

어젠다코드	1-1-1		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	GS03	작목구분코드	SF-02-SF21
과제종류	공동연구		세세부사업	국책기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
소면적 신소득 작물의 비료사용기준 설정 연구			'14~'16	국립농업과학원	이예진
4) 소면적 재배 논개승마, 고려영경귀(곤드레), 민들레에 대한 비료 사용기준 설정			'14~'16	산채연구소	김세원
색인용어	소면적작물, 산채, 논개승마, 고려영경귀, 민들레, 시비기준, 추천시비				

ABSTRACT

The present study was conducted to establish fertilizer recommendation and to prevent the application of excessive fertilization. Also, optimal fertilization is important because crop quality and target yield can be influenced by fertilization. In this study, yields response and NPK uptake amounts of Goat-beard (*Aruncus dioicus* Var. *kamtschaticus* (Maxim) H. Hara), Korean thistle (*Cirsium setidens* (Dunn) Nakai) and Dandelion (*Taraxacum coreanum* Nakai and *Taraxacum platycarpum* Dahlst.) were evaluated in different level of NPK fertilization. N, P and K fertilizer application rates were 5 levels (0, 50, 100, 150, 200%) by practical fertilization, respectively. Fertilizer application rates, yields and cultivation conditions were surveyed in major cultivation regions, and soil chemical properties were analyzed. The standard of fertilizer recommendation and fertilization by soil testing was established from relationship of fertilizer application rates, yields and soil chemical properties. The standard fertilization of N-P₂O₅-K₂O(kg/10a) is as in the followings : Goat-beard (24.1-16.2-8.4), Korean thistle (22.9-4.9-4.8), and Dandelion (13.7-8.4-12.1). Peat application as a soil amendment is very effective to reduce chemical fertilizer usage. Peat treatment (2ton/ha) in cultivation of Korean thistle increased yield 31% compared to chemical fertilizer application alone. Even when reducing 50% of fertilizer amounts, co-application of peat and fertilizer resulted in thistle yields similar to standard fertilizer usage with high efficiency of nitrogen fertilizer, about 77%.

1. 연구목표

국가에서는 농산물 안전생산과 환경 보전을 위한 농산물 인증 제도를 실시하고 있으며, 재배관리 부분에서는 국립농산물품질관리원 고시에 의거하여 농업기술센터로부터 비료사용처방서를 발급 받아 비료사용계획을 세워 재배가 이루어져야 한다. 친환경 농산물 인증 작물 중 비료사용량 미설정 작물의 인증건수는 약 21천건(2013.8)으로 전체의 약 11%에 해당하나 지역별로 볼 때 산채류나 약용작물 등 신소득작물의 재배면적이 많은 일부 지역은 비료사용량 미설정 작물의 인증 비율이 높은 경향을 나타냈다. 따라서 소면적 재배작물의 농산물 인증과 양분관리를 위해서는 적정

비료사용량에 대한 기준 마련이 요구되며, 지역단위에서는 농경지 양분관리 계획을 위한 기초자료로서 지역별 양분 필요량 및 공급량 산정 시 작물별 비료사용기준이 필요하다. 시비관리는 작물의 수량과 품질을 제어하는 방법 중 하나이다 (Wang et al., 2008). 질소는 작물생육 제한인자로서 적정수량을 생산하는데 필수적으로 요구되는 원소로서 (Mengel and Kirkby, 1978), 질소 비료가 괴경이나 뿌리 부분을 수확하는 작물의 수량 및 품질에 미치는 영향을 보면, 질소 시용이 최적 크기의 감자 생산과 전분 함량에 영향을 미친다고 하였고 (Salunkhe et al., 1991), 무는 질소 180~200 kg ha⁻¹를 시용했을 때 뿌리의 크기가 가장 컸다고 보고된 바 있다 (Lim et al., 2010; Pervez et al., 2004). 또한, 작물 뿌리 생육과 질소의 관계를 보면 토양 중 질소 유효도의 증가에 따라 토마토와 곡류의 뿌리 생육이 증가한다고 하였으며 (Garton and Widders, 1990; Weston and Zandstra, 1989), 질소 비료의 표층시비는 토양 표층의 토마토 뿌리 밀도를 증가시킨다고 하였다 (Hoad et al., 2001). 그러나 과도한 질소 공급은 작물의 무기성분 함량이나 과수의 과실 색 등 품질과 관련되는 성분들을 감소시킬 수 있다 (Albornoz, 2016; Wang and Cheng, 2011). 인산은 생육초기에 흡수량이 많으며, 유지 작물의 경우 종자의 피트산 함량에 영향을 미친다 (Wang et al., 2008). 칼륨은 감자, 토란 등 괴경을 수확하는 작물에서 요구량이 많으며, 칼륨은 괴경의 전분이동에 관여한다 (Eppendorfer and Eggum, 1994). 그러므로 작물별로 선호하는 양분과 흡수량을 고려하여 적정 비료사용량을 구하여야 한다.

본 과제는 소면적 재배작물 중 비료사용기준이 설정되지 않은 지역 특화작목인 산채류 3종에 대하여 적정 시비기준을 규정하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

〈제4협동과제 : 소면적 재배 눈개승마, 고려엉겅퀴(곤드레), 민들레에 대한 비료 사용기준 설정〉

가. 작물 비료 표준사용량 설정을 위한 재배시험

본 시험은 눈개승마(2014~2016년), 고려엉겅퀴(2015년), 민들레(2015~2016년) 각각 작물별 특성에 따라 기간을 달리하여 재배시험이 수행되었다. 시험장소는 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소에서 재배하였으며, 재배기간은 눈개승마의 경우 두 곳의 포장에서 반복하여 2014.5.15일, 2015. 5. 18일 육묘이식하였고, 2014년 정식한 포장에서 2016. 4월중순 2회에 순채를 수확하였다. 고려엉겅퀴의 경우 2015. 5. 14일 육묘이식하고 7월상순부터 3회 수확하였으며, 민들레의 경우 2015년에는 흰민들레를 5.18일 육묘이식하여 2015. 7. 4일 수확하였으며 2016년에는 민들레를 5. 22일 직파하고 2016. 9. 8일 수확하였다. 처리내용은 관행사용량(눈개승마 24-18-15kg/10a, 고려엉겅퀴 20-10-12kg/10a, 민들레 15-12-17 kg/10a)을 기준으로 질소 5수준(0-50-100-150-200%), 인산, 칼리는 4수준(0-50-100-150%), 무비구, 퇴비구 등 13처리 3반복으로 처리되었다.(표 1) 분시비율과 시비시기는 눈개승마의 경우 질소, 칼리 50% 해당량, 인산 전량을 밑거름으로 시비

하고, 질소와 칼리 50%해당량을 7~8월중 웃거름으로 2회 시비하였다. 다년생 작물이므로 2~3년차 포장은 웃거름 형태로 3회 분시하였다. 고려영경귀의 경우 질소, 칼리 50% 해당량과 인산 전량을 밑거름으로 시비하고, 질소와 칼리 50%해당량을 1, 2차 수확후 7일이 경과한 후 2회에 걸쳐 분시하였다. 민들레의 경우 질소, 인산, 칼리 전량을 밑거름으로 처리하였다.

표 1. 처리구 당 비료사용량 (kg/10a)

작물명	구분	질소구			인산구			칼리구		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
눈개 승마	0배	0	18	15	24	0	15	24	18	0
	0.5배	12	18	15	24	9	15	24	18	7.5
	1배	24	18	15	24	18	15	24	18	15
	1.5배	36	18	15	24	27	15	24	18	22.5
	2배	48	18	15						
고려 영경귀	0배	0	10	12	20	0	12	20	10	0
	0.5배	10	10	12	20	5	12	20	10	6
	1배	20	10	12	20	10	12	20	10	12
	1.5배	30	10	12	20	15	12	20	10	18
	2배	40	10	12						
민들레	0배	0	12	17	15	0	17	15	12	0
	0.5배	7.5	12	17	15	6	17	15	12	8.5
	1배	15	12	17	15	12	17	15	12	17
	1.5배	22.5	12	17	15	18	17	15	12	25.5
	2배	30	12	17						

나. 작물별 비료사용량 설정을 위한 농가 비료사용 실태조사

눈개승마, 고려영경귀, 민들레에 대하여 각각 주요 재배단지를 중심으로 현장을 방문하여 설문 조사를 통해 재배농가의 비료 사용량과 작물 수량을 확인하였다. 강원도 지역을 위주로 2014년 눈개승마 42농가, 2015년 고려영경귀 55농가, 전국 지역을 대상으로 2016년 민들레 16농가를 조사하였다. 특히 민들레의 경우에는 서양민들레, 흰민들레, 민들레 등 다양한 종이 재배되는 것을 확인할 수 있었다. 재배농가의 생산지 토양을 채취하여 농촌진흥청 토양분석법에 따라 분석하였으며, 농가 비료사용량과 토양 양분함량과의 관계를 구하였다.

다. 친환경 유기 토양개량자재 시용효과 구명 추가 재배시험

일반적으로 산채 재배농가에서는 화학비료 사용을 최소화하고 친환경 재배를 선호하기 때문에 다수확을 위해 토양개량용 유기자재를 사용하는 경우가 많은데 오남용에 의한 생리장해도 우려된다. 따라서 시중에 유통되는 토양개량제의 적정한 사용기준 마련과 효과검증을 위해 처리효과를 구명하고자 시험을 수행하였다. 본 시험은 산채연구소 포장에서 수행되었으며 3종의 토양개량제와

비료는 정식 7일전 처리하였다. 시험에 사용된 유기 토양개량자재 3종의 이화학적 특성은 표 2와 같다. 혼합유박과 이탄토는 60kg/10a, 지렁이분은 200kg/10a를 비료와 동시 처리하고, N-P-K = 20-10-12 kg/10a를 기준량으로 하여 기준비와 1/2비구로 나누어 기비 50%, 추비는 2회 분시 하였다. 재식밀도는 30×25cm로 하여 멀칭후 2015년 5월 28일 육묘이식하였다. 7월 4일부터 약 20일 간격으로 3회에 걸쳐 시험구 전량을 수확하였고 수량성과 시험후 토양화학성을 조사하였으며, 식물체내 질소함량을 분석하여 양분흡수량, 시비효율을 산출하였다.

표 2. 시험재료인 토양개량제 제품의 특성

처리자재	처리량 (kg/10a)	유기물 (%)	전질소 (%)	인산 (%)	칼리 (%)	주요특성
발효혼합유박	60	66.5	4.49	2.18	1.28	성분% OM-N-P-K= 70-3.7-2.2-1.1 아주까리박 등 펠렛형 혼합유박
이탄토	60	34.4	0.59	0.83	0.78	수입원료, 이탄토 100%, 입상가공
지렁이분	200	24.7	0.71	0.86	0.46	유기물 10%이상, 기타비료

※ 상품명 : 발효혼합유박(얼라이브), 이탄토(뉴트리세이브), 지렁이분(지렁이비료) - 유기자재 등록제품
처리량 : 제품포장에 명시된 기준량 적용

3. 결과 및 고찰

〈제4협동과제 : 소면적 재배 눈개승마, 고려엉겅퀴(곤드레), 민들레에 대한 비료 사용기준 설정〉

가. 눈개승마 재배지 비료 표준사용량 설정

(1) 표준사용량 설정을 위한 재배시험

비료 수준별 눈개승마 순채 수량을 평가하기 위하여 3년간 재배시험을 수행하였는데 1년차 시험 포장에 유기물함량이 너무 높고 염류장해가 심해 2년차에 토양특성이 상이한 포장에 반복하여 시험을 수행하였다. 년차별 반복된 두 포장의 토양화학성은 표 3과 같다. pH, 유기물, 유효인산 함량, 토성이 상이한 조건으로 포장A는 양토, 포장B는 사질양토이다.

표 3. 시험 전 토양 화학성

연도	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca K Mg			NO ₃ -N (mg/kg)	LR (kg/10a)
					(cmol _c /kg)				
2014(포장A)	4.8	0.26	49.5	798	1.4	0.8	0.5	21.0	398
2015(포장B)	6.9	0.39	23.8	449	6.3	1.0	1.8	14.2	133

눈개승마는 생육이 왕성하여 시비효과가 뚜렷한 작물이지만, 정식 당해년도 염류장해로 인해 활착율이 현저히 저하되는데 유기물함량이 높은 포장A(2014년)에서 더 심한 경향이였다. 뿌리가 활착된 이후에는 양분흡수가 활발하여 8월이후에는 시비반응이 뚜렷히 나타나는 것으로 확인되었는데(표 4) 가급적 밑거름 양을 30% 수준으로 최소로 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

표 4. 토양조건에 따른 정식 당해년도 시비량별 생육양상 비교

시비처리	토양유기물 4.9%, 양토(2014년)						토양유기물 2.4%, 사질양토(2015년)					
	활착율 (%)	초장(cm)		엽색도 (SPAD)	생체중(g/주)		활착율 (%)	초장(cm)		엽색도 (SPAD)	생체중(g/주)	
		7.4일	9.4일		지상부	뿌리		7.6일	9.23일		지상부	뿌리
무비구	98.9	36.4	37.2	31.6	35.3	36.2	99.2	16.8	27.1	30.6	14.9	52.7
0	94.2	33.8	42.2	32.8	46.0	50.5	98.3	22.5	37.8	32.1	23.1	98.3
50	93.9	30.2	42.3	34.2	47.5	52.3	97.5	19.3	43.0	32.6	48.4	151.1
질소 100	81.9	30.2	42.4	37.5	51.2	53.9	86.7	18.2	44.3	33.3	52.8	170.2
150	66.7	24.4	40.9	38.6	41.5	46.2	84.2	16.9	46.6	36.0	55.1	171.7
200	51.1	23.2	35.8	40.1	34.5	35.0	78.3	15.2	45.0	35.1	50.5	163.0
0	85.1	36.3	42.5	38.4	49.9	54.4	95.8	16.8	44.6	34.2	43.7	146.4
인산 50	85.6	37.2	45.0	39.0	56.1	59.5	91.7	19.2	43.9	33.0	49.9	154.3
100	81.9	30.2	42.4	37.5	51.2	53.9	86.7	18.2	44.3	33.3	52.8	170.2
150	76.4	25.4	41.4	36.3	43.6	47.6	85.8	19.2	46.1	33.3	51.2	160.8
0	88.6	33.5	41.0	36.3	47.4	50.6	95.8	18.9	50.5	33.5	51.2	159.8
칼리 50	88.1	35.2	41.4	36.4	49.5	53.9	91.7	16.0	45.1	34.2	53.1	166.0
100	81.9	30.2	42.4	37.5	51.2	53.9	86.7	18.2	44.3	33.3	52.8	170.2
150	73.3	30.2	39.1	38.0	37.7	41.5	90.8	17.9	48.4	33.2	57.1	171.3
퇴비구	83.3	39.8	42.4	40.6	69.5	71.2	93.3	17.2	46.4	33.6	52.6	168.0

비료 수준별 눈개승마 순채 수량을 비교했을 때 포장A에서 정식 3년차 첫 수확된 눈개승마의 수량은 질소 150%, 인산 50%, 칼리 50%에서 가장 많았고, 퇴비구의 경우 화학비료 관행시비구 보다 약간 수량이 높게 나타났다.(표 5)

표 5. 비료 수준별 정식 3년차 눈개승마 순채 수량('14년 정식, 포장A)

처리내용	총새순 (개/15m ²)	수확순 (개/15m ²)	상품율 (%)	순채수량		건물율 (%)
				g/15m ²	kg/10a	
무비구	997±107	353±75	35.8	1,954±737	130.2±49.1	15.7
0	1,057±74	415±177	38.9	2,533±952	168.9±63.4	15.1
50	997±35	677±45	68.0	3,806±264	253.7±17.6	14.7
질소 100	1,120±118	601±122	54.4	4,085±813	272.3±54.2	14.4
150	1,217±76	708±141	58.1	4,747±1500	316.5±100	14.1
200	857±126	353±112	40.5	2,534±724	168.9±48.3	14.0
0	1,056±116	513±66	48.6	3,028±427	201.8±42.5	14.6
인산 50	1,227±179	717±114	58.5	4,102±787	273.5±52.5	14.7
100	1,120±118	601±122	54.4	4,085±813	272.3±54.2	14.4
150	1,143±134	562±83	49.1	3,914±680	261.0±45.3	14.4
0	1,008±95	520±85	51.6	3,196±554	213.1±43.5	14.7
칼리 50	1,253±119	691±13	54.9	4,441±962	296.0±64.1	14.8
100	1,120±118	601±122	54.4	4,085±813	272.3±54.2	14.4
150	1,020±89	522±68	51.3	3,275±386	218.4±25.7	14.2
퇴비구	1,233±116	648±165	52.0	4,351±1005	290.0±67.0	15.0

※ 2회 수확 : 1차 4.11일, 2차 4.18일

비료 시용수준별 눈개승마 순채의 수량 관계를 보았을 때 질소의 경우 비료사용량이 많을수록 수량이 증가하다가 200% 수준에서 급격히 감소하는 형태이며, 인산과 칼리의 경우 50% 수준을 넘을수록 수량이 감소하는 경향을 보였다. 질소, 인산, 칼리 시용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 시용량은 25.2-17.3-11.4 kg/10a으로 나타났다.(그림 1) 시비수준에 따른 눈개승마의 엽 수량성을 조사한 김 등(1998)의 결과와 순채를 수확물로 수량성을 조사한 본 시험결과가 상당히 유사한 경향을 보였다.

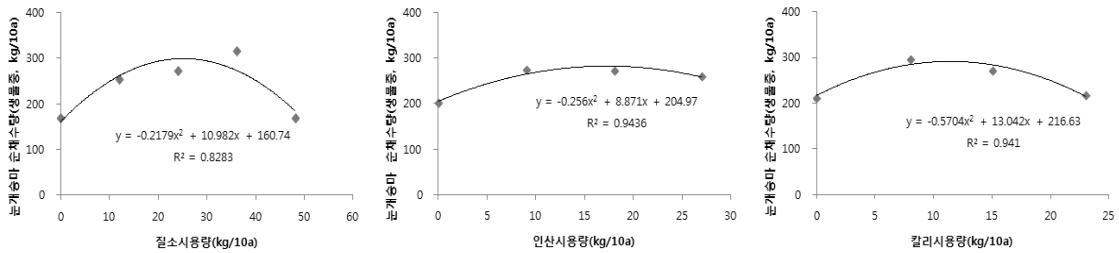


그림 1. 비료 수준에 따른 눈개승마 순채 수량 곡선(생중, kg/10a)

눈개승마 정식후부터 순채 수확시까지 식물체 총 건물량과 부위별 성분분석 결과는 표 6, 7과 같다.

표 6. 눈개승마의 생육기간중 총 건물량

시비처리 (%)	1년차 시비후(kg/10a)			2년차 시비후(kg/10a)				
	지상부	지하부	계	지상부	지하부	가식순	계	
무비구	101.9	173.8	275.7	173.8	722.4	20.4	917	
질소	0	132.5	221.9	354.4	221.9	792.5	25.6	1,040
	50	136.9	307.0	443.9	307.0	1085.2	37.6	1,430
	100	147.6	297.0	444.6	297.0	943.5	39.5	1,280
	150	119.7	256.0	375.7	256.0	852.1	45.0	1,153
	200	99.6	201.6	301.2	201.6	693.8	23.7	919
인산	0	149.2	255.5	404.7	255.5	974.1	30.3	1,260
	50	161.8	262.5	424.3	262.5	995.0	40.2	1,298
	100	147.6	297.0	444.6	297.0	1033.5	39.5	1,370
	150	125.8	265.7	391.5	265.7	886.6	37.5	1,190
	200	135.6	274.2	409.8	274.2	1008.8	32.1	1,315
칼리	50	142.6	294.8	437.4	294.8	984.5	43.7	1,323
	100	147.6	297.0	444.6	297.0	1033.5	39.5	1,370
	150	108.6	269.6	378.2	269.6	965.6	31.4	1,267
	200	108.6	269.6	378.2	269.6	965.6	31.4	1,267
퇴비구	200.4	356.5	556.9	356.5	1040.1	43.6	1,440	

표 7. 논개승마의 식물체 성분함량 (%)

시비처리	월동전 채취-비가식 부위						월동후 채취('16. 4월)		
	지상부(엽, 줄기)			지하부(근)			지상부(새순 가식부)		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무비구	2.05	1.61	1.51	0.88	0.48	0.72	3.98	3.08	2.75
0	2.66	1.83	1.87	0.98	0.49	0.69	4.36	3.08	2.76
50	2.85	1.76	1.95	0.89	0.43	0.7	4.02	3.06	2.84
질소 100	2.83	1.77	1.83	1.03	0.47	0.71	4.29	3.21	2.68
150	2.91	1.8	2.02	1.08	0.44	0.67	4.06	3.28	2.78
200	2.85	1.74	1.76	1.14	0.5	0.75	4.32	3.37	2.80
0	2.71	1.75	1.75	1.02	0.46	0.7	4.28	3.1	2.84
인산 50	2.69	1.75	1.76	1.02	0.45	0.69	4.28	3.17	2.95
100	2.83	1.77	1.83	1.03	0.47	0.71	4.29	3.21	2.68
150	2.73	1.76	1.78	1.02	0.45	0.69	4.27	3.11	2.90
0	2.82	1.76	1.70	1.00	0.46	0.67	4.12	3.26	2.78
칼리 50	2.90	1.79	1.74	0.98	0.46	0.68	4.04	3.28	2.81
100	2.83	1.77	1.83	1.03	0.47	0.71	4.29	3.21	2.68
150	2.79	1.75	1.74	0.98	0.5	0.75	4.27	3.31	2.78
퇴비구	2.73	1.79	1.9	0.99	0.46	0.69	4.11	3.05	2.83

논개승마 1년차 생육기간중 양분흡수는 뿌리보다 지상부 생육에 상대적으로 더 많이 이용되며, 질소 시용구에서 최대 질소 6.0, 인산 3.5, 칼리 4.0kg, 인산 시용구에서 최대 질소 6.4, 인산 3.7, 칼리 4.2kg, 칼리 시용구에서 최대 질소 6.0, 인산 3.5, 칼리 4.0kg가 흡수되었다.(표 8)

표 8. 논개승마의 1년차 생육기간중 양분흡수량 (kg/10a)

시비처리	지상부(엽, 줄기)			지하부(뿌리)			계		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무비구	2.1	1.6	1.5	1.1	0.6	0.9	3.1	2.2	2.4
0	3.5	2.4	2.5	1.6	0.8	1.2	5.2	3.2	3.6
50	3.9	2.4	2.7	1.5	0.7	1.2	5.4	3.2	3.9
질소 100	4.2	2.6	2.7	1.8	0.8	1.3	6.0	3.5	4.0
150	3.5	2.2	2.4	1.7	0.7	1.0	5.1	2.8	3.4
200	2.8	1.7	1.8	1.3	0.6	0.9	4.2	2.3	2.6
0	4.0	2.6	2.6	1.9	0.8	1.3	5.9	3.5	3.9
인산 50	4.4	2.8	2.9	2.0	0.9	1.4	6.4	3.7	4.2
100	4.2	2.6	2.7	1.8	0.8	1.3	6.0	3.5	4.0
150	3.4	2.2	2.2	1.6	0.7	1.1	5.0	2.9	3.3
0	3.8	2.4	2.3	1.8	0.8	1.2	5.6	3.2	3.5
칼리 50	4.1	2.6	2.5	1.8	0.8	1.2	5.9	3.4	3.7
100	4.2	2.6	2.7	1.8	0.8	1.3	6.0	3.5	4.0
150	3.0	1.9	1.9	1.4	0.7	1.0	4.4	2.6	2.9
범위*	2.8~4.4	1.7~2.8	1.8~2.9	1.3~2.0	0.6~0.9	0.9~1.4	4.2~6.4	2.3~3.7	2.6~4.2

* 무비구 제외

눈개승마 2년차 생육기간중 양분흡수는 1년차와 달리 지하부 생육이 보다 왕성하게 이루어지게 되는데(표 9) 흡수된 양분이 근권발육에 집중 이용되는 것을 알 수 있다. 질소 시용구에서 최대 질소 19.8, 인산 11.2, 칼리 14.7kg, 인산 시용구에서 최대 질소 20.7, 인산 11.4, 칼리 13.8kg, 칼리 시용구에서 최대 질소 20.7, 인산 11.4, 칼리 13.8kg이 각각 흡수되었다.

표 9. 눈개승마의 2년차 생육기간중 양분흡수량

(kg/10a)

시비처리	지상부(엽,줄기)			지하부(뿌리)			지상부(가식 순채)			계			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
무비구	3.6	2.8	2.6	6.4	3.5	5.2	0.8	0.6	0.6	10.7	6.9	8.4	
질소	0	5.9	4.1	4.2	7.8	3.9	5.5	1.1	0.8	0.7	14.8	8.7	10.3
	50	8.4	5.4	6.0	9.7	4.7	7.6	1.5	1.2	1.1	19.6	11.2	14.7
	100	8.4	5.3	5.4	9.7	4.4	6.7	1.7	1.3	1.1	19.8	11.0	13.2
	150	7.5	4.6	5.2	9.2	3.8	5.7	1.8	1.5	1.3	18.5	9.8	12.1
	200	5.8	3.5	3.6	7.9	3.5	5.2	1.0	0.8	0.7	14.7	7.8	9.4
인산	0	6.9	4.5	4.5	9.9	4.5	6.8	1.3	0.9	0.9	18.2	9.9	12.2
	50	7.1	4.6	4.6	10.2	4.5	6.9	1.7	1.3	1.2	18.9	10.4	12.7
	100	8.4	5.3	5.4	10.7	4.9	7.3	1.7	1.3	1.1	20.7	11.4	13.8
	150	7.3	4.7	4.7	9.0	4.0	6.1	1.6	1.2	1.1	17.9	9.8	11.9
칼리	0	7.7	4.8	4.7	10.1	4.6	6.8	1.3	1.1	0.9	19.1	10.5	12.3
	50	8.6	5.3	5.1	9.6	4.5	6.7	1.8	1.4	1.2	20.0	11.2	13.1
	100	8.4	5.3	5.4	10.7	4.9	7.3	1.7	1.3	1.1	20.7	11.4	13.8
	150	7.5	4.7	4.7	9.5	4.8	7.2	1.3	1.0	0.9	18.3	10.6	12.8
범위*	5.8~	3.5~	3.6~	7.8~	3.5~	5.2~	1.0~	0.8~	0.7~	14.7~	7.8~	9.4~	
	8.6	5.4	6.0	10.7	4.9	7.6	1.8	1.5	1.3	20.7	11.4	14.7	

* 무비구 제외

비료 시용수준에 따른 년차별 양분이용율은 1년차보다 2년차에 급격히 증가한다.(표 10) 이는 1년차에 정식후 과비 염류장해로 인한 고사율이 높았기 때문으로 판단된다. 1년차에는 질소 50%구에서 22.5%, 인산 50%구에서 20.1%, 칼리 50%구에서 24.7%로 최대값을 나타내었고, 2년차에는 질소 50%구에서 79.3%, 인산 50%구에서 47.6%, 칼리 50%구에서 66.7%로 최대의 효율을 보였는데 각 처리구별 시비량이 증가할수록 이용율은 현저히 감소하였다.

표 10. 눈개승마의 년차별 양분이용율

(%)

시비처리	1년차			2년차			년차별 평균		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	-	6.8	12.3	-	10.7	18.8	-	8.8	15.6
50	22.5	8.2	11.7	79.3	34.8	35.4	50.9	21.5	23.6
100	13.6	8.7	13.7	40.5	26.7	33.7	27.1	17.7	23.7
150	6.6	5.8	9.5	23.3	20.8	26.2	15.0	13.3	17.9
200	3.0	1.2	6.1	9.5	5.7	12.4	6.3	3.5	9.3

시비처리	1년차			2년차			년차별 평균			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
인산	0	13.2	-	13.7	33.6	-	26.5	23.4	-	20.1
	50	15.1	20.1	15.4	36.8	47.6	29.6	26.0	33.9	22.5
	100	13.6	8.7	13.7	44.4	30.2	36.5	29.0	19.5	25.1
	150	9.6	3.4	10.1	32.5	13.1	26.1	21.1	8.3	18.1
칼리	0	11.8	6.0	-	37.7	21.8	-	24.8	13.9	-
	50	13.1	7.2	24.7	41.1	25.9	66.6	27.1	16.6	45.7
	100	13.6	8.7	13.7	44.4	30.2	36.5	29.0	19.5	25.1
	150	6.8	2.9	5.2	34.3	24.5	20.3	20.6	13.7	12.8
퇴비구	21.1	16.9	21.8	48.8	37.7	43.9	35.0	27.3	32.9	

(2) 눈개승마 재배 농가 비료사용량과 토양 양분함량 분석

눈개승마 주산단지 농가 평균 비료사용량과 수량을 조사한 결과 질소-인산-칼리 평균 사용량은 22.2-15.2-13.3kg/10a 수준이었고 평균수량은 257kg/10a로 나타났다.(표 11)

표 11. 농가 비료사용량 및 수량

(kg/10a)

조사 농가수	구 분	눈개승마 수량 (지상부, 순채)	3요소 비료량(성분량)			우분퇴비
			질소	인산	칼리	
42	평 균	257	22.2	15.2	13.3	2,840
	표준편차	100	4.6	3.7	3.5	815

- 조사지역 : 평창, 영월, 홍천, 양구, 삼척, 고성, 속초, 강릉, 정선, 청양, 가평, 영양
- 조사농가중 식재 3년차 경과 수량성 조사대상 26개소
- 정부지원 시판 가축분퇴비 사용량은 우분량으로 환산(약 4배)

토양 양분함량은 작물별 시비처방기준에서 제시하고 있는 산채류 적정범위에 근접한 일반적인 발토양 수준이었다.(표 12)

표 12. 눈개승마 재배 농가포장 토양 양분함량 (42개소)

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	치환성양이온(cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
평균	6.3	0.31	24.9	482	0.6	4.5	1.3
표준편차	0.6	0.05	5.6	12	0.2	0.8	0.3
적정범위*	6-6.5	2이하	25-35	450-550	0.7-0.8	5-6	1.5-2

* 작물별 시비처방기준(2010) : 산채류 적정범위

눈개승마 재배지의 토양 화학성 범위별 분포비율을 비교한 결과, 토양유기물, 치환성 양이온 함량이 낮은 편인데 이는 척박지나 유흥지에 식재하는 농가가 많기 때문으로 판단된다.(표 13)

표 13. 눈개승마 재배지 토양화학성 분포비율

항 목	구 분	토양화학성 분포비율		
pH (1:5)	범위	6.0 미만	6.0~6.5	6.5 이상
	분포비율(%)	30.9	40.5	28.6
EC (dS/m)	범위	1.0 미만	1.0~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	92.9	4.8	2.3
OM (g/kg)	범위	30 미만	30~50	51 이상
	분포비율(%)	64.3	30.9	4.8
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	범위	200 미만	200~500	501 이상
	분포비율(%)	19.0	42.9	38.1
Ex. K (cmol _c /kg)	범위	0.5 미만	0.5~1.0	1.0 이상
	분포비율(%)	54.8	38.1	7.1
Ex. Ca (cmol _c /kg)	범위	5.0 미만	5.0~10.0	10.1 이상
	분포비율(%)	64.3	33.3	2.4
Ex. Mg (cmol _c /kg)	범위	1.5 미만	1.5~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	69.0	19.1	11.9

농가 비료사용량과 눈개승마 순채 수량과의 관계를 살펴본 결과(그림 2), 비료 사용량이 많을 수록 수량이 증가하는 경향을 보였다.

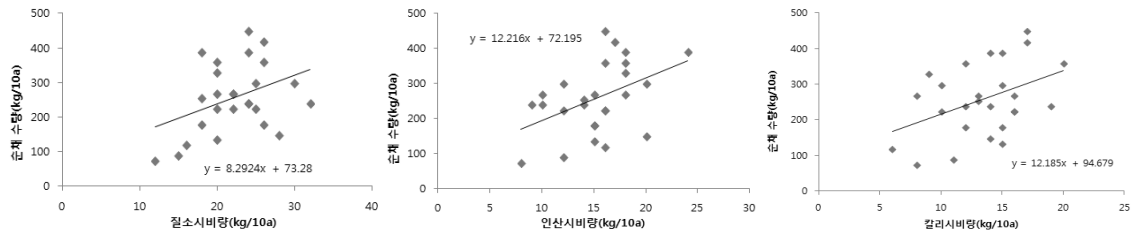


그림 2. 농가 비료사용량과 눈개승마 순채 수량

농가의 비료 사용량과 토양 양분함량과의 관계를 볼 때 유기물 함량과 질소 시비량, 토양 유효 인산 함량과 인산 시비량, 치환성 칼리함량과 칼리 시비량은 반비례 경향을 보였다.(그림 3)

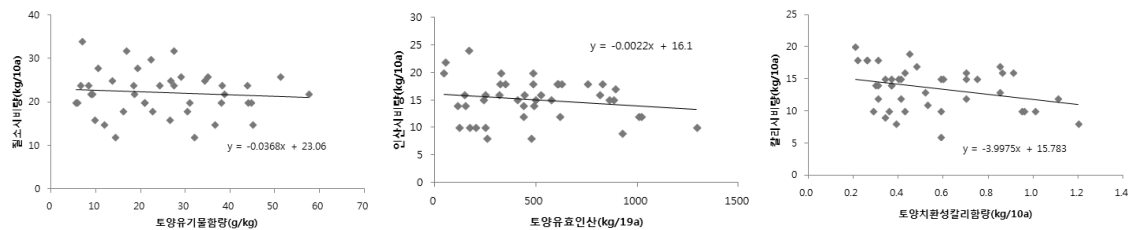


그림 3. 눈개승마 재배지 토양 양분함량과 비료사용량

(3) 논개승마 비료 표준사용량과 토양검정에 의한 비료추천

논개승마 비료 표준사용량과 토양검정 비료 추천식을 설정하였다.(표 14, 15) 토양검정 비료추천식은 시험포장에서의 최고수량을 생산한 비료량을 기초로 하여 농가 토양양분함량과 비료 사용량 관계식을 적용하였으며, 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 24.1-16.2-8.4 kg/10a로 설정하였다. 포장 재배시험시 정식 당해년도 질소, 칼리 50% 밑거름을 처리하였으나 염류장해로 인한 활착율 저하가 우려되므로 30% 수준으로 최소화하는 것이 바람직하며, 다년생 산채이므로 정식 2년차 이후는 식재된 상태에서 웃거름 형태로 3회에 걸쳐 분시할 것을 권장하는데 웃거름 시기는 순채 수확전인 3월하순, 수확후인 5월중순, 생육최성기인 7월경이 적절하다.

표 14. 논개승마 비료 표준사용량 설정* (성분량) (단위 : kg/10a)

밑거름			웃거름			합 계		
질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
7.2	16.2	2.5	16.9	0	5.9	24.1	16.2	8.4

- 분시비율 : 밑거름(질소 30%, 칼리 30% 해당량, 인산 전량)
 웃거름 2회(질소 35%, 칼리 35% 각 해당량)

* 토양검정 추천식에 산채류 적정범위 중간값 적용

- 퇴구비 사용량 : 작물별 시비처방기준 산채류 추천량 적용(1,500kg/10a)

표 15. 토양검정에 의한 비료추천* (성분량)

질소 비료추천식	토양 유기물 함량 (g/kg)			
	20	30	40	50
	—— N 비료사용량, kg/10a ——			
$N(kg/10a) = 25.2 - 0.0368 * OM$	24.4	24.1	23.7	23.4
인산 비료추천식	토양 유효인산 함량 (mg/kg)			
	200	400	600	800
	—— P ₂ O ₅ 비료사용량, kg/10a ——			
$P_2O_5(kg/10a) = 17.3 - 0.0022 * Av.P_2O_5$	16.9	16.4	16.0	15.5
칼리 비료추천식	토양 치환성칼륨 함량 (cmol _c /kg)			
	0.3	0.6	0.9	1.2
	—— K ₂ O 비료사용량, kg/10a ——			
$K_2O(kg/10a) = 11.4 - 3.9975 * Ex.K$	10.2	9.0	7.8	6.6

나. 고려엉겅퀴 재배지 비료 사용량 설정

(1) 표준사용량 설정을 위한 육묘이식 재배시험

비료 수준별 고려엉겅퀴(곤드레나물) 수량을 평가하기 위하여 육묘이식 재배시험을 실시하였다. 시험포장의 토양 화학성은 표 16과 같다.

표 16. 시험 전 토양 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av,P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	LR (kg/10a)
				(cmol _c /kg)				
6.9	0.52	22.9	449	6.8	1.0	3.0	18.2	133

비료 수준별 고려엉겅퀴 수량은 질소 100%, 인산 100%, 칼리 50%에서 가장 많았고, 퇴비구의 경우 화학비료 관행시비구보다 오히려 수량이 낮았는데, 가뭄지속으로 처리된 가축분퇴비의 가스장해로 인한 생육저하가 된 것으로 판단된다.(표 17)

표 17. 비료 사용수준에 따른 수확시기별 고려엉겅퀴 수량(3회 수확)

처리내용	상품 수확량(kg/10a)			합계	
	1차(7.4)	2차(7.21)	3차(8.11)		
무비구(0-0-0)	325±65	230±58	311±49	859±109	
질소	0	488±54bc	341±45b	1181±150b	
	50	597±33a	536±75a	487±35b	1619±32a
	100	543±45ab	547±58a	745±103a	1835±167a
	150	455±36c	518±42a	723±51a	1697±34a
	200	335±48d	544±60a	725±98a	1604±181a
인산	0	564±46a	592±35a	513±82b	1668±81ab
	50	558±61a	557±81a	568±80ab	1683±123ab
	100	543±45a	547±58a	745±103a	1835±167a
	150	412±16b	630±56a	518±113b	1558±52b
칼리	0	608±69a	527±63b	523±143ab	1658±244b
	50	642±63a	715±61a	735±103a	2092±69a
	100	543±45ab	547±58b	745±103a	1835±167ab
150	478±36b	576±68b	496±131b	1550±169b	
퇴비구	403±53	468±63	439±48	1310±116	

* 수확시기 : 1차 7.4일, 2차 7.21일, 3차 8.11일

비료 사용수준별 고려엉겅퀴 수량과의 관계를 보았을 때 질소, 인산, 칼리 모두 시비량이 증가하다가 일정 수준에서는 감소하는 경향이었는데 질소, 인산, 칼리 시용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 시비량은 24.5-6.9-8.0 kg/10a으로 나타났다.(그림 4)

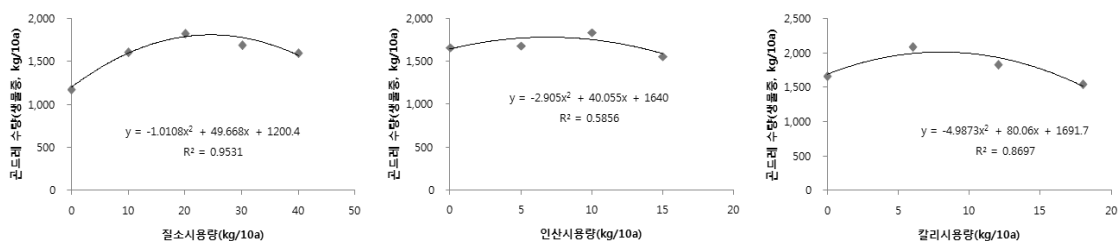


그림 4. 비료 사용수준에 따른 수량 곡선(곤드레 생체중, kg/10a)

고려엉겅퀴 정식후부터 수확물과, 잔재물, 뿌리 등 총 건물량과 부위별 성분분석 결과는 표18, 19와 같다.

표 18. 비료 사용 수준별 고려영양원 식물체 건물중

처리내용	식물체 건물중 (kg/10a)			건물 합계 (kg/10a)
	수확상품	지상부잔재물	뿌리	
무비구(0-0-0)	106.5	62.3	120.6	289.4
질소	0	142.6	67.8	346.3
	50	184.4	76.9	427.0
	100	209.3	94.5	476.4
	150	185.3	118.9	477.6
	200	180.0	117.9	468.4
	인산	0	195.5	100.8
50		195.6	94.7	465.9
100		209.3	94.5	476.4
150		175.0	103.1	429.3
칼리	0	195.4	74.9	410.1
	50	223.3	111.3	528.8
	100	209.3	94.5	476.4
	150	172.1	75.0	430.3
퇴비구	149.6	90.5	170.2	410.3

표 19. 비료 사용수준별 고려영양원 식물체내 성분함량 (%)

처리내용	수확상품			지상부 잔재물			뿌리		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무비구(0-0-0)	2.91	1.01	2.91	2.71	1.00	2.44	1.04	1.59	1.53
질소	0	3.83	1.24	2.75	2.88	1.18	2.37	1.56	2.04
	50	4.70	1.22	3.12	3.52	1.17	2.75	1.76	2.32
	100	4.97	1.33	3.25	4.25	1.24	2.64	1.83	2.08
	150	5.20	1.24	3.10	4.57	1.26	3.00	1.86	2.05
	200	5.23	1.25	3.15	4.70	1.27	3.26	1.81	2.29
	인산	0	4.26	1.16	2.83	4.05	1.20	3.06	1.87
50		4.68	1.20	3.10	4.15	1.23	3.04	1.87	1.65
100		4.97	1.33	3.25	4.25	1.24	2.64	1.83	2.08
150		4.87	1.35	2.98	4.23	1.24	2.93	1.79	2.00
칼리	0	4.83	1.26	2.86	4.19	1.23	2.62	1.80	1.68
	50	4.72	1.27	2.83	4.29	1.20	2.60	1.85	1.79
	100	4.97	1.33	3.25	4.25	1.24	2.64	1.83	2.08
	150	4.83	1.23	3.22	4.24	1.15	3.02	1.83	1.84
퇴비구	4.93	1.25	3.17	4.21	1.17	2.93	1.81	1.35	1.81

비료 사용수준별 고려영양원 생육기간중 주어진 양분은 여러차례 지속 수확이 이루어지는 지상부 생육에 상대적으로 더 많이 이용되며, 질소 사용구에서 최대 질소 18.3, 인산 6.6, 칼리 13.4kg, 인산 사용구에서 최대 질소 17.6, 인산 6.6, 칼리 12.9kg, 칼리 사용구에서 최대 질소 18.9, 인산 6.8, 칼리 12.9kg가 흡수되었다.(표 20)

표 20. 고려엉겅퀴의 생육기간중 양분흡수량 (kg/10a)

시비처리	수확상품(엽, 줄기)			지상부 잔재물			지하부(뿌리)			합계			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
무비구	3.1	1.1	3.1	1.7	0.6	1.5	1.3	1.9	2.5	6.0	3.6	6.5	
질소	0	5.5	1.8	3.9	2.0	0.8	1.6	2.1	2.0	2.1	9.5	4.5	8.3
	50	8.7	2.3	5.8	2.7	0.9	2.1	2.9	2.6	3.8	14.3	5.8	11.7
	100	10.4	2.8	6.8	4.0	1.2	2.5	3.2	2.5	3.6	17.6	6.4	12.9
	150	9.6	2.3	5.7	5.4	1.5	3.6	3.2	2.8	3.6	18.3	6.6	12.9
	200	9.4	2.3	5.7	5.5	1.5	3.8	3.1	2.8	3.9	18.0	6.5	13.4
인산	0	8.3	2.3	5.5	4.1	1.2	3.1	2.8	2.0	3.0	15.2	5.4	11.6
	50	9.2	2.4	6.1	3.9	1.2	2.9	3.3	2.6	2.9	16.4	6.1	11.8
	100	10.4	2.8	6.8	4.0	1.2	2.5	3.2	2.6	3.6	17.6	6.6	12.9
	150	8.5	2.4	5.2	4.4	1.3	3.0	2.7	2.5	3.0	15.6	6.2	11.3
칼리	0	9.4	2.5	5.6	3.1	0.9	2.0	2.5	2.1	2.4	15.1	5.5	9.9
	50	10.5	2.8	6.3	4.8	1.3	2.9	3.6	2.6	3.5	18.9	6.8	12.7
	100	10.4	2.8	6.8	4.0	1.2	2.5	3.2	2.5	3.6	17.6	6.4	12.9
	150	8.3	2.1	5.5	3.9	0.9	2.3	3.4	2.5	3.4	14.8	5.5	11.2
범위*	5.5~	1.8~	3.9~	2.0~	0.8~	1.6~	2.1~	2.0~	2.1~	9.5~	4.5~	7.6~	
	10.5	2.8	6.8	5.5	1.5	3.8	3.6	2.8	3.9	18.9	6.8	13.4	

* 무비구 제외

비료 시용수준에 따른 양분이용율은 고려엉겅퀴 상품수량에 기여하는 효율이 높아 질소 50%구에서 55.7%, 인산 50%구에서 24.9%, 칼리 50%구에서 40.2% 수준이었고, 식물 전체에 이용된 비율은 질소는 41.0~72.9%, 인산은 9.3~49.9%, 칼리는 12.3~77.9%의 수준으로 넓은 범위값을 나타내었다.(표 21)

표 21. 고려엉겅퀴의 비료수준별 양분이용율

시비처리	상품 수확물(%)			식물체 전체(%)			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0	-	6.7	5.5	-	9.3	12.3	
질소	50	55.7	11.5	72.9	21.8	42.8	
	100	36.5	16.8	57.9	28.2	42.7	
	150	21.8	12.0	17.6	41.0	30.0	46.4
	200	15.8	11.5	17.1	30.1	29.1	34.4
인산	0	26.1	-	16.2	-	35.9	
	50	30.3	24.9	19.8	51.8	42.8	
	100	36.5	16.8	24.7	57.9	32.0	
	150	27.1	8.4	14.1	48.0	17.1	27.7
칼리	0	31.7	13.6	-	45.5	18.9	
	50	37.2	17.4	40.2	64.5	77.9	
	100	36.5	16.8	24.7	57.9	28.2	42.8
	150	26.1	10.2	11.1	44.2	18.5	21.4
퇴비구	21.4	7.7	10.9	41.3	16.3	26.8	

(2) 고려영경귀 재배농가 비료사용량과 토양 양분함량 분석

고려영경귀 주산단지의 농가 평균 비료사용량과 수량을 조사한 결과(표 22), 질소-인산-칼리 평균 29.2-13.1-17.7kg/10a을 사용하였고, 평균수량은 2,877kg/10a 수준이었다.

표 22. 농가 비료사용량 및 수량 (kg/10a)

조사 농가수	구 분	곤드레 수량 (지상부, 생중)	3요소 비료량(성분량)			우분퇴비
			질소	인산	칼리	
55	평 균	2,877	29.2	13.1	17.7	3,170
	표준편차	545	4.9	3.4	4.0	1,444

- 조사지역 : 정선, 영월, 평창, 삼척, 홍천, 태백, 고흥, 단양
- 정부지원 시판 가축분퇴비 사용량은 우분량으로 환산(약 4배)

토양 양분함량은 작물별 시비처방기준에서 제시하고 있는 산채류 적정범위에 대부분 항목이 근접하였으나, 유효인산만 약간 높은 경향이었고(표 23), 화학성 범위별 분포비율을 비교한 결과(표 24), 노지재배가 일반적이므로 토양EC는 낮았고 유효인산은 높은 곳이 많았다.

표 23. 고려영경귀 재배농가 포장 토양 양분함량 (61개소)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
평 균	6.5	0.7	34.7	762	0.98	5.93	1.41
표준편차	0.7	0.7	13.8	402	0.53	2.81	0.77
적정범위*	6.0-6.5	2 이하	25-35	450-550	0.7-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0

* 작물별 시비처방기준(2010) : 산채류 적정범위

표 24. 고려영경귀 재배지 토양화학성 분포비율

항 목	구 분	토양화학성 분포비율		
pH (1:5)	범위	6.0 미만	6.0~6.5	6.5 이상
	분포비율(%)	23.0	29.5	47.5
EC (dS/m)	범위	1.0 미만	1.0~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	82.0	11.5	6.5
OM (g/kg)	범위	30 미만	30~50	51 이상
	분포비율(%)	39.3	44.3	16.4
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	범위	200 미만	200~500	501 이상
	분포비율(%)	4.9	27.9	67.2
Ex. K (cmol _c /kg)	범위	0.5 미만	0.5~1.0	1.1 이상
	분포비율(%)	21.4	39.3	39.3
Ex. Ca (cmol _c /kg)	범위	5.0 미만	5.0~10.0	10.1 이상
	분포비율(%)	41.0	54.1	4.9
Ex. Mg (cmol _c /kg)	범위	1.5 미만	1.5~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	59.0	23.0	18.0

농가 비료사용량과 고려엉겅퀴 수량과의 관계를 살펴본 결과(그림 5), 비료 사용량이 많을수록 수량이 증가하는 경향을 보였다.

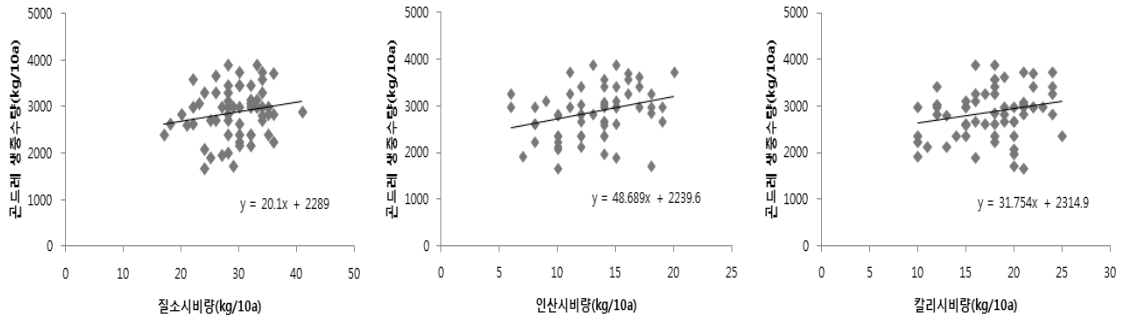


그림 5. 농가 비료사용량과 고려엉겅퀴(근드레니물) 수량

농가의 비료 사용량과 토양 양분함량과의 관계를 볼 때 유기물 함량과 질소 시비량, 토양 유효 인산 함량과 인산 시비량, 치환성 칼리함량과 칼리 시비량은 반비례 경향을 보였으나, 질소의 경우 뚜렷한 양상을 확인하기 어려웠다.(그림 6)

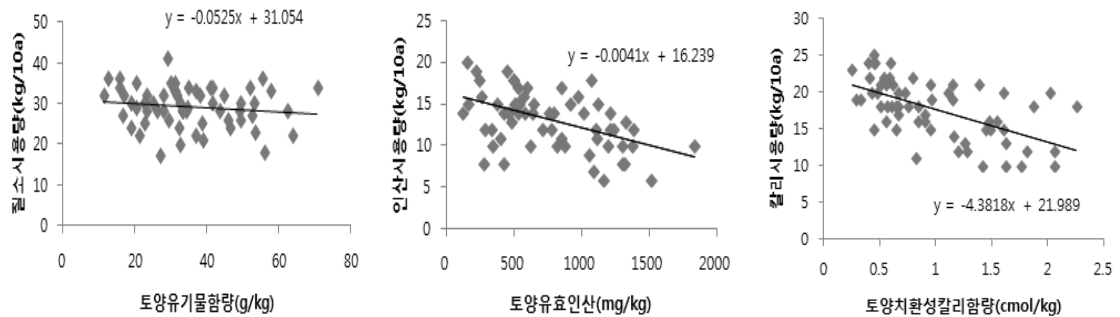


그림 6. 고려엉겅퀴 재배지 토양 양분함량과 비료사용량

(3) 고려엉겅퀴 비료 표준사용량과 토양검정에 의한 비료추천

고려엉겅퀴 비료 표준사용량과 토양검정 비료 추천식을 설정하였다.(표 25, 26) 토양검정 비료 추천식은 시험포장에서의 최고수량을 생산한 비료량을 기초로 하여 농가 토양양분함량과 비료 사용량 관계식을 적용하였으며, 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 22.9-4.9-4.8 kg/10a로 설정하였다. 이를 여러차례에 걸쳐 수확하고 농가에서 웃거름 주는 양이 많으므로 웃거름 분시비율을 다른 산채와 동일하게 60%로 배분하는 것이 바람직하다.

표 25. 고려엉겅퀴 비료 표준사용량 설정* (성분량)

(단위 : kg/10a)

밑거름			웃거름			합 계		
질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
9.2	4.9	2.4	13.7	0	2.4	22.9	4.9	4.8

- 분시비율 : 밑거름(질소 40%, 칼리 50% 해당량, 인산 전량)
 웃거름 2회(질소 30%, 칼리 25% 각 해당량)

* 토양검정에 의한 추천식에 산채류와 엽채류 적정범위 중간값 적용

- 퇴구비 사용량 : 작물별 사비처방기준 산채류 추천량 적용(1,500kg/10a)

표 26. 토양검정에 의한 비료추천* (성분량)

질소 비료추천식	토양 유기물 함량 (g/kg)			
	20	30	40	50
	— N 비료사용량, kg/10a —			
$N(kg/10a) = 24.5 - 0.0525 * OM$	23.5	22.9	22.4	21.9

인산 비료추천식	토양 유효인산 함량 (mg/kg)			
	200	400	600	800
	— P ₂ O ₅ 비료사용량, kg/10a —			
$P_2O_5(kg/10a) = 6.9 - 0.0041 * Av.P_2O_5$	6.1	5.3	4.4	3.6

칼리 비료추천식	토양 치환성칼륨 함량 (cmol _c /kg)			
	0.3	0.6	0.9	1.2
	— K ₂ O 비료사용량, kg/10a —			
$K_2O(kg/10a) = 8.0 - 4.3818 * Ex.K$	6.7	5.4	4.1	2.7

* 포장시험에서 최고 수량일 때의 비료량에 농가 조사결과 중 토양양분함량과 비료사용량 관계식 기울기 적용

다. 민들레 재배지 비료 사용량 설정

(1) 표준사용량 설정을 위한 재배시험('15~'16)

비료 수준별 2종의 민들레 수량을 평가하기 위하여 2015년에는 흰민들레 육묘이식 재배시험, 2016년에는 민들레 직파재배시험을 실시하였다. 시험포장의 토양 화학성은 표 27과 같다.

표 27. 시험 전 토양 화학성

연도	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K	Mg	LR (kg/10a)
					(cmol _c /kg)			
2015	7.2	0.35	22.1	417	6.3	0.9	1.9	133
2016	7.0	0.28	19.5	433	5.8	1.1	2.3	133

흰민들레 육묘이식 재배시 비료 수준별 지상부 엽 수량은 질소 50%, 인산 100%, 칼리 50%에서 가장 많았고, 뿌리의 수량은 질소 100%, 인산 50%, 칼리 50%에서 가장 많아 차이를 보였다.(표 28)

표 28. 비료 사용 수준에 따른 흰민들레 육묘이식 재배시 상품수량(15)

처리내용	생물중 (g/주)		생체수량(kg/10a)			건물율(%)		
	엽	근	엽	근	합계	엽	근	
무비구	34.2	12.8	479±62	179±19	658±81	15.7	29.5	
질소	0	41.7	583.8±38a	191±45ab	774±83	15.4	29.7	
	50	48.5	679±134a	205±33a	884±167	15.5	29.8	
	100	47.6	667±23a	228±66a	895±89	15.7	29.8	
	150	45.0	630±221a	216±32a	876±253	15.1	29.7	
	200	26.3	11.5	368±88b	161±55b	529±143	15.4	29.6
인산	0	40.3	564±165b	215±55ab	779±220	15.5	29.7	
	50	44.6	625±156a	278±24a	903±180	15.8	29.9	
	100	47.6	667±23a	228±66ab	895±89	15.7	29.8	
	150	40.6	13.5	569±94b	189±113b	758±207	15.7	29.7
칼리	0	52.1	730±248a	239±81a	969±329	15.6	29.7	
	50	55.4	776±168a	238±73a	1014±241	15.7	29.8	
	100	47.6	16.3	667±23ab	228±66a	895±89	15.7	29.8
	150	35.8	15.1	501±79b	212±79a	713±159	15.6	29.7
퇴비구	39.7	17.1	556±226	240±90	796±316	15.7	29.7	

비료 사용수준별 흰민들레 수량과의 관계를 보았을 때 질소, 인산은 시비량이 증가하다가 일정 수준에서는 감소하는 경향이었고, 칼리의 경우에는 시비량이 증가할수록 수량이 급격히 감소하였다. 질소, 인산, 칼리 시용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 시비량은 12.2-8.7-6.5 kg/10a 으로 나타났다.(그림 7)

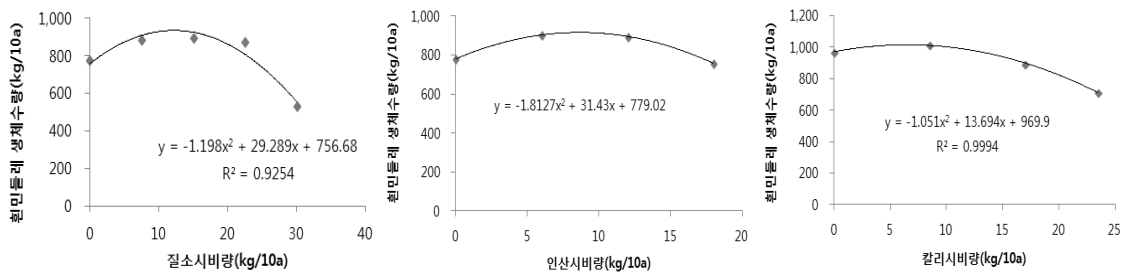


그림 7. 비료 사용수준에 따른 흰민들레 육묘이식 재배시 평균 상품수량(15)

민들레 직파 재배시 비료 수준별 지상부 엽과 뿌리의 수량 모두 질소 150%, 인산 100%, 칼리 50% 에서 가장 많았는데(표 29), 흰민들레 육묘이식 재배시 나타나는 시비반응과 다른 양상을 보였다.

이는 흰민들레와 달리 흡비성이 좋은 민들레의 생육특성 때문에 질소 요구량이 많을 것으로 판단된다.

표 29. 비료 시용수준에 따른 민들레 직파재배시 상품수량(16)

처리내용	수확주수 (주/3m ²)	생체수량(kg/10a)			건물율(%)		
		엽	근	합계	엽	근	
무비구	1153±162	320±91	312±106	632±194	16.0	23.6	
질소	0	1073±72	430±34b	407±36b	837±67b	16.2	22.5
	50	1031±174	531±125ab	491±134ab	1021±258ab	15.4	22.8
	100	985±72	559±53a	532±54a	1092±106a	15.5	23.3
	150	1003±182	584±113a	560±115a	1145±210a	15.4	23.8
	200	929±93	584±43a	554±52a	1139±91a	16.3	24.4
인산	0	1017±103	459±44b	427±128b	886±170b	16.6	22.1
	50	1003±142	548±44a	507±127a	1056±170a	16.0	24.1
	100	985±72	559±53a	532±54a	1092±106a	15.5	23.3
	150	915±106	527±106a	528±69a	1055±172a	15.2	23.0
칼리	0	1069±99	580±101a	530±34b	1110±129ab	15.2	23.8
	50	1031±105	599±76a	575±109a	1174±77a	15.3	23.8
	100	985±72	559±53a	532±54b	1092±106ab	15.5	23.3
	150	938±92	524±64b	522±30b	1046±90b	16.4	24.7
퇴비구	709±106	525±87	514±53	1039±129	15.7	22.7	

비료 시용수준별 민들레 수량과의 관계를 보았을 때 질소, 인산, 칼리 모두 시비량이 증가하다가 일정 수준에서는 감소하는 경향이었고, 질소, 인산, 칼리 시용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 시비량은 24.5-8.4-12.1 kg/10a으로 나타났다.(그림 8)

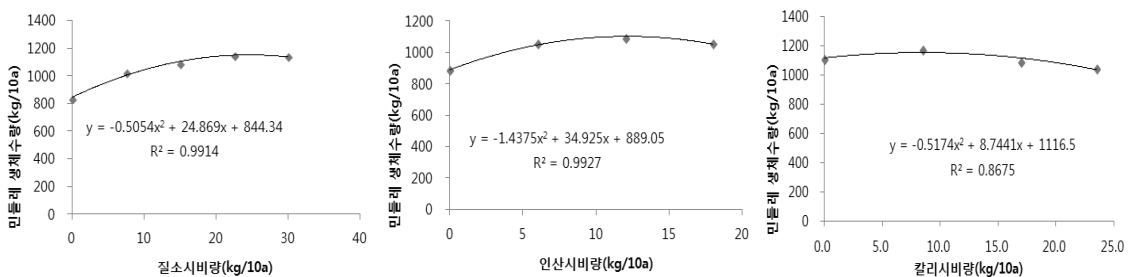


그림 8. 비료 수준에 따른 민들레 직파재배시 수량 곡선

시험에 사용된 2종의 민들레 건물량과 식물체의 부위별 성분분석 결과는 표 30, 31과 같다.

표 30. 비료 사용수준별 2종의 민들레의 건물중

(kg/10a)

처리내용	흰민들레('15. 육묘이식재배)			민들레('16. 직파재배)			
	지상부(엽)	지하부(뿌리)	합계	지상부(엽)	지하부(뿌리)	합계	
무비구(0-0-0)	75.1	52.8	127.9	51.9	74.2	126.1	
질소	0	89.9	56.7	146.6	69.8	91.7	161.5
	50	105.5	61.1	166.6	83.2	111.9	195.1
	100	104.4	68.2	172.6	86.6	124.1	210.7
	150	95.5	72.9	168.4	89.8	131.6	221.4
	200	56.5	47.7	104.2	95.4	134.6	230.0
인산	0	87.5	63.8	151.3	76.2	92.8	169.0
	50	98.2	82.9	181.1	87.7	121.2	208.9
	100	104.4	68.2	172.6	86.6	124.1	210.7
	150	89.3	55.6	144.9	78.7	121.5	200.2
칼리	0	112.4	71.2	183.6	89.0	126.2	215.2
	50	122.3	70.9	193.2	91.6	133.6	225.2
	100	104.4	68.2	172.6	86.6	124.1	210.7
	150	77.8	62.9	140.7	85.6	128.6	214.2
퇴비구	87.2	71.4	158.6	81.4	117.2	198.6	

표 31. 비료 사용 수준별 식물체내 성분 함량

(%)

처리내용	흰민들레('15. 육묘이식재배)						민들레('16. 직파재배)						
	지상부(엽)			지하부(뿌리)			지상부(엽)			지하부(뿌리)			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
무비구(0-0-0)	2.42	0.99	3.50	0.74	1.08	1.05	2.08	1.06	3.26	0.91	0.81	1.05	
질소	0	2.56	1.07	4.24	1.06	1.23	1.76	2.09	1.12	3.71	1.07	0.86	1.12
	50	2.71	1.15	4.10	1.26	1.27	1.56	2.28	1.18	3.93	1.04	0.85	1.22
	100	2.80	1.21	4.18	1.33	1.23	1.51	2.32	1.13	3.86	1.05	0.87	1.18
	150	3.43	1.13	4.26	1.36	1.20	1.72	2.43	1.09	3.72	1.18	0.82	1.16
	200	3.67	1.13	4.30	1.51	1.23	1.89	2.32	1.10	3.64	1.24	0.84	1.22
인산	0	2.77	0.98	4.22	1.37	1.15	1.59	2.29	1.18	3.92	1.12	0.83	1.29
	50	2.81	1.18	4.23	1.37	1.28	1.42	2.41	1.18	3.84	1.14	0.81	1.28
	100	2.80	1.21	4.18	1.33	1.23	1.51	2.32	1.13	3.86	1.09	0.87	1.18
	150	2.89	1.08	4.26	1.29	1.17	1.56	2.35	1.14	4.06	1.15	0.88	1.22
칼리	0	2.81	1.24	4.04	1.30	1.15	1.47	2.25	1.12	3.72	1.06	0.82	1.15
	50	2.86	1.26	4.12	1.35	1.14	1.80	2.31	1.13	3.81	1.20	0.85	1.18
	100	2.80	1.21	4.18	1.33	1.23	1.51	2.32	1.13	3.86	1.14	0.87	1.23
	150	2.85	1.20	4.32	1.33	1.31	1.49	2.19	1.07	3.94	1.02	0.81	1.29
퇴비구	2.87	1.34	4.29	1.31	1.12	1.40	2.37	1.05	3.61	1.04	0.84	1.19	

비료 시용수준별 흰민들레 육묘이식 재배와 민들레 직파 재배시 생육기간중 흡수된 양분은 각각 표 32, 33과 같다.

표 32. 2015년 흰민들레 육묘이식 재배시 비료 수준별 양분흡수량 (kg/10a)

처리내용	흰민들레								
	지상부(엽)			지하부(뿌리)			합계		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무비구(0-0-0)	1.8	0.7	2.6	0.4	0.6	0.6	2.2	1.3	3.2
0	2.3	1.0	3.8	0.6	0.7	1.0	2.9	1.7	4.8
50	2.9	1.2	4.3	0.8	0.8	1.0	3.6	2.0	5.3
질소 100	2.9	1.3	4.4	0.9	0.8	1.0	3.8	2.1	5.4
150	3.3	1.1	4.1	1.0	0.9	1.3	4.3	2.0	5.3
200	2.1	0.6	2.4	0.7	0.6	0.9	2.8	1.2	3.3
0	2.4	0.9	3.7	0.9	0.7	1.0	3.3	1.6	4.7
인산 50	2.8	1.2	4.2	1.1	1.1	1.2	3.9	2.2	5.3
100	2.9	1.3	4.4	0.9	0.8	1.0	3.8	2.1	5.4
150	2.6	1.0	3.8	0.7	0.7	0.9	3.3	1.6	4.7
0	3.2	1.4	4.5	0.9	0.8	1.1	4.1	2.2	5.6
칼리 50	3.5	1.5	5.0	1.0	0.8	1.3	4.5	2.4	6.3
100	2.9	1.3	4.4	0.9	0.8	1.0	3.8	2.1	5.4
150	2.2	0.9	3.4	0.8	0.8	0.9	3.1	1.8	4.3
범위*	2.1~ 3.5	0.6~ 1.5	2.4~ 5.0	0.6~ 1.1	0.7~ 1.1	0.9~ 1.3	2.8~ 4.5	1.6~ 2.4	3.3~ 6.3

* 무비구 제외

표 33. 2016년 민들레 직파 재배시 비료 수준별 양분흡수량 (kg/10a)

처리내용	민들레								
	지상부(엽)			지하부(뿌리)			합계		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무비구(0-0-0)	1.1	0.6	1.7	0.7	0.6	0.8	1.8	1.2	2.5
0	1.5	0.8	2.6	1.0	0.8	1.0	2.4	1.6	3.6
50	1.9	1.0	3.3	1.2	1.0	1.4	3.1	1.9	4.6
질소 100	2.0	1.0	3.3	1.3	1.1	1.5	3.3	2.1	4.8
150	2.2	1.0	3.3	1.6	1.1	1.5	3.7	2.1	4.9
200	2.2	1.1	3.5	1.7	1.1	1.6	3.9	2.2	5.1
0	1.7	0.9	3.0	1.0	0.8	1.2	2.8	1.7	4.2
인산 50	2.1	1.0	3.4	1.4	1.0	1.6	3.5	2.0	4.9
100	2.0	1.0	3.3	1.4	1.1	1.5	3.4	2.1	4.8
150	1.9	0.9	3.2	1.4	1.1	1.5	3.3	2.0	4.7
0	2.0	1.0	3.3	1.3	1.0	1.5	3.3	2.0	4.8
칼리 50	2.1	1.0	3.5	1.6	1.1	1.6	3.7	2.2	5.1
100	2.0	1.0	3.3	1.4	1.1	1.5	3.4	2.1	4.9
150	1.9	0.9	3.4	1.3	1.0	1.7	3.2	2.0	5.0
범위*	1.5~ 2.2	0.8~ 1.1	2.6~ 3.5	1.0~ 1.7	0.8~ 1.1	1.0~ 1.7	2.4~ 3.9	1.6~ 2.1	3.6~ 5.1

* 무비구 제외

비료 사용수준에 따른 양분이용율은 흰민들레 육묘이식 재배의 경우 질소 50%구에서 18.9%, 인산 50%구에서 15.2%, 칼리 50%구에서 36.9% 수준이었고, 민들레 직파재배의 경우 질소 50%구에서 17.5%, 인산 50%구에서 14.4%, 칼리 50%구에서 30.5% 수준이었다. (표 34)

표 34. 민들레 2종의 비료수준별 식물체 전체의 양분이용율 (%)

처리내용	흰민들레 육묘이식재배(15)			민들레 직파재배(16)			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
질소	0	-	2.9	9.6	-	3.5	6.7
	50	18.9	5.7	12.3	17.5	6.5	12.7
	100	10.8	6.6	13.0	10.4	7.6	13.7
	150	9.1	5.4	12.6	8.8	7.6	14.1
	200	1.9	0	0.9	7.1	8.6	15.6
인산	0	7.3	-	9.0	6.9	-	10.1
	50	11.2	15.2	12.7	11.6	14.4	14.4
	100	10.8	6.6	13.0	10.4	7.6	13.7
	150	7.3	1.7	8.8	10.0	4.5	13.0
칼리	0	12.5	7.5	-	10.6	7.3	-
	50	15.0	8.7	36.9	13.1	8.5	30.5
	100	10.8	6.6	13.0	10.4	7.6	13.7
	150	5.6	3.7	4.4	9.6	6.7	10.0
퇴비구	8.2	5.5	9.2	9.3	5.7	11.0	

(2) 민들레 재배농가 비료사용량과 토양 양분함량 분석

민들레 주산단지의 농가 평균 비료사용량과 수량을 조사한 결과, 질소-인산-칼리 평균 18.4-14.2-16.7kg/10a을 사용하였고, 평균수량은 626kg/10a 수준이었다.(표 35) 민들레의 경우 흰민들레, 서양민들레, 민들레 등 서로 다른 식물종이 혼재하여 재배되고 있어 수량, 시비방법, 작형 등이 농가별로 매우 상이한 실정이다. 더우기 지상부 엽채 생산, 기능성 원료(엽, 뿌리) 등 재배목적이 다양하며, 화학비료 사용이 매우 적어 일관성 있는 관행 시비량 산출이 곤란하였다.

표 35. 농가 비료사용량 및 수량 (kg/10a)

조사 농가수	구 분	민들레 수량 (지상부, 생중)	3요소 비료량(성분량)			우분퇴비
			질소	인산	칼리	
16	평 균	626	18.4	14.2	16.7	2,220
	표준편차	420	9.4	6.9	8.6	852

- 조사지역 : 강원(양구, 원주), 경기(남양주, 이천), 충남(아산, 서천), 충북(청주, 보은), 전북(남원)
- 정부지원 시판 가축분퇴비 사용량은 우분량으로 환산(약 4배)

토양 양분함량은 작물별 시비처방기준에서 제시하고 있는 산채류 적정범위보다 염농도, 유효인산, 치환성양이온 등이 상당히 초과되는 경향이였다.(표 36) 조사대상 농가중 시설재배지가 많기 때문으로 보인다.

표 36. 민들레 재배농가 포장 토양 양분함량 (16개소)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
평 균	6.58	3.1	36.8	992	1.43	10.29	3.70
표준편차	0.69	3.2	22.7	574	0.52	3.71	1.04
적정범위*	6.0-6.5	2 이하	25-35	450-550	0.7-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0

* 작물별 시비처방기준(2010) : 산채류 적정범위

(3) 민들레 비료 표준사용량 설정

민들레는 농가 토양양분함량과 비료 사용량 관계식의 적용이 곤란하여 시험포장에서의 최고수량을 생산한 비료량을 기초로 하여 표준사용량만 설정하였다.(표 37) 표준사용량은 시험포장에서의 최고수량을 나타내는 시비량인 흰민들레 육묘이식재배시 질소-인산-칼리 = 12.2-8.7-6.5 kg/10a과 민들레 직파재배시 질소-인산-칼리 = 24.5-8.4-12.1 kg/10a에서 질소의 경우 최고수량의 95% 유의수준 수량에서의 시비량으로 감비하는 것이 바람직하여 각각 6kg와 13.7kg로 설정하였다. 민들레 2종 모두 단경기 생산하는 것을 기준으로 하여 전량 밀거름으로 시비하는 것으로 하였다. 금후 여러차례 수확하는 엽채 생산, 다년간 연속 재배를 고려한다면 분시방법도 민들레 재배방식에 따라 조정할 필요가 있어 연구심화가 필요하다.

표 37. 민들레 종류별 비료 표준사용량 설정* (성분량)

(단위 : kg/10a)

민들레 종류	밀거름			웃거름			합 계		
	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
흰민들레(육묘이식)	6.0	8.7	6.5	0	0	0	6.0	8.7	6.5
민들레(직파)	13.7	8.4	12.1	0	0	0	13.7	8.4	12.1

- 분시비율 : 질소, 인산, 칼리 전량 밀거름

- 퇴구비 사용량 : 작물별 시비처방기준 산채류 추천량 적용(1,500kg/10a)

※ 흰민들레(*Taraxacum coreanum* Nakai), 민들레(*Taraxacum platycarpum* Dahlst.)

라. 친환경 유기 토양개량자재 시용효과 구명 추가 재배시험

고려영경귀 육묘이식 재배시 유기 토양개량제를 시용할 경우 초기생육을 살펴본 결과(표 38), 화학비료 사용량을 50%수준으로 절감하여도 생육이 초장, 분지수, 엽색도 등 차이가 미미하였는데, 양분함량이 높은 발효혼합유박의 경우 오히려 증가하였다.

표 38. 토양개량제 처리에 따른 생육상황

처리내용		활착율 (%)	초장 (cm)	분지수 (개)	엽색도 (SPAD)
개량제	NPK(kg/10a)				
무처리	0-0-0	94.4±2.4	25.7±3.1	1.6±0.5	27.4±1.8
	20-10-12(cont.)	97.2±4.8	35.6±0.7	2.4±0.5	34.0±1.1
발효혼합유박	10-5-6	98.6±2.4	37.4±1.7	3.4±0.5	36.2±2.4
	20-10-12	97.2±2.4	36.5±0.3	3.6±0.5	33.7±1.5
이탄토	10-5-6	98.6±2.4	36.0±1.7	2.8±0.4	31.5±2.4
	20-10-12	97.2±4.8	37.3±4.3	3.2±0.8	32.8±1.3
지렁이분	10-5-6	94.4±2.4	36.5±0.5	3.8±0.4	30.4±1.1
	20-10-12	95.8±4.2	36.1±2.3	3.0±0.7	33.1±1.5

※ 조사일 : 2015. 7.6일

3회에 걸쳐 시험구별 채취된 곤드레 나물 생체수확량은 표 39와 같다.

표 39. 토양개량제 처리에 따른 수확시기별 생체수량

처리내용		생체수확량 (g/2m ²)		
개량제	NPK(kg/10a)	1차	2차	3차
무처리	0-0-0	391±125c	638±139c	883±95c
	20-10-12	785±92b	1,193±43b	1,687±197ab
발효혼합유박	10-5-6	802±78b	1,421±157ab	1,860±226ab
	20-10-12	772±34b	1,428±162ab	1,587±201b
이탄토	10-5-6	945±112b	1,188±84b	1,493±194b
	20-10-12	1207±180a	1,599±221a	2,013±189a
지렁이분	10-5-6	798±63b	1,337±210ab	1,647±223b
	20-10-12	842±199b	1,544±176a	1,587±180b

* 1차 : 2015. 7.4일, 2차 : 7.21일, 3차 8.8일

생체 수확량은 기준비 대비 50%감비시에도 토양개량제 처리구 모두 수량이 대등하거나 3~11% 증수되어 양분 이용효율을 높여주는 것으로 확인되었다.(표 40) 양분함량이 많은 발효혼합유박의 경우에는 기준비에서 오히려 수량이 더 낮아 과비 장애가 나타났으며, 이탄토의 경우 기준비 처리구에서 대조구에 비해 31%가 증수되었다.

표 40. 토양개량제 처리에 따른 수확 누계량 및 건물수량

처리내용		1~3차 수확량누계 (g/2m ²)		건물율(%)			
개량제	NPK(kg/10a)	생체중(지수)	건물중(지수)	1차	2차	3차	평균
무처리	0-0-0	1,912e (52)	221 (54)	12.3	10.0	12.4	11.6
	20-10-12	3,665cd (대조)	411 (대조)	12.1	10.0	11.6	11.2
발효혼합 유박	10-5-6	4,083b (111)	467 (113)	12.5	10.2	11.6	11.4
	20-10-12	3,787bcd(103)	430 (105)	12.0	10.3	11.7	11.3
이탄토	10-5-6	3,626d (99)	413 (100)	12.1	10.4	11.7	11.4
	20-10-12	4,819a (131)	521 (127)	11.6	10.0	11.1	10.9
지렁이분	10-5-6	3,782bcd(103)	415 (101)	11.8	10.1	11.2	11.0
	20-10-12	3,973bc (108)	440 (107)	11.8	9.9	11.6	11.1

* 1차 : 2015. 7.4일, 2차 : 7.21일, 3차 8.8일

고려엉겅퀴 각 수확물의 질소 함유량 분석결과는 표 41과 같은데 시비량이 많을수록 각 개량제 처리구 모두 정의 상관을 보였다. 양분함량이 적은 지렁이분의 경우도 화학비료 흡수를 촉진하는 개량효과를 나타내었는데 이는 상추 재배시 김 등(2014)의 실험 결과와도 같은 경향이였다.

표 41. 고려엉겅퀴 수확횟수별 건물체내 질소함량

처리내용		수확횟수별 건물 질소함량(%)			
개량제	NPK(kg/10a)	1차	2차	3차	평균
무처리	0-0-0	3.40	2.98	2.18	2.85
	20-10-12	4.27	4.02	3.69	3.99
발효혼합 유박	10-5-6	3.81	3.58	3.08	3.49
	20-10-12	4.78	4.66	4.31	4.58
이탄토	10-5-6	3.64	3.50	3.34	3.49
	20-10-12	4.10	3.99	3.83	3.97
지렁이분	10-5-6	4.18	3.94	3.53	3.88
	20-10-12	4.35	4.05	3.64	4.01

* 1차 : 2015. 7.4일, 2차 : 7.21일, 3차 8.8일

고려엉겅퀴의 질소흡수량, 질소이용율을 산출한 결과는 표 42와 같다. 시비 질소에 대한 이용 효율은 토양개량제 3종 모두 50%감비구에서 74.5~76.9% 수준으로 높게 나타났는데 이는 화학비료 절감효과가 개량제 시용에 의해 충분히 이루어졌다고 보여지며, 실제 산채 재배농가에서 이러한 유기 토양개량자재를 선호하는 이유라고 판단된다.

표 42. 토양개량제 처리에 의한 고려엉겅퀴 수확횟수별 질소흡수량 및 이용효율

처리내용		질소 흡수량(kg/10a)					질소이용율 (%)
개량제	NPK(kg/10a)	1차	2차	3차	잔재물	합계	
무처리	0-0-0	0.57	0.63	0.83	3.21	5.24	-
	20-10-12	1.42	1.66	2.52	11.23	16.83	57.9
발효혼합 유박	10-5-6	1.28	1.90	2.90	8.81	14.89	76.0
	20-10-12	1.55	2.35	2.79	11.05	17.74	55.1
이탄토	10-5-6	1.52	1.50	1.88	8.33	13.23	76.9
	20-10-12	2.02	2.03	2.60	10.53	17.18	58.5
지렁이분	10-5-6	1.43	1.82	2.26	8.22	13.73	74.5
	20-10-12	1.33	2.14	2.34	10.50	16.31	51.8

시험전후의 토양화학성 변화를 분석한 결과는 표 43과 같다. 시험후 무처리-기준비에서는 EC가 높고 질산태질소가 상대적으로 많이 남아 있어 토양개량제 처리시 토양내 양분흡수 효과가 큼을 알 수 있었다.

표 43. 시험전후 토양화학성 변화

처리내용 (개량제-NPK시비량)		pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	(cmolH/kg)			NO ₃ -N (mg/kg)	
						Ca	K	Mg		
시험전(15.4.10)		7.0	0.18	10.7	339	6.13	0.35	0.92	28.9	
시험 후	무처리	무비구	6.6	0.20	12.0	326	6.30	0.34	1.01	5.9
		기준비	6.9	2.24	11.8	514	6.48	0.40	1.12	127.9
	발효 혼합유박	1/2비	6.9	0.55	13.1	366	7.98	0.15	1.38	14.3
		기준비	6.6	1.81	12.5	396	8.14	0.15	1.39	78.9
	이탄토	1/2비	6.6	0.75	12.4	468	5.73	0.24	1.12	23.7
		기준비	6.7	1.36	15.3	546	6.46	0.31	1.60	30.7
	지렁이분	1/2비	6.9	0.85	14.3	455	6.45	0.20	1.29	16.6
		기준비	6.5	1.76	13.3	459	6.89	0.17	1.37	91.3

4. 적 요

〈제4협동과제 : 소면적 재배 눈개승마, 고려엉겅퀴(곤드레), 민들레에 대한 비료 사용기준 설정〉

가. 소면적 재배 작물중 비료사용기준이 설정되어 있지 않은 눈개승마, 고려엉겅퀴, 민들레에 대한 포장 재배시험과 농가 시비실태 조사 등을 통해 표준시비량과 추천시비량을 각각 설정 하였다.

나. 눈개승마는 정식후 3년차부터 수확이 가능한 다년생 순채로서 토양검정 비료 추천식은 [질소 N(kg/10a) = 25.2 - 0.0368×토양유기물], [인산 P₂O₅(kg/10a) = 17.3 - 0.0022×

유효인산], [칼리 K_2O (kg/10a) = 11.4 - 3.9975×치환성칼리] 이었으며, 표준시비량은 NPK= 24.1-16.2-8.4kg/10a이었다. 본 표준시비량을 적용함에 있어 눈개승마는 정식 당해 년도에 염류장해로 인한 초기활착 장애가 우려되므로 NK 기비량을 30% 수준으로 최소화 하도록 분시비율을 설정하였다.

- 다. 고려영경귀(곤드레나물)의 토양검정 비료 추천식은, [질소 N(kg/10a) = 24.5 - 0.0525×토양 유기물], [인산 P_2O_5 (kg/10a) = 6.9 - 0.0041×유효인산], [칼리 K_2O (kg/10a) = 8.0 - 4.3818×치환성칼리] 이었으며, 표준시비량은 NPK-22.9-4.9-4.8kg/10a이었다.
- 라. 흰민들레 육묘이식 재배시 표준시비량은 NPK=6.0-8.7-6.5kg/10a로 설정하였고, 민들레 직파 재배시 표준시비량은 NPK=13.7-8.4-12.1kg/10a로 설정하였는데 전량 밑거름으로만 시비하는 것으로 하였다.
- 마. 최근 산채재배농가들은 유기 토양개량제 사용에 관심이 높고 오남용 사례가 많아 고려영 경귀 재배시 토양개량제 시용효과를 추가로 검토하였는데 이탄토 시용의 경우 1/2비에서는 효과가 없었으나 기준비에서 31%가 증수되었고, 혼합유박의 경우 1/2비구에서 기준비보다 수량이 높아 실제 농가에서 과다사용에 의한 문제와 일치하는 경향을 보였다. 질소이용효 율은 토양개량제를 처리함으로써 비료량을 절반으로 줄일 경우에도 현저히 증가되어 충분히 토양양분의 이용 효율성을 높일 것으로 기대된다.

5. 인용문헌

- Albornoz, F. 2016. Crop responses to nitrogen overfertilization: A review. *Scientia Horticulturae*, 205:79-83.
- Eppendorfer W. H. and Eggum B. O. 1994. Dietary fibre, starch, amino acids and nutritive value of potatoes as affected by sulfur, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and water stress. *Acta Agric. Scand. B. Soil Plant Sci.* 44:107-115.
- Garton, R.W. and I.E. Widders. 1990. N and P preconditioning of small plug seedlings influences growth and yield of processing tomatoes. *HortScience*. 25: 655-657.
- Hoad, S.P., G. Russell, M.E. Lucas, and I.J. Bingham. 2001. The management of wheat, barley, and oat root systems. *Adv. Agron.* 74:193-246.
- Kim, S.W., et al. 2014. Chemical characteristics of earthworm vermicompost and its application effects on soil properties to produce organic vegetables. ELS2014-14 EGU-SSS Conference
- Lim, W.J., Y.K. Son, and Y.M. Yoon. 2010. The selection of yield response model of sugar beet (*Beta vulgaris* var. Aaron) to nitrogen fertilizer and pig manure compost ion reclaimed tidal land soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(2):174-179.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1978. Principles of plant nutrition. Nitrogen. Kluwer academic publishers, Netherlands.

- NAAS(National Academy of Agricultural Science). 2010a. Fertilization standard of crop plants. NAAS, Rural Development Administration, Korea.
- NAAS(National Academy of Agricultural Science). 2010b. Methods of soil chemical analysis. NAAS, Rural Development Administration, Korea.
- Pervez, M.A., C.M. Ayub, B.A. Saleem, N.A. Virk, and N. Mahmood. 2004. Effect of nitrogen levels and spacing on growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.). *Int. J. Agric. Biol.* 6(3):504-506.
- Salunkhe, D.K., S.S. Kadam, and S.J. Jadhav. 1991. *Potato: Production, processing, and products*, CRC Press, USA.
- Wang, H, and L. Cheng. 2011. Differential effects of nitrogen supply on skin pigmentation and flesh starch breakdown of 'Gala' apple. *HortScience* 46:1116-1120.
- Wang, Z. H., S. X. Li and S. Malhi. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88(1):7-23.
- Weston, L.A. and B.H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *HortScience* 24: 88-90.
- 김상국, 이상철, 이승필, 최부술, 1998, 정식시기와 시비량이 눈개승마의 생육과 수량에 미치는 영향, *한국자원식물학회지* 11(2): 142~145

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	홍보성과	치곤 종근 생산용 소면적작물 치커리 유기재배를 위한 유기질비료 적정 사용량
	홍보성과	흙탕물 저감 산채자원 눈개승마 재배기술 및 활용방법
	학술발표	Chemical characteristics of earthworm vermicompost and its application effects on soil properties to produce organic vegetables (국제)
	학술발표	치곤 고품질 생산을 위한 소면적작물 치커리 적정 질소시비량 조정(국내)
	학술발표	치곤 우량종근 생산을 위한 소면적작물 치커리의 품종별 적정 추비시기(국내)
2015(2년)	홍보성과	백두대간 나물축제 강원 산채연구 홍보관 운영
	영농정보	고려영경귀 비료사용량 설정(중앙)
	영농기술	고려영경귀 재배시 토양개량제 처리에 의한 증수효과(자체)
	학술발표	고려영경귀 재배시 토양개량제 처리에 의한 증수효과(국내)
	학술발표	다년생 산채 눈개승마의 초기활착에 미치는 시비반응 연구(국내)
2016(3년)	학술발표	고려영경귀(곤드레) 비료사용기준 설정(국내)
	학술발표	Effects of peat application as an organic soil conditioner to promote fertilization efficiency on Korean thistle and Chinese cabbage cultivation(국제)
	학술발표	다년생 산채 눈개승마(삼나물)의 비료사용기준 설정(국내)
	영농정보	눈개승마 재배를 위한 비료사용량 추천(중앙)
	영농정보	만들레 비료사용량 설정(중앙)

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'14	'15	'16
과제책임자	국립농업과학원	농업연구사	이예진	과제 총괄	○	○	○
4협동책임자	산채연구소	농업연구사	김세원	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	특화작물연구소	농업연구관	김종환	연구사업 지원	○	-	-
	"	농업연구사	최성진	연구사업 지원	○	○	-
	산채연구소	"	김용복	연구사업 지원	○	○	○
	"	"	최병곤	연구사업 지원	-	○	○
	"	"	문윤기	연구사업 지원	-	-	○
	"	기계운영서기	신동근	포장생육관리	○	○	○
	"	운전서기보	김대진	포장생육관리	○	○	○
	"	농업연구관	홍대기	연구평가 자문	-	○	○