

과 제 구 분	Code : LS0208	수행시기	전반기	연구기간	1998 ~ 1999(2년차 완결)
연구 과제명	산채의 시설재배 종합기술 개발 연구			과제책임자	안 명 훈
세부 과제명	산채의 CO ₂ 시용효과 구명 연구				
색 인 용 어	산채, CO ₂				
연구실별임무					
구 분	소 속	성 명	전 화 번 호	담 당 임 무	
연구 책임자	산채시험연구팀	모영문	(0374) 335-4617	시험 연구 총괄	
공동 연구자	"	최병곤	"	생육 및 수량조사	
	"	안명훈	"	연구방향 설정 및 분석	

ABSTRACT

In order to establish protected culture method of *Ligularia fischeri* TURCZ., *Aster scaber* THUNB. *Pimpinella bracycarpa* NAKAI. for high yield and quality, the effects of CO₂ enrichment was investigated.

1. Plant height, leaf length, leaf width, leaves number, leaf weight and dry weight were increased by CO₂ enrichment.
2. Yield of *L. fischeri* TURCZ., *A. scaber* THUNB and *P. bracycarpa* NAKAI was increased to 57, 14 and 57%, compared with that of no CO₂ enrichment.
3. Optimal CO₂ enrichment level of *L. fischeri* TURCZ., *A. scaber* THUNB and *P. bracycarpa* NAKAI was 1,500ppm.

연구배경

'80년대에 이르러 식생활 변화 및 공해에 따른 성인병의 발생이 증가하면서 무공해 건강식품에 대한 국민적 선호도 증가와 고향의 맛과 약리적 효과에 대한 기대감 등으로 산채의 수요는 종류에 따라 매년 30 ~ 120%씩 증가하게 되었다(조와 이. 1988).

그러나, 산채 자생지의 환경 변화 및 훼손, 그리고 자연산 채취인력의 부족으로 공급 형태가 산지 채취에서 인공재배로 전환되면서 재배가 증가하여 '90년 2,837 ha에서 (김. 1995) '99년에는 6,113 ha로 '90년도에 비해 2.2배 증가되었다. 작형별로는 노지재배가 '91년 4,814 ha에서 '99년 5,314 ha로 증가폭이 미미하였으나, 시설재배는 '91년 169 ha에서 '99년 570 ha로 증가하는 추세를 보였다. 이는 노지재배에서는 자생지와 유사한 환경조건을 조절하기가 어려워 수량 및 품질이 낮아지는 문제점이 있어 인위적으로 환경조절이 가능한 시설재배가 필요하였기 때문이라고 할 수 있다.

한편 식물이 생육하고 또는 인위적으로 재배하기 위해서는 광, 온도, 수분또는 습도, 공기 등 기상조건과 토양이 필요하다. 이들 요인은 독립적으로 작용하기보다는 복합적으로 생육과 수량에 영향을 주고 이들 중 최저 요인에 의해 좌우되므로 어느 한 요인이라도 소홀히 할 수 없다. 산채에 있어서 최적환경조건은 아직까지 자세히 연구된 결과가 없어 산채류별 자생지의 환경조건을 적용할 수밖에 없으며 이에 대한 조절기술도 이미 상당한 수준까지 발전되어 있는 일반 원예작물의 재배기술을 도입 적용하고 있어 점차 산채류별로 그 조절방법 및 효과를 검토해야한다.

물질생산에 있어서 광과 습도가 적합한 조건이라면 CO₂가 극히 중요한 제한인자로서 작물에 CO₂를 사용하게 되면 생육이 촉진되는 것은 오래전부터 알려진 것으로 시설재배에 있어서 CO₂ 확보는 환경조절의 가장 중요한 요인으로 되어 있다(松島, 1991). 작물이 광포화점에 있을 때 그이상의 광의 광도를 늘려도 광합성이 높아지지 않는것은 광 이외의 조건이 제한요인으로 되어있기 때문이며 공기중의 CO₂ 농도가 가장 중요한 제한요인이다. CO₂ 농도는 광산화의 양에 영향을 미치는데 특히 조기재배시 낮은 일사량으로 인해 광합성이 낮아지는 시기에 공급함으로써 광합성을 극대화시킬 수 있는 중요한 환경인자로서 여러 엽채류에서 그 사용효과가 이미 인정되고 있으며(최 등,1995. ; 성 등, 1994. ; 성 등 1995) 조기재배를 하는 시기의 특성상 외기온도가 낮기 때문에 하우스를 밀폐하여 재배하게 되므로 주간에는 하우스내 CO₂농도가 광합성으로 인해 낮아지게 된다. CO₂ 사용효과는 채소류에 있어 6시간이상 장시간 사용시 엽채류는 1,500~3,000 ppm의 범위에서 2~4배, 근채류는 1,000~3,000 ppm에서 2.4배 증수되었으나, 경제성을 감안 할 경우 정오전후 (11:00~13:00)처리가 가장 좋았다고 하며 성 등(1994, 1997)은 산채류 중 참취에 있어서 일출~10시까지 1,500 ppm 사용시 53% 증수한다고 보고하였다. 또한 결구상추의 NFT재배에서 CO₂를 1,500 ppm 처리하고 NO₃:NH₄의 비율이 100:0인 처리에서 가장 생육이 양호하였고 또 CO₂처리구에서 엽중 질산염의 함량은 CO₂ 무사용구에 비해 적게 나타난 반면 질소의 함량은 높게 나타났는데 CO₂처리에 의해 CO₂ 동화율이 증가함으로써 생육이 증가되었다고 보고한 경우도 있다 (원 등, 1996).

본 연구는 가장 많이 재배되고 있는 산채류 중 공취, 참취 및 참나물의 시설재배시 재배환경을 조절하여 품질과 수량을 높이기 위한 CO₂ 사용효과를 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 시설재배시 공취, 참취, 참나물의 CO₂ 사용효과를 구명하기 위하여 1998년부터 1999년까지 2개년에 걸쳐 산채시험장 비닐하우스 포장에서 실시하였다.

1998년도에는 재식거리를 공취(2년생) 30×20 cm, 참취(3년생) 30×10 cm, 참나물(3년생) 20×20 cm 로 하여 3월 25일에 정식하였고 10a 당 시비량은 N 7, P₂O₅ 20,

K₂O 5, 퇴비 2,000 kg을 전량 기비로 사용하였으며 시험구 배치는 CO₂ 처리구에 따라 작목별로 난괴법 3반복으로 하였다. CO₂ 사용은 70% 차광망을 씌운 비닐하우스 내부에 칸막이를 설치한 후 액화 CO₂ 발생기를 사용하여 본엽 2매정도 전개된 출현기부터 최종 수확시까지 하였다. 공급시간은 오전 8시부터 환기할 때인 11시까지 1회에 5분씩 15분 간격으로 자동 공급되게 하였으며 생육 및 수량은 농진청 농사시험연구 조사기준에 준하여 조사하였다.

1년차 결과에 따라 1999년도에는 적정 CO₂ 농도를 구명하고자 하였으며 시험방법은 1년차에 준하였다. 본시험은 조기재배작형에서 검토하고자 하였으나 CO₂ 센서에 문제가 있어 보통재배작형에서 수행하게 된 관계로 하우스내 고온장애를 유발하게 되어 9월 15일에 종묘를 굴취하여 한 등(1996)의 방법에 따라 4℃ 저온저장고에 15일간 주냉장 처리 후 10월 7일에 정식하게 되었다. 정식 후 보온을 위하여 소형 비닐터널을 설치하였으며 CO₂ 사용시에는 소형 비닐 터널을 제거하였다. CO₂ 사용은 70% 차광 비닐하우스 내부에 칸막이를 설치 후 CO₂ 측정 제어장치(COMX-304C)에 0~2,000±20ppm까지 측정가능한 센서(GMD/GMW20)를 부착하여 무처리, 1,000, 1,500, 2,000ppm 등 4처리를 두어 자동 공급되게 하였다.

결과 및 고찰

1. 생육상황

CO₂사용이 공취, 참취, 참나물의 생육에 미치는 영향은 표 1, 표 2, 표 3과 같다. CO₂를 공취에 사용했을 경우 초장, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽수가 무처리에 비해 증가하는 경향이었으며 분얼수는 정식후 63일까지는 차이가 없었으나 정식 후 일수가 늦은 83일째는 무처리에 비해 주당 0.7개가 증가하였다. 참취에서도 공취와 같은 경향으로 초장, 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽수 및 분얼수가 무처리에 비해 증가하는 경향이였다.

표 1. CO₂ 처리에 따른 공취의 생육상황

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	초장 (cm)	엽 (cm)		엽병장 (cm)	엽수 (매/주)		
			장	폭		발생	수확	분얼수
무처리	35일	28.2	11.4	16.7	15.7	8.0	3.4	3.0
	63일	40.5	15.5	22.4	23.9	8.3	4.4	3.7
	83일	36.7	15.3	22.3	21.7	6.6	3.8	2.8
1,000	35일	37.3	13.8	19.3	23.1	10.4	5.2	3.1
	63일	46.8	19.3	26.2	27.6	8.2	4.9	3.6
	83일	45.1	17.8	24.6	27.9	8.4	4.3	3.5

표 2. CO₂ 처리에 따른 참취의 생육상황

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	초장 (cm)	엽 (cm)		엽병장 (cm)	엽수 (매/주)		
			장	폭		발생	수확	분얼수
무처리	35일	33.9	12.1	11.6	11.1	19.8	19.8	3.9
	83일	51.5	15.1	13.6	16.5	29.9	29.9	4.2
1,000 ~ 2,000	35일	39.7	13.7	12.3	13.6	20.6	20.6	4.0
	83일	52.0	16.1	13.7	15.7	31.3	31.3	4.6

참나물에 있어서도 CO₂를 시용 했을 경우 초장, 엽장, 엽병수 및 경수 등이 무처리에 비해 증가하는 경향이였다.

표 3. CO₂ 처리에 따른 참나물의 생육상황

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	초장 (cm)	엽 (cm)		엽병수 (개/주)	경수 (개/주)
			장	폭		
무처리	63일	25.4	8.7	6.1	22.3	6.8
1,000 ~ 2,000	63일	32.3	10.1	6.8	24.2	7.7

CO₂시용에 의한 초장, 엽수 등에 대한 생육 촉진 효과는 시금치(Yukio etc. 1993), 머위, 부추(Oda & Katahashi. 1991), 아욱(성 등. 1994. ; 성 등. 1995), 참취(성 등. 1997)등에서도 잘 나타나 있는데 성 등(1997)은 참취의 경우 CO₂를 1,500 ppm까지 처리시 엽장, 엽폭은 차이가 없었다고 보고하였으나 본시험에서는 다소 상이하게 공취, 참취 및 참나물 모두 미미하게 증가하는 경향이였다.

2. 수량

CO₂ 시용에 따른 공취의 수량은 표 4와 같다. CO₂를 시용했을 때 생체중이 증가하는 경향이었는데 이는 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수가 증가하기 때문에 기인 한 것으로 정식 후 63일에 가장 효과가 현저하였다. 건물중의 경우도 CO₂ 처리구에서 증가하는 경향으로 이는 CO₂ 처리시 광합성량이 증가되어 식물내 건물 생산량이 증가하기 때문이라고 판단되며 성 등(1997)은 참취의 경우 CO₂시용시 건물생산에는 NAR의 기여가 크다고 보고하였는데 공취의 경우도 CO₂시용이 수량에 영향을 미치는 여러 요인들을 더 면밀히 검토해야 할 필요가 있다. 한편 엽중, 건물중의 증가는 수량에 영향을 미쳐 무처리 1,258 kg/10a에 비해 57%증수되었다.

표 4. CO₂ 시용에 따른 곰취의 수량

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물율 (%)	생체수량 (kg/10a)	총수량 (kg/10a)	수량 지수
무처리	35일	31.5	3.8	12.1	367	1,258	100
	63일	41.6	5.1	12.3	485		
	83일	34.8	4.5	12.9	406		
1,000 ~ 2,000	35일	44.3	6.0	13.5	516	1,976	157
	63일	70.7	9.8	13.9	825		
	83일	54.4	7.8	14.3	635		

참취는 표 5에서와 같이 CO₂를 시용했을 때 생체중 및 건물중이 증가하는 경향으로써 CO₂ 처리시 광합성량이 증가되어 식물내 건물 생산량이 증가하기 때문으로 성 등 (1997)의 보고와 일치하였으며 CO₂ 시용시 수량은 무처리 3,464kg/10a에 비해 14% 증수되었다.

표 5. CO₂ 시용에 따른 참취의 수량

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물율 (%)	생체수량 (kg/10a)	총수량 (kg/10a)	수량 지수
무처리	35일	60.9	7.8	12.8	1420	3464	100
	83일	87.6	11.6	13.2	2044		
1,000 ~ 2,000	35일	70.6	9.8	13.9	1655	3,936	114
	83일	97.7	14.0	14.3	2280		

CO₂ 시용에 따른 참나물의 수량은 표 6과 같다. CO₂를 시용했을 때 곰취 및 참취와 같이 생체 중 및 건물중이 다소 증가하는 경향으로써 수량은 무처리 504kg/10a에 비해 57% 증수되었으나 건물율의 증가는 참나물이 일찍 엽병줄기가 경화되는 요인이므로 품질면에서 좋은 결과는 아니라 사료된다.

표 6. CO₂ 시용에 따른 참나물의 수량

CO ₂ 농도 (ppm)	수확일수 (정식후)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물율 (%)	생체수량 (kg/10a)	수량지수
무처리	63일	31.6	5.3	16.7	504	100
1,000 ~ 2,000	63일	33.5	5.9	17.7	789	157

3. CO₂ 사용 농도별 생육 및 수량

CO₂ 사용 농도별 각 작목 별 지상부 생육 및 수량은 표 7과 같다. 12월 중순이후에는 기온이 급강하하여 하우스내에 난로를 설치하여 야간에 보온을 하였으나 점차 생육이 부진하였던 관계로 1차 수확만 가능하였다. 공시작목 모두 CO₂ 농도 1,000ppm 이상 사용시 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수가 증가하는 경향이였으며, 1,500ppm 이상 사용시 별 차이가 없었다. 참취는 1,500ppm 이상 CO₂ 사용시 증수되는 반면 곰취와 참나물은 2,000ppm 사용시 생육 및 수량이 1,500ppm 보다 적어지는 경향이었는데 이는 방 등 (1996)의 보고와 같이 참나물의 연화재배시 증수된 점으로 미루어 볼 때 CO₂ 농도의 증가는 줄기의 경화를 일찍 이루어지게 하여 지상부 생육을 억제한 것으로 사료된다. 성 (1996)은 참취의 경우 1,500ppm에서 지상부 생육이 양호하고 수량이 높았으나 3,000ppm이상 고농도의 CO₂ 사용은 오히려 감소되었다고 보고하여 본 연구결과와 일치되는 경향이였다.

표 7. CO₂ 사용에 따른 지상부 생육 상황

산채종류	CO ₂ 농도 (ppm)	출현기 (월.일)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (cm)	엽중 (g/주)	수량 (kg/10a)	수량 지수
곰 취	무사용		38	12.7	15.1	7.6	37.8	630	100
	1,000	10.7	43	15.3	21.3	8.9	43.2	720	114
	1,500		47	15.6	23.2	9.2	45.1	752	119
	2,000		46	14.4	20.1	7.7	41.2	687	109
참 취	무사용		37	13.1	10.2	23.6	61.1	1,426	100
	1,000	10.7	46	14.5	12.1	27.7	67.8	1,582	111
	1,500		54	15.3	13.4	29.6	70.8	1,652	116
	2,000		56	15.1	13.1	31.1	75.6	1,764	124
참나물	무사용		21	6.2	5.3	19.5	28.1	656	100
	1,000	10.12	30	7.1	5.5	20.0	31.1	726	111
	1,500		35	8.8	5.7	23.1	33.5	782	119
	2,000		33	9.1	5.6	22.3	29.1	679	104

* 생육 및 수량 조사 : 정식후 53일, CO₂ 사용기간 : 20일

적 요

공취, 참취 및 참나물의 시설재배시 CO₂ 시용효과를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공취, 참취, 참나물 공히 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중 및 건물중은 CO₂시용에 의해 증가되는 경향이였다
2. 수량은 CO₂ 무시용에 비해 CO₂ 시용시 공취는 57%, 참취는 14%, 참나물은 57% 증수되었다.
3. 공시작목의 CO₂ 시용 적정 농도는 1,500ppm이었다.

인용문헌

방순배, 한중수, 권순배. 1996. 주요산채류의 연화재배법 개발 연구. 강원도농업기술원 시험연구보고서 : 189 ~ 191.

최선영, 이강수, 은종선. 1995. 온도, 차광 및 CO₂의 농도가 고추냉이의 광합성과 호흡에 미치는 영향. 약작지 3(3) : 181 ~ 186.

조진태, 이두원. 1988. 산채류재배. 표준영농교본-60.

권순배, 방순배, 최성진. 1997. 다년생 산채류의 적정 수확한계기 구명시험. 강원도농업기술원 시험연구보고서. pp. 253 ~ 255.

김영태, 久保康隆, 稻葉昭次, 中村怜之輔. 1992. 저농도 O₂ 또는 고농도 CO₂가 딸기와 토마토에 미치는 생리적 반응 연구. 농시논문집(원예편) 34(2) : 57 ~ 61.

김원배. 1995. 산채류 시설재배현황과 재배기술. 시설원예연구. 8(1) : 71 ~ 80.

松島 三良. 1991. CO₂ 氣溫變化と園藝作物. 農業および園藝. 66(1) : 150 ~ 156.

Oda. Y. and K. Katahashi. 1991. Effect of high CO₂ concentration on photosynthesis in several potherbs. Chugoku Natl. Agri. Exp. Stn. 82 : 12 ~ 19.

박상근. 1988. 소득작목 중심의 경지이용 시설이용 채소재배기술. 농진청 심포지움. : 68 ~ 78.

농촌진흥청. 1995. 농사시험연구 조사기준표. pp. 15 ~ 17, 303 ~ 344.

성기철, 유인철, 유병선. 1994. 주요 민속채소의 CO₂ 시용효과에 관한 연구. 원시시험연구보고서. pp. 121 ~ 123.

성기철, 조정래, 유인철. 1995. 아욱의 광합성 특성과 차광, 수확방법이 생육 및 수량에 미치는 영향. 농업논문집 37(1) : 349 ~ 355.

성기철, 유성오, 유인철. 1997. CO₂ 시용이 참취의 생육특성에 미치는 영향. 원예논문집 39(2) : 43 ~ 48.

원선이, 박중구, 조영렬, 이용범. 1996. NFT재배에서 CO₂ 시용과 배양액의 NO₃ : NH₄ 비율이 결구상추의 생육 및 품질에 미치는 영향. 한국양액 재배연구회 학회요지. : 93 ~ 94.

Yukio. W., M. Yoko, K. Akiko, W. Maasani and S. Noritsuga. 1993. Effect of CO₂ enrichment on the growth and soluble oxalate content of spinach. Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ. 47 : 35 ~ 39.

연구결과활용

- 기초자료활용