과 제 구 분	경상기본 Code : LS 0208	수행시기	전반기	연구기간	2003
연구과제명	상추 신품종 육성 및 기능성 향상연구			과제책임자	서명훈
세부과제명	상추 재배방법이 BSL 함량에 미치는 영향				
색 인 용 어	상추, lactucin, 기능성, 재배방법, 수경재배				

연구원별 임무

구 분	소 속	성 명	전화번호	담 당 임 무
세부과제책임자	경기도원 원예연구과	서명훈	031)229-5791	시험연구수행 및 총괄
공동연구자	〃	이상우	031)229-5793	생육조사 및 성적분석
	〃	심상연	031)229-5794	생육조사 및 성적분석
	고려대학교	박권우	02)3290-3042	시험지도 및 평가분석

ABSTRACTS

This experiment was conducted to estimate for accumulation amount of Bitter Sesquiterpene lactone(BSL) in soil culture, deep flow hydroponics, and perlite hydroponics of lettuce. The yield was the highest in deep flow hydroponics as 65%, and subsequently in perlite hydroponics as 50% in comparison with soil culture as 3,880kg/10a. Amount of lactucin and 8-Deoxylactucin in some kinds of BSL were the highest in soil culture as 21.85, 8.99 $\mu g \cdot 100g^{-1} \cdot FW$ respectively, and it was the lowest in deep flow hydroponics. Amount of lactucopicrin in a kind of BSL was the highest in perlite hydroponics as 97.62 $\mu g \cdot 100g^{-1} \cdot FW$. Moreover total amount of BSL was the highest in perlite hydroponics as 120.18 $\mu g \cdot 100g^{-1} \cdot FW$. Amount of BSL in the late growing stages of lettuce was higher than that in another growing stages of all cultural methods.

Key words : Lettuce, Bitter sesquiterpene lactones, Hydroponics, Lactucin

1. 연구 목표

상추에 함유되어 있는 Bitter sesquiterpene lactones(이하 BSL)은 국화과 식물 특유의 쌉쌀한 맛을 내며, 그 성분은 인체 내 생리활성작용으로 위궤양, 발열, 최면, 진통효과가 있어 불면증에 좋다고 알려져 있다(Brill 등, 1994; Iwaza, 1980). 상추에 함유되어 있는 BSL은 상추의 발육 및 생장과 직접 연관이 없는 2차 대사산물로 특정한

기관이나 조직, 세포에 한정되어 생성되는 경우가 많은데, 2차 산물의 대표적인 alkaloid는 특정한 개화기에 주로 생성되며 (Bohm, 1967), 어떤 기관의 2차 산물의 함량 증가는 자체 조직에서 생합성되는 것 보다 다른 기관에서 생성된 물질이 이동되어 저장된 결과로 나타나는 경우가 많다. Nicotine이 뿌리에서 생성되어 잎에 저장된다거나 *Ipomea*의 잎에서 생성된 ergot alkaloid가 종자에 저장되는 것이나 (Mockaitis, 1973), 같은 기관이라 할지라도 기관의 조직부위에 따라 합성이나 저장능은 크게 차이가 있으며 외적 환경요인에 의해 산물의 생성은 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Jung 등, 1996).

이와 같이 상추에서 BSL의 축적은 재배환경 즉, 근권환경에 따라서도 축적 양상이 다를 것을 전제하고, 현재 상업적으로 상추를 재배하고 있는 일반 토양재배와 담액수경재배, 배지경 수경재배를 실험을 통해 BSL 축적량을 비교 검토하고자 이 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

이 실험은 경기도 화성시 태안읍에 소재하고 있는 경기도농업기술원 시험포장 비닐하우스에서 2003년 3월부터 7월까지 수행하였다.

시험에 사용된 상추 품종은 맛치마상추(농우)이었으며 재배방법은 모두 세 가지 방법으로 일반 토양재배, 담액수경재배, 펄라이트 배지경 수경재배를 두었다.

파종은 세 처리 모두 3월 6일에 128공 플러그 육묘용 트레이에 엽채류용 상토(서울농자재)를 채워 파종하여 4월 3일에 본포에 30×20cm로 정식하였다.

수경재배에 이용된 배양액은 담액수경 및 펄라이트 배지경 수경재배 모두 야마자키 상추 전용액(NO_3-N 84, NH_4-N 7, H_2PO_4 15, K 156, Ca 40, Mg 12, SO_4 16 mg/L)을 사용하였고 펄라이트 배지는 2호 규격을 이용했으며, 토양재배의 시비(N-P_2O_5-K_2O-석회-퇴비 kg/10a)는 20-10- 15-100-2,000을 기준하여 시용하였다.

생육조사는 5월 6일 첫 수확하여 일주일 간격으로 6월 19일까지 7회에 걸쳐 공히 잎 젖힘 수확을 하였다. 조사 기준은 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청)에 준하였다.

상추 엽내 BSL 정량용 시료 채취에서 수확 초기는 5월6일 본엽 5-10절에서, 중기는 5월21일 25-30절에서, 후기는 6월10일 45-50절에서 수확하였다. 상추 잎을 -80℃에서 냉동 후 동결건조기(일신 Freeze dryer)로 건조시킨 후 막자사발을 이용, 분쇄하여 분말 상태로 만든 다음, 분말 시료 1 g을 메탄올 100 ml에 넣고 65℃에서 1시간 정도 환류시켰다. 메탄올 용액을 실온으로 냉각시킨 후 여과지를 이용해서 여과한 다음, 여과된 용액은 rotary evaporator로 30~35℃를 유지시키며 1~5 mmHg 압력상태로 감압 증류하였다. 메탄올 용액을 감압 증류하고 남은 잔사를 물에 녹여서 클로로포름(CH_3Cl)으로 2~3회 추출하였다. 클로로포름 추출

용액을 황산마그네슘 ($MgSO_4$)으로 탈수한 다음, 온도를 20~30℃를 유지시키며 1~5 mmHg으로 감압 증류하였다. 감압증류하고 남은 잔사를 MeOH/$CHCl_3$ (v/v=1/2) 용액에 녹여서 HPLC로 분리 정량하였다. 이때 HPLC 조건은 아래와 같다.

표 1. 상추 BSL 분석시 HPLC 조건

Instrument	Dionex AD 25 Absorbance detector
Column	Phenomenex Luna 5 μ C18(250×4.6 mm)
Guard column	Phenomenex Security Guard (ODS Octadecyl, 4×3.0 mm)
Mobile phase	H_2O/acetonitrile (90/10 = v/v) to 55/45 = v/v
Retention time	30 min.
Flow rate	1 mL · min^{-1}
Wave length	256 nm

3. 결과 및 고찰

가. 재배 방법별 생육 상황

상추 잎의 외적 생장 요소인 엽장과 엽폭에서 재배방법별 생육상황을 보면 수경재배한 상추가 토양재배한 상추보다 엽장이 크고 엽폭이 넓었으며 줄기의 길이와 굵기는 수경재배한 상추가 토양재배한 상추 보다 훨씬 길고 굵었다. 또한 수량을 결정짓는 엽수도 토양재배에 비해 수경재배한 상추에서 많은 경향이었다.

표 2. 재배 방법별 상추 생육

처 리	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경장 (cm)	경경 (mm)	엽수 (매)
배지경수경 재배	28.6	15.9	21.0	23.0	57.2
담액수경 재배	30.4	15.4	22.0	24.9	60.0
토 양 재 배	21.3	13.0	16.8	12.5	53.7

나. 건물율과 수량성

상추의 내적 생장을 나타내는 건물율은 토양재배 상추가 10.1%로 수경재배한 상추의 6.8~6.9%에 비해 훨씬 높게 나타났다. 또한, 수량은 토양재배한 상추의 3,880 kg/10a에 비해 배지경 수경재배가 5,808 kg/10a, 담액수경 재배 상추가 6,396 kg/10a로 나타나 각각 50%, 65%의 증수를 가져왔다.

표 3. 재배방법별 상추의 건물율과 수량성

처 리	건물율(%)	수량(kg/10a)	수량지수
배지경수경재배	6.8	5,808	150
담액수경 재배	6.9	6,396	165
토 양 재 배	10.1	3,880	100

표 4. 재배방법별 수확 시기에 따른 Lactucin 함량 변화

처 리	Lactucin ($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)			
	수확 초기	수확 중기	수확 후기	평균
배지경수경재배	21.53 a	10.98 b	18.18 ab	16.90
담액수경재배	0.89 c	5.03 b	10.87 b	5.60
토양재배	13.12 b	27.33 a	25.11 a	21.85
평 균	11.85	14.45	18.05	14.78

♩ DMRT at 5% level

재배 방법별 상추 내 Lactucin 평균 함량($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)은 토양재배에서 가장 높은 21.85이었고 배지경 수경재배가 16.9, 담액수경재배가 가장 낮은 5.6을 나타내어 토양재배보다 수경재배에서 Lactucin 함량이 낮은 것으로 나타났다. 수확 시기별로 Lactucin 함량을 보면 수확 초기보다 중기와 후기로 갈수록 Lactucin 함량이 높아지는 경향을 나타내었다.

표 5. 재배방법별 수확 시기에 따른 8-Deoxylactucin 함량 변화

처 리	8-Deoxylactucin ($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)			
	수확 초기	수확 중기	수확 후기	평균
배지경수경재배	12.08 a	1.71 a	3.22 a	5.67
담액수경재배	12.34 a	8.67 a	5.46 a	8.82
토양재배	17.25 a	7.48 a	2.23 a	8.99
평 균	13.89	5.95	3.64	7.83

♩ DMRT at 5% level

8-Deoxylactucin 함량(㎍ · 100g^{-1} FW)도 역시 토양재배에서 가장 높은 8.99, 담액수경재배가 8.82, 배지경 수경재배가 5.67로 가장 낮았다. 수확 시기별로 보면 대체로 수확 초기에 높았고 수확 후기로 갈수록 낮은 경향을 나타나 다른 성분들과는 차별된 경향을 나타내었다.

표 6. 재배방법별 수확 시기에 따른 Lactucopicrin 함량 변화

처 리	Lactucopicrin (㎍ · 100g^{-1} FW)			
	수확 초기	수확 중기	수확 후기	평균
배지경수경재배	85.12 a	89.86 a	117.87 a	97.62
담액수경재배	34.83 b	23.13 b	80.30 a	46.09
토양재배	25.98 b	114.60 a	120.74 a	87.11
평 균	48.64	75.86	106.30	76.94

♩ DMRT at 5% level

Lactucopicrin 함량(㎍ · 100g^{-1} FW)에서는 배지경 수경재배에서 97.62를 나타내어 가장 높았고, 토양재배, 그리고 담액수경재배 순으로 나타났다. 수확 시기별로 보아도 수확초기에 비해 중기와 후기로 갈수록 Lactucopicrin 함량이 높아지는 경향을 나타내었다.

표 7. 재배방법별 수확 시기에 따른 BSL Total 함량 변화

처 리	Total (㎍ · 100g^{-1} FW)			
	수확 초기	수확 중기	수확 후기	평균
배지경수경재배	118.73 a	102.55 a	139.27 a	120.18
담액수경재배	47.99 b	36.83 b	96.63 a	60.48
토양재배	56.35 b	149.41 a	148.08 a	117.95
평 균	74.36	96.26	127.99	99.54

♩ DMRT at 5% level

BSL을 구성하는 세 가지 물질을 모두 합한 함량($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)은 배지경 수경재배가 120.18로 가장 높았고 토양재배는 117.95이었으며 담액수경재배는 60.48로 가장 낮은 함량을 보였다. 또, 수확 시기별로 BSL Total 함량은 수확초기 74.36에서 수확중기 96.26, 수확 후기 127.99로 높아지는 경향을 나타내었다.

4. 적 요

봄 재배용 맛치마 상추를 토양재배, 담액수경재배, 배지경 수경재배 등 세 가지 방법으로 재배하여 BSL 함량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 수량(kg/10a)은 토양재배의 3,880kg을 기준으로 하여 배지경 수경재배에서 수량지수 50%, 담액수경재배에서 65% 증수하였고, 수경재배에서 수량이 높았다.

나. 상추의 BSL 구성요소의 Latucin 함량($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)은 토양재배에서 21.85로 가장 높게 나타났고 배지경 수경재배 그리고 담액수경재배 순으로 낮아졌으며 생육 초기보다 중기 및 후기로 갈수록 BSL 함량이 높아졌다.

다. 8-Deoxylactucin 함량에서도 토양재배에서 가장 높은 8.99를 나타내었고, 담액수경재배 그리고 배지경 수경재배 순으로 낮아졌다. Lactucopcrin 함량에서는 배지경 재배에서 가장 높은 97.62를 나타내었고 토양재배 그리고 담액수경재배 순으로 낮아졌다.

라. BSL Total 함량($\mu g \cdot 100g^{-1}$ FW)에서는 배지경 수경재배에서 가장 높은 120.18을 나타내었고 다음으로 토양재배 그리고 담액수경재배 순으로 낮아졌으며, 생육이 경과할수록 BSL 함량이 높아지는 현상은 Lactucin, 8-Deoxylactucin, Lactucopcrin 세 성분 모두 같은 경향이었다.

5. 인용문헌

Barton, D. H. R. and C. R. Narayanan. 1958. J. Chem. Soc. pp.963-971.

Brill, S., and E. Dean. 1994. Identifying and harvesting edible and medicinal plants in wild (and Not So wild) places. Hearst Books, New York

Bohm, H. 1967. On the Papaver bracteatum Lin dl. 3. Characteristic changes of alkaloid sepectrum during plant development. Plant Med. 15: 215-220.

Crosby, D. G. 1963. The Organic Constituents of Food. 1. Lettuce. J. Food Sci. 347-355.

Dhingra O. D. and J. B. Sinclair. 1985. Basic plant pathology methods. pp.355. CRC press, Florida.

池田英男 등. 1996. 最新養液栽培手引. 誠文堂新光社. 日本. 東京.

Iwaza, S. K. 1980. Tropical Vegetables. The chemistry of agriculture, foresty and fisheries. tropical researsh center.

Japan. pp. 542-550.

Jung, J. D. 1996. New biotechnology (Plant Ⅱ). Kyungpook National Uni. Press. pp.285-321.

日本土壤肥料學會編. 1990. 養液栽培と植物榮養. 博友社. pp34-38.

Keith R Price, M. S. Dupont, R. Shepherd, H. W. S. Chan, and G. R. Fenwick. 1990. Relationship between the chemical and sensory properties of exotic salad crops-Coloured lettuce (Lactuca sativa) and chicory(cichorium intybus). J. Sci. Food. Agric. 53:185~192.

Mockaitis, J. M., A. Kivilaan, and A. Scheulze. 1973. Biochem. Physiol. Pflanz. 164:248-257.

Martha M. 1983. The Merck Index. Merck & Co., Inc.

Ministry of Agriculture and Forestry. 2001. Statistical Year of Agiculture & Forestry.

Paludan, N. 1985. Spread of viruses by recirculated nutrient solutions in soilless cultures. *Tidsskr. Planteavl* 89 : 467-474.

박권우, 김영식. 1998. 양액재배. 아카데미서적.

Schwarz, M. 1972. Influence of root crown temperature on plant development. *Plant Soil* 37(2) : 435-439.

Schwarz, M. 1995. Soilless Culture Management. Advanced Series in Agriculture Sciences Vol. 24 : 28.

6. 연구결과 활용제목

상추품종 및 재배조건에 따른 쌉쌀한 맛 등급설정(영농활용, 2003)