

土壤微生物劑處理가 배추의 收量에 미치는 影響

金旻濟* · 金碩均

東國大學校 植物資源學科

Effect of Soil Microbial Fertilizers on Yield of Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L.)

Kim, Kyung-Je* · Kim, Seog-Kyun

Dept. of Plant Resources, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

*corresponding author

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of soil microbial fertilizers on yields of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.). Five microbial fertilizers, MPK+Husk+Palma, Husk+Palma, MPK+Compost, BLCS (Bio livestock cattle system) cattle dropping, and Tomi, were used. All of microbial fertilizers significantly increased yields of Chinese cabbage, except BLCS cattle dropping. MPK+Husk+Palma was the most effective than any other treatments. Chinese cabbage treated with Tomi showed higher concentrations of K, Ca, Mg, Fe, Mn, and Zn than Compost treatment. MPK+Husk+Palma was high in concentrations of Mg and Mn. MPK+Compost was high in concentrations of K, Mg, and Na. In a chemical components of soil, concentrations of K and P was increased with Tomi treatment, however, the other concentrations of plant and soil chemical components were not different. In a microbial properties of soil, Tomi, Husk+Palma, and MPK+Husk+Palma treatments increased in the number of total bacteria and bacilli. Tomi treatment increased in the number of actinomycetes and fungi. The other microbial properties of soil showed no significant differences. It would be assumed that yield increase in Chinese cabbage might be due to the beneficial microbial properties, therefore, those would increase yields of Chinese cabbage.

Additional key words: chemical concentrations, microbial properties

緒 言

微生物劑는 農作物의 生産性 向上을 위하여 使用하는 生物學的 方法의 하나로 有益한 微生物을 作物이나 家畜에 投入하여 有害微生物을 拮抗하고 有用微生物이 生産하는 비타민이나 抗菌物質, 그리고 酵素 等を 農作物이 利用하는 것이다. 最近 多量의 農藥 使用으로 인하여 發生하는 農藥害와 無公害 農産物의 選好, 그리고 環境汚染防止 等を 위하여 生物學的 方法인 微生物劑의 使用이 급격히 增加하고 있으며, 그 重要性 또한 크게 대두되고 있는 실정이다.

이러한 微生物劑는 土壤의 物理的, 化學的 性質의 改善을 위하여 使用하는 有機質 肥料를 分解하기 때문에 有機質 肥料를 단독으로 施用하는 農法에 비해 보다 效果的으로 作物의 生産性 向上을 위한 物理化學的인 면서 동시에 生物學的인 環境保全型 農法으로서 주목받고 있다.

有機質 肥料의 微生物分解에 의한 效果로는 肥料養分의 有效化와 土壤團粒構造의 形成에 의한 透水性이나 通氣性 等の 增大, 增殖 微生物分泌物과 分解 生成物에 의한 生理活性作用, 그리고 土壤 病原菌에 대한 拮抗菌의 增殖에 의한 連作障害의 防止效果 等(Noguchi, 1992a) 이 있다.

微生物分解에 의한 物理的인 效果에 관하여는 土壤의 三相分布 改良(Noguchi, 1992b)과 耐水性團粒의 增加(Ae 等, 1984) 等이 있다. 化

學的인 效果에 대하여는 有機物이 腐蝕되면서 C.E.C 增加(Harada와 Inoko, 1975), 保肥力과 磷固定防止, N과 P의 利用率 增加, 無機態窒素의 有機化(Higuchi와 Kurihara, 1980) 등이 있다. 生理的 效果에 관하여는 核酸과 비타민, 호르몬이 生産되어 植物의 生育促進(Matsuguchi, 1986), 植物의 뿌리伸長促進(Akashi 等, 1975), 着果數의 增加와 果實의 肥大促進(Kobayashi, 1971), 着色의 增進(Kobayashi 等, 1974), 果實과 菜蔬의 腐敗遲延 및 新鮮度 維持(Kobayashi 等, 1976) 等이 있다. 그리고 生物的 效果로는 Fusarium病 抑制(Mitchell, 1963), 微生物的 緩衝能의 增加로 인한 連作障害의 輕減(Takeshita 等, 1977; Matsuguchi와 Nitta, 1985), 抗生物質의 生成으로 인한 病原菌의 抑制(Noguchi, 1992b) 等이 報告된 바 있다.

本 試驗은 몇 가지 土壤微生物劑의 處理가 施設에서 栽培한 배추의 收量과 化學成分, 그

리고 微生物相의 變化에 미치는 影響을 調査하였다.

材料 및 方法

供試品種은 한여름배추(서울종묘)로 微生物劑를 土壤에 處理한 後 1997年7月16日 하우스內에 播種하였고, 試驗區配置는 亂塊法 3反復으로 實施하였다.

微生物劑 MPK는 (주)팔마의 팔마균에 흑설탕과 과인산석회(P), 그리고 염화칼리(K)를 혼합한 것으로, MPK+Husk+Palma處理區는 MPK와 米糠, 그리고 팔마균을 5m²당 各各 1:5:1로 混合하여 7kg/5m² 處理하였고, Husk+Palma處理區는 米糠과 팔마균을 各各 5:1로 混合하여 6kg/5m², MPK+Compost處理區는 물 500L에 MPK와 完熟肥料를 各各 1:10으로 混合하여 약 10日 後 상등액 1ℓ를 處理하였으며, BLCS cattle dropping處理區는 Holstein 착유우 一般飼料에 Bio Livestock Clean System(BLCS)를 給與開始부터 매일 1주간 1g, 2주째는 2g, 3주째부터는 5g을 添加 給與하여 배설한 糞尿를 비닐하우스 內에서 水分含量이 60% 정도가 되도록 乾燥한 後 堆積하여 完全醱酵시켜서 5kg/5m²을 處理하였다. Tomi處理區에는 5m²당 Tomi 1kg과 米糠 5kg을 施與하였고, Compost處理區는 完熟堆肥를 5kg/5m²을 處理하였다. 肥料는 모든 處理區에 요소 40kg/10a를 基肥로 주었고 10a당 15kg씩을 8月10日과 9月7日에 2회 追肥하였다. 용과린은 100kg/10a를 基肥로 주었고, 염화칼리는 10a당 25kg을 基肥로 施肥하였고 20kg을 9月7日에 1회 追肥하였다. 그리고 석회와 분사를 各各 100kg/10a과 1kg/10a 基肥로 施肥하여 주었다.

1997年7月16日 비닐하우스에 播種하여 管理한 後 10月8日에 收穫 調査하였다. 調査項目은 배추의 總重과 球重, 球高와 球幅, 外葉의 葉重과 最大葉의 葉長 및 葉幅, 그리고 糖含量을 調査하였다. 糖含量은 屈折糖度計 (Model 3131, ATAGO, Japan)로 배추의 外葉에서 測定하였다. 收穫 後 배추와 土壤의 化學成分, 그리고 土壤의 微生物相을 調査하였다.

그 밖의 栽培管理 및 調査는 農村振興廳 園藝研究所 標準耕種概要에 準하여 實施하였다.

結果 및 考察

微生物劑의 微生物相을 分析한 結果는 Table 1에서 보는 바와 같았다. 總細菌數는 Tomi가 292×10⁶개로 다른 微生物劑에 비하여 월등히

Table 1. The microbial properties of soil microbial fertilizers (Unit:cfu/g).

Characteristics	Total bacteria (×10 ⁶)	Bacillus (×10 ⁵)	Pseudo-monas (×10 ⁴)	Actino-mycetes (×10 ⁴)	Fungi (×10 ³)	Yeast (×10 ⁵)
Palma	3.7	8	1	3.4	0.6	1
Tomi	292.0	100	9	1,000	4,860	16
Palma cultured body	5.2	66	2,600	266	12,700	0.4
BLCS cattle dropping	0.1	215	0	130	3,800	29

Table 2. Characteristics of Chinese cabbage treated with soil microbial fertilizers.

Treatment	Total weight (g)	Head weight (g)	Head height (cm)	Head width (cm)	Leaf weight (g)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Sugar content (%)
MPK+Husk+Palma	2323	1751	28.0	15.2	581	41.2	25.0	6.53
Husk+Palma	2091	1486	26.9	14.3	371	38.6	21.4	6.37
MPK+Compost	2153	1698	27.5	15.0	448	40.0	23.3	6.47
BLCS cattle dropping	1781	1282	26.6	13.3	343	38.7	22.9	6.60
Tomi	2128	1659	27.3	14.1	380	41.9	28.9	6.57
Compost	2282	1611	27.2	14.6	401	40.0	24.1	6.50
L. S. D. 5%	419	489	NS	NS	160	NS	NS	NS

Table 3. Chemical concentrations of Chinese cabbage treated with soil microbial fertilizers.

Treatment	T-N	P ₂ O ₅	----- % -----			Na ₂ O	--- ppm ---		
			K ₂ O	CaO	MgO		Fe	Mn	Zn
MPK+Husk+Palma	2.67	1.31	2.18	2.48	0.58	0.79	150.3	24.4	86.0
Husk+Palma	2.93	0.93	2.68	2.52	0.62	0.85	146.2	18.0	72.3
MPK+Compost	2.80	1.23	2.74	2.30	0.58	0.90	139.1	17.8	75.6
BLCS cattle dropping	2.93	1.06	2.26	2.42	0.47	0.73	129.2	24.7	86.0
Tomi	2.91	1.08	2.85	2.76	0.60	0.71	209.8	28.0	92.6
Compost	2.70	1.01	2.38	2.46	0.48	0.78	132.7	20.7	81.2
L. S. D. 5%	NS	NS	0.32	0.13	0.07	0.08	24.9	2.0	6.6

높았고 actinomycetes(colony form unit, cfu)도 Tomi가 1,000×10⁴개로 가장 많았다. Bacillus와 yeast는 BLCS cattle dropping에서 각각 215×10⁵개와 29×10⁵개로 가장 많았고 Tomi도 각각 100×10⁵개와 16×10⁵개로 비교적 높았다. Pseudomonas는 Palma cultured body가 2,600×10⁴개로 가장 많았으나 BLCS cattle dropping에서는 없었고, fungi도 Palma cultured body에서 12,700×10³개로 가장 높고 Tomi와 BLCS cattle dropping에서도 비교적 많았다.

Table 2는 토양미생물제처리 시설 내에서 재배한 한여름 배추의 수확량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 배추의 1株당 총중량은 BLCS cattle dropping을 제외한 모든 처리구에서 매우 높게 나타났다. 특히 MPK+Husk+Palma에서 2,323g으로 Compost처리구 2,282g보다 높아 매우 효과적이었고, MPK+Compost 2,153g, Tomi 2,128g, 그리고 Husk+Palma 2,091g으로 비교적 높았으나, 유의적인 차이는 없었다. 구중에서도 총중량에서와 마찬가지로 BLCS cattle dropping을 제외한 모든 처리구에서 비교적 높은 경향이 있었다. 특히, MPK+Husk+Palma가 1,751g으로 가장 높았고 MPK+Compost 1,698g, 그리고 Tomi가 1,659g으로 Compost처리구 1,611g보다 높은 경향이 있었다. 구고와 구폭에서는 유의적인 차이가 없었으나, MPK+Husk+Palma에서 각각 28.0cm와 15.2cm로 가장 높았으며, 다음으로 MPK+Compost가 각각 27.5cm와 15.0cm로 Compost처리구보다도 더 높았다. 외엽중에서도 MPK+Husk+Palma에서 581g으로 가장 높았고 MPK+Compost에서도 448g으로 Com-

post처리구에 비해 비교적 높은 경향이 있었으나, 다른 처리구에는 차이가 없었다. 최대엽의 길이와 폭은 Tomi에서 각각 41.9와 28.9cm로 가장 컸으나, 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 배추의 당도를 분석한 결과는 BLCS cattle dropping과 Tomi에서 각각 6.60과 6.57%로 비교적 높았으나, Compost처리구 6.50%에 비하여는 차이가 없었다. 이러한 결과로 토양미생물제처리가 배추의 수확량 증가에 매우 효과적이었음을 알 수 있었으나, 각 미생물제의 처리비용과 수확량 증가로 인한 잠재적인 수익에 따른 경제성 분석이 필요할 것으로 생각되며 무엇보다도 값이 싼 미생물제의 대량생산이 필요하다고 하겠다. 그리고 이러한 토양미생물제의 연속사용이 토양에 미치는 영향에 대하여도 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각되는 바이다.

Table 3과 4는 미생물제를 토양에 처리하고 배추를 재배하여 수확한 후의 식물체와 토양의 화학성분을 분석한 결과이다.

배추의 T-N에 있어서는 처리구간에 차이가 없었고, P에서도 MPK+Husk+Palma와 MPK+Compost처리구가 다소 높은 듯 하였으나, 유

의성은 없었다. K는 Tomi에서 2.85%로 가장 높았고, 다음은 MPK+Compost 2.74%로 Compost처리구 2.38%보다도 높았으나, 다른 처리구에서는 유의적인 차이가 없었다. Ca는 Tomi에서 2.76%로 가장 높았으나, 다른 처리구에는 차이가 없었고, Mg는 BLCS cattle dropping을 제외한 모든 처리구가 Compost처리구보다 높았다. Na는 MPK+Compost에서 0.9%로 가장 높았으며, Fe는 Tomi가 209.8ppm으로 가장 높았으나, 다른 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. Mn은 Tomi가 28.0ppm으로 가장 높았고 BLCS cattle dropping 24.7ppm, 그리고 MPK+Husk+Palma 24.4ppm으로 Compost처리구의 20.7ppm보다 높았다. Zn은 Tomi에서 92.6ppm으로 가장 높았으나, 다른 처리구에는 차이가 없었다(Table 3).

토양의 pH는 Tomi에서 6.0으로 비교적 높았으나, 모든 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 유기물함량(Organic matter : OM)은 Husk+Palma에서 38.6g으로 가장 높았고 다른 처리구에서도 Compost에 비하여 비교적 높은 경향이 있었으나, 유의성은 없었다. P는 Tomi가 3,087mg으로 가장 높았고 Husk+Palma도 3,071mg으로 매우 높았으나, 다른 처리구간에는 차이가 없었다. K도 Tomi가 1.72로 가장 높았고 Husk+Palma도 1.44로 Compost처리구에 비해 매우 높았다. Ca와 Mg는 각각 BLCS cattle dropping 10.64와 Tomi 10.08로 비교적 높은 경향이 있었고, Na와 EC는 BLCS cattle dropping에서 각각 1.39와 18.9로 높은 경향이 있었으나, 유의적인 차이는 없었다(Table 4).

Table 5는 미생물제를 처리하여 배추를 재배하고 수확한 후의 토양의 미생물상을 분석한 결과이다. 총세균수는 Tomi가 143.8×10⁶개로 가장 많았고, Husk+Palma와 MPK+Husk+Palma에서도 각각 128.4×10⁶개와 112.6×10⁶개로 매우 높았으나, 다른 처리구에서는 차이가 없었다. Bacillus는 MPK+Husk+Palma가 100.6×10⁵개로 가장 많았고, Husk+Palma와 Tomi에서도 각각 91.9×10⁵개와 89.7×10⁵개로 높았으나, 다른 처리구에서는 차이가 없었다. Actinomycetes와 fungi는 Tomi가 각각 37.8×10⁶개와 1,228.1×10⁴개로 가장 높았고, pseudomonas와 yeast는 각 처리구간에 차이가 없었다.

Table 4. Chemical analysis of soil treated with soil microbial fertilizers.

Treatment	pH	OM	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	EC
	(1:5)	(g/kg)	(mg/kg)	- Exc.	Cations	cmol+/kg	-	(dS/m)
MPK+Husk+Palma	5.54	31.2	1453	1.05	8.32	6.81	1.31	12.5
Husk+Palma	5.62	38.6	3071	1.44	9.29	7.04	0.97	12.0
MPK+Compost	5.45	27.9	1052	0.50	9.25	5.34	0.88	10.9
BLCS cattle dropping	5.50	26.6	1232	1.16	10.64	8.56	1.39	18.9
Tomi	6.00	36.0	3087	1.72	9.71	10.08	0.74	16.2
Compost	5.20	23.0	981	0.70	9.37	5.94	1.00	14.9
L. S. D. 5%	NS	NS	1734	0.69	NS	NS	NS	NS

Table 5. The microbial properties of soil treated with soil microbial fertilizers (Unit:cfu/g soil).

Treatment	Total bacteria ($\times 10^6$)	Bacillus ($\times 10^5$)	Pseudo- monas ($\times 10^4$)	Actino- mycetes ($\times 10^6$)	Fungi ($\times 10^4$)	Yeast ($\times 10^4$)
MPK+Husk+Palma	112.6	100.6	0.6	16.0	354.5	3.23
Husk+Palma	128.4	91.9	7.3	9.9	585.0	3.43
MPK+Compost	12.9	10.3	12.5	2.0	27.0	7.90
BLCS cattle dropping	22.6	7.1	11.0	13.1	20.1	7.67
Tomi	143.8	89.7	5.3	37.8	1228.1	9.33
Compost	8.1	13.0	9.3	1.6	10.6	7.23
L. S. D. 5%	83.4	61.1	NS	11.1	815.0	NS
L. S. D. 1%	116.9	85.6		15.5		

抄 錄

몇가지 土壤微生物劑處理가 배추의 收量, 土壤과 植物體의 化學成分 및 微生物相에 미치는 影響을 調査하였다. BLCS cattle dropping을 除外한 모든 處理區에서 배추의 總重과 球重이 增加되었고, 특히 MPK+Husk+Palma가 배추의 收量增加에 가장 效果의이었다. 植物體의 化學成分을 調査한 結果, Compost에 비하여 Tomi에서 K와 Ca, Mg, Fe, Mn, 그리고 Zn의 含量이 매우 높았다. MPK+Husk+Palma에서 Mg와 Mn含量이 增加하였고, MPK+Compost에서는 K와 Mg 및 Na含量이 增加하였다. 土壤의 化學成分은 Tomi에서 K와 P의 含量이 높았고 Husk+Palma에서 P의 含量이 增加하였으나, 다른 處理區에서는 差異가 없었다. 土壤의 微生物相을 調査한 結果, 總細菌數는 Tomi에서 가장 높았고 Husk+Palma 및 MPK+Husk+Palma處理區에서도 높게 나타났다. Bacillus는 MPK+Husk+Palma에서 가장 높

았고 Husk+Palma와 Tomi에서도 매우 높았다. Actinomycetes와 fungi도 Tomi가 가장 높았으나, 다른 處理區 間에는 差異가 없었다.

추가주요어: 化學成分, 土壤 微生物相

引用文獻

Ae, O., T. Kubota, and H. Okuera. 1984. The abilities to form soil aggregation of phenolic compounds. *Japan Soil Sci. Plant Nut. Proc.* 30:37.

Akashi, A., I. Hasegawa, H. Kohato, and N. Yazaki. 1975. Studies on physiological substances of plant root (2). *Soil Sci. Plant Nut.* 46(5):64-66.

Harada, Y. and A. Inoko, 1975. *Soil Science. Plant Nutr.* 21:361-364.

Higuchi, H. and A. Kurihara. 1980. Studies of nitrogen fertilizer and kinds of organic material (5). *Soil Sci. Plant Nut.*

51(1):21-25.

Kobayashi, T. 1971. Effect of organic fertilizers on plant. *Soil and Microorganism* 13:156-160.

Kobayashi, T., M. Ashitatsu, and K. Nakajou. 1974. Effect of organic fertilizer treatment on quality of fruits. *Soil Sci. Plant Nut.* 45(7):93-98.

Kobayashi, T., M. Ashitatsu, and K. Nakajou. 1976. Effect of photosynthetic bacteria treatment on quality of fruits. *Soil Sci. Plant Nut.* 47(9):53-58.

Matsuguchi, T. 1986. The functions of microorganisms in rooting zone and plant's growth and development. *Japan J. Agric. Technol.* 41(10):313-317.

Matsuguchi, T. and K. Nitta. 1985. Effect of organic substances application on ecology of upland soil(12). *Japan Soil Sci. Plant Nut. Proc.* 31:147.

Mitchell, R. 1963. Addition of fungal cell wall components to soil for biological disease control. *Phytopathol.* 53:149-152.

Noguchi, K. 1992a. Organic fertilizers and soil microorganism(2). *Agriculture and Horticulture* 67(7):45-50.

Noguchi, K. 1992b. Organic fertilizers and soil microorganism(4). *Agriculture and Horticulture* 67(9):52-54.

Takeshita, Z., H. Katou, and T. Suzuki. 1977. Studies of soil microorganisms on crop rotational injury in greenhouse culture. *Soil and Microorganism* 19:205-211.