

기억·학습장애 동물모델 SAMP8에 미치는 알로에(*Aloe vera*)의 영향

II. SAMP8의 지질대사에 미치는 알로에의 투여효과

최진호[†] · 김동우 · 유제권* · 한상섭* · 심창섭**

부경대학교 식품생명과학과
*한국화학연구소 안전성연구센터
**김정문알로에기술연구소

Effect of Aloe on Learning and Memory Impairment Animal Model SAMP8 II. Feeding Effect of Aloe on Lipid Metabolism of SAMP8

Jin-Ho Choi[†], Dong-Woo Kim, Je-Kwon Yoo*, Sang-Sub Han* and Chang-Sub Shim**

Department of Food and Life Science, Pukyong National University
**Toxicology Research Center, Korean Research Institute of Chemical Technology*
***Kim Jung Moon Aloe Research and Development Center*

Abstract

Aloe(*Aloe vera* LINNE) has been used as a home medicine for the past several thousand in the world, and has been studied on various chronic degenerative diseases such as atherosclerosis, myocardial infarction and hypertension. SAMP8, learning and memory impairment animal model, were fed basic or experimental diets with 1.0% of freeze dried(FD)-Aloe powder for 8 months. This study was designed to investigate the effects of Aloe on body weight gain, grading score of senescence(GSS), triglyceride, total and LDL-cholesterol levels, and atherogenic index in serum of SAMP8, and also designed to investigate the effects of Aloe on cholesterol accumulations in mitochondria and microsome fractions of SAMP8 brain.

Body weight gain was consistently lower in aloe group than in control group, but no significantly differences between them. Grading score of senescence resulted in a marked decreases of 20% in 1.0% Aloe group compared with control group. Administrations of 1.0% aloe resulted in a marked decreases in 15% and 20% of triglyceride and cholesterol levels, respectively, and also significantly decreased in 15% of LDL-cholesterol levels and atherogenic index in serum of SAMP8 compared with control group. Cholesterol accumulations were significantly inhibited in 20% and 10% of mitochondria and microsome fractions of SAMP8 brain, respectively, by administration of 1.0% Aloe. These results suggest that administration of Aloe may not only effectively inhibit chronic degenerative diseases in serum of SAMP8, but may also improve learning and memory impairments of SAMP8 brain.

Key words : Aloe vera, triglyceride(TG), cholesterol, LDL-cholesterol, atherogenic index, chronic degenerative disease

[†] Corresponding author

※ 본 연구는 김정문알로에기술연구소 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

서 론

최근들어 고령화사회에 접어들면서 노인 인구의 증가와 함께 노인성 질환 연구의 중요성이 강조되고 있다. 특히 그 중에서도 노인에게 가장 큰 문제가 되는 것은 노인성 치매로서 알츠하이머형(Alzheimer-type) 치매현상이다¹⁻²⁾. 그러나 아직까지 알츠하이머형 치매의 원인은 아직까지 명쾌하게 구명되어 있지 않지만, 여러가지 가설중에서 바이러스 감염설, 알루미늄 등 중금속의 중독설, 유전설 등이 제기되고 있으며, 알츠하이머형 치매의 병리학적 기전 등이 보고되어 있을 정도다³⁻⁶⁾.

사실 알로에는 동서양을 막론하고 수천년전부터 민간요법으로 질병의 치료에 널리 사용되어 왔다. 동양에서는 알로에를 노회(蘆薈)라고 부르고 있는데, 宋의 《개보본초(開寶本草)》에 처음으로 정조품(正條品)으로서 수재되어 '눈(目)을 맑게하고 경풍(驚風)을 치료하며 오감(五疳)을 다스린다'고 하여 알로에의 폭넓은 약효가 기재되어 있는 것을 보더라도 알로에는 성인병의 예방 뿐만 아니라 노화의 지연 또는 억제효과가 있을 것으로 기대된다. 알로에(*Aloe vera* LINNE)에 대한 많은 연구가 진행되어 알로에 추출물을 사용한 연구에서 저혈압의 치료효과⁷⁾, 동맥경화증의 치료효과⁸⁾, 항염증 성분의 조성⁹⁾, 눈병에 대한 치료효과¹⁰⁾, 알로에의 면역작용¹¹⁾, 체중의 조절작용¹²⁾, 알로에의 의학적 사용¹³⁻¹⁴⁾, 항산화작용¹⁵⁾ 등 혈관관련질병의 치료효과 등에 관한 연구논문이 상당히 발표되어 있다.

따라서 본 연구에서는 노인성 치매연구의 새로운 실험동물모델로서 기억·학습장애를 수반하는 노화촉진마우스(senescence-accelerated mouse : SAM) SAMP8을 사용하여 기본사료만을 투여한 대조군(control group)과 기본사료에 1.0% 알로에의 동결건조 분말을 첨가·조제한 실험사료를 투여한 실험군(aloe group)을 8개월간 투여하여 체중 변화에 따른 사료 및 에너지효율을 측정하고, 혈액중의 중성지질(TG) 및 총콜레스테롤의 함량변화, 그리고 성인병 초기에 발생하는 것으로 알려진 동맥경화의 발병지표로서 동맥경화지수(atherogenic index)의 변화, 그리고 성인병의 발병에 깊이 관계하는 것으로 알려진 LDL-콜레스테롤의 함량변화 등에 미치는 알로에의 영향을 평가하여 유의성있는 결과를 얻었기에 보고한다.

재료 및 방법

1. 실험 동물모델

본 실험에 사용한 치매동물모델로서 SAMP8은 경도대학 Takeda¹⁶⁾ 등이 개발한 노화촉진마우스(SAM)중에서 기억·학습장애의 동물모델이다. SAMP8을 한국화학연구소로부터 공급받아 본 실험에 사용하였고, 사육조건은 매일 오후 18:00에 체중의 측정과 함께 평량된 사료를 제공하고 다음날 사료잔량을 평량하여 사료 섭취량을 계산하였다. 그리고 본 동물사육실은 완벽하게 자동조절(22±2℃; 65±2% RH)되며 명암은 12시간 사이클(18:00~06:00)로 조절된다.

2. 실험용 사료의 조제

본 실험에 사용한 기본사료(control group)의 조성은 탄수화물 59.0%(corn starch 44.0% +sucrose 15.0%), 단백질 18.0%(sodium-free casein 18.0%), 지질 15.0%(lard 15.0%)로 하였고, 여기에 셀룰로오스(3.0%), 비타민 및 무기질 혼합물 각각 1.0% 및 3.5%로 하였으며 DL-메티오닌(0.3%) 및 콜린클로라이드(0.2%)를 혼합하여 조제하였다.

그리고 실험군(aloe group)의 사료조성은 기본사료에서 탄수화물중에서 corn starch 1.0%를 제외한 대신 알로에의 동결건조 분말(FD-aloe powder)을 1.0%를 첨가하여 조제하였을 뿐이다.

3. 중성지질(TG) 함량의 측정

혈청 뇌세포획분중의 중성지질로서 트리글리세리드(triglyceride : TG)의 함량은 혈청 중성지질 측정용 TG 키트시약-V(榮研化學, 日本)로 전처리하여 표준 검량선에 의거, 혈청중의 중성지질의 함량을 정량하였고, 혈청중의 단백질의 함량은 Lowry¹⁷⁾ 등의 방법에 따라 표준 검량선을 이용하여 측정하였다.

4. 콜레스테롤 함량의 측정

혈청 및 뇌세포획분중의 총콜레스테롤의 함량은 Rudel¹⁸⁾ 등의 방법에 따라 o-phthalaldehyde법으로 측정하여 표준 검량선에 의하여 혈청 및 뇌세포획분중의 총콜레스테롤의 함량을 측정하였고, LDL 및 HDL-콜레스테롤의 함량은 Noma¹⁹⁾ 등 및 저자²⁰⁾ 등의 방법에 따라 측정하였다.

5. 동맥경화지수(AI)의 계산

성인병의 초기증상으로 나타나는 동맥경화증의 발병지표로 널리 사용되고 있는 동맥경화지수(atherogenic index)는 Haglund²¹⁾ 등의 방법에 따라 계산하였다.

6. 분석결과의 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 실험군간의 유의성 검정은 Student's t-test²²⁾로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 체중 및 노화도의 평가

SAMP8에 기본사료 및 1.0% 알로에-첨가 실험사료로써 8개월간 투여한 다음, 체중변화 및 노화도(grading score of senescence)에 미친 영향을 평가하여 보면 Table 1과 같다. 알로에 투여군의 체중증가가 대조군의 체중증가에 비해 일정하게 억제되었지만, 이들 그룹사이에는 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 노화의 정도를 나타내는 노화도 평점(grading score of senescence)에 미치는 알로에의 투여효과를 비교하여 보면 1.0% 알로에 투여군의 노화도 평점은 4.04±0.78로서 대조군의 노화도 평점(5.08±0.79 : 100%) 대비 거의 20% 정도 노화가 억제되는 것으로 나타났다. 따라서 알로에의 장기간 섭취는 노화를 상당히 지연할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 혈액중의 중성지질 및 콜레스테롤의 함량변화

혈액중의 중성지질(triglyceride : TG)과 콜레스테롤의 함량변화는 성인병 발병의 지표로 널리 사용되고 있다. 따라서 성인병 발병에 미치는 알로에의 영향을 평가하기 위하여 혈액중의 중성지질 및 콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 장기간 투여효과를 비교하여 보면 Fig. 1과 같다.

Fig. 1(A)에서 혈액중의 중성지질의 침착에 미치는 알로에의 영향을 비교하여 보면 알로에 투여군의 TG의 함량은 111.90±11.50mg/dl serum으로서 대조군의 TG의 함량

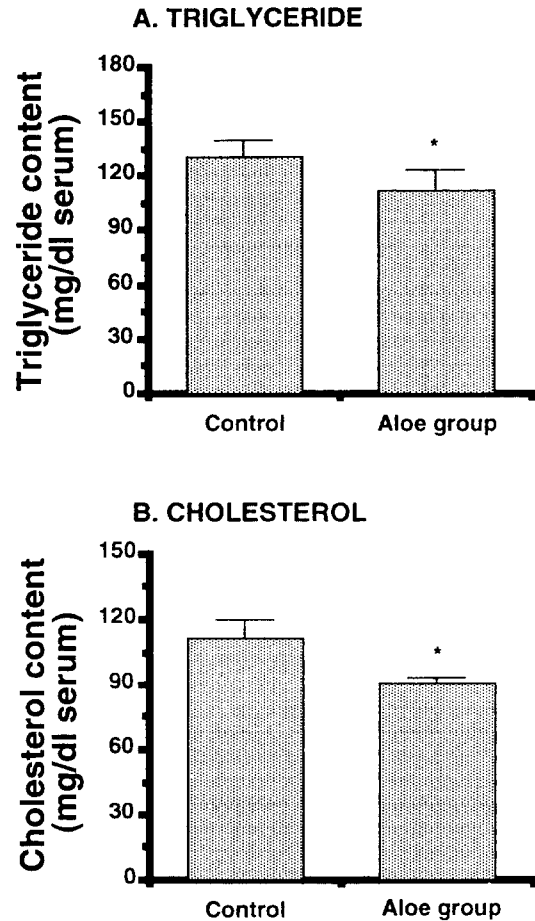


Fig. 1. Feeding effects of Aloe vera on triglyceride(A) and cholesterol(B) levels in serum of SAMP8 after 8 months.

*p<0.01 compared with control group.

(130.21±9.50mg/dl serum) 대비 85.9%로서 15%의 중성지질의 억제효과가 인정되었다. 또한 Fig. 1(B)에서 혈액중의 콜레스테롤의 침착에 미치는 알로에의 영향을 비교

Table 1. Feeding effect of Aloe vera on body weight gain and grading score of senescence in SAMP8 after 8 months

	Control(12)*		Aloe group(12)	
Body weight gain(g)	18.10±1.93	100.0%	17.20±1.21	95.0%
Grading score of senescence	5.08±0.79	100.0%	4.04±0.78 ^a	78.7%

*Numbers of SAMP8 used ^ap<0.05 compared with control group.

하여 보면 알로에 투여군의 콜레스테롤의 함량은 $91.00 \pm 2.63 \text{mg/dl serum}$ 으로서 대조군의 콜레스테롤의 함량 ($111.30 \pm 8.61 \text{mg/dl serum}$) 대비 81.8%로서 거의 20%의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다. 따라서 알로에의 장기 투여는 혈액중의 중성지질 및 콜레스테롤의 함량을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 판단되기 때문에 성인병의 발병을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 뇌세포획분중의 콜레스테롤 함량의 변화

한편 뇌세포에 영향을 미칠 뇌세포획분중의 콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 장기간 투여효과를 비교하여 보면 Fig. 2와 같다. Fig. 2(A)는 뇌세포의 미토콘드리아(mitochondria) 획분중의 콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 투여효과를 비교한 것으로서, 알로에 투여군의 콜레스테롤의 함량은 $106.26 \pm 10.10 \text{mg/g protein}$ 으로서 대조군의 콜레스테롤의 함량($136.57 \pm 5.72 \text{mg/g protein}$) 대비 77.8%로서 약 20% 이상의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다. 마찬가지로 Fig. 2(B)는 뇌세포의 마이크로솜(microsome) 획분중의 콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 투여효과를 비교한 것으로서, 알로에 투여군의 콜레스테롤의 함량은 $106.63 \pm 2.13 \text{mg/g protein}$ 으로서 대조군의 콜레스테롤의 함량($119.94 \pm 2.93 \text{mg/g protein}$) 대비 88.9%로서 약 10% 이상의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다. 따라서 이들 세포획분중에서 지나친 콜레스테롤의 침착은 상당히 문제가 될 것으로 판단되기 때문에 전보²³⁾의 연구내용과 마찬가지로 뇌의 기억·학습장애의 개선에 상당한 효과가 있었을 것으로 판단된다. 또한 전보²⁴⁾에서 뇌세포획분에서 콜레스테롤의 함량을 비교하여 보았을 때 SAMP1이 SAMR1보다는 콜레스테롤의 침착이 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. 그런데 알로에의 장기간 투여에서는 SAMP8에서도 뇌세포내에서의 콜레스테롤의 침착이 효과적으로 억제된다는 사실은 알로에가 매우 효과적인란 사실을 알 수 있었다.

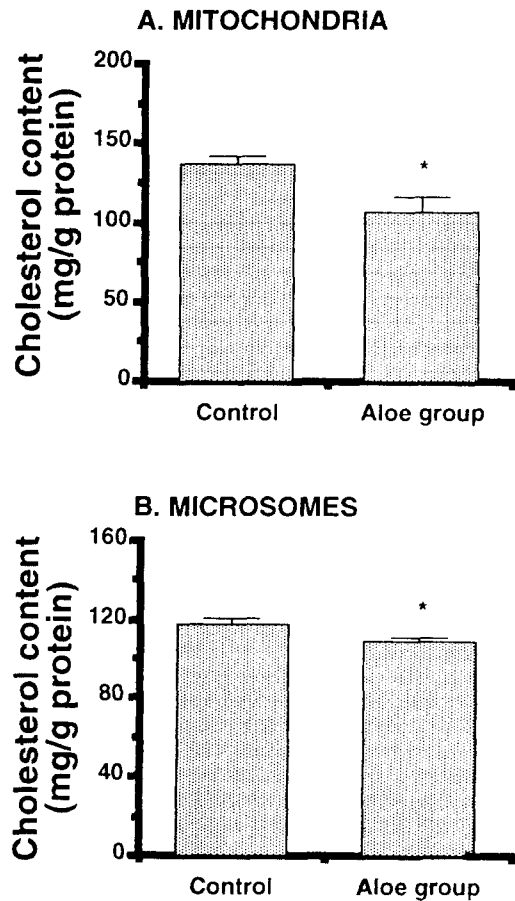


Fig. 2. Feeding effect of Aloe on cholesterol levels in mitochondria(A) and microsome(B) of SAMP8 brain after 8 months.

* $p < 0.01$ compared with control group.

4. 리포단백-콜레스테롤에 미치는 영향

혈액중의 콜레스테롤의 함량중에서 성인병의 발병에 직접 관계하는 저점도리포단백(LDL)-콜레스테롤의 함량과

Table 2. Feeding effect of Aloe vera on LDL- and HDL-cholesterol levels in serum of SAMP8 after 8 months

	Control(12)*		Aloe group(12)	
LDL-cholesterol	64.98 ± 5.23	100.0%	55.02 ± 4.01^a	84.7%
HDL-cholesterol	19.20 ± 0.25	100.0%	17.80 ± 1.53	92.7%

*Numbers of SAMP8 used * $p < 0.01$ compared with control group.

이와는 반대로 이들 LDL-콜레스테롤의 침착을 억제하기 때문에 장수인자(longevity factor) 또는 콜레스테롤억제인자(anti-cholesterol factor)로 알려진 고밀도리포단백(HDL)-콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 장기간 투여효과를 비교하여 보면 Table 2와 같다. 혈액중의 LDL-콜레스테롤의 함량에 미치는 알로에의 영향을 비교하여 보면 알로에 투여군의 LDL-콜레스테롤의 함량은 $55.02 \pm 4.01 \text{ mg/dl serum}$ 으로서 대조군의 LDL-콜레스테롤의 함량($64.98 \pm 5.23 \text{ mg/dl serum}$) 대비 84.7%로서 약 15%의 LDL-콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다. 그렇지만, 기대를 했던 HDL-콜레스테롤의 함량사이에는 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 어쨌든 알로에의 장기 투여가 성인병의 발병에 직접 관계하는 LDL-콜레스테롤의 함량을 효과적으로 억제할 수 있다는 것은 바로 알로에가 성인병에 효과적으로 작용할 수 있다는 사실이다.

5. 동맥경화지수에 미치는 영향

성인병의 초기증상으로 발병하는 것으로 알려진 동맥경화증의 발병지표로서 널리 사용되고 있는 동맥경화지수(atherogenic index)에 미치는 알로에의 장기간 투여효과를 비교하여 보면 Fig. 3과 같다.

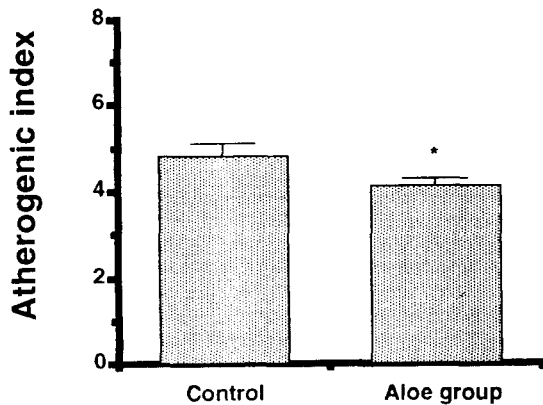


Fig. 3. Feeding effect of Aloe on atherogenic index in serum of SAMP8 after 8 months.

* $p < 0.01$ compared with control group.

알로에 투여군의 동맥경화지수는 4.11 ± 0.21 로서 대조군의 동맥경화지수(5.15 ± 0.42) 대비 85.6%로서 약 15%의 동맥경화지수의 감소효과가 인정되었다. 이러한 사실

은 성인병의 발병에 직접 관계하는 LDL-콜레스테롤의 억제효과와 거의 같은 경향을 나타내고 있었다. 지금까지의 연구결과를 종합해 보면 알로에의 장기간 투여는 혈액중의 중성지질 및 총콜레스테롤의 함량을 효과적으로 억제하였고, 혈액중의 LDL-콜레스테롤의 함량도 효과적으로 억제할 수 있을 뿐만 아니라 초기 성인병인 동맥경화증의 발병 지표로 사용되는 동맥경화지수도 효과적으로 감소하기 때문에 성인병을 효과적으로 예방할 수 있고 억제할 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 뇌세포의 미토콘드리아 및 마이크로솜분종의 콜레스테롤의 침착도 효과적으로 억제할 수 있기 때문에 뇌의 기억·학습장애도 어느 정도 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

기억·학습장애 실험동물모델 SAMP8에 기본사료(control)와 기본사료에 1.0% 알로에-첨가 조제한 실험사료(aloe group)로써 8개월간 투여한 다음, 체중변화, 노화도 평점(grading score of senescence), 혈액중의 중성지질, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수에 미치는 알로에의 장기간 투여효과를 비교·평가하였다. 또한 뇌세포의 미토콘드리아 및 마이크로솜분종의 콜레스테롤의 침착에 미치는 알로에의 투여효과도 비교하였다.

SAMP8에 있어서 1.0% 알로에 투여군의 체중변화는 대조군에 비해 일정하게 낮았지만 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 또 이들 알로에 첨가군의 노화도 평점은 대조군 대비 거의 20%의 노화억제효과가 인정되었다. 알로에 투여군의 TG의 함량은 $111.90 \pm 11.50 \text{ mg/dl serum}$ 으로서 대조군의 TG의 함량($130.21 \pm 9.50 \text{ mg/dl serum}$) 대비 85.9%로서 15%의 중성지질의 억제효과가 인정되었고, 알로에 투여군의 총콜레스테롤의 함량은 $91.00 \pm 2.63 \text{ mg/dl serum}$ 으로서 대조군의 총콜레스테롤의 함량($111.30 \pm 8.61 \text{ mg/dl serum}$) 대비 81.8%로서 거의 20%의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다.

혈액중의 알로에 투여군의 LDL-콜레스테롤의 함량은 $55.02 \pm 4.01 \text{ mg/dl serum}$ 으로서 대조군의 LDL-콜레스테롤의 함량($64.98 \pm 5.23 \text{ mg/dl serum}$) 대비 84.7%로서 약 15%의 LDL-콜레스테롤의 억제효과가 인정되었고, 또한 알로에 투여군의 동맥경화지수는 4.11 ± 0.21 로서 대조군의 동맥경화지수(5.15 ± 0.42) 대비 85.6%로서 약 15%

%의 동맥경화지수의 감소효과가 인정되었다. 따라서 알로에의 장기 투여는 성인병을 효과적으로 예방하고 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

뇌세포의 미토콘드리아획분에서 알로에 투여군의 콜레스테롤의 함량은 $106.26 \pm 10.10 \text{mg/g protein}$ 으로서 대조군의 콜레스테롤의 함량($136.57 \pm 5.72 \text{mg/g protein}$) 대비 77.8%로서 약 20% 이상의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었고, 또한 마이크로흡획분에서 알로에 투여군의 콜레스테롤의 함량은 $106.63 \pm 2.13 \text{mg/g protein}$ 으로서 대조군의 대조군의 콜레스테롤의 함량($119.94 \pm 2.93 \text{mg/g protein}$) 대비 88.9%로서 약 10% 이상의 콜레스테롤의 억제효과가 인정되었다. 따라서 알로에의 장기투여는 기억·학습장애를 어느 정도 개선하는데 효과가 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- Price, D. L. : New perspective on Alzheimer's disease. *Annu Rev. Neurosci.*, 9, 489-517(1986).
- Selkoe, D. J. : Alzheimer's disease : A central role for amyloid. *J. Neuropath Neurobiol.*, 53, 438-447(1994).
- Carp, R. I., Merz, G. S. and Wisniewski, H. M., *Senile Dementia ; Outlook for the future. Edited by J. Wertheimer and M. Marais*, pp. 31-34, Transmission of unconventional slow virus disease and the relevance to SD/SDAT transmission studies, Alan R. Liss(1984).
- Wisniewski, H. M., Merz, G. S. and Carp, R. I., Senile dementia of the Alzheimer's type : Possibility of an infectious etiology in genetically susceptible individuals. *Acta. Neurologica Scandinavica, Supplementum*, 99, 91-99(1984).
- Vorbrodt, A. W., Dobrogowska, D. H., Kim, Y. S., Lossinsky, A. S. and Wisniewski, H. M. Ultrastructural studies of glycoconjugated in brain micro-blood vessels and amyloid plaques of scrapie-infected mice. *Acta. Neuropathologica*, 75, 277-287(1990).
- Kim, Y. S., Carp, R. I., Callahan, S. M. and Wisniewski, H. M. : Incubation periods and histopathological changes in mice injected stereotaxically in different brain areas with the 87V scrapie strain. *Acta. Neuropathol.*, 80, 388-392(1990).
- Benbassat, J., Sulman, F. G. and Zaitschek, D. V. : The mechanism of the hypotensive effect of lignum aloes. *Arch Intern Pharmacodya.*, 120(2), 141-151(1959).
- Zaitsev, G. P., Poriadin, V. T., Rozenfel'd, E. S. : Results of conservstive treatment of patients with endarteriosis and atherosclerosis of vessels of the extremities in out and in patients conditions. *Klin Khir*, 11, 8-14(1966).
- Shinpo, M., Kameyama, S. and Tokita : F. Anti-inflammatory compositions containing aloe extracts and steroids. *Japan Kodai JP 53059019*, 6(1976).
- Chanchikov, G. F. and Miminoshvili Sla : Moderate local hypothermia and its use in certain eye diseases. *Oftalmol. Zh.*, 6, 438-440(1978).
- Solar, S., Zeller, H., Rasolofonirina, N., Coulanges, P. et al. : Immunostimulant properties of an extract isolated and partially purified from aloe vahombe. *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, 47(1), 9-39(1980).
- De Valck, W. *Weight control composition*, pp. 8, Belg. BE 892207 A2(1982).
- Fischer, J. M. : Medical use of aloe products. *U.S. Pharmacist*, 37-45(1982).
- Suzuki, Y. : Pharmaceutical effect and application of aloe to medicine. *Fureguransu Janaru*, 11(3), 115-117(1983).
- Penneys, N. S. : Inhibition of arachidonic acid oxidation in vitro by vehicle components. *Acta Dermatol Venereol*, 62(1), 59-61(1982).
- Takeda, T., Hosokawa, M. and Higuchi, K. : Senescence-accelerated mouse(SAM). A novel murine model of aging. *The SAM Model of Senescence(ed. Toshio Takeda)* Elsevier Science B.V., 15-22(1994).
- Lowry, O. H., Roseborough, N. J., Farr, L. A., and Randall, R. J. : Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275(1951).
- Rudel, L. L. and Morris, M. D. : Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J. Lipid Res.*, 14, 364-366(1973).
- Noma, A., Nakayama, K. N., Kita, M. and Okabe, H. : Simultaneous determination of serum cholesterol in high and low density lipoprotein with use of heparin, Ca^{2+} , and an anion exchange resin. *Clin. Chem.*, 24, 1504-1510(1978).
- Choi, J. H., Kim, J. I., Kim, D. W., Moon, Y. S. and Yoon, T. H. : Effect of wild dropwort extract on physiological activity of rats. *Kor. J. Gerontol.*, 3(2), 116-122(1993).
- Haglund, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L. and Saldeen, T. : The effects of fish oil on triglyceri-

- des, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *E. J. Nutr.*, 121, 165-169(1991).
22. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : *Principles and procedures of statistics*. McGrawhill, New York(1960).
23. Choi, J. H., Kim, D. W., Kim, J. I., Han, S. S. and Shim, C. S. : 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), 120-128(1996).
24. Choi, J. H., Kim, J. I., Kim, D. W., Moon, Y. S., Chung, H. Y. and Yu, B.P. : Analysis of lipid composition and hydroxyl radicals in brain membranes of senescence-accelerated mice. *AGE*, 19, 1-5(1996).