

사업구분 : 기본연구	Code 구분 : LS 0509	농촌자원개발(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
박과채소의 친환경 살충소재 개발연구	'03~'06	경기도원 환경농업연구과 이지영(229-5812)
박과채소에 대한 작물별 cucurbitacin 탐색	'03~'04	경기도원 환경농업연구과 이지영(229-5812)
색인용어	Cucurbitacin, 박과채소	

ABSTRACT

This study was conducted to screen cucurbitacin amounts in Cucurbitaceae for developing biotic pesticide. Ten species and fifteen cultivars of Cucurbitaceae were analyzed for cucurbitacin contents. Cucurbitacin B, E and I were separated from the fruit and root of Cucurbitaceae by high-pressure chromatography.

Total amount of cucurbitacins was the highest in the roots of *Cucumis melo* L. var *reticulatus* as 22.90mg/100g(DW), and next following in the non-grafting roots of *Cucumis melo* L. var *makuwa* as 22.19mg/100g. Amount of cucurbitacin I in the fruits of *Trisanthes kirikowii* was highest as 7.5mg/100g, dry weight in Cucurbitaceae. Amount of cucurbitacin B was the highest in the roots of *Cucumis melo* L. var *reticulatus*, *Cucumis melo* L. var *makuwa* as respectively 22.21, 20.12mg/100g. Amount of cucurbitacin E of the roots of *Citrullus vulgaris* and *Lagenaria siceraria* were quantited as 1.54~1.70mg/100g and tended to high than in other cultivars relatively. On the other hand, amount of cucurbitacins in the immature stage of *Cucumber melo* L. var *makuwa*. and *Lagenaria siceraria* were higher than that in the mature stage and that of fruit around peduncle in *Cucumis melo* L. var *makuwa* were higher than that in the other parts.

Key words : Cucurbitacin, Cucurbitaceae

1. 연구목표

박과채소류는 우리나라에서 뿐만 아니라 세계적으로도 가장 널리 이용되는 과채류의 하나로 수박, 멜론, 참외, 호박, 오이 등이 있으며 식용, 미용, 약용 등 용도가 다양하다. 박과채소에 함유된 대표적인 기능성 성분인 cucurbitacin은 oxygenated tetracyclic triterpenoid의 일종으로 세포질분열을 억제하는 특이적인 세포과괴성을 가지고 있어 간보호 효과 및 폐암, 결장암, 중추신경계암 등의 항암효과가 보고되어 있으며 (Agil A, 1999 ; 최 등, 1997 ; Duncan *et al.*, 1996) 우리나라에서도 민간에서 예로부터 참외나

박을 구토약, 설사약, 유행성 간염, 회충약 등으로 사용해왔다고 알려져 있다(문, 1991).

Cucurbitacin은 의학적 효능뿐 만 아니라 해충의 종류에 따라 feeding stimulant와 antifeedant로 작용하는 것으로 알려져 있다(Tallamy *et al.*, 1997). 중국에서는 오래 전부터 수세미나 여주의 즙을 응애나 다른 해충을 퇴치하기 위하여 사용하였다고 한다. 한편 미국에서는 박과채소에서 추출한 cucurbitacin을 소량의 살충제와 혼합하여 오이, 옥수수 등에 살포하여 오이잎벌레를 효과적으로 방제하였다는 보고가 있으며(Schroder *et al.*, 2001) 다양한 박과채소의 종류와 첨가되는 살충제 성분을 달리한 Cide Trak, Invite, SLAM등 다양한 살충제 미끼살포제가 개발되어 있다.

본 시험은 천연물을 이용한 살충소재 개발에 이용하기 위하여 박과채소에 함유되어 있는 cucurbitacin의 함량을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

박과작물별 cucurbitacin 함량 분석시험은 2003~2004년에 참외, 수박, 하늘타리 등 15종의 과일 및 뿌리를 건시료로 조제하여 분석하였다. 참외와 조롱박 과일의 숙기별 함량과 참외 과일의 부위별 함량분석은 2003년에 생시료로 시험하였으며 참외과일의 부위는 3등분하여 꼭지부위, 중간부위, 배꼽부위로 구분하였다.

시료는 세절하여 생시료의 경우 냉동하여 Homogenizer에 의하여 분쇄하여 사용하였고 건시료는 냉동, 동결건조 후 분쇄하여 -80°C 에서 냉동보관하면서 사용하였다. 추출은 건시료 1g에 MeOH 30mL를 가하고, 생시료 50g에 MeOH 500mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 항온수조에서 55°C 에서 2시간씩 3회 반복 추출한 후 filter paper(No. 2)로 여과하였다. MeOH 분획물을 rotary vaccum evaporator(EYELA)로 40°C 에서 감압 농축하여 용매를 완전히 제거하였다. 남은 추출물을 증류수에 현탁시켜 *n*-hexane으로 지용성물질을 제거하였다. 분액여두에 남은 증류수 현탁액은 다시 1-Butanol+EthylAcetate(1:2)로 용매분획하고 감압농축하여 SPE를 통과시킨 후 농축하여 1mL MeOH에 용해하고 HPLC에 주입하였다. HPLC(Sykam)은 UV 237nm에서 측정하였고 column은 Crom Saphir C18(125×4mm)을 사용하였다. 이동상은 MeOH/D.W.(65:35, v/v)이었으며 유속은 0.6ml/min으로 하였다. 표준품은 cucurbitacin B(Nantong changchem.(China)), E와 I(Extrasynthese(France))를 구입하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

박과작물별 cucurbitacin의 함량을 건시료로 조제하여 분석한 결과는 표 1과 같다. Total cucurbitacin의 함량은 메론 뿌리가 22.19mg/100g으로 가장 많았으며 다음으로 은천참외의 실생뿌리가 22.19mg/100g으로 높았다.

Cucurbitacin I의 분석결과 과일에서 함량이 많은 작물은 성환참외, 은천참외, 하늘타리, 신토좌호박으로 0.07~7.50mg/100g이 검출되었고 뿌리에서 많은 작물은 은천참외실생, 수박, 박으로 0.11~0.50mg/100g이었다. 그 중 하늘타리의 열매에서 7.50mg/100g으로 가장 많았고 다음으로 성환참외의 과일에서 3.37mg/100g으로 많았다. Robert L. *et al.* (1982)은 *Cucurbita texana*의 과일의 생시료에서 cucurbitacin I가 0.07, E가 0.367mg/g 함유되어 있으며 옥수수 뿌리벌레의 유인효과가 있다고 보고한 바 있다.

Cucurbitacin B는 메론뿌리 22.21, 은천참외실생뿌리 20.12, 하늘타리뿌리가 8.10mg/100g 순으로 많았으며 total cucurbitacin함량과 같은 경향을 나타내었으며 뿌리가 과일보다 함량이 많았다. 은천참외실생, 수박실생, 메론, 하늘타리, 박, 신토좌호박은 0.18~22.21mg/100g으로 뿌리가 과일보다 함량이 많았고 성환참외, 수박, 동아는 0.01~1.16mg/100g으로 과일과 뿌리간의 큰 차이가 없었다. Ferguson *et al.*(1983)은 페포호박인 *Cucurbita pepo* cv. 'Black Zucchini' 품종에 cucurbitacin B가 2.3mg/100g(FW) 함유되어 있으며 옥수수 뿌리벌레의 유인효과가 있다고 보고한 바 있다.

Cucurbitacin E는 모든 작물에서 뿌리가 과일보다 함량이 많은 경향이 나타났다. Cucurbitacin B와 I보다는 함량이 적은 편이었으며 그중 수박, 박의 뿌리가 1.54~1.70mg/100g으로 많았다. Cucurbitacin E는 해충의 유인에 관여한다고 알려져 있으며 Bitter Hawkesbury 수박에서 추출된 cucurbitacin E-glycoside가 함유된 즙과 살충제 Phoxine B와 혼합 살포로 오이잎벌레를 효과적으로 방제하였다는 보고가 있다(Schroder *et al.*, '01).

표 1. 박과작물별 cucurbitacin 함량

작 물	분석부위	접 목 (대목)	Cucurbitacin (mg/100g, DW)			
			I	B	E	계
참외(성환참외)	과 일	접목	3.37	1.10	0	4.47
	뿌 리	신토좌호박	0.02	1.16	0.03	1.21
참외(은천참외)	과 일	무접목	0.05	0.16	0.01	0.22
	뿌 리	-	1.83	20.12	0.24	22.19
	과 일	접목	0.11	0.08	0.002	0.19
	뿌 리	홍토좌호박	0	0	0	0
수 박	과 일	무접목	0.05	0.10	0.03	0.18
	뿌 리	-	0.50	1.60	1.70	3.80
	과 일	접목	0.03	0.19	0	0.22
	뿌 리	참박	0.32	0.18	1.54	2.04
메 론	과 일	-	0.06	0.10	0.01	0.17
	뿌 리		0	22.21	0.69	22.90
하늘타리	과 일	-	7.50	0.16	0	7.66
	뿌 리		0.004	8.10	0.05	8.15
여 주	과 일	-	0.13	0.21	0	0.34
	뿌 리		0.14	0.08	0	0.22
동 아	과 일	-	0	0.01	0	0.01
	뿌 리		0	0	0	0
박 (참박)	과 일	-	0.13	0	0.02	0.15
	뿌 리		0.47	1.47	1.65	3.59
호박(신토좌)	과 일	-	0.07	0.01	0.002	0.08
	뿌 리		0.02	0.18	0.28	0.48
호박(흑종)	뿌 리	-	0	0	0	0

참외와 조롱박의 과일 숙기에 따른 cucurbitacin 함량을 비교한 결과 두 작목 모두 미숙과가 완숙과보다 cucurbitacin의 함량이 많았다(표2). 참외의 완숙과는 43.54, 미숙과는 292.66 μ g/100g으로 숙기간의 차이가 약 6.7배로 컸으며 특히 cucurbitacin I는 미숙과가 24배나 높았다. 반면 조롱박은 참외보다는 숙기간의 차이가 적었으며 cucurbitacin I는 15.48~17.55 μ g/100g으로 숙기간의 차이가 크게 없었고 cucurbitacin B는 완숙과에서는 나타나지 않은 반면 미숙과에서 10.38 μ g/100g이 검출되었다. 호박의 경우 cucurbitacin glycoside가 종자에는 검출되지 않았으나 발아 8일후에는 4.2mg/100g(D.W) 검출되었다고 이 등(2003)은 보고하였다.

표 2. 참외, 조롱박 과일의 숙기에 따른 cucurbitacin 함량

작 목	구 분	Cucurbitacin($\mu\text{g}/100\text{g}$, FW)			
		I	B	E	계
참 외	완숙과	2.18	41.36	0	43.54
	미숙과	53.32	235.34	0	292.66
조롱박	완숙과	15.48	0	0	15.48
	미숙과	17.55	10.38	0	27.93

〕 참외 : 은천참외

참외과일의 숙기 및 부위에 따른 분석결과 표 3에서와 같이 모든 부위에서 미숙과가 완숙과보다 cucurbitacin 함량이 많았다. 그중 미숙과의 꼭지부위에서 $634.22\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 가장 많았으며 cucurbitacin I는 $135.1\mu\text{g}/100\text{g}$, cucurbitacin B는 $499.12\mu\text{g}/100\text{g}$ 로 중간부위보다 22배, 배꼽부위보다 3배나 많았고 cucurbitacin E는 검출되지 않았다. 동의보감이나 민간에서는 참외의 꼭지를 이용하여 구토약, 설사약 등으로 이용되고 있는데 꼭지의 쓴맛은 cucurbitacin으로 알려져 있어 꼭지부위에서 많다는 결과와 같은 경향을 보였다.

표 3. 참외 과일의 부위 및 숙기에 따른 cucurbitacin 함량

구 분	과일부위	Cucurbitacin ($\mu\text{g}/100\text{g}$, FW)			
		I	B	E	계
완숙과	꼭지부위	1.94	123.60	0	125.54
	중간부위	2.74	0.46	0	3.20
	배꼽부위	1.84	0	0	1.84
미숙과	꼭지부위	135.10	499.12	0	634.22
	중간부위	3.66	24.60	0	28.26
	배꼽부위	33.18	182.30	0	215.48

〕 참외 : 은천참외

4. 적 요

박과채소에 함유되어 있는 cucurbitacin을 이용하여 친환경살충소재개발의 기초자료로 이용코자 2003~2004년에 걸쳐 박과작물별, 참외, 조롱박 과일의 숙기별, 참외 과일의 숙기 및 부위별 cucurbitacin 함량을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 가. 박과작물별 메론, 참외 등 15종의 cucurbitacin 함량을 분석한 결과 total cucurbitacin의 함량은 메론뿌리와 은천참외실생뿌리가 22.19~22.90mg/100g으로 가장 많았다.
- 나. Cucurbitacin I는 과일에서 많은 편이었으며 하늘타리 열매가 7.50mg/100g으로 가장 많았고 다음으로 성환참외의 과일이 3.37mg/100g이었다. Cucurbitacin B는 뿌리에서 많은 편이었으며 그 중 메론뿌리, 은천참외의 실생뿌리가 22.21, 20.12mg/100g으로 가장 많았다. Cucurbitacin E는 작물의 종류와 관계없이 모두 뿌리에서 많았으며 수박, 박의 뿌리에서 1.54~1.70mg/100g이었다.
- 다. 참외와 조롱박 과일의 숙기에 따른 cucurbitacin 함량을 비교한 결과 두 작목 모두 미숙과가 완숙과보다 많았으며 참외의 미숙과는 292.66, 완숙과는 43.54 μ g/100g로 조롱박보다 숙기간의 차이가 크게 나타났다.
- 라. 참외 과일의 숙기 및 부위에 따른 cucurbitacin함량은 미숙과의 꼭지부위가 634.22 μ g/100g으로 가장 많았다.

5. 인용문헌

- Agil A. 1999. Isolation of an anti-hepatotoxic principle from the juice of *Ecballium elaterium*. *Planta Medica*. 65(7) 673-675.
- 최선희, 오세중, 김명희. 1997. 과체 에탄올추출물의 간보호효과에 관한 연구. *서울특별시 보건환경연구원보* 33:58-63.
- Douglas W. Tallamy, Jason Stull, Nathan P. Ehresman, Piotr M. Gorski and Charles E. Mason. 1997. Cucurbitacins as Feeding and Oviposition Deterents to Insects. *Environmental Entomology*. 26:678-383.
- J. E. Ferguson, Esther R. Metcalf, Robert L. Metcalf and A. M. Rhodes. 1983. Influence of cucurbitacin content in cotyledons of Cucurbitaceae cultivars upon feeding of *Diabroticina* beetles(Coleoptera:Chrysomelidae). *J. of Econ. Entomol.* 76:47-51.
- 이병진, 장희순, 이규희, 오만진. 2003. 호박(*Cucurbita moschata* DUCH.)종실의 발아 성장과정중 성분변화. *한국식품저장유통학회지*. 10(4):527-533.
- Mark D. Duncan, Michael C. Alley and Edward A. Sausville. 1996. Cucurbitacin E Induced Disruption of the Actin and Vimentin Cytoskeleton in Prostate Carcinoma Cells. *Biochemical Pharmacology*. 52:1553-1560.
- Mark D. Duncan and Kimberly L. K. Duncan. 1997. Cucurbitacin E Targets Proliferating Endothelia. *Journal of Surgical Research*. 69:55-60.
- 문관심. 1999. 약초의 성분과 이용. 687-695.
- Robert L. Metcalf, A. M. Rhodes A. Metcalf, Jane Ferguson, Esther R. Metcalf, and Po-Yung Lu. 1982. Cucurbitacin Contents and *Diabroticina* (Coleoptera:Chrysomelidae) Feeding upon *Cucurbita* spp. *Environ. Entomol.* 11:931-937.

Robert F. W. Schroder, Phyllis A. W. Martin and Michael M. Athanas. 2001.
Effect of a Phloxine B-Cucurbitacin Bait on Diabroticite Beetles (Coleoptera :Chrysomelidae).
Hortical Entomology. 94(4) 892-896.