg 및 Mn함량은 대조구에 비해 목질탄화물처리구에서 다소 높게 나타났으며, 목질탄화물 처리간에는 일정한 경향은 없었다.

Table. 19. Effect of woody charred materials on the mineral elements on the chinese cabbage

(Unit : ppm)

Treatment	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
Wood vinegar	10,651 c	6.39 b	68.35 a	43,614 c	3,505 a	17.83 a	51.61 a
Charcoal	10,840 a	6.15 c	67.06 b	44,461 b	3,451 b	17.75 b	51.14 b
W + C	10,685 b	6.84 a	68.33 a	47,262 a	3,312 c	17.75 b	51.54 a
Control	10,615 d	6.37 b	63.87 c	39,851 d	3,103 d	17.47 c	51.37 b
L. S. D($P < 0.05$)	14.10	0.10	0.84	21.27	5.49	0.05	0.25

^z Means separation in columns by Duncan's multiple range test at the 5% level.

IV. 고 찰

목질탄화물의 처리에 의한 토마토와 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향에 대한 시험결과는 다음과 같다. 목질탄화물 시험 전·후의 토양을 분석한 결과 토마토와 배추 시험 공히 처리구간 뚜렷한 차이는 없었으며, 토양 미생물상은 시험 전에 비해 총 미생물수는 증가한 경향을 보였다. 미생물 중에는 세균수가 가장 많이 증가하였고, 방선균 및 트리코데마수는 다소 증가하였다. 목질탄화물 처리에 따른 토마토와 배추의 생육 및 수량형질은 대조구에 비해 목질탄화물 처리구에서 높게 나타났고, 처리간에는 대체적으로 목초액+목탄 혼용 처리구에서 다소 높았다.

체내성분 분석결과 토마토 체내 비타민C 함량은 전 처리구간에 유의성이 인정되었으며, 대조구에서 7.442mg로 목질탄화물 처리에 비해 낮았고, 목질탄화물 처리간에는 목초액처리구에서 10.534mg로 높게 나타났다. 배추의 체내 무기성분을 분석한 결과 Ca, Fe, K, Mg 및 Mn함량은 대조구에 비해 목질탄화물 처리구에서 다소 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 대조구에 비해 목질탄화물을 처리했을 때 토양 미생물수와 토마토의 생육 및 체내성분이 다소 증가한 경향을 보였으며, 목질탄화물 처리간에는 뚜렷한 차이는 없었으나 대체적으로 목초액+목탄혼용처리구에서 양호하게 나타났는데 이는 목탄과 목초액은 상생작용이 좋기 때문에 토양 내에 유용한 미생물의 번식이 촉진되고 근권이 활성화되어 작물의 양분 이용면에서도 유리하게 작용하여 생육 및 수량도 양호한 것으로 판단된다. 정 등(2006)의 착색단고추 재배시 목탄분말과 목초액을 단용 및 혼용처리에서 생육, 수량 및 체내 영양성분인 당 및 비타민 C함량이 많았다는 연구는 본 결과와 유사하였으며, Yun 등(2004)의 목탄분말을 토양에 처리하여 양파를 재배한 결과 토양의 물리성이 향상되어 식물체의 활성이 높아져 수량이 증대되었다는 결과와도 비슷한 경향을 보였다. 또한 소립 목탄분말을 고추에 시용했을 때 고추의 생육이 양호했으며, 토양 중의 *Rhizobium* 속 질소 고정균과 사상균 특히, 인가용화 사상균수가 많았다는 김 등(2003)의 시험과 비슷한 경향을 보였다.

IV. 적 요

목질탄화물인 목초액, 목탄 및 목초액+목탄혼용처리에 따른 토마토 및 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향에 대해 연구한 결과 다음과 같은 몇 가지 결론을 얻었다.

1. 목질탄화물의 처리가 토마토의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

- 1) 목질탄화물 처리에 따른 토양 미생물상의 변화는 대조구보다 목질탄화물 처리구에서 총 미생물수가 증가하였고, 목질탄화물 처리간에는 뚜렷한 차이는 없었다.
- 2) 토마토의 과수, 과장, 과폭, 과중, 경도 및 당도는 전 처리구에서 뚜렷한 차이는 없었으나 대체적으로 목초액+목탄혼용처리구에서 다소 높게 나타났다.
- 3) 비타민 C함량은 대조구보다 목질탄화물 처리에서 높게 나타났고, 목질탄화물 처리간에는 목초액 처리구에서 10.534mg로 가장 많았다.

2. 목질탄화물의 처리가 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향

- 1) 목질탄화물 처리에 따른 토양의 이화학적성질변화는 처리 전·후 뚜렷한 차이는 없었으며, 토양 미생물상의 변화는 대조구보다 목질탄화물 처리에서 총 미생물수가 증가하였으나 목질탄화물 처리간에는 뚜렷한 차이는 없었다.
- 2) 배추의 엽장, 엽폭, 내엽수, 주중 및 구고 등은 대체적으로 대조구에 비해 목질탄화물 처리에서 다소 높았고, 목질탄화물처리 간에는 목초액+목탄혼용 처리구에서 다소 높게 나타났다.
- 3) 배추의 체내 무기성분인 Ca, Fe, K, Mg 및 Mn함량은 대조구에 비해 목질탄화물 처리에서 다소 높게 나타났다.

[논문접수일 : 2008. 11. 20. 논문수정일 : 2008. 12. 19. 최종논문접수일 : 2008. 12. 23.]

참 고 문 헌

1. 농업과학기술원. 2005. 친환경농업 허용자재 자료집.
2. 농촌진흥청. 2004. 친환경·유기농업 영농활용매뉴얼.
3. 농촌진흥청. 1998. 토양화학분석법.
4. 박상범. 2000. 숯과 목초액. 한림저널사.
5. 김병운·박정현. 1998. 목질탄화물의 토양처리가 몇 가지 채소류의 생육 및 수량에 미치는 영향. 목포대학교 자연자원 개발연구소. 19-26.
6. 김승환·이상민·이윤정·김한명·송석용·송범현. 2003. 목탄분말 시용이 고추의 생육 및 토양미생물상 변화에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 11(3): 55-64.

7. 박정호. 2002. 목초액을 이용한 축산농가의 악취제거 기술. 경남지역환경기술재배센터.
8. 윤봉기. 1998. 목질탄화물을 이용한 토양개량과 안전 농산물 생산. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용에 관한 심포지움. 목포대학교 자연자원 개발연구소. pp. 85-99.
9. 엄미정·박현철·문영훈·김갑철·한수곤. 2002. 키토산과 목초액처리가 고추의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회. 11(2): 67-73.
10. 이종원·김영철. 1993. 저농약 고품질 생산에 기여하는 목초액. 시설원예연구. 6(1): 107-109
11. 이종철. 1998. 목초액 및 목탄의 토양보전을 위한 이용. 목포대학교 자연자원 개발연구소. 85-89.
12. 이희동. 1998. 선충피해를 해결해준 활성탄농법. 木質炭化物(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제심포지움. pp. 205-207. 목포대학교 자연자원 개발연구소.
13. 전순자·이계화·설계신. 1998. 식물병충해 방제 및 사과, 배 신선도유지에 목초액의 이용. 목포대학교 자연자원 개발연구소. 91-97.
14. 정순재·오주성·석운영·김정완·김도훈·정원복. 2006. 키토산, 목초액 및 EM 처리가 토양 미생물상의 변화와 토마토의 초기생육에 미치는 영향. 한국유기농업학회지. 14(4): 433-443.
15. 정순재·오주성·석운영·조미용·서정범. 2007. 키토산과 목초액 처리가 가지 및 잎상추의 생육에 미치는 영향. 한국유기농업학회지. 15(4): 437-452.
16. 정천순·윤인주·박종남·경장현·강중필·이성재·조태수·안병준. 2006. 목질탄화물 및 목초액 처리가 착색단고추의 생리적 특성 및 품질에 미치는 영향. 원예학회지. 24(2): 177-180.
17. 農産漁村文化協會編. 岸本定吉/監修. 1991. 「木酢·炭で減農薬」 使い方とつくり方. pp. 9-33.
18. 森昭憲. 1998. 木炭が土壌中の溶質移動におよぼす効果. 木質炭化物(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제심포지움. 목포대학교 자연자원 개발연구소. pp. 63-75.
19. Yun, B. K., I. J. Park, Y. K. Yoo, W. N. Hou, B. W. Kim, and Y. W. Kim. 2004. Onion(*Allium cepa* L.) growth and soil physicochemical properties by application of wood charcoals powder made from five tree species. Kor. J. Intl. Agri. 16: 229-235.