

국내산 3종 알로에의 부위별 화학적 성분특성에 관한 비교 연구

차태양^a · 백진홍 · 이신영*

주) 김정문 알로에 과학연구소, *강원대학교 생물공학과

Comparative Study on Chemical Composition of Korean Aloes of Three Species According to Different Portions

Tae-Yang Cha^a, Jin-Hong Back, and Shin-Young Lee*

^aKJM Aloe R&D Center

*Department of Bioengineering and Technology, Kangwon National University

Abstract

The proximate composition and the levels of anthraquinone, phenolics and polysaccharide content from three domestic aloe species (*aloe vera*, *Aloe arborescens* and *aloe verascens*) according to different portions (whole leaf, peel and gel) were analyzed and compared. The proximate compositions were varied among the species and portions of aloes, especially according to aloe portions. Moisture content of 3 aloe species according to portions were 91.87~99.37% indicating that moisture level reached the most of proximate composition. Mineral analysis showed that aloe portions contained seven mineral components and the predominant mineral components were Ca, K, Mg and Na. Mineral contents of peel portion was about several ten and hundred times higher than those of gel showing significantly higher level of mineral content in peel portion. Total amino acids were in the ranges of 15~17 kinds, and their contents in gel portion was 10 folds higher than that of peel portion showing the different profiles compared to mineral and proximate compositions. Total phenolics content was found to be the highest in peel followed by whole leaf and gel. Total phenolics content in peel was the highest in *Aloe verascens* (370.21 mg/100 g) followed by *arborescens* (290.54 mg/100g) and *vera* (287.94 mg/100 g). These levels in gel portion was in the range of 5 and 7% of peel level only. Anthraquinone content in gel portion of three Aloe species was in the range of 0.004~0.001%, and was remarkably lower than that of peel (0.031~0.061%). The highest polysaccharide content of 708 mg/L exhibited in gel of *Aloe arborescens* followed by peel, whole, and gel of *Aloe vera*. Thus, these findings support the possibility of whole leaf or total processes which use whole leaf and peel portion respectively for enhancing the required level of effective component.

Keywords: domestic aloe species, whole leaf, peel, gel, chemical composition

서론

Africa 남부 및 동북부 기원의 백합과에 속하는 Aloe 식물은 품종이 다양하여 전 세계적으로 약 400여 종 이상이 동정되었다(Dagne et al., 2000). 이중 약용이나 건강식품으로 사용되는 알로에는 산지

에 따라 남아프리카의 희망봉을 중심으로 한 Cape Aloe (*Aloe ferox* Miller, *Aloe africana* Miller, *Aloe arborescens* Miller, *Aloe saponaria* Haw.), 동북아프리카의 소말리아와 아라비아반도 연안의 Socotra 섬을 중심으로 한 Socotra Aloe (*Aloe perryi* Barker) 및 멕시코로부터 남아메리카의 카리브 해 연안의 나라와 섬들에 널리 분포하며, 미국 플로리다주의 남텍사스를 중심으로 한 Curacao Aloe (*Aloe barbadensis* Miller, *Aloe vera* Linne) 등 6종에 불과하다(Ibata, 1984; Kim & Jang, 1981). 현재 가장 널리 이용되는 알로에 종은 알로에 베라와 알로에

Corresponding author: Shin-Young Lee, Department of Bioengineering and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.
Phone: Fax:
E-mail:

아보레센스 종인데, 국내에서도 제주도 및 거제도 등에서 널리 재배되고 있다.

지금까지의 연구에 의하면 알로에 베라는 99%이상이 물로 구성된 즙이 많은 잎으로 리그닌, 사포닌, 안트라퀴논, 무기질, 비타민, 단당류, 다당류, 효소, 유기산, 아미노산 및 지베렐린(gibberellin) 등과 같은 200여종의 광범위한 범위의 성분을 포함한다(Esua & Rauwald, 2006). 그동안의 많은 연구들은 알로에 유래 물질들이 항염증, 항산화, 항노화, 항당뇨, 항관절염, 항류머티즘, 항암, 면역조절을 포함한 광범위한 생리적, 제약학적 활성을 갖는 것으로 보고하고 있다(Zhang et al., 2006; Boudreau & Beland, 2006). 또 임상적 효과도 점차 입증되어 난치성 성인병의 예방 및 치료개선에 탁월한 효과를 보이는 것으로 인식됨으로서, 현재 알로에 제품은 건강식품, 화장품 및 의약품에 적용하여 전 세계적으로 1,557종의 제품이 생산되고 있고, 매출 규모도 110 billion US \$에 달하는 것으로 알려지고 있다(www.iasc.org). 특히, 최근 알로에 베라를 중심으로 산업적인 생산체제는 매우 광범위하게 이루어져서 알로에 유래의 제품이 건강식품이나 기능성 제품의 소재로서의 이용이 크게 급증되고 있는 실정이다. 하지만 국내산 알로에의 화학적 성분 특성을 고려한 산업화에 이용될 수 있는 기초 자료의 마련은 매우 미미한 실정이다.

그동안 국내 알로에에 관한 연구로는 알로에 베라가 *Aspergillus parasiticus*의 생육 및 aflatoxin 생성에 미치는 영향(Kim & Lee, 1995), 간장질환 환자의 입상에 미치는 알로에의 효과(Park et al., 1995), 알로에 추출물이 알코올 대사에 미치는 영향(Cheong et al., 1996), 치매동물 모델 SAMP8에 있어서 기억, 학습장애에 미치는 알로에의 영향(Choi et al., 1996a), 기억학습장애 동물모델 SAMP8에 미치는 알로에의 영향(Choi et al., 1996b), 알로에 아세틸 만난의 ACE 저해효과 및 동력학적 분석(Ryu & Shin, 1997), 알로에 베라 점질물의 무기물 응집 활성(Lee et al., 1998), 송아지 폐동맥 내피세포에 미치는 알로에 베라겔의 *In vitro* 혈관신생 효과(Lee et al., 1998), 알로에에 의한 중금속 생체독성의 감소 연구(Ha, 1998), 항암제의 *in vitro* 세포독성에 미치는 알로에 베라의 효과(Pyoo & Youn, 1999), 알로에 용매별 추출물의 항변이원성(Oh et al., 2000), 알로에 베라 및 프로폴리스의 혼합 추출물의 구강내 병원균에 대한 항균활성(Park, 2002), sodium lauryl

sulfate 자극에 대한 알로에 베라겔의 항자극 효과에 대한 연구(Han et al., 2004), 알로에 베라 추출물에 의한 사람 간암 세포주 HepG2의 apoptosis 유도(Kim and Kwon, 2006), phosphatidic acid로 유도된 Raw cell에서 알로에 베라 및 알로에 센스의 염증효과(Cho et al., 2006) 등, 주로 생리활성 관련 의 보고들이었으며, 국내산 알로에의 품종 및 각 부위별 화학적 특성의 연구는 거의 보고된 바가 없었다. 지금까지 알로에 성분에 관해서는 Dagne 등(2000)이 137종이나 보고하였으나 국내의 경우는 서로 다른 건조온도에서 알로에 종의 각종 부위에 따른 지방산 및 유기산(Chang et al., 1993), 추출조건에 의한 알로에 베라의 barbaloin 분석(Park et al., 1994) 및 알로에 베라로부터 생리활성 물질인 아세만난 분리정제와 특성(Lee et al., 1997)의 보고가 있을 뿐이다. 특히, 알로에 가공은 현재 전체잎을 사용하는 whole leaf process, 유연조직의 겔만을 이용하는 gel filet process 및 껍질과 겔질을 별도 가공한 후, 다시 조합하는 total process가 사용되는데, 이는 부위별로 성분의 차이가 있기 때문이지만 이들 부위별에 따른 품질지표 성분이 되는 다당류, 안트라퀴논 및 페놀성 성분의 함량에 대해서는 전혀 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 널리 이용되고 있는 알로에 베라, 알로에 아보레센스 및 베라와 아보레센스를 교배한 알로에 베라센스의 부위별(껍질, 겔 및 전체 잎)로 일반성분과, 품질 지표성분으로서의 다당류, 안트라퀴논 및 페놀성 성분의 함량 등 화학적 성분을 분석, 비교함으로써 국내산 알로에 제품의 개발을 위한 기초 자료로서 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험의 재료로 사용한 알로에는 알로에 베라(*Aloe vera*), 알로에 아보레센스(*Aloe arborescens*) 및 이들의 교배종인 알로에 베라센스(*Aloe verascens*)의 3종이었다.

각 시료는 모두 5년산으로 2006년 4월에 K사의 제주 농장에서 생산한 것이며, 수세 후 전체 잎, 껍질 및 겔의 부위별로 절단하여 곧바로 성분분석용 시료로 사용하였다. 이 때, 전체 잎은 잎의 밑, 상부 끝부분 및 가시를 제거한 후 사용하였고, 겔은 잎의 중앙부분을 세로로 자르고 hand filleting하여

얻었으며, 그 나머지를 껍질 부위로 하였다.

일반성분 분석

알로에의 품종별 및 부위별에 따른 일반성분은 다음과 같이 분석하였다. 수분과 회분함량은 AOAC 법(AOAC, 1995)에 준하여 각각 105°C 상압건조법 및 직접회화법으로 측정하였다. 조단백질 및 조지방은 각각 자동질소분해증류장치(Kjeldahl Automatic Distillation Unit, J.P. Selecta. s.a. Co., Spain) 및 자동회수지방추출장치(Del-gras, J.P. Selecta. s.a. Co., Spain)를 사용하여 측정하였다. 또, 탄수화물은 수분, 회분, 조지방, 조단백질을 100에서 뺀 공제 탄수화물 값으로 구하였다.

무기성분 분석

무기성분은 시료 1g을 건식분해 한 다음 정량하고 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 원자흡광광도계(AAnalyst 100/300 Atomic Absorption Spectrometer, Perkin-Elmer Co., USA)를 이용하여 측정하였으며, 목적하는 무기성분의 분석조건에 따라 검량선을 작성하여 정량하였다.

아미노산 분석

아미노산은 시료 0.02g을 cap tube에 취하여 6N HCl 20 mL를 가하고 질소충전한 후 110°C에서 24 hr 분해시켰다. 여과 후 감압농축하여 염산을 제거하였고, 다시 증류수를 넣어 감압 농축한 다음, 이를 loading buffer(pH 2.2 sodium citrate buffer) 10 mL에 용해하였다. 0.45 µm membrane filter를 통과시킨 후 아미노산 자동분석기(S7130 amino acid analyzer, Sykam Co., Germany)를 이용하여 Table 1의 조건으로 분석하였다.

고형분 함량의 측정

고형분은 105°C에서 상압 가열건조법으로 수분을

측정하고 100에서 수분함량을 제외한 값으로 나타내었다.

총 페놀성 화합물 함량의 측정

총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis 법(Bray & Thorpe, 1954)에 따라 다음과 같이 비색정량하였다. 생 알로에를 물과 1:1로 혼합하여 60°C에서 120 rpm에서 1시간 진탕하였고, 여과지(Whatman No.2)로 여과한 후 시험액으로 하였다. 이 여과액 2 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 2 mL를 가하여 혼합하고 3분 후 10% Na₂CO₃ 2 mL를 넣어 진탕하고 1시간 실온에서 방치하여 UV-1601 PC spectrophotometer (Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 검액 대신 증류수를 넣어 동일하게 처리하였다. 이때 표준물질로는 tannic acid를 5~50 µg/mL의 농도로 조제하여 검량곡선의 작성에 사용하였다.

안트라퀴논류의 정량

알로에 종류별로 전체 잎, 껍질 및 껍을 50g 취하여 methanol 10ml로 적신 다음, 약 60°C의 물 10 ml를 가하여 혼합한 후 다시 약 60°C의 물 75 mL를 가하고 water bath에서 30분간진탕하였다. 냉각, 여과하여 여액은 물로 200 mL가 되게 하였고, 이 여액 10 mL를 60% FeCl₃ 1 mL와 HCl 6 mL가 들어있는 용기에 가한 후 환류 냉각기를 설치하여 100°C water bath에서 4시간 동안 환류시켰다. 이를 식힌 후 분액여두에 합하였다. 여기에 1N NaOH 4 mL, CCl₄ 20 ml로 3회 추출한 후 CCl₄ 층을 물 10 mL로 세척하였고, CCl₄로 100 mL가 되게 하였고, 이 액 20 mL를 수욕상에서 증발건조 후 그 잔류물에 0.5% (CH₃COOH)₂Mg4H₂O 용액 10 mL를 가하여 용해한 것을 시험용액으로 하였다. 시험용액은 분광광도계를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하고 다음 식에 의하여 무수 바바로인으로 안

Table 1. Operation condition of amino acid analyzer for amino acid analysis.

Specification	Conditions
Instrument	S7130 amino acid analyzer(Sykam Co., Germany)
Column	LCA K01/Na Cation separation column(4.6×150 mm)
Buffer	A : 0.12N Sodium citrate buffer(pH 3.45) B : 0.20N Sodium citrate buffer(pH 10.85)
Buffer flow	0.45 ml/min
Ninhydrin flow	0.25 ml/min
Injection volume	100 µl

트라키논 류를 정량하였다(KHSA, 2004).

안트라퀴논계 물질 함량(%)

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

여기서 S는 검체채취량(g)이고, A는 흡광도이다.

다당의 정량

유효 다당류의 농도는 Ebarandu 등(2005)이 glucomannan의 신속한 정량을 위해 개발한 정량적인 비색법에 따라 측정하였다. 즉, 400 μ L의 시료를 1회용 유리 배양관에 옮기고, 각 관에 4mL의 Congo red(sodium 4,4'-diphenyl-2,2'-diazo-bis-1-naphthal-amino-4-sulfonate) 시약을 첨가하고 vortexing하여 혼합하였다. 이 혼합물을 실온에서 20분간 방치한 후, 이의 흡광도를 540 nm에서 측정하였으며, 다당의 함량은 동결건조 표준 다당을 사용한 표준곡선으로부터 구하였다. 이 때, 동결건조 알로에 표준 다당은 Ebarandu 등(2005)의 방법에 따라 조제하고 실온에서 밀폐 플라스틱 용기에 넣어 저장하면서 사용하였다.

통계처리

각 실험 자료는 2~3회 반복 실험하였다. 자료의 통계처리는 Excell 프로그램으로 평균 및 표준편차를 구하였고, Design-Expert ver. 7.03(Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석 후 각 실험구간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 고형분 함량

제주산 알로에의 품종별 및 부위별(전체 잎, 껍질 및 겔) 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

알로에 베라의 수분함량은 전체 잎, 껍질 및 겔에서 각각 96.42%, 91.87% 및 98.23%로 일반성분의 대부분을 차지하고 있었고, 껍질의 수분함량이 가장 낮았다. 또 무기질, 조지방, 조단백질 및 공제 탄수화물은 겔 부위가 가장 낮고 껍질 부위에서 가장 높아 껍질 부위에 상대적으로 일반성분이 다량 존재함을 보였다. 아보레센스는 베라와 비슷한 부위별 일반성분 함량을 나타내었으나 아보레센스의 겔에서는 단백질이 검출된 점과 베라보다 다소 높은 회분 함량을 함유하는 차이를 보였다. 베라와 아보레센스의 교배종인 베라센스는 예측과는 달리, 다른 종들보다 껍질 및 겔의 수분함량이 높아 상대적으로 다른 일반성분의 함량이 낮았다. 베라센스의 겔은 베라와 마찬가지로 단백질을 함유하지 않았으며, 지방함량은 베라 및 아보레센스와 비슷하였다.

한편, 일반적으로 알로에의 수분함량은 98-99.5%이므로 고형분 함량이 매우 낮은 값 범위이다. Fig. 1에서 보는 바와 같이, 껍질의 고형분 함량은 5.75-8.46%인 반면, 겔에서의 고형분 함량은 0.71-1.16% 범위로, 알로에 품종에 관계없이 겔보다 껍질에서 현저히 높았다. 알로에 제품에 널리 사용되는 겔의 고형분 함량은 아보레센스(1.16 \pm 0.02%) > 베라(0.94 \pm 0.01%) > 베라센스(0.71 \pm 0.06%) 순이었다. 전 세계의 알로에 재배, 가공 및 유통업자 등으로 구성된 비영리 기구인 IASC(The International Aloe Science Council)는 총 고형분, Ca, Mg, malic acid 및 다당 함량을 측정함으로써 알로에 제품을 검증한다(IASC certification criteria for *Aloe barbadensis* gel, 2004). 이 IASC에서 인증하는 알로에 베라 겔의 고

Table 2. Proximate compositions of three Aloe species according to different leaf portions.

Species	Portions	Composition(%, w.b.)				
		Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	Carbohydrate
Aloe vera	Whole leaf	96.42 \pm 0.56a	0.07 \pm 0.010a	0.06 \pm 0.004a	0.19 \pm 0.006a	3.26 \pm 0.025a
	Peel	91.87 \pm 0.48b	0.93 \pm 0.020b	0.11 \pm 0.003b	1.12 \pm 0.006b	5.97 \pm 0.110b
	Gel	98.23 \pm 0.52c	0.07 \pm 0.009a	0.07 \pm 0.003a	0.00 \pm 0.000c	1.63 \pm 0.040c
Aloe arborescens	Whole leaf	94.49 \pm 1.01a	0.65 \pm 0.060a	0.12 \pm 0.007a	0.19 \pm 0.007a	4.55 \pm 0.027a
	Peel	95.71 \pm 0.68b	0.45 \pm 0.030b	0.10 \pm 0.015b	0.37 \pm 0.015b	3.37 \pm 0.020b
	Gel	94.15 \pm 0.34a	0.92 \pm 0.025c	0.14 \pm 0.004c	0.72 \pm 0.002c	4.07 \pm 0.010a
Aloe verascens	Whole leaf	95.71 \pm 0.37a	0.45 \pm 0.026a	0.10 \pm 0.021a	0.37 \pm 0.025a	3.37 \pm 0.065a
	Peel	94.15 \pm 0.67a	0.92 \pm 0.027b	0.14 \pm 0.007b	0.72 \pm 0.003b	4.07 \pm 0.095b
	Gel	99.37 \pm 0.16b	0.13 \pm 0.010c	0.07 \pm 0.005c	0.00 \pm 0.000c	0.43 \pm 0.012c

^aDifferent letters in the same column indicate significant differences(p<0.05).

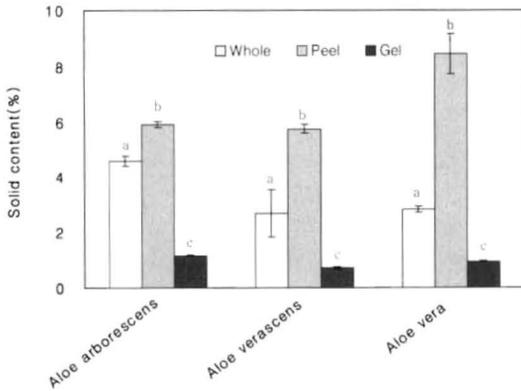


Fig. 1. Solid content(%) of three Aloe species according to different leaf portions (whole leaf, peel and gel).
 *Different letters in the same column indicate significant differences(p<0.05).

형분 함량은 0.70 - 1.05% 범위로, 본 알로에 베라 겔의 고형분 함량은 이들 값 범위와 잘 일치한다.

무기성분

알로에의 품종 및 부위별 무기성분 함량은 Table 3과 같다.

알로에 베라의 부위별 무기성분 함량은 껍질이 겔 부위보다 수백 내지 수백 배의 현저하게 높은 함량을 나타내어 껍질에 많은 양의 무기성분이 포함된 것을 알 수 있었다. 또 각 부위별로 비교적 높은 함유량을 나타낸 무기질은 Ca, K, Mg, Na 등이었는데, 그 함유량의 순위는 차이를 보였다.

알로에 베라 전체 잎에서는 Na(105.5)>Ca(93.74)>K(85.85)>Mg (65.56 mg/100 g)순으로 높은 함량을 보인 반면, 껍질은 K(191.37)>Ca(133.6)>Na (91.47)>Mg(56.87 mg/100 g), 겔은 Ca(25.72)>Mg(12.9)>

Na(11.41 mg/100 g) 순이었다.

따라서 껍질과 겔로 이루어진 알로에 전체 잎은 두 부위의 무기 성분 함량에 영향을 받으며, 겔보다는 껍질에 더 큰 영향을 받는 것으로 볼 수 있다. 알로에 베라겔의 Ca 및 Mg 함량은 품질조절 변수로서 각각 23.3-52.3 mg/dl 및 3.2-4.7 mg/dl로 알려져 있다(IASC certification criteria for *Aloe barbadensis* gel, 2004).

아보레센스는 Ca> Na> Mg >K의 순으로 전체 잎에 무기성분이 포함되어 있었으며, 껍질도 Ca> Mg> Na K 순으로 비슷한 분포를 나타내었다. 그러나 아보레센스의 겔은 K> Mg> Na> Ca 순으로 전체 잎이나 껍질과 달리 K의 함량이 가장 높았으며, 껍질과 전체 잎에 비해 적은 양의 무기성분을 포함하고 있었다.

한편, 베라센스는 전체 잎과 껍질에는 Ca> Na> K>Mg 순으로 무기성분이 함유되어 있었으나 겔은 Mg> Na> Ca> K 순으로 나타났다. 전반적으로 베라센스의 무기질 함량은 각 부위별에서 아보레센스나 베라 종보다 낮았다.

아미노산

3종 알로에의 아미노산을 전체 잎, 껍질 및 겔의 부위로 구분하여 측정된 결과는 Table 4와 같다.

총 17종의 아미노산이 확인되었는데, 알로에 베라의 총 아미노산 함량은 일반성분이나 무기성분과는 달리, 겔 부위에서 가장 높았다. 즉 껍질에 비해 겔에서의 함량은 약 10배가 높았으며, 전체 잎에서도 약 4배나 높았다. 겔의 경우 주요 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine으로 전체의 34.62%를 차지하였다. 전체 잎에서도 glutamic acid, aspartic acid, leucine 순으로 겔과 같은 순위로 함

Table 3. Mineral compositions of three Aloe species according to different leaf portions.

Species	Portions	Composition(mg/100 g, w.b.)						
		Fe	K	Mn	Zn	Ca	Mg	Na
Aloe vera	Whole leaf	4.72	85.85	0.28	0.20	93.74	65.56	105.50
	Peel	3.42	191.37	0.09	1.42	133.60	56.87	91.47
	Gel	0.52	0.34	0.05	0.92	25.72	12.90	11.41
Aloe arborescens	Whole leaf	3.06	56.56	1.46	1.18	172.45	56.57	70.36
	Peel	2.57	43.46	0.97	1.19	411.33	119.74	96.76
	Gel	0.74	91.73	0.85	0.46	9.17	31.07	29.66
Aloe verascens	Whole leaf	2.02	35.04	0.12	0.76	108.51	17.52	35.53
	Peel	2.79	34.93	0.13	0.31	243.63	30.73	58.99
	Gel	1.15	15.80	0.08	0.30	30.83	43.90	30.95

Table 4. Contents of free amino acids in three Aloe species according to different leaf portions.

Amino acid	Content (mg/100 g, w.b.)								
	Aloevera			Aloe aborescens			Aloe verascens		
	Whole	Peel	Gel	Whole	Peel	Gel	Whole	Peel	Gel
Aspartic acid	19.575	5.268	49.055	19.771	2.302	46.906	18.122	4.203	65.180
Threonine	11.440	2.952	27.749	11.757	1.913	26.795	10.960	2.345	36.636
Serine	7.263	1.620	17.686	7.328	0.921	16.798	7.123	1.107	24.132
Glutamic acid	24.527	4.683	57.876	23.276	3.701	54.375	23.832	5.452	96.133
Proline	8.542	1.206	25.328	11.432	0.000	27.853	9.607	0.000	34.425
Glycine	8.915	2.073	21.519	8.995	1.245	20.594	7.704	2.005	28.640
Alanine	10.929	2.332	26.442	12.371	1.596	26.185	9.746	1.994	37.368
Valine	9.219	1.958	23.670	9.711	1.385	22.219	5.567	0.716	3.036
Methionine	2.046	1.362	6.451	2.318	0.000	58.110	1.344	0.000	7.855
Isoleucine	6.644	2.416	17.825	7.106	0.820	16.591	4.011	0.996	22.879
Leucine	12.748	0.653	32.086	12.817	1.500	31.490	7.733	1.946	41.334
Tyrosine	5.892	0.918	14.544	5.132	0.852	12.534	1.937	0.832	17.619
Phenylalanine	7.348	1.245	18.483	7.297	0.964	19.044	3.191	0.813	23.627
Histidine	5.031	2.731	9.330	4.928	0.001	0.003	2.512	2.692	12.219
Lysine	7.990	1.328	20.718	8.683	0.000	0.010	4.306	1.188	29.294
Amonia	4.598	7.065	14.648	10.055	0.002	0.006	0.038	12.234	11.213
Arginine	6.724	1.057	18.114	6.992	0.000	0.012	2.340	0.000	28.099
*TAA	159.431	40.867	401.524	169.876	17.202	379.495	120.073	38.523	519.689
**EAA	62.466	14.645	146.982	64.617	6.583	174.262	39.624	10.696	176.880
EAA/TAA(%)	39.181	35.836	36.606	38.038	38.269	45.919	33.000	27.765	34.036

*TAA, total amino acid

**EAA, total essential amin acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe_+His+Lys)

량이 높았으며, 전체의 35.66%를 차지하였다. 껍질은 amonia, aspartic acid, glutamic acid 순이었으나, 그 함유량은 수-수십 mg/100 g 정도의 매우 미미한 값 범위이었다.

전체 잎과 껍질이 같은 순으로 함량이 많고, 주요 아미노산이 차지하는 비율이 비슷한 이유는 전체 내용물에 껍질보다 겔이 많이 포함되어 있어 전반적으로 겔에 포함되어 있는 아미노산에 영향을 많이 받은 것으로 생각된다.

아보레센스의 전체 아미노산 함량은 겔 > 전체 > 껍질의 순이었으며, 각각 379.495, 169.876 및 17.202 mg/100 g의 함량을 나타내었다. 베라와 마찬가지로 겔에 많은 양의 아미노산이 포함되어 있었고, 전체 잎에는 겔의 50%에 해당하는 양의 아미노산이 포함되어 있었으며 껍질에는 소량의 아미노산이 검출되었다. 전체 잎이 껍질보다 10배 가량의 아미노산을 더 함유하였으나, 필수아미노산 함량은 38% 정도로 서로 비슷한 비율을 나타내었다. 아보레센스의 전체 잎, 껍질 및 겔은 모두 aspartic acid와 glutamic acid의 주요 아미노산을 공통적으로 함유

하였다. 그러나 베라종과는 달리, 껍질에서 proline, methionine, lysine 및 arginine은 검출되지 않았다.

베라센스의 총 아미노산 함량은 전체 잎 및 겔에서 껍질보다 각각 약 4배 및 13배 정도를 나타내어 알로에 베라종과 유사한 양상을 나타내었으며, 특히 겔 부위의 총 아미노산 함량은 약 520 mg/100 g으로 베라 겔(약 402 mg/100 g) 및 아보레센스(약 380 mg/100 g)보다 높았다. 또 베라센스의 주요 아미노산도 베라와 거의 비슷한 순으로 존재하였으며, 주요 아미노산도 aspartic acid와 glutamic acid로 마찬가지로 하였다. 하지만 껍질에서는 proline, methionine 및 arginine이 검출되지 않았다.

총 페놀성 화합물 및 안트라퀴논 함량

페놀성 화합물은 그들의 화학구조에 페놀기를 갖는 식물의 2차대사산물로(Walker, 1999)대부분 삼출물의 화합물들은 chromone이나 anthrone 유도체로 동정되었다(Reynolds, 2004). Park 등(1998)은 알로에 베라와 아보레센스에서 13종의 페놀성 화합물을 분석 보고하였고, Dagne 등(2000)은 알로에 종의 페

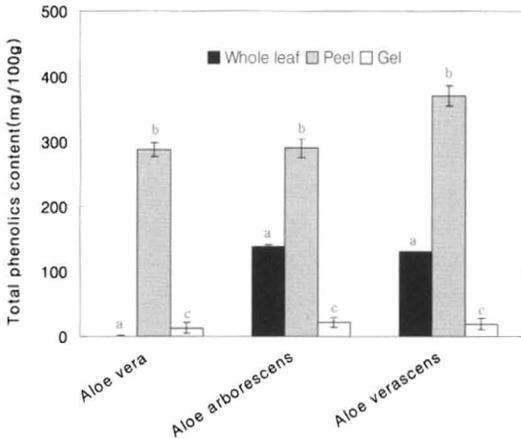


Fig. 2. Total phenolics content of three Aloe species according to different leaf portions(whole leaf, peel and gel).
 *Different letters in the same column indicate significant differences(p<0.05).

놀성 화합물로는 안트라퀴논 류 15종, 안트라론 류 25종, chromone 류 42종, coumarin 류 3종, flavonoid 4종 등이 존재한다고 보고하였다.

특히, 알로에에는 aloin, aloesin, aloenin 등의 쓰고 떫은맛을 나타내는 안트라퀴논 및 폴리페놀류가 다량으로 존재하며, 이들은 알로에의 생리적 활성을 나타내는 주요 화합물이다. 페놀류의 화합물들은 hydroxyl기에 의한 항산화효과가 기대될 수 있는데, 최근에 밝혀진 알로에 함유 항산화 화합물로는 aloeresin-D와 feruloyl aloesin 등이 있고 aloin의 페놀산에스터들도 매우 강력한 항산화물질로 나타났다.

따라서 3종 알로에 부위별 시료의 총 페놀성 화합물 함량을 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 같다.

총 페놀성 화합물의 함량은 껍질 > 전체 잎 > 겔의 순으로 높았다. 껍질에서는 베라센스(370.21 mg/100 g)가 베라(287.94 mg/100 g)나 아보레센스(290.54 mg/100 g) 중보다 현저히 높았다.

겔 부위에서는 아보레센스(21.76)>베라센스(19.22)>베라(12.89 mg/100 g) 중의 순이었으나 껍질의 약 5-7% 수준에 불과하였다.

알로에의 화학성분은 다당류(polysaccharides)와 안트라퀴논류(anthraquinones)를 비롯한 약 200여종이 알려져 있는데, 이 중 다당류는 가장 중요한 positive 성분, 그리고 알로인(aloin)은 negative 성분으로 알려져 있다.

그러므로 알로에의 기능성 제제화에 있어 중요한

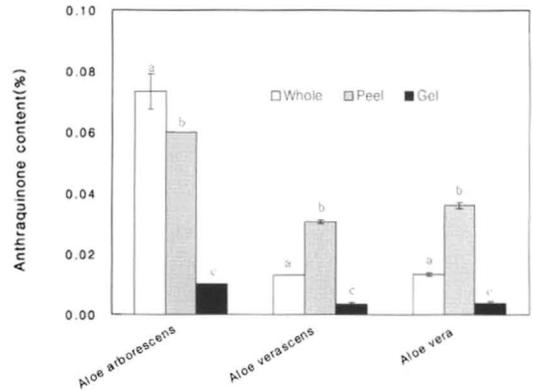


Fig. 3. Anthraquinone content(%) of three Aloe species according to different leaf portions(whole leaf, peel and gel).
 *Different letters in the same column indicate significant differences(p<0.05).

것은 알로인과 같은 negative 성분을 최소로 하는 것이 중요하다. 특히, 알로에 베라 제품은 완하작용을 하는 알로인이 없는 경우만 인체소비에 적당한 것으로 알려져 있으며, 이는 이들 성분이 DNA 손상 및 발암제로서 작용하기 때문이다(Lachenmeier et al., 2005). 알로에 베라 제품은 최대 0.1 mg/L를 초과하지 않는 경우에 aloin-free로 고려된다(European Council, 1988). 따라서 알로에 품종 및 부위별 안트라퀴논함량을 정량하였으며, 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

3종 알로에 겔의 안트라퀴논 류 함량은 종에 따라 0.004-0.01%로, 껍질의 0.031-0.06%보다 현저히 낮았다. 아보레센스의 안트라퀴논 함량은 모든 부위에서 베라 중보다 높아 보고된 사실과 잘 일치하였다. 현재 우리나라 식품공전에서는 베라인 경우는 5ppm이하, 그리고 아보레센스인 경우는 5000ppm 이하로 규제하고 있는데, 통상 알로인은 알로인을 가장 많이 함유하는 알로에 잎의 외부 껍질이 주스 추출 전에 제거되면 공정으로 들어가는 것을 방지할 수 있는 것으로 알려져 있다(Lachenmeier et al., 2005).

다당류 함량

알로에 베라는 백합과 식물로 알로에 베라의 유연세포조직은 98-99%의 수분을 함유하며 건조물의 60%이상이 다당류로 구성된다(McAnally, 1993; Femenia et al., 1999).

알로에 베라의 두 가지 형태, 즉 세포의 원형질

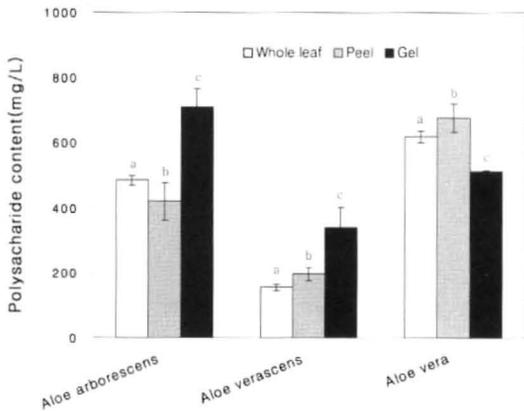


Fig. 4. Polysaccharide content of three Aloe species according to different leaf portions(whole leaf, peel and gel).

^aDifferent letters in the same column indicate significant differences($p < 0.05$).

(protoplast)에 위치하는 만노오스 단위가 풍부한 저장다당인 glucomannan과 세포벽 매트릭스를 형성하는 다양한 종의 다당류이다(Femenia et al., 1999). 세포벽 다당은 주로 펙틴성 물질, 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스로 구성되는데, 펙틴성 물질은 알로에 베라 fillet에 존재하는 세포벽 다당의 주요 형태이다. 이것은 대량 우론산 및 galactose의 존재와 펙틴성 다당류의 특성인 arabinose와 rhamnose의 소량 존재로부터 추론되고 있다(Aspinall, 1980).

이들 알로에 다당류는 *in vitro* 및 *in vivo*에서 세포를 활성화하고, 기타의 생물활성을 나타내며, 알로에의 다른 성분들과 상승적으로 작용한다. 특히, glucomannan은 갖는 대표적 성분의 하나이지만 pH 변화, 고온 및 미생물 오염에 의해 분해되므로 이 다당류는 알로에 베라 겔의 불량한 조제여부의 판단지표가 된다. 따라서 알로에 제품의 부정판매를 조절하고 소비자들이 알로에의 진정한 유용효과를 받는 것을 확충하기 위해 시료에서 glucomannan의 질과 양에 기초한 알로에 겔 및 제품에 대한 신빙성 있는 조성 표준을 확립하는 것이 필요한 것으로 알려지고 있다. 본 실험에서는 알로에 겔 및 제품에서 사전 분리나 다당의 화학적 분해없이 알로에의 glucomannan을 특이적으로 측정하는 정량적 비색법을 사용하여 다당을 정량하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다.

알로에 베라의 경우 껍질에서는 677.2 mg/L로 겔의 511.3 mg/L보다 높았다. 하지만 아보레센스나 베

라센스의 경우는 겔이 껍질보다 더 높은 다당 함량을 갖는 특징을 보였으며, 특히, 아보레센스 겔의 다당 함량은 708 mg/L로 가장 높은 다당 함량을 나타내었다.

다당류와 같은 활성성분을 유효농도 이상의 함량(650 mg/L이상)과 분자크기를 크게 높일 수 있는 수준((50,000-2,000,000 dalton)으로 향상시킨 제품을 얻는 것이 중요하다. 따라서 베라의 경우 겔의 다당 함량이 껍질이나 전체 잎보다 낮으므로 향후 전체 잎을 활용한 whole leaf process 제품이나 껍질과 겔을 별도 가공 후 다시 조합하는 total process 제품의 검토 필요성이 있다고 판단되었다.

결론

알로에 제품의 효율적 개발 및 이용을 위한 기초 자료화 연구의 일환으로, 국내산 3종 알로에(알로에 베라, 알로에 아보레센스 및 알로에 베라센스)의 부위별(껍질, 겔 및 전체 잎)에 따른 일반성분과, 품질지표 성분으로서의 다당류, 안트라퀴논 및 총 페놀성 성분의 함량 등, 화학적 성분을 분석, 비교하였다. 국내산 3종 알로에의 일반성분은 품종, 특히 각 부위별로 차이를 보였다. 수분함량은 품종 및 부위에 따라 91.87~99.37%로 일반성분의 대부분을 차지하고 있었고, 품종에 상관없이 겔의 수분함량이 가장 높고 껍질의 수분함량이 가장 낮았다. 껍질의 고형분 함량은 5.75~8.46%인 반면, 겔에서의 고형분 함량은 0.71~1.16% 범위로, 알로에 품종에 관계없이 겔보다 껍질에서 현저히 높았다. 또 무기질, 조지방, 조단백질 및 공제 탄수화물도 겔 부위가 가장 낮고 껍질 부위에서 가장 높아 껍질 부위에 상대적으로 일반성분이 다량 존재함을 보였다. 알로에의 각 부위별 무기질은 7종이었으며, 비교적 높은 함유량을 나타낸 무기질은 Ca, K, Mg, Na 등이었는데, 그 함유량의 순위는 품종별로 차이를 보였다. 부위별 무기성분 함량은 껍질이 겔 부위보다 수배 내지 수백 배의 현저하게 높은 함량을 나타내어 역시 껍질에 많은 양의 무기성분이 포함된 것을 알 수 있었다. 또, 총 15-17종의 아미노산이 확인되었는데, 특히, 알로에 베라의 총 아미노산 함량은 일반성분이나 무기성분과는 달리, 겔 부위에서 가장 높아서 겔에서의 함량은 껍질의 약 10배나 높았다. 한편, 총 페놀성 화합물의 함량은 껍질 > 전체 잎 > 겔의 순으로 높았다. 껍질에서는 베라센스(370.21 mg/100 g)가 베라(287.94 mg/100 g)나 아보레센스(290.54

mg/100 g) 종보다 현저히 높았다. 겔 부위에서는 아보레센스> 베라센스> 베라 종의 순이었으나 껍질의 약 5~7% 수준에 불과하였다. 또, 3종 알로에 겔의 안트라퀴논류 함량은 종에 따라 0.004-0.01%로, 껍질의 0.031-0.06%보다 현저히 낮았다. 다당류 함량에서는 아보레센스 겔의 다당 함량이 708 mg/L로 가장 높았고, 이어서 알로에 베라의 껍질, 전체 잎 및 겔의 순이었다. 특히, 상업적으로 널리 사용되는 베라인 경우, 아미노산을 제외한 모든 성분들의 함량이 껍질이나 전체 잎에서 겔보다 높으므로 향후 유효 활성성분의 농도를 높이려면 전체 잎을 이용한 whole leaf process 제품이나 껍질과 겔을 별도 가공 후 다시 조합하는 total process 제품의 검토 필요성이 높다고 판단되었다.

참고문헌

- Anon. 1983. *Aloe vera* L. and its products applications and nomenclature, *Cosme. & Toilet.* **98**: 99-103
- Aspinall GO. 1980. Chemistry of cell wall polysaccharides. In: *The Biochemistry of Plants*(vol. 3). Carbohydrates: Structure and function. J. Preiss(ed.), Academic Press, New York, USA. Pp.473-500
- Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis*, 16th(ed.), Washington D.C., USA
- Boudreau MD, and Beland FA. 2006. An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis*(Miller), *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health Part C* **24**: 103-154
- Bray HG, and Thorpe WV. 1954. Analysis of phenolic compounds of interest in metabolism. *Method in Biochemical Analysis* **1**: 27-54
- Chang KW, Park JS, Jang GC and Nam YG. 1993. Fatty and organic acids, and barbaloin in various parts of *Aloe* species dried at different drying temperatures. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **36**(4): 244-248
- Cheong JC, Lee JY, Kim MJ, and Chung JH. 1996. Effects of aloe extract on ethanol metabolism. *J. Fd Hyg. Safety* **11**: 31-34
- Cho HJ, Ahn CK and Yum CA. 1996. A study on the preference of Hobakjook upon material & mixing ratio change. *Korean J. Soc. Food Sci.* **12**(2): 146-152
- Cho YJ, An BJ, Kim MU and Shim CS. 2006. Anti-inflammatory effect of *Aloe vera* and *Aloe arborescens* in phosphatidic acid-stimulated Raw cells. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**(1): 65-69
- Choi JH, Kim DW, Kim JI, Han SS and Shim CS. 1996a. Effect of aloe on learning and memory impairments in dementia animal model samp8 strain III. Feeding effect of aloe on neurotransmitters and their metabolites in SAMP8. *Korean J. Life Science* **6**(2): 142-148
- Choi JH, Kim DW, Yoo JK, Han SS and Shim CS. 1996b. Effect of aloe on learning and memory impairments animal model SAMP8 II. Feeding effect of aloe on lipid metabolism of SAMP8. *Korean J. Life Science.* **6**(3): 178-184
- Dagne E, Bisrat D, Viljoen A and Van Wyk BE. 2000. Chemistry of *Aloe* Species. *Current Organic Chemistry* **4**: 1055-1078
- Ebarandu AR, Luta G, Edwards JA, McAnalley BH and Davis B. 2005. Quantitative colorimetric analysis of aloe polysaccharides as a measure of *Aloe vera* quality in commercial products. *Journal of AOAC International* **88**(3): 684-691
- Esua MF and Rauwald JW. 2006. Novel bioactive maloyl glucans from *Aloe vera* gel: Isolation, structure elucidation and *in vitro* bioassays. *Carbohydrate Research* **341**: 355-364.
- European Council. 1988. Council directive(EEC) No. 88/388 on the approximation of the laws of the member states relating to flavorings for use in foodstuffs and to source materials for their production. *Off. J.Europ. Comm.* **L184**: 61-66
- Femenia A, Sanchez ES, Simal S and Rossello C. 1999. Compositional features of polysaccharides from *Aloe vera*(*Aloe barbadensis* Miller) plant tissues. *Carbohydr. Polym.* **39**: 109-117
- Gage D. 1988. *Aloe vera* healing arts. Press Rocheste., Vermont, Pp.80-83
- Grindlay D and Reynolds T. 1986a. The *Aloe* leaf exudates. A review. *Botanical Journal of the Linnean Society* **90**: 157-164
- Grindlay D and Reynolds T. 1986b. The *Aloe vera* phenomenon. A review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. *J. Ethnopharmacol.* **16**: 117-151
- Ha BJ. 1998. A study on the reduction of heavy metal biotoxicity by aloe. *J. Korean Environ. Sci. Soc.* **7**: 46-51
- Han HJ, Park CW, Lee CH and Yoo CW. 2004. A study of antiirritant of *Aloe vera* against the irritation of sodium lauryl sulfate. *Korean J. Dermatol.* **42**(4): 413-419
- Hennessee OM and Cook BR. 1989. *Aloe myth magic medicine*, 1st ed., Universal Graphics London, UK. Pp. 66-72
- Ibata Y. 1984. *Aloe* extracts as health food materials(in Japanese). *New Food Industry* **26**(4): 30-36
- Kim I and Kwon HJ. 2006. Induction of apoptosis by *Aloe vera* extract in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells. *J. Toxicol. Pub. Health* **22**(4): 329-332
- Kim JG and Lee YW. 1995. Effect of *Aloe vera* on the growth and aflatoxin production of *Aspergillus parasiticus*. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* **21**(3): 48-55
- Kim JM and Jang SH. 1981. Amazing herb: *Aloe*(in Korean). KJM *Aloe R&D Center*
- Lachenmeier K, Kuepper U, Musshof F, Madea B, Reusch

- H, and Lachenmeier DW. 2005. Quality control of Aloe vera beverages. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* **4(4)**: 1033-1041
- Korea Health Supplement Association. 2004. Health Food Codex. Seoul, Korea. Pp. 114-115.
- Lee MJ, Lee OH, Yoon SH, Lee SK, Chung MH, Park YI, Sung CK, Choi JS and Kim KW. 1998. *In vitro* angiogenic activity of aloe vera gel on calf pulmonary artery endothelial (CPAE) cells. *Arch. Pharm. Res.* **21**: 260-265
- Lee SY, Min BJ and Kang TS. 1998. Flocculating activity of the mucilage extracted from *Aloe vera* Linne. *Korean J. Biotechnol Bioeng.* **13**: 540-546
- Lee SY, Ryu IW and Shim CS. 1997. Purification and characterization of bioactivity compound acemannan from Aloe vera. *Kor. J. Pharamcogn.* **28(2)**: 65-71
- McAnalley BH. 1993. Process for preparation of aloe products. European Patent WO 89/06539.
- Oh MC, Oh CK, Ahn YS, Ko JR, Oh HS and Kim SH. 2000. Desmutagenic effects of extracts Aloe with different solvents. *Korean J. Soc. Food Sci.* **16(5)**: 385-389
- Park JS, Chang KW and Nam YG. 1994. Analysis of barbaloin in the Aloe vera depending on the various extracting conditions. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* **37(5)**: 409-413
- Park WY, Oh YJ and Yun YP. 1995. Effect of aloe vera Linne treatment on clinical chemistry in patients with liver disease. *J. Fd Hyg. Safety* **10**: 249-254
- Pyo MY and Youn JH. 1999. Effects of aloe vera on the cytotoxicity of anticancer drugs *in vitro*. *Yakhak Hoeji* **43**: 104-110
- Reynolds T and Dweck AC. 1999. Aloe vera leaf gel: a review update *J.Ethnopharmacol.* **68**: 3-37
- Rhim JY, Moon YS, Jung SH, Lee KY, Lyu SY, Shim CS and Park WB. 2002. Antimicrobial activities of combined extract of aloe vera with propolis against oral pathogens. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31**: 899-904
- Ryu IW and Shin YS. 1997. Inhibition effect of ACE (Angiotensin converting enzyme) and kinetics of Aloe acetyl mannan. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29(6)**: 1269-1274
- Zhang XF, Wang HM, Song YL, Nie LH, Wang LF, Liu B, Shen PP and Liu Y. 2006. Isolation, structure elucidation, antioxidative and immunomodulatory properties of two novel dihydrocoumarins from *Aloe vera*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry letters* **16**: 949-953