

메탄醱酵廢液의 肥料化에 關한 研究

III. 옥수수에 對한 廢液의 肥効試驗

林東圭* · 愼齊晟* · 崔斗會* · 朴永大**

Utilization of Liquid Waste from Methane Fermentation as a Source of Organic Fertilizer

III Effect of Liquid Waste from Methane Fermentation on Maize Yield.

Dong-Kyu Lim*, Jae-Sung Shin*, Du-Hoi Choi and Young-Dae Park**

SUMMARY

A liquid waste from methane fermentation was applied on Maize field to determine its effect and optimum application rate on the plant growth. A basal application of liquid waste increased a considerable amount of soil water resulting in an increase of germination. Fresh and dry yields of maize plant increased as the liquid waste application rate increased and same as plant growth. Nitrogen and phosphorus components in plant and soil showed the same tendency as the yields. The result indicates that the liquid waste is potentially useful source for a fertilizer and irrigation water.

緒 言

메탄가스는 農家에서 副産物로 生産되는 人糞, 家畜糞 및 벼짚등을 原料로 活用하여 嫌氣性醱酵過程을 거쳐 生産되므로 農村에 에너지를 供給할뿐 아니라 惡臭除去 및 各種 病原菌의 死滅에 依한 環境衛生이 改善되고 廢棄物의 合理的處理로 自然資源의 汚染防止等 有利한 點이 많다.^{3,4)}

메탄가스 醱酵後에 副産物로 生産되는 廢液은 大部分 液體狀態로 되어 있어 作物에 施用時 灌水效果를 期待할 수 있고 有機物等을 含有하고 있어 化學肥料 連用時 地力惡化를 防止하는 改良劑效果外에 肥料成分을 供給해 주는 點도 있다. 메탄廢液의 肥料成分은 投入材料의 種類 및 量, 外氣溫度等에 따라 差異가 있으나 대체로 有機物, 窒素, 磷酸 및 加里等 肥料成分이 있어 外國에서는 여러作物에 對한 施用效果가 認定되어 있

으며 메탄廢液單用 보다는 化學肥料에 添加해서 施用하는 것이 더 效果의이라고 한다.^{2,3,5)}

메탄醱酵後 多量의 水分과 若干의 肥料成分을 含有하고 있는 메탄廢液을 前報¹⁾에서는 混播 牧草地에 施用하여 그 肥効와 施用適量을 究明하였고, 本 試驗은 청에옥수수에 對하여 그 肥効와 施用適量을 究明 하고자 實施하였다.

材料 및 方法

供試 메탄醱酵廢液의 成分含量은 表1과 같으며 供試土壤의 理化學的 特性은 表2와 같다.

供試作物은 옥수수(水原 19號)이며, 試驗方法은 5月3日 耕耘하여 石灰中和量을 施用하고 5月10日 肥料, 廢液 및 물을 處理한 後 5月14日에 60 × 20 cm 栽植距離로 2粒을 點播하였다.

* 農業技術研究所 (Agricultural Sciences Institute, R. D. A. Suweon, Korea)

** 農村振興廳 熱帶農業官室 (International Technical Center, R. D. A. Suweon, Korea)

Table 1. Chemical composition of liquid waste from methane fermentation

pH	O. M	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Moisture
	%						
6.90	0.93	0.11	0.06	0.17	0.01	0.03	98.73

試驗區面積은 54 m² (6 m × 9 m)로 亂塊法 3 反覆로 配置하였다.

處理는 對照區(N : P₂O₅ : K₂O = 20 : 15 : 15 kg/10a), NPK+물 4 톤/10 a와 NPK에 廢液을 10 a當 各各 4

Table 2. Physico-chemical properties of the soil used

Texture	pH (1:5)	T-N (%)	O. M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-cations (me / 100 g)			C. E. C (me / 100 g)
					Ca	Mg	K	
Loam	5.11	0.21	0.78	208	1.60	0.37	0.58	9.80

톤, 8톤, 12톤 施用하여 5 處理를 하였다.

肥種은 尿素, 過石 및 鹽化加里이며 分施比率은 窒素는 基肥 60%, 追肥 40% (4~5 葉期), 磷酸, 加里, 물 및 廢液은 全量基肥로 施用 하였다.

供試 메탄廢液의 成分分析은 國立農業資材檢査所의 肥料檢査要領⁸⁾에 準하였고 植物體 및 土壤分析은 農業技術研究所 標準法¹⁾에 準하여 實施 하였다.

結果 및 考察

옥수수의 生育狀況은 表3과 같이 全 生育期間을 通해 NPK區 보다 NPK에 물 및 廢液施用區가 良好 하였으며 廢液施用間에는 廢液의 施用量이 많아질수록 草長 및 稈長이 커지는 傾向이었다.

NPK區보다 NPK에 물 및 廢液을 處理한 區가 生

Table 3. Growth status of maize plant at different growing periods

Treatment	Days after sowing		Harvesting stage (Aug. 16 th)
	43 (June 26 th)	73 (July 26 th)	
	Plant height (cm)	Culm height (m)	Culm height (m)
NPK (20-15-15 kg/10a)	85.5	2.40	2.45
" + Water 4ton/10a	88.3	2.47	2.48
" + Liquid waste 4ton/10a	94.0	2.47	2.50
" + " 8ton/10a	95.1	2.48	2.53
" + " 12ton/10a	96.6	2.50	2.55

Table 4. Maize yields of leaf and grain at harvesting stage

Treatment	Fresh yields (kg / 10 a)			Dry yields (kg / 10 a)			
	Leaf + Culm	Grain head	Total (Index)	Leaf + Culm	Grain head	Total (Index)	
NPK (20-15-15 kg/10a)	4.395	1.983	6.378(100)	1.089	499	1.588(100)	
" + Water 4ton/10a	4.601	2.107	6.708(105)	1.338	630	1.968(124)	
" + Liquid waster 4ton/10a	4.849	2.126	6.975(109)	1.385	640	2.025(128)	
" + " 8ton/10a	5.062	2.221	7.283(114)	1.602	676	2.278(143)	
" + " 12ton/10a	5.385	2.265	7.650(120)	1.612	690	2.302(145)	
LSD	5%	838.5	206.3	948.3	321.6	47.2	328.9
	1%	1.219.9	300.2	1.379.7	467.9	68.2	478.5
C V	%	9.2	5.1	7.2	12.2	4.0	8.6

育이 良好한 것은 播種當時 旱魃이 겹쳐서 水分供給에 依한 發芽率 增加와 初期生育 促進에 起因된 것 같다.

옥수수의 青刈收量(表 4)은 生育狀況과 같은 傾向으로 물 施用區 보다 廢液施用區가, 廢液施用間에는 施用量이 增加 할수록 顯著히 增收 되었다. 廢液施用區가 물 施用區 보다 增收된 것은 廢液中の 肥料成分에 依해 增收된 것으로 볼 수 있다.

메탄廢液中的 窒素濃度(表 1)를 0.1%로 보면 10 a 當 廢液 4 톤, 8 톤, 12 톤을 施用할 境遇 窒素로 各各 4 kg, 8 kg, 12 kg 施用한 셈이 된다.

옥수수 生草重은 물 4 톤 施用區가 NPK區에 比하여 5% 增收하여 물의 施用效果가 큰 것을 알 수 있으며, 廢液 4 톤區는 물 4 톤 施用區 보다 4% 더 增收하여 同一한 量의 물을 廢液으로 代替해도 그 效果가 있었으며 廢液 12 톤 施用時 NPK區에 比해 무려 20% 增收 되었다.

乾草重도 處理間에 生草重과 같은 傾向이나 NPK區에 比해 물 4 톤 및 廢液 4 톤 施用區는 24%, 28%로 各各 增收 되어 물을 代替한 廢液의 效果는 生草重과

같은 4% 이었으나 NPK區에 比해 무게가 크게 增加된 것을 알 수 있으며 廢液 8 톤과 12 톤은 그 差가 2%로 乾物重은 8 톤 以上 施用時 크게 增加 되지 않음을 알 수 있었다.

정등⁹⁾ 및 中共³⁾에서도 옥수수 메탄醱酵廢液의 肥效試驗에서 메탄廢液施用區가 對照區에 比해 增收 되었다고 報告 하였다.

옥수수의 植物體중 窒素, 磷酸 및 加里含量은 表 5와 같다.

植物體의 窒素 및 磷酸含量은 收量과 같은 傾向으로 收량이 增收된 區에서 含量도 높았으며 處理間에 窒素含量은 差가 뚜렷하였으나 磷酸含量은 그 差가 적었다. 加里含量은 處理間에 一定한 傾向을 찾을 수 없었다.

土壤中的 無機成分含量(表 6)은 옥수수 植物體의 成分含量과 같은 傾向이었으며, 물 및 廢液을 處理 함으로써 土壤中的 窒素 및 磷酸含量이 뚜렷히 增加 되었다.

옥수수의 收量에 미치는 植物體 및 土壤成分含量을 고려해 볼때 灌水보다 廢液處理가 더 效果的 이었으며

Table 5. N.P.K nutrients components of maize at the different growing periods

Treatment	Days after sowing						Harvesting stage		
	43 (June 26 th)			73 (July 26 th)			(August 16 th)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NPK (20-15-15 kg/10a)	2.40*	0.47	3.50	2.53	0.61	2.41	2.31	0.67	2.34
	(2.15)**	(0.43)	(4.07)	(1.11)	(0.27)	(2.11)	(0.47)	(0.27)	(1.86)
NPK+Water 4 ton/10a	2.50	0.50	3.53	2.56	0.63	2.86	2.34	0.88	2.48
	(2.22)	(0.46)	(4.75)	(1.16)	(0.32)	(2.59)	(0.53)	(0.41)	(1.97)
NPK + Liquid waste 4ton/10a	2.59	0.51	3.57	2.60	0.65	3.25	2.39	0.97	2.58
	(2.41)	(0.48)	(4.85)	(1.25)	(0.35)	(3.55)	(0.57)	(0.43)	(1.99)
" + " 8ton/10a	2.66	0.52	3.65	2.60	0.66	2.88	2.43	0.99	2.75
	(2.47)	(0.49)	(4.97)	(1.27)	(0.36)	(2.48)	(0.62)	(0.47)	(1.93)
" + " 12ton/10a	2.67	0.52	4.13	2.68	0.68	3.35	2.45	1.00	2.85
	(2.50)	(0.50)	(5.98)	(1.28)	(0.39)	(3.64)	(0.64)	(0.48)	(2.24)

* Leaf ** Culm

Table 6. N.P.K contents in soil at the different growing periods

Treatment	Days after sowing						Harvesting stage		
	43 (June 26 th)			73 (July 26 th)			(August 16 th)		
	N	Av. P ₂ O ₅	K ₂ O	N	Av. P ₂ O ₅	K ₂ O	N	Av. P ₂ O ₅	K ₂ O
	(%)	(ppm)	(me/100g)	(%)	(ppm)	(me/100g)	(%)	(ppm)	(me/100g)
NPK (20-15-15 kg/10a)	0.25	67	1.45	0.21	226	1.50	0.22	287	1.50
NPK+Water 4 ton/10a	0.30	121	1.00	0.28	297	1.46	0.28	371	1.35
NPK+Liquid waste 4 ton/10a	0.34	172	1.13	0.34	341	1.47	0.34	416	1.28
" + " 8ton/10a	0.39	212	1.14	0.40	398	1.07	0.39	437	1.24
" + " 12ton/10a	0.42	262	1.17	0.44	452	1.20	0.46	481	1.28

廢液中의 窒素 및 磷酸成分이 土壤中の 窒素 및 磷酸含量을 增加 시켰으나 植物體에 吸收된 成分含量을 볼 때 窒素成分이 磷酸成分 보다 더 重要한 因子로 作用하여 收量을 增加시킨 것으로 나타났으며 加里成分은 큰 影響을 주지 못한것 같다.

따라서 옥수수의 收量을 增收 시킨 것은 廢液中의 磷酸成分 보다는 窒素成分含量에 더 影響하였을것으로 믿어진다.

허등⁷⁾ 및 서등¹⁰⁾은 NPK에 廢液을 함께 施用함으로써 試驗後 土壤中の 窒素含量이 NPK 施用區 보다 약간 높았다고 하였으며 한등⁶⁾도 磷酸과 加里施用效果는 나타나지 않았다고 하였다.

옥수수에 對한 메탄醱酵廢液의 施用效果는 播種時期에 一般的으로 早越이 每年 겹치게 되므로 廢液을 基肥로 施用할 境遇 廢液의 물 및 肥料成分의 添加에 依해 發芽率이 增加 되어 生育을 良好하게 하는 效果가 있었으며 옥수수의 初期 生育의 良好는 全 生育期間을 通하여 相當히 重要한 役割을 하여 後期까지 그 影響을 미친 것으로 나타났으며 廢液을 追肥로 施用할 때는 全面散布가 困難하고 幼植物이 자라고 있는 畝 사이 에 施用 하여야 하나 施用하는데 努力이 많이 들고 多量施用을 할 수 없으므로 메탄廢液을 多量으로 施用할 때는 基肥로 施用하는 것이 바람직할 것으로 思料된다.

지금까지 여러作物에 對한 메탄廢液의 肥效試驗成績을 綜合的으로 檢討해 보면 메탄廢液은 有機物과 窒素成分이 있어 栽培期間이 긴 作物에 有用하며 施肥方法은 메탄廢液을 單用으로 施用하는 것 보다는 메탄廢液에 PK를 補正해 주는 것이 좋았고 그 보다는 NPK, 三要素에 메탄廢液을 함께 施用하는 것이 가장 바람직한 것으로 나타났다.

그러므로 메탄廢液을 作物에 施用할 때에는 NPK에 適量의 메탄廢液을 함께 施用하여 初期에는 메탄廢液의 水分供給 및 發芽促進效果와 化學肥料의 初期 生育促進效果를 期待하고 後期에는 메탄廢液中の 有機物과 窒素成分等 肥料成分이 作物에 供給되는 方向으로 나아가는 것이 좋을 것으로 思料된다.

摘 要

메탄醱酵廢液의 肥效와 그 施用量을 究明하기 위하여 靑洲옥수수(水原 19 號)를 供試하여 廢液을 施肥로 施用한 結果는 다음과 같다.

가. 廢液施用으로 水分供給이 원활해져 發芽에 效果

가 있었다.

나. 옥수수의 收量(生草重, 乾草重)은 NPK + 廢液 12 톤區 > NPK + 廢液 8 톤區 > NPK + 廢液 4 톤區 > NPK + 물 4 톤區 > NPK 區 順으로 增收 하였으며 生育狀況도 같은 傾向이었다.

다. 옥수수의 植物體 및 土壤中の 窒素 및 磷酸含量은 收量과 같은 傾向이었으며 加里含量은 一定한 傾向이 없었다.

라. 메탄廢液은 肥料 및 灌溉用水로 活用이 可能한 것으로 判斷되었다.

引 用 文 獻

1. 農業技術研究所. 1978. 土壤化學分析法.
2. Alternative Sources of Energy for Agriculture. 1984. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. 18-36.
3. Biogas Technology. 1983. The Asian-Pacific Regional Biogas Research-Training Center Cheng du, China; 156-160.
4. Biogas Technology; An Information Package. 1985. Tata Energy Documentation and Information Center; 1-4, 62-63.
5. China; Azolla Propagation and Small-Scale Biogas Technology. 1978. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 61-63.
6. 한정대, 한홍진, 이종열. 1977. 메탄가스페액 이용시험. 축시시험연구보고서 : 712 ~ 719.
7. 허일봉, 심준우. 1977. 메탄가스페액의 비료화시험. 농기연 시험연구보고서 : 79 ~ 92.
8. 국립농업자재검사소. 1980. 비료검사요령.
9. 정연규, 이종열. 1980. 청에옥수수에 대한 메탄발효페액의 비료효과. 축시 시험연구보고서 : 533 ~ 536.
10. 서효덕, 정주호, 박상근. 1980. 폐소에 대한 메탄가스페액의 시비효과시험. 원시시험연구보고서 : 143 ~ 150.
11. 愼齊晟 朴東圭, 金正甲, 朴永大. 1986. 메탄醱酵廢液의 關한 研究. I. 牧草에 對한 廢液의 肥效試驗. 韓土肥誌(19-2) : 133 ~ 137.