

과제구분	기 본	수행시기		전반기	
중장기 code		RIMS code			
연구과제 및 세부과제명		연구분야 (code)	수행 기간	연구실	책임자
유기농업 토양 및 작물영양관리 연구		농산물안전성 LS0902	'03~'08	경기도원 환경농업연구과	원태진
1) 식물성유박의 양분공급능 평가 시험		농산물안전성 LS0902	'07~'08	경기도원 환경농업연구과	원태진
2) 시설재배지 혼합유기질비료의 사용효과 시험		농산물안전성 LS0902	'07	경기도원 환경농업연구과	원태진
3) 벼 재배지 혼합유기질비료의 사용효과 실증시험		농산물안전성 LS0902	'07	경기도원 환경농업연구과	원태진
색인용어	유기농업, 식물성 유박, 혼합유기질비료				

ABSTRACT

This study was carried out to investigate optimum application rate of mixed organic fertilizer as a substitute of chemical fertilizer for the cultivation of Lettuce(*Lactuca sativa* L.) in plastic film house soil(clay loam). The mixed organic fertilizer was applied at 0, 50, 100 and 150% levels of recommended nitrogen rate by soil test and they were compared with the plot applied with recommended rates of chemical fertilizers(nitrogen, phosphate and potash) by soil test, respectively. The application rates of nitrogen in the plot of mixed organic fertilizer 100% and in that of chemical fertilizer were the same each other. The mixed organic fertilizer was applied as a basal dressing without chemical fertilizers. The chemical properties of mixed organic fertilizer were nitrogen 4.56%, phosphate 2.15%, potassium 1.31%, and organic matter 78.3%, respectively.

The soil nitrate content in plot of mixed organic fertilizer 100% was more than in plot of chemical fertilizer. The absorbed amount of nitrogen and nitrogen absorption efficiency by lettuce plant in plot of organic fertilizer 100% were higher than in plot of chemical fertilizer. The lettuce yield in the plot of mixed organic fertilizer 100% increased by 1~2% compared with that in the plot of chemical fertilizer at 2 times of cultivation, respectively. The optimum application rate of mixed organic fertilizer in spring cultivation was as follows ; $OARMOF(Mg\ ha^{-1}) = [(NARST \div NCMOF/1,000 \times 0.92)/1,000]$ (OARMOF : Optimum application rate of mixed organic fertilizer, NARST : Nitrogen application rate($Mg\ ha^{-1}$) by soil testing, NCMOF : Nitrogen content($g\ kg^{-1}$) of mixed organic fertilizer, and 0.92 : nitrogen absorption efficiency of chemical fertilizer(36)/nitrogen absorption efficiency of organic fertilizer(39), respectively). The optimum application rate of mixed organic fertilizer in autumn cultivation was as follows ; OARMOF(Mg

$ha^{-1}) = [(NARST \div NCMOF/1,000 \times 0.92)/1,000]$ (OARMOF : Optimum application rate of mixed organic fertilizer, NARST : Nitrogen application rate($Mg\ ha^{-1}$) by soil testing, NCMOF : Nitrogen content($g\ kg^{-1}$) of mixed organic fertilizer, and 0.73 : nitrogen absorption efficiency of chemical fertilizer(9.5)/nitrogen absorption efficiency of organic fertilizer(13), respectively).

Key words : Mixed organic fertilizer, Nitrogen absorption efficiency, Lettuce

1. 연구목표

유기농업의 토양관리는 농축산부산물과 수산부산물 등 유기물에 주로 의존하는 농업이며 가능한 재생가능한 자원을 최대한 활용하는 것이 원칙이므로 국내 생산되는 자원의 재순환을 통해 적절한 방법으로 농경지에 환원하는 것이 바람직하다. 그러나, 볏짚은 토양으로 환원되지 않고 대부분 사료용으로 판매되며, 가축분뇨는 '12년부터 해양투기가 금지되어 육지에서 해결되어야 하나, 대부분 공장식 축산이 주를 이루고 있기 때문에 유기농업에 사용되지 못하고 있으며, 기타 양분공급 유기자원도 부족한 실정이다. 따라서 유기농업 재배지에서는 양분공급 자재로 혼합유기질비료의 사용이 증가하고 있다(2004년 93,237톤 → 2005년 187,182톤). 유기질비료는 비료공정규격(농촌진흥청, 2006)상 동물과 식물을 원료로 생산한 비료로 보통비료로 분류되고 있다. 유기질비료는 원료에 따라서 일반적으로 식물질비료, 동물질비료, 혼합유박비료, 혼합유기질비료로 구분할 수 있다. 식물질비료에는 대두박, 채종유박, 면실유박, 아주까리유박 등이, 동물질비료에는 어박, 골분, 잠용유박, 계분가공비료 등이 있다. 혼합유박비료는 식물질비료가 2종 이상이 혼합된 것이며, 혼합유기질비료는 유기질비료가 2종 이상이 혼합된 것을 말하며 질소전량, 인산전량 또는 칼리전량 중 2종 이상의 합계량이 7% 이상이 되도록 규정하고 있다.

국내에서의 유기질비료는 1975년도에 최초로 아미노산 발효부산물 비료로서 생산되었으며, 최근의 유기질비료의 생산량(농촌진흥청, 2005)은 '01년도에 144천톤에서 '03년도는 208천톤으로 '05년도는 389천톤으로 매년 증가하고 있는 추세이다.

유기질비료의 시용연구는 벼(Lim et al., 1990 : Kang et al., 2002 : NAES, 1990), 옥수수(Lim et al., 1983), 인삼(Uhm et al., 1985), 작약(Chang et al., 1989), 맥문동(Han et al., 1992), 패모(Choi et al., 1997), 쇠무릎(Kim et al., 1998), 상추·썩갓(Kim et al., 1987), 무·배추(Lim et al., 1979 : Lim et al., 1992) 벤자민고무나무(Ryu et al., 1996), 사과(Choi et al., 2000) 등에서 일부 보고되었으나, 상추에 대한 시험연구는 극히 소수에 불과하며, 특히 혼합유기질비료의 시용효과에 관한 연구결과는 거의 없는 실정이다. 따라서 혼합유기질비료의 양분공급능을 구명하여 적정 시비기준을 설정하고자 시설상추 재배시 질소이용효율과 수량에 미치는 영향을 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 시설재배지(비가림하우스)에 혼합유기질비료를 사용한 후 상추 재배시의 질소이용효율과 수량을 조사하여 화학비료 대체 가능성을 검토하고, 또한 혼합유기질비료의 적정 사용기준을 설정코자 2007년에 경기도농업기술원에서 포장시험을 수행하였다. 시험토양은 사양토이며, Electrical Conductivity(EC)는 봄재배, 가을재배 각각 3.02, 1.53dS m⁻¹로서 전국 평균 3.4dS m⁻¹(농촌진흥청, 2004)에 비해 낮은 토양이었다(표 1).

표 1. 시험전 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cations(cmol kg ⁻¹)		
						K	Ca	Mg
봄 재 배	6.0	3.02	14.6	62	599	0.67	5.7	2.2
가을재배	6.6	1.53	5.6	61	94	0.41	5.3	1.6

* 상추 토양검정시비량 : (봄 재 배) N-P₂O₅-K₂O=4.8-0.9-17.0kg 10a⁻¹
(가을재배) N-P₂O₅-K₂O=12.2-26.2-21.2kg 10a⁻¹

시험에 사용한 혼합유기질비료는 피마자박 70%, 미강박 15%, 아미노산부산비료 15%로 구성되어 있으며, 그 화학성은 표 2와 같다. 질소, 인산, 칼리 함량은 각각 4.56, 2.15, 1.31%로 비료공정규격(농진청, 2006)상 적합하였으며, 유기물대 질소 비율은 14.7로 낮은 편이었다.

표 2. 시험재료의 화학성

시험재료	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	OM (%)	OM/N ratio	Water content (%)
혼합유기질비료	4.56	2.15	1.31	78.3	17	14.7

* 혼합유기질비료 : 피마자박 70% + 미강박 15% + 아미노산부산비료 15%

처리내용은 무처리, 질소결제 토양검정시비, 3요소 토양검정시비, 혼합유기질비료 토양검정질소해당량의 50%, 100%, 150% 등 6처리를 두었고, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 혼합유기질비료는 상추 정식 2주 전에 포장에 전면 살포한 후 경운 및 정지하였다. 화학비료 사용량은 표 1과 같고, 혼합유기질비료의 사용량은 표 3과 같다. 대조구인 화학비료 3요소의 사용량은 작물별 시비처방 기준(농과원, 1999)에 의거 토양검정에 의한 시비 추천량으로 산출하였으며, N는 요소, P₂O₅는 용과린, K₂O는 염화칼리로 각각 사용하였다. 분시방법으로 질소는 기비 50%, 추비 50% 분시하였으며,

인산은 전량 기비, 칼리는 기비 50%, 추비 50% 분시하였다. 혼합유기질비료의 사용량은 혼합유기질비료 내의 질소 함량이 인산과 칼리 함량에 비해 상대적으로 높은 관계로 혼합유기질비료 중의 질소 함량을 기준으로 계산하여 전량 기비로 사용하였으며, 화학비료는 전혀 사용하지 않았다.

표 3. 혼합유기질비료의 사용량

(단위 : kg 10a⁻¹)

처리내용	봄 재 배				가을재배			
	사용량	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	사용량	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무처리	-	-	-	-	-	-	-	-
PK 검정시비	-	0	0.9	17.0	-	0	26.2	21.2
NPK 검정시비	-	4.8	0.9	17.0	-	12.2	26.2	21.2
혼합유기질 50%	52.6	2.4	1.23	0.69	134	6.1	2.9	1.8
혼합유기질 100%	105.2	4.8	2.26	1.38	268	12.2	5.8	3.5
혼합유기질 150%	157.8	7.2	3.69	2.07	402	18.3	8.6	5.3

시험에 사용한 상추 품종은 청치마상추로서 1차 봄시험 재배기간은 4월 11일~7월 10일, 2차 가을시험 재배기간은 8월 21일~10월 20일이었으며, 재식거리는 25×25cm이었다. 화학비료 3요소 사용량은 작물별 시비처방기준(NIAST, 1999)에 의거 토양검정에 의한 추천량을 주었다(표 1).

관개방법은 시험구의 중앙에 상추 정식 1일전 Tensiometer(Daiki-3161)를 토심 15cm 지점에 묻고 점적호스를 이용하여 관개하였다. 상추 정식 당일에는 시험구 모두 충분히 관개하고 그 후부터는 -33kPa을 관개시점으로 하여 관리하였다.

토양, 혼합유기질비료 및 식물체 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 1988)에 준하였다. 토양분석용 시료는 오가를 이용 토양을 채취한 후 음건하여 고무망치로 조심스럽게 분쇄하여 2mm 체를 통과시킨 것을 분석시료로 하였다. EC는 건토와 증류수를 1:5(w/v) 비율로 혼합하여 30분간 진탕한 후 여액을 EC meter(ATI orion 170)로 측정하였으며, NO₃-N는 2 M KCl 용액으로 침출하여 Kjeldahl법으로, pH는 시료와 증류수를 1:5(w/v) 비율로 혼합하여 pH meter (ATI orion 370)로 측정하였으며, Av.P₂O₅함량은 Lancaster법에 따라 분광분석기(GBC Cintra 40)로 비색 정량하였고, Exchangeable Cations는 1N-NH₄OAC (pH 7.0) 완충용액으로 침출하여 ICP(GBC Integra XMP)로 정량하였다. Cl은 EC를 조사한 후 0.01N-AgNO₃로 적정하였으며, Av.SO₄는 비탁법으로 정량하였다. 상추와 유기물의 전질소는 시료를 습식분해하여 Kjeldahl법으로 분석하였고, 기타는 농촌진흥청 토양화학분석법(IAS, 1998)에 준하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 처리별 토양화학성의 경시적변화

혼합유기질비료를 시용에 의한 경시적 토양화학성은 표 4와 같다. pH는 봄재배시 처리간 차이가 없었으나, 가을재배시는 30일 이후부터 3요소 검정시비구가 가장 낮은 수준이었고 혼합유기질비료 시용구는 3요소 검정시비구보다 높은 경향을 보였다.

전기전도도(EC)는 표 5와 같이 혼합유기질비료 시용량이 많을수록 높아지는 경향이었으며, 봄재배에서는 처리간 대등하였으나, 가을재배시는 혼합유기질비료 100%와 150% 처리에서 높은 경향을 보였다.

OM 함량도 EC와 유사한 경향으로서 혼합유기질비료 시용은 양분공급과 함께 토양 유기물함량 증진도 기대할 수 있을 것으로 판단되었다(표 6).

NO₃-N 함량은 정식후 15일까지의 초기에는 3요소 검정시비구가 높았으나, 그 이후에는 검정시비구와 같은 양의 질소가 시용되었던 혼합유기질비료 100% 시용구와 1.5배 시용된 150% 시용구가 더 높아졌다. 따라서 혼합유기질비료는 화학비료에 비해 시용 초기에는 무기화 속도가 늦어 질소공급능이 적지만 시용 후기로 갈수록 무기화 과정이 진행되면서 질소 공급능이 커지는 특성을 가지는 것으로 나타났다(표 7).

Av.P₂O₅ 및 Ex.K 함량은 표 3에서 볼 수 있듯이 질소성분 기준으로 처리하였을 때 부성분으로 투입된 인산과 칼리성분의 양이 달라지는데 표 8, 9와 같이 P₂O₅, K₂O의 투입량이 많았던 처리에서 성분함량이 높아지는 경향이였다. 즉, 시험재료의 P₂O₅ 투입량이 봄재배시는 혼합유기질비료 처리에서 많았고 가을재배시는 검정시비구에서 많았으며, K₂O 투입량은 봄, 가을 모두 검정시비구에서 높아, 시험 후의 Av. P₂O₅, Ex. K 함량은 이에 비례하여 결정되었다.

표 4. 토양 pH(1:5)의 경시적 변화

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	6.3 ^a	6.2 ^a	6.2	6.7	6.8 ^a	6.7 ^a
질소결제구	6.1 ^{bc}	6.1 ^a	6.0	6.3	6.7 ^a	6.2 ^{ab}
3요소 검정시비	6.0 ^c	6.2 ^a	6.0	6.2	6.0 ^b	5.9 ^b
혼합유기질 50%	6.1 ^{abc}	6.1 ^a	6.0	6.6	6.6 ^a	6.4 ^{ab}
혼합유기질 100%	6.2 ^{ab}	6.2 ^a	5.9	6.6	6.7 ^a	6.5 ^a
혼합유기질 150%	6.1 ^{abc}	5.9 ^a	6.0	6.8	6.5 ^a	6.5 ^{ab}

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

표 5. 토양 EC의 경시적 변화

(단위 : dS/m)

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	2.1	2.6	1.5	1.5 ^b	1.5	1.8
질소결제구	2.1	2.7	1.5	1.6 ^{ab}	1.6	1.8
3요소 검정시비	2.2	3.0	1.5	2.0 ^{ab}	2.1	2.1
혼합유기질 50%	2.1	2.9	1.5	1.7 ^{ab}	1.8	1.9
혼합유기질 100%	2.2	3.3	1.5	2.2 ^a	2.1	3.0
혼합유기질 150%	2.7	3.9	1.6	2.2 ^a	2.2	3.2

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

표 6. 토양 OM의 경시적 변화

(단위 : g/kg)

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	13.1	14.5	15.1	5.0	4.3	4.7
질소결제구	13.5	14.7	15.1	5.8	4.7	4.9
3요소 검정시비	13.5	14.9	15.4	5.8	5.1	4.9
혼합유기질 50%	13.9	15.1	15.4	5.9	5.3	5.0
혼합유기질 100%	14.2	15.1	15.4	6.0	5.4	5.3
혼합유기질 150%	15.1	15.9	15.8	6.1	5.5	5.4

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

표 7. 토양 NO₃-N의 경시적 변화

(단위 : mg/kg)

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	34 ^b	34	20	67	62	88
질소결제구	47 ^{ab}	38	30	98	74	100
3요소 검정시비	65 ^a	57	37	119	110	109
혼합유기질 50%	42 ^b	55	33	102	98	101
혼합유기질 100%	47 ^{ab}	64	48	102	123	136
혼합유기질 150%	49 ^{ab}	66	56	110	133	169

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

표 8. 토양 Av. P₂O₅의 경시적 변화

(단위 : mg/kg)

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	531 ^b	559 ^a	531 ^b	84 ^b	79 ^c	109 ^c
질소결제구	549 ^{ab}	563 ^a	538 ^b	158 ^a	173 ^b	204 ^b
3요소 검정시비	557 ^{ab}	561 ^a	557 ^{ab}	180 ^a	217 ^a	253 ^a
혼합유기질 50%	561 ^{ab}	575 ^a	563 ^{ab}	97 ^b	95 ^c	129 ^c
혼합유기질 100%	586 ^{ab}	585 ^a	587 ^a	98 ^b	101 ^c	145 ^c
혼합유기질 150%	599 ^a	601 ^a	589 ^a	114 ^b	117 ^c	146 ^c

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

표 9. 토양 Ex. K의 경시적 변화

(단위 : cmol/kg)

처 리 내 용	봄 재 배			가 을 재 배		
	15일후	30일후	60일후	15일후	30일후	60일후
무 처 리	0.58	0.67 ^c	0.48 ^b	0.40 ^b	0.50 ^c	0.36 ^b
질소결제구	0.71	0.90 ^{ab}	0.72 ^a	0.62 ^a	0.68 ^{ab}	0.78 ^a
3요소 검정시비	0.73	0.93 ^a	0.78 ^a	0.64 ^a	0.77 ^a	0.87 ^a
혼합유기질 50%	0.60	0.71 ^c	0.48 ^b	0.43 ^b	0.52 ^c	0.38 ^b
혼합유기질 100%	0.62	0.72 ^c	0.49 ^b	0.44 ^b	0.52 ^c	0.42 ^b
혼합유기질 150%	0.63	0.75 ^{bc}	0.55 ^b	0.51 ^{ab}	0.58 ^{bc}	0.43 ^b

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

나. 상추 엽중 비타민C와 NO₃-N 함량

혼합유기질비료 시용에 따른 상추 엽중 품질변화를 조사하기 위해 비타민C 함량과 NO₃-N 함량을 조사한 결과는 표 10과 같이 검정시비구에서 가장 높은 경향이며, 혼합유기질비료 처리구는 시용량에 비례하여 증가하는 경향을 보이고 있으나, 통계적 유의성은 없었다.

표 10. 상추 엽중 비타민C함량과 NO₃-N함량

구 분	비타민C (mg/100g) ^{ns}		NO ₃ -N (mg/kg) ^{ns}	
	봄재배 (1회 조사)	가을재배 (2회 조사)	봄재배 (2회 조사)	가을재배 (3회 조사)
무 처 리	13.9	14.2	193	252
질소결제구	13.5	14.1	926	235
3요소 검정시비	14.0	15.0	1556	283
혼합유기질 50%	11.8	14.1	753	248
혼합유기질 100%	12.7	14.2	969	272
혼합유기질 150%	13.8	13.8	1244	275

다. 상추 수량 및 수량지수

시험처리별 상추 수량을 조사한 결과는 표 11과 같이 화학비료와 혼합유기질비료 처리 간에 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 봄과 가을시험 모두 검정시비구의 수량이 혼합유기질비료 50%와 100% 시용구 사이에 위치하여 혼합유기질비료의 질소가 화학비료 보다 이용효율이 다소 높을 것으로 판단되었다.

표 11. 상추 수량과 수량지수

구 분	봄 재 배		가 을 재 배	
	수량 (kg/10a)	수량지수	수량 (kg/10a)	수량지수
무 처 리	4,301	82	2,873	86
질소결제구	4,903	94	2,880	87
3요소 검정시비	5,222	100	3,328	100
혼합유기질 50%	5,075	97	3,152	95
혼합유기질 100%	5,264	101	3,380	102
혼합유기질 150%	5,239	100	3,288	99
LSD(0.05)	806.5			ns
CV(%)	8.9			ns

라. 처리별 질소흡수량

혼합유기질비료의 시용량별로 상추의 양분흡수량을 조사한 결과는 표 12와 같다. 질소 흡수량은 시험시기에 관계없이 검정시비구와 혼합유기질비료 100%, 150% 시용구에서 통계적 유의차 없이 가장 높은 수준을 보였다.

인산흡수량은 봄재배시 시험전토양의 인산함량이 599 mg/kg으로 적정수준(250-400) 보다 높았고 검정시비량도 적은 관계로 처리간 통계적 유의차가 나타나지 않았으나, 가을재배시는 시험전토양이 94 mg/kg으로 낮고 검정시비량 26.2 kg/10a으로서 혼합유기질비료 시용구의 2.9-8.6 kg/10a 보다 매우 많아 검정시비구에서 가장 흡수량이 많았다.

칼리흡수량은 봄재배시는 인산흡수량과 같은 경향으로서, 시험전토양의 칼리함량이 0.67 cmol/kg으로 적정수준(0.4-0.6) 보다 높아 처리간 유의차가 나타나지 않았고, 가을재배시는 검정시비구의 시비량 21.2 kg/10a가 혼합유기질비료 시용구의 1.8-5.3 kg/10a 보다 많았으나, 시험전 토양이 0.41 cmol/kg으로 적정수준으로 충분량이 있어 혼합유기질비료 시용구들과 유의차를 보이지 않았다.

표 12. 양분 흡수량

(단위 : kg/10a)

구 분	봄 재 배			가 을 재 배		
	N**	P ₂ O ₅ ^{ns}	K ₂ O ^{ns}	N**	P ₂ O ₅ **	K ₂ O**
질소결제구	12.0 ^c	7.0	26.2	8.0 ^c	2.0 ^{bc}	14.7 ^c
3요소 검정시비	13.7 ^{ab}	7.4	27.6	9.2 ^{ab}	2.4 ^a	17.0 ^{ab}
혼합유기질 50%	12.9 ^{bc}	6.3	25.9	8.8 ^b	1.9 ^c	16.2 ^b
혼합유기질 100%	13.9 ^a	6.6	25.4	9.6 ^a	2.2 ^b	17.7 ^a
혼합유기질 150%	14.3 ^a	6.8	28.1	9.5 ^a	2.1 ^b	16.5 ^{ab}

* DMRT at 5% level, means with the same letter are not significantly different.

마. 처리별 질소 흡수이용율

질소흡수이용율과 적정 시비계수를 조사한 결과는 표 13과 같다. 봄재배시 질소 흡수이용율은 3요소 토양검정시비구가 36.0%로 나타났으며, 동량의 질소가 투입된 혼합유기질비료 100% 시용구는 39.0%로서 다소 높게 나타났다. 따라서 수량성과 환경보전성을 조화시킨 시비량인 토양검정시비량을 기준으로 할 때, 이와 대등한 수준의 혼합유기질비료 시비계수는 0.92로 산출되어 혼합유기질비료 적정 시용량은 토양검정시비량의 92% 수준으로 분석되었다.

가을재배시는 생육후기로 갈수록 재배온도가 낮아지는 관계로 봄재배에 비해 상추수량 및 양분흡수량이 적어지는 특성이 있다. 따라서 질소 흡수이용율도 3요소 검정시비구가 9.5%로 봄재배 36.0%에 비해 매우 낮았으며, 혼합유기질비료 100% 시용구는 13.0%로 검정시비구보다 높았으나 봄재배의 39.0%보다는 매우 낮은 수준이었고 시비계수도 0.73으로 봄재배보다 적었다. 따라서 가을재배시는 혼합유기질비료 시용량을 토양검정시비량의 73% 수준으로 적게 사용하는 것이 적당한 것으로 분석되었다.

표 13. 질소흡수 이용율 및 적정 시비계수

처리내용	봄 재 배		가 을 재 배	
	이용율 [↓]	시비계수 [♪]	이용율	시비계수
3요소 검정시비	36.0	1.00	9.5	1.00
혼합유기질 50%	35.3	-	12.9	-
혼합유기질 100%	39.0	0.92	13.0	0.73
혼합유기질 150%	32.1	-	8.4	-

↓ [(유기질비료구 질소흡수량 - 무질소구 흡수량) ÷ 질소시비량] × 100

♪ 화학비료구 질소 흡수이용율 ÷ 혼합유기질비료구 질소 흡수이용율

4. 적 요

- 가. 토양중 NO₃-N 함량은 상추정식 후 15일까지는 화학비료 토양검정시비구가 혼합 유기질비료 시용구보다 높아 초기 질소공급능이 높은 반면, 30일 이후에는 혼합 유기질비료 100%, 150% 시용구에서 많아 후기 질소공급능이 높았음
- 나. 상추 엽중 비타민 C 및 질산염 농도는 토양질소검정시비구가 동량의 질소투입구인 혼합유기질비료 100% 시용구보다 높은 경향이나 유의차는 없었음
- 다. 상추 수량은 봄과 가을시험 모두 토양검정시비구 수량이 혼합유기질비료 50% 및 100% 시용구 사이에 위치하였으며, 통계적 유의차는 나타나지 않음
- 라. 상추의 질소흡수량은 시험시기에 관계없이 검정시비구와 혼합유기질비료 100%, 150% 시용구에서 통계적 유의차 없이 가장 높은 수준이었음
- 마. 질소 흡수이용율은 토양검정시비구가 봄과 가을재배시 각각 36.0, 9.5%인 반면 동량의 질소투입구인 혼합유기질비료 100% 시용구는 각각 39.0, 13.0% 로서, 토양검정시비구를 기준으로 할 때 적정 혼합유기질비료 시용량은 봄재배시 검정시비량의 92%, 가을재배시 73%인 것으로 분석됨
- 시설상추 재배시 혼합유기질비료 적정량 시용 방법
 - 시설상추 봄재배시 혼합유기질비료의 시용량 산출식(kg/10a) =
[토양검정질소시비량(kg/10a) ÷ 혼합유기질비료 중의 질소함량(%) / 100] × 0.92
 - 시설상추 가을재배시 혼합유기질비료의 시용량 산출식(kg/10a) =
[토양검정질소시비량(kg/10a) ÷ 혼합유기질비료 중의 질소함량(%) / 100] × 0.73

5. 인용문헌

- 농촌진흥청. 1995. 3정 농사시험연구 조사기준.
- 농촌진흥청. 2005. 유기질 및 부산물비료 생산 및 판매현황
- 농촌진흥청 농업과학기술원. 2003. 농업환경변동 조사사업 보고서.
- 농촌진흥청 농업과학기술원. 1999. 작물별 시비처방 기준.
- 농촌진흥청 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법.
- 농촌진흥청. 2006. 비료공정규격.
- Chang, K. W, Kim, S. Y, Seo, G. S, Kim, P. T. and Lee, H. D. 1989. Effect of Fertilizer Applications on the Morphology and the Pharmaceutical Components of *Paeonia albiflora* Palls. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 22(4)
- Choi, I. S, Park, J. S. and Lee, J. H. 1997. Fertilizer on Growth Characteristics and Yield of *Fritillaria thunbergii* Miquel. KOREAN. J. MEDICINAL CROP SCI. 5(2)

- Choi, J, Lee, D, H. and Choi, C, L. 2000. Effect of Organic Fertilizer Application on the Chemical Properties of the Orchard Soils and Apple Yield. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 33(6)
- Han, J. H, Chang, K. H, Suh, J. K. and Lee, Y. S. 1992. Studies on Improvement of Culture in Liliope *platyphylla* Wang et Tang, 1. Effects of Different Methods and Kinds of Fertilizer Application on Growth and Yield. RES. REPT. RDA(U&I). 34(2)
- Kang, S. W, Yoo, C. H, Yang, C. H. and Han, S. S. 2002. Effects of Rapeseed Cake Application at Panicle Initiation Stage on Rice Yield and N-Use Efficiency in Machine Transplanting Cultivation. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 35(5)
- Kim, J. J, Cho, B. O. and Lee, S. K. 1987. Effect of Organic Fertilizer Application on the Growth and Yield of Leaf Lettuce and Garland Crysanthemum. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 20(2)
- Kim, M. S, Chung, B. J, Park, G. C, Park, T. D. Kim, S. C. and Shim, J. H. 1998. Effect of Organic Fertilizers on Growth and Yield of *Achyranthes japonica* N. KOREAN. J. MEDICINAL CROP SCI. 6(2)
- Lim, S. K, Kim, S. D. and Lee, S. K. 1990. The Effects of Organic Matter(BIO-COM) Application on the Soil Physico-Chemical Properties and Rice Yields. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 23(1)
- Lim, S. K. and Lee, K. H. 1992. Effect of Organic Fertilizers Application on Radish and Cabbage Growth. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 25(1)
- Lim, S. U, Oh, J. S. and Kim, B. J. 1983. The Effect of Organic Fertilizer Granulated with Slurry of Glutamate Fermentation Residue on Corn and Chinese Cabbage J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 16(2)
- Lim, S. U, Ryu, J. C. and Hong, C. W. 1979. Study on the Effects of an Organic Fertilizer(Glutamic Acid Fermentation Residue Amended with N) on the Yield of Chinese Cabbage and Radish and Physico chemical Properties of Soil. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 12(3)
- NAES(Kyushu national agricultural experiment station). 1990. Fertilization Technology of rice for the improvement of rice quality, Organic fertilizer, Amount of fertilization, Research result of Kyushu national agricultural experiment station summary
- Ryu, B. Y. and Lee, J. S. 1996. Effect of Media Compositions Made by Several Organic Materials on the Growth of *Ficus benjamina*. J. KOREAN. SOC. HORT. SCI. 37(2)

Uhm, D. I, Han, K. W. and Ahn, B. K. 1985. Study on the application of Miwon Organic Fertilizer(Byproduct of Amino Acid Fermentation) to the Ginseng Cultivation. J. KOREAN. SOC. SOIL SCI. FERT. 18(4)

6. 연구결과 활용제목

- 시설상추 재배시 혼합유기질비료 적정량 시용 방법(2007, 영농활용)

7. 연구원편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						07
2) 시설재배지 혼합유기질비료의 시용효과 시험	책임자	경기도원 환경농업연구과	농업 연구사	원태진	연구총괄	○
	공동연구자	경기도원 환경농업연구과	농업 연구사	조광래	시험조사	○
	공동연구자	경기도원 환경농업연구과	농업 연구관	강창성	자료분석	○