

석사학위논문

알로에 베라 잎에서의 안트라퀴논
함량과 항산화능



제주대학교 대학원

원예학과

이 성 철

2008년 2월

알로에 베라 잎에서의 안트라퀴논 함량과 항산화능

지도교수 송 관 정

이 성 철

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함

2007년 12월

이성철의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원

2007년 12월

Anthraquinone Content and Antioxidant Activity
in *Aloe vera* Leaves

Seong-Cheol Lee
(Supervised by Professor Kwan Jeong Song)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for
the degree of master of science in agriculture

December, 2007

DEPARTMENT OF HORTICULTURAL SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
ABSTRACT	ii
LIST OF TABLES	iii
LIST OF FIGURES	iv
I. 서 언	1
II. 재료 및 방법	3
1. 식물재료	3
2. 안트라퀴논 분석	6
3. 항산화능 분석	7
4. 통계처리	9
III. 결과 및 고찰	10
1. 잎의 생육단계와 부위, 절단 방향 및 세척수 온도, 건조 기간이 안트라퀴논의 함량에 미치는 영향	10
2. 잎의 생육단계, 절단방향 및 세척수 온도, 건조기간 이 항산화능에 미치는 영향	17
IV. 적 요	22
V. 참고문헌	23
VI. 감사의 글	26

ABSTRACT

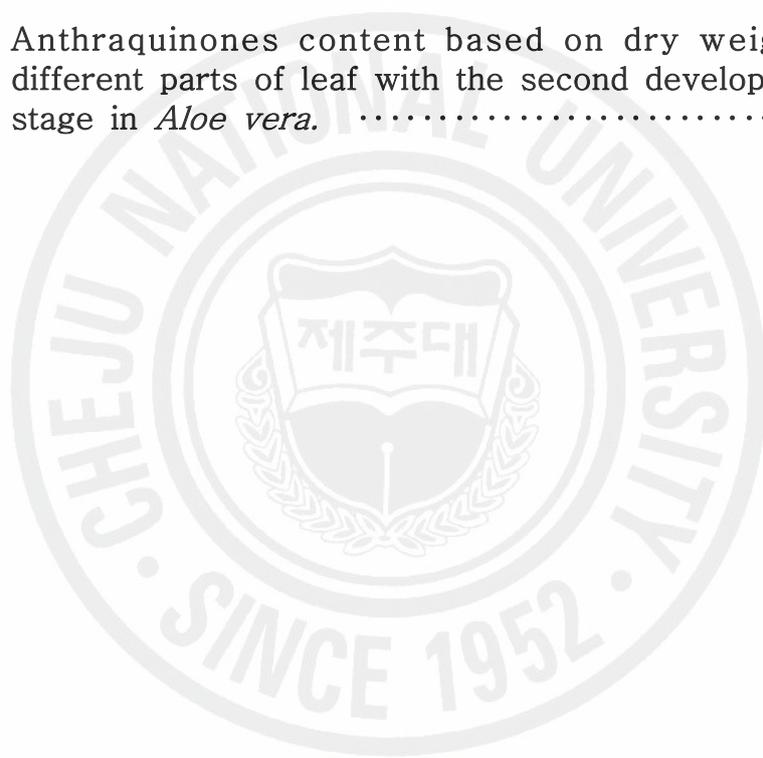
With the aims of obtaining the basic data for various product development using *Aloe vera*, the anthraquinones content and the antioxidant activity of *Aloe vera* leaves with different developmental stage and different leaf parts were determined and the effect of cutting direction and washing water temperature and dry period on anthraquinones content and antioxidant activity of *Aloe vera* leaves were evaluated in the study. Anthraquinones content of *Aloe vera* leaves was higher when the leaf was older, and as for the contents by leaf parts, the outer showed no difference, however in the whole leaf of mixture of inner and outer, the content decreased from top to base. Anthraquinones content did not show difference depending on washing water temperature, and longitudinal cutting showed less content than transversal cutting. There was also no difference in anthraquinones contents depending on dry period up to 7 days in room temperature. Antioxidant activity increased with the developmental stage, but did not show any difference depending on cutting direction, washing water temperature, and dry period.

LIST OF TABLES

Table 1.	Anthraquinones content based on dry weight of leaves with different developmental stage in <i>Aloe vera</i>	11
Table 2.	Effect of cutting direction and washing water temperature on the anthraquinones content based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in <i>Aloe vera</i>	15
Table 3.	Effect of dry period on the anthraquinones content based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in <i>Aloe vera</i>	16
Table 4.	Antioxidant activity base on dry weight of leaves with different developmental stage in <i>Aloe vera</i> . ..	19
Table 5.	Effect of cutting direction and washing water temperature on the antioxidant activity based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in <i>Aloe vera</i>	20
Table 6.	Effect of dry period on the antioxidant activity based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in <i>Aloe vera</i>	21

LIST OF FIGURES

Fig. 1.	Classification of developmental stage of leaves with leaf color and bloom in <i>Aloe vera</i>	4
Fig. 2.	Schematic representation in sectioning three parts of leaf with the second developmental stage.	5
Fig. 3.	Schematic representation of antioxidant analysis on PCR plate.	8
Fig. 4.	Anthraquinones content based on dry weight of different parts of leaf with the second developmental stage in <i>Aloe vera</i>	13



I. 서 언

알로에는 백합과(*Liliaceae*)의 알로에속(*Aloineae*)에 속하는 다년생 초본으로 아프리카가 원산지인 열대식물이다. 알로에는 약 500종 이상이 알려져 있으나 전 세계적으로 식용 및 약용으로 사용되는 것은 6~7종에 불과하다. 식용 알로에는 미국의 플로리다와 텍사스, 뉴멕시코를 중심으로 대량 재배되는 *Aloe vera*, 일본 구주지방에 자생하는 *Aloe arborescens*, 미국 플로리다와 하와이에서 자생하는 *Aloe saponaria* 등이 있다. 약용 알로에는 남아프리카의 스코트라섬을 중심으로 자생하는 *Aloe perry*와 동아프리카의 케이프타운에 자생하는 *Aloe ferox*, *Aloe africana*, *Aloe spicata* 등은 남아메리카 연안과 멕시코 등지에도 분포하고 있다. 국내에서는 식용 알로에 3종이 제주도 등지에서 재배되고 있다(이, 1991).

알로에는 7종의 지방산, 6종의 유기산, 플라보노이드 등 200여 가지의 화합물을 함유한다고 알려져 있으며, 그 중 알로인, 알로에신과 같은 안트라퀴논류와 폴리페놀 물질은 알로에의 쓰고 떫은 맛을 내는 성분으로 알로에의 생리활성물질이다(Reynolds, 1985; Chang 등, 1993; Dagen 등, 2000). 이러한 안트라퀴논류는 240여 종의 알로에 중 85개 종에 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며(Groom과 Reynold, 1987), 껍질과 겔 사이의 황색 수액층에 대부분이 존재한다. 알로에 베라에 함유되어 있는 안트라퀴논류는 알로인 A(barbaloin), 알로인 B(isobabaloin), homonataloin A, homonataloin B, C-glucosylanthrone으로 구성되어 있다(Okamura 등, 1997).

그리고 알로에의 안트라퀴논류와 폴리페놀 물질들은 대부분 수산기를 가지고 있어 이에 의한 항산화 작용이 기대되고 있는데, 최근의 연구에 의하면 알로에 함유물질인 알로인의 페놀산에스터들도 매우 강력한 항산화작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있으며(Yen 등, 2000), Woo 등(1995)은 알로에 추출물이 항산화 효과가 있다고 하였다.

이와 같이 알로에는 다양한 효능으로 고대 이집트와 로마제국 시대에서부터 약이나 미용재료로 사용되어 왔으며 최근 국내외 많은 연구를 통해 그 효능이

입증되고 있다. Gao 등(2006)은 알로에가 β -세크레타제(β -site amyloid precursor protein cleaving enzyme, BACE)를 저해하는 효과가 있다고 하였고, Akev 등(2007)은 알로에가 쥐의 *Ehrlich ascites* 종양을 억제하는 효과가 있어 암을 예방하는 효과가 있을 것이라고 하였다. 또한 Inan 등(2007)은 결장을 봉합한 쥐의 치료에 알로에가 확실한 효과가 있다고 하였다.

국내에서도 Cho(2006)에 의하면 phosphatidic acid 처리에 의해 증가된 염증 관련 COX-2의 발현을 억제함으로써 항염증 효과가 있었고, Han 등(2004)에 의하면 고농도의 알로에 베라 겔이 자극물질에 의해 손상된 피부장벽의 기능을 회복시키고 홍반의 발생을 줄이는데 효과가 있다고 하였다. 또한 Ha(1998)는 알로에가 중금속에 의한 간장과 신장의 독성을 예방하는 효능이 있다고 하였으며, Park(1995)은 당뇨병 환자가 알로에를 복용함으로써 당뇨증상이 호전될 수 있다고 하였다.

하지만 안트라퀴논류가 강력한 하제로써 일정 농도 이상에서는 DNA의 손상 및 발암 가능성이 있다(Lachenmeier 등, 2005). 그래서 우리나라에서는 식품공전에서 알로에 분말의 경우 안트라퀴논 함량을 5%이하로 규정하고 있다. 이에 따라 알로에 분말을 이용한 식품개발에서는 안트라퀴논 함량의 제어가 매우 중요한 요인으로 작용한다.

따라서 본 실험은 알로에 베라 잎의 생육단계와 부위, 절단 방향과 세척수 온도, 건조 기간에 따른 안트라퀴논의 함량과 항산화능을 평가하여 알로에 제품 생산의 기초자료로 이용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 식물재료

알로에 베라는 제주특별자치도 서귀포시 표선면 세화리에 위치해 있는 제주알로에 영농조합법인 농원 비닐하우스에서 재배되고 있는 3년생 식물체를 이용하였으며, 2007년 1월 중순에 알로에 식물체 3개를 임의로 선정하여 식물체 별로 모든 잎을 채취하였다. 채취한 잎은 수돗물로 간단히 1차 세척을 한 후 잎의 가장 상부와 하부, 그리고 가시 부분을 제거하였다. 잎의 생육단계와 부위, 절단 방향 및 세척수 온도, 건조 기간을 달리하여 실험하였으며, 모든 알로에는 동결 건조한 후 분말로 만들어 초저온냉동고에 보관하면서 분석에 이용하였다.

잎의 생육단계는 Fig. 1과 같이 한 식물체의 20~25개 내외의 잎들을 5단계로 구분하였는데, 생육 단계별로 3~5장의 잎이 포함되었다. 1단계에 속하는 잎들은 식물체의 가장 하단의 잎으로 잎의 상부 끝이 약간 고사한 증상이 있고 짙은 녹색을 나타내며 하얀색 분이 전혀 없다. 2단계 잎은 하얀색 분이 하부에 조금 있으며, 짙은 녹색이고 지면으로부터 30~60° 내외로 벌어져 있던 상태이다. 3단계 잎은 하얀색 분이 잎의 1/3~1/2 정도 덮여 있으며, 녹색을 띠고 있다. 4단계 잎은 상부를 제외한 잎 전면에 하얀색 분이 덮여 있으며 연녹색이고 잎은 곧게 서 있다. 5단계 잎은 가장 어린 잎으로 전면에 하얀색 분이 덮여 있고 연녹색이다.

잎의 부위별 구분은 Fig. 2와 같이 상, 중, 하의 3개 부위로 구분하였다. 절단 방향은 가로와 세로 절단으로 구분하였으며 가로의 경우 3cm 내외로 절단하였고 세로의 경우 15cm 내외의 길이와 3cm 내외의 폭으로 절단하였다. 또한 세척수 온도는 10℃와 40℃로 나누어 흐르는 물에 약 30분 동안 2차 세척하였다. 건조일수는 1차 세척 후 잎에 묻은 물을 닦아내고 실내에 두어 풍건처리 하였다.



Fig.1. Classification of developmental stage of leaves with leaf color and bloom in *Aloe vera*.

^z1, very mature; 2, mature; 3, slightly mature; 4, immature; 5, very immature.

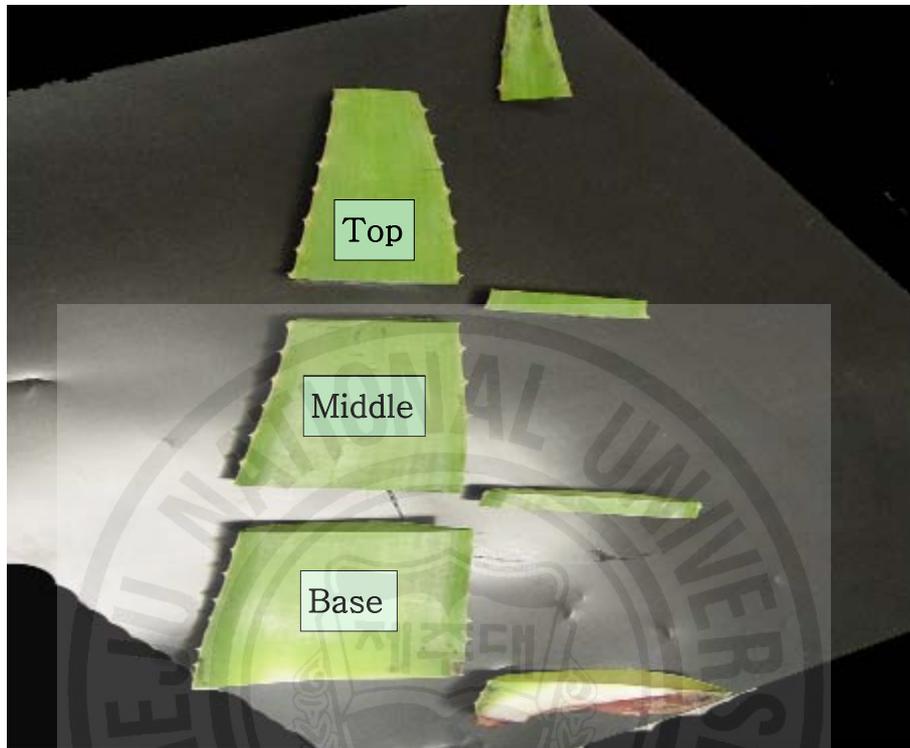


Fig. 2. Schematic representation in sectioning three parts of leaf with the second developmental stage.

2. 안트라퀴논 분석

알로에 베라 분말의 안트라퀴논 성분 분석은 식품공전에 제시된 분석법을 이용하여 다음과 같이 수행하였다. 알로에 건조분말 1 g에 메탄올 10 mL과 60°C의 물 10 mL를 첨가하여 잘 혼합한 후 다시 약 60°C의 물 75 mL를 가하여 60°C에서 30분간 진탕하였다. 이를 상온에서 냉각하고 진공여과한 후 여액의 부피가 200 mL가 되게 증류수를 첨가하였다. 이 여액 10 mL를 취하여 60% 염화제2철 용액(FeCl_3) 1 mL와 진한 염산(HCl) 6 mL가 들어있는 둥근바닥플라스크에 가한 후 환류냉각기에 설치하여 끓는 수욕조에서 4시간 동안 역류시켰다. 이를 식힌 후 분액여두에 옮기고 증류수 5 mL로 플라스크를 세척하여 세액을 앞의 분액여두에 합하였다. 여기에 1N 수산화나트륨(NaOH) 4 mL과 사염화탄소(CCl_4) 20 mL를 첨가하여 잘 섞은 후 완전히 분액되어진 하층액을 모았다. 앞의 분액과정을 총 3회 반복한 후 물 10 mL로 분액여두를 세척하여 하층액을 모았다. 모아진 하층액에 사염화탄소를 첨가하여 부피를 100 mL로 조정하였다. 이 용액으로부터 20 mL를 취하여 삼각플라스크에 넣어 수욕상에서 증발 건조한 후 그 잔류물에 0.5% 메탄올초산마그네슘($\{(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Mg} \cdot 4\text{H}_2\text{O}\}$)용액 10 mL를 가하여 시험용액을 만들었다.

시험용액은 512 nm의 파장에서 메탄올을 대조액으로 하여 액층 1 cm로 흡광도를 측정하고 다음 식에 따라 계산하였다.

안트라퀴논계 물질(무수바바로인) 함량(%)

$$= \frac{A}{240} \times 10 \times \frac{100}{20} \times \frac{200}{10} \times \frac{1}{S}$$

S=검체 채취량(g)

A=흡광도

3. 항산화능 분석

알로에 베라의 항산화능 분석은 Lee 등(2007)의 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)을 이용한 실험을 기본으로 일부 변경하여 실험하였다. 분말시료 1 g을 취해 원심분리 튜브에 넣고, 에탄올 20 mL 첨가하여 37°C 진탕배양기에서 120 rpm으로 24시간 진탕하였다. 이를 4°C에서 9,000 rpm으로 10분간 원심분리한 다음 여과지로 여과한 후 여액을 갈색병에 넣고, 이를 10배 희석하여 시험용액으로 사용하였다. 에탄올을 대조액으로 하여 흡광도를 측정하였는데 대조액과 시료를 각각 100 µL씩 5번을 Figure 3과 같이 PCR plate에 넣고 얼음 위에서 약 5분간 냉각하였다. 후에 0.15 M DPPH 100 µL 1~4번까지 넣고 마지막 5번에는 에탄올 100 µL(Fig. 3). 30°C의 진탕배양기에서 120 rpm으로 5분간 잘 섞어준 다음 상온에서 25분 정도 정지 517 nm의 파장에서 Multiskan spectrum (Thermo Electron Corporation, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 가지고 다음의 공식을 이용하여 항산화능을 계산하였다.

$$\text{항산화능(\%)} = \frac{\text{대조구 평균값} - \text{시료의 평균값}}{\text{대조구 평균값}} \times 100$$

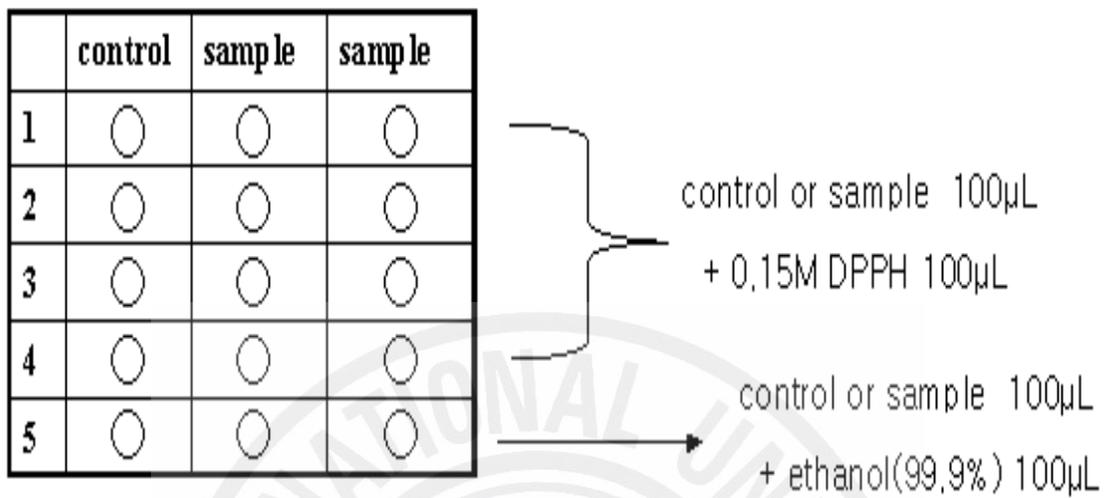


Fig. 3. Schematic representation of antioxidant analysis on PCR plate.

4. 통계처리

모든 실험은 식물체를 반복으로 설정하여 2반복 또는 3반복으로 수행하였으며, 통계처리는 Sigmastat 3.0(SYSTAT software Inc., USA) 프로그램을 이용하여 분산분석 후 각 실험구간 유의성 검정을 하였다.



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 잎의 생육단계, 부위, 절단 방향 및 세척수 온도, 건조 기간이 안트라퀴논의 함량에 미치는 영향

알로에 베라 잎의 생육단계별 안트라퀴논 함량에 미치는 영향을 평가하고자 생육단계에 따라 5단계로 구분하여 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 안트라퀴논 함량은 오래된 잎일수록 높게 나타났는데 생육 1과 2 단계의 잎에서 가장 높은 1.01~1.09% 내외를, 생육 3 단계의 잎에서 0.7% 내외를, 생육 4와 5 단계의 잎에서 가장 낮은 0.4% 내외를 나타내었다. 알로에 베라의 가장 어린 잎과 성숙한 잎의 안트라퀴논 함량의 차이는 성숙한 잎에서 약 2.5배 높게 나타났다.

그런데 Groom과 Reynolds (1987)는 *A. pubescens*와 *A. jucunda*의 잎의 위치에 따른 barbaloin 함량에 있어서 어린 잎이 성숙된 잎보다 높다고 하였다. 또한 Chauser-Volfson과 Gutterman (1996, 1997)도 *A. arborescens*의 성숙 정도에 따른 barbaloin 함량과, *A. hereroensis*의 성숙 정도에 따른 homonataloin 함량은 어린 잎이 성숙된 잎보다 높다고 하였다. 이는 본 연구결과와 상반되는 것이다.

한편 Cha 등 (2007)에 의하면 국내산 3종 알로에에서는 알로에 베라와 베라센스가 아보레센스에서 보다 약 2배정도 낮았다. 또한 Chauser-Volfson과 Gutterman (1998)에 의하면 *A. mutabilis*에서는 차광재배 한 알로에 잎이 노지에서 자란 알로에 잎보다 높은 안트라퀴논 함량을 나타내었으며, 어린 잎이 성숙한 잎보다 안트라퀴논 물질을 많이 함유하는 것으로 나타났다. 이와 같이 안트라퀴논의 함량은 종에 따라서, 그리고 재배환경에 따라서도 달라질 수 있다.

그러므로 본 연구의 결과가 기존에 보고된 연구결과와 다른 것은 종의 특성이나 재배환경의 차이에 의해 나타날 수도 있다고 생각되기 때문에 종의 특성에 따른 차이인지 아니면 재배환경의 차이에 의한 것인지는 추가적인 연구가 이루어져야 확실한 이유를 알 수 있다고 생각된다.

Table 1. Anthraquinones content based on dry weight of leaves with different developmental stage in *Aloe vera*.

Developmental stage ^z	Content (%)
1	1.03 a ^y
2	1.09 a
3	0.71 b
4	0.43 c
5	0.42 c

^zSee Fig. 1.

^yMeans within a column followed by the same letter are Duncan's multiple range test $P < 0.05$

성숙도 2단계의 잎을 이용한 부위별 함량을 Fig. 4에 나타내었다. 껍질의 안트라퀴논 함량은 1.1%, 겔은 0.3%, 혼합은 0.9%였다. 상중하의 3개 부위별 안트라퀴논 함량은 껍질에서 1.0~1.3%, 겔에서는 0.1~0.4%였으며, 혼합에서는 0.4~1.3%로 나타났다. 겔과 껍질을 비교할 때 겔에서의 안트라퀴논 함량이 약 3배 정도 낮게 나타났으며, 잎의 상중하 부위별 함량은 껍질에서는 거의 차이가 없이 비슷하였으나 겔의 경우 상부에서 하부로 갈수록 함량이 낮은 경향이였다. 껍질과 겔이 혼합된 시료의 경우 상부에서 하부로 갈수록 함량이 낮아지는 경향이 있었으며, 중앙과 하부 간에는 유의적인 차이가 있었다.

이는 Groom과 Reynolds (1987) 및 Chauser - Volfson과 Gutterman (1996, 1997, 1998)의 연구결과와 일치하였다. 또한 Cha 등(2007)의 연구결과에서도 껍질이 겔보다 안트라퀴논 함량이 높다고 하였다. 그 이유는 안트라퀴논을 많이 함유하는 황색 수액층이 껍질 안쪽의 세포박층에 대부분이 존재하기 때문이라고 생각된다. 겔과 껍질의 혼합에서 하부의 안트라퀴논 함량이 낮은 이유는 알로에의 구조상 하부의 겔 함량이 껍질에서 비해 상대적으로 높아 껍질의 안쪽의 유관속 조직으로부터의 황색 수액층의 공급이 적기 때문일 수도 있다고 보아졌다.

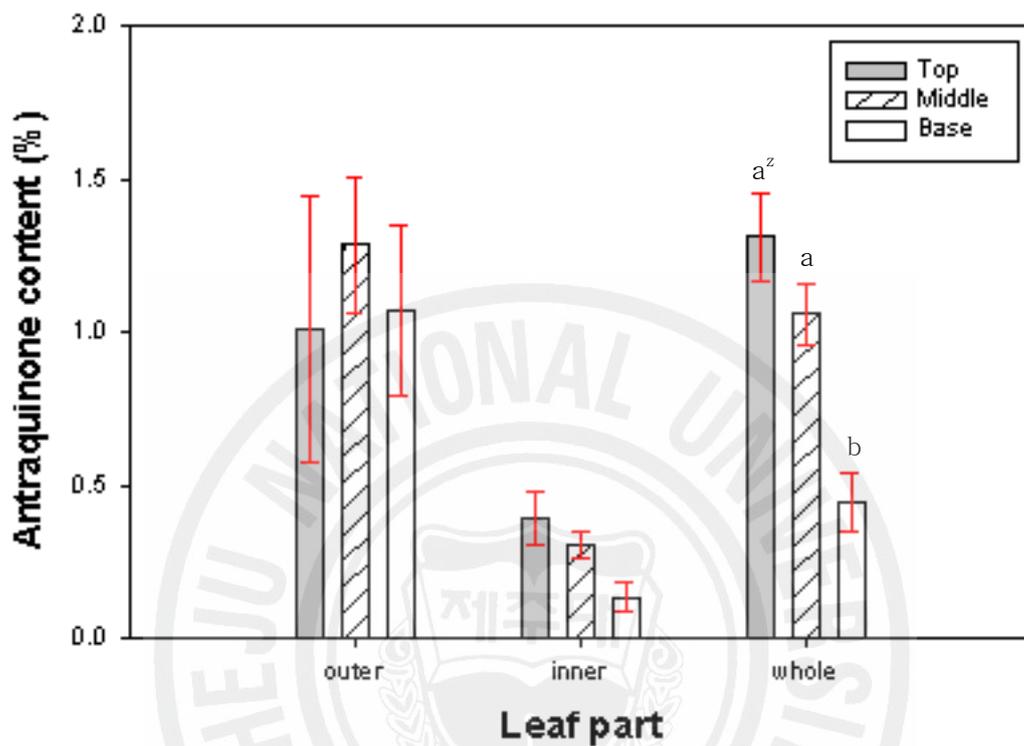


Fig. 4. Anthraquinones content based on dry weight of different parts of leaf with the second developmental stage in *Aloe vera*.

²Means within a column followed by the same letter are Duncan's multiple range test $P < 0.05$, Vertical bars represent means \pm standard error

1차 세척 후에 절단 방향과 2차 세척수의 온도가 안트라퀴논 함량에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 절단 방향에 따른 안트라퀴논의 함량은 가로에서 0.6%, 세로에서는 0.4%를 나타냈으며, 세척수 온도에 따라서는 두 가지 모두 0.5% 내외를 나타냈다. 따라서 있을 가로 방향인 횡으로 절단하여 유관속 조직의 길이를 짧게 하여 세척하는 것이 세로인 길이 방향으로 절단하는 것보다 안트라퀴논의 함량을 줄이는 것으로 나타났고, 세척수의 온도는 안트라퀴논 함량에 거의 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이와 같이 가로 절단이 세로 절단보다 유관속 조직을 짧게 하여 내재하고 있는 안트라퀴논 성분이 세척에 의해 보다 많이 씻겨나간 것으로 생각되어진다. 또한 세척수의 온도에 의한 영향을 받지 않은 것은 안트라퀴논이 매우 안정된 물질이기 때문이라고 생각되었다.

알로에 잎을 수확하여 건조일수에 따른 안트라퀴논의 함량 변화를 분석하여 Table 3에 나타내었다. 수확 당일에는 안트라퀴논 함량이 0.73%로 가장 낮았고 시간이 지남에 따라 증가하여 7일차에는 0.99%로 가장 높게 나타났다. 그러나 이러한 건조일수에 따른 안트라퀴논 증가 경향에 있어서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러므로 실온에서 1주일 정도의 저장은 안트라퀴논의 함량에 영향이 없는 것으로 나타나 원료 이용시 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

Table 2. Effect of cutting direction and washing water temperature on the anthraquinones content based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in *Aloe vera*.

Cutting direction ^z	Washing water temperature (°C)	Content (%)
Longitude	10	0.66±0.09 ^y
	40	0.51±0.05
Transverse	10	0.42±0.06
	40	0.43±0.02

^zMeans within a cutting direction column followed by the same letter are significantly different at P < 0.05

^yMean ± standard error

Table 3. Effect of dry period on the anthraquinones content based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in *Aloe vera*.

Dry period (days)	Content (%)
0	0.73±0.15 ^z
1	0.80±0.09
3	0.97±0.15
7	0.99±0.21

^zMean ± standard error

2. 잎의 생육단계, 절단 방향 및 세척수 온도, 건조 기간이 항산화능에 미치는 영향

알로에 잎의 성숙도에 따른 항산화능 결과를 Table 4에 나타내었다. 성숙된 잎인 생육 2 단계 잎에서 59.9%, 가장 어린잎인 생육 5 단계 잎에서는 39.4%를 나타내어 항산화능 역시 안트라퀴논 함량과 비슷한 경향으로 어린잎이 성숙한 잎보다 안트라퀴논 함량이 낮았다.

Table 5는 절단 방향 및 세척수 온도에 따른 항산화능의 결과를 나타낸 것이다. 절단 방향에 따른 항산화능은 가로에서 58.6%, 세로에서는 56.7%이며, 세척수 온도에 따라서는 10℃에서 60.3%, 40℃에서는 54.9%로 나타났다. 안트라퀴논의 결과와는 다르게 가로방향으로 절단한 것이 다소 높게 나타났고, 세척수 온도에 따라서는 온도가 낮을수록 다소 높게 나타났으나 두 결과 모두 유의차는 없었다.

건조 기간에 따른 항산화능을 Table 6에 나타내었다. 수확 당일 항산화능은 가장 낮은 59.79%를 나타냈으며, 7일차에는 가장 높은 63.85%를 나타냈다. 건조일수에 따른 항산화능 역시 안트라퀴논과 비슷하게 건조 기간이 길수록 증가하는 경향이 보였으나 유의차는 없었다.

잎의 생육단계별과 건조 기간에 따라서는 안트라퀴논 함량과 항산화능이 유사한 경향을 보였는데, Yen 등(2000)의 연구에 의하면 알로에 베라의 항산화능력은 안트라퀴논, anthrone, alizarin 등 여러 물질에 영향을 받으며, 안트라퀴논의 항산화능은 다른 물질들과 비교하여 매우 낮다고 하였다. 따라서 알로에의 항산화능은 안트라퀴논 이외의 다른 물질에 의해서도 영향을 받기 때문에 본 연구에서 성숙한 잎의 항산화능이 높은 것이 안트라퀴논의 영향인지 다른 물질들의 영향인지 분명치 않다.

또한 Hu 등(2003)에 의하면 알로에 베라 2년, 3년, 4년생의 다당체와 플라보노이드 함량을 측정하고 항산화 능력을 tert-butylhydroxy toluene(BHT), α -tocopherol과 비교한 결과 3년산>BHT>4년산> α -tocopherol >2년산 순이라고 하여 알로에 베라가 성숙할수록 항산화능이 반드시 높은 것도 아니며, 블루베리

의 경우 동일 품종에서도 생육환경이 달라지면 향산화능의 차이가 심한 것으로 보고된바 있다(Connor 등, 2002). 따라서 알로에 베라의 향산화능을 정확히 평가하기 위해서는 보다 상세한 연구가 있어야 할 것으로 생각되었다.



Table 4. Antioxidant activity base on dry weight of leaves with different developmental stage in *Aloe vera*.

Developmental stage ^z	Antioxidant activity (%)
2	59.9 a ^y
3	52.7 ab
4	45.8 bc
5	39.4 c

^zSee Fig. 1.

^yMeans within a column followed by the same letter are Duncan's multiple range test at $P < 0.05$

Table 5. Effect of cutting direction and washing water temperature on the antioxidant activity based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in *Aloe vera*.

Cutting direction	Washing water temperature (°C)	Antioxidant activity (%)
Longitude	10	58.54±9.92 ^z
	40	54.79±6.35
Transverse	10	62.11±1.66
	40	55.11±2.52

^zMean ± standard error

Table 6. Effect of dry period on the antioxidant activity based on dry weight of whole leaf with the second developmental stage in *Aloe vera*.

Dry period (days)	Antioxidant activity (%)
0	59.79±7.04 ^z
1	59.94±6.88
3	61.24±8.82
7	63.85±6.69

^zMean ± standard error

IV. 적요

본 연구는 알로에 베라를 이용하여 다양한 제품 개발의 기초자료를 얻고자 수행하였으며 알로에 베라 잎의 생육 단계, 부위, 절단 방향 및 세척수 온도 그리고 건조기간에 따른 안트라퀴논 함량과 항산화 능력을 평가하였다. 알로에 베라 잎의 안트라퀴논 함량은 오래된 잎일수록 높게 나타났으며 잎의 부위별 함량은 껍질에서는 차이가 없었으나 껍질과 껍질의 혼합시료에서는 상단에서 하단으로 갈수록 감소하는 것으로 나타났다. 안트라퀴논의 함량은 세척수의 온도에 따라서도 차이가 없었으며, 세로 절단보다는 가로 절단에서 낮게 나타났다. 또한 상온에서 7일까지의 건조일수에 따른 안트라퀴논 함량도 차이가 없었다. 항산화능은 알로에 잎이 성숙할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 그 이외의 절단방법 및 세척방법이나 건조기간에 따른 항산화능에는 차이가 없었다.



V. 참고 문헌

- Akev, N., G. Turkay, A. Can, A. Gurel, F. Yildiz, H. Yardibi, E.E. Ekiz, and H. Uzun. 2007. Effect of *Aloe vera* leaf pulp extract on *Ehrlich ascites* tumours in mice. *European J. Cancer Prevention* 16:151-157.
- Cha, T.Y., J.H. Baek, and S.Y. Lee. 2007. Comparative study on chemical composition of korean aloes of three species according to different portions. *Food Engineering Progress* 11:175-184
- Chang, K.W., J.S. Park, G.C. Jang, and Y.G. Nam. 1993. Fatty and organic acids, and barbaloin in various parts of Aloe species dried at different drying temperatures. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 36:244-248
- Chauser-Volfson, E. and Y. Gutterman. 1996. The barbaloin content and distribution in *Aloe arborescens* leaves according to the leaf part, age, position, and season. *Israel J. Plant Sci.* 44:289-296.
- Chauser-Volfson, E. and Y. Gutterman. 1997. Content and distribution of the secondary phenolic compound homonataloin in *Aloe hereroensis* leaves according to leaf part, position and monthly changes. *Journal of Arid Environment* 37:115-122
- Chauser-Volfson, E. and Y. Gutterman. 1998. Content and distribution of anthrone C-glycosides in the South African arid plant species *Aloe mutabilis* growing in direct sunlight and in shade in the Negev Desert of Israel. *J. Arid Environ.* 40:441-451.
- Cho, Y.J., B.J. An, M.U. Kim, and C.S. Shim. 2006. Anti-inflammatory effect of Aloe vera and Aloe arborescens in phosphatidic acid-stimulated raw cells. *J.Korean Soc. Appl. Bio. chem.* 49:65-69

Connor, A.M., J.J. Ludy, and C.B.S. Tong. 2002. Variation and heritability estimates for antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content in blueberry progenies. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127:82-88

Connor, A.M., J.J. Ludy, and C.B.S. Tong. 2002. Genotypic and Environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127:89-97

Dagne, E., D. Bisrat, A. Viljoen, and B.E. Van Wyk. 2000. Chemistry of *Aloe* species. *Current Organic Chemistry* 4:1055-1078

Gao, B., C.S. Yao, J.Y. Zhou, R.Y. Chen, and W.S. Fang. 2006. Active constituents from *Aloe arborescens* as BACE inhibitors. *Yaoxue Xuebao* 41:1000-1003

Groom, Q.J. and T. Reynolds. 1987. Barbaloin in *Aloe* species. *Planta medica* 35:345-348.

Ha, B.J. 1998. A study on the reduction of heavy metal biotoxicity by aloe. *J. Korean Envi. Sci. Society* 7:46-51

Han, H.J., C.W. Park, C.H. Lee, and C.W. Yoo. 2004. A study on anti-irritant effect of Aloe vera gel against the irritation of sodium lauryl sulfate. *Korean J. Dermatol* 42: 413-419

Hu, Y, J. Xu, and Q. Hu. 2003. Evaluation of Antioxidant potential of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) extracts. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7788-7791

Lachenmeier, K., U. Kuepper, F. Musshof, B. Madea, H. Reusch, and D.W. Lachenmeier. 2005. Quality control of Aloe vera beverages. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 4: 1033-1041

Lee, D.J., R.N. Bae, H.W. Kim, S.M. Chu, S.Y. Park, and J.S. Lee. 2007. Antioxidant and antimicrobial activities of herbs and spices. *Korean J. Intl. Agri.* 19: 38-42

이승완. 1991. 알로에 효능과 이용. *대한부동산학회지* 9:129-131

Okamura, N., N. Hine, S. Harada, T. Fujioka, K. Mihashi, M. Nishi, K. Miyahara, and A. Yagi. 1997. Diastereomeric C-glucosylanthrones of *Aloe vera* leaves. *Phytochemistry* 45: 1519-1522

Park, W.Y. and Y.P. Yun. 1995. Effects of *Aloe vera* treatment of blood glucose level and clinical chemistry in diabetic patients. *J. Fd. Hyg. Safety* 10: 13-17

Reynolds, T. 1985. The compounds in *Aloe* leaf exudates: a review. *Bot. J. Linnean Soc.* 90: 157-177.

Woo, N., M.S. Ahn, and K.Y. Lee. 1995. Antioxidant effect of aloe(*Aloe arborescences*) extracts on linoleic acid and soybean oil. *Korean Jo. Soc. Food Sci.* 11: 536-541

Yen, G.C., P.D. Duh, and D.Y. Chuang. 2000. Antioxidant activity of anthraquinones and anthrone. *Food Chemistry* 70: 437-441

감사의 글

벌써 2년이라는 시간이 지나 졸업을 하게 되었습니다. 처음 대학원 생활을 시작할 때는 굳은 마음으로 열심히 공부하고 실험할 것을 결심했는데, 졸업을 앞둔 지금은 정말 제가 열심히 노력했는지 의구심이 듭니다. 그리고 이 논문을 정리하면서 석사도 이렇게 어려운데 이보다 더 어렵고 긴 시간이 걸리는 박사학위를 받으신 분들이 대단하고 존경스럽다는 생각을 가지게 되었습니다. 많이 부족한 제가 대학원 생활을 잘 마무리할 수 있게 도와주신 분들에게 감사하는 마음을 전하고자 합니다.

학부 때부터 많이 부족한 저를 가르치시며 이끌어주시고 제가 몸이 안 좋을 때 쉴 수 있도록 배려해주시고 그 이후에도 제 건강을 걱정해주신 송관정 교수님께 감사드립니다. 그리고 바쁜 와중에도 시간을 내주셔서 미흡한 이 논문을 심사해 주시고 다듬어주신 박용봉 교수님과 강훈 교수님께도 감사드립니다. 또한 학부 때부터 지금까지 저를 가르쳐주셨던 문두길 교수님, 소인섭 교수님, 한상헌 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

실험실에서 함께 지내며 실험에 대해 가르쳐주셨던 진성범 박사님, 안순영 박사님, 윤진웅 선배님, 김보경 선배님, 김미선 선배님, 양희범 선배님, 안효민 선배님과 셋별, 동욱, 은의에게도 감사를 전합니다. 그리고 대학원 생활을 하는 동안 조언과 격려의 말씀을 많이 해주신 김태균 연구사님, 김성철 연구사님께도 진심으로 감사드립니다.

마지막으로 지금까지 저를 한결같은 믿음과 사랑으로 보살펴주시고 걱정해주신 부모님, 만삭인 몸으로 동생을 걱정해 주고 맛있는 밥을 많이 사 준 성자누나와 큰 매형, 저를 위해 항상 기도 해준 성미누나 그리고 몸이 좋지 않아 대학원을 포기하고 싶을 때 옆에서 격려해주며 내가 나태해질 때마다 다잡아주고 작은 고민이나마 함께 나눌 수 있었던 내가 사랑하는 여진이에게도 감사합니다.

제가 여기까지 올수 있던 것은 많은 분들의 도움 때문이라는 것을 느끼며 지면 상 이름을 적지 못했지만 제게 도움을 주신 많은 분들에게 진심으로 감사의 마음을 전합니다