

어젠다코드	3 - 12 - 35		구 분	세부완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C04	작목구분코드	VC-06-1401
과제종류	기관고유		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
산채 재배기술 개발 연구			'11~'15	특화작물연구소	김종환
1) 어수리 여름 재배 기술 개발			'11~'12	특화작물연구소	송운호
2) 곰취 시설내 연중생산 기술개발			'12	특화작물연구소	노희선
3) 향채용 유망산채 선발 및 재배기술 개발			'12~'14	특화작물연구소	노희선
색인용어	어수리, 여름재배, 곰취, 연중생산, 큰다닥냉이, 어린잎 채소				

ABSTRACT

The purpose of 1st study is to establish summer cultivation techniques of *Heracleum moellendorffii*. This test was performed with direct sowing and seedling transplanting cultivation. The results are as follows.

In the test of direct sowing in green house, black vinyl mulching appeared to enhance the germination ratio up to 85%. Appropriate planting rate appeared to be 3ℓ/10a, nitrogen fertilization 20kg/10a, shading 55% for the best growth, yield and quality of *Heracleum moellendorffii*.

In the test of seedling transplanting in green house, the yield of *Heracleum moellendorffii* were highest in the plot of 15th April transplanting, 55% shading and 20×20cm transplanting distance respectively.

The 2nd study was performed to develop techniques for high quality and year-round production of *Ligularia fischeri* by plant factory and seedling. The first research was about the production depending on storage periods of nursery plant, the results were that it could be harvested 609g/plant in 22days after planting and the more storage periods, the less harvest. Specially the production went down sharply and it sprouted out in -2℃ freezing after 6 months storage. Chlorogenic acid and 3,5-Di-O-caffeoylquinic acid was detected in plant factory by HPLC analysis, these were known as an antioxidant. The fragrance elements of *Ligularia fischeri* in plant factory were different from in soil culture by GC/MS analysis. In plant factory, water contain was more and protein, minerals and vitamins contains were less than in soil culture. The proper nursery plant size was 2.6~3.6cm in diameter and 48g in weight. Rooting was promoted 3days after the treatment in 150g/L diluted with water 1-Naphthylacetamide 0.4% and the

harvest was best 435g/plant. If we sowed and raised seedling in February and planted in 10th March under 35% shading, *Ligularia fischeri* could be harvested 532kg/10a 3 times from 21th June to 20th July(summer).

1. 연구목표

강원도 산채 재배면적은 3,879ha(12)로 전국대비 약 28%로 최근 10년 동안 3배 증가하였으며, 이중 곰취는 강원도에서 257ha 재배되고 있어 더덕, 음나무, 곤드레 재배면적에 이어 4위를 차지하는 대표적인 산채이다. 곰취(*Ligularia fischeri*)는 국화과의 여러해살이 식물로 표고 600m 이상의 깊은 산속이나 비옥한 초생지 및 산골짜기의 음습한 계곡에 군락을 이루면서 자라며 강원도 평창, 인제, 홍천, 태백 등과 경기, 전북, 경북의 산간지대에서 재배되고 있다(안 등, 2010). 최근 청정, 안전성 먹거리에 대한 소비자들의 인식전환으로 산채에 대한 수요가 증가되고 있으나 봄철인 4~5월에 집중 출하되며 특히, 여름 휴가철 쌈채류 소비급증에 따른 산채공급과 다양한 시기에 생산하기 위한 재배기술 개발이 필요하다.

이를 위하여 곰취 평단지 축성재배 정식기 구명(서종택 등, 1996), 곰취 양액재배 기술개발(홍정기 등, 1997), 곰취 등 산채류의 주냉장 처리에 의한 억제재배기술 개발(권순배 등, 1997), 제주특산 산채류 곰취 억제재배(9~12월 출하) 연구(고순보 등, 2003), 동해안 지역 산채류 무가온 시설재배 연구(김중환, 2004), 산채류 정식시기별 생산성 비교(김중환, 2004) 및 도내 고랭지 지역을 이용한 곰취 억제재배 작형개발(노희선 등, 2011) 등 지속적으로 곰취의 수확시기를 늘리기 위해 축성 및 조기재배 작형에 필요한 연구를 지속적으로 실시하였다. 하지만, 곰취 휴면 및 여름 고온기에는 잎이 질겨지고 상품성이 떨어지는 문제는 여전히 남아있어 이를 해결하기 위한 다각적인 연구가 필요하다. 최근, 온도와 광환경을 인위적으로 조절하는 식물공장의 경우 식물재배에 적절한 환경을 만들어 주어 작물재배에 열악한 환경이나 계절에 상관없이 연중 균일한 고품질 농산물을 생산하는 연구들이 진행되고 있다. 이에 곰취의 고품질 연중생산을 위하여 식물공장 재배기술 개발 및 실생묘를 이용한 여름생산 가능성을 검토하고자 본 실험을 수행하였다.

또한, 어수리는 맛과 향이 우수한 산채로 그 수요가 지속적으로 증가하고 있으나 6월 중 하순에 조기 추대되어 7월 이후에 생산이 어려운 단점이 있고, 미숙배 종자로 무피복 하우스, 노지 파종시 발아율이 15~30% 정도로 낮고, 아직 까지 재배기술이 확립되어 있지 않아 종자발아, 작부체계, 재배환경 등의 기술 정립이 필요하다.

2. 재료 및 방법

<1세부과제> 어수리 여름 재배 기술 개발

본 시험은 어수리의 종자발아 향상 및 적정 재배환경을 구명하고자 특허작물연구소 산채 연구분소 비가림하우스에서 수행하였으며, 하우스 직파재배와 육묘이식재배로 나누어 수행하였다. 직파재배는 10월 20일 채종한 종자를 파종하였고, 종자발아 시험을 목적으로 흑색비닐처리 등 4처리 하였으며 생육 및 수량 관련 시험을 위하여 파종량(2, 3, 4 l /10a) 및 차광처리(55%, 35%, 무차광)를 하였다.

육묘이식재배는 적정 재배법을 구명하고자 정식시기(4월중순 등 4처리), 재식거리(20×20cm 등 6처리) 및 차광처리(55% 등 3처리)로 나누어 시험을 수행하였다. 조사항목은 발아율, 품질, 수량, 생육상황 등이며 2011년부터 2012년 2년간 수행하였다.

<2세부과제> 곱취 시설내 연중생산 기술개발

(시험 1) 곱취 종묘 냉동 저장기간별 생육구명

식물공장에 식재하기 위한 곱취묘는 2011년 11월 굴취하여 -2℃에서 저장하였다. 저장 2, 4, 6, 8개월 후에 12×12cm 재식간격으로 식재하였다. 재배장소는 LED(적색광:청색광:녹색광=4:1:1, 200μmol·m⁻²·s⁻¹)광, 온도는 20~25℃, 습도는 60% 이상을 유지하였다. 재배방식은 분무경으로 순환식 양액재배 방식으로 재배하였다. 재배양액은 표 1과 같이 상추 전용양액(서울시립대, 순환식)으로 EC 1.8±0.1mS, pH 5.5~6.5으로 관리하였다.

표 1. 상추 전용 양액 조성표(서울 시립대, 순환식)

양액구분	비료명	g/1000L
A액	질산칼륨	338
	질산칼슘(10수염)	378
	킬레이트철	15
B액	질산칼륨	338
	일인산암모늄	77
	황산마그네슘	246
미량원소	황산망간	0.92
	붕산	2.45
	황산아연	1.31
	황산구리	0.16
	몰리브덴산 암모늄	0.09

식재전 저장묘의 직경, 무게 등 묘소질을 조사하였고, 식재후 엽장이 10cm 이상되는 잎을 수확하였다. 이때, 수확소요일수, 수량, 수확횟수, 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽두께, 경경, 엽록소함량을 조사하였다. 또한, 식물공장과 노지재배의 성분을 HPLC로 분석하였다. 생시료 10g을 100ml MeOH solvent 2시간 고주파로 분해한 뒤 필터링하였다. 이 추출액 1ml로 HPLC 분석을 하였다. HPLC 조건과 MS 조건은 표 2와 같았다.

표 2. HPLC 와 MS 조건

HPLC조건	MS 조건
- Agilent 1200 seriese	- Ion mode : Negative ion mode
- Solvent : 0.3% formic acid + ACN 0.3% formic acid + water	- Mass range : m/z 100-1500
- Column : Shiseido MGII4.6 X 250 mm, 5 mm	- Capillary voltage : 49 V
- Condition : 0-5 min : 10% ACN, 5-55 min : 10~90% ACN, 55-60min : 90% ACN	- Tube rens : 100 V
- Detection : 330 nm	- Sheath gas flow rate (N ₂) : 35 arb
- Injection volumn : 10 ml	- Aux gas flow rate (N ₂) : 12 arb
	- Capillary temperature : 300 °C

또한, 곰취 특유의 향기를 분석하기 위하여 Solid phase microextraction(SPME)법으로 향기 분석하였다. 곰취 생체 시료 2 g을 약 1cm정도로 잘라 20ml headspace glass에 넣고 실리콘 septum으로 밀봉하였다. 향기성분 흡착은 SPME 장치에 polydimethylsiloxane (PDMS) fiber(100 μ m, Supelco Inc)를 사용하였다. SPME needle을 vial내로 삽입하여 60°C 5분간 평형시킨 후, 60°C에서 30분간 흡착 후 injector에 1분간 주입하여 GC/MS로 분석하였다. 화합물 분석은 Wiley 275과 NIST library의 mass spectrum data를 이용하여 확인하였다. 분석조건은 표 3와 같았다.

표 3. GC/MS 분석 조건

GC	CP-3800, Varian
Column	VF-5MS 30m capillary column
Oven temperature	50°C(1min)→250(3°C/min)→250°C(1min)
Injector temperature	250°C
Ms	1200L Quadrupole, Varian
Ionization voltage	70eV
Carrier gas	He (1ml min ⁻¹)

식물공장재배와 일반 노지재배시 영양성분 차이를 알아보기 위하여 국립농업과학원 기능성식품과의 표준 분석방법으로 단백질 등 18가지 영양성분을 분석하였다.

(시험 2) 곰취 시설재배시 적정 저장종묘 크기

시설재배에 적절한 곰취묘의 크기를 구명하기 위하여 산채연구소 하우스 시험포장에서 재배한 2년생 묘를 시험1과 같이 2011년 11월 굴취하여 크기별로 대, 중, 소로 분류하여 1L 물에 티람액 상수화제 1ml, 베노딜 입제 1g, 스미치온(충) 1ml/L를 넣은 소독약에 12시간 침지하여 묘를 소독한 후 물끼를 제거하여 습기가 있는 원예상토를 충전제로 넣어 비닐로 밀봉하여 -2°C에서 저장하였다가 저장 4개월 후에 시험 1과 같이 식물공장에서 양액재배하였다. 재배 후 수확소요일수, 수량, 수확 율수, 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽두께, 경경, 엽록소함량을 조사하였다.

(시험 3) 곰취 저장종묘 발근촉진제 처리

'11년 굴취한 곰취묘를 시험 2와 같이 4개월 저장한 후 발근을 효과적으로 하기 위해서 원에 작물에서 발근처리제로 많이 사용되고 있는 1-Naphthylacetamide(0.4%, 루튼)를 농도별로 처리하였다. 처리농도는 20, 50, 100, 150, 200g/L 로 10분간 침지하고 정식하였다. 재배방법은 시험 1과 같이 하였다. 정식 후 발근소요일수, 발근정도, 수확소요일수 및 수량 등을 조사하였다.

(시험 4) 곰취 실생묘 여름재배

당년도 파종한 실생묘를 이용하여 여름생산 가능성을 확인하고자 2012년 2월 15일에 곰취 종자를 육묘트레이에 파종하여 수분을 주고 30일 동안 저온처리 후 밤 최저온도가 10℃ 이상이 되도록 보온 관리하였다. 육묘를 60일 정도 한 다음 5월 10일 시험포장에 20×25cm 간격으로 식재하였다. 시험포장은 퇴비 1,500kg/10a, 질소 14kg/10a, 인산 10kg/10a, 칼리 9kg/10a를 기비로 주고 경운하여 폭 1cm 두둑을 만들었다. 수분유지와 잡초방제를 위하여 부직포로 멀칭하여 관리하였다. 재배시 무차광, 35%차광, 55% 차광처리를 하였고 차광처리별 추비처리를 하였다. 액비처리구는 제4종복합비료(N:P:K:MgO=11:8:24:2)를 500배액로 희석하여 7일 간격 5회 관주하였고, 완효성 고형비료 처리구는 제2종 복합비료인 오스모코트(N:P:K:MgO=15:11:13:2)를 주당 5g씩 식물체 기부 주변 땅에 뿌려주었다. 재배 후 출아소요일수, 수확시, 수확량, 엽장, 엽폭, 엽수 생육을 등을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

<1세부과제> 어수리 여름 재배 기술 개발

(시험 1) 하우스 직파재배

미숙배 종자인 어수리는 종자 발아율이 관행 파종시 매우 저조하므로 이를 해결하고자 시험을 수행한 결과 처리별 발아율은 표. 1과 같다. 흑색비닐 처리시 발아율이 85%로 무처리 15%에 비해 높게 나타났으며 이러한 결과는 흑색비닐처리가 다른 시험구에 비해 종자의 수분유지에 효과적인 원인으로 작용된 것으로 판단된다. 투명비닐처리시 흑색비닐 처리구에 비해 발아율이 낮은 것은 투광에 의해 파종상의 온도차가 심하여 종자휴면 타파가 효과적으로 이루어지지 않은 것이 원인인 것으로 추정되었다. 따라서, 높은 발아율을 위해서는 종자 파종을 전년도 10월 중순 채종 즉시 비가림하우스내 2cm깊이로 줄파종 하고 복토 및 충분한 관수 후 흑색비닐로 피복처리를 하여야 85%정도의 양호한 발아를 기대할 수 있었다.

표 1. 피복처리별 발아율 비교

구 분	피복재료			무처리
	2중 차광망	흑색비닐	투명비닐	
발아율(%)	35	85	76	15

*파종일 : 전년10.20, 발아개시기 : 4.20일, 파종후 2cm 복토후 피복처리



그림. 1 발아포장(흑색비닐피복)

과종량별 수확엽의 특성을 조사한 결과, 10a 당 4ℓ 과종구는 초장 46.7cm, 엽폭 13.5cm로 가장 높게 나타났으며, 10a 당 3ℓ에서 초장 42.1cm, 엽폭 11.6cm로, 10a 당 2ℓ에서 초장 37.7cm, 엽폭 10.7cm 조사되었다. 위와 같은 결과는 재식밀도와 입모을 차이로 기인한 원인으로 판단된다.

과종량별 주당 수확엽의 무게는 10a 당 2ℓ 과종구에서 22.3g으로 가장 높게 나타났으며, 10a 당 3ℓ 과종구에서 19.7g으로 높게 나타났고, 10a 당 4ℓ에서 17.6g으로 가장 낮게 나타났다. 반면, 10a당 수량은 10a 당 3ℓ에서 863kg로 가장 높게 나타났고, 10a 당 4ℓ에서 751kg로 10a 당 2ℓ에서 694kg로 가장 낮게 조사되었다. 따라서 비가림하우스 재배시 높은 수량을 위해서는 10a당 3ℓ로 과종하는 것이 증수를 위해서는 유리 할 것으로 판단되었다.

표 2. 과종량별 수확엽 특성

(과종량: ℓ/10a)

2ℓ			3ℓ			4ℓ		
수확엽								
초장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	초장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	초장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)
37.2	10.7	7.3	42.1	11.6	5.6	46.7	13.5	4.7

표 3. 과종량별 수확엽중 및 수량

(수확엽중 : g/개, 수량 : kg/10a)

과종일	2ℓ (31주/m ²)		3ℓ (42주/m ²)		4ℓ (63주/m ²)	
	수확엽중	수량	수확엽중	수량	수확엽중	수량
10월 20일	22.3	694	19.7	863	17.6	751

※ 재식밀도 : 발아후 초장 5cm에 솟아내기

어수리 추비량별 생육비교 시험을 위하여 추비 시기는 5월 20일에 첫 시용하였으며 10일 간격으로 사용하였고, 추비량 조사는 7월 25일에 수행하였다. 어수리 추비량별 생육특성을

조사한 결과는 표.4의 결과와 같다. 요소 20kg/10a(N:9.2kg)시용구에서 초장 76.8, 엽장 34.1, 엽폭 36.4로 생육이 가장 우수하게 나타났으며, 무처리구에서 초장 61.2cm , 엽장 21.6, 엽폭 22.7cm 로 가장 저조하게 나타났다. 엽수에 있어서는 3처리구 모두 5매로 동일하게 조사되었다.

표 4. 추비량별 생육특성

구 분	시비 방법	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)
무처리	-	61.2	21.6	22.7	5
요소20kg/10a (N:9.2kg)	3회 분시	76.8	34.1	36.4	5
요소6.7kg/10a (N:3.1kg)	"	74.3	33.3	34.2	5

* 추비시기 : 5.20일(10일간격), 조사시기 : 7.25일

차광 처리별 생육특성의 시험결과 엽수는 5매로 처리구별 차이가 없으나, 수확엽중 및 초장, 엽장, 엽폭 등 생육상황은 55%차광, 35%차광, 무차광 순으로 우수하게 조사되었다.

표 5. 차광 처리별 생육 특성

구 분	초장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)	수확엽중 (g/개)
무 차 광	57.1	27.3	28.0	5	11.3
35% 차광	73.3	29.9	30.6	5	17.5
55% 차광	76.2	34.0	35.9	5	21.7

* 조사시기 : 7.25일

차광처리별 경도의 특성을 보면 55% 차광, 35%차광, 무차광 순으로 낮게 조사되었으며, 55%차광에서 줄기가 가장 연하였으나 7월에서 8월로 고온기로 접어들수록 모든 처리구에서 잎이 역세지는 것으로 조사되었다. 차광처리별 수량은 55% 차광 863kg/10a, 35%차광 688kg/10a, 무차광 449kg/10a으로 조사되어 비가림하우스에서 좋은 품질과 증수를 위해서는 55%차광처리를 하여야 할 것으로 판단된다.

표 6. 차광처리별 경도 특성

처리내용	줄기경도 (kg/cm ²)					
	7.18	7.23	7.30	8.8	8.16	8.27
무 차 광	6.8	7.0	7.2	7.9	8.0	8.2
35% 차광	4.2	4.7	4.9	6.2	6.7	7.8
55% 차광	3.9	4.3	4.3	5.7	6.3	6.9

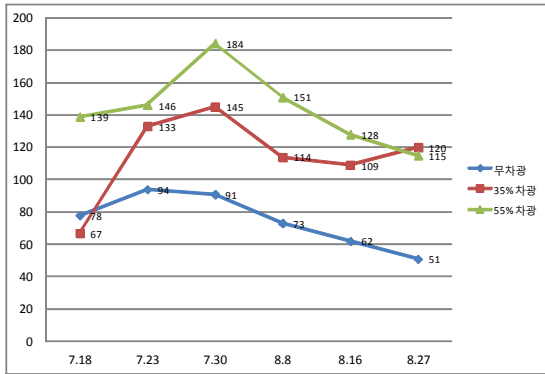


그림 2. 차광 및 시기별 수량

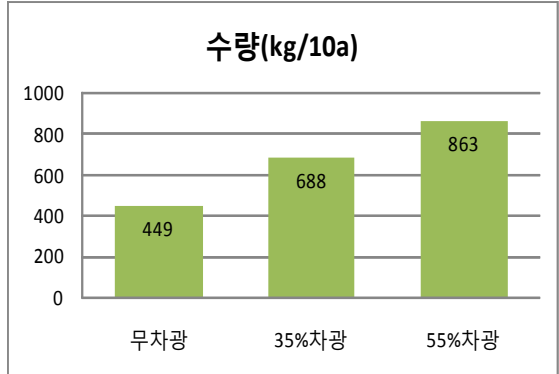


그림 3. 차광처리별 총수량



그림 4. 하우스직파재배



그림 5. 무처리 35%차광 55%차광

(시험 2) 하우스 육묘이식재배

어수리 정식시기별 수량 결과는 표. 7과 같다. 정식시기별 수확엽중(g/개)과 수량(kg/10a)은 4월 15일 정식을 한 시험구에서 수확엽중 21.7g, 수량 611kg/10a로 가장 높게 나타났으며, 4월 25일 정식구에서 수확엽중 19.1g, 수량 576kg/10a로 높게 나타났고, 5월 15일 정식한 시험구에서 수확엽중 및 수량이 14.9g, 435kg/10a로 가장 낮게 나타났다. 표 7에서 보는바와 같이 4월 중순(4.15), 4월 하순(4.25), 5월 상순(5.5), 5월 중순(5.15) 순으로 수확엽중 과 수량의 차이를 보이는 것은 정식시기가 빠를수록 활착이 빠르고 수확엽의 크기가 커지는 것이 원인인 것으로 판단되었다.

표 7. 정식시기별 수량

단위 : 엽중(g/개), 수량(kg/10a)

4.15		4.25		5.5		5.15	
수확엽중	수량	수확엽중	수량	수확엽중	수량	수확엽중	수량
21.7	611	19.1	576	17.5	519	14.9	435

*재식밀도 : 20×20cm, 55% 차광 비가림하우스 재배, 수확시기: 7~8월(6회수확)

차광별 적정재식거리 재식거리별 수량 조사결과 표. 8를 보면 55%차광, 20×20cm 시험구

에서 수량이 10a당 611kg으로 가장 높게 나타났으며 그다음으로 35%차광, 20×20cm 시험구에서 수량이 10a당 567kg로 높게 나타났고 무차광, 20×40cm 시험구에서 수량이 10a당 178kg으로 가장 낮게 나타났다. 처리구별 경도는 55%차광, 20×40cm 시험구에서 가장 낮게 나타났고, 무차광, 20×40cm 시험구에서 가장 높게 나타났다.

표 8. 처리구별 수량

단위 : 수량(kg/10a)

재식거리	무차광	35% 차광	55% 차광
20×20cm	348	567	611
20×30cm	275	439	526
20×40cm	178	351	402

표 9. 처리구별 경도

단위 : 줄기경도(kg/cm²)

재식거리	무차광	35% 차광	55% 차광
20×20cm	7.6	5.9	5.2
20×30cm	7.2	6.3	5.0
20×40cm	7.8	6.9	4.8

<2세부과제> 곱취 시설내 연중생산 기술개발

(시험 1) 곱취 종묘 냉동 저장기간별 생육구명

표 4. 저장 기간별 생육 및 수량

저장기간 (개월)	수확소요일수 (일)	수량* (g/주)	수확일수 (일/주)	수확횟수 (회)
2	22	609	41	28
4	19	597	30	25
6	30	511	28	23
8	28	502	25	22

* 엽장이 10cm 이상일 때 수확함.

곱취묘 2개월 저장구는 재배 5개월 동안 28회 수확하여 609.7g/주를 수확하여 가장 높은 수량 나타났으며 엽장이 10cm 정도 되어 수확까지 필요한 일수가 정식 후 22일 정도 걸렸다. 저장 기간 4개월 까지 수량이 597g/주로 수량은 저장기간 2개월과 차이가 없었으나 저장기간 6개월 경과시 수량이 511g/주로 2, 4개월 저장한 경우에 비해 수량이 약 98g정도 감소하였으며, 수확까지 소요기간이 30일로 10일정도 지연되는 현상을 보였다(표 4). 이는 권등(1997)이 억제재배 작형을 위한 곱취묘 주냉장 처리 시험에서 주냉장 기간이 길수록 감모율 및 부패율이 높아졌다는 시험과 같은 결과를 보였다. 또한, 저장 중 신초가 노랗게 신장하는 현상을 보여 6개월 이상 장기 저장시에는 저장 중 신초의 생육을 막기위해 기존 저장온도인 -2℃ 보다 좀 더 낮은 온도에서 저장하는 시험이 추가로 검토되어야 할 것으로 생각되었다.

표 5. 곰취 저장기간별 식재 30일 후 생육

저장기간 (개월)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (cm)	경경 (mm)	엽두께 (mm)	엽록소 (SPAD)	수확엽수 (개/주)	수확엽중 (g/개)	경도 (kg/cm)
2	22.1±2.92	16.7±1.47	13.7±2.19	7.3±2.02	3.3±0.68	0.2±0.03	44.5±9.17	11.0±0.57	25.4	3.6±2.15
4	21.6±1.63	15.4±0.75	12.5±1.22	8.4±0.89	3.6±0.45	0.3±0.10	38.8±7.12	10.0±1.00	24.9	5.1±2.11
6	22.8±4.26	15.7±1.96	16.2±2.75	10.8±3.42	3.0±0.57	0.2±0.02	39.2±3.63	8.0±0.74	20.8	4.8±1.09
8	23.1±5.53	15.4±3.39	14.9±3.98	8.6±2.70	3.8±1.03	0.2±0.03	41.1±4.60	10.0±0.55	23.6	3.8±2.15

곰취묘 식재 30일 후 생육을 보면 초장 21.6~23.1cm, 엽장 15.4~16.7cm, 수확엽수 8~11 개/주로 큰 차이를 보이지 않았으며, 수확엽중이 2개월 저장시 25.4g/개로 다소 높고 저장 6개월 처리구에서 20.8g/개로 다소 낮았다(표 5). 그러나, 전체적으로 보았을 때 정식 30 후 생육은 저장기간별 일정한 경향치를 보이지는 않았다.



그림 1. 식물공장 곰취재배 전경

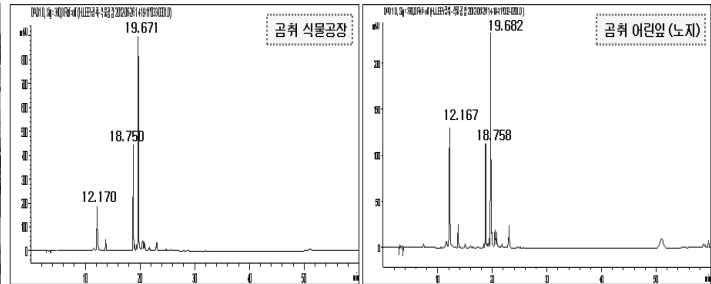


그림 2. 식물공장과 노지재배 곰취 HPLC 분석

표 6. 식물공장 및 노지재배 곰취 HPLC Area(mAU) 3개 피크의 함량

구 분	12.167min	18.758min	19.682min
식물공장	1,934	2,783	6,550
노지재배	1,286	809	1,637

* 생시료 10g+100ml MeOH Solvent → sonication 2h filtration → 추출액 1ml로 분석

식물은 광환경 변화 등 외부 자극에 스트레스 방어기작으로 다양한 항산화물질들을 만드는데 식물공장의 인공광에서 재배된 곰취에서 항산화 물질 등이 분석될 가능성이 크다. 이를 확인하고자 식물공장에서 재배된 곰취와 일반 노지에서 재배한 곰취를 HPLC 분석하였다. 그 결과 3개의 피크점(12.167min, 18.758min, 19.682min)에서 식물공장에서 재배한 경우 물질함량이 일반 노지 재배에 비해 크게 나타났다(그림 2, 표 6).

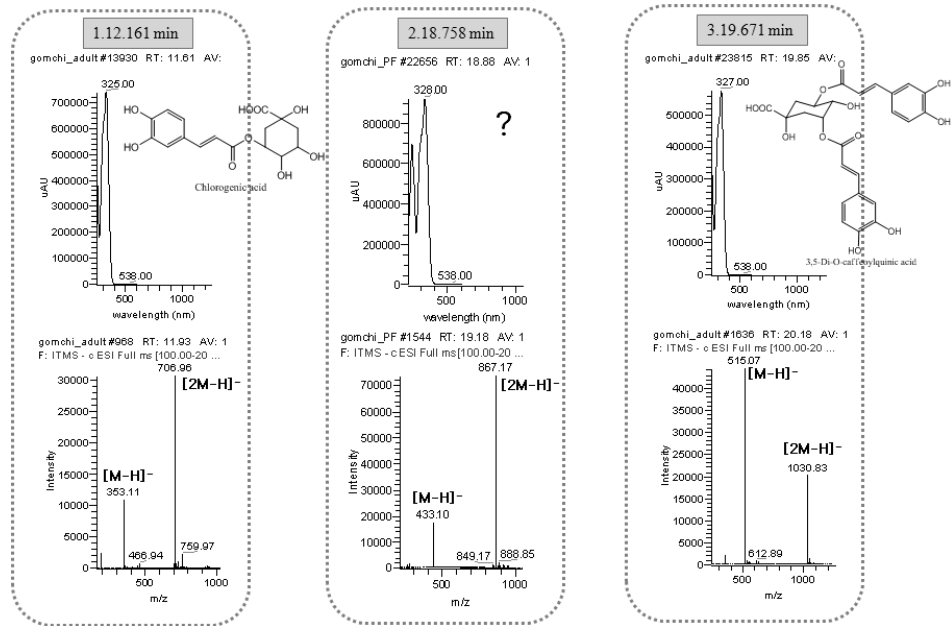


그림 3. 곰취에서 추출된 폴리페놀 합성물(1~3)의 UV 와 MS 스펙트라 데이터

HPLC 분석에서 나온 3개의 피크점을 UV와 MS 스펙트라 분석을 한 결과 12.161min 지점에서 나온 물질은 폴리페놀계의 항산화물질인 chlorogenic acid으로 추정되었고, 19.671min 지점에서 나온 물질은 3,5-Di-O-caffeoylquinic acid로 추정되었으며 1번 피크와 같이 폴리페놀계의 항산화 물질이었다(그림 3). 2번 피크 물질은 추정되는 물질이 명확하지 않아 앞으로 추가적인 정성분석이 필요하였다. 또한, 곰취 시설내 연중생산 기술 개발시 LED광 설치 및 양액재배 시설 등 과도한 초기 투자경영비를 대체할 기능성 물질 탐색에 많은 연구들이 이루어질 필요가 있다고 생각되었다.

표 7. 식물공장 및 노지재배 곰취 향기 성분 분석

구 분	Compound	R.T(Retention time)	area(%)
식물공장	1R- α -Pinene	11.832	1.68
	Limonene	17.544	48.22
	Ocimene	17.985	32.86
노지재배	β -Thujene	14.383	19.54
	α -Phellandrene	16.305	21.44
	3-Carene	16.410	33.39
	β -Cubebene	34.985	6.51

* Solid phase microextraction(SPME)법으로 추출 GC/MS로 분석함

* 화합물분석은 Wiley 275과 NIST library의 mass spectrum data 이용

식물공장에서 재배한 곱취는 일반 노지재배에 비해 맛이 진하고 좀더 써지는 경향을 보였다. 앞선 HPLC 분석과 더불어 향기성분들을 분석하고자 Solid phase microextraction(SPME)법으로 추출한 후 GC/MS 분석을 한 결과 식물공장에서 재배한 곱취는 area값이 Limonene 48.22%, Ocimene 32.86%로 높게 나타났으며, 노지재배의 경우 area값이 3-Carene 33.39%, α -Phellandrene 21.44%, β -Thujene 19.54% 순으로 높게 나타나(표 7) 두 가지 재배형태에서 분석된 향기성분이 전혀 다른 것으로 분석되어 식물공장과 노지재배에 의한 곱취 품질의 차이가 확연하게 있음을 알 수 있었다. 하지만 어떤 기작에 의한 것인지에 대한 연구는 좀 더 기초적으로 접근이 필요할 것이라고 생각되었다.

표 8. 식물공장 및 노지재배 곱취 영양성분 분석(가식부 100 g당)

구 분	에너지 Energy (kcal)	수분 Water (g)	단백질 Protein (g)	지질 Fat (g)	회분 Ash (g)	탄수화물 CHO (g)	무 기 질 Minerals				
							칼슘 Calcium (mg)	인 Phosphorus (mg)	철 Iron (mg)	나트륨 Sodium (mg)	칼륨 Potassium (mg)
식물공장	26	90.6	2.3	0.3	1.8	5.0	85	90	1.1	686	2
노지재배	42	86.4	3.1	0.5	1.6	8.4	84	69	3.3	504	3

구 분	비 타 민 Vitamins						
	A			B ₁	B ₂	나이아신	C
	Retinol Equivalent (RE)	레티놀 Retinol (μ g)	베 타카로틴 β -Carotene (μ g)	Thiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Ascorbic Acid (mg)
식물공장	681	0	4084	0.45	0.12	0.9	3
노지재배	913	0	5478	0.81	0.18	0.9	7

* Vit A- R.E는 β -Carotene를 환산한 수치임

* 탄수화물값=100-(수분+단백질+지질+회분)

* 에너지환산지수 : FAO/WHO 에너지 환산계수 적용 - 단백질 2.44, 지질 8.37, 탄수화물 3.57

식물공장과 일반 노지재배한 곱취의 품질비교를 위해서 일반 영양성분을 분석하였다. 단백질, 무기질, 비타민 등 총 18가지 성분을 분석결과 실시하였다. 식물공장에서 재배한 곱취는 수분 함량이 90.6%로 일반 노지재배의 86.4%에 4.2% 더 함유되어 있었다. 이는 식물공장에서 재배시 분무경 양액재배를 하였기 때문에 재배방식에서 오는 차이라고 생각되었다. 만약 식물공장에서 고형배지경에서 재배를 한다면 좀더 다른 결과가 있으리라고 생각되었다. 식물공장에서 재배한 곱취의 수분함량이 많았던 결과로 가식부 100g당 함유 성분의 대부분이 노지재배에 비하여 적었으며 회분, 인, 칼슘, 나트륨 함량만 미량으로 더 많이 함유하고 있어 일반 영양성분은 식물공장재배에서 함량을 높이기 위한 다양한 양액조성 및 pH와 EC 농도 관리 등 다양한 연구들이 진행되어야 할 것으로 생각되었다.

(시험 2) 곰취 시설재배시 적정 저장종묘 크기

시설재배시 적정한 저장종묘 크기를 구명하고자 굴취묘 크기별 수량 및 생육을 조사하였다. 굴취묘 대는 단직경 2.6cm, 장직경 3.6cm, 무게 48g, 중은 단직경 2.2cm, 장직경 3.1cm, 무게 25g, 소는 단직경 1.7cm, 장직경 2.5cm, 무게 11g이었다. 수량은 굴취묘 크기가 대인 경우 수량이 886g/주, 중은 804g/주, 소는 609g/주로 굴취묘의 크기가 클수록 수량이 많았으며, 수확일수는 묘 크기에 따라 큰 차이가 없이 40~44장/주 이었다(표 9).

표 9. 곰취 굴취묘 크기별 묘소질 및 수량

굴취묘 크기	종묘크기			수량* (g/주)	수확일수 (장/주)
	단직경 (cm)	장직경 (cm)	무게 (g)		
대	2.6	3.6	48	886	40
중	2.2	3.1	25	804	44
소	1.7	2.5	11	609	41

* 엽장이 10cm 이상일 때 수확함

곰취묘 크기별 식재 30일 후 생육을 보면 초장은 18cm로 모든 처리구에서 같았으며 엽장, 엽폭, 경경, 엽두께가 묘크기가 가장 큰 대에서 각각 11.6cm, 9.2cm, 2.9mm, 0.3mm로 좋았으며 특히 수확엽중이 32.9g/개로 가장 좋았다(표 10).

표 10. 곰취묘 크기별 식재 30일 후 생육

묘크기	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (cm)	경경 (mm)	엽두께 (mm)	엽록소 (SPAD)	수확엽중 (g/개)
대	18.5±6.09	11.6±2.79	9.2±3.46	4.6±1.14	2.9±0.80	0.3±0.06	32.8±2.28	32.9
중	18.5±2.29	10.3±2.57	7.7±0.65	4.7±1.15	2.8±0.35	0.3±0.07	36.4±6.68	15.6
소	18.4±2.69	10.3±2.22	8.9±1.73	7.5±6.03	2.1±0.68	0.2±0.05	33.7±6.70	20.3

(시험 3) 곰취 저장종묘 발근촉진제 처리

곰취묘 저장시 빠른 생육을 위해서는 우선 발근이 잘 이루어져야한다. 이를 해결하기 위해서 곰취 4개월 저장종묘를 정식시 발근촉진제 1-Naphthylacetamide 0.4%을 20, 50, 100, 150, 200g/L 농도로 10분간 침지처리 및 분의처리하였다. 그 결과 1-Naphthylacetamide 0.4%인 발근제 가루를 150g/L 농도로 희석하여 10분간 침지처리한 경우 발근소요일수가 3일로 가장 짧았으며 발근정도가 5로 가장 좋았으며 수량도 435g/주로 많고, 수확일수도 19장/주로 가장 좋았다(표 11).

표 11. 곰취 저장종묘 발근촉진제 처리농도별 생육

1-Naphthylacetamide 0.4% (g/L)	발근소요일수 (일)	발근정도 (0~5)	수량* (g/주)	수확일수 (일/주)
20	5	3	294	18
50	5	4	282	17
100	4	4	296	17
150	3	5	435	19
200	4	4	213	15
분의처리	4	3	140	21

* 엽장이 10cm 이상일 때 수확함

표 12. 곰취 루톤처리 농도별 식재 30일 후 생육

처리농도 (mg/L)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	엽두께 (mm)	엽록소 (SPAD)	수확엽수 (개/주)	수확엽중 (g/개)	경도 (kg/cm)
20g	20.9±2.06	12.6±3.58	9.0±2.37	3.3±0.46	0.4±0.10	36.6±4.51	3.0±0.51	8.7	3.7±4.27
50g	22.9±4.39	10.6±2.36	9.3±1.33	3.2±0.26	0.3±0.08	37.9±4.61	18.0±2.29	30.2	4.9±3.20
100g	15.9±5.38	8.4±1.8.3	7.5±1.73	2.6±0.64	0.3±0.03	46.2±12.36	6.0±0.45	17.3	2.4±0.14
150g	22.2±5.64	10.2±2.20	8.2±2.07	3.1±0.17	0.3±0.09	38.3±2.62	17.0±2.03	47.4	6.5±4.79
200g	23.2±3.96	9.2±0.28	8.2±0.21	2.8±0.36	0.3±0.16	41.3±8.63	12.0±0.93	33.8	3.2±0.14
분의처리	17.2±4.92	9.0±2.04	9.2±1.19	3.8±1.11	0.3±0.08	48.6±13.45	1.0±0.24	1.6	4.7

곰취묘 루톤처리 농도별 식재 30일 후 생육은 처리농도별 일정한 경향을 보이는 않았으나 수확엽중이 1-Naphthylacetamide 0.4%를 150g/L 농도로 희석하여 처리한 경우 47.4g/개로 가장 좋았다(표 12).



그림 4. 루톤 150g/L 발근

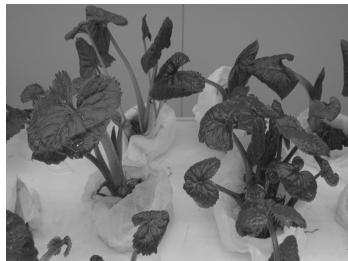


그림 5. 루톤 150g/L 생육



그림 6. 곰취 저장묘(대,중,소)

(시험 4) 곰취 실생묘 여름 차광재배

곰취의 수확가능기간을 연장하고자 2월 15일 저온습윤처리 30일 하고 육묘관리 하여 5월 10일 포장에 정식하였다. 이때 고온을 피하기 위하여 35%, 55% 차광재배를 하였다. 차광한

결과 35% 차광한 경우 수량이 시비방법에 관계없이 모두 55% 차광에 비해 높게 나타났다. 빠른 수확 및 수확량 증대를 위하여 액비와 고행비료를 추비로 사용하였다. 하지만 추비 사용 효과는 없었어 35% 차광한 무시비 시험구에서 수량 532kg/10a로 가장 좋았다(표 13). 이는 홍(1996), 김(2003), 안(2007) 등이 앞서 연구한 결과와 같이 곱취는 차광재배에서 생육이 좋았으며 보통재배에서는 수확이 되지 않는 여름 고온기인 6월 21일부터 7월 20일 까지 3회 수확이 가능하였다. 이러한 방법을 농가 현장에 적용하여 재배하면 곱취의 생산 가능시기를 한달 정도 더 연장시켜 분산출하, 노동력 안배 및 농가의 안정적 소득 창출이 가능할 것으로 생각되었다.

표 13. 곱취 실생묘 차광처리 및 추비방법별 생육 및 수량

차광율 (%)	시비방법	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (cm)	경경 (mm)	경도 (kg/cm ²)	수확엽수 (장/주)	수량 (kg/10a)
35	무비	20	14	17	10	3.1	7.3	10	532
	액비	20	13	16	12	3.1	5.5	10	476
	고행비료	21	14	17	11	1.6	7.0	9	532
55	무비	21	12	17	11	3.0	5.4	9	406
	액비	20	13	16	10	1.6	6.9	9	406
	고행비료	20	12	17	10	2.9	6.2	9	406

- * 재식거리 : 20x25cm, 기비: 퇴비 1,500kg/10a, 저온습윤처리 : 2.15, 육묘관리 : 3.5, 정식:5.10
- * 액비시비 : 제4종 복비(11:8:24+2MgO) 관주용 500배액, 7일 간격 5회
- * 완효성고행비료 시비 : 제2종 복비(15:11:13+2MgO), 21℃ 3-4개월 수명, 5g/주
- * 수확 6.21~7.20, 3회



그림 7. 곱취 여름차광재배

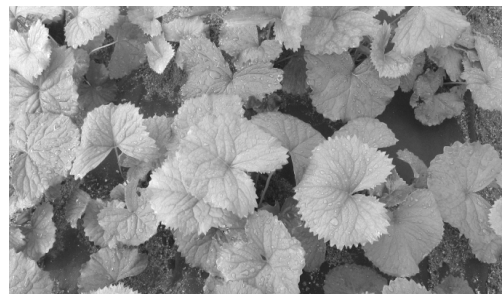


그림 8. 곱취 실생묘 여름재배

4. 적 요

<1세부과제> 어수리 여름 재배 기술 개발

(시험 1) 하우스 직파재배

- 가. 직파재배 처리구별 발아율 비교시험에서는 흑색비닐피복처리구에서 발아율이 85%로 가장 높게 나타났음

- 나. 파종량에 따른 생육 및 수량은 3ℓ/10a (42주/m²) 시험구에서 가장 양호 하였음
- 다. 어수리 적정 추비량별 생육비교 시험에서는 20kg/10a(N:9.2kg) 처리구에서 가장 생육이 우수한 것으로 조사되었음
- 라. 차광처리별 생육 및 정도, 수량은 55% 차광에서 가장 높게 나타나 품질과 수량면에서 우수한 것으로 조사되었음

(시험 2) 하우스 육묘이식재배

- 가. 어수리의 정식시기별 수량조사 결과 4월 15일 정식에서 가장 높게 나타남
- 나. 차광 및 재식거리별 수량에서는 55% 차광, 20×20cm 재식거리 처리구에서 가장 우수 하였음

<2세부과제> 곱취 시설내 연중생산 기술개발

(시험 1) 곱취 종묘 냉동 저장기간별 생육구명

- 가. 2개월 저장묘 식재 22일 후 수확이 가능하였으며, 수량이 609g/주로 가장 높았음
- 나. 저장기간이 길어질수록 수량 감소하였으며 저장 6개월 후 수량이 크게 감소하고 저장 중 신초가 신장하는 경우가 발생하였음
- 다. HPLC분석결과 식물공장에서 재배한 경우 3개의 피크점에서 함량이 높게 나왔으며 폴리페놀계의 항산화물질인 chlorogenic acid와 3,5-Di-O-caffeoylquinic acid로 추정됨
- 라. Solid phase microextraction(SPME)법으로 추출한 후 GC/MS 분석으로 향기성분을 분석한 결과 식물공장과 노지재배 곱취에서 서로 다른 향기성분들이 검출됨
- 마. 단백질, 무기질, 비타민 등 일반 영양성분 분석시 식물공장에서 양액재배한 곱취의 수분함량이 많아 노지재배에 비해 영양성분이 적게 분석되었음

(시험 2) 곱취 시설재배시 적정 저장종묘 크기

- 가. 저장종묘 크기가 직경 2.6~3.6cm, 무게 48g로 큰 경우 수량이 886g/주로 가장 많았으나 수확일수는 40~44장/주로 큰 차이가 없었음

(시험 3) 곱취 저장종묘 발근촉진제 처리

- 가. 발근촉진제 1-Naphthylacetamide 0.4%을 150g/L 로 희석하여 10간 침지한 결과 처리 3일 후 발근이 시작되었으며 수량이 435g/주로 가장 좋았음.

(시험 4) 곱취 실생묘 여름재배

- 가. 곱취 2월 파종 30일간 저온 습윤 처리후 육묘관리하여 , 5월 10일 포장에 정식하고 35% 차광 재배하면 6월 하순~7월 하순 3회 수확하여 10a 당 532kg를 수확할 수 있었음
- 나. 곱취 실생묘 여름 단경기 재배시 액비 및 고품비료의 추비 효과는 없었음

5. 인용문헌

<1세부과제> 어수리 여름 재배 기술 개발

이행남 외 8인. 1996. 산채(어수리, 곱취) 연화재배 및 곱취김치 가공기술개발. 농촌진흥청

홍정기. 1999. 산채생산이용학.
 농촌진흥청. 2004. 농업과학기술 연구조사분석기준

<2세부과제> 곱취 시설내 연중생산 기술개발

안수용, 김종환, 김영진, 권순배. 2010. 산채류 재배기술. 양구대암산채영농조합법인. pp. 11~89.
 안수용, 김종환, 송윤호. 2007. 곱취 주년생산 기술 개발. 강원도농업기술원. pp. 450~457.
 최관순, 서종택, 류승렬, 지광현, 김수복, 김진호. 1991. 주요산채류의 주년생산작형 개발. 고령지시험장 시험연구보고서. pp.168~170.
 최성진, 방순배, 최병근, 모영문, 권순배. 1998. 산채의 연중생산체계 실증 연구. 강원도농업기술원 시험연구보고서. pp.136~141
 고순보, 김성배, 고태신, 한원탁. 2003. 제주특산 산채류 곱취 억제재배(9~12월 출하) 연구. 제주도농업기술원.
 홍정기, 방순배, 한종수. 1996. 차광망 처리에 따른 취나물의 생육 및 수량. 강원도농업기술원. pp. 462~467.
 홍정기, 방순배, 권순배, 김시창, 모영문. 1997. 곱취의 양액재배 기술 개발 I. 배지종류, 배지량, 재식밀도에 따른 곱취의 생육 및 수량. 한국자원식물학회지. 10(4) : 401~410.
 권순배, 방순배, 모영문. 1997. 산채류의 주냉장처리에 의한 억제재배기술 구명시험. 강원도농업기술원. pp. 256~260.
 김종환. 2004. 동해안 지역 산채류 무가온 시설재배 연구. 강원도농업기술원. pp. 596~599
 김종환. 2004. 산채류 정식시기별 생산성 비교. 강원도농업기술원. pp. 600~603.
 김갑태. 2003. 생육장소에 따른 곱취의 생장, 광합성을 및 엽록소 함량 조사 연구. 한국임학회지 92(4) : 374~379.
 이기상, 박우균, 정병간, 송요성, 전희중, 정규석, 이춘수. 2006. 작물별 시비처방 기준(개정판). 농촌진흥청 농업과학기술원. pp. 149~153.
 노희선, 김종환. 2011. 곱취 단경기 생산기술 개발. 강원도농업기술원. pp. 435~443.
 서종택, 김원배, 류승렬, 김병현, 김정건. 1996. 곱취의 겨울재배시 저온경과시간 및 GA₃ 엽면살포농도가 생육 및 수량에 미치는 영향. 농업논문집 38(2) : 468~472.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2012(1년)	기초자료	곱취 시설내 연중생산 기술
2012(2년)	영농활용	어수리 비가림하우스 직파재배에 의한 여름생산기술(자체)

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'11	'12
과제책임자	특화작물연구소	농업연구사	김종환	과제 총괄	○	○
1세부책임자	“	“	“	세부과제총괄	○	
“	“	“	송윤호	“		○
공동연구자	“	“	노희선	데이터분석	○	○
	“	기능직	신동근	재배 관리	○	○
	“	“	김대진	조사지원		○
2세부책임자	“	농업연구사	노희선	세부과제총괄		○
공동연구자	“	“	김종환	데이터분석		○
“	“	“	송윤호	조사업무지원		○
“	“	기능직	신동근	재배업무지원		○
“	“	“	김대진	“		○