

과제구분	기본연구		수행시기	전반기	
연구과제 및 세부과제	연구분야 (Code)	수행 기간	과제책임자 및 세부책임자		
화학비료 사용저감을 위한 시비기술 개발	농업환경 E02SF12	'09~'11	환경농업연구과	안문섭	
1) 소면적 재배작물 시비저감 연구	농업환경 ES0101	'09~'11	환경농업연구과	안문섭	
색인용어	곰취, 질소, 유기물, 시비				

ABSTRACT

A study to determine optimum fertilization method including rate of fertilizer and compost for wild vegetables was carried out from 2009 to 2011 at special crop experiment station-Pyeongchang branch. A better result was obtained for five times additional fertilization than twice fertilization in terms of leaf length, leaf width, stem height, and stem diameter when fertilization rate was determined by soil testing. Nitrogen utilization efficiency ranged from 6.3 to 22.1% decreased with increasing fertilization rate with proper additional fertilization of 170 kg/ha. Soil nitrogen level slightly increased with increasing compost application rate. Additional fertilization with chemical fertilizer was necessary because nitrogen content in leaves decreased with time. Recommended compost amendment rate was 15 Mg/ha.

1. 연구목표

최근 국민의 소득수준 향상으로 식생활에 대한 관심이 높아져 안전 농산물과 건강에 유익한 농산물에 대한 선호도가 증가하고 있는 추세로 건강식품인 산채류의 그 독특한 향과 맛은 소비자의 관심을 이끌어 내어 각광을 받는 작물의 하나이다. 그러나 산채는 '70년대 이전까지는 산야에 자생하는 것을 채취하여 나물로 이용해 왔으나 자생지 산채의 무분별한 채취로 자생자원이 극격히 감소하여 채취가 어렵고 고갈될 우려가 크므로 주요 자생지 보호와 관리로 자원의 보존과 동시에 재배기술 확립으로 대량생산 기반을 마련해야 될 것이며 또 최근에는 시설재배 면적이 증가추세에 있다(김등, 1998, 한등, 2010). 그러나 산채는 환경 적응력이 비교적 낮아 특수한 환경조건이 아니면 생육이 불량하거나 전혀 되지 않는 특성이 있어(홍등, 1998), 산채를 시설에서 특수한 조건을 가지고 재배 하는 것은 어려운 실정이다. 또한 산채는 계절성이 강해 짧은 시기에만 생산되고, 병해충에 대한 방제기술에 어려움이 있으며, 현재의 재배기술 수준은 초보적인 실정이다 (한등, 2009).

산채중 곰취는 큰곰취, 왕곰취라고도 불리우며 학명은 *Ligularia fischeri* (LEDEB.) Turcz, 속명은 곰달래, 곰달루이다. 국화과의 다년생 초본으로 유사종으로 곤달비(*L. stenosephala*

Matsumura)와 긴잎곰취(*L. jaluensis* Kom)가 있으며, 근경이나 종자로 번식하고 우리나라 각 지 및 일본, 중국, 동부시베리아 등지에 분포하며 깊은 산 습지에서 잘 자란다. 굵은 근경에서 나오는 꽃줄기는 높이가 80~150cm이며 근생엽은 심장형이고 길이가 32~80, 너비 40cm로서 가장자리에 규칙적인 톱니가 있으며 엽병은 59cm로 날개가 없다. 꽃은 7~9월에 총상 꽃차례에 달리는 두상화로 지름이 4~5cm로서 황색이다. 수과는 길이가 7~11mm로서 원통형이고 갈색이며 종선이 있고, 관모의 길이가 7mm 정도로 9~10월 사이에 결실한다. 연한 잎을 나물로 하며 관상용으로 심기도 하고, 한약재로 거담, 진통, 혈액순환촉진제, 항암작용이 있는 것으로 알려져 있다(강등, 2009, 강원도, 1995).

지금까지 곰취 관련 연구는 양액재배기술, 시비처리 기술등 일부 연구자에 의하여 진행되어 왔으나, 추비와 유기물에 관한 연구가 미진한 실정으로 본시험에서는 곰취가 7~10일 간격으로 5~6회 수확하는 산채로 추비 미 시용시 3~6회차 수확시 부터 수량 감소로 이어지는 경향이 있어 이에 대한 시비법과 일반 농가포장에서 재배시 곰취 생육에 적합한 유기물의 적정 시용량 설정에 관하여 검토를 하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

시험은 특화작목시험장 평창분소에서 육묘한 곰취를 이용하여 적정 질소 추비시용과 유기물 적정 시용량 시험에 사용 하였으며, 적정 추비 시용량 시험은 시험전 토양시료를 채취하여 분석 후 얻은 토양검정 결과로 검정 시비량을 산출 하여 그 값을 기준으로 하여 처리 수준을 가감 하였으며, 유기물 시용량 설정은 일반 작물에 관행적인 유기물 시용량 2ton/10a를 기준으로 가감하여 처리량을 결정 하였다. 정식은 4월 10일경 두둑넓이를 90cm, 재식거리는 줄사이 30cm, 포기사이를 20cm 정도로 하였으며, 토양과 식물체중 무기성분 함량은 7~10일 간격으로 시료 채취와 생육 및 수량조사를 병행 하였으며, 그 분석은 농촌진흥청 표준분석 방법과 조사기준에 준 하였다. 적정 질소 추비량과 유기물 시용량 결정은 시험 처리량(질소, 유기물)과 수량에 관한 2차 회귀 방정식을 활용하여 최고수량의 5%범위 수준으로 통계적 유의수준 이내에서 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

지금까지 작물에 대한 시비량 결정은 작물별 수량성을 중요시한 표준시비 방법과 토양중 무기성분 함량을 기준하여 수량성을 제고한 검정시비로 대별 되는데 최근에는 농업환경보호의 측면에서 볼 때 작물 재배지 토양특성을 파악하기 위하여 토양 중 무기성분을 분석하고 그 함량을 기준으로 합리적인 시비량을 산출하는 검정시비로 전환하여 작물이 필요로 하는 무기성분량을 최소로 투여하므로 경제적이고 환경친화적인 시비관리가 필요한 시점에 있으나, 산채류와 같은 소면적 재배작물에 대한 시비량 설정에 관한 연구가 미진한 실정이다. 따라서 이번 연구는 산채류중 곰취에 대한 적정 질소 추비량과 유기물 시용량에 대한 결정으로 곰취 재배에 대한 기초 자료를 제공하고자 수행한 시험결과를 보고하고자 한다.

(시험 1) 곰취의 적정 추비 시비량

곰취재배시 토양 검정시비량 산출을 위하여 특화작물시험장 평창분소에서 토양시료를 채취 하여 분석한 결과는 표1과 같으며, 토양산도와 칼슘은 일반적인 농경지 토양수준 보다는 다소 높았으나 그 외의 전기전도도, 유기물, 유효인산, 질소, 칼리, 마그네슘은 다소 낮은 수준으로 시험연구를 수행하기에 적당한 토양이었다.

표 1. 시험 전 토양의 화학성분 함량

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av-P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)
					(cmol(+)/kg)		
7.0	0.20	11.56	168	0.13	7.26	1.00	5.4

곰취묘를 4월 정식한 후 검정시비량(N 26.1kg/10a)을 기준으로 추비량과 횟수에 따른 생육상황은 보면 일반적으로 추비는 2회 정도 시비하나(한등 2008, 농촌진흥청 1999) 본 시험에서는 5회 처리에서 엽장, 엽폭, 경장, 경경이 관행이나 2회 시비 한 것과 비교시 다소 양호한 결과를 보여 주고 있으며, 따라서 추비는 여러 번 나누어 분시 하는 것이 시비의 효과를 높일 수 있음을 표2에서 알 수 있었다.

표 2. 추비횟수에 따른 처리별 생육

시비방법		엽수 (장)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경장 (cm)	경경 (mm)
추비횟수	추비량(%)					
2회	50	6.5	5.8	9.8	8.1	2.2
	70	8.7	7.5	9.7	9.2	2.2
	90	6.3	5.6	9.8	7.9	2.3
	mean	7.2	6.3	9.8	8.4	2.2
5회	50	7.1	6.2	10.2	9.0	2.6
	70	7.0	6.5	10.4	9.1	2.4
	90	6.4	6.9	11.2	10.0	2.7
	mean	6.8	6.5	10.6	9.3	2.5
관행		7.6	6.1	10.0	9.2	2.4
무처리		6.7	5.2	8.5	6.1	2.0

곰취 포장에서(2년차) 질소 추비처리별 토양중 무기성분 함량은 질소 추비처리량이 많을수록 토양산도는 떨어지는 경향이었으나(표3) 토양중 전기전도도와 질소의 함량은 정의 상관으로 높아지고 있어(그림1), 시설재배지 토양에서 NO₃-N과 EC와는 정의 상관을 나타내고 따라서 질소시비량 결정시 토양중 EC를 요인으로 사용하는 결과와 일치하는 경향이었다.(강등 1997, 김등 2001)

표 3. 추비 질소 처리별 토양중 무기성분 함량(6~7월)

N 처리 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av-P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)
무처리	7.4	0.40	23.5	281	0.14	7.63	1.01	23.9
검정시비 0.2배 (5.2kg)	7.3	0.67	23.6	271	0.16	7.46	1.09	56.1
검정시비 0.6배 (15.7)	7.1	0.90	23.4	278	0.16	7.69	1.13	75.9
검정시비 (26.2)	7.0	1.49	23.3	294	0.16	8.22	1.18	132.9
검정시비 2배 (52.4)	6.9	1.89	23.8	287	0.20	8.32	1.18	151.7

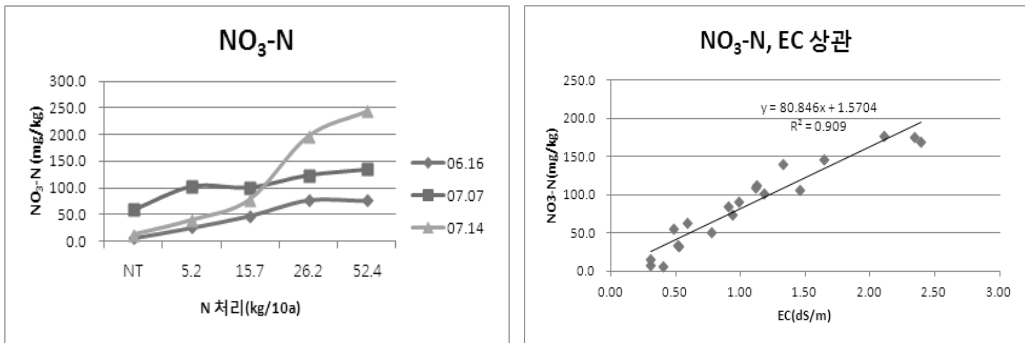


그림 1. 토양중 질소함량 시기별 변화와 EC와의 관계

또한 질소처리별 식물체중의 질소함량도 토양중 질소와 전기전도도가 높아지는 것과 같이 질소의 함량이 높아지고 있는 경향이었으나 그이외의 성분은 차이가 없는 경향이였다(표4). 따라서 질소처리량이 많으면 많을수록 토양과 식물체중의 질소의 함량은 증가되고 있어 곱취의 질소 사용량이 많으면 식물체중 총 질소 함량이 높아졌다는 결과(최 등 2009)와 일치하는 경향이였다.(그림 2)

표 4. 추비 질소 처리별 식물체 무기성분 함량(6~7월)

(단위 : %)

N 처리 (kg/10a)	T-N	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅
무처리	3.39	2.05	4.30	0.92	0.77
검정시비 0.2배 (5.2kg)	3.99	1.92	4.37	0.93	0.85
검정시비 0.6배 (15.7)	4.17	2.08	4.28	0.96	0.68
검정시비 (26.2)	4.24	2.10	4.41	0.93	0.88
검정시비 2배 (52.4)	4.80	2.16	4.66	0.94	0.89

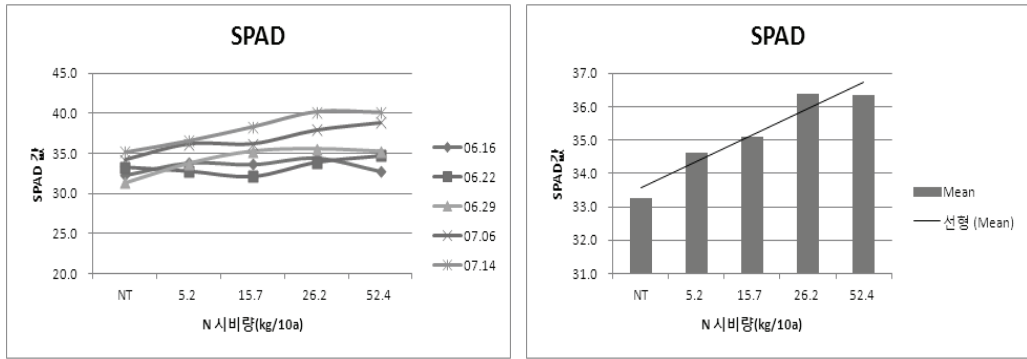


그림 2. 시기별 식물체중 엽색도 변화(SPAD)

질소 추비처리별 수량은 검정시비구에서 1,432kg/10a로 수량지수 132로 높게 나타나는 경향으로 이는 주당 엽중과 엽수가 타처리보다 양호한 결과로 사료 된다.

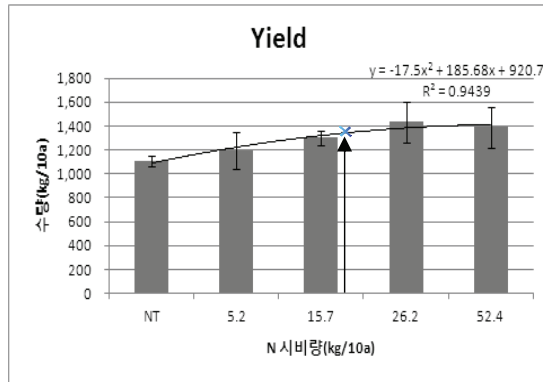
표 5. 추비 질소 처리별 생육 및 수량

N 처리 (kg/10a)	엽장	엽폭	엽수/주	엽중/주	Leaf Area (cm ² /엽)	수량 (kg/10a)	지수
무처리	10.2	15.8	10.9	81.3	173	1,105 ^c	-
검정시비 0.2배 (5.2kg)	10.3	15.9	10.8	92.0	175	1,196 ^{bc}	108
검정시비 0.6배 (15.7)	10.4	16.1	10.3	92.4	178	1,303 ^{abc}	118
검정시비 (26.2)	10.4	16.2	11.2	102.2	179	1,432 ^a	130
검정시비 2배 (52.4)	10.7	16.3	11.1	99.8	185	1,390 ^{ab}	126

질소 추비처리별 식물체 질소 흡수량은 시비량이 증가할수록 증가하는 경향이었으나 일정 수준 이상에서는 그 비율이 감소하는 것으로 나타났으며 질소 이용율은 6.3~22.1%로 시비량이 증가할수록 이용율은 감소하는 경향이였다.

표 6. 추비 질소 처리별 식물체 흡수량 및 이용율

N 처리 (kg/10a)	질소흡수량 (kg/10a)	식물체 질소 함량 (%)	이용율 (%)
무처리	4.2	3.39	
검정시비 0.2배(5.2kg)	5.3	3.99	22.1
검정시비 0.6배(15.7)	6.1	4.17	12.0
검정시비(26.2)	6.8	4.24	10.0
검정시비 2배(52.4)	7.5	4.80	6.3



* 곰취 질소 추천시비량 : 17kg/10a(최대수량 1413kg/10a의 5% 수준)

그림 3. 추비 질소 처리별 시비반응 수량곡선

질소추비에 의한 최대수량 곡선식은 $Y=17.5x^2 + 185.68x + 920.7$, $R^2 = 0.9439$ 로 질소시비량 26.9kg/10에서 최대수량을 얻을 수 있었으나, 5%유의 수준에서의 질소 추비의 추천량은 17kg/10a 수준으로 산채류 재배기술과 표준영농교본(한등 2008, 농촌진흥청 1999)에서 추천하는 량보다 1.4kg/10a 적게 산출되었으며 추비처리 횟수는 2회 보다 5회 처리하는 것이 좋을 것으로 사료 된다.

(시험 2) 곰취 재배시 적정 퇴비 시용량

곰취 재배시 적정 퇴비 시용량 시험을 수행 하기위한 시험 전 토양의 무기성분 함량은 질산태 질소가 37.7mg/kg, 유기물이 16.8g/kg, 산도 5.9 수준의 토양으로 표7과 같은 양분함량의 상태를 보였으며, 시험에 사용한 퇴비는 유기물이 19.7%, T-N이 0.68%로 퇴비에 함유된 질소량을 환산하면 6.8kg/1ton 수준의 퇴비를 사용(표8)하여 시험을 수행 하였다.

표 7. 시험전 토양의 화학성분함량 분포

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av-P ₂ O ₅ (mg/kg)	K		Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)
				(cmol(+)/kg)		(cmol(+)/kg)	(cmol(+)/kg)	
5.9	0.47	16.8	737	0.15	4.61	0.84	37.7	

표 8. 시험 처리 퇴비의 성분함량

(단위 : %)

OM	T-N	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	수분	염분
19.7	0.68	3.81	1.65	2.09	2.85	69	0.85

퇴비 처리별 토양중 질소함량 변화는 '10년도에는 69.1~87.9mg/kg, '11년도에는 78.5~102.1mg/kg으로 그 처리량이 많을수록 증가하였으며, 년차별로는 해를 거듭 한 2년차에서 또한 그 함량이 증가하는 것을 확인하였는데 이는 시간이 지나면서 퇴비중의 질소가 토양에

유출되어 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환되는 것으로 사료 되나 토양중 경도는 3.1~3.5 수준으로 이번 시험에 처리된 퇴비량으로는 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 토양중 전기전도도, 유기물, 인산, 칼슘은 일정한 경향이 없었으며 칼륨과 마그네슘은 퇴비처리량이 증가 할수록 증가하는 경향이나 큰 차이는 나타나지 않는 경향이었다(표9).

표 9. 퇴비 처리별 토양중 무기성분 함량(5~7월)

년도	처리 (ton/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av-P ₂ O ₅ (mg/kg)	K Ca Mg			NO ₃ -N (mg/kg)	토양 경도 (mm)
						(cmol(+)/kg)				
'10	무처리	5.49	0.83	25.7	839	0.25	5.46	1.03	64.5	-
	1T	5.78	0.81	22.1	854	0.28	5.82	1.18	69.1	-
	2T	5.78	0.93	26.7	948	0.35	5.86	1.27	83.7	-
	3T	5.78	0.99	30.3	1,025	0.51	5.78	1.32	87.9	-
	M	5.71	0.89	26.2	917	0.35	5.73	1.20	76.3	-
'11	무처리	5.74	0.95	37.6	852	0.18	5.70	1.12	74.4	3.5
	1T	6.02	0.74	35.4	837	0.17	6.10	1.29	78.5	3.2
	2T	6.08	0.86	39.0	923	0.21	6.09	1.38	88.7	3.2
	3T	5.96	1.06	43.3	992	0.32	5.88	1.40	102.1	3.1
	M	5.95	0.90	38.8	901	0.22	5.94	1.30	85.9	3.3

또한 식물체중 T-N, K₂O의 함량은 퇴비의 처리량이 많을수록 각각 '10년도에 4.66~4.80%, 5.65~6.75%, '11년도 4.68~4.72%, 3.37~3.79%로 증가하는 경향이었으나 그 차이는 크지 않았으며 CaO의 함량은 '10년도 2.57~2.61%, '11년도 1.55~1.79%로 그 경향이 일정하지 않았으나 MgO의 함량은 '10년도 0.79~0.93%, '11년도 0.69~0.80%로 퇴비 처리가 많을수록 식물체중은 감소하는 경향으로(표10) 토양중 K농도가 높으면 작물은 먼저 K를 흡수하므로 Mg의 흡수가 나쁘게 되어 그러한 경향이 나타난 것으로 사료 된다.(농촌진흥청, 2004, 농협, 2001)

표 10. 퇴비 처리별 식물체중 무기성분 함량(5~7월)

(단위 : %)

년도	처리 (ton/10a)	T-N	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅
'10	무처리	4.56	2.40	5.45	0.91	1.06
	1T	4.66	2.57	5.65	0.93	1.22
	2T	4.75	2.62	6.71	0.83	1.05
	3T	4.80	2.61	6.75	0.79	1.10
	M	4.69	2.55	6.14	0.86	1.11
'11	무처리	4.60	1.69	3.35	0.73	1.27
	1T	4.68	1.79	3.37	0.80	1.36
	2T	4.70	1.67	3.56	0.72	1.31
	3T	4.72	1.55	3.79	0.69	1.34
	M	4.67	1.68	3.52	0.73	1.32

또한 처리별로 시기가 경과 할수록 엽색도 SPAD의 값이 떨어지는 경향으로 질소의 함량이 적어지는 것을 유추 해 볼 수 있는데(그림4), 이는 체내중 T-N의 함량과 양액재배시 곱취의 생육단계별 체내 질소 함량은 초기에 비해 생육 후기로 갈수록 점차 높아진다는 연구 결과(홍등 1997)와 상반되는 결과를 보이고 있으나 이는 본 시험에서는 퇴비 처리 후 추가적인 시비 처리가 없었으며 또한 SPAD 측정 시료가 새롭게 자라는 엽으로, 질소의 함량이 높아진다는 기존의 결과는 지속적으로 질소원이 공급되어 그러한 결과가 도출 된 것으로 사료되며 따라서 퇴비를 처리하고 일정량의 화학비료에 의한 추비가 필요 할 것으로 판단 된다.

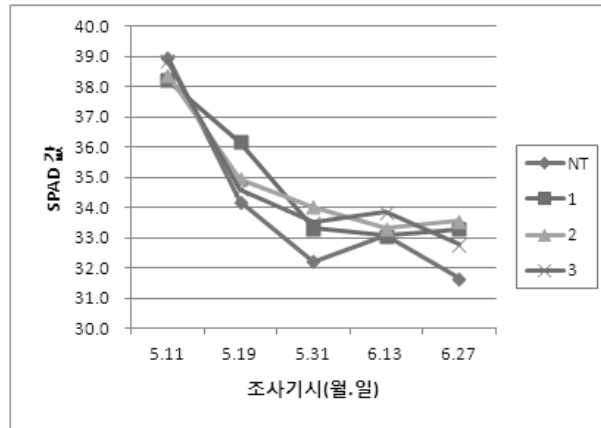


그림 4. 처리시기별 SPAD 변화('11)

퇴비처리별 엽장, 엽폭 등 생육과 수량 상황은 대체적으로 퇴비 처리량이 증가할수록 증가하다 감소하는 경향이였으며 수량은 퇴비 2,000kg/10a처리에서 1,398 kg/10로 157의 높은 수량 지수 보여(표11) 가장 양호한 것으로 생각된다.

표 11. 퇴비 처리별 생육 및 수량

처리 (kg/10a)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수/주 (엽)	엽중/주 (g)	Leaf Area (cm ² /엽)	수량 (kg/10a)	지수
무처리	11.4	16.3	17.1	63.5	198	889 ^b	-
1,000	11.8	16.4	18.4	97.4	203	1,178 ^{ab}	133
2,000	11.9	16.6	18.2	92.0	208	1,398 ^a	157
3,000	11.4	16.2	17.5	88.2	195	1,330 ^a	150

퇴비를 처리한 후 질소, 인산, 칼리의 이용율을 조사한바(표12) 퇴비의 처리량이 증가할수록 이용율은 감소하는 경향을 보여주고 있으며 3요소 평균 이용율은 질소 28.9, 인산 2.1, 칼리 7.3 수준 이었다. 이는 배추와 마늘을 대상으로 퇴비의 이용율을 조사한 결과와 그 경향이 유사하였다(이등 1998, 이등 1999). 이와 같은 결과에 비추어 볼 때 퇴비 처리량 증가에 따른 무기화율은 차이가 적으며 곱취의 양분 이용도 같을 것으로 사료 된다.

표 12. 퇴비 처리별 3요소 이용율

(단위 : %)

처리 (kg/10a)	질 소		인 산		칼 리	
	흡수량 (kg/10a)	이용율	흡수량 (kg/10a)	이용율	흡수량 (kg/10a)	이용율
무처리	5.2	-	1.4	-	3.8	-
1,000	8.0	42.6	2.3	3.2	5.8	9.7
2,000	9.1	28.7	2.5	1.9	6.9	7.5
3,000	8.3	15.3	2.4	1.1	6.7	4.6
평 균	8.47	28.87	2.40	2.07	6.47	7.27

퇴비 처리별 엽면적 증가율은 2ton/10a에서 39% 수준이었으며, 그것을 지수로 나타 내었 을 경우 2톤과 3톤/10a 처리에서 117, 116 수준을 보여 퇴비를 다량 처리해도 수량에 미치 는 영향이 적을 것으로 생각된다(그림5).

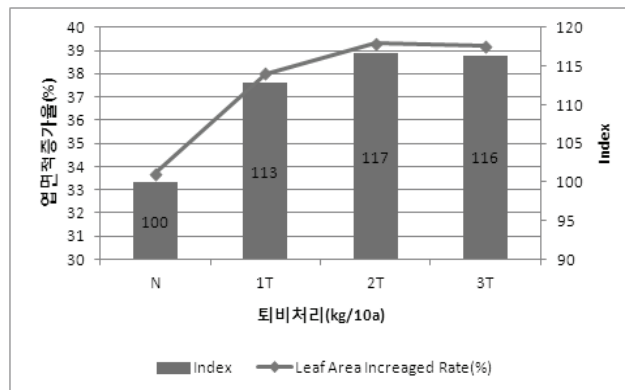
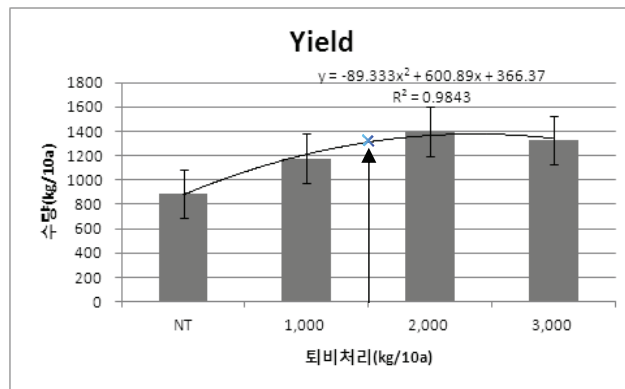


그림 5. 퇴비 처리별 엽면적 증가율과 지수(7일간격)



* 퇴비 추천량 : 1,500kg/10a(최대수량 1,308kg/10a의 5% 수준)

그림 6. 퇴비 처리별 곰취의 수량

퇴비처리별 곰취의 수량곡선식은 $Y=89.333X^2 + 600.89x + 366.37$, $R^2=0.9843$ 으로 최대수량의 5% 유의수준의 퇴비 추천량은 1,500kg/10a 수준으로 나타났는데 이는 산채류 재배기술에서 추천(한등 2008) 하는 퇴비량 보다 500kg/10a 적어 퇴비의 량을 기존의 처리량 보다 절감할 수 있는 것으로 사료 된다..

4. 적 요

소면적 재배 작물인 산채류에 대한 시비기준 설정을 위하여 질소 추비와 퇴비에 대한 시험을 특화작물 시험장 평창 분소에서 2009~2011년 3개년에 걸쳐 질소 추비량, 횡수, 적정퇴비량에 대한 시험을 실시한 결과는 다음과 같다. 검정시비량을 기준으로 추비횡수를 5회 처리하는 것이 2회 처리하는 것보다 엽장, 엽폭, 경장, 경경이 양호 하였고, 질소 이용율은 6.3~22.1%의 범위로 시비량이 증가 할수록 이용율은 감소하였으며, 적정 추비량은 17kg/10a 수준이었다. 퇴비처리에 의한 토양중 질소함량 변화는 처리량이 증가할수록 질소의 수준은 다소 높아지는 경향이었으나 시기가 경과 할수록 수확엽중 함량은 감소하는 경향으로 화학비료에 의한 추비가 필요한 것으로 사료되며, 퇴비의 추천량은 1,500kg/10a 수준이었음.

5. 인용문헌

- 강보구, 정인명, 김재정, 홍순달, 민경범, 1997, 한국토양비료학회지, 30(3):265~271
- 강병화, 김태완, 심상인, 홍선희, 김건옥, 이용호, 나채선, 2009, 자원식물학, 향문사, p480
- 강원도, 1995, 강원도의 토종동식물, p103
- 김이열, 곽한강, 이춘수, 송요성, 연병열, 2001, 특수작물의 적정시비기준, 농업과학기술원 시험연구보고서, p140~148
- 김창배, 김재규, 이숙희, 최철배, 최부술, 1998, 유망산채 섬쭈부쟁이의 생육 및 수량에 미치는 질소 분시 효과, 농업환경논문집 40(2):100~106
- 농협중앙회, 2001, 흙살리기와 시비기술, p161
- 농촌진흥청, 1999, 표준영농교본-60, p31~46
- 농촌진흥청, 2004, 중견토양평가관리, p126, 158
- 이상민, 김석철, 박양호, 이주영, 1998, 부산물 퇴비와 화학비료 시비기준 설정, 농업과학기술원 시험연구보고서
- 이상민, 윤홍배, 김승환, 최두희, 1999, 부산물 퇴비와 화학비료 시비기준 설정, 농업과학기술원 시험연구보고서
- 최승출, 안문섭, 안수용, 옥용식, 손정수, 주진호, 2009, 한국환경농학회지, 8(3):243~248
- 한상섭, 안수용, 2008, 산채재배기술(1), 산채특화작목산학연 협력단
- 한상섭, 안수용, 2009, 산채재배기술(2), 산채특화작목산학연 협력단
- 한상섭, 안수용, 2010, 산채재배기술(3), 산채특화작목산학연 협력단
- 홍정기, 방순배, 권순배, 김시창, 모영문, 1997, 한국자원식물학회지, 10(4):401~410

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
'09년도 (1년차)	영농활용 논문	시설배추 재배시 현장진단 기법 활용에 의한 질소비료 감비 시설배추 재배시 토양 간이 진단에 의한 질소 감비 효과
'10년도 (2년차)	영농활용	실시간 토양진단에 의한 신속한 토양화학성 개선 효과
'11년도 (3년차)	영농활용	곰취 재배시 적정 질소 및 퇴비 사용량

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					09	10	11
책임자	환경농업연구과	농업 연구관	안문섭	새부 과제 수행 및 총괄	○	○	○
공동 연구자	작물경영연구과	농업 연구사	임수정	과제수행 및 자료검토	○	○	
"	특화작목시험장 평창분소	"	김종환	자료검토	○	○	○
"	환경농업연구과	"	김세원	과제 수행 협조	○	○	
"	"	"	최승출	과제 수행 협조	○	○	