

## 돈분뇨 발효액을 이용한 녹색꽃양배추 및 양미나리 관비재배 실용화 연구

김원배\* · 배원호 · 장석우 · 권영기 · 허권<sup>1)</sup> · 임상철<sup>2)</sup>  
고령지농업시험장, <sup>1)</sup>강원대학교 자원식물학과, <sup>2)</sup>상지대학교 자원식물학과

## A Study on the Fertigation of Swine Liquid Manure for Broccoli and Celery Western Vegetables

Won-Bae Kim\*, Won-Ho Bae, Suk-Woo Jang, Young-Gi Kwon,  
Kweon Heo<sup>1)</sup>, and Sang-Cheol Lim<sup>2)</sup>

Nat' l Alpine Agri. Exp. Station, RDA, Pyongchang 232-955, Korea

<sup>1)</sup>Division of Applied Plant Sciences, Kangwon University, Chunchon 200-701, Korea

<sup>2)</sup>Dept. of Botanic Resources, Sangji Univ, Wonju 220-702, Korea

### ABSTRACT

This study was carried out to optimize the fertigation method using fermented swine liquid manure for the growth of two western vegetables, broccoli and celery. Plants were grown in a rain-shelter house and fertilized with a range of dilutions (efflux 5 dilution=Ef. 5, efflux 10 dilution=Ef. 10, efflux 25 dilution=Ef. 25, and efflux 50 dilution= Ef. 50) of the liquid manure or with conventional application of N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 200 : 70 : 500kg/ha for broccoli, 250 : 210 : 240 kg/ha for celery as controls. After harvest, soil pH and K content decreased after using a high concentration of the liquid manure, Ef. 5, than after treatment with weaker concentrations at Ef. 25 and Ef. 50. On the other hand, soil electrical conductivity, content of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, organic matter, total nitrogen, and NO<sub>3</sub>-N at Ef. 5 increased as concentration of swine liquid manure increased. After harvest, available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in plant tissue did not differ significantly between any of the treatments. In broccoli, the lower concentration (Ef. 50) of swine liquid manure increased flowering over the other treatments, perhaps because the level of absorption into the plants is higher with lower concentration. The amounts of K and Ca in plant tissue were greatest after Ef. 25 and Ef. 50 treatments. Plant growth was best at Ef. 50 in broccoli, head height, head width, and head weight were the best with Ef. 25 and Ef. 50 treatments after harvest. In celery, leaf length was greater after Ef. 25 and Ef. 50 treatments than any other treatments. Total yield of celery of Ef. 25 and Ef. 50 treatments was twice that of conventional cultivation. On the other hand, yield severely decreased after application of high-concentration treatment at Ef. 5. In conclusion, fertigation of swine liquid manure, diluted in the range of Ef. 25 to Ef. 50, could improve yield and quality in broccoli and celery.

**Key words** : plant tissue, head weight

## 서 언

식생활 소비형태가 곡류에서 채소류, 육류 등으로 다양해지는 가운데 육류소비가 1988년 715,972 M/T에서 1998년 1,306,624 M/T으로 10년간 82 %나 증가하였고, 가축사육이 대규모화됨으로 인해 가축사육두수도 증가하였다. 가축의 사육두수가 증가함에 따라 분뇨발생량이 증가되어, 토양 및 수질오염에 대한 문제가 심각하게 대두되고 있다. 연간 가축분뇨발생량은 34,904천톤으로 이중 돈분뇨가 32%를 차지하고 있다. 한편 가축분뇨 처리는 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 주로 퇴비 등의 유기물과 함께 쌓아 부숙시켜 주로 작물의 유기질비료로 사용되어 왔다. 가축분뇨의 비료 대체율을 살펴본 것을 보면 질소가 63%, 인산 104%, 그리고 칼리는 95%를 대체할 수 있다고 알려져 있다(정, 1994). 가축분뇨를 친환경적으로 처리하기 위하여 가장 적절한 방법은 비료화하는 것이며, 주로 지금까지는 퇴비화하여 이용되었다. 그러나 고형물 퇴비화는 장거리 이송에 매우 효과적인 반면에 퇴비화 과정에서 많은 양의 질소 손실을 야기시켰다. 특히 소 사육농가보다 돼지 사육농가에서 더 큰 문제점인 수분 95% 이상인 액상분뇨를 퇴비화 하는데에는 과도한 부재료를 사용하는 문제점이 있다. 이로 인한 처리비용 상승은 물론 부재료로 인한 C/N을 과다로 퇴비가 부숙되지 않고, 생산된 퇴비의 품질도 낮아지는 어려움이 있다. 따라서 이와는 달리 가축분뇨를 액상으로 처리, 이용할 경우 부재료 구입으로 인한 경영 손실을 최소화

할 수 있을 뿐만 아니라, 부수적으로 대체연료를 생산할 수 있고, 분뇨 처리비용이 고형물 퇴비화보다 크게 절감될 수 있다(박, 1999). 환경농업이 대두되고 있는 시점에서 다비성이면서 생육기간이 짧은 양채류인 녹색꽃양배추와 양미나리의 효율적인 생산을 위해 가축분뇨의 비료화의 가능성을 검토하였다. 또한 가축분뇨를 관비로 공급하면서 각 작물의 생산성에 미치는 영향을 검토하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용된 공시재료는 녹색꽃양배추 (*Brassica oleracea* L.)는 하이쯔, 양미나리 (*Apium graveolens* L.)는 유타 품종을 이용하였고, 시험장소는 강원도 평창군 도암면 황계리 고령지농업시험장(해발 800m) 포장을 이용하였다. 녹색꽃양배추는 99년 5월 18일 파종하고, 30일간 육묘하여 6월 17일 60×40 cm 2조식으로 정식하였고, 8월 17일 수확하였다. 양미나리는 99년 4월 29일 파종하고, 50일간 육묘하여 6월 17일 재식거리 30×40 cm 3조식으로 정식하였고, 8월 17일 수확하였다. 대조구는 표준시비를 하였으며, 표준시비량은 양미나리가 200-70-500(N-P-K, kg/ha), 녹색꽃양배추가 250-210-240(N-P-K, kg/ha)이었다. 본 시험에 이용한 액상분뇨는 고온호기성 발효기(TAO, 상지대학교)를 이용하여 제조된 원액을 이용하였다. 양돈분뇨 발효처리 액상물은 1/5(Ef. 5), 1/10(Ef. 10), 1/25(Ef. 25), 1/50(Ef. 50)배로 희석하여 관수하였다. 시험구 배치는 작물에 따라 처리구별로 난괴법 3반복하였다. 관비량은 하루

Table 1. Chemical components of soil before cultivating.

pH	E.C (mS/cm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	O.M. (%)	NH <sub>4</sub> -N (mg/kg)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	Ex. cation(mg/kg)	
						Ca	K
4.82	0.07	1354.8	2.91	13.5	107.3	121.4	33.6
~	~	~	~	~	~	~	~
5.84	0.33	2074.8	3.43	59.2	320.0	184.4	70.8

Table 2. Chemical components of swine liquid manure<sup>z</sup>.

O.M (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Ex. cation	
			Ca(mg/l)	K(mg/l)
2,935	3,515	1,878	2,745	1,596

<sup>z</sup>Thermo-philic Aerobic Oxidation : TAO, Invention of Sangji univ.

에 주당 0.6 l 씩 관비하였다. 녹색꽃양배추의 조사 항목은 주중, 엽장, 엽폭, 초장, 화뢰중, 화뢰고 및 화뢰경을, 양미나리는 경장, 엽폭, 경수 및 주중을 조사하였다. 식물체 성분분석을 위하여 녹색꽃양배추는 정식 후 50일에 수확하였고, 양미나리는 정식 후 41일, 51일 및 61일에 수확하여 각각 조사하였다. 전질소(T-N)는 Kjeldahl법으로 분석하였다, 토양분석시료는 정식 전과, 수확 후 토양을 채취하였고, 토양산도, 전기전도도, 유기물함량, 유효인산, 전질소, NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N 정량, K 및 Ca 정량을 분석하였다(농촌진흥청, 1988). 작물을 재배하기 전 토양의 이화학적 특성은 표 1에, 돈분액비는 양돈분뇨 발효처리 액상물로서 성분은 표 2에 나타냈다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 녹색꽃양배추 및 양미나리 재배 후 토양의 이화학

#### 적 특성

녹색꽃양배추 재배후 토양에서의 pH는 표 3에서 보는 것처럼 처리구간에 큰 차이를 보이지는 않았으나 대조구와 Ef. 5 처리구에서는 낮았다. 유기물은 액비농도가 진한 Ef. 5처리구에서 높았고, 화학비료 처리구인 대조구에서는 유기물함량이 낮았다. 윈 등(1999)이 돈분액비시용이 토양의 유기물축적 효과가 높았다는 보고와 일치하였다. 전기전도도는 관행구와 Ef. 5 처리구에서 가장 높았으나, 액비 농도가 낮은 Ef. 50 처리구에서는 낮았다. 인산은 관행구가 액비처리구보다 낮았다. 액비농도가 떨어짐에 따라 낮아지는 경향이였다. 그러나 윈 등(1999)이 보고한 액비시용구보다 화학비료처리구에서 높았다는 보고와는 상반되었다. 암모니아태 질소량은 고농도 액비시용구인 Ef. 5처리구에서 가장 많았으며, 액비농도가 낮아짐에 따라 적었고 대조구에서 가장 많았다. 질산태질소량은 Ef. 50 처리구에서 가장 적었으

Table 3. Chemical properties of soil after broccoli and celery harvesting according to different concentration of swine liquid manure.

Treatment	pH	EC (uS/cm)	O.M (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	NH <sub>4</sub> -N (mmol/kg)	NO <sub>3</sub> -N (mmol/kg)	Ex.cation (cmol/kg)	
							Ca	K
Broccoli								
Control <sup>z</sup>	5.51	0.119	0.89	710.6	3.09	1.75	9.92	1.46
Ef. 5	5.25	0.125	1.50	1243.6	1.17	4.80	9.92	1.20
Ef. 10	5.90	0.085	1.10	894.6	0.92	2.32	8.56	1.56
Ef. 25	5.94	0.066	0.88	710.6	0.65	0.83	8.44	1.48
Ef. 50	5.90	0.069	0.85	846.3	0.79	0.63	9.28	1.67
Celery								
Control <sup>y</sup>	5.42	0.300	0.67	826.8	2.39	10.3	9.92	1.55
Ef. 5	5.34	0.370	1.40	967.4	0.54	1.52	9.92	1.22
Ef. 10	5.54	0.123	1.01	927.0	0.74	5.33	8.56	1.53
Ef. 25	5.84	0.548	0.97	784.6	0.35	1.14	8.44	1.16
Ef. 50	5.78	0.599	0.81	709.4	0.89	0.75	9.28	2.03

<sup>z</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 200 : 70 : 500 kg/ha,

<sup>y</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 250 : 210 : 240 kg/ha

Table 4. Contents of mineral nutrients of broccoli harvested according to different concentration of swine liquid manure.

Treatment	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)	CaO(%)
Control <sup>2</sup>	2.68	0.01	1.23	0.73
Ef. 5	2.93	0.01	1.40	1.14
Ef. 10	2.80	0.01	1.44	1.69
Ef. 25	2.79	0.04	1.45	0.61
Ef. 50	2.78	0.11	1.55	0.58

<sup>2</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 200 : 70 : 500kg/ha

Table 5. Contents of mineral nutrients of celery harvested according to different concentration of swine liquid manure.

Treatment	T-N(%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K <sub>2</sub> O(%)		CaO(%)	
	41 days <sup>z</sup>	61 days	41 days	61 days	41 days	61 days	41 days	61 days
Control <sup>y</sup>	0.10	0.01	3.19	0.70	1.35	1.88	0.92	0.82
Ef. 5	0.10	0.36	0.44	0.95	1.54	1.71	1.12	1.19
Ef. 10	0.10	0.31	2.45	1.44	1.39	1.96	0.91	1.17
Ef. 25	0.10	0.30	2.67	1.40	1.31	2.10	0.67	1.30
Ef. 50	0.10	0.31	3.26	3.66	1.18	1.98	0.80	1.17

<sup>z</sup>Days after transplanting

<sup>y</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 250 : 210 : 240 kg/ha

며, 액비농도가 높아짐에 따라 많아졌다. 주 등(1990)과 육 등(1999)은 액비시용량이 많을수록, 그리고 액비농도가 높을수록 질소량이 증가되었다고 한 것과 같은 경향이였다. 칼륨의 경우 액비농도가 낮아짐에 따라 높아지는 경향이였으며, 칼륨은 Ef. 50 처리구에서 가장 높았다.

양미나리는 수확 후 토양의 pH는 Ef. 5에서 가장 낮았으며, Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 높았다. 전기 전도도는 Ef. 5에서 가장 높았고, 이는 안과 이(1991)가 양액의 농도가 높은 처리구에서 전기전도도가 높아진다고 한 것과 같은 경향이였다. 유기물 함량은 액비처리구가 대조구에 비교하여 높았으며, 액비농도가 짙은 Ef. 5 처리구에서 가장 많았다. 유효인산은 Ef. 5 처리구에서 높았으며, 처리농도가 낮아짐에 따라 낮아진 것으로 나타났다. 암모니아태 질소와 질산태질소는 액비농도간에 일정한 경향은 없었으나 공히 관행구에서 높은 경향이였다. 양이온 치환용량은 처리구간 유의성이 없었다.

## 2. 수확 식물체의 화학적 특성

수확후 녹색꽃양배추의 식물체의 화학적 특성은

표4와 같이 나타났다. 식물체내 총 질소는 액비농도가 진해짐에 따라 식물체내의 농도도 증가되었고, 원 등(1999)이 보고한 퇴비 시용량의 증가에 따라 식물체내의 양분이 증가하였다는 보고와 같은 결과를 보였다. 인산의 경우는 액비농도가 낮아짐에 따라 식물체내 흡수정도가 높았다.

Adams 와 Winsor(1973)와 Adams 와 Grimmett (1986)는 토마토의 생육초기에 칼륨흡수는 질소농도와 거의 동등한 양이었으나, 과일 비대기에는 질소의 약 2.5배를 흡수한다고 보고하였고, 정 등(1992)은 양액중에서 질소, 칼륨량은 개화에 영향을 미친다고 하였다. 녹색꽃양배추의 식물체내 칼륨은 수확기 화퇴형성으로 인해서 Ef. 50 처리구에서 가장 많았던 것으로 여겨진다.

양미나리는 식물체내 총 질소는 정식후 41일 후 조사에서는 처리구간 차이가 거의 없었으나, 수확시기인 정식후 61일 조사에서는 증가하는 것으로 나타났다. 액비농도가 높을수록 높은 것으로 나타났다. 이것은 이 등(1998)이 양액과 질산태 질소의 농도를 달리하여 미나리 수경 재배하였을 때에 일정 범위 내에서 농도가 증가할수록 식물체내의 질산태 질소

Table 6. Effect of different concentration of swine liquid manure on the growth of broccoli in alpine area.

Treatment	41 days <sup>2</sup>			51 days			61 days		
	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Plant height (cm)
Broccoli									
Control <sup>1</sup>	49.0 bx	19.3 b	18.5 b	54.0 a	22.4 a	26.1 a	54.1 a	19.1 b	27.4 b
Ef. 5	51.6 ab	21.8 a	19.5 ab	47.8 c	21.1 b	25.3 a	51.3 c	21.3 a	29.9 ab
Ef. 10	49.9 b	22.1 a	21.6 a	47.4 c	19.5 b	25.6 a	51.9 bc	21.2 a	30.4 ab
Ef. 25	49.7 b	20.8 ab	20.1 a	52.7 b	22.3 a	25.0 a	52.9 b	22.6 a	33.3 a
Ef. 50	54.0 a	22.3 a	20.1 a	52.1 b	22.7 a	25.4 a	53.6 ab	22.5 a	31.1 ab
Celery									
Control <sup>1</sup>	23.6 c	12.2 c	8.5 b	35.5 c	16.1 b	11.1 b	47.8 d	17.9 b	12.2 b
Ef. 5	38.2 a	19.1 a	10.1 ab	47.3 b	19.6 b	12.1 ab	54.7 c	21.3 ab	13.2 a
Ef. 10	39.2 a	19.5 a	10.1 ab	48.0 b	23.6 a	11.5 ab	64.1 b	24.3 a	13.2 a
Ef. 25	35.4 b	21.9 a	10.5 ab	52.9 a	24.1 a	13.2 a	62.8 b	24.0 a	13.4 a
Ef. 50	34.5 b	20.0 a	11.8 a	56.3 a	24.9 a	12.1 ab	67.1 a	26.1 a	13.5 a

<sup>2</sup>Days after transplanting

<sup>1</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 200 : 70 : 500kg/ha,

wN : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 250 : 210 : 240 kg/ha

<sup>3</sup>Mean separation within columns by Duncun's multiple range test, 5% level

의 양이 증가하였다는 보고와 같은 경향이였다. 표 5에서 보는 것과 같이 인산은 저농도인 Ef. 50 처리구에서 높았으나 다른 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 칼슘, 칼륨은 생육중반기 보다는 생육 후반기에 증가하는 경향이였다. 이 와 이(1991)가 보고한 미나리에서 칼슘, 칼륨은 생육전기에 비해서 후기에 감소하였다는 것과는 상반되었다.

### 3. 생육특성 및 수량성

녹색꽃양배추는 엽장, 엽폭 및 초장에서 정식 후 생육일수별 처리구별 큰 차이는 나타나지 않았으나, Ef. 50 처리구에서 생육이 가장 좋았다(표 6). 이것은 정 등(1992)이 보고한 토마토 수경재배에서 질소와 칼륨의 적정 농도까지는 초장, 엽면적, 건물중에서는 증가하는 것으로 나타났으나, 과잉시에는 감소되었다는 보고와 비슷하였다. 양미나리의 경우 엽장은 정식 후 41일 후 조사에서 고농도 처리인 Ef. 5와 Ef. 10 처리구가 큰 것으로 나타났으나, 생육이 진전함에 따라 정식후 51일과 61일 조사에서는 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 증가하는 경향이였다. 이것은 액비시

용으로 양분이 점차적으로 축적되어 초기에는 고농도인 Ef. 5, Ef. 10 처리구에서 생육이 좋았으나, 후기에는 오히려 암모니아태 질소의 과잉으로 생육을 저해하는 것으로 생각되었다.

녹색꽃양배추의 화퇴고, 화퇴폭 및 화퇴중은 관행구와 비교하였을 때, Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 각각 352g, 355g으로 약 2배 증수되었다(표 7). Iwada(1983)가 보고한 양배추에서 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 증가함에 따라 수량이 크게 감소되었다는 것과 같은 경향으로 판단되며, Ef. 5 처리구에서 NH<sub>4</sub>-N의 토양중 잔존량이 많아서 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 집적에 의한 수량감소로 추정되었다. 양미나리의 수량에서도 같은 경향으로 관행구에 비해서 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 약 2.4배 증수되었다(표 8).

박과 신(1993)은 질산태 질소와 암모니아태 질소 중 암모니아태 질소를 단용한 양액재배에서 생육이 불량하였다고 하였고, 이 와 이(1991)는 미나리를 암모니아태 질소와 질산태 질소를 여러 비율로 처리하여 양액재배할 때 초장, 엽폭, 생체중이 암모니아태 질소의 비율이 높은 처리구에서 좁아지거나 가벼워

Table 7. Effect of different concentration of swine liquid manure on the yield of broccoli.

Treatment	Flower bud height(cm)	Flower bud width(cm)	Flower bud wt.(g)	%
Control <sup>2</sup>	9.6	10.8	165 c <sup>2</sup>	100
Ef. 5	13.8	14.8	300 b	182
Ef. 10	15.0	14.8	329 a	200
Ef. 25	14.9	15.4	352 a	214
Ef. 50	14.8	15.3	355 a	216

<sup>2</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 250 : 210 : 240 kg/ha

<sup>3</sup>Mean separation within columns by Duncun' s multiple range test, 5% level

Table 8. Effect of different concentration of swine liquid manure on the yield of celery..

Treatment	41 days <sup>2</sup>		61 days	
	Fresh wt. per plant(g)	%	Fresh wt. per plant(g)	%
Control <sup>2</sup>	35 c <sup>2</sup>	100	264 c	100
Ef. 5	128 b	368	396 c	150
Ef. 10	110 b	314	573 ab	217
Ef. 25	157 a	451	629 a	239
Ef. 50	159 a	456	624 a	237

<sup>2</sup>Days after transplanting

<sup>3</sup>N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 250 : 210 : 240 kg/ha

<sup>4</sup>Mean separation within columns by Duncun' s multiple range test, 5% level

졌고, 암모니아태 질소의 단용구에서는 처리 7주 후에 98%가 고사하였다고 하였다. 고농도 처리인 Ef. 5와 Ef. 10 처리구에서도 암모니아태 질소의 과다로 인해서 토양 중의 pH가 낮아짐에 따라 토양중의 수소가 뿌리로의 양분 흡수를 저해하여 생육이 좋지 않은 것으로 판단되었다. 반면 저농도인 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 토양의 pH는 높은 것으로 나타났으며, 질소도 적절하게 공급되어 양미나리의 생육도 좋은 것으로 나타났다.

이상의 결과 양미나리와 녹색꽃양배추의 관비재배시 발효돈분 원액을 25~50배로 희석 처리하는 것이 가장 효과적이었음을 알 수 있었다. 또한 토양의 물리성, 이화학성, 및 식물생육에 따라 농도를 다르게 액비를 희석하여 토양의 염류집적을 막는 적정농도 구명도 필요하리라 생각된다.

## 적 요

돈분뇨 발효액을 이용하여 녹색꽃양배추, 양미나리 관비재배 효과를 검정하고 이때의 적정 액비농도를 구명하고자 돈분뇨 발효액을 5, 10, 25 그리고 50 배 희석(Ef. 5, Ef. 10, Ef. 25, Ef. 50)하여 시험한 결과는 다음과 같다. 작물 재배 후 토양분석결과 두 작물 공히 산도 및 칼륨은 액비농도가 진한 Ef. 5 처리구에서 낮았으나, Ef. 25, Ef. 50 처리구에서는 높았다. 반면 전기전도도, 인산, 유기물함량, 그리고 질산태 질소는 액비농도가 낮은 Ef. 50 처리구에서 낮았으며, Ef. 5 처리구에서는 높아지는 경향이였다. 식물체분석은 두작물 공히 총 질소는 액비농도가 진해짐에 따라 식물체내의 농도가 증가되었다. 유효 인산은 처리구에 관계없이 큰 차이가 없었다. 생육과 수량을 살펴보면 녹색꽃양배추의 경우 엽장, 엽폭 및 초장은 Ef. 50에서 생육이 가장 좋았다. 화퇴고와 화퇴폭은 액비농도가 낮은 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서

큰 것으로 나타났으며, 화퇴중 또한 무거웠다. 양미나리는 엽장에서 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 컸으며, 수량은 관행대비 Ef. 25와 Ef. 50 처리구에서 각각 2배 증수되었으나, 고농도 처리인 Ef. 5에서 큰 폭으로 감소되었다. 이상의 결과 녹색꽃양배추 및 양미나리의 관비재배시 발효돈분뇨의 희석농도는 25~50배가 적절한 것으로 나타났다.

### 사사

본 연구는 농림부 1998년도 농림기술개발 연구과제비(과제관리번호:197043-3)에 의하여 수행된 연구 결과의 일부임.

### 인용문헌

Adams, P. and W. Winsor. 1973. The effects of nitrogen, potassium, and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-stress tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 48: 123-133.

Adams, P. and M. M. Grimmett. 1986. Some responses of tomatoes to the concentration of potassium in recirculating nutrient solution. Acta Hort. 178: 29-35.

Iwada, M. 1983. Effects of nitrogen sources and nitrogen-supplied period on the growth yield and quality of vegetable crops. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24(4): 265-275.

농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법

박권우, 신영주. 1993. 養液內 NO3-N과 NH4+-N의 比率이 韮菜 ( 菜 Brassica chinensis L. var.

rosularis)의 生育에 미치는 影響. 韓園誌 34(5): 320-329.

박백균. 1999. 가축분뇨 액비 활용기술. 양돈 pp. 55-84.

안우영, 이병일. 1991. 미나리의 水耕栽培體系 開發에 관한 基礎研究 II. 양액중의 多量要素組成. 韓園誌 32(4): 425-433.

원향연, 권장식, 서장선, 최우영. 1999. 돈분퇴비의 사용이 배추재배지 토양의 미생물상 및 화학성에 미치는 영향. 韓土肥誌 32(1): 76-83.

육완방, 최기준, 안승현, 이종갑. 1999. 액상발효우분의 사용시기와 사용량이 호밀경작지 토양의 NO3- 함량에 미치는 영향. 韓草誌 19(2): 141-146.

이응호, 이병일. 1991. 미나리의 水耕栽培體系 開發에 관한 基礎研究 I. 養液條件이 無機養分 吸收와 生育에 미치는 影響. 韓園誌 32(1): 29-42.

이응호, 이병일, 김기덕, 이재욱, 권영삼. 1998. 양액의 온도 및 pH에 따른 상추와 미나리의 NO3- 함량, 질산환원효소 및 글루타민합성효소의 활성. 韓園誌 39(2): 157-160.

정광용. 1994. 유기성산업폐기물의 농업적 이용. 유기농업의 현황 및 발전 방향에 관한 심포지엄 (농업과학기술원). pp. 203~229.

정순주, 서범석, 이범선. 1992. 수경재배 토마토의 생장과 발육에 미치는 질소와 칼리수준 및 상호작용에 관한 연구. 韓園誌33(3): 244-251.

주영희, 김성필, 우기대, 김이열, 박무원. 1990. 혐기 발효 폐액시용이 토양특성과 대맥, 대두생육에 미치는 영향. 韓土肥誌23(2): 99-105.

(접수일 2001. 1.31)

(수락일 2001.12.18)