

최 종  
연구보고서

## 사향쥐의 사육 및 이용기술개발

Development of the technology for culturing and processing  
of muskrat

부산대학교

농림수산식품부



# 요 약 문

## I. 제 목

### 사향쥐의 사육 및 이용기술개발

Development of the technology for culturing and processing of muskrat

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

지난 수년전부터 우리나라 축산환경과 여건은 해가 갈수록 더욱 어려움이 가중되고 있다. 세계무역기구/도하개발아젠다협상(WTO/DDA)과 자유무역협정(FTA) 등의 국제적 대세의 흐름에 따라 축산물 수입개방의 압력은 더욱 거세지고 있어서 국내의 축산여건은 더욱 악화되고 있으며, 최근에는 여기에 겹쳐 각종의 신형 전염병의 발생으로 막대한 경제적 손실이 발생하였고, 축산물 수출 중단 및 소비자 불안감이 증대되어 축산물의 소비위축, 축산물 수급 불안정과 과잉생산에 따른 경영악화와 축산물 가격하락과 국제경쟁력 약화 등으로 축산산업 전반의 불안감과 위기감이 더욱 증폭되고 있으며, 나아가 축산기반의 붕괴 우려와 축산업의 장래마저 불투명하게 하는 매우 걱정스런 여건들이 계속되고 있다.

이러한 위기들을 극복하고 축산업에 활기를 불어 넣을 수 있는 방안의 하나로서 새로운 동물자원의 개발은 절실하다고 할 수 있다. 이미 기존의 가축들(소, 돼지, 닭)의 생산과 소비는 한계에 이르렀고, 안정기에 접어들어 있어서 축산업의 새로운 도약을 위해서는 새롭고, 경제성이 높은 동물자원의 개발과 생산, 가공, 유통 구조의 개발이 축산업 전반에 큰 전기를 마련해 줄 것으로 기대된다.

새로운 축산 동물자원으로서의 사향쥐는 개발의 소지가 대단히 많은 동물이다. 국제적으로 사향의 수요가 증가하고 있고, 그 이용의 범위도 의약품뿐만 아니라 각종의 향을 개발하는데 사용되고 있으며, 그 가치도 대단히 높다. 그러나, 사향의 생산은 대단히 제한적이어서 이미 국제적으로 멸종동물(CITES)로 분류되어 있는 사향노루(1급 보호동물), 사향고양이 등의 희귀동물에서만 얻을 수 있고, 그 생산량도 매우 적다. 국내에서는 의약용으로 사향을 주로 이용하고 있으며, 전량을 수입에 의존하고 있고, 고가인데다가 국제적으로 유통되는 사향의 품질과 진위에 대한 검증이 어려워서 이에 대한 다툼이 많이 발생하고 있다. 사향의 수급이 불안정함으로 인해서 몇 년전에 산업자원부에서 지원한 연구에서 인공합성 사향

개발에 성공하였으나 인공사향을 이용하는 제약회사와 천연사향을 사용하는 제약회사간의 법정소송이 발생하기도 하였고, 2005년에 미국에서는 인공사향이 환경물질을 함유하고 있어서 인체에 악영향을 미친다는 연구가 보고되어 인공사향의 사용에 대한 논란이 일기도 하였다.

천연 사향은 워낙 고가이면서 얻을 수 있는 동물 자원이 한정되어 있어서 고가의 제품이나 최고급 의약품에만 한정적으로 이용되고 있으나, 대부분의 사향 사용 제품에는 인공합성 사향이 사용되고 있다. 세계적으로 사용되는 인공합성사향의 종류는 다양하고, 현재 많이 사용되고 있지만 공식적인 중요보고서에는 정확한 양이 보고된 바는 없고, 대략적으로 1999년에 세계적으로 사용된 인공합성사향의 양은 6,000톤으로 추정되며(Shinsuke, 2005), 현재는 약 8,000톤정도 생산 이용되는 것으로 추정된다. 인공합성사향은 수많은 향수성 제품으로 개발되었는데, 예를 들어 향수, 비누, 바디로션, 청정제, 섬유 유연제, 세탁세제, 식품첨가물 그리고 물고기 미끼에도 사용된다(Rimkus, 1999; Schmeiser 등, 2001).

사향취를 축산 동물자원으로 개발이 가능하게 되면, 고부가가치를 갖는 가축으로서 사육농가에서 호응도도 높을 것으로 예상되며, 현재의 어려운 축산의 여건을 타개하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다. 또한, 사향을 국내에서 생산하게 되면 수입 대체효과도 뛰어나고, 향후 국제적으로 사향을 향수, 화장품 및 의약품의 원료로서 대규모 수출도 가능하며, 부가적으로 생산되는 모피와 기타 부산물들의 수출도 기대할 수 있다.

어려운 여건의 축산업계와 축산농가에 새로운 형태의 고부가가치의 동물인 사향취를 가축화하는데 필요한 기초 자료를 제시하고, 사향취의 집단사육 및 번식방법을 연구하여 사육지침 지침서를 개발·보급하며, 사향취의 이용성을 높이기 위한 방법을 모색하기 위하여 연구를 수행하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

- ◎ 사향쥐의 효율적인 번식방법 개발
  - ◇ 사향쥐의 번식에 필요한 번식 패턴의 파악
  - ◇ 사향쥐의 번식효율 향상기술 개발
  - ◇ 사향쥐의 효율적 번식체계 개발
  
- ◎ 사향쥐의 사양방법과 인공사료의 개발
  - ◇ 사향쥐의 습성과 식성 파악
  - ◇ 사향쥐의 습성을 파악하여 그에 맞는 사향쥐 사육사의 개발
  - ◇ 사향쥐의 식성과 필요한 영양을 공급할 수 있는 인공 사료의 개발
  
- ◎ 사향쥐의 사향채취방법과 고기의 이용 방안 개발
  - ◇ 사향쥐의 사향의 분비시기 및 채취시기·간격파악
  - ◇ 사향쥐의 사향의 채취도구 및 방법의 개발
  - ◇ 사향쥐의 육류자원으로의 이용 방안 개발
  
- ◎ 사향 분리정제
  - ◇ 사향의 추출
  - ◇ 사향분리시스템 확립
  - ◇ 사향 생리활성 및 구조동정
  - ◇ 사향의 기능성
  - ◇ 사향 제품개발 - 의약품 후보물질, 천연 고급향, 사향의 순수품 개발
  
- ◎ Muskrat 꼬리부분의 힘줄 특성 및 생체적합성 조사
  - ◇ 특성검사, 적합한 가공방법 모색, 생체적합성 검사
  - ◇ 봉합사로서 사용최적조건 구명 및 효율적 생산시스템 확립
    - 봉합사 시제품생산 및 포장 실증실험
  - ◇ 모피가공 방법 모색
    - 모피 시제품 생산, 대량생산용 조건탐색, 보존성 조사

#### IV. 연구개발결과

국내 사육환경에서 사향쥐 번식의 효율을 향상시키기 위하여 암컷과 수컷 생식기관의 구조를 조사하였다. 또한, 계절에 따른 생식기관의 변화와, 사육농가의 번식기록을 분석하여 사향쥐의 번식지표를 작성하였다. 사향쥐 수컷의 생식기구조는 정소, 정소상체, 정관, 음경, 포피 및 부생식선으로 구성되었으며, 음경 좌우에 사향낭이 위치하여 사향을 분비하였다. 암컷의 생식기관은 난소, 난관, 자궁각, 자궁체, 자궁경 및 질부로 구성되었다. 정소와 정낭선의 발달과 기능이 번식계절에 분명하였고, 비 번식계절에는 크기와 기능이 위축되었다. 특히 사향낭의 무게는 6월까지 커졌으며, 그 이후 위축되는 경향이였다. 사향쥐의 농가입식 후 생존율은 56.0%, 번식률은 61.2%였다. 사향쥐의 번식계절은 3월에서 8월로 조사되었으며, 5월과 6월에 집중적으로 분만이 이루어 졌다. 3월에 첫 분만한 경우 연간 4회 번식이 가능하였으며, 4월 첫 분만 시에는 3회, 5월과 6월에 첫 분만 시에는 년 간 2회 번식이 가능하였다. 사향쥐의 분만간격은 55.8일이었고, 복당 산자수는 6.8두이었다. 사향쥐 한 마리의 연간 새끼생산 가능 두수는 6~17두였으며, 새끼의 육성율은 54.6%이었다. 연구결과를 기초로 사향쥐 번식지표를 설정하였으며, 사육농가의 번식 효율향상을 위한 관리 지침서로 <사향쥐 번식기술 지침서>를 작성하였다.

사향쥐의 습성, 먹이습관, 주거활동공간, 식성 등을 조사 관찰함으로써 효율적인 인공배합 사료와 인공사육사를 개발하였고, 이를 농가에 보급하였다. 또한, 습성을 바탕으로 사향쥐의 사육관리 요령을 정립하였으며, 소화기관과 장내 미생물을 조사함으로써 사향쥐의 소화기관에 맞는 사료와 목초자원을 조사하여, 제시하였다.

비번식기와 번식기의 사향낭의 변화를 조사하였고, 사향을 채취하기위한 체포법, 체포기구, 사향낭의 위치, 압박채취법 등을 제시하였으며, 기구를 이용하여 한사람이 사향을 채취하는 방법으로 인력절감 효과를 얻을 수 있었다. 사향쥐 고기의 이화학적 성질을 조사(일반성분, pH, 육색, 유리아미노산, 지방산 조성, 수용성·염용성 단백질, VBN, TBARS)함으로써 향후 사향쥐 고기의 자원화를 위한 기초자료를 제시하였다.

서사향으로부터 사향대체의약품 개발을 위하여, 서사향의 구성성분의 순수분리와 생리활성을 조사하였다. 서사향의 일반성분은 수분 8.46%, 조지방 87.0%, 회분 0.01%, 총당질 0.024% 그리고 단백질이 1%로 구성되어져 있었다. 서사향을 ethanol, ethylacetate, hexane, H<sub>2</sub>O로서 순차적 추출을 한 결과 ethanol 추출물 15.4%, ethylacetate 추출물 83%, hexane 추출물 0.3%, H<sub>2</sub>O 추출물 1.3%를 각각 얻었다. 서사향의 주요 향기성분은 normuscone 0.56%, dihydrocivetone 0.83% civetone 0.15% 함유되어져 있었고, 사향과 영모향의 주요성분을 모두 가지고 있었다. 서사향으로부터 normuscone, muscone, civetone, dihydrocivetone, dihydrocivetol을 순수분리하여 동정하였다.

서사향의 항혈전활성 물질을 각종 chromatography를 실시하여 두개의 물질을

순수분리 하여 구조동정을 한 결과, 첫 번째 물질은 분자량 [M+] 378로 (5Z, 9Z)- tetracos-5,9-dienoic acid였고, 두 번째 물질은 [M+] 392의 (5Z, 9Z)-hexacos-5,9- dienoic acid 였다. (5Z, 9Z)-tetracos-5,9-dienoic acid는 aspirin과 항혈전활성의 비교검정에서 2,800배 이상의 활성을 보였으며, (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid는 4,000배 이상의 높은 활성을 보였다. 서사향을 이용한 항혈전제 등의 의약품개발 가능성은 아주 높다고 판단되어진다.

모피 채취시기에 따른 특성조사에 의해 최적 모피 채취시기 설정하였고, 모피 박피방법과 모피가공 공정을 확립하였으며, 모피 열전달특성 실험에 의해 모피 채취시기에 따른 보온성 비교를 실시하였다. 얻어진 모피를 이용한 사향쥐 모피제품의 디자인과 모피 상품을 개발하였으며, Musk-rat 꼬리 힘줄의 아미노산 분석을 통하여 식품 또는 의료용의 봉합사나 약품의 재료로의 사용 가능성 발견하였다.

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

### 1. 특허출원

#### 1) 항혈전 물질 PCT 출원

##### 가) 발명의 명칭

영문 : A Method for Preparing Materials Having Antithrombotic Activity  
from Muskrat Musk and Materials Obtained from the Method

##### 나) 출원번호

PCT/KR2007/006583(우선권번호: KR 10-2006-0129064)

##### 다) 출원일자

2007. 12. 17(우선권일자: 2006. 12. 16)

#### 2) 향균과 살충물질 PCT 출원

##### 가) 발명의 명칭

영문 : Antibiotic and Insect Composition Including Antibiotics As  
Effective Components Extracted from Muskrat Excrement

##### 나) 출원번호

PCT/KR2007/006584(우선권번호: KR 10-2006-0129063)

##### 다) 출원일자

2007. 12. 17(우선권일자: 2006. 12. 16)

#### 3) 서사향 품질 검정법 PCT 출원

##### 가) 발명의 명칭

영문 : Quality Determination Method of Muskrat Musk Obtained from  
Muskrat

##### 나) 출원번호

PCT/KR2007/006585(우선권번호: KR 10-2006-0129062)

##### 다) 출원일자

2007. 12. 17(우선권일자: 2006. 12. 16)

#### 4) 서사향 정제법 특허 출원

##### 가) 발명의 명칭

국문: 머스크랫으로부터 채취된 서사향의 품질개선용 정제 방법

영문 : A method of purification for improving quality of musk obtained  
from *Ondatra ziberthicus*

##### 나) 출원번호

10-2009-0006067

다) 출원일자

2007. 01. 23.

## 2. 기술개발

- 1) 사향쥐의 번식기술 개발
- 2) 사향쥐의 대량사육 기술 및 시설 개발
- 3) 사향쥐의 체포법 및 체포기구 개발
- 4) 서사향의 추출·정제 및 농축방법의 개발
  - 서사향의 추출법 개발
  - 서사향의 향기성분 분리법 개발
  - 서사향 구성성분 분리·정제법 개발
- 5) 서사향의 생리활성 검정법 개발
  - 서사향의 항혈전활성 검정법 개발
  - 서사향의 항혈전물질 순수분리법 개발
- 6) 서사향의 분변의 생리활성
  - 항균 및 살충성분 개발
- 7) 서사향의 품질검정법 개발
- 8) 사향쥐의 모피가공 기술 개발

## 3. ICID(국제화장품원료집)에 등재

PCPC file No. 18230

INCI name : Muskrat Musk

Trade Name : R-Musk

INCI date : 2008. 4. 4.

## 4. 성과활용 계획

- ▶ 본 연구를 통하여 습득, 정리된 자료와 기술을 활용하여 지속적으로 사향쥐 사육농가 및 농민, 생산자 단체를 대상으로 기술교육을 실시할 예정이고, 현장에서의 애로점을 자문, 해결해주는 역할을 수행한다.
- ▶ 이미 사육농가들과 네트워크를 형성하였으며, 우선적으로 번식과 사육에 대한 기술을 집중적으로 보급하고, 사향쥐의 개체수가 늘어나면 고기와 모피의 가공기술을 교육할 계획이다.
- ▶ 협력업체인 주식회사 사향나라와 협조하여 지속적인 연구를 수행함으로써 향후 더욱 발전되고 효율적인 사육시설과 번식기술을 확립하여 나아갈 예정이다.

- ▶ 미국의 ICID(화장품원료고시)에 서사향을 등록시키는데 성공하였으며, 국내에서도 서사향을 의약품의 원료로 고시하도록 노력하여, 신약의 개발이 가능하도록 할 예정이다.
- ▶ 신물질 (5E,9E)-tetracos-5,9-dienoic acid와 (5Z,9Z)-hexacos-5-9-dienoic acid를 활용하여 한의약계와 양의약계의 연구진들과 약효의 검증 및 치료 기술을 개발하는 사업을 진행할 계획을 준비중이다.
- ▶ 사향쥐의 개체수가 증가한 이후는 모피가공업체와 협력하여 제품생산을 추진한다.
- ▶ 서사향은 사향과 영묘향의 주 물질을 함유하고 있으므로 국내의 화장품과 향수 제조회사들과 연계하여 기능성 화장품과 향수개발에 활용한다.
- ▶ 특허출원한 서사향의 정제법을 이용하여 의약품과 향장품의 목적성분을 공급하게 산업현장에 활용한다.
- ▶ 사향쥐의 체포기구와 서사향 채취기구는 특허 또는 실용신안을 신청하고, 모든 연구의 결과는 학회에 논문을 투고함으로써 검증을 받을 예정이다.

## SUMMARY

We were conducted to observe the reproductive organs of male or female musk rats to improve the reproductive performance of musk rat in Korea. The structure of the reproductive organ in male rat is composed to the testis, seminal duct, penis, fore skin and para-reproductive gland. In addition the musk was secreted from a musk vesicle parted right and left. The reproductive organs in female rat were composed to the ovary, oviduct, cervix and vaginal region. In addition, we observed the development of testis and seminal vesicle gland on a breeding season and the shrinkage of its size or function on a non breeding season.

In particular the weight of a musk vesicle was increased to June and gradually decreased. A survival rate was 56.0% and the reproductive performance was 61.2% after rearing on farm. A breeding season of musk rat was observed from May to August and the parturition was concentrated on May and June. The interval of parturition was 55.8 days and the female musk rats had the 6-17 young musk rats for one year. The survival rate of young was 54.6%. As a result of this study we made the "breeding guide book for musk rat"

We made optimal place, feed and management technique manual base on the data which was the behavior, life environment and feeding behavior of muskrat observed and examined. Those technique manual was use to spread the information how to feed muskrat for muskrat farmers. We fixed management technique of muskrat base on muskrat behavior and introduced optimal feed and grass resource for digestive organs of muskrat base on identification of intestinal microorganism of muskrat.

Changes of muskrat's secreting gland related to reproductive season or not was identified. We built up the method to capture muskrat for musk, tools for safety catch muskrat, manual to compress secreting gland of muskrat for musk. If muskrat farmer use those tools to obtain musk, he will finish all his work without anyone help.

The physio-chemical property test - proximate composition, pH, meat color, free amino acids, fatty acids, water-salt soluble protein, VBN and TBARS - of muskrat meat was conducted to investigate the using possibility of new meat resource. From muskrat meat appears water content more highly other meat and the meat is soft and tenderness good appears, the microelement contains Fe most plentifully. Was Ca, K, P and Mg order after words that. pH change to be

higher the beef becomes the red where the meat color is deeper and the beef the red meat rather the chicken meat which is white meat last pH of the turkey meat and similar, appeared. Meat color of the muskrat meat in refrigeration storage period the beef tenderloin and was brighter the pork lampwick, was deep formed red. VBN changes immediately after slaughter being 8.97mg%, store 8th presented 20mg% and the putrefaction smell was born. TBARS changes immediately after slaughter being 0.09 mg MA/kg and suddenly increase and with 0.84mg MA/kg by elapsing in storage period and a rancidity smell to store 15th appear feel was.

Purification components of muskrat musk and screening of anticoagulant compounds was conducted to investigate the using possibility of new musk resource from muskrat.

The proximate composition of muskrat musk were water 8.46%, crude fat 87.0%, ash 0.01%, total carbohydrate 0.024% and crude protein 1%. We used four kinds of dissolvent such as ethanol, ethylacetate, hexane and H<sub>2</sub>O and obtained ethanol extracts 15.4%, ethylacetate extracts 83%, hexane extracts 0.3% and H<sub>2</sub>O extracts 1.3% from muskrat musk. Main ingredients in muskrat musk were found in both deer musk and civetone(cat musk) and major aromar component in muskrat musk were normuscene 0.56%, dihydrocivetone 0.83% and civetone 0.15%. There were purified several materials such as normuscene, muscone, civetone, dihydrocivetone and dihydrocivetol from muskrat musk.

The antithrombotic activity of musk extracted from the musk rats was examined using various chromatography, and two purified materials were isolated. The first material was identified as (5Z, 9Z)-tetracos-5,9-dienoic acid of which molecular weight was 378. Another material was identified as (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid whose molecular weight was 392.

According to the results of the antithrombotic activity test comparing aspirin, the activity of (5Z, 9Z)-tetracos-5,9-dienoic acid and (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid showed 2,800 and 4,000 times higher than that of aspirin, respectively. Therefore, it consumed that the possibilities of musk extracted from the musk rats using as a medicine, such as antithrombotic agent, should be high.

According to the characteristic survey by the fur collecting period, the optimal collecting period, the method of skin peeling and fur processing were respectively established. The comparison test of heat insulation according to the experiment of heat transfer characteristics of fur was conducted. New design for the furs and products using musk rats were newly developed, and also found

the possibilities of the rat tail tendon using as food source, medical stitching fiber or medical raw material by amino acid analysis of the tail tendon.

# CONTENTS

Chapter 1. Introduction .....	27
1. Object of developmental research .....	27
2. Necessity of developmental research .....	29
3. Goal and content of research .....	33
Chapter 2. Current status of technique .....	36
Chapter 3. Research contents and result .....	38
Section 1. Development of reproductive technique for muskrat .....	38
1. Introduction .....	38
2. Material and Methods .....	38
3. Results and discussion .....	38
3-1. Anatomic observation of reproductive organs .....	40
1) Male reproductive organs .....	40
2) Female reproductive organs .....	40
3-2. Establishment of the model of muskrat's reproductive organ .....	47
3-3. Changes of muskrat's reproductive organ related to season .....	48
3-4. Sperm production in male muskrat .....	51
3-5. Reproductive performance in female muskrat .....	52
3-6. Establishment of reproduction strategy .....	56
3-7. Establishment of reproductive system for muskrat .....	57
Section 2. A guide book for muskrat reproduction .....	58
1. Structure and function of reproductive organ .....	58
2. Reproductive physiology of muskrat .....	60
3. Breeding season of muskrat .....	64
4. Reproductive strategy of muskrat .....	65
(1) Distinction of male and female .....	65
(2) Puberty and estrus cycle .....	67
5. Reproduction management of muskrat .....	68
(1) Estrus and mating .....	68
(2) Pregnancy, parturition and nursing .....	69
(3) Relationship between parents and a litter .....	71
(4) Selection of breeding muskrats and their mating .....	73

(5) Management of pregnant female muskrat .....	74
(6) Management of muskrat at parturition .....	75
6. A plan for improvement of reproductivity .....	76
7. General discussion and summary .....	78
Section 3. Introduction of musk rat .....	80
1. Ecological characteristic of musk rat .....	80
2. The body of musk rat .....	80
3. Life environment of musk rat .....	81
4. Behavior of musk rat .....	82
5. Feeding behavior .....	83
6. Breeding habit .....	84
7. Transport or moving attention items .....	86
Section 4. The digestive organs of musk rat .....	86
1. Change in life environment .....	86
2. Change in behavior .....	88
3. Change in feeding behavior .....	88
4. The digestive organs .....	89
5. Identification of intestinal microorganism .....	91
6. Nutritional metabolism and characteristic .....	99
7. Feed and processing .....	100
Section 5. The management of musk rat .....	102
1. Basic requirement for management .....	102
2. Development of breeding equipment .....	103
3. A observation of musk rat for optimal place .....	104
4. The management for winter season .....	105
5. The breeding place and cave facility .....	107
Section 6. The methods to obtain muskrat musk .....	110
1. Secreting gland of musk .....	110
2. The methods to compress secreting gland .....	111
3. The methods to capture muskrat .....	112
Section 7. The physio-chemical properties of muskrat meat .....	116
I . Introduction .....	116
II . Material and Methods .....	118

III. Results .....	123
IV. Abstract .....	137
Section 8. Purification components of muskrat musk and screening of anticoagulant compounds .....	139
1. Introduction .....	139
2. Material and Methods .....	144
3. Results .....	158
4. Abstract .....	194
Section 9. Effects of muskrat musk extract on blood flow .....	196
Section 10. Effects of muskrat musk extract on obese cell .....	201
Section 11. Musk-rat fur finishing process .....	204
1. The time to obtain musk-rat fur and skinning methods .....	204
2. Musk-rat fur dressing .....	205
3. Musk-rat fur dyeing .....	208
4. Thermal transmission properties of musk-rat fur .....	209
Section 12. Musk-rat fur products .....	213
1. The analysis of cause poor quality during fur process .....	213
2. The design and products of Musk-rat fur .....	213
3. Amino acids composition of musk-rat tail .....	216
Chapter 4. Achievements and Contribution of the Study .....	219
Chapter 5. Application plan of results .....	220
Chapter 6. Collection of foreign technique information .....	223
Chapter 7. References .....	225

# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 .....	27
1.	연구개발의 목적 .....	27
2.	연구개발의 필요성 .....	29
3.	연구개발의 내용 및 범위 .....	33
제 2 장	국내외 기술개발 현황 .....	36
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과 .....	38
제 1절	사향쥐의 번식효율 향상 기술 개발 .....	38
1.	서언 .....	38
2.	연구 수행의 방법 .....	38
3.	연구 수행의 내용 .....	38
3-1.	생식기관의 해부학적 관찰 .....	40
1)	수컷 생식기관 .....	40
2)	암컷 생식기관 .....	40
3-2.	사향쥐 생식기 표준모형 설정 .....	47
3-3.	사향쥐 생식기의 계절별 변화 .....	48
3-4.	수컷의 조정능력 .....	51
3-5.	사향쥐 번식능력 .....	52
3-6.	사향쥐의 번식지표 설정 .....	56
3-7.	사향쥐 번식기술 체계 정립 .....	57
제 2절	머스크랫(사향쥐)의 번식기술 지침서 .....	58
1.	생식기의 구조와 기능 .....	58
2.	머스크랫의 번식 생리 .....	60
3.	머스크랫의 번식 계절 .....	64
4.	머스크랫의 번식지표 .....	65
(1)	암수의 구별 .....	65
(2)	성성숙과 성주기 .....	67
5.	머스크랫의 번식관리 .....	68
(1)	발정과 교배 .....	68
(2)	임신과 분만 및 포육 .....	69
(3)	부모와 새끼의 관계 .....	71

(4) 종서 고르기 및 배우자 조합 .....	73
(5) 임신 중의 관리 .....	74
(6) 분만 전 후의 관리 .....	75
6. 번식능력 제고 방안 .....	76
7. 종합논의 및 결과요약 .....	78
제3절 사향쥐(Musk Rat)의 소개 .....	80
1. 사향쥐의 생태적 특성 .....	80
2. 사향쥐의 체형 .....	80
3. 사향쥐의 생활환경 .....	81
4. 사향쥐의 활동 .....	82
5. 식성 .....	83
6. 번식습성 .....	84
7. 수송 및 이동시 주의사항 .....	86
제 4절 사향쥐의 소화기관 .....	86
1. 생활환경의 변화 .....	86
2. 습성의 변화 .....	88
3. 식성의 변화 .....	88
4. 소화기관 .....	89
5. 장내 미생물 조사 .....	91
6. 영양대사와 특징 .....	99
7. 사료와 가공 .....	100
제 5절 사향쥐의 사육 관리 .....	102
1. 사육관리의 기본 요구 .....	102
2. 사육시설 개발 .....	103
3. 적정한 사향쥐의 필요공간 조사 .....	104
4. 겨울철의 사육관리 .....	105
5. 기르는 장소와 굴 설비 .....	107
제 6절 사향쥐의 사향 채취방법 .....	110
1. 서사향의 분비선 .....	110
2. 사향낭의 압박 방법 .....	111
3. 사향채취시 사향쥐의 체포법 .....	112
제 7절 사향쥐육의 이화학적 성질 조사 .....	116
I. 서론 .....	116

II. 재료 및 방법 .....	118
III. 결과 및 고찰 .....	123
IV. 요약 .....	137
제 8절 서사향 구성성분 분리정제 확립과 항혈전 물질 동정 .....	139
1. 서언 .....	139
2. 연구방법 및 내용 .....	144
3. 연구결과 .....	158
4. 요약 .....	194
제 9절 서사향 추출물의 뇌혈류 개선 효과 .....	196
제 10절 서사향이 비만세포에 미치는 영향 .....	201
제 11 절 Musk-rat 모피가공처리 .....	204
1. 모피 채취 시기 및 박피방법 .....	204
2. 모피 Dressing(가공) .....	205
3. 염색(Dyeing) .....	208
4. 열전달특성 실험방법 .....	209
제 12절 Musk-rat 모피 가공 제품 .....	213
1. Musk-rat 모피가공시 불량발생 원인 분석 .....	213
2. Musk-rat 모피제품 디자인 및 상품화 .....	213
3. Musk-rat 꼬리 힘줄 아미노산 분석 .....	216
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	219
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 .....	220
제 1절 기대효과 .....	220
제 2절 활용방안 .....	221
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	223
제 7 장 참고문헌 .....	225

## 표 목 차

Table 1-1. 사향쥐의 정소와 정소상체의 크기 .....	42
Table 1-2. 사향쥐 정관과 정낭선의 크기 .....	42
Table 1-3. 사향쥐 요도부의 크기 .....	43
Table 1-4. 수컷 배설기관의 크기 .....	44
Table 1-5. 사향냥의 크기 .....	44
Table 1-6. 사향쥐 난소와 난관의 크기 .....	46
Table 1-7. 암컷 생식도관의 크기 .....	46
Table 1-8. 암컷 배설기관의 크기 .....	46
Table 1-9. 정소와 정소상체의 계절별 발달 비교 .....	48
Table 1-10. 정관, 정낭선의 계절별 발달 비교 .....	49
Table 1-11. 골반요도부, 음경요도부의 계절별 발달 비교 .....	49
Table 1-12. 사향냥의 계절별 발달 비교 .....	50
Table 1-13. 정소와 정소상체 내 정자 수 .....	51
Table 1-14. 사향쥐 폐사율과 생존율 .....	52
Table 1-15. 종서의 번식실태 .....	53
Table 1-16. 사향쥐 월별 번식 상황 .....	53
Table 1-17. 첫 분만 시기 별 번식회수 .....	54
Table 1-18. 산차 별 한배새끼수와 분만간격 .....	54
Table 1-19. 사향쥐의 복당 산자수 .....	55
Table 1-20. 번식형태별 산자생산능력(두) .....	55
Table 1-21. 사향쥐의 육성을 .....	56
Table 4-1. The number of microflora population in the gastrointestinal tract (small intestine, Stomach and caecum) of muskrat (Log <sub>10</sub> cfu/g contents) .....	94
Table 4-2. Profiles of anaerobic fungal colonies isolated from the gut (smallintestine, stomach and caecum) of muskrat .....	95
Table 4-3. Profiles of anaerobic bacteria colonies isolated from the gut (small intestine, stomach and caecum) of muskrat .....	96
Table 4-4. Enzyme activity of anaerobic fungi isolated from the gut (small intestine, stomach and caecum) of muskrat .....	97

Table 4-5. Enzyme activity of anaerobic bacteria isolated from the gut (smallintestine, stomach and caecum) of muskrat .....	98
Table 4-6. 사료 성분표 .....	99
Table 4-7. 사료 배합 예 .....	100
Table 6-1. 서사향의 채취량 .....	111
Table 7-1. GC condition for analysis of fatty acids compositions .....	120
Table 7-2. The proximate composition of Beef, pork and muskrat loin (%) .....	123
Table 7-3. The minerals composition of Beef, pork and muskrat loin (ppm/mg) .....	123
Table 7-4. Changes in pH of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C .....	124
Table 7-5. Changes in meat color of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C .....	125
Table 7-6. The fatty acids composition of Beef, pork and muskrat loin ...	128
Table 7-7. Changes in water soluble protein of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C (mg/g) .....	130
Table 7-8. Changes in salt soluble protein of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C (mg/g) .....	131
Table 7-9. Changes in VBN of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C(mg%) .....	131
Table 7-10. Changes in TBARS of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1°C(mg/kg) .....	133
Table 7-11. Correlations coefficients between quality parameters of the Meats storage at 4±1°C .....	135
Table 8-1. Comparison of musk deer musk and muskrat musk .....	140
Table 8-2. GC/MS spectrum analysis conditions .....	146
Table 8-3. Proximate composition of muskrat musk(% , n=3) .....	158
Table 8-4. Yield of solvent extracts from muskrat musk .....	161
Table 8-5. Volatile components identified in the muskrat musk by GC/MS .....	166
Table 8-6. Antithrombus activity of the fractions separated by 1 <sup>st</sup> column chromatography from muskrat musk EtOH extract ...	181
Table 8-7. Antithrombus activity of the fractions separated by 2 <sup>nd</sup>	

column chromatography from group B1-5 .....	182
Table 8-8. Antithrombus activity of the fractions separated by 3rd column chromatography from group B2-6 .....	184
Table 11-1. Musk-Rat 가공 공정도 .....	206
Table 11-2. 사향쥐 모피의 Qmax조성 .....	210
Table 11-3. 사향쥐 모피의 열전도도 .....	211
Table 11-4. 사향쥐 모피의 보온성 .....	212
Table 12-1. 사향쥐꼬리 인대의 아미노산 조성 .....	216

## 그 립 목 차

Fig. 1-1. 수컷 생식기관 .....	40
Fig. 1-2. 정소와 정소상체 .....	40
Fig. 1-3 사향낭 모습 .....	41
Fig. 1-4 사향누출부위와 음경 .....	41
Fig. 1-5 사향낭 위치 .....	41
Fig. 1-6 사향낭과 음경 .....	43
Fig. 1-7 사향쥐 정낭선 .....	43
Fig. 2-1. 수컷의 생식기 구조 .....	58
Fig. 2-2. 암컷의 생식기 구조 .....	59
Fig. 2-3. 성 호르몬의 종류와 내분비기관 .....	61
Fig. 2-4. 암컷에서 성 호르몬의 작용기전 .....	62
Fig. 2-5. 수컷에서 성 호르몬의 작용기전 .....	63
Fig. 2-6. 동물 별 성주기 특징 .....	64
Fig. 2-7. 항문과 생식기간 거리 및 외음부 털 상태 비교 .....	66
Fig. 2-8. Muskrat 번식지표 .....	68
Fig. 2-9. 발정기 암컷의 외음부 .....	69
Fig. 2-10. 수컷의 음경 .....	69
Fig. 2-11. 물속에서 암수 유영 .....	69
Fig. 2-12. 임신과 분만 .....	71
Fig. 2-13. 새끼와 어미의 관계 .....	72
Fig. 2-14. 종서의 선정 .....	73
Fig. 2-15. 배우자 조합 .....	74
Fig. 2-16. 새끼관리의 요점 .....	76
Fig. 2-17. 번식의 효율화 방안 .....	78
Fig. 3-1. Muskrat .....	81
Fig. 3-2. Muskrat 사육시설 .....	82
Fig. 3-3. Muskrat is waiting for feeds on their feeding time .....	83
Fig. 3-4. 왕고들빼기 .....	84
Fig. 3-5. 버들강아지 .....	84
Fig. 3-6. 환삼덩굴 .....	84
Fig. 3-7. 갈대 .....	84

Fig. 3-8. 사향쥐의 새끼기르기 .....	85
Fig. 4-1. 야생 토굴식 사육사 .....	87
Fig. 4-2. 사향쥐의 치아 .....	89
Fig. 4-3. 사향쥐의 위 .....	89
Fig. 4-4. 사향쥐의 소화기 .....	99
Fig. 5-1. 사육시설 1안 .....	103
Fig. 5-2. 사육시설 2안 .....	103
Fig. 5-3. 사육시설 3안 .....	103
Fig. 5-4. 사육시설 4안 .....	104
Fig. 5-5. 사육시설 5안 .....	104
Fig. 5-6. 번식용 사육사 .....	105
Fig. 5-7. 새끼의 사육 관리 .....	107
Fig. 5-8. 야생토굴식 사육사 .....	109
Fig. 6-1. 서사향 분비구 .....	110
Fig. 6-2. 사향낭 .....	110
Fig. 6-3. 번식기의 사향낭 .....	110
Fig. 6-4. 비번식기의 사향낭 .....	110
Fig. 6-5. 사향낭의 압박 방법 .....	111
Fig. 6-6. 사향쥐의 치아 .....	112
Fig. 6-7. 농축한 사향과 채취한 원 사향 .....	112
Fig. 6-8. 사향쥐의 취식행동 및 치아형태 .....	113
Fig. 6-9. 고정틀을 이용한 체포법 .....	114
Fig. 6-10. 채취기구를 이용한 체포법 .....	114
Fig. 6-11. 체포용 집계를 이용한 체포법 .....	115
Fig. 7-1. Free Amino acid contents of muskrat meat and its comparison with other red meats. ....	127
Fig. 7-2. 사향서육 등심 .....	136
Fig. 7-3. 돼지 등심 .....	136
Fig. 7-4. 소 등심 .....	136
Fig. 7-5. 토끼 등심 .....	136
Fig. 8-1. Photogram of muskrat( <i>Ondatra zibethicus</i> ) .....	139
Fig. 8-2. Mechanism of blood coagulation and fibrinolysis .....	143
Fig. 8-3. Procedure of solution extract for muskrat .....	147

Fig. 8-4. SDE(simultaneous distillation and extraction) system .....	148
Fig. 8-5. Schemes of flavor compounds isolation from muskrat musk .....	149
Fig. 8-6. Separation and purification of dihydrocivetone from ethanol extract of muskrat musk .....	151
Fig. 8-7. Separation and purification of dihydrocivetol from ethanol extract of muskrat musk .....	152
Fig. 8-8. Method of anticoagulant effects .....	153
Fig. 8-9. Separation procedure of anticoagulant from muskrat musk .....	155
Fig. 8-10. Methylation process of isolated anticoagulante from muskrat musk .....	156
Fig. 8-11. GC spectrum of normuscone and muscone standard .....	159
Fig. 8-12. GC spectrum of muskdeer musk and muskrat musk .....	160
Fig. 8-13. GC chromatogram of muskrat musk analysis .....	162
Fig. 8-14. GC-MS spectrum of normuscone standard .....	163
Fig. 8-15. GC-MS spectrum of civetone standard .....	164
Fig. 8-16. GC chromatogram of ethanol extract from muskrat musk .....	165
Fig. 8-17. GC chromatogram of volatile compounds from muskrat musk by SDE method .....	166
Fig. 8-18. TLC patterns of subfractions by 1 <sup>st</sup> c.c of muskrat musk EtOH extract .....	167
Fig. 8-19. TLC patterns of M1-2 subfractions by 2 <sup>nd</sup> column chromatography .....	168
Fig. 8-20. TLC patterns of M2-3 fractionation by 3 <sup>rd</sup> column chromatography .....	169
Fig. 8-21. GC-MS spectrum of purified dihydrocivetone from muskrat musk. ....	170
Fig. 8-22. <sup>1</sup> H-NMR spectrum of dihydrocivetone .....	171
Fig. 8-23. <sup>13</sup> C-NMR spectrum of dihydrocivetone .....	171
Fig. 8-24. <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H COSY spectrum of dihydrocivetone .....	172
Fig. 8-25. Chemical structure of dihydrocivetone .....	172
Fig. 8-26. RP-TLC pattern of standard compounds and separated MC3-3 from muskrat musk .....	173
Fig. 8-27. GC-MS spectrum of purified M3-3-1 from muskrat musk .....	174

Fig. 8-28. Chemical structure of normuscone .....	174
Fig. 8-29. GC-MS spectrum of purified M3-3-3 from muskrat musk .....	175
Fig. 8-30. Chemical structure of civetone .....	175
Fig. 8-31. TLC patterns of subfractions purified dihydrocivetol by 2 <sup>nd</sup> c.c of muskrat musk .....	176
Fig. 8-32. TLC patterns of purified dihydrocivetol from muskrat musk .....	177
Fig. 8-33. GC/MS spectrum of purified dihydrocivetol from muskrat musk.	178
Fig. 8-34. NMR spectrum of dihydrocivetol .....	179
Fig. 8-35. Chemical structure of dihydrocivetol .....	180
Fig. 8-36. TLC patterns of subfractions by 1 <sup>st</sup> c.c from muskrat musk EtOH extract .....	180
Fig. 8-37. TLC patterns of subfractions by 2 <sup>nd</sup> c.c from group B1-5. A: UV-short wave, B: UV-long wave, C; 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	183
Fig. 8-38. TLC patterns of subfractions by 3 <sup>rd</sup> column chromatography from group B2-6 .....	185
Fig. 8-39. TLC patterns of purified anticoagulant I and II .....	185
Fig. 8-40. EI/MS spectrum of purified BC3-4 compound from muskrat musk. ....	185
Fig. 8-41. NMR spectrum of BC3-4 compound. ....	186
Fig. 8-42. EI/MS spectrum of purified BC3-5 compound from muskrat musk. ....	187
Fig. 8-43. NMR spectrum of BC3-5 compound. ....	188
Fig. 8-44. Comparison for TLC pattern of oleic acid and B3-5. ....	189
Fig. 8-45. GC/MS spectrum after methylation of anticoagulant BC3-4 .....	190
Fig. 8-46. Chemical structure of anticoagulant BC3-4 .....	190
Fig. 8-47. GC/MS spectrum after methylation of anticoagulant BC3-5.....	191
Fig. 8-48. Chemical structure of anticoagulant BC3-5. ....	193
Fig. 8-49. Anticoagulant activity of purified BC3-4 and BC3-5. ....	198
Fig. 9-1. Time-course effect of SA1 on mean arterial blood pressure (MABP) in mice. The numbers in parentheses indicate the numbers of animals. ....	198
Fig. 9-2. Time-course effect of SA2 on mean arterial blood pressure (MABP) in mice. ....	198

Fig. 9-3. Time-course effect of SA1 on regional cerebral blood flow (rCBF) in mice. ....	199
Fig. 9-4. Time-course effect of SA2 on regional cerebral blood flow (rCBF) in mice. ....	199
Fig. 9-5. Effect of SA1 on cerebral infarct area in mice. ....	199
Fig. 9-6. Effect of SA1 on cerebral infarct volume in mice. ....	199
Fig. 9-7. Effect of SA2 on cerebral infarct area in mice. ....	200
Fig. 9-8. Effect of SA2 on cerebral infarct volume in mice. ....	200
Fig. 10-1. RBL-2H3 비만세포의 생존률에 미치는 영향 .....	201
Fig. 10-2. 알레르기 발생 기전 .....	201
Fig. 10-3. 비만세포 탈과립에 의한 $\beta$ -Hexosaminidase의 유출에 대한 저해효과 .....	202
Fig. 10-4. Mast cell release mediator mRNA expression .....	203
Fig. 11-1. 통박법 .....	204
Fig. 11-2. 평박법 .....	204
Fig. 12-1. 반코트 I .....	213
Fig. 12-2 반코트 II .....	213
Fig. 12-3. 목도리 I .....	214
Fig. 12-4. 목도리 II .....	214
Fig. 12-5. 솔 .....	214
Fig. 12-6. 핸드폰 캡 .....	214
Fig. 12-7. 골프채 캡 I .....	214
Fig. 12-8. 골프채 캡 II .....	214
Fig. 12-9. 조끼 I 앞면 .....	215
Fig. 12-10. 조끼 I 뒷면 .....	215
Fig. 12-11. 조끼 II 앞면 .....	215
Fig. 12-12. 조끼 II 뒷면 .....	215
Fig. 12-13. 모자 I .....	215
Fig. 12-14. 모자 II .....	215

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 1. 연구개발의 목적

지난 수년전부터 우리나라 축산환경과 여건은 해가 갈수록 더욱 어려움이 가중되고 있다. 세계무역기구/도하개발아젠다협상(WTO/DDA)과 자유무역협정(FTA) 등의 국제적 대세의 흐름에 따라 축산물 수입개방의 압력은 더욱 거세지고 있어서 국내의 축산여건은 더욱 악화되고 있으며, 최근에는 여기에 겹쳐 각종의 신형 전염병의 발생으로 막대한 경제적 손실이 발생하였고, 축산물 수출 중단 및 소비자 불안감이 증대되어 축산물의 소비위축, 축산물 수급 불안정과 과잉생산에 따른 경영악화와 축산물 가격하락과 국제경쟁력 약화 등으로 축산산업 전반의 불안감과 위기감이 더욱 증폭되고 있으며, 나아가 축산기반의 붕괴 우려와 축산업의 장래마저 불투명하게 하는 매우 걱정스런 여건들이 계속되고 있다.

이러한 위기들을 극복하고 축산업에 활기를 불어 넣을 수 있는 방안의 하나로서 새로운 동물자원의 개발은 절실하다고 할 수 있다. 이미 기존의 가축들(소, 돼지, 닭)의 생산과 소비는 한계에 이르렀고, 안정기에 접어들어 있어서 축산업의 새로운 도약을 위해서는 새롭고, 경제성이 높은 동물자원의 개발과 생산, 가공, 유통구조의 개발이 축산업 전반에 큰 전기를 마련해 줄 것으로 기대된다.

새로운 축산 동물자원으로서의 사향쥐는 개발의 소지가 대단히 많은 동물이다. 국제적으로 사향의 수요가 증가하고 있고, 그 이용의 범위도 의약품뿐만 아니라 각종의 향을 개발하는데 사용되고 있으며, 그 가치도 대단히 높다. 그러나, 사향의 생산은 대단히 제한적이어서 이미 국제적으로 멸종동물(CITES)로 분류되어 있는 사향노루(1급 보호동물), 사향고양이 등의 희귀동물에서만 얻을 수 있고, 그 생산량도 매우 적다. 국내에서는 의약품으로 사향을 주로 이용하고 있으며, 전량을 수입에 의존하고 있고, 고가인데다가 국제적으로 유통되는 사향의 품질과 진위에 대한 검증이 어려워져 이에 대한 다툼이 많이 발생하고 있다. 사향의 수급이 불안정함으로 인해서 몇 년전에 산업자원부에서 지원한 연구에서 인공합성 사향개발에 성공하였으나 인공사향을 이용하는 제약회사와 천연사향을 사용하는 제약회사간의 법정소송이 발생하기도 하였고, 2005년에 미국에서는 인공사향이 환경물질을 함유하고 있어서 인체에 악영향을 미친다는 연구가 보고되어 인공사향의 사용에 대한 논란이 일기도 하였다.

천연 사향은 워낙 고가이면서 얻을 수 있는 동물 자원이 한정되어 있어서 고가의 제품이나 최고급 의약품에만 한정적으로 이용되고 있으나, 대부분의 사향 사용 제품에는 인공합성 사향이 사용되고 있다. 세계적으로 사용되는 인공합성사향의 종류는 다양하고, 현재 많이 사용되고 있지만 공식적인 중요보고서에는 정확한 양이 보고된 바는 없고, 대략적으로 1999년에 세계적으로 사용된 인공합성사향의 양은 6,000톤으로 추정되며(Shinsuke, 2005), 현재는 약 8,000톤정도 생산 이용되는 것으로 추정된다. 인공합성사향은 수많은 향수성 제품으로 개발되었는데, 예를 들

어 향수, 비누, 바디로션, 청정제, 섬유 유연제, 세탁세제, 식품첨가물 그리고 물고기 미끼에도 사용된다(Rimkus, 1999; Schmeiser 등, 2001).

1900년경 처음으로 인공사향(nitro-musk)이 개발되었고, 1950년경에 polycyclic musk향이 개발되어 polycyclic musk는 현재 사용량이 증가하고 있고, nitro-musk는 사용량이 감소하고 있다.(Peck과 Hornbuckle, 2004) nitro-musk에 비해서 polycyclic musk는 독성이 매우 적다고 보고되었으나(Mersh-Sundermann 등, 1998; Lieble 등, 2000), 최근 수십 년간 polycyclic musk가 여성호르몬인 estrogen의 활성화에 관계가 있다는 논문이 보고되고 있다(Bitsh 등, 2002; Schreurs 등, 2002). 두 종류의 인공사향 모두 동물체의 지방조직에서 호지성과 난분해성이 있고(Yamagishi 등, 1981; Eschke 등, 1994; Rimkus와 Wolf, 1995; Fromme 등, 1999; Gatermann 등, 2002), 수생생태계에서는 생물학적 축적이 발견되고 있으며 인체 내의 지방조직과 모유에서 발견되고 있다(Liebl과 Ehrenstorfer, 1993; Rimkus 등, 1994; Eschke 등, 1995; Muller 등, 1996; Kafferlein 등, 1998; Liebl 등, 2000).

인공합성 사향의 유해성에 대해 흰쥐에서의 신경계 독성과 수컷 흰쥐의 고환위축(Ford 등, 1990) 및 DNA손상에 영향을 미치고 번식장애를 일으킨다고(Eisenhardt 등, 2001)알려져 있고, polycyclic계열의 향기성분들은 돌연변이 발생 등의 악영향을 미친다고 하였으며(Mersch-Sundermann 등, 2001), 인공합성사향에 고농도로 노출된 조직에서는 손상 받은 estrogen효과가 관찰되었고, 매우 낮은 농도에 노출된 조직에서는 항estrogen 활성이 발견되었으며, cell line과 ER 아류형에 따라서 이러한 estrogen과 항estrogen 반응이 나타났다고(Schreurs 등, 2002) 보고하였다. 심지어는 인간의 유방암 조직에서 estrogen receptors(ERs)와 결합할 수 있고, 몇몇 종류의 인공합성사향은 광범위한 인체전달물질의 활성을 저해한다고 보고(Luckenbach와 Epel, 2005) 되었다. 대표적 합성사향인 musk ambrette은 인체 내에서의 잠재적 감광성(Cronin, 1984; Parker 등, 1986)으로 인해서 유럽에서 사용이 규제되다가 결국에는 1995년부터 사용이 금지되었다(European Commission, 1995).

1981년에 처음으로 도쿄의 Tama강에 사는 물고기 조직에서 musk xylene과 musk ketone이 발견되었고(Yamagishi 등, 1981), 몇 년뒤 같은 강에 사는 모든 생물에서 발견되었다(Yamagishi 등, 1983). 인공합성사향은 염소계 화학물질과 비슷하게 다양한 종류의 반응이 나타나며, 높은 Kow지수(90%이상 시장을 점유하고 있는 HHCB(5.9)와 ANTN(5.7))로 인해서 지방이 풍부한 조직에서 높은 축적률을 나타내며, 해양포유류의 지방에서 높게 나타나고 있다. 미국에서는 인공합성사향이 가정폐수 등의 유입으로 계류, 강, 호수에 다량 축적되어 있고, 이를 농업용수로 이용함으로써 농업토양에 축적될 위험이 있다(US EPA, 2000)고 보고된 바 있다.

약 100여년간 이용되어온 합성사향의 축적은 강계의 하층토사 50cm에서도 발견

되어(Yamagishi 등, 1983) 차세대 환경오염 물질로 주목받고 있다. 사향의 수요는 증가하고 있고, 고급화를 추구하고 있으나, 사향의 생산 동물은 CITES의 협약으로 더욱 엄격하게 규제가 강화되고 있고, 합성사향의 부작용에 대해서 부정적 보고가 증가하고 있어서 향후 새로운 사향의 공급원을 필요로 할 것으로 예상된다.

사향쥐를 축산 동물자원으로 개발이 가능하게 되면, 고부가가치를 갖는 가축으로서 사육농가에서 호응도도 높을 것으로 예상되며, 현재의 어려운 축산의 여건을 타개하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다. 또한, 사향을 국내에서 생산하게 되면 수입 대체효과도 뛰어나고, 향후 국제적으로 사향을 향수, 화장품 및 의약품의 원료로서 대규모 수출도 가능하며, 부가적으로 생산되는 모피와 기타 부산물들의 수출도 기대할 수 있다.

어려운 여건의 축산업계와 축산농가에 새로운 형태의 고부가가치의 동물인 사향쥐를 가축화하는데 필요한 기초 자료를 제시하고, 사향쥐의 집단사육 및 번식 방법을 연구하여 사육지침 지침서를 개발·보급하며, 사향쥐의 이용성을 높이기 위한 방법을 모색하기 위하여 연구를 수행하였다.

## 2. 연구개발의 필요성

### 1) 경제·산업적 측면

- 기존의 가축을 이용하는 축산이 여러 가지의 어려운 여건으로 어려움에 처한 현재 새로운 동물자원의 개발이 절실하다.



- 새로운 축산동물의 개발은 그와 관련된 산업 즉, 축사건설, 사료산업, 가공산업 등 타산업의 수요를 창출하게 됨으로서 산업계에 활기를 불어 넣을 수 있는 계기가 필요하다.
- 사향쥐에 대한 연구는 동물학자들의 관찰과 야생동물로서의 연구가 진행되어 있고, 최근에는 환경오염의 척도로서 개체량을 파악하는 정도여서 인공 사육에 대한 기술의 축적은 물론 경제동물로서 이용을 시도한 바 없다.

- 사향은 대단히 고가이고, 전량 수입되고 있으므로 진위에 대한 불신이 만연하여 있는 상태로 새로운 사향생산자원의 개발이 절실하다. 제시된 사진은 세관에서 수입된 사향의 검사를 하는 모습으로 사진에 나와 있는 사향의 가격은 한화로 약 8,000만원 정도가 될 정도로 대단히 고가의 약재이다.



**Smuggled musk:** A customs official at Incheon International Airport looks at musk, the glandular sac of the musk deer, worth 80 million won (\$80,000) which an Uzbek traveler attempted to smuggle into Korea, Wednesday. Musk has been strictly banned from trading to save the endangered species.

- 세계적으로 사향쥐의 인공사육은 시도되고 있지 않으므로 절대 부족한 천연 사향의 수출을 가능케 할 수 있고, 사향의 주 생산국으로서의 위상을 차지할 수 있다. 인공합성사향은 세계 각국에서 한해 8,000 M/T 가량이 생산되고 있으므로 이를 일부 또는 전량 대체할 수 있다면 무한한 경제적 가치를 창출할 수 있을 것으로 예측된다.
- 약재와 향료로서의 사향의 이용성과 사용량은 증가하고 있으나, 생산량은 한계가 있어 국제적으로 생산량의 증가가 요구되고 있다.
- 인공합성사향은 환경호르몬 발생이 문제가 된다는 연구보고로 인해서 천연사향의 가치는 증대될 것으로 예측된다. 2005. 2. 그린피스에서 인공합성사향이 인간의 호르몬 분비를 저해한다고 이슈화한 바 있고, 미국 스탠퍼드대학 생물학과의 데이비드 에펠 교수·틸 루첸 박사 연구팀은 2005년 '환경보건 전망'誌(Environmental Health Perspectives) 1월호에 발표한 논문에서 화장품과 세제, 비누 등에 널리 사용되고 있는 합성사향(synthetic musks)이 면역계를 약화시켜 질병으로부터 인체를 보호하는 능력을 떨어뜨릴 수 있다는 보고를 한 바 있다.
- 사향쥐의 모피는 방수성이 우수하고, 광택이 좋고 부드럽고 질이 대단히 우수하여, 타 고급 모피를 생산하는 동물의 모피를 대체할 수 있어서, 국내 모피산업의 활성화를 기할 수 있다.



Muskrat(사향쥐)를 뜻하며 주로 plate로 된 상태로 수입하여 영국, 독일에서 이용된다. long hair 상태나 sheared된 상태로 각종 color로 염색을 하여 사용하며, 그냥 자연 무늬로 사용하기도 한다. 밍크의 모질과 비슷하나 밍크보다 훨씬 길고 윤기가 많이 나는 것이 특징이다.

- 사향의 약리성은 한의에서만 인정하여 왔으나 최근에는 양약에서도 그 약리성을 연구하고 있다. 이에 대한 구명은 향후 신약의 개발에 필요한 중요한 기초 자료가 될 수 있다.

## 2) 기술적 측면

- 사향은 고급의 약재이나 생산법에 대해서는 거의 알려져 있지 않고, 특히 사향노루의 사향을 주로 이용하고 있으나, 사향노루는 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora(CITES ;멸종 위기에 처한 동·식물의 국제 무역에 관한 조약; 일명 워싱턴 조약(Washington Convention))를 통하여 엄격하게 세계적 희귀동물로서 보호받고 있어서 도축을 통한 사향의 채취는 더욱 어려워질 전망이다. 따라서 사향노루를 대체할 수 있는 사향생산 동물의 개발은 무한한 경제적 가치를 창출할 수 있을 것으로 생각된다.
- 사향쥐는 국내에 서식하고 있지 않고, 중국과 북한의 두만강 유역과 북부 중앙아시아 그리고 북미지역에 약간 자생하고 있고, 야생동물로서 약간의 연구는 되어 있으나, 인위적 사양방법에 대한 연구는 시도된 바가 없으며, 국내에는 사향쥐에 대해서 옛 문헌에 약간 언급되어 있을 뿐 최근에 연구된 바는 전혀 없다.
- 사향쥐에 대한 연구는 동물학자들의 관찰과 야생동물로서의 연구가 진행되어 있고, 최근에는 환경오염의 척도로서 개체량을 파악하는 정도여서 인공 사육에 대한 기술의 축적은 없다.
- 사향쥐에 대해서 알려져 있지 않으므로 사육방법이나 인공사료, 번식법, 사향 채취방법 등 가축화에 필요한 제반 지식이 전무한 상태로 그에 대한 연구와 자료의 확보가 시급하다.
- 사향쥐 산업의 발전이 진행될 경우 사향쥐의 계통을 명확히 하지 않게 되면 근친교배는 물론이고, 혈통의 순수성과 잡종이 비정상적인 형태로 진행될 우려가 있으므로 사향쥐의 체계적인 혈통관리가 대단히 중요하다.

- 정확한 연구 결과는 없지만 사향쥐는 겨울철에 번식을 하지 않는 것으로 알려져 있어 계절번식하는 동물인지에 대한 확인이 필요하며, 계절적 원인인지 환경적 요인인지에 대한 연구가 필요하고, 사향쥐 번식의 효율성을 기하기 위해서는 사향쥐의 번식 패턴을 연구하여야 한다.
- 사향쥐의 가축화에 필요한 선결조건으로 인공사료의 개발은 필수불가결의 문제점으로 사향쥐의 습성과 생존 방식에 대한 연구가 없어서 이에 대한 연구가 선행되어야 하고 그에 따른 인공 배합사료가 만들어져야 한다.
- 사향쥐의 사육사는 일반 가축과는 확연히 구분되어야 하는데, 야생 상태에서 사향쥐는 물이 있어야 교미가 가능하다고 알려져 있기 때문이다. 따라서 집약적이고 집단적인 사향쥐의 사육을 위하여 사육사의 구조와 필요 면적, 조건 등을 고려한 사육사의 설계도면을 개발, 제작할 필요가 있다.
- 사향쥐의 사향은 하복부에 위치하는 사향낭에서 분비되고 있으며, 이를 채취하는 것이 주요 생산물이 됨으로 효과적인 사향의 채취법의 개발이 필요하고, 적정 채취시기, 채취 가능량, 채취주기, 연간 생산량 등을 파악함으로써 경제성을 제고시킬 수 있다.
- 사향쥐에서 채취된 사향의 성분을 분석하고, 사향노루의 사향과 대조하여 그 가치를 구명하는 작업이 필요하며, 원료로서의 가치를 파악하는 작업이 필요하다.
- 채취된 사향의 가치를 제고하기 위해서는 순도를 높이는 기술이 필요하므로, 효율적이면서도 쉬운 사향의 정제방법 개발이 절실하다.
- 사향쥐의 생산물은 사향을 제외하고도 가죽, 꼬리, 고기 등을 이용 가능함으로 이들 부산물에 대한 이용방법을 개발하여, 부가가치를 제고하도록 하여야 한다.

### 3) 사회 · 문화적 측면

- 사향은 고가이고 전량 수입에 의존함으로서 그 진위 여부를 항상 의심받고 있으나 국산화에 성공하게 되면 사향에 대한 불신감을 해소할 수 있다.
- 고급 한약재인 사향의 가격을 안정시킬 수 있게 되고, 국민들의 사향에 대한 요구를 충족시킬 수 있음은 물론 약효가 우수하고 가격이 저렴한 한약의 생산이 가능하다.
- 사향은 고급의 약재임과 동시에 고급의 향료 원료로 이용되므로 그 적용 범위가 넓어서 외화의 절감효과는 물론이고, 양질의 상품 생산을 기할 수 있다.
- 한국인의 응답과 사향에 대한 약재 선호도가 대단히 높아 국제적으로 많은 비난을 받고 있는데, 사향을 자체 생산함으로써 CITES를 준수하는 국가로서의 이미지 쇄신인 필요하다.

### 3. 연구개발의 내용 및 범위

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
1차년도	2006	○ 사향귀의 번식 생리 특성 파악	○ 성성숙과 번식 적령 구명 ○ 계절번식의 적기와 번식 효율의 구명	- 암컷의 성성숙기 조사 - 번식적령기 조사 - 암수 배웅방법과 특성조사 - 계절별 발정발현의 특성 조사 - 계절별 암수생식기 변화 조사 - 계절별 산자수와 육성율 조사 - 계절별 번식 빈도 조사
		○ 사향귀의 습성과 식성 파악	○ 사향귀의 생태적 특성 파악 ○ 사향귀의 행태 파악 ○ 사향귀의 먹이 기호성 파악	- 자연상태의 사향귀 거주지 설치 - VCR을 이용한 녹화 및 분석 - 다양한 먹거리 제공, 기호성 조사 - 성장기별 사향귀 형태 파악
		○ 사향귀의 사향의 분비시기 및 채취시기·간격파악	○ 사향귀의 사향 분비 시기 파악 ○ 사향 채취방법 개발 ○ 적적 채취시기 및 간격파악	- 사향 생성 개시 시기 조사 - 연령에 따른 사향 분비 조사 - 사향귀 채포법 및 파지법 개발 - 사향분비를 유도하는 맛사지법 개발 - 연간 사향 채취 횟수조사
		○ 서사향의 추출·정제 및 농축방법의 개발	○ 서사향의 추출 ○ 서사향 분리 시스템 확립	○ 서사향의 추출 - 추출 전처리법 확립 - 용매별 사향 추출능 조사 ○ 서사향 분리시스템 확립 - 컬럼과 LC 등을 이용 - 서사향의 QC법 확립
		○ 꼬리의 힘줄을 이용한 수술용 봉합사의 개발	○ 특성검사 ○ 적합한 가공방법 모색 ○ 가공방법에 따른 물성변화 조사 ○ 생체적합성 검사	- 물리적 안정성 검사 : 인장강도, 매듭안정성 - 시술편이성 검사 - 조직접합성 검사 : 항원실험 등에 의해 인체 피부조직과의 적합성 여부와 변이원성실험에 의해 변이여부 실시간 모니터링 - 급성독성, 세균독성 실험 : 외부조건에 따른 독성과 세균 감염여부 조사

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
2차년도	2007	○ 사향귀의 번식효율 향상기술 개발	○ 생식기의 해부학적 구조 구명 ○ 호르몬제를 이용한 번식능력 증진	- 암수동물 생식기의 해부학적 구조 조사 - 번식기와 비번식기의 생식기 상태 비교 - 암컷에 대한 다배란 처리 반응 조사 - 수컷의 정자수와 수정 능력 조사 - 수컷의 정소반응과 크기 조사
		○ 사향귀 인공사육사의 개발	○ 적절한 사향귀의 필요공간조사 ○ 사향귀의 인공사육사 개발	- 사향귀의 크기별 필요한 공간 조사 - 생태 조건을 구비한 사육시설 개발 - 사향귀의 행동범위 및 능력 조사
		○ 사향귀 사향의 채취도구 및 방법의 개발	○ 사향귀와 사육자의 안전에 필요한 도구의 개발 ○ 사향채취 효율을 높일 수 있는 방법 개발	- 사향귀의 입과 치아구조조사 - 사향귀의 공격성 조사 - 안전장비의 개발 - 사향귀 사향낭의 위치 및 구조조사 - 효과적 사향채집방법 개발 - 1회사향 채취량 조사
		○ 서사향 구조동정 및 생리활성 파악	○ 서사향 주요성분 구조동정 ○ 서사향 생리활성 조사	○ 서사향 주요성분 구조동정 - 유도체 분리 - 서사향의 구성성분 동정 - 노루사향과 비교 ○ 서사향의 기능성 - 서사향의 생리활성 검정 - 서사향의 신기능성 탐색
		○ 사향귀 모피의 가공 기술 개발	○ 임상실험 ○ 최적가공조건 확립 ○ 대량생산용 조건탐색 ○ 보존성 조사	- 동물실험 및 임상실험 : 5종류(100여마리) 동물들에 대해 체내흡수도, 흡수기간 동안 감염 등의 조직반응, 생분해성 여부 모니터링 - 효율적 힘줄 추출 방법 및 가공방법 모색 - 모피가공에 따른 특성 조사 : 색상과 광택, 보온성, 상품성

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
3차년도	2008	○ 사향쥐 번식기술 체계 확립	○ 영양개선에 의한 번식률 제고 ○ 번식기간 연장 방안 구축	- 영양수준에 따른 산자수와 육성을 조사 - 사료조절시 수컷의 정소 중량과 정자생산능력조사 - 광선조절시 번식생리에 대한 반응조사 - 번식기별 호르몬 수준 변화 조사
		○ 성장 단계별 인공 사료의 개발	○ 성장단계별 필요한 영양소의 조사 ○ 사육단계별 인공사료의 개발	- 성장단계별 생리적 특성 조사 - 필수영양소의 요구량 파악 - 육성기 사료의 개발 - 번식기 사료의 개발
		○ 사향쥐의 육류 자원으로의 이용 방안 개발	○ 육질 특성 구명 ○ 저장성 조사	- 도체율 조사 - 사향쥐고기의 일반성분분석 - 저장성 조사(TBA, VBN)
		○ 서사향 제품개발	○ 의약품 후보물질개발 ○ 천연 고급향 원료 개발	○ 의약품 후보물질개발 - 혈관질환개선제 원료로 개발 ○ 천연 고급향 개발 - 천연향원료로 개발 ○ 서사향의 순수품 개발
		○모피와 봉합사의 시제품 생산	○ 대량생산용 조건탐색 ○ 보존성 조사 ○ 모피 물성에 따른 용도개발	- 대량생산을 위한 설비 탐색 - 보존성 조사 : 동결 또는 상온에 따른 안정성 검사 - 포장재 선택 - 모피 물성에 맞는 용도개발

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### (1) 세계적 수준

개념정립 단계	√	기업화 단계		기술 안정화 단계	
---------	---	--------	--	-----------	--

### (2) 국내수준

서사향은 머스크랫 수컷의 향낭에서 분비되는 물질로서 4대 명향인 사향, 영묘향, 해리향, 용연향 개발 후에 발견된 새로운 천연 동물향료자원이다. 머스크랫은 국내에서는 거의 발견되지 않고, 중국과 북한의 두만강 유역에서 상당히 적은 수의 개체가 서식하고 있으며, 이 동물을 소유한 국가는 아주적다. 4대 명향 중 사향노루의 사향은 멸종위기 보호동물로서 사향채취를 위한 사육과 도축은 금지되어져 있어 한의학업계와 향장업계에서는 원료수급이 아주 어렵게 됐다.

- 사향취에 대한 연구는 동물학자들의 관찰과 야생동물로서의 연구가 진행되어 있고, 최근에는 환경오염의 척도로서 개체량을 파악하는 정도여서 인공 사육에 대한 기술의 축적은 물론 경제동물로서 이용을 시도한 바 없다.
- 국내에는 사향취에 대한 연구와 자료가 전무한 상태이고, 사향취를 확보하고 있지를 못하여 연구는 물론 사육도 되고 있지 않다.
- 사향을 이용하는 제약회사와 한약업계는 전량 수입에 의존하고 있으며, 사향의 진위여부를 판단하는 것을 주로 연구하고 있고, 국제 시세에 따라 사향의 수입가격이 정해지고 고가여서 많은 물량을 확보하지 못하고, 필요시에만 수입하여 사용하고 있다.
- 서사향을 이용한 한약재 원료개발이나 향장품 원료개발은 부산대학교와 사향나라 뿐이다.

### (3) 국내·외의 연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
중국의 특산연구소 (중국 길림성 소재)	사향취 보존, 사육, 육종 보급	농가 분양중, 사육기술 지도, 보급
북한 보위부	사향취 사육, 사향 생산, 의약품 생산, 수출용 각종 제품 생산	사향 생산, 의약품 생산, 수출용 각종 제품 생산
유럽	인공합성사향의 유해성, 인체내 독성 실험 보고,	유해성, 인체내 독성 실험 보고,
US EPA	인공합성사향의 유해성과 환경오염, 수질 및 토양 오염	유해성 경고, 규제 준비,

- 중국은 차세대 농산물 수출 품목에 사향귀를 포함시켜 많은 투자를 하고 있으며, 사향과 모피는 물론 사향귀에서 얻어지는 부산물을 이용하는 연구에도 많은 기대를 걸고, 정부 차원에서 체계적으로 지원하고 있다. 중국의 연구자료에서 서사향 생리활성으로 심혈관에 대한 작용과 seborrheic keratosis, seborrhea에 대한 보고가 있다. 서사향의 독성평가는 길림성 과학청의 2001~2003연구과제로 피부독성 및 장기 이상증상, 번식과 성기능, 돌연변이 등에 무해하다는 연구결과를 보고하였다. 서사향을 화장품원료로 활용하기 위하여 SOD 활성, lipofuscin에 대한 활성, malonaldehyde의 생성량 감소에 대한 효과를 보고하였다.
- 북한은 사향귀가 미래의 주요 외화 획득원이 될 것으로 기대하고 이미 그에 대한 연구를 보위부에서 전담하여 시작하였고, 북한의 국방위원장 김정일이 사향귀의 생산과 연구에 종사하는 연구자들에게 훈장을 수여하며 이 분야에 대한 적극적인 관심을 보인 바 있다. 북한 연구자료에서 머스크랫을 인공적으로 사육하는 방법과 서사향을 채취하기 위한 방법으로 서사향이 머스크랫으로부터 자연적으로 분비된다는 것을 고찰하여 서사향을 채집하는 방법을 고안하였다. 그리고 서사향의 채취량과 기간을 늘리기 위한 방법으로 합리적인 사향채취주기를 확립하고, 서사향은 번식기에만 분비되어지는데 호르몬 주입으로 채취량을 늘리는 연구보고가 있으나, 인위적인 호르몬 투입방법이 단점이다.
- polycyclic계열의 향기성분들은 돌연변이 발생 등의 악영향을 미친다고 하였으며(Mersch-Sundermann 등, 2001), 인체 내에서의 잠재적 감광성(Cronin, 1984; Parker 등, 1986)으로 인해서 musk ambrette는 사용이 규제되다가 결국에는 1995에는 사용 금지되는 등(European Commission, 1995) 합성사향의 부작용에 대한 연구가 진행되고 있다.
- 인공합성사향은 인간의 유방암 조직에서 estrogen receptors(ERs)와 결합할 수 있고, 몇몇 종류의 인공합성사향은 광범위 약제의 인체전달물질의 활성을 저해한다고 보고하였다(Luckenbach 와 Epel, 2005).
- 인공합성사향은 가정폐수 등의 유입으로 계류, 강, 호수에 다량 축적되어 있고, 이를 농업용수로 이용함으로써 농업토양에 축적될 위험이 있다고 보고(US EPA, 2000)하는 등 합성사향을 차세대 환경 오염물질로 주목하고 있다.
- 서사향의 구성성분에 대한 조사가 미약하며, 각 물질들의 생리활성과 기작에 대한 보고도 미약한 실정이다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절 사향쥐의 번식효율 향상 기술 개발

#### 1. 서언

서사향을 생산하는 사향쥐는 중국으로부터 수입되어 국내에 사육되고 있으나, 기술정보의 부족과 사육규모가 제한되어 본격적인 서사향 생산이 이루어지지 못하고 있다. 그러나 많은 농가들이 새로운 동물자원인 사향쥐에 대한 지대한 관심 속에 사육농가가 증가하고 사육두수도 매년 증가하고 있다. 이에 따라 합리적인 사양관리 방법과 체계적인 번식기술체계의 확립 및 기술지도가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 사향쥐의 번식과 관련된 기초자료를 수집 분석하고 번식기술의 체계를 정립하여 사향쥐 사육농가가 활용할 수 있도록 하였다.

#### 2. 연구 수행의 방법

##### 1) 공시동물

본 연구에 사용된 공시동물은 (주) 사향나라에서 중국으로부터 수입하여 국내서 사육 중인 사향쥐(Musk rat)이다. 국내에서 번식 후 농가에 분양되어 사육중인 개체들로서 새로운 사육환경에 적응 중이다

##### 2) 생식기관의 구조 조사

성숙이 완료된 사향쥐 수컷과 암컷을 포르말린인 들어 있는 용기에 넣어 질식시켜 도살한 다음 해부기구를 이용하여 생식기관을 적출하였다. 적출된 사향쥐 생식기관은 생쥐 생식기 표본과 흰쥐 생식기 표본을 참고하여 부위별로 구조를 비교 관찰하였다. 이어서 확인된 생식기 구조를 바탕으로 사향쥐 수컷과 암컷생식기의 구조도를 각각 작성하였다.

##### 3) 생식기관의 부위별 크기와 기능 조사

사향쥐를 도살 후 적출된 생식기관을 이용하여 주요 부위를 분리하고 각각의 무게와 길이를 측정하였다. 이어서 다른 동물들 생식기관의 구조와 기능을 참고하여 생리적 기능을 정리하였다

##### 4) 생식기관의 상태변화 조사

사향쥐가 계절번식동물인 점을 고려하여 번식계절과 비 번식계절에 각각 사향쥐를 도살하여 생식기관의 크기를 조사 비교하였다.

5) 정소 내 정자수 조사

수컷의 정소를 적출하여 정소와 정소상체를 적출하고 정소와 정소상체를 분리하였다. 칼과 가위를 이용하여 정소와 정소상체 각각 세절한 다음 3% 생리적 식염수로 희석하였다. 생리적 식염수에 유출된 정자를 현미경으로 관찰하고 혈구계산판을 이용하여 정자농도를 계산하고 총정자수를 산출하였다. 정자농도의 계산은 다음의 공식을 적용하였다.

$$\text{정자농도}(\text{개}/\mu\text{l}) = 25\text{칸 정자 수} \times \text{희석배율} \times 1000 \times 10$$

6) 번식능력 조사

사향쥐 사육 농가를 선정하고 농가의 번식기록을 기초로 하여 국내 사육환경에서 번식능력을 조사하였다.

7) 번식지표설정

사향쥐 사육농가의 번식실태를 조사하고, 농가 상담을 통하여 번식 상의 문제점을 도출하고 개선책을 강구하였다. 이어서 사향쥐 사육농가가 지향해야 할 번식기술 지표를 설정하였다.

8) 번식기술 자료 작성

연구결과와 문헌 및 기타자료를 활용하여 사향쥐 사육농가가 알아야 할 번식기술 지도자료를 작성하여 번식기술향상 및 기술지도 자료로 활용토록 하였다.

### 3. 연구 수행의 내용

#### 3-1. 생식기관의 해부학적 관찰

##### 1) 수컷 생식기관

###### (1) 생식기관의 구조

사향쥐 수컷을 도살하여 생식기를 적출한 다음 생식기의 세부구조를 관찰 하였던 바, 전체 모습은 그림 1에서, 정소와 정소상체는 그림 2에서 보는 바와 같다.

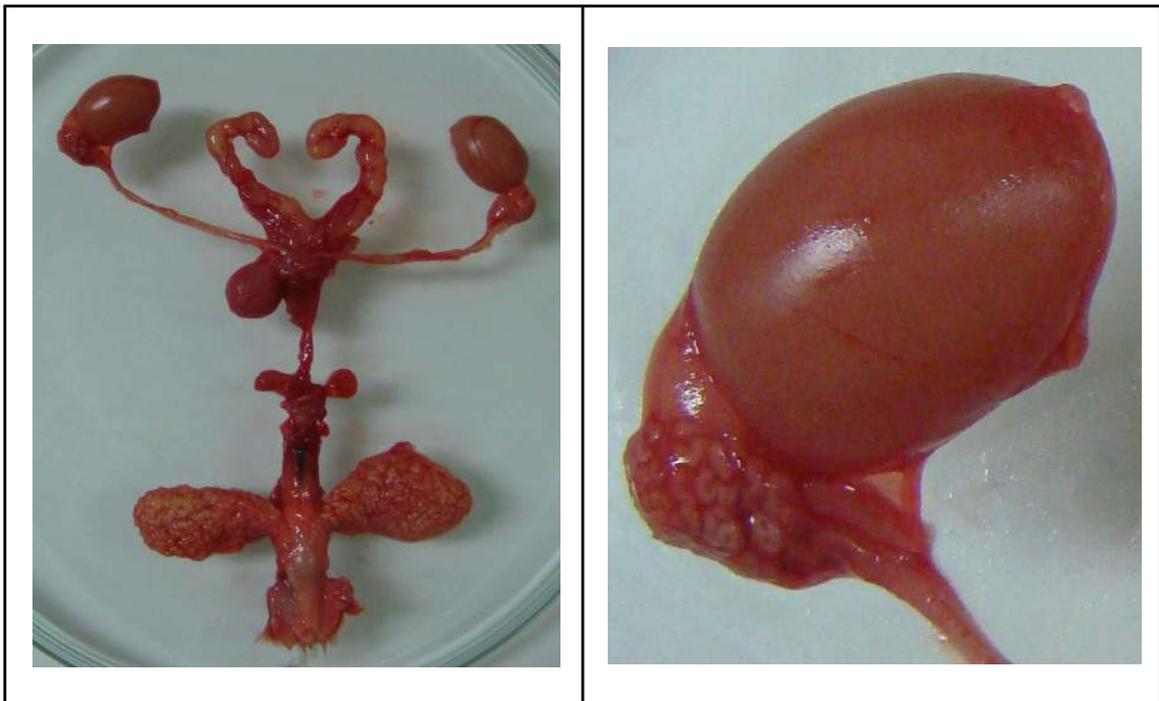


그림 1-1. 수컷 생식기관

그림 1-2. 정소와 정소상체

정소(testis)는 콩 모양의 적색을 띤 구조물로서 좌우신장 바로 밑에 위치하였다. 다음에 연결된 정소상체(epididymis)는 긴 관모양으로 코일들이 엉켜진 모습이었으며, 이어서 정관(vas deferens)이 방광입구까지 연결 되었다. 방광 입구에서부터 요도(urethra)가 연결되어 음경 내부를 거쳐 체외로 개구되었다. 방광입구에서 음경 개시부 까지를 골반요도부(pelvic urethra , 음경개시부에서 음경 끝까지를 음경요도부(penile urethra)로 구분하였다.

부생식선으로 정낭선(vesicular gland), 전립선(prostate gland), 카우퍼선(Cawper's gland)이 관찰 되었다. 정낭선은 투명한 색의 지방조직으로 크게 발달되었으며, 전립선은 방광개시부에, 카우퍼선은 음경개시부에 위치한 것으로 관찰되었다.

음경(penis)은 생식도관의 끝 부분에 위치하며, 음경귀두부(glans penis)가 포피

(prepuce)에 의하여 싸여 보호되고 있다. 포피(prepuce)는 음경의 유리선단부를 싸고 있으며 긴 주머니 모양을 하고 있고, 거친 포피모(preputial)로 덮혀 있었다. 음낭(scrotum)은 관찰되지 않았으며, 따라서 정소가 복강내에 위치하는 것으로 관찰되었다.

사향분비선(musk gland)인 사향낭은 주머니 형태로 크게 발달한 조직이며 음경 양쪽에 위치하였다. 번식기에 이르면 여기에서 사향이 만들어져 분비하게 된다. 사향의 분비는 요도를 통하여 분비되는 것이 아니고, 음경과 포피 사이에 위치한 사향분비관을 통하여 누출되는 것으로 관찰되었다.

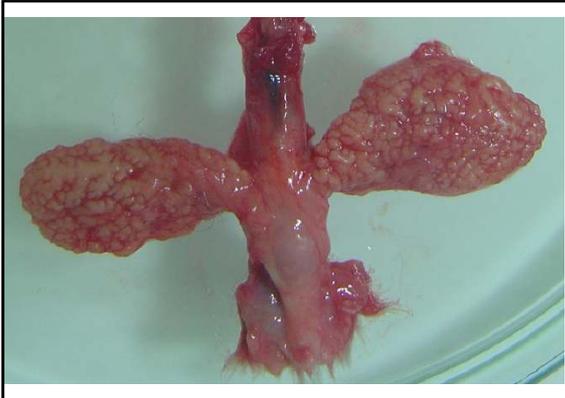


Fig. 1-3 사향낭 모습



Fig. 1-4 사향누출부위와 음경



Fig. 1-5 사향낭 위치



Fig. 1-6 사향낭과 음경

## (2) 생식기관의 크기와 기능

사향귀의 정소와 정소상체의 크기를 측정된 결과는 Table 1에 제시 되었다. 체중(1,200)g인 사향귀 수컷의 정소무게는  $0.91 \pm 0.16g$ , 길이는  $1.64 \pm 0.13cm$ , 폭은

1.12±0.12cm 이었다. 정소는 정자를 생산하고 옹성호르몬을 분비하는 장소이다. 사향쥐는 계절번식동물이므로 정소의 무게는 계절에 따라 차이가 발생한다. 번식계절이 되면 내분비활동이 활발해지므로 정소의 크기가 커지고, 비번식기에 작아질 수 있다. 그러므로 본 조사 성적에 증감이 예상 된다고 할 수있다. 그러나 같은 시기에 조사된 다른 부위와 비교치로서 참고가 될 것으로 본다.

정소상체의 크기는 무게 0.09±0.02g, 길이 0.96±0.11cm, 폭 0.52±0.04cm이었다. 정소상체는 정자의 성숙, 농축, 운반, 저장, 그리고 노화된 정자를 제거하는 기능을 갖는다. 포유동물의 정소상체는 두부, 체부, 미부로 구분된 길쭉한 모습이 정상이지만 사향쥐의 경우 타원형에 가까운 모습으로 길이와 폭의 비율이 작았다.

Table 1-1. 사향쥐의 정소와 정소상체의 크기

	정소			정소상체		
	좌	우	평균	좌	우	평균
무게(g)	0.90±0.16	0.93±0.15	0.91±0.16	0.09±0.02	0.10±0.02	0.09±0.02
길이(cm)	1.63±0.12	1.65±0.14	1.64±0.13	0.98±0.13	0.95±0.11	0.96±0.11
폭(cm)	1.08±0.12	1.16±0.12	1.12±0.12	0.50±0.04	0.54±0.04	0.52±0.04

사향쥐 정관과 정낭선의 크기는 Table 2에 표시 되었다. 정관은 정소상체와 요도 사이를 연결하는 가는 관이며 정자의 사출 통로가 된다. 교미 시 자극을 받으면 정관벽의 연동운동과 정관벽을 구성하는 평활근 섬유의 강한 수축력에 의하여 정자를 요도까지 사출하게 되는 데 정관의 길이는 5.31±0.26cm였다.

정낭선은 전립선, 카우퍼선과 함께 부생식선을 구성하며 정액의 일부인 정장을 분비하는 기능을 갖고 있다. 사향쥐에서는 정낭선이 크게 발달하였으나, 전립선과 카우퍼선은 작아서 존재가 희미하였다. 정낭선의 무게는 0.63±0.19g, 길이 3.68±2.23cm, 폭이 0.44±0.23cm로 조사되었다.

Table 1-2. 사향쥐 정관과 정낭선의 크기

	정관			정낭선		
	좌	우	평균	좌	우	평균
무게(g)	0.07±0.02	0.15±0.09	0.11±0.05	0.63±0.18	0.63±0.20	0.63±0.19
길이(cm)	5.30±0.27	5.32±0.27	5.31±0.26	4.46±0.42	4.53±0.45	3.68±2.23
폭(cm)	0.13±0.01	0.13±0.01	0.13±0.01	0.44±0.09	0.45±0.09	0.44±0.23

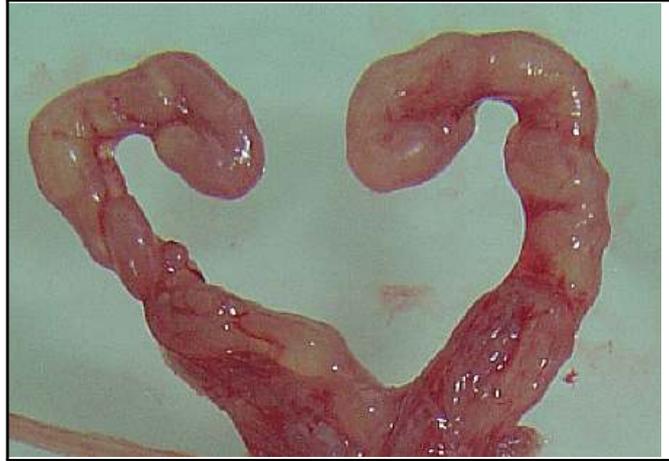


Fig. 1-7 사향쥐 정낭선

사향쥐 요도부의 크기는 Table 3에 제시되었다. 요도부는 골반요도부와 음경요도부로 구분되며 교미 시에 정자의 사출통로이다. 골반요도 개시부에 카우퍼선이 있어서 정액이 사정되기 전에 이곳에서 분비되는 분비물에 의하여 요도가 세척된다고 알려졌다. 골반요도의 길이는  $2.34 \pm 0.27\text{cm}$ , 음경요도부 길이는  $3.90 \pm 0.45\text{cm}$ 로 조사되었다. 음경은 음경요도를 싸고 있는 해면체 조직으로 크기는 음경요도부와 같다고 볼 수 있다. 교미기관으로 해면체 조직에 혈액이 충만 되면 발기현상을 나타내게 된다.

Table 1-3 .사향쥐 요도부의 크기

	골반요도부	음경요도부
무게(g)	$0.49 \pm 0.06$	$1.31 \pm 0.33$
길이(cm)	$2.34 \pm 0.27$	$3.90 \pm 0.45$
폭(cm)	$0.72 \pm 0.13$	$0.77 \pm 0.15$

사향쥐 수컷의 배설기관인 신장, 요관 및 방광의 크기는 Table 4에서 보는바와 같다. 신장에서 걸러진 오줌이 요관을 통하여 방광에 집결되었다가 요도를 통하여 체외로 배출된다. 신장의 크기는 무게  $2.53 \pm 0.24\text{g}$ , 길이  $2.43 \pm 0.10\text{cm}$ , 폭  $1.62 \pm 0.05\text{cm}$ 로 측정 되었으며, 요관은 길이  $7.97 \pm 0.56\text{cm}$ 의 긴 관이며, 방광은 길이  $1.30 \pm 0.24\text{cm}$ , 폭  $1.01 \pm 0.12\text{cm}$ 으로 조사되었다.

사향낭의 크기는 Table 5에 제시되었다. 딸기모양의 백색기관으로 사향낭의 크기는 무게  $1.18 \pm 0.30\text{g}$ , 길이  $3.20 \pm 0.25\text{cm}$ , 폭  $1.49 \pm 0.48\text{cm}$ 로 조사되었다. 사향을 생산하는 분비선으로 구성된 조직이다. 조직학적 구조와 기능에 대한 해석은 추후의 연구

과제라고 본다.

Table 1-4. 수컷 배설기관의 크기

	신장			요관	방광
	좌	우	평균	평균	평균
무게(g)	2.53±0.25	2.54±0.24	2.53±0.24	0.16±0.04	0.51±0.05
길이(cm)	2.43±0.10	2.43±0.11	2.43±0.10	7.97±0.56	1.30±0.24
폭(cm)	1.61±0.05	1.63±0.06	1.62±0.05	0.10±0.00	1.01±0.12

Table 1-5. 사향낭의 크기

	사향낭		
	좌	우	평균
무게(g)	1.11±0.40	1.25±0.38	1.18±0.30
길이(cm)	3.39±0.48	3.02±0.32	3.20±0.25
폭(cm)	1.73±0.78	1.25±0.21	1.49±0.48

## 2) 암컷 생식기관

### (1) 암컷생식기 구조

사향쥐 암컷을 도살하여 생식기를 적출한 다음 생식기의 세부구조를 관찰 하였던바, 전체 모습은 그림①과②에서, 난소와 난관은 그림③에서 보는 바와 같다.

난소(ovary)는 매우 작은 돌기 형태로서 신장 바로 밑에서 지방조직에 싸여 있어서 관찰하기가 용이하지 않다(그림 ). 다음에 이어지는 난관(oviduct)은 원래 난소와 떨어져 있는 것이지만 육안으로는 난소와 경계를 구별 할 수 없게 연결되어 있었다. 생쥐에서 난소와 난관은 난소낭(bursa)에 의하여 사여 있다고 하였다. 난관은 난관채(fimbria), 팽대부(ampulla), 협부(isthmus)로 나누어진다. 그러나 본 연구에서 명확하게 관찰할 수 없었다. 이어서 자궁(uterus)이 질강 입구까지 연결 되었다. 자궁은 자궁각(uterine horn), 자궁체(uterine body), 자궁경(uterine cervix)으로 구분되지만 자궁체의 존재는 거의 무시할 정도로 판단되었다. 자궁은 좌우 자궁각이 발달된 쌍각자궁의 모습을 나타내었다. 자궁경 입구로부터 질부(vagina)가 형성되고 방광입구에서 질전정(vagina vestibule) 그리고 외음부(vulva)로 이어졌

다. 외음부는 다시음핵(clitoris), 대음순(labia majora), 소음순(labia minora)로 나누어진다고 알려져 있다.

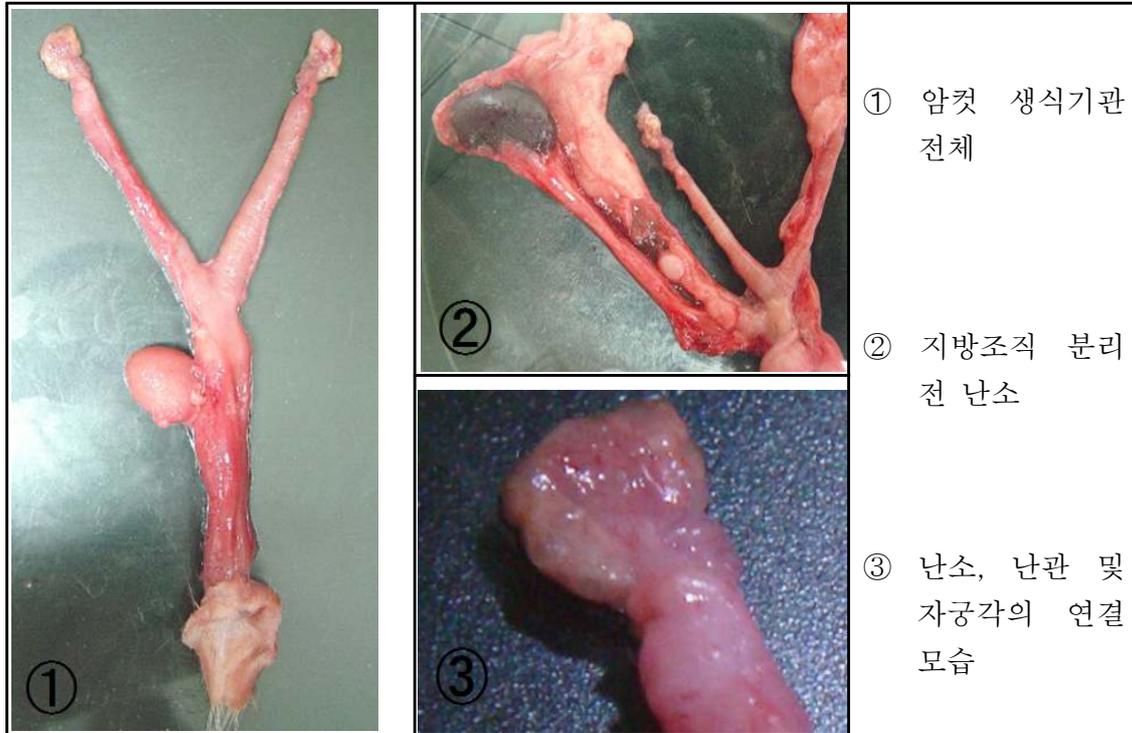


Fig.1-8 암컷생식기관과 난소

## (2) 생식기의 크기와 기능

사향쥐의 난소와 난관의 크기를 측정한 결과는 Table 6에 제시 되었다. 평균체중 (1,300)g인 사향쥐 암컷의 난소무게는  $0.02 \pm 0.01g$ , 길이는  $0.78 \pm 0.22cm$ , 폭은  $0.37 \pm 0.07cm$  이었다. 난소는 난자를 생산하고 난소호르몬인 estrogen과 progesterone을 분비하는 장소이다. 사향쥐는 계절번식동물이므로 난소의 기능이 계절에 따라 차이가 발생한다. 번식계절이 되면 내분비활동이 활발해지므로 난소의 기능이 활발하지만 , 비번식기에는 둔화하게 된다. 난소는 지방조직 내 존재하는 암갈색의 조직으로 난자의 생산과 배란 및 황체를 형성한다. 또한 번식기에 난포호르몬과 황체호르몬을 분비하여 생식주기를 조절한다.

난관부위의 크기는 무게  $0.02 \pm 0.01g$ , 길이  $1.50 \pm 0.20cm$ , 폭  $0.85 \pm 0.17cm$ 로서 난소와 비슷하였다. 난관의 실제모습은 긴 관으로 되어 있으므로 길이와 폭이 본 측정치와는 다를 것이다. 난관은 실모양의 가는 관조직이며 코일처럼 꼬여있는 것이 특징이다. 배란된 난자를 수용하며 수정장소로서 역할을 하고, 수정란을 자궁으로 이송한다. 난관 벽에는 분비상피세포와 섬모상피세포가 있어서 난관액을 분비하고

수정란의 자궁이행을 돕도록 되어 있다.

Table 1-6. 사향쥐 난소와 난관의 크기

	난소			난관		
	좌	우	평균	좌	우	평균
무게(g)	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01
길이(cm)	0.83±0.26	0.72±0.19	0.78±0.22	1.48±0.21	1.51±0.18	1.50±0.20
폭(cm)	0.38±0.06	0.35±0.08	0.37±0.07	0.86±0.12	0.84±0.26	0.85±0.17

사향쥐 암컷 생식도관인 자궁과 질의 크기는 Table 7과 같다. 자궁의 총 길이는 6.91±1.17cm이었고, 그 중 자궁경의 길이는 1.00±0.06cm이었다. 자궁은 태아의 임신과 분만역할을 한다. 사향쥐의 자궁은 자궁각이 크게 발달하여 다태임신에 적합하다.

Table 1-7. 암컷 생식도관의 크기

	자궁			자궁경	질과 질전정
	좌	우	평균	평균	평균
무게(g)	0.15±0.05	0.17±0.05	0.17±0.05	0.33±0.00	0.90±0.19
길이(cm)	6.88±1.18	6.94±1.19	6.91±1.17	1.00±0.06	4.78±0.66
폭(cm)	0.36±0.06	0.36±0.09	0.37±0.08	0.77±0.09	0.88±0.14

질은 교미기관으로 신축성이 큰 조직이다. 질과 질전정을 합한 총 길이는 4.78±0.66cm로 조사되었다. 체외와 경계에 외음부가 있는데 번식기에만 개구한다. 사향쥐 암컷의 배설기관인 신장, 요관 및 방광의 크기는 Table 8에 나타나 있다. 신장의 크기는 무게 2.53±0.24g, 길이 2.26±0.13cm, 폭 1.50±0.14cm로 측정 되었으며, 요관은 길이 6.10±0.00cm의 긴 관이며, 방광은 길이 2.60±0.84cm, 폭 0.93±0.14cm으로 조사되었다.

Table 1-8. 암컷 배설기관의 크기

	신장			요관			방광
	좌	우	평균	좌	우	평균	평균
무게(g)	1.89±0.15	1.51±0.37	1.70±0.22	0.21±0.12	0.18±0.11	0.19±0.11	0.35±0.07
길이(cm)	2.22±0.13	2.29±0.15	2.26±0.13	6.15±0.05	6.05±0.05	6.10±0.00	2.60±0.84
폭(cm)	1.38±0.06	1.62±0.24	1.50±0.14	0.15±0.05	0.18±0.03	0.17±0.04	0.93±0.14

### 3-2. 사향쥐 생식기 표준모형 설정

사향쥐 생식기의 해부관찰 내용을 기준하여 암컷과 수컷 생식기의 표준모델을 그림으로 나타내었다. 각 부위별 명칭을 지정하고 위치를 표시하였다. 수컷의 생식기 구성은 생식선인 정소(Testis), 생식도관인 정소상체(Epididymis), 정관(Ductus deferens), 교미기관인 음경(Penis) 그리고 부생식선인 정낭선(Vesicular gland), 전립선(Prostate), 카우퍼선(Cowper's gland)으로 이루어 졌다. 암컷의 생식기 구성은 생식선인 난소(Ovary), 생식도관인 난관(Oviduct), 자궁각(Uterine horn), 자궁체(Uterine body), 자궁경(Uterine cervix), 교미기관인 질(Vagina) 그리고 외음부(Vulva)로 이루어졌다. 그리고 생식기 주변의 배설기관인 신장(Kidney), 요관(Ureter), 방광(Urinary bladder)과의 관계를 나타내었다. 본 자료는 조직학적 검사를 거친 것이 아니고 육안적 관찰을 통하여 설정된 것임을 밝혀둔다. 그러나 본 자료는 사향쥐의 번식기술과 관련하여 교육 및 연구에 활용될 것으로 기대한다. 미진한 부분은 연구를 통하여 더 보완되어 나가야 할 것이다.

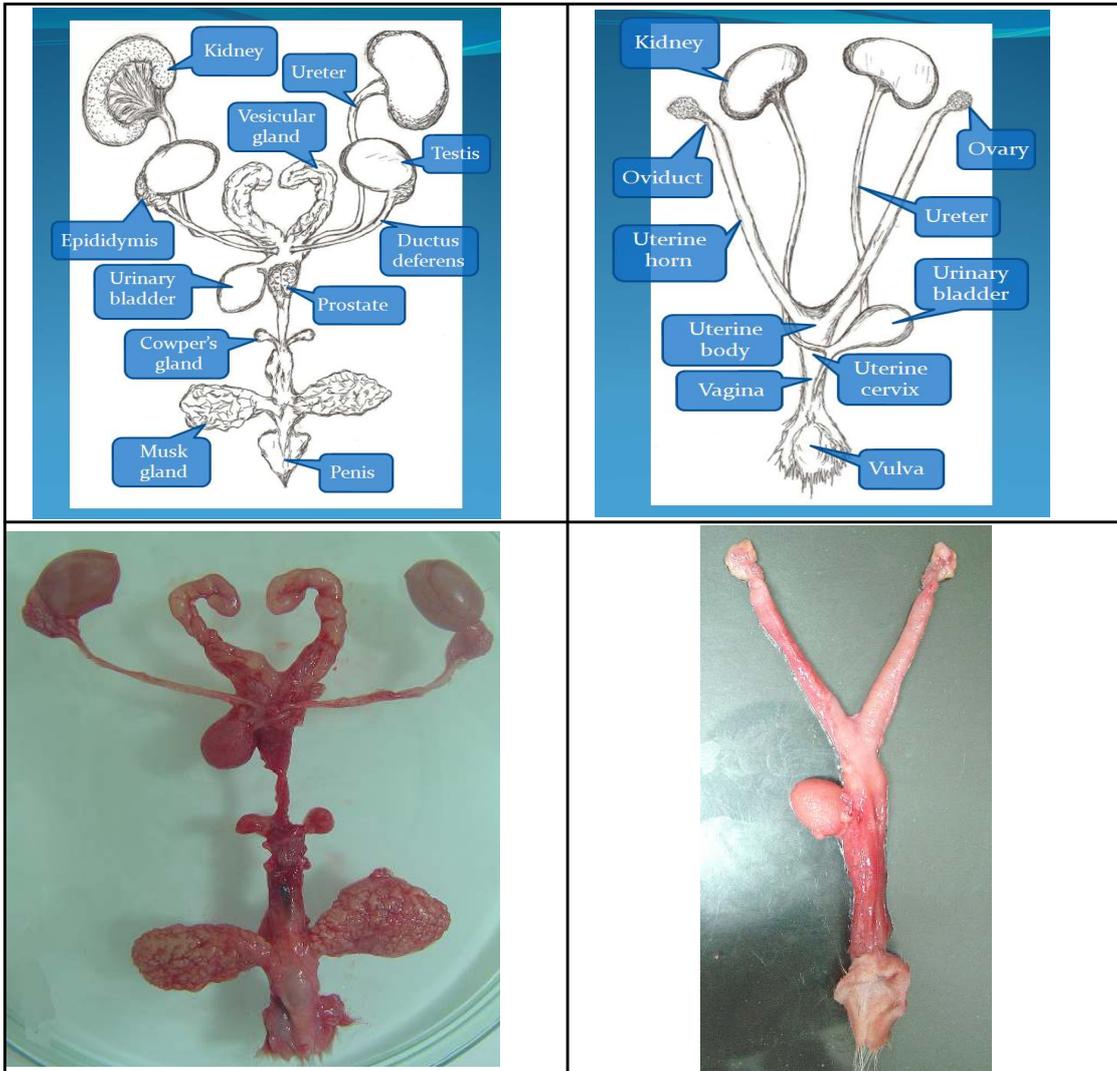


Fig. 1-9 사향쥐 수컷 생식기

Fig. 1-10 사향쥐 암컷 생식기

### 3-3. 사향쥐 생식기의 계절별 변화

사향쥐의 수컷의 해부기록을 정리하여 계절별로 생식기관의 변화를 비교하였다. 정소와 정소상체의 변화는 Table 8에 나타내었다. 정자를 생산하는 정소의 무게가 번식계절인 4월에  $1.20 \pm 0.05\text{g}$ 이었으나 6월에  $1.12 \pm 0.19\text{g}$ , 8월에  $1.00 \pm 0.260\text{g}$ , 12월에  $0.85\text{g}$ 으로 변화하였다. 8월 이후 정소무게가 현저히 감소하여 사향쥐가 계절 번식 동물이며, 가을 이후 비 번식 계절임을 입증하였다. 정소상체에서 무게는 월별로 변화가 없었으나 길이에서는 비 번식 계절에 위축되는 경향을 보였다. 정소상체의 무게는 계절에 따라 차이가 없었다. 길이에서 차이를 보이는 것은 개체차에 의한 것으로 판단된다

Table 1-9. 정소와 정소상체의 계절별 발달 비교

		4월	6월	8월	12월
정소	무게(g)	$1.20 \pm 0.05^a$	$1.12 \pm 0.09^a$	$1.00 \pm 0.06^{ab}$	$0.85 \pm 0.07^b$
	길이(cm)	$1.84 \pm 0.02^a$	$1.81 \pm 0.10^a$	$1.61 \pm 0.23^a$	$1.01 \pm 0.07^b$
	폭(cm)	$1.32 \pm 0.05^a$	$1.34 \pm 0.11^a$	$1.02 \pm 0.17^a$	$0.43 \pm 0.01^b$
정소상체	무게(g)	$0.07 \pm 0.01$	$0.12 \pm 0.05$	$0.09 \pm 0.01$	$0.07 \pm 0.02$
	길이(cm)	$0.92 \pm 0.03^{ab}$	$1.17 \pm 0.19^a$	$0.83 \pm 0.16^{ab}$	$0.63 \pm 0.01^b$
	폭(cm)	$0.51 \pm 0.02^a$	$0.57 \pm 0.03^a$	$0.49 \pm 0.07^a$	$0.34 \pm 0.03^b$

계절별 정관과 정낭선의 변화는 Table 9에 나타나 있다. 정관은 4월에 정관의 길이는  $6.33 \pm 0.04\text{ cm}$ 이었으나 6월에  $5.74 \pm 0.55\text{cm}$ , 8월에  $4.91 \pm 0.23\text{cm}$ , 12월에는  $4.82 \pm 0.12\text{ cm}$ 로 8월부터 짧아지는 경향이였다.

정장을 생산하는 정낭선의 길이가 번식계절인 4월에  $5.11 \pm 0.05\text{cm}$ 이었으나 6월에  $4.76 \pm 0.92\text{cm}$ , 8월에는  $4.08 \pm 0.38\text{cm}$ , 12월에는  $2.67 \pm 0.03\text{cm}$ 으로 비 번식계절에 이를수록 현저하게 감소하는 양상을 보였다.

Table 1-10. 정관, 정낭선의 계절별 발달 비교

		4월	6월	8월	12월
정관	무게(g)	$0.03 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.11$	$0.04 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.02$
	길이(cm)	$6.33 \pm 0.04^a$	$5.74 \pm 0.55^{ab}$	$4.91 \pm 0.23^b$	$4.82 \pm 0.12^b$
	폭(cm)	$0.17 \pm 0.01^a$	$0.15 \pm 0.02^a$	$0.11 \pm 0.01^b$	$0.09 \pm 0.01^b$
정낭선	무게(g)	$0.85 \pm 0.03$	$0.83 \pm 0.41$	$0.37 \pm 0.09$	$0.33 \pm 0.03$
	길이(cm)	$5.11 \pm 0.05^a$	$4.76 \pm 0.92^a$	$4.08 \pm 0.38^{ab}$	$2.67 \pm 0.03^b$
	폭(cm)	$0.77 \pm 0.04$	$0.56 \pm 0.15$	$0.25 \pm 0.03$	$0.10 \pm 0.02$

골반요도부와 음경요도부의 계절별 변화는 Table 10에 제시되었다. 골반요도부, 음경요도부는 무게에 다소 변화를 보였으나 이것은 측정오차에 의한 것으로 사료되며, 번식계절과 비 번식계절 사이에 크기에 변화가 없는 것으로 관찰되었다. 음경요도부는 음경의 길이에 해당 되는 바 무게와 길이가 6월에 가장 크게 나타났다.

Table 1-11. 골반요도부, 음경요도부의 계절별 발달 비교

		4월	6월	8월	12월
골반요도부	무게(g)	0.65±0.06 <sup>a</sup>	0.39±0.08 <sup>b</sup>	0.57±0.08 <sup>a</sup>	0.49±0.02 <sup>ab</sup>
	길이(cm)	2.19±0.09 <sup>b</sup>	2.10±0.27 <sup>b</sup>	2.97±0.51 <sup>a</sup>	2.14±0.10 <sup>b</sup>
	폭(cm)	0.72±0.01 <sup>ab</sup>	0.90±0.20 <sup>a</sup>	0.46±0.03 <sup>bc</sup>	0.29±0.02 <sup>c</sup>
음경요도부	무게(g)	1.11±0.01 <sup>c</sup>	2.09±0.20 <sup>a</sup>	1.61±0.04 <sup>b</sup>	1.50±0.11 <sup>b</sup>
	길이(cm)	3.19±0.01 <sup>b</sup>	4.87±0.32 <sup>a</sup>	3.61±0.40 <sup>b</sup>	4.18±0.16 <sup>a</sup>
	폭(cm)	0.52±0.01 <sup>b</sup>	1.03±0.19 <sup>a</sup>	0.52±0.06 <sup>b</sup>	0.35±0.03 <sup>b</sup>

계절별 사향낭의 변화는 Table 11에 제시되었다. 사향낭은 무게가 4월에 1.28±0.01g, 6월에 1.52±0.54g, 8월에 0.77±0.04g, 12월에 0.42±0.02g으로 4월보다 6월에 무게가 더 증가 하였으며, 그 이 후 감소하였다. 따라서 사향이 증가하는 시기는 번식이 왕성해지는 4월 이후가 될 것으로 추측된다. 이에 대하여는 별도의 연구가 필요하다고 본다

Table 1-12. 사향낭의 계절별 발달 비교

		4월	6월	8월	12월
사향낭	무게(g)	1.28±0.01 <sup>ab</sup>	1.52±0.54 <sup>a</sup>	0.77±0.04 <sup>ab</sup>	0.42±0.02 <sup>b</sup>
	길이(cm)	3.36±0.04 <sup>ab</sup>	2.93±0.30 <sup>b</sup>	3.94±0.02 <sup>a</sup>	3.23±0.17 <sup>b</sup>
	폭(cm)	1.33±0.04 <sup>ab</sup>	2.05±0.63 <sup>a</sup>	0.83±0.01 <sup>ab</sup>	0.56±0.03 <sup>b</sup>



Fig. 1-11. 비번식기 수컷생식기



Fig. 1-12. 비번식기 암컷생식기

### 3-4. 수컷의 조정능력

사향쥐의 조정능력은 Table 12에 제시하였다. 사향쥐는 정액을 채취할 수 없으므로 조정능력을 조사하기 위하여 정소와 정소상체 내의 정자수 조사하였다. 좌우 양쪽 정소의 총무게 2.49g에서 총 정자수 25.6백만 개로 조사되었으며, 정소 1g당 10.2백만 개가 생산되는 결과였다. 한편 정소상체의 무게는 0.20g이었으며, 여기에 저장된 총 정자수는 171.9백만 개로서, 정소상체 1g내에 918.9백만 개의 정자가 저장된다고 볼 수 있었다. 본 결과는 8월 중에 조사되었다. 정자 생산량은 계절에 따라 달라지므로 정소 내 정자수의 계절별 변화를 더 조사 후 결과를 매듭지을 수 있다고 본다.

Table 1-13. 정소와 정소상체 내 정자 수

개체번호	정소			정소상체		
	총무게(g)	총 정자 수 (백만개)	g당 정자수 (백만개)	총 무게(g)	총 정자수 (백만개)	g당 정자수 (백만개)
1	2.59	25.0	9.7	0.18	227.5	1,263.9
2	2.78	27.5	9.9	0.15	177.5	1,183.3
3	1.98	17.5	8.8	0.23	145.0	630.4
4	2.62	32.5	12.4	0.23	137.5	597.8
평균	2.49	25.6	10.2	0.20	171.9	918.9

### 3-5. 사향쥐 번식능력

국내에서 사육되고 있는 사향쥐들의 번식능력을 파악하기 위하여 사육 농가를 대상으로 번식능력과 실태를 조사 분석하였다.

#### 1) 사향쥐 사육실태

사향쥐들이 농가 입식 후 폐사율과 종서의 번식실태는 Table 13과 Table 14에 나타나 있다. 사향쥐 150수가 농가에 입식되어 사육 중 44%가 폐사하고 56%가 생존하였으며, 폐사 중에는 암컷보다 수컷의 비율이 다소 높았다. 사향쥐는 원래 야생동물이므로 순치하는 과정 중에 상당한 수가 폐사될 수 있다는 것은 충분히 예견되는 사항이다. 주로 소화기 장애에 의한 폐사가 많았으며, 수컷의 폐사율이 높은 것은 합사과정에서 암컷의 공격에 의한 손상이 작용한 것으로 조사되었다. 따라서 폐사의 원인을 자세히 밝히고 폐사율을 낮추는 대책이 마련되어야 할 것으로 본다.

생존한 종서들 중 번식에 참여하는 비율은 61.2%이었으며, 38.8%의 종서들은 불임 상태로 사육되고 있었다. 불임의 원인과 대책에 대하여 좀 더 사례들을 수집하여 분석하고 세부적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

Table 1-14. 사향쥐 폐사율과 생존율

년도	농가수	입식 두수			폐사 두수(%)			생존두수(%)		
		♀	♂	계	♀	♂	계	♀	♂	계
2006	1	10	10	20	2	3	5	8	7	15
					(10.0)	(15.0)	(25.0)	(40.0)	(35.0)	(75.0)
2007	5	30	30	60	13	13	26	17	17	34
					(21.6)	(21.6)	(43.2)	(28.3)	(28.3)	(56.6)
2008	6	35	35	70	15	20	35	20	15	35
					(21.4)	(28.6)	(50.0)	(28.6)	(21.4)	(50.0)
계	12	75	75	150	30	36	66	45	39	84
					(20.0)	(24.0)	(44.0)	(30.0)	(26.0)	(56.0)

Table 1-15. 종서의 번식실태

년도	농가수	사육수	번식두수(%)	비 번식두수(%)
2007	3	30	17(56.7)	13(43.3)
2008	7	37	24(64.8)	13(35.2)
계	10	67	41(61.2)	26(38.8)

## 2) 사향쥐의 번식 상황

사향쥐들이 월 별 번식상황이 Table 15에 표시 되었다. 년 중 3월에서부터 8월 사이에 번식이 이루어 졌으며, 특히 5월, 6월, 7월 사이에 번식이 집중되었다. 분만한 종서 54두 중 33.4%가 5월에, 29.6%가 6월에, 그리고 16.7%가 7월에 분만 하였으며, 4월에 11.1%, 8월에 7.4%의 분만율을 나타내었다. 분만된 새끼 300두 중 5월에 분만된 것이 33.3%, 6월에 26.0%, 7월에 17%로서 5월에 번식률이 가장 높게 나타났다. 월별 복당 산자수는 3월 분만 시 7두, 4월에 6.2두, 5월 5.5두, 6월 4.9두, 7월 5.7두, 8월 7.0두의 범위를 나타내었다.

Table 1-16. 사향쥐 월별 번식 상황

농장별	월별						종서두수(복자수)
	3월	4월	5월	6월	7월	8월	계
1	1(7)	4(31)	6(34)	2(10)	1( 5)		14(77)
2			2(12)	4(24)	1( 6)		7(42)
3			4(21)	4(24)	3( 8)	1(6)	12(55)
4			3(12)	2( 6)	1( 3)		6(21)
5		1( 6)			2(14)	1(9)	4(39)
6			1( 7)		1( 5)	1(5)	3(17)
7		1(10)	2(13)			1(8)	4(31)
8				4(18)			4(18)
분만종서두수(두)	1	6	18	16	9	4	54
분만종서비율(%)	1.8	11.1	33.4	29.6	16.7	7.4	(100)
새끼두수(두)	7	37	99	78	51	28	300
새끼수비율(%)	2.3	12.3	33.0	26.0	17.0	9.3	(100)
복당산자수(두)	7	6.2	5.5	4.9	5.7	7.0	

Table 16은 첫 분만 시기에 따라 연간 가능한 번식회수를 제시하였다. 3월에 분만을 개시한 개체는 년 간 4회 번식이 가능 하였으며, 4월에 분만한 개체는 3회, 5월과 6월에 분만한 개체는 2회 번식이 가능 하였으나, 7월 이후 분만한 개체는 년 간 1회 번식에 그쳤다. 따라서 번식의 효율을 높이기 위하여서는 이른 봄부터 번식할 수 있도록 관리함이 필요하다고 본다.

Table 1-17. 첫 분만 시기 별 번식회수

첫분만시기	기록수	번식회수			
		1회	2회	3회	4회
3월	(1)	○	○	○	○
4월	(4)	○	○	○	
5월	(6)	○	○		
6월	(2)	○	○		
7월	(1)	○			

Table 17은 산차에 따른 한배새끼수와 분만간격을 표시하였다. 첫 분만 시 한배 새끼수는 5.6두이었으나, 2회째는 4.6두, 3회째 3.5두, 4회째는 2.0두로서 분만회수가 거듭 될수록 한배새끼수가 줄어드는 양상을 보였다. 분만간격은 첫 회 분만 후 각각 58.9일, 43.5일, 49.0일로서 평균 55.8일이었다. 사향쥐의 포유기간 30일과 임신기간 20~26일로 볼 때 새끼 이유 전 후에 교배가 이루어졌다고 볼 수 있다.

Table 1-18. 산차 별 한배새끼수와 분만간격

	번식 회수				
	1회	2회	3회	4회	계
기록수	14.0	10.0	2.0	1.0	27
한배새끼수(두)	5.6	4.6	3.5	2.0	13.7
분만간격(일)	-	58.9	43.5	49.0	55.8

### 3) 사향쥐 복당 산자수

Table 18은 사향쥐 사육농가의 종서 72두, 새끼수 486두의 기록을 조사한 결과이다. 농가 당 년 간 분만한 종서두수는 3~15두 범위였으며, 산자수는 17~130두의 범위로 집계되었다. 복당 산자수의 범위는 4.6~9.7로서 평균 6.8두를 나타내었다. 농가 간에 사향쥐 사육환경과 관리기술에 차이가 있다고 사료된다.

Table 1-19. 사향쥐의 복당 산자수

농장별	분만두수(두)	산자수(두)	복당산자수(두)
1	14	77	5.5
2	10	46	4.6
3	7	42	6.0
4	8	63	7.8
5	4	24	6.0
6	3	29	9.7
7	3	17	5.7
8	4	31	7.8
9	4	27	6.8
10	15	130	8.7
계	72	486	6.8

사향쥐의 번식형태별 산자생산능력은 Table 19에 제시되었다. 번식형태는 연간 번식회수를 의미한다. 1회 분만의 경우 연간 6두의 새끼를 생산한 반면, 2회 분만한 개체는 9두, 3회분만한 개체는 13두, 4회 분만한 개체는 17두를 생산하였다. 이와 같은 결과는 분만회수가 많은 개체일수록 연간 산자수가 많다는 것을 의미한다. 따라서 번식형질에 대하여 종서를 선발함이 필요할 것으로 판단된다.

Table 1-20. 번식형태별 산자생산능력(두)

	번식형태			
	1산형	2산형	3산형	4산형
1산	6	5	5	6
2산	-	4	5	5
3산	-	-	3	4
4산	-	-	-	2
계	6	9	13	17

#### 4) 사향쥐 번식관리

사향쥐 분만 후 이유 시 까지 새끼 육성율은 Table 20에 표시되었다. 육성율에 대한 기록은 많지 않았으므로 좀 더 보완이 필요하다고 본다. 이유시기를 분만 후 30일로 보았을 때 육성율은 45.3~66.7%를 나타내었다. 새끼 육성율은 어미의 포유능력과 인위적인 관리능력이 결부되어 나타나는 결과임으로 더 많은 연구와 기술개발이 필요하다고 본다.

Table 1-21. 사향쥐의 육성율

농장별	분만 두수(두)	산자수(두)	이유두수(두)	육성율(%)
1	3	17	9	52.9
2	4	31	14	45.3
3	4	27	18	66.7
계	11	75	41	54.6

이유시기는 대부분의 농가가 분만 후 30일 전후에 실시하고 있으나, 농가에 따라서 45일, 50일, 60일에 이유하는 경우도 있었다. 따라서 육성율을 판단하는 데 명확한 기준을 설정이 없으므로 먼저 이유시기를 설정함이 필요하다.

년간 번식기간 중 최초 분만일은 2월 8일이었으며 최종 분만일은 9월 30일로 조사되었다. 따라서 국내의 번식기는 3월에서 9월사이라고 사료된다. 사향쥐 첫 분만시 월령은 9개월로 조사되었다. 또한 혈배생산(분만 후 15일 이전 임신)도 5개 농장에서 11복이 나타났다.

### 3-6. 사향쥐의 번식지표 설정

사향쥐 번식에 대한 국내 외의 자료를 수집 정리하여 국내사육 환경에서 사향쥐의 번식관리에 활용할 수 있도록 번식지표를 다음과 같이 설정하였다. 본 번식지표에는 성성숙기와 번식적령기, 성주기와 임신기간, 이유시기와 번식양상 번식시기와 연간 번식회수, 연간 생산자수와 번식수명 등. 번식에 관련된 주요 번식형질들의 기준을 설정하였다. 사향쥐 사육농가의 번식관리를 위한 지표를 활용될 수 있다. 국내 사육농가의 기술수준이 제시된 지표에 도달할 수 있도록 하는 것이 우선 되어야 한다고 본다.

- 1) 번식양상: 분만 후 2~3일에 첫발정이 나타나는데 교배를 허용하여 임신한 경우 산자수가 적다(혈배라 함). 이 때 교배의 기미는 있으나 임신되지 않은 경우가 많으며, 15일 이후 재 발정 하여 정상적으로 임신한다.
- 2) 성성숙기와 번식적령기: 생후 4~6개월 사이에 성성숙이 나타나서 교배가 가능하나 이때는 성장과정 중임으로 9개월령이 번식적령기로 본다.
- 3) 번식적기: 년 중 번식기는 3월에서 9월 사이로 본다. 주로 5월에서 7월사이가 최성기 이며, 5월에 집중 분만한다.
- 4) 성주기와 교배시간: 임신이 안 된 경우 15~20일 마다 발정이 반복되며, 14~21

시 사이에 교배가 이루어진다.

- 5) 임신기간과 이유시기: 임신기간은 20~26일이며, 분만 후 25~30일에 이유시킨다.
- 6) 복당산자수와 유두수: 한배새끼수가 6~9두이며, 유두수는 4~5쌍이다.
- 7) 연간 번식회수와 생산자수: 연간 2~3회 분만이 가능하며, 종서 한 마리 당 15~20두의 산자가 탄생된다.
- 8) 번식수명: 한 마리의 종서가 2~3년간 번식에 공여할 수 있다.
- 9) 암수구별: 항문에서 생식기까지의 거리가 수컷이 암컷의 것보다 1/3정도 크다.

### 3-7. 사향쥐 번식기술 체계 정립

얻어진 연구결과와 수집된 자료를 바탕으로 사향쥐 번식기술의 체계를 정립하였고, 번식기술 지침서를 작성하였다. 본 지침서는 사향쥐 사육농가가 필요로 하는 번식기술의 내용을 담고 있다. 이와 관련된 자료가 국내에 전무한 실정이므로 사향쥐 사육농가에 활용성이 클 것으로 기대한다. 또한 사향쥐 번식기술의 향상에 대한 연구가 진행됨에 따라 내용이 보완되어져야 할 것이다.

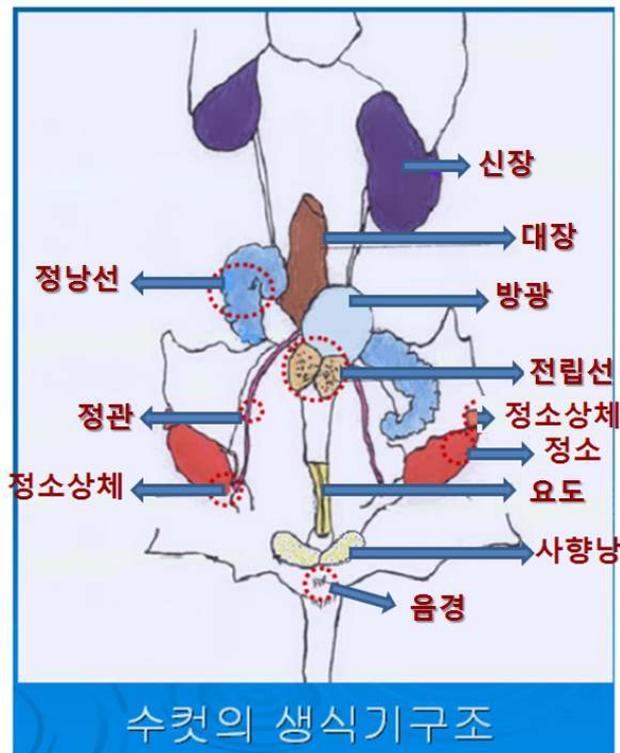
## 제 2절 머스크랫(사향쥐)의 번식기술 지침서

### 1. 생식기의 구조와 기능

#### 1) 수컷생식기

머스크랫 수컷의 생식기는 고환(정소), 부고환(정소상체), 수정관(정관), 요도와 음경 그리고 부생식선인 정낭선과 전립선으로 구성되어있다. 고환의 조직은 세정관으로 채워져 있으며 여기에서 정자를 생산하는 한편 고환호르몬인 테스토스테론을 생산한다.

정소에서 생산된 정자는 정소상체에서 성숙된 후 저장되었다가 교미 시에 수정관과 요도를 거쳐 체외로 배출된다. 음경은 교미기구로서 해면조직으로 구성되어 있어서 성적 흥분 시 해면조직에 혈액이 충만되어 발기되어 교배가 가능하게 된다.



부생식선인 정낭선과 전립선은 요도 구 주위에 발달된 기관이며 여기에서 정장을 생산하여 정자 사출 시에 함께 배출됨으로써 정액을 구성한다.

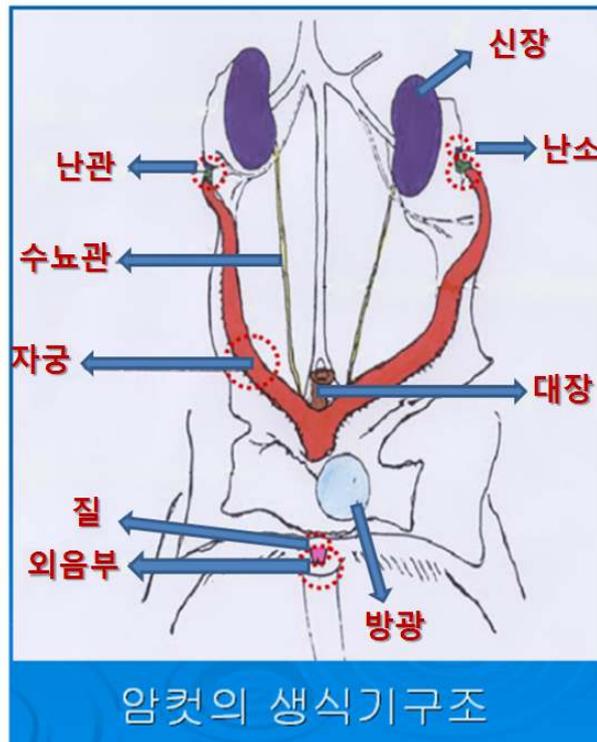
#### 2) 암컷생식기

머스크랫 암컷의 생식기관은 난소, 난관, 자궁 그리고 질과 외음부로 구성되어 있

다. 난소는 난원형의 모양이며 겉쪽의 피질과 안쪽의 수질부로 나누어진다. 피질부에는 많은 난자를 싸고있는 원시난포들이 대기하고 있으며, 발정기에 이 난포들이 발달하여 난자를 배란한다. 난포가 발달되면 난포내에 여성호르몬인 에스트로겐을 생산하여 발정증세를 나타냄과 동시에 수컷을 허용하게 하여 교미가 이루어진다. 이어서 난자가 배란되면 배란된 자리에 황체가 형성되고 황체에서 분비되는 황체호르몬인 프로게스테론에 의하여 임신이 유지된다. 난관은 누두부, 팽대부, 협부로 구분되는 바, 누두부는 난소에서 배란된 난자를 수용하여 수정장소로 이동시키고, 팽대부는 수정장소로서 자궁을 통하여 올라온 정자와 함께 수정이 이루어지도록 환경을 제공한다. 수정된 난자는 난관협부를 통하여 자궁으로 이행되는 동안 자궁에서 착상이 이루어질 수 있도록 배발달이 이루어진다.

자궁은 자궁각, 자궁체, 자궁경으로 구분되는데 머스크렛은 다태동물이므로 자궁각이 잘 발달된 쌍각자궁의 형태를 이루고 있어서 여러 마리의 태아가 자궁에 착상할 수 있다. 자궁경은 발정기에 개구되어 정자가 자궁내로 이행될 수 있지만 비발정기나 임신기에는 농후한 점액으로 폐쇄되어있다. 분만 시에는 산도 역할을 하게 된다.

질은 교미기관이며 신축성이 큰 조직으로 구성되어 있어서 분만 시에 질 강이 넓어져서 태아의 만출이 용이하다. 교미 시에 수컷들은 질부에 정액을 사정하게 된다. 외음부는 질을 보호하는 기관이며, 번식 기에만 개구된다.



## 2. 머스크랫의 번식 생리

### 1) 성호르몬의 생리작용

동물의 번식기관에서 발견되는 각종 생리작용 -발정, 배란, 교배, 수정, 착상, 임신, 분만, 포유- 등은 성호르몬의 작용에 의하여 지배된다. 호르몬이란 체내에서 분비되어 생리작용을 조절하는 특정물질을 말하는데 이들 중 생식과 관련된 기능을 조절하는 물질을 성호르몬이라 한다. 호르몬을 분비하는 기관을 내분비선이라 하는데, 성호르몬을 분비하는 주요 내분비 기관은 시상하부, 뇌하수체 그리고 성선(난소와 고환)이다.

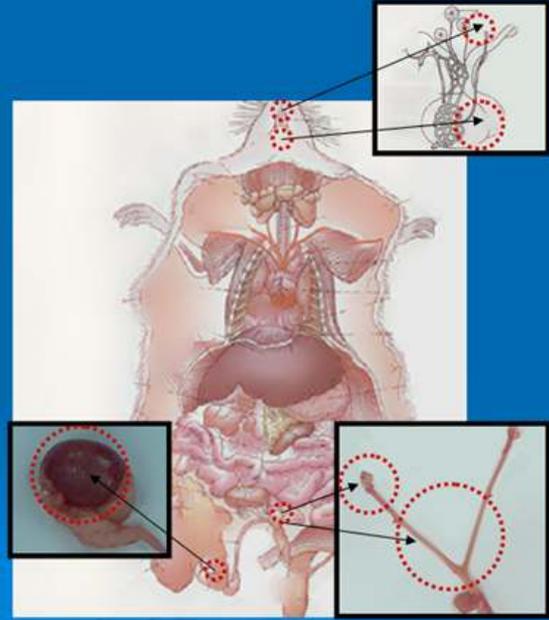
시상하부는 내분비기관 중 최상위기관이며 여기에서 GnRH(성선자극호르몬방출호르몬)을 분비한다. 이 호르몬은 뇌하수체를 자극하여 성선자극호르몬의 분비를 촉진한다. 즉 GnRH의 자극을 받은 뇌하수체에서는 성선자극 호르몬인 FSH(난포자극호르몬), LH(황체형성호르몬), LTH(황체자극호르몬)을 분비한다. 이들 호르몬은 혈행을 따라 난소로 이동하여 난소를 자극함으로써 발정과 배란을 유발하고, 배란된 장소에 황체를 형성하여 황체호르몬인 프로게스테론을 분비하여 임신을 유지시킨다. LTH는 일명 프로락틴이라고도 하는데 유방의 유선조직에 작용하여 젖을 분비토록하는 작용을 갖고 있다. 또한 옥시토신은 뇌하수체 후엽에서 분비되어 유방근육을 수축하여 젖이 흘러내리도록 하는 작용과 분만 시 자궁근육을 수축시켜 태아를 만들 시키는 작용을 한다.

성선은 암컷의 난소와 수컷의 고환을 말한다. 난소에서는 여성호르몬인 에스트로겐을 분비함으로써 발정이 발현시키는 한편, 황체호르몬인 프로게스테론을 분비하여 임신이 유지되도록 한다. 고환에서는 고환호르몬인 테스토스테론이 분비된다. 테스토스테론은 수컷을 웅상화하고 수컷의 제2차 성징을 나타내며 성욕을 유발하는 작용을 한다.

## <성 호르몬의 종류와 내분비기관>

### ➤ 성호르몬의 종류

- 시상하부: GnRH
- 뇌하수체: FSH  
LH  
LTH
- 난소: Estrogen  
Progesterone
- 자궁: PGF<sub>2</sub> α
- 고환: Testosterone



암컷의 자궁벽에서 분비되는 PGF<sub>2</sub>α는 황체를 퇴행시켜 다음 발정이 개시되도록 하는데 임신이 하게 되면 분비하지 않는다.

### 2) 암컷의 번식생리

머스크랫 암컷이 성장하여 성성숙기에 도달하면 발정증세를 나타낸다. 암컷이 어렸을 때는 난소에서 분비되는 소량의 에스트로겐에 의하여 시상하부의 기능이 억제되어 있다가 성성숙기가 되면 이 작용이 해제되기 때문에 나타나는 현상이다. 먼저 시상하부에서 GnRH가 분비되어 뇌하수체를 자극하면 이에 따라 뇌하수체에서는 성성자극호르몬인 FSH, LH, LTH가 혈액내로 분비된다. 이들 호르몬은 혈류를 타고 난소에 전달되어 생리작용을 나타낸다.

먼저 FSH는 난소피질부에 있는 원시난포에 작용하여 난포를 발달시킨다. 이 과정에서 난포내의 난자도 발달하여 정자가 난자 내로 진입하여 수정될 수 있도록 성숙된다. 또한 난포가 발달되는 과정 중에 난포내에는 에스트로겐 분비량이 많아지고 이에 따라 발정증세를 나타낸다. 난포가 성장함에 따라 LH수준이 높아지면 LH가 난포에 작용하여 배란을 일으키고 배란된 장소에 황체를 형성하도록 한다.

이어서 황체에서는 LTH의 자극을 받아 프로게스테론이 분비되고, 이에 따라 자궁은 운동이 둔화되고 자궁벽이 비후되어 수정란이 착상하기 쉬운 상태가 된다. 임신이 성립되면 자궁은 더욱 발달하여 자궁 액의 분비가 활발하고 자궁 쪽 혈액량이

증가하여 태아가 성장하기 좋은 환경이 된다.



### 3) 수컷의 번식생리

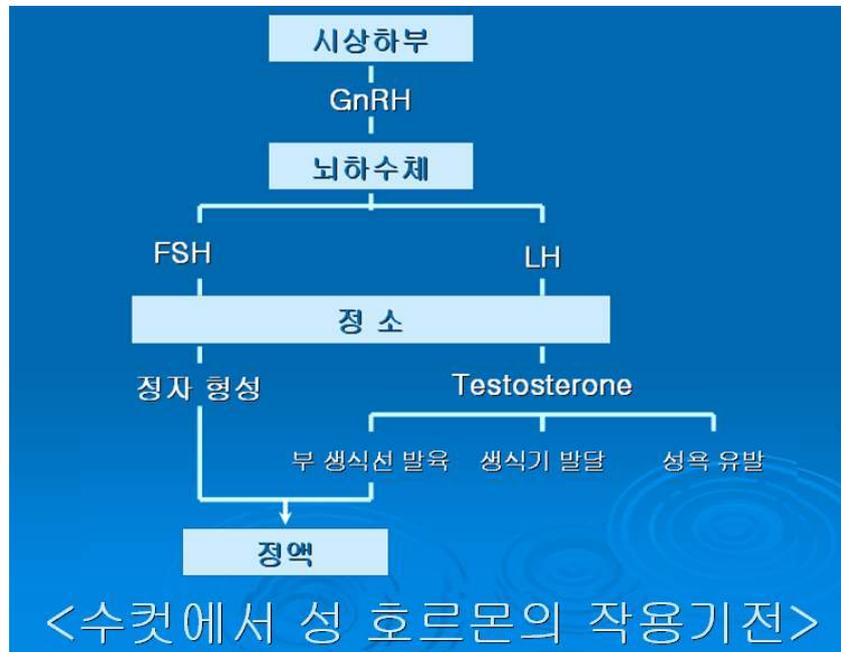
머스크랫의 수컷이 성장하면 번식이 가능한 상태가 되는데 이 시기를 성성숙기라 한다. 수컷의 경우

4~6개월령으로 체중 1kg정도에 도달하면 번식이 가능하다. 이 시기에 이르면 수컷의 시상하부에서 GnRH가 분비되어 뇌하수체를 자극하고, 이 자극에 의하여 뇌하수체에서 FSH와 LH가 분비되어 혈액 내로 방출된다. FSH와 LH는 혈액 순환을 따라 고환에 도달하여 수컷의 번식생리를 나타내게 한다. 이들 호르몬 중 FSH는 주로 정자형성에 작용하고, LH는 고환호르몬인 테스토스테론의 분비에 관여한다.

고환의 실질을 구성하고 있는 세정관의 벽에는 수없이 많은 정조세포가 존재하고 있는데, 이들 정조세포는 FSH의 작용을 받아서 분열을 반복하고 성숙과정을 거쳐 정자세포를 형성한다. 이들 정자세포는 고환호르몬인 테스토스테론의 작용으로 형태가 변화되어 올챙이 모습의 정자로 변화된다. 정자들은 운동성을 지니고 있어서 암컷의 자궁강을 거쳐 수정장소인 난관까지 이동하고, 자궁을 통과하는 과정 중에 난자의 벽을 뚫고 난자 내로 진입할 수 있도록 변화된다.

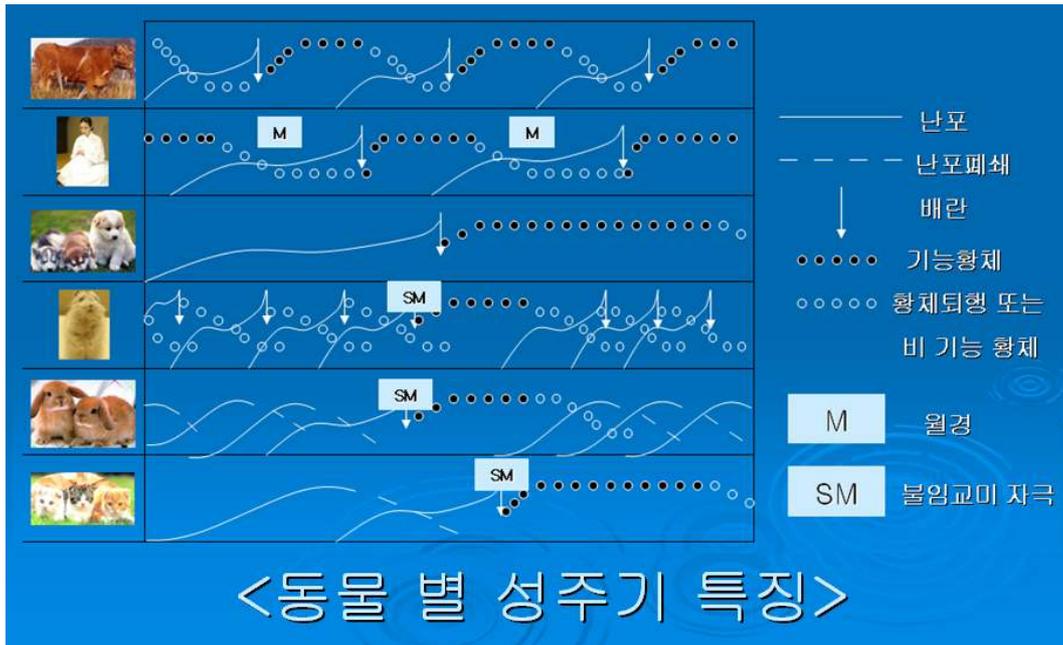
한편 LH는 고환에 작용하여 테스토스테론을 분비토록 한다. 이 호르몬은 정자의 변태와 수컷의 생식기를 발달시키는 한편 성욕을 유발하여 수컷의 성행동을 일으키

게 한다. 수컷의 부생식선인 정낭선과 전립선에서는 정장을 분비하여 교미 시에 체외로 사출되는 정자와 함께 배출되어 정액을 구성한다. 정장의 역할은 정자를 보호하고 에너지를 공급하는 역할을 한다.



#### 4) 머스크랫의 성주기 특징

번식기에 암컷에서 나타나는 성주기는 동물들에 따라 고유의 양상을 나타낸다. 일반적으로 성주기에는 짧은 난포기와 긴 황체기가 반복된다. 소, 돼지 등 일반 가축은 21일마다 성주기를 나타내고 사람은 28일마다 월경주기를 반복한다. 개의 경우는 한 번식기에 한번만 발정증세를 나타내므로 이를 단 발정 동물이라 한다. 또한 토끼와 고양이는 발정증세를 나타내지만 배란을 하지 않고 있다가 교미를 시켜야 배란하므로 교미배란 동물이라 한다.



머스크랫은 설치류에 속하므로 쥐와 같은 성주기 양상을 따른다고 본다. 번식기가 되면 FSH의 영향으로 난소의 난포가 발달되면서 발정증세를 나타내고, 이어서 배란이 일어난다. 배란된 장소에는 황체가 형성되는데 이 황체는 프로게스테론을 분비하지 않고 바로 퇴화되어 버리므로 이어서 다음 발정이 나타나게 된다. 그러나 임신이 성립된 경우 황체를 퇴행하지 않고 계속하여 프로게스테론을 분비하므로 임신이 유지된다. 그러므로 임신이 되지 않은 머스크랫 암컷은 긴 황체기를 거치지 않고 주기적으로 발정이 나타난다고 볼 수 있다.

### 3. 머스크랫의 번식 계절

동물들은 먹이가 풍부하고 기온이 적당하여 번식하기 좋은 시기에 번식하려는 습성이 있다. 축화 된 동물들은 인간의 보호 하에 사육되면서 번식계절이 없어졌다고 볼 수 있다. 그러나 아직도 몇 개의 동물에서는 번식하는 계절이 한정되어 있다. 말의 경우 봄에서 여름에 걸쳐 낮의 길이가 길어지는 시기에 번식을 하므로 이것을 장일성 계절번식동물이라 부른다. 반면에 면양, 산양, 사슴 등은 낮의 길이가 짧아지는 계절인 가을에서 겨울 사이에 번식하므로 단일성 계절번식동물이라 한다. 이들 동물들은 밤에 점등하여 낮의 길이를 길게 하거나 여름철에는 암실에서 사육하여 낮의 길이를 짧게 하여 줌으로써 비 번식계절에도 번식할 수 있는 환경을 조절하여 좋은 성과를 거두고 있다.

머스크랫은 우리나라 기후조건에서 4~9월 사이에 주로 번식한다. 수컷의 경우 1~2월에 고환이 발육하기 시작하여 3~4월부터 정자생산이 왕성해진다. 암컷 또한

3월에 발정이 개시되어 10월까지 발현하는 것으로 관찰 되었다. 이러한 번식양상으로 보아 머스크랫은 장일성 계절번식동물이라고 볼 수 있다. 그러므로 9월 이후 낮은 길이가 짧아지는 시기에 점등하여 일조시간을 연장하였을 때 번식률 제고가 기대된다. 실제로 국내 머스크랫 사육농가들의 번식결과를 보면 9월과 10월 그리고 12월에 분만한 기록을 갖고 있으며 1월에 발정했다는 기록이 있는 것으로 보아 비번식계절에도 번식 시킬 수 있는 가능성이 있다고 본다. 그러므로 사육환경과 사료조건을 개선함으로써 번식기간을 좀 더 연장 할 수 있을 것으로 본다. 이러한 문제는 좀더 많은 연구와 경험을 통하여 결론을 도출해야 함으로 선도농가의 적극적인 노력과 협조가 필요하다

#### 4. 머스크랫의 번식지표

##### (1) 암수의 구별

###### 1) 항문에서 생식기까지의 거리로 구별.

이 거리는 큰 것이나 작은 것이나 수컷이 암컷의 것보다 1/3정도 크다. 성숙한 것은 수컷이 1.8~2.5cm정도, 암컷은 1.3~1.8cm정도이며, 체중이 600g 이내의 새끼 수컷은 1.5~1.7cm정도, 새끼 암컷은 1.0~1.3cm정도이다.

###### 2) 회음부 주변의 털 상태로 구별

수컷은 항문부터 요도까지 많은 털로 덮여있으며 양쪽에는 갈색의 침털이 나있다. 반면에 암컷은 털이 적고 회음부 양쪽으로 갈라져 홈이 나있으며, 갈색 침털이 없어서 피부의 노출이 명확하다. 요도 뒤쪽에는 털이 없는 곳이 있다.

###### 3) 요도로 구별

머스크랫을 고정한 후 두 손가락으로 요도 양쪽을 잡고 벌려보면 검붉은 색에 검은 색을 좀 띤 귀두가 노출된다. 이때 귀두 앞 부위에 세 가닥의 명확한 흰색 연골이 보이거나, 손으로 요도를 만질 때 딱딱한 감각이 있으면 수컷이다. 암컷은 요도를 벌렸을 때 요도에 분홍색의 구멍이 관찰되고, 손으로 만졌을 때 딱딱한 감각이 없다. 이 방법은 생후 한 달 이상 된 새끼나 큰 머스크랫에 한하여 적용된다.

###### 4) 배뇨방향과 특징으로 구별

머스크랫을 잡았을 때 암컷과 수컷은 모두가 배뇨를 하게된다. 이때 수컷은 머리 방향으로 배뇨하고 암컷은 엉덩이 방향으로 배뇨한다. 배뇨 후 수컷은 배요구에 냄새가 나는 백색의 농후한 분비물이 남아있고, 암컷은 황갈색의 오줌이 묻어있으며 자극성 냄새가 없다.

### 5) 성질과 활동상태로 구별

수컷은 적극적으로 움직이기 좋아하여 문을 열면 먼저 밖으로 나오는데 암컷은 구석에 숨어서 나오는 것을 꺼리는 경향이 있다. 특히 암컷이 분만할 때 먹이를 찾아서 침실로 나르는 것은 대부분 수컷이다

### 6) 체중과 외모로 구별

성숙한 머스크랫의 체중은 수컷이 암컷보다 크다. 그러나 생후 2~3개월령 일 때는 암컷이 수컷보다 크다. 생 후 4개월령 이후 수컷이 암컷보다 체중이 더 크게 된다

### 7) 사향선의 유무로 구별

번식계절이 되면 수컷은 사향선이 발달하여 복부의 생식기 앞 부분에 두드러져 나온다. 복부의 정중선 양쪽에 존재하므로 손으로 만지면 감지할 수 있다. 그러나 암컷에서는 나타나지 않는다

### 8) 외음부로 구별

암컷의 요도구 뒤편에 0.2~0.4cm 정도의 한가닥 틈새가 가로로 존재하는데 이것은 번식기에만 개구하고 평상시에는 폐쇄되어 있다. 이부분을 힘주어 벌리면 생식구가 보인다. 새끼가 체중 200~300g(1~2개월)일 때 생식구는 닫혀서 가로선이 안으로 오므라든다. 그러나 체중이 500~700g(4개월 이후)에 도달하면 인위적으로 벌려지는 생식구 즉 외음부가 된다.

이상의 여러 가지 방법 중 2)와 3)의 방법이 간편하고 정확도가 높다고 본다.

## ▶ 암수판단기준

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1. 항문에서 생식기까지 거리 | 5. 성질과 활동상태 |
| 2. 외음부의 털 상태     | 6. 체중과 외모   |
| 3. 요도의 형태        | 7. 사향선의 유무  |
| 4. 배뇨의 방향        | 8. 외음부의 유무  |



< ♀ >



< ♂ >

<사진: 항문과 생식기간 거리 및 외음부 털 상태 비교>

## (2) 성성숙과 성주기

### 1) 성성숙

머스크랫은 계절마다 자주 발정하고 교배하는 동물인데 4~6개월 일 때 성성숙이 온다. 중국 동북지방에서는 계절의 영향으로 번식기가 4~9월이다. 성성숙은 계절, 영양, 유전 등의 영향으로 개체 간에 차이가 크다. 일반적으로 초봄 4~5월에 출생한 새끼는 가을에 발정과 교배가 이루어져야 하는데 영양부족, 기후변화 등의 환경변화로 인하여 그해에 번식을 중단하고 이듬 해 4월 이후 번식에 공여하게 된다.

### 2) 성주기

암컷의 성주기는 15~20일이다. 암컷 개체의 발육정도, 영양상태, 생활환경 등은 성주기의 길고 짧음에 영향을 주어서 개체간의 차이가 크다.

### 3) 번식적령기

머스크랫은 생후 6개월 이후 성 성숙이 완성되므로 번식이 가능하다, 그러나 이시기에도 신체적 성장이 계속 되므로 발육과 경제성을 고려하여 생후 9개월경에 번식에 공용토록 한다.

### 4) 번식시기

수컷 성기관의 발달과 기능은 년 주기의 양상을 나타내어 번식계절이 분명하다. 중국의 동북지방에서는 수컷 성 기관 발육이 1~2월에 개시되어 3~4월까지 지속되고 4월 중순부터 8월 말까지 성숙된 정자가 사출되므로 이 시기에는 수시로 교배할 수 있다. 10월 이후에는 고환이 축소되고 성욕이 감퇴되어 교배능력이 떨어지게 된다. 그러나 새끼의 성기관은 신체성장에 따라 부단히 발육한다.

암컷 성기관의 주기적 변화는 수컷과 비슷한데 번식계절에 수차 발정하고 임신한다. 3월 중순이후 발정과 함께 성숙한 난자가 배란 되는데 10월초가 지나면 대개는 발정하지 않는다. 국내여건에서 번식시기는 4월에서 9월사이로 보며 특히 5월에 번식이 가장 왕성한 것으로 조사되었다.

### 5) 번식양상

머스크랫은 첫배새끼를 분만한 후 2~3일 후 발정 · 배란하고 교배하여 임신하는 경우가 있는데 이때 임신된 태아를 혈배라고 한다. 혈배가 성공하지 못하면 15~20일 후 재발정이 나타나 교배한다.

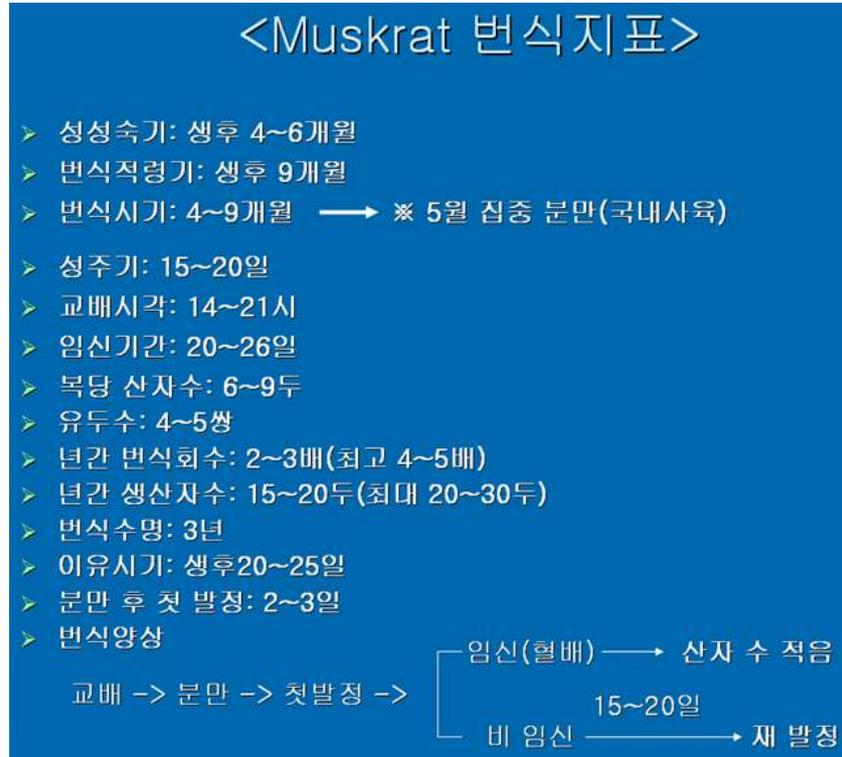
### 6) 기타

머스크랫의 번식과 관련된 기타 사항은 Muskrat의 번식지표를 참고하도록 한다.

## 5. 머스크랫의 번식관리

### (1) 발정과 교배

#### 1) 발정



야생상태의 머스크랫은 낮은 온도와 먹이부족 등 불리한 환경 하에서 겨울철을 지내는 동안 영양상태가 나빠서 여위게 된다. 그러나 번식계절인 봄철이 되면 기온이 온화하고 영양상태가 회복되어 번식기에 들어간다. 이때에 육조에 물을 공급하면 머스크랫은 목욕하여 원기를 회복하고 발정이 와서 교배 한다. 교배기에 가까워지면 외부생식기에 명확한 변화가 나타나는데 교배기의 주요증상은 수컷은 고환이 발달 성숙하고, 강렬한 냄새의 분비물(사향)을 분비하며, 음경이 드러나고, 활동량이 많아진다. 암컷의 발정증세는 생식구가 열리고, 외음부가 붉게 충혈·종대하여 분홍색을 띠고, 외음부 주변이이 축축하고, 질 분비물이 증가되어 우유 색 또는 옅은 녹색을 띠게 된다. 이 때 “잉잉”하며 배우자를 구하는 소리를 낸다. “잉잉”하는 소리는 강아지 우는 소리와 유사하다.

#### 2) 교배

교배는 일정한 과정을 거쳐 이루어진다. 교배 시의 내는 소리는 평소 먹이를 달라거나 빼앗아 먹을 때 소리보다 크다. 암컷은 운동장과 물 저장고에서 소리치며

교배를 기다린다. 만약 수컷이 반응이 없으면 암컷은 소리 지르고 머리로 떠받으면서 수컷을 불러낸다. 그리고 운동장의 물 저장고 혹은 침실에서 쫓기도 하고 덮치기도 하며 연애행위를 한다. 이렇게 뛰놀다가 성욕충동이 생기면 암컷은 엉덩이를 수컷의 머리부근에 대고, 수컷이 암컷의 등위에 승가 하여 앞발로 허리를 껴안고 교배한다. 약 20초에서 1분이 지나면 둘이서 함께 동일한 방향으로 누우면서 갈라진다. 둘은 각기 외부생식기를 정리하고 소리를 거둔 후 먹이를 먹거나 침실에 가서 휴식하고 다음 날 또 다시 교배행위를 반복한다. 이렇게 1~4일간 교배 하고 행위를 정지한다.

머스크랫의 교배는 보통 물에서 진행하기 때문에 뒷다리와 꼬리로 물을 두드리기에 “파이파이”하는 소리가 난다. 그러므로 머스크랫이 물을 두드리거나 “잉잉”하는 소리가 나면 발정하고 교배하는 증좌인 것이다. 교배는 14~21시 혹은 새벽 4시에 진행하는데 오전 중에도 행하여진다. 대부분은 물에서 이루어지고 운동장이거나 침실에서도 이루어진다. 때때로 암수 배웅 후 7~8일 소리치는 경우가 있다. 그것은 교배가 잘 이루어지지 않았다는 의미이므로 이때는 교배능력이 강한 수컷으로 바꾸어 주도록 한다. 배웅 후 1~2시간쯤 관찰하여 서로 적의가 없고, 또 서로 무서워하지 않으면 2~3일 후 소리가 멈추는데 이것은 교배가 실현된 것으로 판단한다. 수컷을 바꿀 때 새끼가 태어난 후 기간이 얼마 되지 않은 칸의 수컷을 사용하면 새끼나 어미의 보호에 지장을 초래하고 다음번 교배에도 영향이 있으므로 유의해야 한다.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 발정증상 - (수컷) 고환이 발달 사항분비 음경을 드러냄 활동량 많음</li> <li>- (암컷) 외음부종대 개구 및 분홍색 외음부 습윤 유투 색 또는 녹색의 분비물 배우자 구애(임잉)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교배행동 - 물에서 진행 - 뒷다리와 꼬리로 물을 두드리며 소리(파이 파이) - 수컷이 앞발로 암컷 허리를 껴안음 - 20초~1분간 교배 후 동일 방향으로 누우며 교배종료 - 각각 외부 생식기를 정리하고 침실에서 휴식</li> <li>▶ 교배관리 - 커튼을 쳐서 안정감 유지 - 교배가 부정확한 경우 암컷이 7~8일 소리 - 교배 능력이 강한 수컷으로 교체 - 1~2시간 적의가 없으면 2~3일 후 교배 가능</li> </ul>
---	--



<발정기 암컷의 외음부>



<수컷의 음경>



<물속에서 암수 유투>

## (2) 임신과 분만 및 포육

### 1) 임신

머스크랫의 임신기간은 25~29일이다. 임신에 다른 변화가 임신전기에는 명확하지 않으나 임신후기에는 행동과 신체에 변화가 나타난다. 분만 전 일주일 정도에서 어미는 먹이를 많이 섭취하고 체중이 증가한다. 배가 커지고 행동이 불편하여 활동이 감소하고 침실에 누워 휴식하는 경우가 많다. 분만이 가까워 오면 어미는 풀을 찢어서 등지를 만들고, 풀로 출입구를 막으며, 마지막으로 풀과 똥을 혼합하여 침실 구멍까지 막아서 분만을 기다린다.

이때가 되면 수컷도 암컷을 도와서 침실로 통하는 출입구를 막고 밖에서 생활한다. 암컷은 수컷을 쫓아내는 습관이 있는데, 수컷이 특별히 바빠할 때는 암컷이 새끼를 낳으려고 하거나 이미 새끼를 낳은 후이다.

### 2) 분만

분만은 보통 침실에서 이루어지는데 개체에 따라서는 밖에서 분만하는 경우도 있다. 이때부터 수컷은 밖에서 살며 혼자서 어미와 새끼를 위하여 문을 지킨다. 수컷은 새끼를 다치게 하는 일이 없이 보호하며 사람이 접근하거나 검사하려고 하면 문을 막고 주도적으로 공격한다. 또한 어미와 새끼에게 먹이를 나르고 어미와 함께 새끼를 육성한다. 개체에 따라서는 새끼를 보호하지 않는 수컷이 있는데, 이것은 암컷과 같이 있으며 분만 후 후 1~2일까지 밖으로 나가지 않고 저장해둔 먹이를 먹은 후 나가서 자력갱생한다.

어미는 모성이 강하여 산후 5~7일 동안은 운동장이나 물통에서 배설하거나 혈배 임신을 위한 행위 외에는 새끼를 돌보는 데만 전력한다. 먹이는 수컷이 나르며 수컷이 나간 후는 문을 막아 버린다. 침실이 너무 더울 경우 문을 막지 않는 개체도 있는데 이때 새끼가 “쯔쯔”하고 소리를 낸다.

## <임신과 분만>

- > 임신중세 - (임신 후반기)
  - 식욕광성, 사료섭취 증가
  - 체중증가, 복부 커짐, 후구 팽만
  - 활동감소, 침실에서 휴식
- > 분만중세 <암컷> - 풀을 찢어서 둥지 만들
  - 풀로 구멍을 막고
  - 풀과 똥을 혼합하여 침실구멍 폐쇄
  - 수컷을 쫓아냄
- <수컷> - 분만이 가까우면 바쁘게 움직임
  - 밖에서 자며 문을 지킴
  - 어미와 새끼에게 먹이를 운반



<분만 준비된 침상>



<둥지>



<밖에 대기하는 수컷>

### 3) 포육

새끼는 분만 시 체중이 약 20g, 체장이 5~7cm 정도이다. 두 눈은 꼭 감고 있으며, 몸에 털이 없고 분홍색 내지 적홍색을 띤다. 등쪽이 복부보다 색이 짙은 편인데 전신이 흑회색인 개체도 있다. 생 후 9~12일이면 눈을 뜨고, 20일이면 굴에서 기어나와 굵이 많고 연한 청록사료를 먹으며 물에 들어간다. 새끼는 발육이 빨라서 30일령이면 체중이 200g 이상 되고, 5~6개월령이면 큰 머스크랫이 된다.

대부분의 머스크랫은 스스로 새끼를 잘 보고 육성하므로 새끼들의 생존율이 높다. 그러므로 새끼를 자주 검사하지 않아도 된다. 잘못하면 어미를 놀라게 하여 새끼를 죽일 수 있으므로 유의해야 한다.

젖을 먹이는 기간은 20~25일 정도이며, 젖을 뗀 후 점차 독립한다. 젖을 뗀 후 새끼들은 어미와 따로 키워도 좋고 함께로 키워도 된다. 함께 키울 때 새끼들은 서로 화목하게 지내는데 활동면적과 먹이가 충분해야 한다. 부모와 새끼가 동거해도 다음 배 새끼에 별 영향이 없다. 그러나 먹이를 빼앗거나 운동공간이 부족할 수 있으므로 분가하거나 암수 한 쌍씩 짝지워 사육함이 좋다. 특히 무더운 여름에 더 필요하다.

### (3) 부모와 새끼의 관계

어미 머스크랫은 4~5쌍의 젖꼭지를 가지고 있는데 가슴에 1~2쌍, 복부에 3~4쌍이 배열되어 있다. 분만 전에 유방이 팽대해지며 어미는 스스로 젖 주위 털을 뽑아

서 등지를 만든다. 새끼들은 분만 후 1~2시간이면 어미의 젖을 찾아 빨고, 흡유한 다음에도 젖을 문채로 잠을 잔다. 잠자는 동안 소리를 내지 않으며 깨어나서 다시 젖을 빨다. 건강한 새끼는 젖을 문 채 어미가 침실을 나가든지 물에 들어가든지 함께한다. 대부분의 어미는 쫓아내도 새끼는 버리지 않는다. 또한 새끼를 잃어버리면 찾아서 엉덩이를 물고 다시 굴로 들어온다. 어미의 젖은 많은 편이며 6~9마리 새끼가 정상적으로 자랄 수 있다.

## <새끼와 어미와 관계>

- ▶ 신생 족 - 체중: 20g, 체장: 5~7cm
  - 1~2시간 후 젖을 찾아 먹음
  - 젖을 문 채 자고, 어미와 함께 행동
  - 5~7일 치아 발생
  - 9~12일 개안, 털 발생
  - 20일 정초 사료 섭취 및 수욕
  - 30일 체중: 200g
- ▶ 어미 - 산후 5~7일간은 배설 외 새끼사육에 집중
  - 새끼가 배설한 똥을 섭취 또는 청소
  - 새끼를 보호 털은 빗어줌
  - 20일 이후 새끼에 수영 가르침



수컷은 암컷을 잘 돕고 지키며 먹이를 나르고 암컷이 나가면 새끼를 돌보다가 어미가 돌아오면 다시 나간다. 어미와 새끼는 화목하다. 수컷은 자기가 먹지 못해도 암컷과 새끼에게 먹이를 주고 또 어미는 새끼에게 먹이를 준다. 새끼가 침실에 배설한 똥은 어미가 먹어 치우거나 물에 던져 버리며 침실은 항상 깨끗하게 유지한다. 새끼털이 흐트러지면 어미가 빗어준다. 두 번째 새끼를 분만하면 첫배 새끼와 함께 생활 하는데 이때는 수컷이 새끼들을 책임져서 돌보다가 2~3개월이면 점차 멀어지는데 서로 간에 적의는 없다.

어미가 두 번째 배 새끼를 낳을 때 첫배새끼도 어미와 함께 출입구 구멍을 막아서 두 번째 배의 분만을 준비하며 두 번째, 세 번째 배와도 함께 살 수 있다.

새끼는 생 후 20~25일이면 침실 밖에서 활동하고 먹이를 찾으며, 부모의 도움으로 수영을 배우고 새끼가 겁이 나서 물에 못 들어갈 때에는 어미가 입으로 밀어서 물에 들어가게 한다. 물속에서 3~5분 지낸 후 물에 올려 보내어 좀 쉬게 하고 다시 물에 들어가게 한다. 몇 번 되풀이 하여 차츰 익숙해지는데 새끼는 처음에는 하



조합을 만들어 번식시킬 수도 있다. 그러나 머스크랫은 난폭하여 임시조합을 만들면 서로 화목해 질 때까지 몇 일간의 기간이 걸리며, 암컷이 짧은 기간에 발정이 집중되면 교배시기를 놓칠 수 있으므로 주의해야 한다. 만약 암컷의 수가 많고 수컷의 수가 적어서 암컷이 다 번식하지 못할 때에는 “일부일처제의 배웅”을 만들어 준다. 즉 수컷을 암컷의 우리 문 밖에서 대기시켜 암컷의 냄새를 맞거나 접촉하도록 하고, 암컷이 발정증세를 보이면 문을 열고 수컷을 들여보내 교배시킨다.

머스크랫은 성격이 난폭하여 한 가족이 아니면 싸우게 되므로 꼭 정확하게 배우자를 선택하여 조합을 만들어 준다. 그 방법은 연령과 체구가 비슷한 두 개체를 철망으로 격리된 방에 넣어서 몇 시간 혹은 하루 이틀 익숙해지게 해준다. 이 후 냄새를 서로 인식하고 친선을 표시하면 둘을 한 방에 넣어준다. 둘이 만나서 코를 문지르거나 서로 간에 쫓고 피하며 침실과 물 저장고를 돌아다니면 조합이 성공한 것으로 판단한다. 그러나 서로 싸우고 “후후”하고 소리를 내거나 이를 갈면 조합이 실패한 것이므로 다시 새 조합을 마련해야 한다.

배우자 간에 서로 성적으로 흥분된 행동이 있으면 운동장을 가려주고 참관을 중지한다. 교배가 성립되면 수컷은 사정 후 암컷의 위에서 한쪽으로 떨어지며 외생식기를 핥는다. 이런 행위가 없고 암컷이 2~3일 계속 흥분상태가 계속되면 수컷을 바꾸어 주어야 한다.

## <배우자 조합>

- 일부일처제
- 연령, 체형, 몸무게 비슷한 것 합사(3월초)
- 몇 시간 후 혹은 1~2일 후 친선표시
- 조합실패 : 서로싸움(후후하고, 이 같음)  
암컷이 2~3일 계속 흥분  
수컷 교체필요

### (5) 임신 중의 관리

4월 말 5월 초에 첫배 새끼를 분만하면 2~3일 후 다시 교배하여 혈배를 임신하거나 아니면 보름정도 후에 교배하여 임신한다. 따라서 4~9월은 번식기에 해당하므로 암컷은 임신과 분만 그리고 포유 등 생리적으로 부담이 크다. 이 시기에 어미의 사료는 신선하고 연하며 기호성이 좋고 영양이 풍부하여야 한다. 사료는 갑자기 변경하지 말고 적당히 동물성 단백질과 무기염을 보충해야 한다. 임신한 어미와 새끼에게는 깨끗한 물을 공급하여 주고며 똥과 오줌이 섞이지 않도록 한다. 집단 사육 시에는 운동장에 무겁고 주둥이가 작은 급수시설을 만들어주는 것이 좋

다. 사육환경은 안정하고 위생적이며 빈번한 참관을 금지하고 무더운 여름철에는 채광과 통풍에 유의하여 더위를 방지해 주어야 한다.

## (6) 분만 전 후의 관리

### 1) 분만 전의 준비

임신기간이 25~29일이므로 분만 전 5~10일에 사육실을 검사하고 청소한 다음 연하고 마른 풀을 등지에 넣어준다. 산실은 보온할 수 있고 습기를 방지할 수 있도록 등지의 풀은 충분토록 미리 준비해야하며 분만 시에는 주지 않도록 한다.

분만 전에 사육실을 검사하여 다른 동물이 침입하지 못하도록 대비해야 한다. 분만 후 다른 머스크랫이 들어오면 침입자와 어미 사이에 싸움이 생기거나, 어미가 새끼를 물고 도망하여 상하거나 죽는 일이 발생한다. 분만 후 3~4일 내에 이런 일이 발생하면 어미는 새끼를 모두 먹어치우거나 모두 굶어 죽게 한다.

### 2) 새끼의 검사

머스크랫은 모성이 강하고 젖이 많이 분비되기 때문에 새끼의 포육은 어미에게 맡겨두면 된다. 그러나 예기치 않은 상황이 발생되거나 부득이 새끼를 검사해야 할 경우 다음과 같은 절차를 따라야 한다. 새끼의 안정을 보장하기 위하여서는 다른 냄새가 남아있지 않도록 하는 것이 중요하다. 우선 위생적인 장갑을 끼고 침실의 깔짚으로 손을 문질러서 다른 냄새가 없도록 한다. 첫 검사는 분만하고 12~24시간 후 진행한다. 애비와 어미 두 마리가 다 밖으로 나와 있을 때 조용히 검사하는 것이 좋다. 건강한 새끼는 소리를 내지 않지만 소리 낼 때는 크다. 새끼들은 서로 부둥켜안고 있고 발육이 균등하며 몸체가 둥글고 따스하다. 손에 쥐면 힘 있게 흔들며 반응 하는데 다수는 어미젖을 물고 놓지 않는다. 어미가 이상이 없으면 이후는 검사하지 않는다. 그러나 새끼가 계속하여 소리를 내고 소리크기가 갈수록 약해질 경우 어미가 침실에서 나와 새끼를 돌보는지 수시로 확인해야 한다. 검사할 때는 어미가 절대 놀라지 않도록 조심하여야 한다.

### 3) 새끼의 위탁포육

일반적으로 머스크랫은 새끼를 여덟 마리까지는 어미가 혼자서 포육할 수 있는데 젖이 모자라서 새끼의 발육이 늦어지거나 새끼가 너무 많은 경우 다른 어미에게 위탁하여 기르는 것이 좋다. 새 어미는 체중이 어미와 비슷하고 비슷한 시기에 분만한 것을 고른다. 위탁하는 새끼의 냄새는 새 어미의 냄새와 같아야 하므로 새끼를 새 어미집의 깔짚으로 문지르거나 새 어미의 똥이나 오줌을 바른 후 새 어미의 침실 문 어구에 놓는다. 이때 새끼가 소리치는 소리를 듣고 새 어미가 나와서 새끼를 물어들이는데 이후 반시간이 지나도록 내보내지 않으면 성공한 것이다. 아니면 어미를 쫓아낸 후 양자 새끼를 새어미 새끼들 중간에 슬며시 끼워넣고 어

미를 들여보낸다. 이때 새 어미가 양자를 물어내지 않으면 되는데, 이러한 조치는 밤에 실시하는 것이 좋다. 한가지 방법을 시도하여 보고 성공하지 못하면 다른 방법을 실시하도록 한다.

## <새끼관리의 요점>

- **이유** - 생후 20~25일이면 이유 및 독립

  - 이유 후 어미와 분리 또는 동거
  - 부모와 동거 시 활동면적과 먹이 고려
  - 2~3개월 후 부모와 멀어지게 됨
- **위탁 포유**

  - 시기 - 어미의 사
    - 젖의 부족
    - 한배 새끼 수 과
  - 방법 - 비슷한 시기 분만한 어미선정
    - 위탁모의 깔짚, 똥, 오줌으로 문지름
    - 위탁 모 침실 입구에 넣음
    - 새끼 소리 듣고 어미가 물어 들인 후 반응 관찰
    - 야간에 실시

## 6. 번식능력 제고 방안

머스크랫의 번식능력을 향상시키기 위해서는 충분한 영양과 알맞은 사육환경을 제공함으로써 신체적으로 충실하고 건강하여 번식생리 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하는 것이다. 건강하고 성능이 우수한 개체라도 사육환경이 불량하면 그 능력을 충분히 발휘할 수 없으므로 인위적인 보살핌이 필요하다. 머스크랫은 순화되지 못한 동물로서 야생성이 강하고 번식도 계절적으로 제한되어 있으므로 생태적 습성을 고려하여 다음과 같은 조치들이 특별히 필요하다

### 1. 다양한 사료를 이용하여 영양을 공급해 주어야 한다.

전 사육기간 중 하루의 사료급여기준은 표준은 큰 차이가 없으나 각 사육시기의 영양분 요구량은 다르다. 그러므로 시기에 맞게 사료를 조절하고 보조 사료를 급여한다. 특히 번식계절에는 적당한 량의 동물성 사료를 공급해주어야 생식기능을 원활하게 발휘할 수 있다. 양질의 사료와 충분한 풀사료의 공급을 통하여 비타민과 광물질이 공급 되도록 한다. 특히 밀배아를 급여하면 비타민 E의 공급효과가 크다

### 2. 신선한 물을 계속 공급하여 주고 자주 바꾸어 주도록 한다.

물은 머스크랫에게 귀중한 생활필수품이며 번식에 매우 필요하다. 중국에서 경험에 의하면 3월에 물을 준 것은 5월에 준 것보다 한 달 먼저 새끼를 낳으며, 번식 횟수도 증가 하였다. 가능하면 침실의 온도는 12~15℃를 유지하고 물은 계절에 관계없이 상온에서 공급될 수 있도록 한다.

3. 겨울철 보온과 여름철에 더위방지를 철저히 해 주어야 한다.

방한과 보온은 겨울을 안전하게 지내는데 중요한 요소이며 번식능력과 관계가 깊다. 보온이 안 되면 발이나 꼬리가 얼어 번식에 지장을 주게 된다. 또 여름철 너무 더우면 성욕이 떨어지고 발정이 늦어지며 번식에 불리하다.

4 사육환경을 청결하게 관리 하고 위생에 유의해야 한다.

머스크랫은 깨끗한 것을 좋아하는 성질이므로 잘 청소하지 않으면 문제가 생긴다. 침실과 물이 더러워지면 불안해하고 스스로 청소하므로 번식에 나쁜 영향을 미치게 된다. 여름철에 먹다 남은 청채사료나 습기 찬 깔짚을 자주 바꿔주지 않으면 썩어서 악취와 가스가 발생하여 공기를 혼탁하게 함으로 새끼 육성율이 낮아진다.

5. 주변 환경을 안정시켜 놀라지 않도록 해야 한다.

관리자의 지나친 호기심과 사육장에 빈번한 출입 또는 다른 동물들의 접근은 머스크랫을 놀라게 하여 번식성적을 떨어뜨릴 수 있다.

6. 어릴 때부터 “일부일처” 교배조합을 마련해 준다.

머스크랫은 발정이 발현된 후 암수배웅을 실시하면 교배 성공률이 낮으므로 어릴 때부터 암수 배우자끼리 화목할 수 있도록 교배조합을 마련하는 것이 번식에 유리하다. 일단 교배조합이 형성되면 인위적으로 분리하지 않도록 한다. 더 나아가 “일부일처”의 교배행동과 인공수정을 연구해야 한다.

7. 새끼 사육을 잘해야 한다.

새끼는 발육이 빠르므로 출생 후 한 달이면 독립생활 한다. 적당한 사료(곡물류의 열매)와 첨가사료를 주어서 충분한 발육과 성장을 유도하면 성 성숙과 번식에 유리하다.

8. 번식기록을 철저히 하고 결과를 활용한다.

각 개체별 관리기록카드를 기록하고 번식결과를 분석하여 번식효율을 향상시키도록 노력해야한다. 기록을 통하여 개체의 특성과 능력을 파악하여 사육관리에 참고하고 능력이 우수한 것을 선발하여 번식에 공용함으로써 번식효율을 높일 수 있다. 혈통이 우수한 후손을 선발 하여 사육하게 됨으로 전체의 능력을 향상

시키고 근친교배의 피해를 방지할 수 있다.

## <번식의 효율화 방안>

- 사료 - 양질 사료 공급

{	청록사료 250g
	곡물 40~50g
	동물성사료 5~10g

  - 번식기 단백질, 비타민 A, E 공급
  - 충분한 풀 사료의 급여
- 환경 - 겨울철 보온, 여름철 방서

  - 점등에 의한 일장 조치
  - 주위 환경을 안정감 유지(놀람 방지)
- 관리 - 물을 자주 바꾸어 줌

  - 침실의 청소 건조 및 위생(곰팡이)
  - 새끼를 건강하게 육성
  - 어릴 때 일부일처의 조합 실시
- 기록 - 개체관리부 기록

  - 생산능력에 따라 종서 선발





## 7. 종합논의 및 결과요약

본 연구는 국내 사육환경에서 사향쥐 번식의 효율을 향상시키기 위하여 수행 되었다. 먼저 사향쥐 번식기관의 해부와 관찰을 통하여 암컷과 수컷 번식기관의 구조를 조사하여 표준 모델을 작성하였다. 또한 계절번식 동물인 사향쥐의 생식기관의 변화를 조사하여 번식기와 비 번식기 중 생식기의 특징을 구명 하였고, 사육농가의 번식기록을 분석하여 사향쥐의 번식능력과 실태를 조사 하였다. 이어서 연구결과 얻어진 자료를 바탕으로 사향쥐의 번식지표를 작성하였으며, 사육농가를 위한 사향쥐 번식기술 지침서를 작성 하였다. 얻어진 연구결과는 다음과 같다.

1. 사향쥐 수컷의 생식기구조는 정소, 정소상체, 정관, 음경, 포피 및 부생식선으로 구성 되었다. 부생식선은 정낭선, 전립선과 카우어선으로 구성되었으며, 정낭선이 크게 발달 하였다.
2. 수컷의 사향낭은 백색의 분비선이며 번식기간 중에 사향을 생산하였다. 또한 사향의 분비는 음경과 포피사이에 위치한 사향배출관을 통하여 배출되었다.

3. 암컷의 생식기관은 난소, 난관, 자궁각, 자궁체, 자궁경 및 질부로 구성되었으며, 난소 전체가 지방조직에 피복되어 있었다.
4. 번식계절과 비번식계절 중 생식기의 변화는 정소와 정낭선에서 뚜렷하였다. 4월, 6월, 8월, 12월에서 정소의 무게는 각각 1.20g, 1.12g, 1.00g, 0.85g이었으며, 정낭선의 길이는 각각 5.11cm, 4.76cm, 4.08cm, 2.67cm로서 비번식기에 위축되는 경향이였다.
5. 사향양의 무게는 4월, 6월, 8월, 12월에 각각 1.28g, 1.52g, 0.77g, 0.42g으로 6월까지 커졌으며, 그 이후 위축되는 경향이였다.
6. 사향귀의 농가입식 후 생존율은 56.0%, 번식률은 61.2%였다.
7. 사향귀의 번식계절은 3월에서 8월로 조사되었으며, 5월과 6월에 집중적으로 분만이 이루어 졌다.
8. 3월에 첫 분만한 경우 연간 4회 번식이 가능 하였으며, 4월 첫 분만 시에는 3회, 5월과 6월에 첫 분만 시에는 년 간 2회 번식이 가능 하였다.
9. 사향귀의 분만간격은 55.8일이었고, 복당 산자수는 6.8두이였다.
10. 사향귀 한 마리의 연간 새끼생산 가능 두수는 6~17두였으며, 새끼의 육성율은 54.6%이였다.
11. 연구결과를 기초로 사향귀 번식지표를 설정하였으며, 그 내용에는 사향귀의 성숙속과 번식적령, 성주기와 번식적기, 임신기간과 이유시기, 연간 번식회수와 번식수명, 복당산자수, 암수구별기준 등을 포함시켰다.
12. 사향귀 사육농가의 번식 효율향상을 위한 관리 지침서로 <사향귀 번식기술 지침서>를 작성 하였다

### 제3절 사향쥐(Musk Rat)의 소개

#### 1. 사향쥐의 생태적 특성

사향쥐는 포유동물로서 쥐목 비단털쥐과(학명 : Ondatra zibethicus)에 속하며 원산지는 북아메리카(North America)이고, 캐나다, 북유럽, 아시아 특히 우리나라 중북부 부터 중국의 길림성, 요녕성, 흑룡강성 등지에서 서식하는(북위 28° ~ 68° 지대의 강과 호수주변에 서식) 야생동물로 추정된다. 기록에 의하면 1905년경 보헤미아 지방에서 기르던 사향쥐가 중부 유럽으로 확산되어 졌다고 한다. 그리고 1935년 스위스의 Frimenich라는 회사에서 향료로서의 성분(Cyclopentadecanone)을 연구하게 되면서부터 관심을 가지게 되었다. 그리고 중국 흑룡강성에서 90년대 초에 인공사육하기 시작하였으며, 우리나라는 1998년(새농민10월호)에 사육한 기록이 있고 2005년 중국으로부터 수입하여 번식사육하고 있다.

#### 2. 사향쥐의 체형

사향쥐의 외형은 일반쥐의 모습과 같은 타원형이며 두부와 눈은 작고 목은 짧으나 튼튼하며 중구(中軀)부터 발달되어 있다. 체장은 35cm 전후이며 꼬리 길이가 25cm정도이고 내부는 백색의 질긴 섬유상 단백질이 15가닥 정도로 결속되어 있다. 체중은 야생에서 포획된 성축이 1kg 전후이나 배합사료와 조사료를 공히 급여한 결과 점차 증가하는 현상을 나타내며 개중에는 1.5kg 정도 나가기도 한다. 귀는 털로 막혀 있으나 도구로 일으키면 선명하게 나타나고 입은 둥글고 입주위에 털이 나 있다. 이는 매우 튼튼하며 설치류이기 때문에 계속 자라나므로 이빨을 갈수 있는 재료를 넣어주거나 주기적으로 잘라주어야 한다. 앞발에는 4개의 발가락이 있고 특히 퇴화된 머느리발톱과 단단한 결정체로 된 짧은 발톱이 3~4개가 있어 먹이를 고정할 때 매우 편리하도록 되어 있다. 뒷다리가 앞다리보다 길며 발가락은 5개로서 물갈퀴가 있어 물속에서 활동하기가 편리하도록 되어 있고 발 옆에 털이 나 있다. 꼬리의 부착부위는 둥근 원형이나 끝으로 갈수록 납작하여지며 표면은 원형비늘과 띄엄띄엄 검은색 짧은 털이 있다. 피모색같은 등은 검황색 또는 검갈색, 복부는 회갈색이다. 그러나 새끼 때에는 회색 또는 갈색이다. 성장하면서 (4개월 후) 체 색으로 된다. 수서동물(水棲動物) 이므로 뒷발은 물갈퀴가 있어 물속에서의 행동이 자유로울 뿐만 아니라 꼬리가 방향을 잡기에 편리하도록 되어 있다. 특이한 것은 타기관에 비하여 턱뼈가 약해 뛰어내리거나 도망다니다가 턱뼈가 손상을 입어 도태시켜야 하는 경우가 많으므로 턱뼈의 손상에 각별히 주의하여야 한다.



Fig. 3-1. Muskrat

### 3. 사향쥐의 생활환경

사향쥐는 수초(水草)가 무성한 소택지(沼澤地), 호수, 강 등 물이 흐르는 곳이나 깨끗한 물이 고여 있으면 서식이 가능하다. 특히 천적(부엉이, 올빼미, 솔개, 삥이 등)에 약하고 겁이 많은 동물이므로 서식하는 토굴을 4~5개 정도 만들어 두고 입구도 여러곳으로 하여 마치 다섯손가락 끝에 각각의 안식처를 만들어 먹이를 저장하고 새끼를 분만할 때마다 다른 곳에 분만하여 입구만 지키면 숫컷이나 천적 등으로부터 새끼를 보호할 수 있는 미로와 같은 토굴을 만들어 주어야 한다. 또한 입구를 지나 어떤 때는 강바닥을 통과하여 먼 곳에 비밀스러운 안식처를 만들기도 한다. 특히 수목이 우거진 곳에서 그 뿌리 밑에 집을 지어 생활하는 습성을 갖고 있다. 때로는 물위에 뜬 건초더미나 쓰러진 나무 등 굴속을 이용하여 집을 짓기도 한다. 강바닥을 지나 건너편 등에도 안식처를 만들 정도로 굴토성(窟土性)이 강하므로 방사 사육장을 지을때는 2m 정도 깊이로 차단벽을 설치하는 것이 안정적이다. 사향쥐 굴의 입구 크기는 10~15cm 정도이며 가끔 수면 위 언덕에 있기도 하지만 대부분 수면하 10~20cm이하에 둔다. 굴의 깊이는 대체로 10~50cm 쯤 되고 굴의 입구는 물 밑에, 등지는 물위(지표) 50~200cm 정도에 있으며 토질이 연하여 쉽게 뚫고 도망칠 수 있는 곳에 둔다. 겨울사료의 저장은 대체로 늦가을부터 겨울에 저장하는데 안식처 2~3곳에 청록사료, 풀뿌리, 나무줄기, 물고기, 조개류 등을 20~30kg 정도를 저장하여 겨울사료로 이용한다. 안식처는 여름굴과 겨울 굴을 다소 다르게 짓는데 여름 굴은 새끼 낳기 전에(1~3월) 물 위에 솟아난 갈대등을 기초로 하여 만들며 굴 높이는 50cm정도로 여러 개 만들고 겨울 굴은 번식이 끝난 후 (9월경) 포근하게 단칸을 주로 짓는다. 현재의 사육장 시설은 겨울굴과 비슷한데 번식을 위하여는 굴내에 몇 개(3개이상)의 미로를 만들어 주는 것이 새끼보호와 숫컷의 간섭으로부터 스트레스를 적게 받을 수 있어 번식 효율을 향상시킬 수 있다.



Fig. 3-2. Muskrat 사육시설

#### 4. 사향쥐의 활동

사향쥐는 원래 야행성이다. 그래서 밤에만 활동(주로 먹이 섭취)하였으나 점차 순치되고 사육자와 친밀하여 지면 온종일 활동하고 특히 관리자와 앞발과 이빨로 손을 물면서 장난을 치고 숨바꼭질을 할 정도로 빠른 친밀감을 보인다. 그러나 이때 주의할 점은 갑작스러운 동작을 취하거나 이상한 소음을 내면 매우 놀라며 스트레스를 많이 받아 우왕좌왕하면서 다치기도 하고 특히 새끼를 포유하고 있는 어미에게 위에서부터 움직이는 행동을 취하면 놀라고 스트레스를 받아 새끼를 물어 죽이기도 한다. 주로 초봄과 늦가을에 많이 활동하고 혹서기나 혹한기는 조용히 지낸다. 동면을 하지 않으며 얇은 얼음을 깨어 이용하기도 하나 굴 입구가 열면 다른 굴을 뚫어 새로운 길을 만들기도 한다. 특히 겨울에는 얼음 위 또는 눈(雪) 밑에서 활동하고 바람이 불거나 폭우 시에는 활동하지 않는다.

물속에서는 수영을 잘하며 먹이를 구하기 위해서는 물속에서 1~2분정도 숨을 쉬지 않는다. 대체로 3~5분정도 물속에서 참을 수 있으나 7~15분을 초과하면 질식사 한다. 때때로 이빨이 철망에 걸려 본의 아니게 익사하는 경우가 종종 있으니 수시로 관찰하여 철망 밑에 잠수하고 있으면 자극을 주어 이동하게 하거나 공기거품 방울이 주기적으로 떠오르는지 확인하고 그렇지 않을때는 꺼내어 주어야 한다. 서식지는 은폐되고 건조한 곳으로서 자신을 보호할 수 있는 미로가 있는 조용한 곳을 좋아하며 스트레스를 받으면 수컷도 물어 죽일 정도로 투쟁성이 강하다. 부부의 다른 개체와는 동거(한가족)를 할 수 없다. 그러나 넓은 공간과 먹이만 풍부하면 무리를 지어 잘 지내기도 한다. 특히 청각이 예민하고 시각과 후각은 다소 둔한 편이다. 두려움이 많아 놀라거나 다른 개체를 만나면 이를 바둑바둑 갈기도 한다.

새끼가 있을 때에는 수컷이 먹이를 나르며 수컷은 문(출입구) 앞에서 지키기도 한다. 놀라거나 위협을 느끼면 새끼가 어미의 젖꼭지를 물고 있는 상태에서 물속으로 잠수하기도 한다. 그러므로 사육사 내에는 관리자 외에 방문자나 개, 고양이 등이 들어가지 못하도록 하여 스트레스를 줄이는데 역점을 두어야 한다. 관리자와는 모습이나 발소리 등으로 대단히 빠른 친화력을 보이는 영리한 동물이다.



Fig. 3-3. Muskrat is waiting for feeds on their feeding time.

### 5. 식성

사향쥐는 초식동물로서 수생식물이나 곡류, 서류, 수염류의 잎 및 줄기껍질, 풀뿌리 및 칩 등 산야에 있는 야생 초근목피(草根木皮), 열매 등을 다양하게 섭취하며 위, 소장, 대장 등에서 이를 소화시킬수 있는 미생물과 특수한 소화기관을 갖고 있어 사료배합에는 어려움이 없을 것 같다. 특히 대장 중 맹장이 대단히 발달하고 조단백질 6%이상, 조지방4%이하, 조섬유10% 이상에서 약간의 아미노산과 무기물 및 특수사료를 첨가한 배합사료는 대단히 잘 섭취하며 성장에서 우수한 결과를 나타내고 있다. 물론 기존배합사료를 30~50g 급여하고 조사료를 무제한 급여하는 것이 바람직하다고 생각된다.

사향쥐가 특히 잘 먹는 사료로는 옥수수를 비롯한 곡류, 고구마, 감자 등의 서류, 당근, 우엉, 상치, 배추, 무 등의 채소류, 두과와 화분과의 목초류와 버들강아지, 버드나무의 껍질 및 야초(왕고들빼기, 환삼덩굴, 쑥, 쇠비름, 아카시아 잎, 꽃, 똥단지 등)를 잘 먹으며 갈대의 줄기와 뿌리까지도 기호성이 대단히 높은 식성을 가지고 있다. 또한 이러한 사료가 부족할 때에는 나무줄기까지도 먹으며 때로는 미꾸라지, 골뱅이 등의 어류를 섭취하기도 한다. 따라서 기본은 초식성이지만 우리나라 산야에 널리 있는 풀이나 수염류의 잎, 줄기(껍질)뿌리, 열매 등 다양한 식성을 갖고 있으니 조사료는 무제한 여러 종류를 급여하여 가려서 먹을 수 있도록 하는 것이 우수한 사양방법이라고 하겠다. 먹이의 형태로는 딱딱하게 만든 큐브나 펠렛 형태의 사료를 앞발로 잡고 잘 섭취하며 다음은 반죽한 형태도 잘 먹는다. 그러나 가루형태의 사료는 잘 섭취하지 못하며 물은 항상 깨끗한 물을 언제든지 먹을 수 있도록 시설을 해 주어야 한다.

야초류는 마른 건조형태일 때 보다는 청초를 잘 섭취하며 그렇지 못 할때는 물에 불려주면 잘 먹는다. 또한 곡류 중 밀을 받아시켜주면 밀 배아에 비타민 E(토코페롤)가 생성되어 번식효율이 크게 향상되므로 번식계절에는 첨가해주어야 한다. 그리고 야생에서 토양등 으로부터 무기물을 자유채식 하였기 때문에 단단한 무기물 덩어리를 넣어주면 소금 등 무기물의 부족이 없을 뿐 아니라 자라나는 이빨을 갈아

없애는 데도 도움이 된다. 사료급여는 배합사료는 저녁에, 그리고 조사료는 항상 채식할 수 있도록 급여하는 것이 바람직하다.

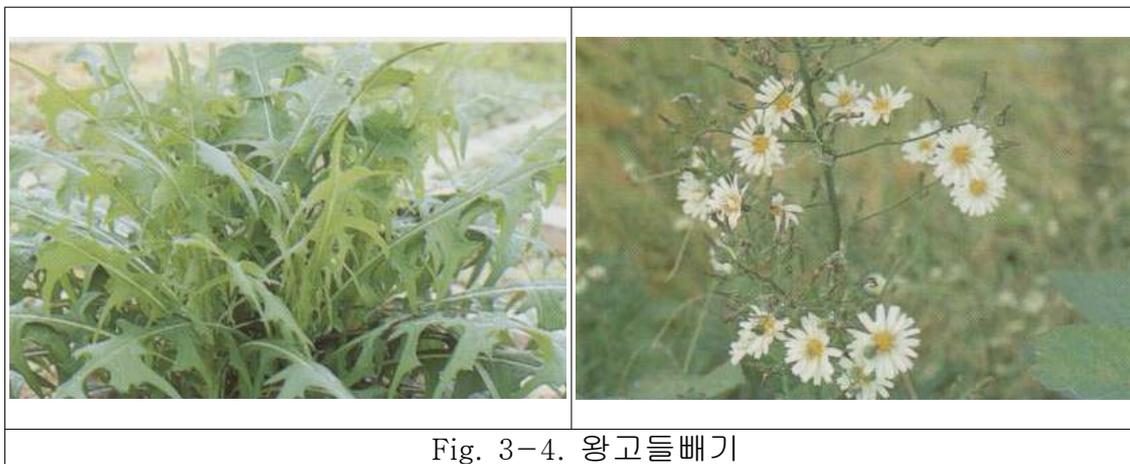


Fig. 3-4. 왕고들빼기



Fig. 3-5. 버들강아지

Fig. 3-6. 환삼덩굴

Fig. 3-7. 갈대

## 6. 번식습성

사향쥐는 일부일처제(군사(郡舍)시에는 일부다처제 유지)로 번식능력이 강하며 번식 시기는 1~6월 (중남부지방) 인데 우리나라에서 12월부터 8월 까지 분만한 기록이 있다. 따라서 혹서기인 8,9월과 혹한기인 12,1월을 제외하면 거의 년 중 번식이 가능하다. 그러나 어미의 전년도 태어난 일령과의 관계가 명확히 구별되지 않기 때문에 좀 더 구체적인 번식기간을 정립하여야 된다고 생각한다. 분만 회수는 년 1회에서 5회까지 분만하였으나 대체로 2~3회로 따뜻한 곳일수록 횟수가 많고 추운 지방에서는 낮은 경향이다. 한배 새끼 수는 1두에서 11두까지 다양하게 나타나는데 대체로 4~6두 정도이며 1쌍이 년 8두에서 15두 정도 생산한다. (우리나라 사육농가 평균)

교배는 오후 늦게 물위에서 팍팍 소리(물장구 치는소리)를 내며 행하게 되고 임신기간은 25~28일이며 이유 시기는 생후 20~25일이 적당하다(기간이 연장될수록 이유 후 생존율이 높다). 생후 6개월이면 대체로 성성숙이 완료되는데 체성장이 다소 늦기 때문에 번식계절을 고려하여 생 후 9개월에 첫 교배를 실시하는 것이 적당하다. 현재까지는 거의 자연교배에 의존하고 있으나 인공수정 방법도 계속 연구되어야 되겠다. (사향 채취 등)

분만 후 교배는 2~3일경에 혈중배라고 하여 교배하기도 하나 이때는 산자수가 낮기 때문에 14일경에 교배하는 것이 수태율과 산자수가 높게 나타난다. 새끼는 성장이 빨라 분만 시는 몸길이가 6.5~7.5cm, 체중이 15~22g에 지나지 않으나, 생후 4~6개월에 체성장과 성성숙에 이를 정도로 빨리 자란다. 태어날 때는 눈도 못 뜨며 털이 없고, 피부는 갈색이다. 5~7일이면 이가 생기고 9~12일이면 눈을 뜬다. 그리고 흑 회색의 털이난다. 20일이 지나면 회색으로 변하고 이때부터 굴을 나와 먹이를 찾는다. 20~25일이면 젖을 먹지 않고 물속으로도 자유자재로 다닌다. 이때가 이유적이기며 4~6개월에 짝을 지어주면 번식할 수 있다. 새끼가 살아남을 확률은 80~90%정도이나 분만 후 암놈은 새끼보호에 전력을 다하지만 수컷은 교배를 시도하기 위하여 새끼를 물어 죽이기도 하고 때로는 수컷이 암놈에게 물려 치명적인 상처와 생명을 잃기도 한다. 이 시기 즉, 분만 후 1주일 정도가 새끼와 수컷이 위험한 시기이므로 철저히 관리하여야 한다.



Fig. 3-8. 사향쥐의 새끼기르기

## 7. 수송 및 이동시 주의사항.

외부환경과 스트레스에 대단히 민감한 동물이기 때문에 봄, 가을 따뜻한 날 옮겨야 하며 혹한기나 혹서기 또는 바람이 불거나 비가 오는 날은 피해야 한다. 수송 전 준비사항으로는 운반 케이지, 철사, 특수 장갑, 집게, 물 주전자, 급수기, 소독약 및 안정제 등을 준비하여 소독을 철저히 실시한다. 사료를 충분히 섭취시킨 후 물에서 자유자재로 놀게 하여 안정을 시킨 다음 수송케이지에 1쌍씩 마주보게 수용시킨다. 문을 잘 보정하고 그 안에 청초나 건초를 넣어주고 그리고 급수 통에 물을 약간씩 급수한 다음 1층으로 적재하고 그 위에 마대를 덮어 외부가 보이지 않게 하여 스트레스를 최대한으로 받지 않게 하여야 한다. 또한 소음이나 경적을 최대한으로 줄여야 하며 셋바람도 들지 않게 주변을 잘 막아주어야 한다.

한 케이지에 4쌍 정도가 적당하며 반드시 평소 암, 수가 쌍이 아니면 경계를 두어 서로 친하게 하여야 하고 이동 후에도 2일정도 서로 마주보게 경계를 두어 친화된 다음에 합사를 하여야 한다. 그렇지 않으면 서로 물어 죽이는 경우가 발생한다. 수송 전과 후에는 안정된 환경에서 사료와 물 그리고 청초 등을 충분히 섭취시켜 안정을 취하게 하며 짧은 거리를 이동할 때에는 얼굴에만 닿도록 물을 뿌려 주기도 한다. 그러나 긴 수송 때에는 주기적으로 수분을 공급할 수 있는 장치를 하여 안정과 체온 유지에 힘써야 한다.

수송 중에는 자극을 주거나 놀라게 해서는 안 되며 외부인의 참관이나 동물의 접근을 피해야 하고 특히 갑작스런 움직임이나 소음은 스트레스의 큰 요인이 되므로 삼가야 한다. 수송은 반드시 관리자와 전문인이 하여야 하며 특히 포획 시 관리자를 물어 상처를 입히거나 철망을 잡고 있어 발톱이 탈락되거나 다리 골절이 자주 발생하므로 서서히 취급하고 안전장비를 완전히 갖추어 포획하고 이동시켜야 한다.

## 제 4절 사향쥐의 소화기관

### 1. 생활환경의 변화

사향쥐는 순치가 거의 되지 않은 야생 동물로써 우리 내에서 사양한 것이 1~2세대에 지나지 않아 모든 환경이나 사료 등을 자연 상태에 맞추어 주어야 한다. 그러나 현재 사육하고 있는 시설이나 기구는 제한적인 공간과 시설로 활동이 매우 단조로운 상태이며 사료 또한 영양소 수준에 맞춘 제한적인 배합사료이고, 조사료 또한 몇 종류에 지나지 않아 위 내 미생물의 소화기능도 야생 생활에 비해 떨어지는 것이 사실이다.

사육장 내의 온도 역시 토굴의 평균 15℃ 정도에 비해 겨울에는 -15℃ ~ -25℃에서 여름에는 35℃까지 큰 변화가 있어 성장과 번식에 영향을 받게 된다. 따라서

사육장의 온도를 15℃ 정도에 맞추어야 하는데 현재까지의 사육 시험으로는 20℃까지는 큰 영향을 받지 않고 정상적인 성장과 번식 활동이 이루어지고 있다. 길림성의 한 사육 농가는 (유수지역) 겨울에는 -30℃에서 여름에는 35℃까지 온도의 큰 편차가 있었으나 노지에서 시멘트 사육 시설로 사육하고 있었는데 이런 점으로 미루어 보면 온도는 10℃~15℃가 적온이나 큰 온도차에도 견딜 수 있다고 본다. 내부 환경으로는 습도와 환기가 더 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 사향쥐의 안식처 즉 잠자는 곳은 따뜻하고, 건조하고, 환기가 잘 이루어 져야 된다고 본다. 즉 토굴 속과 같은 환경, 야생에 있는 먹이와 같게 하는 것이 가장 적합한 환경 조건이라고 생각한다.



Fig. 4-1. 야생 토굴식 사육사

## 2. 습성의 변화

사향쥐는 야생에서 낮에는 자고 밤에 즉 새벽과 초저녁에 먹이를 섭취하는 생활을 한다. 그러나 우리 생활은 사료를 제공하는 시기부터 활동하기 시작하여 조사료 섭취와 수영 등을 하기 위해 하루 종일 활동한다. 따라서, 먹이 주는 방법이 아침과 저녁이 되겠는데 아직까지 저녁에 많이 활동하므로 오후 늦게 급여함으로써 밤에 활동하여 소화율도 향상시키고 비만도 방지하면 번식에 도움이 된다고 본다. 한편으로 관리자 외는 외부인의 출입이나 다른 동물의 침입을 막아 하루 종일 자유자재로 활동할 수 있는 안정된 공간을 제공하는 것이 사향쥐의 습성과 생리에 부응한다고 본다.

## 3. 식성의 변화

야생에서는 여러 종류의 사료 (곡류, 수염류, 야초, 흙 등)를 다양하게 또는 골라서 섭취하였고 장 내 미생물 군도 이런 사료 섭취에 맞게 분포되어 있는 상태인데 영양소 수준을 맞춘 제한적인 배합사료와 몇 종의 조사료로는 소화생리에 장애가 있기 때문에 사료 종류도 최대한 다양하게 배합하여야 한다. 배합사료는 토끼의 수준과 비교하여 개발되었으며 조사료는 농가에서 여러 종류를 급여하는 것이 바람직하다.

## 4. 가족집체성의 변화.

사향쥐는 가족 간의 친밀성이 대단히 높아 동일한 배우자가 낳은 새끼는 부모와 오랜 시간 함께 생활하며 먼저 태어난 형이 다음 배에 태어난 동생을 잘 보살피는 형제애도 매우 돈독하다. 그러나 다른 종류와는 처절하게 싸워 서로 죽이기도 하지만 새끼 때에는 싸우지는 않는데 성장한 이후 (3개월 이후)부터는 같이 두면 싸우게 되므로 경계망을 두어 친하게 된 다음 합사하거나 쌍을 정하여야 한다. 그러나 넓은 공간에서 우리만 다르게 하여 주면 여러쌍도 한 곳에서 생활한다. 특히 번식에 공용할 쥐는 배우자도 스스로 정하게 하면 번식효율이 향상되리라 본다.

#### 4. 소화기관

사향쥐의 이 구조와 배열은 풀, 나무껍질, 잎, 줄기 등을 먹기에 적합하게 되어있다. 이빨은  $i=1/1$ ,  $c=0/0$ ,  $p=0/0$ ,  $m=3/3$  으로  $1003/1003=16$ 이다.



Fig. 4-2. 사향쥐의 치아

사향쥐는 단위 동물이지만 종구분주머니형인 특이한 위를 갖고 있으며 허리뼈(늑골) 앞에 있다.凸한 부분이 위 대만부이고 크기는 13.3~16.1cm이며 그 나머지 부분을 위맹낭이라고 한다. 위에는 선구, 분문선구, 위저선구, 유문선구로 나눈다.



Fig. 4-3. 사향쥐의 위

십이지장은 길이가 6.3~7.8cm이며 직경은 2.5cm로 위의 유문부와 공장을 연결하는데 대부분의 소화가 여기에서 이루어진다. 공장과 회장의 길이는 71.2~74.5cm 정도이며 단위동물과 같이 일부의 영양소와 무기물이 흡수된다. 대장에는 맹장, 결장, 직장이 있는데 특히 맹장이 발달되어 그 크기는 23.4~36.5cm이며 대부분의 미생물이 여기에 서식하면서 섬유소와 미분해 탄수화물을 휘발성 지방산으로 분해하여 결장에서 일부 흡수되나 다 흡수하지 못한 영양소는 죽상(粥相)으로 배설되는데 이것을 다시 섭취하여 소장에서 흡수되는 소화생리를 갖고 있다. 그 외 결장과 직장은

82cm~94cm 정도로 약간의 영양소와 수분이 흡수된다.

소화율은 사료에 따라 다소 차이가 있지만 겨울에는 낮고(54%정도) 봄에는 77%이며 여름에는 66% 이하이다. 검은 밀과 홍당무를 배합한 사료의 소화율은 94%에 이를 정도로 대단히 높다. 사향쥐의 사료개발을 위하여 장내 미생물을 조사하였다.

## 5. 장내 미생물 조사

### 1) 공시동물

본 시험에 이용된 사향쥐는 체중 약 800g, 몸길이 약 31cm의 시험에 이용하였다. 사향쥐의 소화 장기 내 미생물의 구성을 조사하기 위해 Narcoxyl 2 (Intervet, Netherlands)를 주사기로 투여한 후, 마취 여부를 확인하였다. 멸균된 수술용 메스를 이용하여 복부를 개방한 후 소화 장기를 관찰하였고, 장내 내용물이 고정되고, 혐기상태가 유지될 수 있도록 무명실을 이용하여 절단 부위별로 묶은 후 적출하였다.

### 2) 조사항목 및 조사방법

#### (1) 장내 호기성 미생물 조사

장내 호기성 미생물을 조사하기 위하여 무명실을 풀고 장내 내용물을 무균적으로 채취하였다. 각각의 내용물은 저울에 정확히 1g씩 측정 후 멸균된 생리식염수를 이용하여 10-7까지 계단 희석하였다. Total bacteria count는 121°C에 15분간 멸균된 Plate count agar 배지를 petri dish에 부어 상온에서 굳힌 후 10-5~10-7 희석액을 0.01ml를 넣고 spread하여 37°C에서 48시간 배양하고 미생물 수를 측정하였다. E. coil는 동일한 방법으로 petri dish에 굳혀진 MacConkey agar 배지에 10-3~10-5 희석액을 접종 후 48시간동안 배양한 다음 미생물 수를 측정하였다. Salmonella는 멸균하지 않은 SS agar 배지를 굳혀 10-1~10-3 희석액을 접종 후 24시간 배양 후 미생물 수를 측정하였고, Lactobacillus spp.는 MRS agar 배지를 이용하여 24시간 배양 후 미생물 수를 측정하였다.

#### (2) 장내 혐기성 미생물 조사

혐기 상태로 적출된 장기는 각각 무게와 길이를 측정하였고, Anaerobic gassing system 아래에서 장기별 소화액을 균질화 하였다. 균질화된 장내 내용물은 혐기 희석액 (Bryant와 Burkey, 1953)을 이용하여 십진희석법으로 희석한 후 anaerobic agar medium에 Roll Tube법 (Holdman 등, 1972)으로 혐기성 미생물을 접종하였다. 혐기성 곰팡이는 박테리아의 성장을 억제하기 위하여 항생제 (streptomycin sulfate, penicillin G potassium 및 chloramphenicol, Sigma-Aldrich Co, St. Louis, Mo, USA)를 투여하였다. 성장한 곰팡이는 anaerobic broth medium으로 5일 간격으로 계대하였고, 계대 중 turbidity가 일어나는 tube는 박테리아의 오염으로 간주하고(Joblin, 1981) 폐기 후 멸균 처리하였다. 혐기성 박테리아는 3일 간격으로 계대 배양하였고, 배양물을 이용하여 박테리아의 순수성을 확인하고자 Gram staining을 한 후 Optical microscope를 이용하여 관찰하였다.

#### (3) 사향쥐의 소화기관내 혐기성 미생물의 효소 활력 측정

사향쥐 각각의 장내로부터 분리된 미생물의 섬유소 분해 활력을 측정하기 위해 Miller(1960)의 방법에 따라, 기질용액으로 1% (w/v) CMC 및 Starch 또는 2%의 oat spelt xylan이 현탁된 0.1M acetate buffer (pH 5.0)를 혼합하여 1mL가 되게 한 후, 55°C에서 30분간 배양하였다. 그리고 원심분리한 상층액 0.2 ml에 DNS (Dinitrosalicylic acid) 0.6 ml을 추가하고, 끓는 물 (100°C)에서 5분간 진탕 반응시킨 다음, DW 4.2ml를 첨가 후 550nm에서 흡광도를 측정하였다. Cellulase와 Amylase의 1unit는 1분당 1 $\mu$ mol의 glucose를 생성하는 효소의 양을 나타내었고, Xylanase의 1unit는 1분당 1 $\mu$ mol의 xylose를 생성하는 효소의 양으로 나타내었다.

#### (4) 사향쥐 해부 및 장기 적출

사향쥐의 장기내 미생물의 수를 측정하기 위해 멸균된 해부기기를 이용하여 사향쥐를 해부하고, 장내를 관찰하였다. 해부된 사향쥐는 각각의 장기(위, 소장 및 맹장)를 멸균된 해부용 가위로 각각 적출 후 길이와 무게를 측정하였다.

본 시험에 이용된 사향쥐는 체중 약 800g에, 몸길이는 약 31cm의 암컷으로 각각의 적출된 장기의 길이는 위가 8 (가로) X 4 (세로)cm, 소장이 62 X 0.5cm이었고, 맹장은 14 X 2.5cm이었다. 또한 각각의 장기의 무게는 67.11 (위), 13.75 (소장) 및 27.22 (맹장)g으로 조사되었다. 위(Stomach)의 경우 맹장보다 크기는 작았지만, 무게는 약 2.5배 정도가 더 나가는 것으로 조사되었는데, 이는 사료 섭취 후 1시간 이내에 해부를 하였기 때문인 것으로 생각되어진다.

#### (5) 장내 호기성 미생물 조사

사향쥐에서 적출한 각각의 장기(위, 소장 및 맹장)내에 분포되어 있는 Total bacteria, E. coil, Salmonella 및 Lactobacillus spp. 수를 측정한 결과는 Table 1과 같다.

각각의 장기내에 Total bacteria의 수는 소장에서 8.97 (Log<sub>10</sub> cfu/g contents)로 가장 많이 분포하고 있었고, 위에서는 유의적으로 가장 적게 분포하였다 ( $p < 0.05$ ). E. coil (coliforms)는 위에서는 출현되지 않았지만, 소장과 맹장에서는 각각 8.45와 7.25 (Log<sub>10</sub> cfu/g contents)로 조사되었고, Salmonella의 경우 각각의 모든 장기(위, 소장 및 맹장)에서 출현하지 않았다. Lactobacillus spp.의 수는 위, 소장 및 맹장에서 각각 6.76, 8.72 및 8.55 (Log<sub>10</sub> cfu/g contents)로 소장 및 맹장이 위보다 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 일반적으로 Lactobacillus는 유산 및 초산 등 많은 양의 유기산을 생산하여 이들 산에 예민한 유해성 균의 장관내 정착을 억제함으로써 설사 등 장질환을 예방하고 숙주의 면역시스템을 자극하여 감염에 대한 저항력을 높여주는 역할을 한다고 알려져 있으며, 또한 Lactobacillus가 증가되면 유해균 (E. coli 등)의 증식을 억제할 수 있다고 하였다(Reid 등, 2002). 반면 유해성 미생물인 Salmonella와 E. coli는 각종 부패성 물질과 독소 및 발암물질 등을 생산하여 질병유발과 면역력 감퇴 등을 가져오는 것으로 밝혀져 있다(Yazawa, 등, 1978). 따라

서 *Lactobacillus*와 같은 유익한 균과 *Salmonella*와 *E. coli*와 같은 유해성 균의 상호관계를 파악할 수 있는 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

#### (6) 사향쥐의 소화기관내 혐기성 미생물(곰팡이, 박테리아) 분리

사향쥐로부터 적출된 소화기관(위, 소장 및 맹장)의 특성을 규명하기 위하여 각각의 소화기관으로부터 혐기성 미생물 (곰팡이 및 박테리아)을 분리하였다. 그 결과 혐기성 미생물 (곰팡이 18 colonies 및 박테리아 17 colonies) 35 colonies를 분리하였다. 각각의 소화 장기로부터 분리된 장내 미생물의 수는 맹장에서 가장 많은 수가 나타났으며, 위에서 가장 적은 colony를 나타내었다.

분리된 미생물의 colony의 형태학적인 특성을 조사한 결과는 Table 2와 Table 3에서 나타내었고, 각각의 장내로부터 분리된 colony의 형태적 특성은 다양하게 조사되었다. 우선 colony의 크기는 작은 크기 (5mm 이하)에서 중간 (5~10mm) 크기 및 큰 (10mm) 것으로 나누어 조사하였고, 맹장에서 분리된 곰팡이 10 colonies 중 4 colonies가 큰 크기였고, 5 colonies가 중간 크기였으며, 1 colony만이 작은 크기였다. 소장에서는 각각 2 colonies 큰 크기 및 중간크기와 1 colony의 작은 크기의 곰팡이가 분리되었고, 위에서는 3 colonies의 곰팡이를 분리하였는데, 3 colonies 모두 작은 크기였다.

Colony의 형태는 circular 형태에서 irregular 형태에 이르기까지 다양하였으나 둥근 것이 가장 많이 조사되었고, 형태는 둥글지만 가장자리가 불규칙한 형태도 관찰되었다. 분리된 곰팡이의 colony의 색은 주로 노란색 및 흰색이 많았는데, 특히 중앙부위가 흰색을 띄는 것이 많았으며, 가장자리도 대부분 흰색이었다.

사향쥐로부터 분리된 혐기성 박테리아의 colony의 형태는 주로 irregular 형태가 많았으며, circular 형태 3 colonies과 oval 형태 1 colony를 나타내었고, colony의 색깔은 주로 흰색이며, 4 colonies는 노란색을 띄었고, 6 colonies는 노란색과 흰색을 같이 나타내었다.

사향쥐로부터 분리한 혐기성 박테리아 17종을 Gram staining하여 광학현미경으로 관찰한 결과 17종의 혐기성 박테리아는 모두 gram-negative로 붉은색을 나타내었고, 대부분의 종 (MR-46, MR-47, MR-48, MR-49, MR-53, MR-54, MR-55, MR-56, MR-57 및 MR-58)에서 구균의 형태를 나타내었다. 분리된 혐기성 박테리아 16종 중 나선균은 존재하지 않았고, 구균 (10종)과 간균 (7종; MR-45, MR-51, MR-52, MR-59, MR-60, MR-61 및 MR-62)의 형태만을 나타내었다.

#### (7) 사향쥐의 소화기관내 혐기성 미생물의 효소 활력 측정

사향쥐로부터 분리한 혐기성 미생물의 효소 역가(Amylase, CMCase 및

Xylanase)를 측정된 결과는 Table 4과 Table 5와 같다. 그 결과 곰팡이 18종 중 Amylase의 활력은 MR-2 (소장)에서 가장 높았고 ( $p < 0.05$ ), MR-2보다 약간 낮지만 MR-26 (맹장) 역시 유의적으로 높은 활력( $p < 0.05$ )을 보였고, MR-39 (맹장)에서는 활력을 나타내지 않았다. CMCCase 활력은 MR-28 (맹장)에서 가장 높았고 ( $p < 0.05$ ), MR-26 (맹장), MR-33 (소장) 및 MR-39 (맹장)에서는 활력을 나타내지 않았다. Xylanase의 활력은 MR-39 (맹장)에서 가장 높게 나타났고( $p < 0.05$ ), MR-39 보다는 약간 낮지만 MR-7과 MR-41 (맹장)에서도 유의적으로 높은 활력( $p < 0.05$ )을 보였고, MR-34 (위)에서 활력이 가장 낮았다.

혐기성 박테리아의 Amylase의 활력은 MR-47 (맹장)에서 높게 나타났고 ( $p < 0.05$ ), MR-45 (맹장)는 가장 낮은 활력( $p < 0.05$ )을 나타내었다. CMCCase 활력은 MR-49 (맹장)에서 가장 높았으며, 다른 종들의 활력은 비슷하게 나타났다. Xylanase 효소 역가는 MR-55 (맹장)에서 유의적으로 높게 조사되었고( $p < 0.05$ ), MR-46 (맹장)에서는 활력을 나타내지 않았다.

사향쥐는 맹장이 발달된 동물로서 대부분 맹장에서 분리된 혐기성 미생물의 섬유소 분해력이 우수한 것으로 조사되었고, Amylase 활력은 대체로 혐기성 박테리아에서 높은 활력을 나타내었으며, CMCCase 와 Xylanase 활력은 곰팡이에서 높았다. 혐기성 곰팡이는 일반적인 미생물과는 달리 식물상의 형태를 나타내는 생활사를 가지고 있는 특성을 가지며 이러한 가근의 작용은 구조 탄수화물의 분해 작용에 상당한 역할을 한다고 알려져 있다(Akin, 1989). 또한 섬유소 분해 박테리아에 비하여 cellulose 분해 활력이 우수한 것으로 알려져 있으며 (Wood 등, 1986), 특히, 반추위 곰팡이의 섬유소 분해 효소 활력은 반추위 박테리아 중 섬유소 분해 활력이 가장 높은 Ruminococcus flavefaciens와 Fibrobacter succinogenes보다 3~4배 정도 높게 나타났다고 (Orpin and Joblin, 1997) 보고되었다.

**Table 4-1.** The number of microflora population in the gastrointestinal tract (small intestine, Stomach and caecum) of muskrat ( $\text{Log}_{10}$  cfu/g contents)

Items	Gastrointestinal tract		
	Stomach	Small Intestine	Caecum
Total bacteria	5.49 <sup>b</sup>	8.97 <sup>a</sup>	7.71 <sup>a</sup>
<i>Escherichia coil</i>	nd <sup>1)</sup>	8.45 <sup>a</sup>	7.25 <sup>b</sup>
<i>Lactobacillus spp.</i>	6.76 <sup>b</sup>	8.72 <sup>a</sup>	8.55 <sup>a</sup>
<i>Salmonella</i>	nd	nd	nd

<sup>1)</sup> nd : not detected

<sup>abc</sup> Mean with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

이러한 혐기성 곰팡이의 가근의 역할과 효소 활력은 반추위 내에 섬유질 사료의 분해에 매우 중요한 역할을 한다고 하였으며, 또한 혐기성 곰팡이가 분비하는 효소 중에는 hemicellulose를 분해하는 xylanase가 다량으로 함유되어 있다고 하였다. 따라서 본 시험에서도 사향쥐에서 분리된 혐기성 곰팡이의 경우 혐기성 박테리아 보다 대체로 cellulase와 xylanase의 활력이 높게 조사되었다.

**Table 4-2.** Profiles of anaerobic fungal colonies isolated from the gut (smallintestine, stomach and caecum) of muskrat

Isolates	Source	Multiplier of isolation	color of colony			Shape of colony	
			Inner	Middle	Outside	Shape	Size <sup>1)</sup>
MR-02	S. Intestine	10 <sup>-4</sup>	yellow	white	white	irregular	Middle
MR-04	S. Intestine	10 <sup>-4</sup>	yellow	white	white	circular	Middle
MR-07	S. Intestine	10 <sup>-4</sup>	white	white	white	circular	Large
MR-10	Caecum	10 <sup>-3</sup>	white	white	white	circular	Middle
MR-15	Caecum	10 <sup>-3</sup>	white	yellow	yellow	oval	Large
MR-16	Caecum	10 <sup>-2</sup>	white	yellow	yellow	circular	Large
MR-21	Caecum	10 <sup>-4</sup>	yellow	yellow	yellow	circular	Large
MR-23	Stomach	10 <sup>-4</sup>	yellow	white	white	irregular	Small
MR-26	Caecum	10 <sup>-2</sup>	yellow	yellow	white	circular	Middle
MR-28	Caecum	10 <sup>-2</sup>	white	yellow	yellow	irregular	Large
MR-32	S. Intestine	10 <sup>-3</sup>	white	white	white	irregular	Large
MR-33	S. Intestine	10 <sup>-3</sup>	yellow	yellow	white	circular	Small
MR-34	Stomach	10 <sup>-4</sup>	white	white	white	circular	Small
MR-36	Stomach	10 <sup>-4</sup>	white	white	white	oval	Small
MR-37	Caecum	10 <sup>-4</sup>	yellow	white	white	circular	Middle
MR-39	Caecum	10 <sup>-3</sup>	yellow	yellow	white	circular	Small
MR-40	Caecum	10 <sup>-3</sup>	white	white	white	oval	Middle
MR-41	Caecum	10 <sup>-2</sup>	yellow	white	white	irregular	Middle

<sup>1)</sup> Large : Larger than 10mm diameter, Middle : between 5-10mm diameter, Small : smaller than 5mm diameter

**Table 4-3.** Profiles of anaerobic bacteria colonies isolated from the gut (small intestine, stomach and caecum) of muskrat

Isolates	Source	Multiplier of isolation	color of colony	Shape of colony	
				Shape	Size <sup>1)</sup>
MR-45	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow	irregular	Small
MR-46	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow	irregular	Small
MR-47	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow + white	irregular	Small
MR-48	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow	irregular	Small
MR-49	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow + white	irregular	Middle
MR-51	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow	irregular	Small
MR-52	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow + white	irregular	Middle
MR-53	Stomach	10 <sup>-9</sup>	white	irregular	Small
MR-54	Stomach	10 <sup>-9</sup>	white	irregular	Small
MR-55	Caecum	10 <sup>-8</sup>	white	irregular	Large
MR-56	Caecum	10 <sup>-8</sup>	white	irregular	Middle
MR-57	Caecum	10 <sup>-8</sup>	yellow + white	oval	Large
MR-58	Caecum	10 <sup>-8</sup>	yellow + white	circular	Large
MR-59	Caecum	10 <sup>-9</sup>	white	circular	Large
MR-60	Caecum	10 <sup>-7</sup>	yellow + white	irregular	Large
MR-61	Caecum	10 <sup>-7</sup>	white	irregular	Middle
MR-62	Caecum	10 <sup>-8</sup>	white	circular	Small

<sup>1)</sup> Large : Larger than 10mm diameter, Middle : between 5-10mm diameter, Small : smaller than 5mm diameter

**Table 4-4.** Enzyme activity of anaerobic fungi isolated from the gut (small intestine, stomach and caecum) of muskrat

No. of Isolates	Source	Enzyme activities ( $\mu\text{mol/ml/min}$ )		
		Amylase	Xylanase	CMCase
MR-02	S. Intestine	61.66 <sup>a</sup>	24.32 <sup>bc</sup>	12.15 <sup>ab</sup>
MR-04	S. Intestine	39.24 <sup>bc</sup>	43.88 <sup>abc</sup>	13.31 <sup>ab</sup>
MR-07	S. Intestine	49.05 <sup>ab</sup>	54.46 <sup>ab</sup>	9.11 <sup>b</sup>
MR-10	Caecum	46.24 <sup>abc</sup>	26.44 <sup>abc</sup>	10.28 <sup>b</sup>
MR-15	Caecum	42.04 <sup>abc</sup>	44.41 <sup>abc</sup>	10.27 <sup>b</sup>
MR-16	Caecum	35.05 <sup>bc</sup>	32.25 <sup>abc</sup>	14.95 <sup>ab</sup>
MR-21	Caecum	44.84 <sup>abc</sup>	41.24 <sup>abc</sup>	9.11 <sup>b</sup>
MR-23	Stomach	43.44 <sup>abc</sup>	33.31 <sup>abc</sup>	9.81 <sup>b</sup>
MR-26	Caecum	53.72 <sup>ab</sup>	39.66 <sup>abc</sup>	0.00 <sup>b</sup>
MR-28	Caecum	53.25 <sup>ab</sup>	43.88 <sup>abc</sup>	39.24 <sup>a</sup>
MR-32	S. Intestine	51.38 <sup>ab</sup>	29.61 <sup>abc</sup>	12.61 <sup>ab</sup>
MR-33	S. Intestine	39.24 <sup>bc</sup>	21.15 <sup>c</sup>	0.00 <sup>b</sup>
MR-34	Stomach	42.51 <sup>abc</sup>	19.03 <sup>c</sup>	12.61 <sup>ab</sup>
MR-36	Stomach	28.96 <sup>c</sup>	32.25 <sup>abc</sup>	20.32 <sup>ab</sup>
MR-37	Caecum	52.32 <sup>ab</sup>	31.20 <sup>abc</sup>	12.61 <sup>ab</sup>
MR-39	Caecum	0.00 <sup>d</sup>	57.11 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>
MR-40	Caecum	36.90 <sup>bc</sup>	33.84 <sup>abc</sup>	7.01 <sup>b</sup>
MR-41	Caecum	26.62 <sup>c</sup>	53.93 <sup>ab</sup>	5.61 <sup>b</sup>

<sup>abcd</sup> Mean with different superscripts in the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

**Table 4-5.** Enzyme activity of anaerobic bacteria isolated from the gut (smallintestine, stomach and caecum) of muskrat

No. of Isolates	Origin of Isolates	Enzyme activities ( $\mu\text{mol/ml/min}$ )		
		Amylase	Xylanase	CMCase
MR-45	Caecum	12.61 <sup>f</sup>	33.31 <sup>ab</sup>	6.07 <sup>bc</sup>
MR-46		80.81 <sup>b</sup>	25.38 <sup>b</sup>	0.00 <sup>c</sup>
MR-47		119.12 <sup>a</sup>	30.66 <sup>ab</sup>	6.54 <sup>bc</sup>
MR-48		81.28 <sup>b</sup>	21.68 <sup>b</sup>	7.01 <sup>bc</sup>
MR-49		64.00 <sup>bcd</sup>	27.49 <sup>b</sup>	14.48 <sup>a</sup>
MR-51		54.18 <sup>bcde</sup>	30.14 <sup>ab</sup>	2.80 <sup>bc</sup>
MR-52		74.27 <sup>cb</sup>	35.95 <sup>ab</sup>	2.33 <sup>bc</sup>
MR-55		44.38 <sup>cdef</sup>	47.06 <sup>a</sup>	3.74 <sup>bc</sup>
MR-56		55.127 <sup>bcde</sup>	29.08 <sup>ab</sup>	7.94 <sup>ab</sup>
MR-57		48.11 <sup>bcdef</sup>	25.91 <sup>b</sup>	3.27 <sup>bc</sup>
MR-58		42.51 <sup>cdef</sup>	24.85 <sup>b</sup>	1.40 <sup>bc</sup>
MR-59		45.31 <sup>bcdef</sup>	30.67 <sup>ab</sup>	7.48 <sup>bc</sup>
MR-60		37.37 <sup>def</sup>	32.25 <sup>ab</sup>	7.01 <sup>bc</sup>
MR-61		33.17 <sup>def</sup>	24.32 <sup>b</sup>	3.27 <sup>bc</sup>
MR-62		24.76 <sup>ef</sup>	22.74 <sup>b</sup>	6.54 <sup>bc</sup>
MR-53	Stomach	35.04 <sup>def</sup>	31.20 <sup>ab</sup>	4.67 <sup>bc</sup>
MR-54		64.93 <sup>bcd</sup>	35.95 <sup>ab</sup>	4.67 <sup>bc</sup>

<sup>abcdef</sup> Mean with different superscripts in the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).



Fig. 4-4. 사향쥐의 소화기

## 6. 영양대사와 특징

사향쥐는 번식기에 가장 많은 영양소를 요구하며 겨울에는 활동이 적고 영양대사가 낮으므로 급여량을 줄여야 하며 나머지 기간은 그 중간 정도이다. 번식기는 1~6월 겨울나기를 11~익년 3월로 보고 겨울나기에는 일일 130~140Cal를 소모한다. 그러나 번식기에는 수컷은 2배, 암컷은 1.8배정도 증가하여야 한다.

번식기에는 단백질의 수요량도 높아져 100g의 마른 먹이에 16g의 단백질(cp16% 이상)이 있어야 하며 겨울나기에는 8~12g 이 소요된다.

어린 사향쥐 (털이 난 상태)의 영양수준은 여름 영양수준에 맞추면 적당하다.

사료 조성분의 함량은 지방은 4% 이내로 하고 섬유소는 10%이상으로 맞추어야 한다. 조단백질은 12~20%로 하고 무기물은 5%이하이어야 한다. 갈슘과 인의 비율은 1:1이 알맞고 청초는 년 중 급여하는 것이 바람직하다. 그렇지 못할 경우 나무껍질 또는 양질의 두과 목초를 물에 불려 급여하여도 좋다. 번식기에는 동물성 단백질 사료의 비율을 높여야 하고 특히 비타민 E의 공급원으로 밀을 싹을 틔워 배아의 길이가 4~5mm 되었을 때 급여하는 것이 번식률 향상에 도움이 된다.

Table 4-6. 사료 성분표

분석항목	번식기	육성기
수분	적 량	적 량
조단백질	18.00 이상	16.00 이상
조지방	4.00 이하	4.00 이하
조섬유	10.00 이상	10.00 이상
조회분	5.00 이하	5.00 이하
갈슘	0.8	0.8
인	0.5	0.5
NDF	13.00 이하	13.00 이하
ADF	5.0 이하	5.0 이하

Table 4-7. 사료 배합 예

제1안			제2안			제3안			
사료명	함량	cp(함량)	사료명	함량	cp(함량)	사료명	함량	cp(함량)	
옥수수	65%	5.2	옥수수	60%	4.8	옥수수	70%	합량에 따라 차이가 있음	
대두박	17%	6.8	콩	35%	10.0	밀			
어분	5%	3	어분	3%	1.8	보리			
미강, 맥강, 밀기울	10%	1.5				기타곡류			
우지, 돈지	1%	0				어분			10%
당밀	1%	0	당밀	1%	0	갯목류			18%
첨가제	1%	(비타민, 미네랄, 아미노산, 항생제, 호르몬제 등)	첨가제	1%	(비타민, 미네랄, 아미노산, 항생제, 호르몬제 등)	첨가제	2%	(비타민, 미네랄, 아미노산, 항생제, 호르몬제 등)	
계		16.5			16.8%			조사료 무제한 급여	

## 7. 사료와 가공

### 7-1. 사료의 종류

사료는 각종 수생식물, 육생식물, 재배작물의 열매와 소채 및 적은양의 동물성 사료를 포함한다.

1) 식물류 사료는 머스크랫 사료의 주요성분이다.

작물의 열매류 : 머스크랫은 사계절 작물의 열매류를 먹는다. 번식기와 겨울을 나기 위해서는 더욱 필요하다. 매일 한 마리당 30~50g으로 익혀서 먹으면 소화에는 좋으나 생것으로 먹여도 된다. 열매는 다양하게 먹이는 것이 좋고 잘 먹기로는 옥수수가루, 콩가루, 겨 등을 혼합하여 pellet으로 가공하거나 반죽상태로 급여한다.

초목본 식물류 : 따뜻한 계절에 이용하는데 머스크랫이 사계절 좋아하는 사료이다. 그중에서 수생식물을 더 좋아하는데 육생초본 식물 중 머스크랫이 좋아하는 것은 약 100가지 정도인데 좋은 것은 청록사료이고 그것을 말린 것을 겨울에 먹여도 좋다. 그리고 목본류로는 버들강아지, 버드나무등의 껍질이나 잎, 순 등을 잘 먹는데 겨울에는 20℃ 정도되는 온실에서 물에 담그어 썩이 나게 하고 껍질이 마르지 않게하여 주면 잘 먹는다.

소채류 : 잎, 꽃과 열매 이외에도 당근, 우엉 뿌리채소는 우수한 사료이다. 소채는 값이 싸고 영양가치도 높아서 좋다. 특히 겨울을 날 때에는 비타민이나 무기물 공급에 있어서 없어서는 안 될 중요한 사료이다. 사람들이 먹지 않는 뿌리

등 나머지도 다 먹는다.

## 2) 동물성 사료

동물성 사료는 단백질 수요 및 필수아미노산의 공급을 충족시킨다. 조건이 되면 작고 신선한 물고기, 새우, 골뱅이, 조개류등이 좋는데 없으면 말린 어분 혹은 우유, 계란 등을 옥수수가루와 함께 반죽형태로 급여하면 된다.

## 3) 첨가사료

일반사료에 모자라는 영양, 즉 비타민, 무기물 혹은 기타 미량원소 등을 보충해 준다. 예를 들어 번식기에 밀싹은 비타민 E를 보충하는데 좋다. 매일 3~5g 정도가 알맞다. 효소와 비타민B1은 식욕을 촉진하고 성장발육에 유리하여 일일 급여량을 한 마리당 0.1g~1g정도가 적당하고, 골분은 어린 머스크랫의 골격 성장발육에 필요한 인, 칼슘의 보충으로 좋다. 매일 한 마리당 2~3g정도를 준다. 식염은 신체정상생리활동에 필요하므로 매일 한 마리당 0.2~0.3g정도를 주고 항생제를 평시에 사료에 적당량 첨가하면 질병을 예방하고 성장을 촉진하여 새끼를 많이 생산할 수 있으며 질병도 치료한다. 항생제는 클렙시엘라, 파스트렐라 등의 예방과 치료에 그리고 설파제도 여러 가지 병을 치료할 수 있다.

## 7-2. 사료의 가공

### 1) 청록사료의 가공

청록사료는 수확 후 바로 먹일 수 있는데 신선해야 하며 변질됐거나 독이 있는 부분을 떼어내야 한다. 머스크랫은 청록사료를 먹을 때 더러워진 부분은 먹지 않는다. 아침과 저녁에 주는 것이 좋다. 또한 pellet이나 Cube사료로 만들어 급여하는 것도 효과적이다.

### 2) 농후사료의 가공

농후사료는 곡물류 사료, 동물성사료와 첨가사료이다. 곡물류 사료는 익혀서 먹으면 적응성과 소화율을 높일 수 있고 또 머스크랫이 앞발로 쥐어서 먹기 때문에 낭비를 방지한다. 익히는 방법은 pellet, cube 등으로 만들 수 있다. 말린 동물성사료, 우유, 효소와 무기염은 곡물과 혼합하여 만든다. 비타민사료, 항생제 등은 열에 약하므로 곡물과 혼합하여 익히면 안 된다. 농후사료는 하루에 한번 먹이면 된다. 시간은 저녁에 급여하는 것이 효율적이며 청록사료는 두 번 먹이는 것이 좋으나 자유채식할 수 있도록 충분히 급여하는것도 무방하다. 사료의 급여량은 정확히 채식량을 보아 남기지 않을 정도로 급여하며 초과하지는 말아야 한다. 남긴 먹이나 오염된 사료는 잘 먹지 않는다. 그래야만 적당한 양의 청록사료를 먹일 수 있고 소화불량과 고창증 및 식체를 예방 할 수 있다.

### 3) 머스크랫 사료의 자연소모

머스크랫은 먹을 때 두 앞발로 먹이를 쥐고 먹거나 혹은 먹이를 물에 씻어서 먹는다. 땅에 떨어지거나 물에 떨어진 먹이는 잘 먹지 않는다. 때문에 먹이 소모가 크다. 제일 적합한 먹이 방식은 식물성사료를 가공하여 알맹이 형태로 만들어

먹이는 것이 좋으며 음수기로 물을 먹여야 한다. 먹이를 저장하는 습성이 있기 때문에 다량을 급여하면 저장하는 과정에 변질이 되어 사료의 소실을 가져오므로 특히 배합사료는 섭취량에 대한 매일 매일 먹을 수 있는 양(35g진후)을 급여하는 것이 사료의 소모도 줄이고 조사료의 섭취량도 높일 수 있다.

## 제 5절 사향쥐의 사육 관리

### 1. 사육관리의 기본 요구

- 1) 물 : 머스크랫은 물을 좋아한다. 특히 발정, 교미시기에 물을 더욱 좋아한다. 겨울이외에 8~9개월간 은 꼭 물이 있어야 한다. 특히 교미도 물에서 쉽게 이루어진다. 남부지구는 3월말, 중부지구는 4월초에 물을 주는 것이 좋다. 봄, 가을 두 계절에는 기온이 낮기에 비교적 깨끗하게 매일 한 번씩 바꾸어 주면 되고, 여름에는 물의 오염이 심해서 매일 두 번씩 바꿔야 하며 조건은 유수(流水)가 좋다. 머스크랫은 음식물을 물에 씻거나 배설물을 물에 배설하는 습성이 있기 때문에 물의 정화는 매우 중요하다.
- 2) 온도 : 머스크랫은 적응성이 강하고 겨울엔 기온이 영하 30도, 굴안의 온도가 영하 15도에서도 안전하게 겨울을 날 수 있다. 개별적으로 꼬리가 언 것도 온도가 올라가면 점점 정상회복하며 동상을 입거나 죽는 현상은 거의 없다. 그러나 여름에는 더위를 방지해야 한다. 더위에는 매우 약하며 직사광과 밝은 환경에 잘 견디지 못한다. 여름엔 더위를 방지하기 위하여 서식지 위로 나뭇가지, 차광망 등으로 가려야 하며 온도를 낮추기 위해 물을 자주 바꿔줘야 한다. 서늘한 기후(15~20℃)에서 번식이 잘된다. 사계절 중남부지역에서는 머스크랫 굴의 온도차는 크지 않은데 야생에서 일반적으로 겨울엔 5~10도, 여름철에는 12~15도, 정도로 이는 흙속에 굴을 짓고 살기 때문이다. 따라서 온도차가 높지 않도록 야생의 환경에 가깝게 온도를 맞춰줘야 한다.
- 3) 햇빛 : 머스크랫은 강한빛과 직사광을 싫어하며 음지쪽 어두운 환경에서 특히 그늘에 있는 곳에서 사육하는 것이 스트레스도 적게 받고 번식효율도 향상된다.
- 4) 안정 : 머스크랫은 겁이 많고 잘 놀라는 동물이므로 소리를 지르거나 위쪽에서 문을 열어 놀라게 하는 것은 정상생활, 특히 번식시기에는 스트레스를 많이 받아 불리하며 심하면 새끼를 물어 죽이기도 한다. 특히 번식기에는 외부인의 출입이나 다른동물의 침범을 철저히 차단하고 사육자도 꼭 필요한 업무 이에는 접근을 하지 않는 것이 좋다.

## 2. 사육시설 개발

### 1) 사육시설 1안



사육사와 수조를 한쌍씩 사육 할 수 있도록 설계하였으며 매우 위생적이거나 물의 공급과 배수에 시간이 많이 소비되며 사육공간을 넓게 차지한다.

### 2) 사육시설 2안



관리의 수월성을 위해 뒤쪽에 문을 설치했는데 매우 견고하고 영구적이며 관리가 편리하나 사향취가 오히려 스트레스를 많이 받는 경향이 있으며 사육사 전체가 시멘트로 되어 시멘트 독을 완전히 제거하여야 하고 사향채취를 위해 포집기를 활용하여야 한다.

### 3) 사육시설 3안



안정을 위하여 뒤쪽에 문을 없애고 에폭시 처리를 하였는데 습성이 분뇨와 남은 사료를 틈새에 끼워 보기에 다소 불결해 보였다. 그리고 배수구를 용이하게 하여 수로는 항상 깨끗하게 유지 할 수 있었다.

#### 4) 사육시설 4안



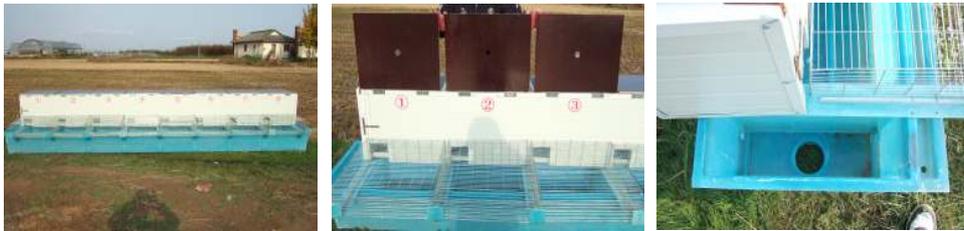
철망이 사육사보다 돌출하게 되어 사향쥐가 폐기물을 버릴 수 있는 구조로 변경하였다.

상단의 사육사를 샌드위치 판넬로 제작하여 시멘트의 독성을 최소화 하였다.

급배수가 용이하도록 구조를 개선하였다.

사육사 내부에 철망을 깔아 효과적으로 습기제거가 가능하도록 개선하였다.

#### 5) 사육시설 5안



비용절감과 공사기간의 단축을 위하여 FRP로 수조를 제작하였다.

설치의 간편성과 비용절감의 효과를 보았다.

상부의 뚜껑에 구멍을 뚫어 사향쥐의 스트레스를 최소화하며, 사향쥐를 관찰할 수 있도록 구조를 개선하였다.

수조의 크기를 작게하여 소요되는 물의 양을 감소시켰다.

이동과 조립이 간편하여 필요에 따라 사육사의 배치를 쉽게 바꿀 수 있다.

특허출원을 완료하였다.

### 3. 적절한 사향쥐의 필요공간 조사

사향쥐의 생활환경은 깨끗한 물이 고여 있거나 흐르는 곳이 좋으며 그러기 위해서는 사육사 내에는 급수용과 수영을 즐길 수 있는 수욕장을 만들어 주어여 한다. 또한 사육목적에 따라 번식용 사육사, 사향채취용 사육사 그리고 여러 마리를 공동으로 사육할 수 있는 공동사육사 그리고 실험용 시설 등을 각기 특성에 맞게 설계하여야 된다고 본다. 특히 어리거나 육성시기에는 1~2일정도 동화시키면 잘 싸우지도 않고 군서성이 강하므로 많은 두수를 쉽게 사육할 수 있다.

#### 1) 번식용 사육사

한 쌍씩 사육할 번식용 사육사는 분만실, 수욕장, 농후사료 및 조사료를 급여할 수 있는 급이기, 수욕장과 침실 사이를 이동할 수 있는 사다리 및 배수시설과 옮길

수 있는 구동장치만 있으면 사육에는 문제가 없을 것 같다. 번식실의 규모는 45cm×45cm×45cm가 적당하며 실내에는 암컷만 사용할 수 있는 공간으로 3개의 방이 있으면 안전하게 이용할 수 있다. 그리고 수욕장의 크기는 45cm×50cm×75cm정도가 알맞으며, 사료급여 설비는 45cm×40cm×20cm이면 적당하고, 철망으로 조립하여 외부에서 농후사료와 조사료를 쉽게 급여할 수 있으면 관리에 편리하고 특히 이것을 8개정도 연결하여 급·배수가 동시에 이루어지도록 설비하면 관리에 매우 편리하다. 그리고 수욕장 밑에 구동장치를 설치하면 사육사를 이동할 때 매우 편리하게 이용할 수 있다. 재질이 아크릴판이거나 FRP이면 번식계절에는 차광과 외부노출을 방지할 수 있는 커튼 장치를 하여 외부로부터 받는 스트레스나 불안감을 최대한으로 줄여주어야 하며 환기구멍을 내어 습기가 차지 않도록 하여야 한다. 현재 50여 농가에 보급하여 사육사로 활용하고 있다.



또 다른 번식용 사육사는 위와 같은 번식실이 여러 개가 노출되지 않고 토굴식으로 묻혀 있으며 수욕장과 사료 급이는 공동으로 섭취할 수 있는 시설을 만들고 암컷 10수에 수컷 10수 또는 2~3수로 하여 쌍을 스스로 정하거나 선별해서 일부다처제로 사육 시켰으나 공간이 넓지 않으면 서로 싸우며 물어 죽이기도 하는데 한 가족이고 같은 성별을 사육할 때 적당 하였다. 이 시설 또한 습기를 방지할 수 있어야 하고 앞에는 높은 수목이 가려 포식자로 부터의 불안감을 최대한으로 제거하여 주어야 하며 차양 막을 설치하여 혹서기에 온도 조절에 힘써야 하고 특히 땅속 토굴에서 서식하던 동물이므로 지온(15℃전후)에 맞게 온도를 맞추어 주어야 한다. 원래 일부일처제로 되어 있으나 우수한 수컷의 활용을 높일 수 있는 사육시설이라 생각된다. 현재 학교농장에 시설하여 사육하고 있으며 여러 농가가 견학을 하고 결과에 따라 현장에 활용할 것이다.

#### 4. 겨울철의 사육관리

##### 1) 겨울나기의 사육관리

매년 8월 하순이면 집에서 기르는 머스크랫의 마지막 배의 새끼가 젖을 떼고 독립한다. 어미쥐와 어린쥐는 모두 겨울을 지나 다음해 봄에 가야 번식을 할 수 있다. 때문에 겨울사육관리는 번식쥐를 잘 기르는 것이 다음 해의 번식에 매우 중요하다. 머스크랫은 간단한 실외굴에서 겨울날 때는 꼭 수리하여 온도를 보온해야 하는데 이는 창고나 부엌에서 나기보다 영양소의 비축이 적기 때문에 발정

과 교배시간이 좀 늦다. 겨울동안에는 사육장에 구멍이 없어야 하고 풀로 잘 덮어서 바람과 눈이 들어오지 않아야 한다. 굴과 주위는 30~45cm 두께의 풀로 덮어야 하며 바람이 통하지 않아야 온도를 유지하는데 도움이 된다. 어떤 사양 농가는 눈으로 덮어놓는데 효과가 좋다고 한다. 물 저장고의 물은 빼버리고 톱밥이나 마른 풀을 놓아서 물저장고가 얼어서 터지지 않게 하고 운동장에도 풀을 펴서 풀 위에서 활동하게하고 먹이를 먹으며 동상을 입지 않게 한다. 침실에서는 마른풀을 펴고 더러워지면 바꿔줘야 한다. 머스크랫은 스스로 침실을 청소하며 고정장소에 배설하는 좋은 습관이 있다. 이는 머스크랫이 똥으로 잡초와 섞어 바람구멍을 막아 추위를 막는데 이용하기 때문이다. 그러나 굴이 너무 더럽고 습기가 많거나 또는 서리가 많이 끼어서 습하면 마른 풀을 바꾸되 보온층을 파괴하지 말아야 한다. 겨울에 들어선 후 머스크랫의 급수를 위하여 굴에 얼음을 넣거나 깨끗한 눈을 넣어두어 활아 먹거나 눈 목욕을 하게 한다. 겨울에는 즈액이 많은 배추, 홍당무 등을 많이 급여하면 수분을 해결할 수 있다. 가을에 수확한 말린 풀도 겨울에 좋다. 이런 풀은 좋은 사료도 되고 깔짚도 된다. 냉장된 채소도 먹이엔 관계없으나 부패한 것은 안 된다. 지하 저장고에 보관한 신선한 소채는 더욱 좋다. 다양한 사료는 건강에 유리하다. 곡물사료도 없어서는 안 되는데 매일 평균 옥수수 30~50g정도, 소채류 200~500g정도를 주면 적당하다. 머스크랫은 먹이를 저장하는 습관이 있기에 매일 주지 않고 일주일 혹은 보름가량의 먹이를 단번에 주는 것이 인력도 줄이고 보온하는데 유리한데 주의할 점은 소채류는 매일 넣어두어야 한다. 겨울에 머스크랫은 앞니가 너무 길 수 있는데 겨울에 들어가기 전에 잘 보고 먹이를 먹는데 편리하게끔 집게로 잘라야 한다. 동일한 가족의 몇 마리 머스크랫이나 한 쌍의 머스크랫을 함께 넣어놓으면 겨울 동안 온도를 보존하기에 편리하다. 만약 먹이를 각각 저장하거나 빼앗거나 물고 싸우는 현상이 있으면 빨리 분리해야 한다. 겨울에는 영양상태가 양호한 것이 좋으나 매일 사료에 고단백과 고지방을 주면 너무 비만해진다. 과비하거나 너무 여윈 것은 번식에 영향을 주는데 겨울이 지나 교배시기에 수컷은 체중이 1000~1500g 암컷은 800~1300g 정도가 좋다.

## 2) 번식기의 사육관리

번식은 1~6월(우리나라 번식기록 12~ 이듬해 7월까지)쯤에 번식을 한다. 한 마리에 청록사료를 매일 200~500g, 곡물사료 30~50g 그리고 우유, 작은 물고기 등 동물성사료 5~10g를 먹이되 청록사료는 아침에 혹은 오후 늦게 시원할 때 먹인다. 굴은 깨끗해야하며 물은 여름엔 하루에 1~2번 바꾸고 가을엔 한번 바꾸며 물 바꿀 때 깨끗이 청소하고 교환해 주어야 한다. 늦가을, 초겨울에는 점차로 물공급량을 줄이되 단번에 물을 끊지 말아야 하며 굴은 배설물이 부패하지 않도록 자주 깨끗이 청소하고 청록먹이가 땅에 깔리면 열이 올라가거나 습하여 곰팡이가 생기기 쉬우니 주의 해야 한다. 특히 동일한 가족에서 새끼가 많이 모

여 살 때 이런 현상이 많다. 여름에는 육생식물이 무성하기 때문에 먹이가 풍부하다. 더위방지도 매우 중요한데 통풍을 잘해주고 햇빛을 차단하여 어둡게 해주는 것이 좋다.

### 3) 새끼의 사육관리

젖을 떼 후(6~12개월) 발육이 빠르므로 충분한 수초, 청록사료 등을 먹이로 공급하고 무기물, 비타민A, 비타민E도 보충하여야 한다. 소화력이 왕성하므로 하루종일 자유채식 할 수 있게 먹이고 사료는 신선하여야 하며 변질되어서는 안 된다. 젖을 금방 떼 새끼는 한 평방미터쯤 되는 곳에 10~15마리쯤 가두어 기르기도 하는데 이러면 식욕과 성장발육에 불리하므로 사육공간을 최대한 넓게 해주는 것이 좋다. 석달이 지난 후 한쌍이거나 단독으로 키우며 그렇지 않으면 싸운다. 그러나 한배새끼는 잘 지내기도 한다. 새끼들은 사료를 모으기 좋아하기에 부패하거나 변질되기 쉬운 사료를 많이 주는것은 좋지 않다. 햇빛을 막고 더위를 방지해야하며 물은 1~2번 바꿔야 한다. 수질은 깨끗해야하며 먹을 물은 자주 갈아줘야 한다. 새끼의 물 저장고는 물을 가득 채워야 하며 새끼가 오래 수영하고 올라오지 못해 죽지 않게 사다리를 만들어 주어야 한다. 어릴 때에는 저항력이 낮아서 질병예방에 주의해야 한다. 새끼의 성장발육은 분만후 6개월이면 체성장이 거의 완료되며 특히 어릴때에는 저항력이 약하므로 환경을 깨끗이 하여야 하고 사료와 음수에 약간의 항생제를 첨가해 주어야 한다.



## 5. 기르는 장소와 굴 설비

### 5-1. 기르는 장소의 선택

#### 1) 자연

높고 시원하며 건조하고 배수가 잘되는 곳이 좋은데 주위환경이 조용하고 해를 가리는 수목(樹木)이 있으면 더욱 좋다. 수원은 필수 불가결한 조건인데 꼭 충분하고 맑은 수원이어야 한다.

## 2) 위치

교통이 편리하고 수원이 풍부한 평평한 곳이 좋고 질병을 예방하기 위해서 가축, 가금사육장과 500~1000m 떨어진 곳이 좋다. 바람골을 피하고 수원의 윗쪽이 좋으며 면적은 넓은 곳을 선택해야 한다.

## 3) 사료

사료도 중요한데 머스크랫은 청록사료가 위주인 초식동물이기에 꼭 여러 가지 사료자원이 충분한 곳 혹은 가까운 곳에서 해결할 수 있거나 구매 할 수 있는 곳이 좋다. 한쌍의 머스크랫과 그 해에 번식한 새끼를 포함하여 청록사료(야채, 야초) 200kg정도, 곡물사료 20~30kg정도를 준비하여야 한다. 특히 곡류사료와 청채류는 자급자족할 수 있어야하고 버드나무나 강버들 같은 수염류도 충분히 이용할 수 있는 곳이 좋다.

## 5-2. 사육방법

사육은 한쌍씩 가두어 기르기와 토굴을 만들어 여러쌍을 방사하여 기르는 방법이 있다.

1) 1쌍씩 가두어 기르기: 비, 눈, 강한 햇빛을 막는 간단한 집, 지붕은 일자형 좋고 철제 앵글, 나무 등으로 만들고 지붕은 기와, 기름종이, 폴 등으로 덮고 높이는 1.2~1.5m, 넓이는 2~4m<sup>2</sup>, 길이는 위치에 따라 결정한다.

### 2) 굴토식 기르기

○ 가로식 굴 : 지면과 네면이 벽돌, 돌, 시멘트로 된것, 높이 50~70cm, 너비 70~90cm 길이 100~150cm로 여러단위로 되어 있는데 굴토식 개체굴은 침실, 운동장, 물 저장고로 되어 있으며 침실은 안팎 두 개로 나누고 안방은 50x50cm로 면적이 좁고, 위에는 관찰구멍이 있으며 바깥방은 50x20cm 에 직경이 10cm쯤의 길로 되어 있어 안방과 바깥방, 운동장으로 통한다. 침실입구에 15x20cm 정도의 휴식과 먹이를 먹는 상을 만들고, 물 저장고는 시멘트로 만들고 넓고 깊으며 25x30cm 크기로 한쪽에 배수 구멍을 내고 위는 철조장으로 막고 문이 있어 먹이를 주기에 편리해야 한다.

○ 세로식 굴 : 가로식 굴의 세 개를 결합하여 입체화함

○ 입체식 굴 : 이는 사향쥐의 야생습성에 부합되기에 가로식 굴보다 낮으며 또 겨울엔 추위를 막고 여름엔 더위를 막는데 편리하다. 사향쥐 굴은 간단해야 한다.

○ 천연호수를 이용한 굴 : 수원이 있는 천연호수에 굴을 만들면 물이 깨끗하고 배수에 어려움이 없다. 그러나 개개굴의 물은 따로따로 이용해야 하며 이후 새끼는 함께 물을 써도 된다.



Fig. 5-8. 야생토굴식 사육사

## 제 6절 사향쥐의 사향 채취방법

### 1. 서사향의 분비선

#### 1-1. 사향의 분비시기

사향의 분비시기는 2월말부터 사향이 분비되기 시작하여 6월말 경에는 사향의 분비가 거의 끝난다. 이는 사향쥐가 번식기에 접어들어 암컷을 유인하기 위한 페르몬으로서의 기능을 하는 것으로 판단되고 번식기의 종료와 더불어 사향의 분비가 중지되는 것으로 판단된다.

#### 1-2. 사향분비선의 위치



Fig. 6-1. 서사향 분비구



Fig. 6-2. 사향낭

사향낭의 하단부에서 연결된 가는 관이 하복부를 지나 음경포피의 안쪽으로 연결되어 있고, 각각의 좌우 사향낭이 독립적인 사향 분비관을 가지고 있다. 사향의 출구는 음경포피 안쪽의 양옆에 하나씩 위치하여 있다. 좌측낭은 음경 포피 내부의 좌측에 우측낭은 우측에 분비구를 가지고 있다. 각 사향낭을 압박하면 생식기의 하단을 통하여 방울방울 사향이 분비되어 나온다.

#### 1-3. 번식기와 비번식기의 사향낭의 변화



Fig. 6-3. 번식기의 사향낭



Fig. 6-4. 비번식기의 사향낭

비번식기의 사향낭은 작고 오그라들어 있으며, 약간 길쭉한 모양을 하고 있고, 외관상 주름이 많이 잡혀있다. 그러나 번식기의 사향낭은 둥글고 넓적하게 부풀어

있고 크기도 비번식기에 비하여 훨씬 크다. 번식기에는 사향낭의 주위에 피하지방이 많이 축적되어 있다.

#### 1-4. 사향낭의 위치

사향낭은 개체간에 약간의 차이는 있으나 몸의 중심선에서 2~3cm 정도 좌우측 하복부에 위치하고 하복부 쪽으로 중심부를 향하여 약간 비스듬하게 위치하고 있다.

#### 2. 사향낭의 압박 방법

엄지와 검지, 중지를 이용하여 사향낭을 잡고나면 손가락 안에서 굴리듯하면서 압박하여 사향을 짜낸다. 처음에는 약하게 압박하고 점점 강하게 압박한다. 이때 압박강도는 손등의 살을 집어서 손가락사이에서 굴리듯 압박하여 약간의 통증이 느껴지고 멍이 생길듯 말듯한 정도면 충분하다. 일단 사향낭을 손가락으로 느끼고 잡게 되면 놓치지 않도록 주의하여야 한다. 압박을 가한 후 다시 사향낭을 잡기가 처음보다 더 어렵다. 사향낭의 윗부분부터 맛사지하여 아래쪽으로 서서히 내려가면서 압박하여 사향을 짜낸다. 사향낭 내에 사향이 차 있으면 사향낭이 탄력이 있으나, 채취가 진행되면 사향낭이 탄력을 잃고 느슨해지고 사향이 더 이상 흘러나오지 않게 되면 사향채취를 종료한다.

서사향은 유백색의 분비물로서 지방이 많이 함유되어 있다. 점도는 매우 높고, 향긋한 향이 난다. 사향은 채취한 후에는 뚜껑을 닫고, 4℃정도의 냉장고에 보관하는 것이 좋다. 서사향의 분비선은 음경의 포피 안쪽에 위치하므로 약간의 오줌이 섞일 수도 있다. 사향 채집병은 가능한 유리병이 좋다.



Table 6-1. 서사향의 채취량

채취회수	1회차(1일)	2회차(15일)	합 계
1	2.99g		2.99g
2	0.73g	1.20g	1.93g
계	1.86g		2.46g

수컷 사향쥐 27마리를 대상으로 서사향 채취량을 조사하였다. 평균 채취량은 2.46g이었고, 처음 채취할 때는 약 1.86g의 서사향을 채취할 수 있었다. 연 1회의 채취만을 시도한 경우에는 약 2.99g을 취할 수 있었고, 연 2회의 채취의 경우 1회차에는 0.73g, 2회차에서는 약 1.20g의 서사향을 채취할 수 있었다. 1회 채취의 경우 채취후에는 새끼를 분만함으로서 대단히 신경이 날카로워 채취에 어려움이 있었고, 스트레스로 인해서 새끼를 죽여버리거나 먹는 현상이 나타나서 실험을 계속 수행하기에 어려움이 있었다. 따라서 사향쥐의 개체수를 증가시킨 후 번식용과 채취용을 따로 관리할 필요가 있다고 사료된다.

### 3. 사향채취시 사향쥐의 체포법

사향쥐의 체포시 쥐에게 물리지 않도록 세심한 주의가 필요하다. 사향쥐에게 물리면 상처가 크게 나고 출혈이 많이 생기므로 주의하여야 한다. 그러나 사향쥐에게 물린 상처는 염증을 잘 일으키지 않는다. 무는 동작이 있기 전에 반드시 앞발로 치는 행동을 하므로 앞발로 공격하면 무는 행동의 전 행위로 인지하여야 한다. 구석에서 순간적인 회전과 동시에 무는 습성이 있다.



Fig. 6-6. 사향쥐의 치아



Fig. 6-7. 농축한 사향과 채취한 원 사향

사향쥐의 치아는 윗니 2개와 아랫니 2개로 구성되어 있으며, 윗니는 넓적하고 끝으로 갈수록 두께가 얇아지면서 날카로워서 사람의 앞니와 거의 유사한 절치의 형태를 갖는다. 반면 아랫니는 둥근 원통형으로 길게 뻗어나와 있고 바깥쪽으로 약간 둥글게 휘어져 있고, 끝이 뾰족한 모양을 갖는다. 윗니의 안쪽으로 아랫니의 끝이 맞물리는 형태를 취하고, 턱의 상하운동으로 음식물을 분쇄하며 이때 앞발이 보조하는 역할을 수행한다. 양쪽 볼이 신축성이 좋아서 입속에 먹을 것을 가득 넣어서 옮긴다. 아랫니의 길이에 따라 차이가 있으나, 약 1cm~1.5cm 정도를 벌릴 수 있고, 사람을 물었을 경우 윗니가 사람의 피부를 길게 찢어진 듯한 상처를 입힌다. 이때 아랫니는 그 힘을 받쳐주는 역할을 하는데, 이는 사향쥐가 단단한 나뭇가지나 음식물을 먹을 때도 동일한 역할을 수행한다. 무는 동작은 순간적으로 일어나고 계속 물고 있지는 않으며, 곧 놓는다. 그러므로 가죽장갑을 착용한 상태에서 물리게 되면 외상은 피할 수 있고, 약간의 집힌 자국과 멍울이 남는다.



Fig. 6-8 사향쥐의 취식행동 및 치아형태

#### ① 단순 체포법

왼손으로 사향쥐의 꼬리를 잡고 바닥에 안착시킨 후 살짝 들어 주면 처음에 쥐가 앞으로 기어가려고 바둥거리나 잠시 시간이 경과하면 가만히 정지하게 된다. 이때 서서히 오른손 바닥을 사향쥐의 등에 접촉시켜 가만히 있으면 손바닥을 등에 완전히 접촉시킨 후 서서히 목쪽으로 손바닥을 미끄러뜨리면서 이동하여 목과 턱 사이를 점하여 엄지손가락과 검지 손가락을 이용하여 강하게 쥘다. 이때 강하게 저항하는 경우가 많으니 잡을 것인지 놓을 것인지를 빠르게 판단하여 행동하여야 한다. 목을 완전히 제압하고 나면 왼손의 꼬리를 잡은 상태에서 뒷다리를 모두 몰아서 쥘 수 있도록 하면 사향쥐의 고정이 끝나고, 사향을 채취할 준비가 된 상태가 된다. 채취가 끝나면 뒷다리는 놓고, 꼬리만 잡은 후 오른 손으로 잡은 목을 놓아서 순간적으로 사향쥐의 머리가 아래쪽으로 향하게 하여 물리는 것을 방지한다. 이 방법을 이용한 사향의 채취는 반드시 2인 1조로 하여야 한다는 단점이 있다.

#### ② 고정틀을 이용한 체포법

사향쥐는 어둡고 좁은 곳을 좋아하고, 그런 환경에서 숨어 있으려고 하는 경향이 강하며, 꼬리를 잡아서 앞발만 닿도록 들면 앞으로 진진하려는 성질이 있으므로 이를 이용하여 사향쥐를 체포하는 방법이다. 이런 습성을 이용하여 고정틀(포집틀)을 제작하고 바닥에 놓은 후 사향쥐의 꼬리를 잡아 뒷다리가 땅에 닿지 않도록 살짝 들어주면 사향쥐는 앞에 놓여있는 고정틀안으로 들어가려고 앞으로 기어가게 된다. 사향쥐가 고정틀안으로 완전히 들어가면 꼬리쪽부터 오른손바닥을 살짝 덮은 후 꼬리를 뒤로 당겨 몸이 고정틀 바깥쪽으로 서서히 끌려나오도록 하면 쥐가 앞으로 기어가는데 신경을 쓰느라 등쪽에 접촉되어 있는 오른손을 잘 인지하지 못하므로 오른손바닥을 사향쥐의 등을 따라 미끄러트리며 사향쥐의 목을 움켜쥘다. 이 방법도 역시 사향을 채취할 때 반드시 2인 1조로 하여야 한다는 단점이 있다.



Fig. 6-9. 고정틀을 이용한 체포법

### ③ 채취기구를 이용한 체포법

채취기구를 앞에 놓고 사향쥐가 그 안으로 들어가게 하는 방법은 앞에 제시된 방법들과 동일하다. 쥐가 기구 안으로 완전히 들어가고 나면 오른손으로 기구의 손잡이 부분을 잡으며 동시에 꼬리를 같이 쥔다. 이어 뒤쪽의 두발을 몰아서 오른손에 한꺼번에 쥔다. 이때 사향쥐는 구석에 들어가 있으므로 다시 바깥쪽으로 나오려는 시도는 잘하지 않는다. 꼬리다리손잡이를 동시에 쥔 오른손을 이용하여 사향쥐의 머리가 아래쪽을 향하도록 기구를 든 후 왼손으로 기구손잡이 상단에 부착된 밴드를 이용하여 사향쥐의 늑골 아래쪽 부분을 고정시킨다. 기구를 다시 사향쥐의 머리가 상부를 향하도록 하면 사향의 채취할 준비가 끝난다.

앞에 제시된 두가지의 방법은 사향채취시 두 사람을 협동을 통하여 사향의 채취가 가능하나 채취기구를 이용하면 한 사람이 사향채취를 할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다. 이 채취기구의 크기와 구조는 사향쥐의 습성과 표준체위의 자료를 근거로 하여 사향쥐에게 최소한의 스트레스와 손상이 없도록 제작되었으며, 이 채취기구는 향후 개선을 거쳐 특허출원을 할 예정이다.



Fig. 6-10. 채취기구를 이용한 체포법

사향쥐 체포용 집게는 사향쥐의 사육자가 사향채취를 위하여 사향쥐를 체포할 때 사향쥐에 물리는 위험을 최소화시키기 위하여 고안하고 제작하였으며, 일반집게의 형태로 제작하였을 경우 사향쥐의 늑골 및 척추를 손상시킬 위험이 있고 장기의 파열이 발생할 수 있어 이를 최소화시키는 구조를 가짐과 동시에 효과적으로 사향

귀를 고정시킬 수 있는 구조를 선택하여 제작하였습니다. 이 과정에서 사향쥐의 체위를 측정하여 그 자료를 바탕으로 집계의 크기를 결정하였습니다. 아래에 제시된 사진속의 체포용 집계도 향후 개선을 거쳐 특허출원을 할 예정이다.



Fig. 6-11. 체포용 집계를 이용한 체포법

## 제 7절 사향취육의 이화학적 성질

### I. 서 론

소득수준 향상과 더불어 국민 식생활의 서구화 경향으로 인하여 고혈압, 뇌혈관 질환과 같은 성인병이 증가하였고, 동물성 식품과 육류의 소비 증가를 그 원인으로 지목하는 연구 결과들이 각종 매스컴에서 보도되면서 소비자들의 육류 소비에 대한 부정적 인식이 고조되고 있다. 우리나라의 1인당 육류 소비량을 보면 쇠고기는 2003년에 8.14 kg을 기록한 후 2005년까지 지속적으로 줄어 2006년 현재 6 kg 선에 머물고 있고, 같은 기간 돼지고기는 17.40 kg에서 18.11 kg으로, 닭고기는 7.90 kg에서 8.63 kg으로 오히려 소비가 증가하였다.<sup>(152)</sup> 통상 마찰과 광우병의 영향으로 쇠고기의 수급 및 소비가 불안정했던 것에도 원인을 찾을 수 있겠지만, 돈육과 비교해 닭고기 소비가 크게 증가한 것은 건강 지향성이 강한 소비자들의 소비 패턴의 변화도 한 원인이 될 수 있다고 판단된다.

소비자들의 기본적인 생리적 욕구 외에 스트레스 해소, 건강증진, 질병예방을 위한 영양분이 필요하며, 국민소득 증대와 생활수준의 향상에 따라 삶의 질과 건강에 대한 관심이 증대되어 건강식품의 소비 또한 증가되고 있다.<sup>(170,161)</sup> 최근 소비자들은 가공식품보다 건강에 유익하다고 생각되는 친환경 식품을 선호하고 있으며, 많은 소비자들은 칼로리 및 콜레스테롤 함량이 낮고, 인체에 유익한 다중불포화지방산이 많이 함유된 기능성 식육<sup>(79)</sup>과 더불어 안전성이 보장된 야생동물의 식육<sup>(46)</sup> 및 자연 상태로 사육된 가축의 식육<sup>(11,36,72,92)</sup>을 인간이 섭취했을 때 건강에 이롭다는 연구결과에 많은 관심을 가지고 있다.

우리나라에서 건강 지향성이 강한 식품에 대한 소비자들의 인식 재고로 보양식품에 관한 많은 연구와 개발이 있었고, 이로 인해 예로부터 전래되어 온 전통 건강식품에 대한 발굴과 재조사가 또한 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 각광받고 있는 약용 및 보양식으로는 흑염소중탕, 오리탕, 보신탕, 삼계탕 등을 들 수 있는데, 흑염소는 임산부의 산후조리<sup>(162)</sup>를 위하여, 오리 고기는 고혈압, 비만증, 동맥경화, 중풍 등 성인병 예방<sup>(53,63)</sup>등에, 개고기는 육질이 부드럽고, 불포화지방산이 많이 함유되어 있어 여름 보양식<sup>(181)</sup>으로, 삼계탕(蔘鷄湯)은 관습적으로 삼복(초복, 중복, 말복)날의 점심에 먹는 것뿐만 아니라, 사계절 어느 때나 먹는 여름철의 대표적인 보양음식<sup>(167)</sup>으로 애용되고 있다.

위에 열거한 보편적으로 잘 알려진 보양식 외에도 최근에 그 가치를 인정받아 활발한 연구와 산업화가 추진되는 것으로 오소리를 들 수 있는데, 오소리는 보양, 화상 치료, 위궤양, 천식, 결핵 등의 질병에 유용한 약리적 특성을 가지고 있다고 알려져 있고, 오소리 담낭은 웅담을 대체할 수 있다고 보고하고 있다.<sup>(149,174,182)</sup> 전통적인 야생동물인 오소리의 이용과는 상반되나 최근에 국내에 유입된 뉴트리아의 고기는 불포화지방산과 무기질이 풍부하여 건강식품으로 개발 가능성이 높다고 특수가축협회에서는 평가하고 있다.<sup>(179)</sup>

국내 유입된 야생동물 중 하나인 사향쥐는 사향의 생산을 목적으로 수입되어 일부 농가를 중심으로 국내에서 사육되고 있는데, 고가로 거래되는 한약재인 사향은 사향노루에서만 채취가 가능하여 무차별적인 수렵과 밀렵으로 인해 주서식지인 티벳과 시베리아 지역에서 조차 찾아보기 힘든 1급 멸종위기 야생동물로 보호받게 되었다<sup>(19)</sup>. 멸종위기에 처한 야생 동·식물의 국제거래에 관한 협약(CITES)에 의해 해당 동물의 보호뿐만 아니라 해당동물로부터 얻어지는 어떠한 생산물도 채취, 생산, 가공, 유통, 판매 등을 금지함으로써 수렵 및 밀렵의 근본적인 원인을 차단하고 있다. 이로 인해 천연의 사향을 얻을 수 있는 사향쥐의 사육이 인기를 얻게 되어 그 사육수는 계속 증가하고 있다. 사향쥐는 포유류 쥐목(齧齒類) 비단털쥐과로서 학명은 *Ondatra zibethicus* 이다. 우리나라에서도 서식했지만 기후의 변화와 서식지의 파괴로 인하여 멸종하였고, 현재는 북아메리카, 시베리아 및 중국 동북지방 등에서 수초가 무성한 소택지와 강이나 호수 등에서 서식 한다. 활동은 봄에서 늦가을까지 인데 겨울에는 활동이 적으나 동면은 하지 않는다. 초식동물로 나무껍질, 수초, 갈대뿌리, 배추, 홍당무를 먹고, 야행성의 반수생동물로 번식기인 4~6월에 수컷의 하복부에 위치하는 향낭에서 부생식선을 통해 번식에 의한 발정 증상으로 서사향을 분비한다. 이 서사향은 뇌혈전 예방 및 치료에 도움이 되는 것으로 전해지고 있으며,<sup>(164,168)</sup> 사향서육은 적색육으로 중국에서 스테미너, 건강식품으로 인기가 높다. 사향은 희소성이 높아 고가로 거래되는 천연사향의 생산이 가능한 사향쥐의 가치는 대단히 높게 평가되고 산업화의 가능성이 높아져 현재 국내의 150여 농가에서 15,000~20,000마리가 사육되고 있다.<sup>(159)</sup>

이에 본 연구에서는 사향노루 대체 동물로 사향의 효능을 기대하고 사향쥐를 사육하는 농가들의 안정적인 소득 창출원으로서의 기능을 높일 수 있도록 사향쥐서육을 건강식품 원료로서 이용 가능성을 타진하고, 식육자원으로서의 가치를 판단하기

위한 기초 자료를 제시하고자, 사향서육의 이화학적 성분 분석과 함량 및 저장 중 이화학적 성질의 변화를 조사하는 실험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료 채취 및 처리

본 연구에 이용된 사향서육은 부산대 생명자원과학대학 부속농장에서 사육하고 있는 사향취 6마리를 육가공실로 옮겨와 도축 발골 하였고, 육질의 특성을 비교하기 위해 우육 및 돈육은 경남 김해시 김해축산물공판장에 출하된 한우 암소로서 육질1등급 판정 받은 도체(♀ 292 ~ 380 kg)에서 3두 선발하여 등심부위(*M. longissimus dorsi*)를 채취 하였고, 돈육역시 육질1등급판정을 받은 도체 (♀ 54 ~ 75 kg)에서 3두 선발하여 등심을 채취 하여 육가공실로 옮겨와 각각 과도한 지방과 결체조직을 제거하고 400 g 씩 소비자용 랩(wrap)에 포장하여 냉장실(4±1℃)에서 저장하면서 0, 1, 4, 8, 11, 15일에 공시 재료를 사용하였다.

### 2. 조사항목 및 분석방법

조사항목은 이화적인 성질의 변화를 분석하는 것이 주종으로서 일반성분, PH, 보수성 및 가열감량, 육색, 유리아미노산, 수용성, 염용성 단백질 추출성, 지방산, TBARS, VBN의 변화 등으로 하였다. 저장방법은 냉장온도는 4±1℃에서 시료를 저장하면서 분석실험에 공시하였다. 저장기간은 0, 1, 4, 8, 11, 15일 간으로 하여 공시 재료로 사용하였다.

#### 1) 일반성분

일반성분은 AOAC<sup>(3)</sup> 방법에 따라 수분은 건조법, 무기물과 조단백질 함량은 ICP를 이용하여 측정하였고, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 전기 회화로를 이용하여 측정하였다.

#### 2) PH, 보수성 및 가열감량

등심의 pH는 근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 3 g을 증류수 27 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여

pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다. 보수성은 마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여 (시료 무게-유리수분 무게)/시료 무게×100의 식으로 환산하였다. 가열감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게(A)를 측정한 다음, zipper bag에 넣고 water bath에서 심부온도가 74℃에 도달할 때까지 가열하여 식힌 다음 시료의 무게(B)를 측정하여 (A-B)/A × 100으로 환산하였다.

### 3) 육색

육색은 등심근의 단면을 이용하여 Chroma meter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 고루 9회 반복 측정하여 평균값을 이용하였고, 이때 표준색판은  $L^*=89.2$ ,  $a^*=0.921$ ,  $b^*=0.783$ 으로 하였다.

### 4) 유리아미노산 분석

시료 10 g을 증류수 50ml와 혼합하여 Homogenizer에서 약 1,400rpm에서 5분간 균질화시킨 다음 Slurry를 Centrifuging (4,000rpm/20min) 시켜 whatman No.2로 여과시킨다. 여과액에 12% TCA solution을 동량(50ml)으로 첨가시켜 침전시킨 다음 냉건소에서 1시간침전 시킨다. 침전 된 것을 균형을 바르게 하기 위해 Centrifuging(4,000rpm / 20min)시켜 침전물을 버리고 상등액을 모은다. 상등액을 ethyl ether 50ml를 가하여 TCA와 lipid를 제거한다 3회반복 하여 하층을 회수하여 evaporator(40 ℃)로 농축한다. 농축액을 0.2N Sodium citrate buffer(pH 2.2)로 5~10ml로 희석하여 membrane filter (또는 milipore filter 0.45 $\mu$ l)로 여과하여 자동아미노산 분석기에 40 $\mu$ l를 주입하여 분석한다.(Sykam, s433 A.A., Germany) 분석 전 시료는 -20℃의 냉동실에 보관하였다.

### 5) 지방산

세절육 10g을 250ml 삼각 flask에 넣고 혼합 solvent(chloroform : methanol, 2:1) 150 ml를 첨가한 다음 2,500rpm에서 3분간 균질화하여 지질을 추출하고 원심분리관(500ml)에 여액을 모아 여과 후 여과지에 남은 고기와 여과지 모두를 혼합 solvent(chloroform :

methanol, 2:1) 150ml를 부은 다음 2,500rpm에서 3분간 재균질화하여 삼각 플라스크에 다시 넣고 혼합 solvent 100ml 정도를 이용하여 재차 균질, 용출시켰다. 여기에 0.88% NaCl을 총여액의 1/4 정도 첨가하여 shaking 후 3,000rpm에서 10분 동안 원심분리하고 aspirator를 이용하여 연결된 모세관으로 상층액을 버리고 하층(lipid layer)을 취하였다. 유기용매층인 하층은 250ml 원형 flask에 하층을 여과하되 이때 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 이용하여 남은 수분을 흡착 여과한 후 여액을 40℃ 이하에서 질소가스를 계속 주입하면서 농축하였다. 순수 분리된 20~30mg의 lipid를 test tube에 넣은 후 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(40 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/1000ml methanol) 용액 1ml를 추가하여 뚜껑을 닫고 90℃에서 10분간 가열한 후 실온에 냉각하였다. 그곳에 증류수 2ml를 넣어 흔들고 Hexane 2ml를 다시 넣어 흔들 후 하층을 제거하고 다시 증류수 2ml를 넣어 흔들어 주었으며(3회 반복) 하층을 제거한 후 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣어 수분을 제거하였다. 상층액 2.5~3 μl를 취하여 GC에 주입하여 지방산을 분리 정량하였으며, 이때 GC 조건은 Table 1과 같다.

Table 7-1. GC condition for analysis of fatty acids compositions

Item	Condition
Model	Hewlett Packard 6890N Gas Chromatography
Column	Supelco wax <sup>TM</sup> 10 fused silica capillary column 60mm × 0.32mm × 0.25μm film thickness
Detector/temperature	Flame Ionization Detector (FID)/ 250℃
Initial temperature/time	180℃/6min
Rate	5℃/min
Final temperature/time	240℃/20min
Injector temperature	250℃
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Split ratio	10:1

#### 6) 수용성 · 염용성 단백질 추출성

단백질의 추출성은 Saffle과 Galbreath<sup>(102)</sup>의 방법에 따라서 실험하였고, 단백질 농도를 Gornall 등의 방법을 이용하여 spectrophotometer를 이용하여 540nm의 파장에서 측정하여 정량하였으며, 추출된 단백질의량은 mg/g으로 나타내었다.

#### 7) Volatile basic nitrogen (VBN)의 측정

VBN함량은 高坂<sup>(139)</sup>의 Conway 미량확산법에 따라 세절한 시료 10g에 증류수 90ml가하여 homogenizer(IKA Works(Asia) Sdn. Bhd. T25-B, Malaysia)에서 14,000rpm으로 5분간 homogenizing 한 다음 여과지(Whatman No.1)에 여과하였다. 상기 여과액 3ml를 conway unit 외실에 넣고, 내실에는 0.01 N 붕산용액 1ml와 conway시약(0.066% methylred : 0.66% bromcresol green = 1 : 1)을 약 2~3방울 가한 후 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 액 1ml를 재빨리 외실에 주입하여 바로 밀폐시킨 후(단, 공시험구에는 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 외실에 주입하지 않는다.) 37°C에서 120분간 방치한 후 뚜껑을 조심스럽게 열고, 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 내실의 붕산용액을 신속히 적정하였다. 시료를 S g, 공시험 측정치를 b ml, 본 실험 적정치 aml, 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 의 표준화 지수를 F라고 할 때, 다음 식에 의해서 VBN값을 산출하였다.

$$\text{VBN mg\%(mg/100g sample)} = \frac{(a-b) \times F \times 28}{\text{Sample의 양}} \times 100$$

a : 본실험의 적정치 ml

b : 공시험의 적정치 ml

F : 0.02 N- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 표준화 지수 =  $\frac{\text{실제치}}{\text{이론치}}$

28 = 0.02 N- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1ml 소모하는데 필요한 N의 양.

#### 8) Tiobabitaric acid reactive substances(TBARS)의 측정

Witte등(1970)의 방법에 따라 시료 20g에 20% trichloroacetic acid(in 2 M phosphoric acid) 50ml첨가하여 균질화(14,000 rpm, 2 min)한 후 증류수로 100ml 맞춘 다음 여과 (Whatman No.1)하였다. 여액 5ml와 0.005M 2-thiobarbituric acid 용액 5ml를 시험관에 넣어 보관후(암소에서 15hrs 보관)Spectrophotometer (Tcc-240A, Shimadzu, JAPAN)로 530nm파장에서 흡광도를 측정하여 다음 공식으로 계산하였다.

$$\text{TBARS (MA mg/kg)} = \text{흡광도} \times 5.2$$

#### 9) 근섬유 특성

시료를 도축 후 1시간 이내 0.5 × 0.5 × 1.0cm 크기로 채취하여 액체질소로 냉각된 isopentane에 동결시켜서 -80°C의 냉동고에 저장된 시료를 -27°C의 동결절편기 (HM525, MICROM, Germany)로 절편(10μm)하여 myosin ATPase activity 방법

(Brooke & Kaiser, 1970)으로 염색하였고, Image-pro plus 5.1(Image & Graphics, USA)로 분석하였다. Brooke & Kaiser(1970)의 방법에 따라 근섬유 타입을 I, II A 및 II B 등 3가지 타입으로 분류하였다.

#### 10) 통계분석

실험에 획득한 자료를 SAS program(2008)을 이용하여 분산 분석 및 Duncan (1995)의 다중 검정을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반성분

Table 7-2. The proximate composition of Beef, pork and muskrat loin (%)

Treatments	Share force	Water content	Cooking loss	Crude protein	Crude fat
Muskrat	1.69	79.74 <sup>A</sup>	24.20 <sup>BA</sup>	21.52	1.04
Beef	5.99	75.00 <sup>A</sup>	26.32 <sup>A</sup>	21.16	7.54
Pork	4.94	76.32 <sup>A</sup>	21.94 <sup>B</sup>	19.20	1.71

<sup>ABC</sup> : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

사향서육, 쇠고기등심, 돼지고기등심의 일반성분 함량을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 사향서육의 일반성분 분석결과는 수분이 79.74%, 비교구보다 유의적으로 높게 나타났고 전단력은 1.69%로 가장 낮게 나타났다. 그리고 가열감량은 24.20%, 조단백질은 21.52%로 비교구와 큰 차이가 없었다.(p<0.05). 조지방 함량은 1.04%로 가장 낮게 나타내었다. 우육과 돈육의 함유수분은 도살 후 시간의 경과, 저장온도, 저장시간, 육의 종류 및 근육 부위에 따라 차이가 있으며, Bouton 등<sup>(13)</sup>은 육의 수분함량이 높으면 고기는 연하고 부드러워 연도가 양호하고, 사후강직의 시작과 동시에 고기의 수분이 낮아지는 것은 pH의 저하가 가장 큰 원인이라고 하였으며, Martin<sup>(82)</sup>은 강직전의 고기는 대단히 부드럽지만 강직의 시작과 동시에 육은 신장성(extensibility)이 떨어져 단단해진다고 하였다. 본 실험에서 사향서육이 수분함량이 높고, 전단력과 조지방이 낮게 나타나 고기가 연하고 부드러워 연도가 양호하게 나타났으며, Bouton<sup>(13)</sup> 등의 보고와 같은 결과를 보였다.

Table 7-3. The minerals composition of Beef, pork and muskrat loin (ppm/mg)

Treatments	Minerals					
	Fe	Cu	Ca	K	P	Mg
Muskrat	269.59	0.00	0.22	0.74	0.61	0.06
Beef	110.60	0.00	0.06	0.77	0.46	0.05
Pork	113.55	0.00	0.03	0.88	0.60	0.06

사향서육, 쇠고기등심, 돼지고기등심의 미량원소를 비교한 결과는 Table 3과 같다. 사향서육 내의 미량원소는 사향쥐의 증체단계에서 매우 중요한 영양소원으로 작용하고 있으며, 특히 Zn, Fe, Cu, Ma, Mg, Se, Cr, Co등은 근육 및 생리조절에 필수적인 collagen 대사에 매우 주요한 역할을 한다고 한다.<sup>(12)</sup>

본 연구에서 검사한 미량원소는 6가지(Fe, Cu, Ca, K, P, Mg)중에서 사향서육에서 가장 많이 함유되고 있는 원소는 Fe이었다. 그 다음으로는 많이 함유되어 있는 미량원소는 K, P, Ca, Mg이었다. 사향서육의 Fe Ca의 함량은 각각 269.59ppm/mg, 0.22ppm/mg으로 비교구보다 2배 이상 높은 함량을 나타내어 영양학적으로 우수한 면을 보여 주었다. 사향서육에 함유되어 있는 Fe성분과 유사한 동물은 타조고기와 같았다<sup>(156)</sup> 사향서육에 Fe의 함량이 다른 축종에 비해 많은 이유는 운동성이 빠르고 반수서 동물로 이에 따른 산소 공급이 많아야 하기에 Fe의 함량이 다른 축종에 비해 다량함유 되어 있으며, 기타 미량원소들은 비교구와 약간의 차이는 있으나 유의성은 없는 것으로 사료되며, 미량원소들이 다소 많은 함량을 나타내는 이유는 사향서육의 성분에 지방함량이 낮고 상대적으로 단백질 함량이 높기 때문에 근원섭유를 구성하는 미량원소들이 더 많이 함유되어 있다고 사료된다.

## 2. pH의 변화

Table 7-4. Changes in pH of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1℃

Treatments	Storage periods(day)					
	0	1	4	8	11	15
Muskrat	6.16 <sup>Abc</sup>	6.03 <sup>Ac</sup>	6.09 <sup>Ac</sup>	6.30 <sup>Aab</sup>	6.52 <sup>Aa</sup>	6.38 <sup>Aab</sup>
Beef	5.62 <sup>Ba</sup>	5.65 <sup>Ba</sup>	5.55 <sup>Ba</sup>	5.61 <sup>Ba</sup>	5.69 <sup>Ba</sup>	5.74 <sup>Ba</sup>
Pork	5.62 <sup>Ba</sup>	5.60 <sup>Bab</sup>	5.50 <sup>Bc</sup>	5.61 <sup>Bab</sup>	5.57 <sup>Bb</sup>	5.58 <sup>Bab</sup>

<sup>abc</sup> : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

<sup>AB</sup> : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

식육의 물리적 성질 중 pH는 식육의 품질을 좌우하는데, pH의 고저에 따라 신선도, 보수력, 연도, 결착력, 육색, 조직감 등이 크게 영향을 받으며 저장성에 있어서도 중대한 요인으로 작용하기 때문에 육질 연구의 기본이 된다고 알려져 있다. 사

후 근육내부에서 혐기적 대사과정을 통해 glycogen으로부터 해당과정을 거쳐 분해된 젖산의 축적으로 근육은 pH가 떨어지게 되며, 이때 도체의 온도가 높으면 높을수록 해당과정이 촉진되므로 pH는 더욱 급속히 저하된다고 보고하였다.<sup>(183)</sup>

냉장 저장 중의 사향서육의 pH변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 저장 중 사향서육의 pH는 0일에 6.16의 범위를 나타내었다. 저장기간이 경과함에 따라 사향서육의 pH는 증가 하였는데 저장 11일째에는 6.52로 증가 폭이 매우 컸으며, 저장 15일에도 사향서육의 pH는 6.38로 비교구보다 높게 나타내었다.( $P < 0.05$ ) 본 실험에 사용한 사향서육은 도축 발골하는 과정에서 칼의 접촉이 많았으며, 작업장내의 온도에서 pH가 높게 나타난 원인으로 생각된다. 일반적으로 저장 중에 산패 정도가 높아질수록 식육의 pH는 높아지는 경향이 있으며, 김 등<sup>(147)</sup>, 최 등<sup>(178)</sup>은 저장기간이 증가함에 따라 냉장돈육의 pH는 증가하였으며, 저장 7일과 14일에 증가폭이 가장 컸다고 보고하여 본 실험결과에서 비록 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없으나 그 경향은 유사한 것으로 나타났다. 우육은 도축 후 근육의 pH가 24시간 이내에 pH 7.2에서 약 pH 5.4 ~ 5.8까지 저하 되는데<sup>(98)</sup>, Pollok 등<sup>(99)</sup>의 보고와 같이 사향서육의 pH는 우육보다 높아서 육색이 더욱 진한 암적색이 되고 우육이나 적육보다는 오히려 백색육인 계육이나 칠면조육의 최종 pH와 다른 유의적인 차이는 없으나 그 경향은 유사한 것으로 나타났다.

### 3. 육색의 변화

식육의 색은 기호성 뿐만 아니라 신선도를 나타내며, 식품의 색 변화는 곧 식품의 품질의 변화를 보여주는 척도라 할 수 있다.<sup>(148)</sup> 따라서 육색은 최종적으로 소비자들이 식육을 구입할 때 중요하게 여기는 요인으로 작용 한다 Table 5.는 사향서육의 표면육색 변화를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 도축직후 등심근의 육색을 측정하여 일반적으로 사용되는  $L^*$ (명도),  $a^*$ (적색도),  $b^*$ (황색도)값으로 나타내었다.

명도를 나타내는  $L^*$ (lightness명도) 값은 저장기간이 경과함에 따라 증가한다고 Luchsinger 등<sup>(77)</sup>은 보고 하였다. 본 실험에서도 사향서육은  $L^*$ 은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다. 저장4일에는 쇠고기등심과 거의 같으나 저장 8일부터는 사향서육이 쇠고기 등심보다 유의적으로 더 높게 나타났다.( $p < 0.05$ ) 사향서육이 쇠고기 등심보다 저장기간 동안 밝고 안정성이 있었다.

Table 7-5. Changes in meat color of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1℃

Treatments	Storage periods(day)						
	0	1	4	8	11	15	
Muskrat	L*	27.98 <sup>Cd</sup>	27.24 <sup>Cd</sup>	28.72 <sup>Bcd</sup>	44.36 <sup>Ba</sup>	30.94 <sup>Bc</sup>	37.52 <sup>Bb</sup>
	a*	6.58 <sup>Aa</sup>	3.44 <sup>Bb</sup>	5.70 <sup>Aab</sup>	5.51 <sup>Aab</sup>	5.34 <sup>Aab</sup>	7.30 <sup>Aa</sup>
	b*	23.14 <sup>Aab</sup>	19.53 <sup>Abc</sup>	27.09 <sup>Aa</sup>	17.57 <sup>Bc</sup>	19.32 <sup>Abc</sup>	25.63 <sup>Aa</sup>
Beef	L*	31.77 <sup>Ba</sup>	29.38 <sup>Bb</sup>	28.41 <sup>Bbc</sup>	31.44 <sup>Cca</sup>	29.46 <sup>Ccb</sup>	27.30 <sup>Cc</sup>
	a*	4.84 <sup>ABb</sup>	4.62 <sup>Ab</sup>	4.48 <sup>Bb</sup>	5.29 <sup>Ab</sup>	4.40 <sup>Bb</sup>	5.36 <sup>Ba</sup>
	b*	22.36 <sup>Aa</sup>	19.67 <sup>Ac</sup>	19.88 <sup>Bc</sup>	20.76 <sup>Ab</sup>	18.30 <sup>Bd</sup>	22.13 <sup>Ba</sup>
Pork	L*	56.20 <sup>Aab</sup>	51.62 <sup>Abc</sup>	52.86 <sup>Aabc</sup>	60.00 <sup>Aa</sup>	47.43 <sup>Ac</sup>	46.05 <sup>Ac</sup>
	a*	2.12 <sup>Bc</sup>	1.97 <sup>Cc</sup>	3.86 <sup>Bb</sup>	4.60 <sup>Ba</sup>	6.21 <sup>Ce</sup>	1.08 <sup>Cd</sup>
	b*	4.58 <sup>Bc</sup>	5.06 <sup>Bbc</sup>	6.75 <sup>Ca</sup>	6.99 <sup>Ca</sup>	4.76 <sup>Cc</sup>	5.31 <sup>Cb</sup>

abcd : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

ABC : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

돼지고기 등심은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 15일간 저장하는 동안 큰 변화 없이 일정하게 나타났다. 저장기간이 경과함에 따라 사향서육이 유의적으로 높게 나타는데 이는 Luchsinger등<sup>(77)</sup>이 보고한 것과 일치하였다. a\*(적색도)는 저장기간에 따른 차이는 나타나지 않아서며, 쇠고기 등심, 돼지고기 등심보다 저장기간 동안 사향서육이 유의적으로 높게 나타났다.(p<0.05) b\*(황색도) 값의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 위 결과는 민등<sup>(153)</sup>이 보고한 저장기간이 경과함에 따라 b\*(황색도)은 점진적으로 증가하였다고 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

본 실험결과를 종합해보면 냉장저장 기간 중 사향서육의 육색은 쇠고기등심, 돼지고기등심 보다 밝고, 붉고 진하게 형성되었다.

#### 4. 유리아미노산(Free amino acid)의 함량

contents(mg/100g meat)

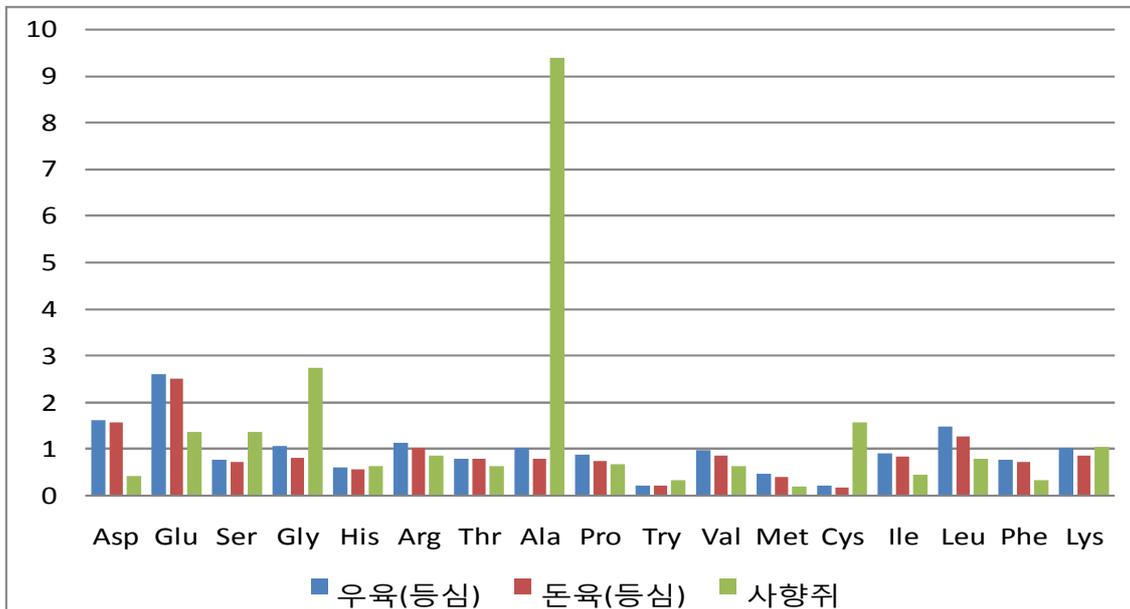


Fig. 7-1. Free Amino acid contents of muskrat meat and its comparison with other red meats.

Data of other red meats were obtained from Park et al.(1994)

본 실험의 결과 사향서육의 아미노산 조성 분포도를 영양학적으로 비교하여 나타내고자 이미 연구하여 발표된 자료 중<sup>(157)</sup> 적색육으로 쇠고기등심과 돈육등심, 아미노산 조성분포도를 비교하였다. 일반적으로 식육은 가장 중요한 단백질 자원이며 근육단백질은 아미노산 조성이 인체단백질의 아미노산 조성과 유사하다고 하여 영양학적으로 완전단백질로 취급된다. 사향서육의 아미노산 조성은 일반 육과 흡사한 결과를 나타내고 있으나 부분적으로 상이한 조성을 나타내고 있었다(fig. 2.) 전체적으로 아미노산 함량은 육의 100g 중 alanine이 9.39mg으로 최대값을 나타내었고, 쇠고기와 돈육에 비교해서 serine, glycine, histidine, alanine, tryptophan, cysteine, Lysine 등 7개 아미노산이 높은 함량을 나타내었다. 육류는 질이 좋은 단백질 공급원으로서 특히 황 함유아미노산 (methionine, cysteine)을 함유하고 있는데, 이들 아미노산은 총 유리아미노산 중 약6% 정도를 차지하고 있다고 보고하였다.<sup>(78)</sup> 이들 유리아미노산의 함량은 저장기간이 증가하면 육의 연도와는 정(正)의 상관관계가 있고<sup>(69)</sup>, 풍미 향상에도 기여하며<sup>(89)</sup>, 황 함유 아미노산들이 육의 풍미를

개선시키므로<sup>(51)</sup> 육제품의 질을 향상시키는데 기여한다고 보고되었다. 본 실험에서도 황을 함유하고 있는 methionine과 cysteine 는 각각 0.181 1.56mg으로 분석되었다. 또한 필수아미노산(threonine, valine, methionine ,cysteine, isoleucine, leucine, phenylalanine, Lysine )을 비교하여 보면 쇠고기등심과 비슷한 함량을 나타내었으며, 아미노산의 종류와 함량을 이용하여 영양학적으로 평가할 때 우수한 육이라고 판단할 수 있으며 그 가치가 매우 높은 것으로 사료된다.

### 5. 지방산(fatty acids) 조성

Table 6.은 사향서육의 지방산분석을 나타낸 것이다. 지방산함량은 모든 품종에서 불포화지방산인 oleic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며 그 함량은 사향서육이 27.99%로 가장 낮았고( $p>0.05$ ) 다음으로는 포화지방산인 palmitic acid의 함량이 높았는데 사향서육 25.75% 쇠고기등심이 25.71%로 돼지등심은 22.91 품종간 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

Table 7-6. The fatty acids composition of Beef, pork and muskrat loin

fatty acids	Muskrat	pork	beef
10:0(capric acid)	0.09	0.13	0.03
12:0(Lauric acid)	0.10	0.19	0.06
14:0(Myristic acid)	0.96	2.07	2.32
14:1(Myristoleic acid)	0.13	0.00	0.96
15:0	0.15	0.00	0.22
16:0(palmitic acid)	25.75	25.71	22.91
16:1(palmitoleic acid)	1.93	3.44	6.05
17:0	0.33	0.35	0.58
18:0(Stearic acid)	9.94	11.95	9.34
18:1(Oleic acid)	27.99	41.01	54.13
18:2(Linoleic acid)	20.89	12.02	2.48
18:3(Linolenic acid)	0.99	0.62	0.09
20:1Arachidic acid)	0.37	0.83	0.44
20:4(Arachidonic acid)	4.98	1.67	0.39
24:0(Arachidic acid)	6.66	0.00	0.00
SFA <sup>1)</sup>	43.18	41.24	35.90
MUFA <sup>2)</sup>	29.95	44.46	61.14
PUFA <sup>3)</sup>	26.87	14.30	2.96
UFA <sup>4)</sup> /SFA	1.37	1.43	1.79

1) Saturated Fatty acid

2) Monounsaturated fatty acid

3) Polyunsaturated fatty acid

4) Unsaturated fatty acid

이러한 결과는 Wasserman등<sup>(123)</sup>의 결과와 일치하는 것으로 세 축종에서 모두

oleic acid가 가장 많고 palmitic, linoleic, myristic, palmitoleic acid 순이며 이들 지방산이 전체 지방산의 대부분을 차지했다. 비교구와 유사한 포화 지방산 함량을 나타냄으로서 지방의 경도가 높고 저장성이 상대적으로 늘어 질수 있으나 건강 관점에서 보았을 때는 부정적인 영향을 줄 것으로 판단된다. 이는 지방산의 조성에 따라 지방의 경도나 응집성에 차이가 나고, 불포화지방산과 포화지방산의 비율에 따라 식육의 저장성에 영향을 받기 때문이며<sup>(129)</sup>, 포화지방산 함량이 높으면 육내 지방산화 안전성<sup>(29,108)</sup> 및 육색 안전성에 도움을 준다고 하였다.<sup>(57)</sup>

필수지방산 함량과 필수지방산/불포화지방산 비율(UFA/SFA)은 쇠고기등심과 돼지등심 각각 1.43과 1.79% 인데 사향서육은 1.37%으로 쇠고기등심과 유사하게 나타났으나( $P < 0.05$ ), 품종간에 유의적인 차이는 없었다.

일반적으로 쇠고기나 돼지고기의 경우 근육 부위에 따라 다소 다르지만 사양조건이나 기술에 따라 근내지방이 축적된 상태로 생산될 수 있으며, 이는 식육의 맛과 품질 그리고 가격을 형성하는 주요인으로 작용하고 있다. 이에 관하여 Sommerfeld<sup>(111)</sup>는 가축의 방목 시 섭취하는 풀에는 vacenic acid와 같은 trans 지방산이 함유되어 있지는 않지만 풀과 함께 벌레와 여러 유기물들을 같이 섭취하게 되어 trans 지방산을 섭취할 수 있다고 하였으며, 불포화지방산은(UFA)이 다량 함유되어 있어 섭취한 후 체내에서 trans 지방산으로 전환시킬 수 있다고 하였다.<sup>(48)</sup> 또한 Purchas 등<sup>(101)</sup>은 초지사료를 급여시킨 뉴질랜드산 쇠고기의 trans-vaccenic acid 함량이 1.5%로 농후사료를 급여시킨 미국산 쇠고기의 1.02%보다 유의적으로 높았다고 보고하였으며, 일반적으로 trans 지방산은 혈장 내 LDL-콜레스테롤함량을 증가시키고 HDL-콜레스테롤 함량을 감소시켜 심혈관질환의 발병 위험도를 증가시키지만<sup>(4)</sup>, trans-vaccenic acid의 경우 체내에서 conjugated linoleic의 전구체로 이용되기 때문에 인체에 유익하다고 볼 수 있다<sup>(75)</sup>고 하였으며, Van Oeckel 등<sup>(119)</sup>은 포화지방산(SFA)을 많이 섭취하게 되면, 혈장내 LDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤이 증가되는 반면, 다가불포화지방산(PUFA)의 경우 혈장 콜레스테롤을 감소시켜 심혈관질환의 발병 위험도를 감소시킨다고 보고하였다. 또한 영국의 Department of Health<sup>(24)</sup>는 현대인들의 건강을 고려하여 다가불포화지방산/포화지방산 비율(PUFA/SFA)을 0.4 이상으로 증가 시켜야 한다고 보고하였다. 사향서육은 다가불포화지방산(PUFA) 함량이 29.95%로 가장 높고 다가불포화지방산/포화지방산 비율(PUFA/SFA)이 1.37%으로 가장 낮게 나타났다( $P < 0.05$ ). 다른 육류와 달

리 동맥경화 등 성인병의 원인으로 지목되는 포화지방산이 많지 않고 대신 몸에 이로운 불포화지방산이 많이 함유되어 있어서 식육으로 이용가치가 매우 높은 것으로 사료된다.

## 6. 수용성. 염용성 단백질 추출성

Table 7에 수용성단백질의 양의 변화를 보면, 저장기간이 증가함에 따라 비교구와 유의적인 차이는 없으며 점차 증가하는 경향을 나타냈는데, 이는 온도에 노출되어 강직이 진행되는 동안 저온 단축의 영향으로 근질이 더 많이 단축되어 단백질이 변성되어 용해성이 증가 된 것으로 사료된다.

Table 7-7. Changes in water soluble protein of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at4±1℃ (mg/g)

Treatments	Storage periods(day)					
	0	1	4	8	11	15
Muskrat	0.77 <sup>Ac</sup>	0.74 <sup>Ac</sup>	0.88 <sup>Bbc</sup>	0.92 <sup>ABb</sup>	1.01 <sup>Ab</sup>	1.23 <sup>Aa</sup>
Beef	0.71 <sup>Aab</sup>	0.65 <sup>Ab</sup>	1.02 <sup>Aab</sup>	1.07 <sup>Aa</sup>	0.84 <sup>ABab</sup>	0.83 <sup>Bab</sup>
Pork	0.44 <sup>Bb</sup>	0.39 <sup>Bb</sup>	0.55 <sup>Ca</sup>	0.56 <sup>Ba</sup>	0.57 <sup>Ba</sup>	0.67 <sup>Ba</sup>

abc : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

ABC : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

단백질이 육제품에 있어서 유화형성과 보수력, 탄성등에 영향을 미치는 것은 염용성단백질인 근원섬유단백질과 수용성단백질인 근형질단백질이다. 엄밀하게 말하면 염용성단백질이란 염용액에 녹으나 순수한 물에는 녹지 않는 단백질이며 주로 actomyosin, actin, myosin등이 여기에 속한다. 수용성단백질은 순수한 물에 녹으나 염을 함유한 물에는 녹지 않는 단백질로 근형질단백질이 여기에 속한다. 염용성단백질은 근원섬유를 구성하는 단백질로 근원섬유 단백질이라고 하며 이는 육가공 산업에서는 매우 중요한 의미를 가진다. 염용성단백질은 sausage emulsion에서 유화제로서의 기능을 갖고 있으며<sup>(45)</sup>, 유화되는 지방의 양은 염용성단백질의 양에 달려있다고 하였다.

Table 8에서 염용성단백질의 양의 변화를 보면, 비교구 보다 낮게 나타났으나 점차 염용성 단백질량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 식육의 pH는 염용성 단백질 용해성에서 매우 큰 영향을 끼치며 pH가 상승할수록 추출되는 단백질의 양은 늘어난다고 한 Saffle 등<sup>(102)</sup>보고와 같은 경향을 나타내었다.

Table 7-8. Changes in salt soluble protein of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1℃ (mg/g)

Treatments	Storage periods(day)					
	0	1	4	8	11	15
Muskrat	0.41 <sup>Bb</sup>	0.41 <sup>Bb</sup>	0.61 <sup>Bb</sup>	1.46 <sup>Aa</sup>	0.59 <sup>Ab</sup>	0.73 <sup>Bb</sup>
Beef	0.72 <sup>Ac</sup>	0.72 <sup>Ac</sup>	1.49 <sup>Aa</sup>	1.02 <sup>Ab</sup>	0.95 <sup>Abc</sup>	1.07 <sup>Ab</sup>
Pork	0.38 <sup>Bb</sup>	0.38 <sup>Bb</sup>	0.83 <sup>Bab</sup>	1.01 <sup>Aa</sup>	0.61 <sup>Aab</sup>	0.61 <sup>Cab</sup>

abcd : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

AB : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

## 7. VBN의 변화

사향서육의 저장기간에 따른 VBN가의 변화는 Table 9에서 보는 바와 같다. 저장 0일에는 사향서육의 VBN가는 8.97mg%였으나 저장기간이 경과함에 따라 계속 증가하며 특히 저장 4일 이후는 급격히 증가하는 경향을 나타내어 저장 8일에는 21.03mg%로 나타내었다.

이는 초기에 pH가 높아 미생물 또는 생화학적으로 단백질 분해가 빠르게 진행될 수 있는데 기인한다고 볼 수 있다. VBN의 변화는 저장기간과 저장 온도 그리고 저장방법에 따라 크게 좌우되고 있었다. 단백질 식품인 식육은 미생물이나 자체적으로 가지고 있는 자가 효소 등에 의하여 쉽게 부패하게 된다. 이러한 단백질 변패는 여러 종류의 가스가 발생하게 되어 악취생성의 원인 되고, 또한 유기산이나 색소 등이 생성되므로 변질의 원인이 된다. 高坂<sup>(139)</sup>은 육제품의 변패가 진행됨 따라 육 단백질은 아미노산으로, 또 저분자 무기태 질소(주로 암모니아태 질소 : NH<sub>3</sub>)로 분해되고 이러한 암모니아태 질소는 육의 선도판정에 유효하다고 하였다. 단백질 변패에 의한 품질변화의 원인은 효소나 미생물 이외에도 수분, 온도, 빛, 공기 및 pH등 다양하다.

Table 7-9. Changes in VBN of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1℃(mg%)

Treatments	Storage periods(day)					
	0	1	4	8	11	15
Muskrat	8.97 <sup>Ae</sup>	14.18 <sup>Ad</sup>	17.84 <sup>Ac</sup>	21.03 <sup>Ab</sup>	22.86 <sup>Aa</sup>	23.78 <sup>Aa</sup>
Beef	8.96 <sup>Ad</sup>	14.18 <sup>Ac</sup>	16.92 <sup>Ab</sup>	17.38 <sup>Bb</sup>	17.38 <sup>Bb</sup>	19.21 <sup>Ca</sup>
Pork	9.22 <sup>Ad</sup>	14.63 <sup>Ac</sup>	17.84 <sup>Ab</sup>	18.30 <sup>Bb</sup>	21.04 <sup>Aa</sup>	21.04 <sup>Ba</sup>

<sup>abcd</sup> : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

<sup>ABC</sup> : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

일반적으로 휘발성 염기태 질소 함량은 신선육의 경우 그 함량이 5~10mg%일 때는 신선한 상태이고, 20mg%일 때는 초기 변패로 간주되고 있다. 한편, 변 등<sup>(158)</sup>은 VBN기가 18mg% 이상일 경우 외관 및 냄새를 관찰해보면 관능적 부패를 나타냈다고 하며, 박 등<sup>(154,155)</sup>과 김 등<sup>(142)</sup>은 VBN가 15mg% 이상이면 암모니아취와 산패취를 느낄 수 있으므로 이때를 변패의 시점으로 보고한 바 있다.

사향서육의 VBN의 변화는 1일은 14.18mg%이었으나, 저장기간이 경과함에 따라 계속 증가하여 저장 8일째는 우리나라 식품공전에서 규정한 부패수준인 20mg%이상의 VBN가를 나타냈으며, 저장 11일에는 22.86mg%로 부패단계로 접어들어 신선도를 나타내는 한계선을 초과하고 있어 저장기간의 설정에 매우 중요한 지표로 사료되며, 사향서육의 미량원소 함량 중 Fe의 함량이 다른 축종에 비해 다량 검출되었는데 이는 사향취가 반수서동물로 운동성이 빠르고 이에 따른 산소 공급이 많아야 하기에 때문에 저장성에 악영향을 미쳐 단백질 변패가 빨리 일어나게 하는 요인으로 작용하여 저장 기간이 단축되는 것으로 사료된다. 저장온도에 따른 문제로 저장초기를 제외하고 저장 기간이 경과함에 VBN가 유의적으로(P<0.05)높게 나타났다. 본 실험은 저장기간이 경과함에 따라 VBN가가 증가 한다고 한 박 등<sup>(154,155)</sup>과 김 등<sup>(142)</sup>의 결과와 유사하였다.

## 8. TBARS의 변화

Table 10은 저장기간에 따른 사향서육의 TBARS가의 변화를 나타낸 것이다. Brewer 등<sup>(16)</sup>은 TBARS가를 측정하여 지방 산패 정도를 0.20mg MA/kg이하의 범위에서는 신선한 상태이며, 4.0~5.1mg MA/kg서는 완전 부패 상태였다고 보고한 바 있으며, Turner 등<sup>(117)</sup>은 0.46mg MA/kg meat까지를 가식권으로 인정하고, 1.2mg MA/kg 일 때는 완전히 부패한 것으로 인정할 수 있다고 보고한 바 있다. 한편 高坂<sup>(146)</sup>은 0.5mg MA/kg이상에서는 산패취를 느낄 수 있다고 보고하였다.

이러한 여러 연구자들의 결과들을 종합해보면, TBARS가는 0.5mg MA/kg이상이면 산패된 것으로 간주할 수 있다. 본 실험에서는 도살직후 사향서육 TBARS가는 0.09mg MA/kg 이었던 것이 저장 기간이 경과함에 따라 저장 11일에는 0.67mg MA/kg 로 급격히 증가하였으며, 저장 15일에는 0.84mg MA/kg으로 TBARS가를 나타내어 지방산패도는 VBN가의 변화에 비해서는 저장성에 커다란 문제를 야기시키지 않는 것으로 사료되었다. Witte 등<sup>(128)</sup>과 최 등<sup>(178)</sup>은 저장기간이 경과함에 따라 TBARS가는 계속 증가한다고 한 보고와 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 7-10. Changes in TBARS of Beef, pork and muskrat loin during storage periods(day) at 4±1℃(mg/kg)

Treatments	Storage periods(day)					
	0	1	4	8	11	15
Muskrat	0.09 <sup>Ad</sup>	0.12 <sup>Ad</sup>	0.19 <sup>Ad</sup>	0.35 <sup>Ac</sup>	0.67 <sup>Ab</sup>	0.84 <sup>Aa</sup>
Beef	0.08 <sup>Ad</sup>	0.10 <sup>Ad</sup>	0.19 <sup>Ac</sup>	0.22 <sup>Bbc</sup>	0.26 <sup>Cb</sup>	0.43 <sup>Ba</sup>
Pork	0.06 <sup>Ad</sup>	0.08 <sup>Ad</sup>	0.19 <sup>Ac</sup>	0.29 <sup>BAb</sup>	0.33 <sup>Bba</sup>	0.37 <sup>Ba</sup>

<sup>abcd</sup> : Means with different superscript in same column are significantly different(p<0.05).

<sup>ABC</sup> : Means with different superscript in same row are significantly different(p<0.05).

이러한 결과로 보아 지방산패도와 관련된 일련의 반응은 축매의 작용에 의해 개시되거나 촉진되므로 산화작용을 방지하려면 이러한 원인제거를 위하여 육을 냉암소에 보관하거나 저장온도를 낮게 그리고 일정하게 유지하고 진공포장을 함으로써 산소와의 접촉을 피하도록 하는 것이 효과적인 방지책이라고 사료된다.

## 9. 상관관계

사향서육의 육색, 수용성.염용성단백질, VBN, TBARS, 수분, 보수성 상호간의 상관관계는 Table 11.과 같다.

황색도( $b^*$ )는 적색도( $a^*$ )와 부의 상관관계를 나타내었고, pH와는 명도( $L^*$ ), 적색도( $a^*$ ), 황색도( $b^*$ )와 보수성은 수용성단백질, 염용성단백질과 정의 상관관계를 나타내었다.

그 외는 상관관계는 유의성이 없었다.

Table 7-11. Correlations coefficients between quality parameters of the Meats storage at 4±1°C

	Color			pH	WSP	SP	VBN	TBA	WC	WHC
	L*	a*	b*							
L*										
a*										
b*	-0.41***									
pH	-0.81***	0.78***								
WSP(mg/g)	-0.30**	0.41***	0.46***							
SP(mg/g)	-0.52***	0.66***	0.68***	0.43**						
VBN(mg/%)	0.06	0.36*	0.20	-0.20*	0.38**					
TBARS(mg/kg)	0.09	0.18	0.02	0.22*	0.38**	0.30*				
WC(%)	-0.02	0.36*	0.19	0.51***	0.54***	0.14*	0.46**			
WHC(%)	0.11	0.01	-0.12	0.26*	0.17	-0.02	0.002	0.03		
	-0.49	0.28	0.52*	0.11	0.63	0.79*	0.002	0.42*	0.009	

<sup>1)</sup> ColorpH : L\* a\* b\*

pH : pH

WSP : water soluble protein

VBN : VBN

SP : soluble protein

TBA : TBARS

WHC : Water holding caacity

WC : Water content

<sup>2)</sup>Signi ficance of correlation coefficients \* : p<0.05 \*\* : p<0.01 \*\*\* : p<0.001

## 10. 근섬유 조직

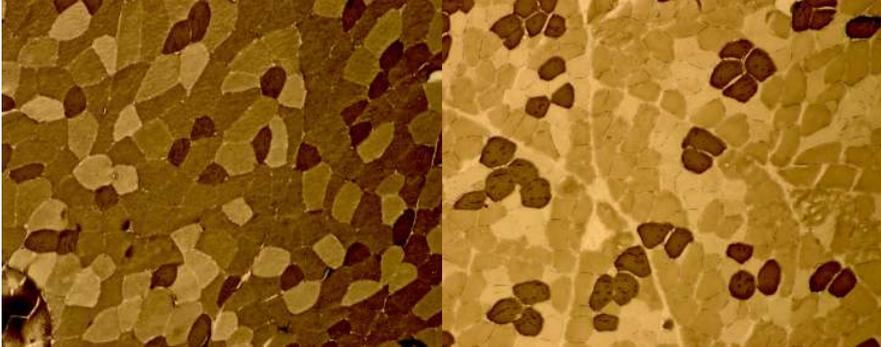


Fig. 7-2. 사향서육 등심

Fig. 7-3. 돼지 등심

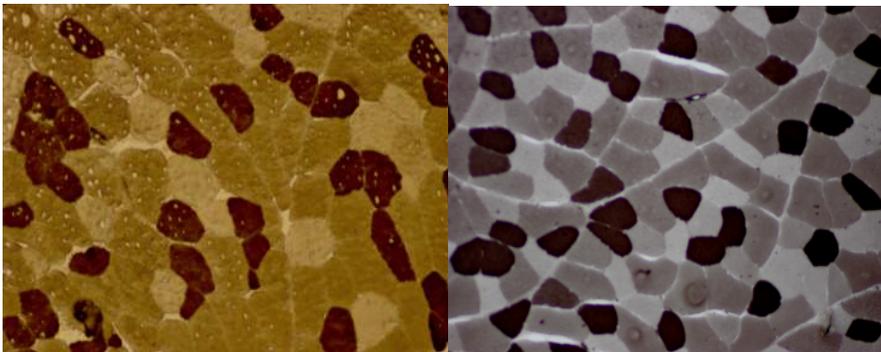


Fig. 7-4. 소 등심

Fig. 7-5. 토끼 등심

Fig. 3. Cross sections of longissimus dorsi from the four kinds of animal  
(type 1 fibers : pale, type 2A fibers : intermediate, type 2B fibers : dark)

골격근 근섬유는 적색근형(slow muscle type, Type C)과 백색근형(fast muscle type, Type A) 및 중간형(Type B)으로 분류 된다.<sup>(22)</sup>

Fig 3 축종별 근섬유 단면을 나타내었는데 사향서육은 적색근형으로 밝은 부분 입자가 작고 전체에 골고루 분산되어 있으며, 암대 부분과 경계가 구분되며 입자가 잘 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다.

#### IV. 요약

본 연구는 저장기간에 따른 냉장 사향서육의 기본성분 및 이화학적 변화와 저장성에 관하여 조사를 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 사향서육의 일반성분 분석결과는 수분이 79.74% 정도로 나타났고 전단력은 1.69%, 가열감량은 24.20%, 조단백질은 21.52%, 회분함량은 1.04로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 사향서육이 수분함량이 높게 나타나 고기가 연하고 부드러워 연도가 양호하게 나타났으며, 미량원소는 6가지( Fe, Cu, Ca, K, P, Mg) 중에서 사향서육에서 가장 많이 함유되고 있는 원소는 Fe 이었다. 그 다음으로는 많이 함유되어 있는 미량원소는 K, P, Ca, Mg 순 이었다.
2. pH의 변화는 도축 직후 6.16, 도축 8일째 6.30으로 사향서육이 가장 높게 나타났다. 쇠고기등심은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 높았으나, 본 실험에 서는 소, 돼지 등심보다 pH는 사향서육이 유의적으로 높은 경향을 나타내었다. ( $P < 0.05$ ) 사향서육의 pH는 쇠고기등심보다 높아서 육색이 더욱 진한 암적색 이었고, 우육이나 적육 보다는 오히려 백색육인 계육이나 칠면조육의 최종 pH와 유사하게 나타났다.
3. 육색의 변화는  $a^*$ (적색도)는 저장기간에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 쇠고기, 돼지등심 보다 저장기간 동안 사향서육이 유의적으로 높게 나타났다. ( $p < 0.05$ )  $b^*$ (황색도) 값은 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 위 결과는 민등(1997)이 보고한 저장기간이 경과함에 따라  $b^*$ (황색도)은 점진적으로 증가 하였다고 한 보고와 유사한 경향을 나타내었다.  $L^*$ 은 저장기간이 경과함에 따라 증가하였는데, 저장 4일에는 쇠고기등심과 유의적인 차이가 없었으나 저장 8일부터는 사향서육이 쇠고기등심보다 유의적으로 더 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 본 실험결과를 종합해보면 냉장저장 기간 중 사향서육의 육색은 쇠고기등심, 돼지고기등심 보다 밝고, 붉고 진하게 형성되었다.
4. 사향서육의 쇠고기와 돈육에 비교해서 Ser, Gly, His, Ala, Try, Cys, Lys 등 7 개 아미노산이 높게 함량을 나타냈으며, 황을 함유하고 있는 Met와 Cys는 각각 0.181 1.56mg으로 분석되었다. 또한 필수아미노산( Thr, Try, Val, Met, Cys, Ile, Leu, Phe, Lys)을 비교하여 보면 쇠고기등심과 비슷한 함량을 나타내어 영양학적으로 우수한 육이라고 판단할 수 있으며, 그 가치가 매우 높은 것으로 사

료된다.

5. 사향서육의 지방산함량은 불포화지방산인 oleic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며 그 함량은 사향서육이 27.99%로 가장 낮았고( $p>0.05$ ) 다음으로는 포화지방산인 palmitic acid의 함량이 25.75%로 가장 높았는데 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 다가불포화지방산(PUFA) 함량은 사향서육이 29.95%로 가장 높았고 다가불포화지방산/포화지방산 비율(PUFA/SFA)이 1.37%로( $P<0.05$ ) 가장 낮았는데 이는 사향서육이 다른 육류와 달리 동맥경화 등 성인병의 원인으로 지목되는 포화지방산이 많지 않고 대신 몸에 이로운 불포화지방산이 많이 함유되어서 식육 및 건강보조 식품으로 이용가치가 높은 것으로 사료된다.
6. 사향서육의 수용성 염용성 단백질의 양의 변화는 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.
7. VBN의 변화 사향서육은 도축직후 8.97mg% 1일 14.18 mg% 4일차까지는 20 mg% 이내로 나타나서나, 저장 8일째는 우리나라 식품공전에서 규정한 부패수준인 20mg%이상의 VBN가를 나타냈다. 이는 저장온도에 따른 문제로 저장 초기를 제외하고 저장 기간이 경과함에 VBN가 유의적으로( $P<0.05$ ) 높게 나타났다.
8. TBARS의 변화 사향서육은 도살직후는 0.09 mg MA/kg 이었던 것이 저장 기간이 경과함에 따라 저장 11일에는 0.67 mg MA/kg 로 급격히 증가하였으며, 저장 15일에는 0.84 mg MA/kg 으로 저장기간이 증가함에 따라서 증가하는 경향을 나타냈으며 산패취를 느낄 수 있었다.

## 제 8절 서사향 구성성분 분리정제 확립과 항혈전 물질 동정

### 1. 서언

머스크랫(Fig. 1)은 포유류 쥐목 비단털쥐과로서 학명은 *Ondatra zibethicus*이다. 체형은 타원형이며 몸길이는 약 35cm정도이고, 꼬리는 25cm, 체중은 약 2kg이다. 생활서식지는 수초가 무성한 소택지와 호수이고, 주 활동은 봄에서 늦가을까지이며, 겨울에는 활동이 적으나 동면은 하지 않는다. 머스크랫은 초식동물로 나무껍질, 수초, 갈대뿌리, 배추, 홍당무를 먹고, 일부일처제의 형태로 사육하고 있으나, 서사향 채취를 위하여 수컷을 분리하여 사육하고 번식을 위해서는 야생에서와 같이 일부다처제로 사육하는 방법이 연구되고 있다. 생물학적 특징은 머스크랫 수컷의 하복부에 위치하는 향낭에서 부생식선을 통해 번식에 의한 발정증상으로 서사향을 분비한다. 서사향은 살색의 액체로서 향긋한 향을 내며, 수컷 한 마리가 1년에 평균 4~5g을 생산한다. 중국문헌과 북한보고서에 의하면 서사향은 사향노루의 사향과 약효가 비슷하여 대체사향으로 연구가 진행되고 있고, 약제로의 개발로 진행 중에 있는 것으로 알려지고 있다.<sup>1-2)</sup>



사향나라

Fig. 8-1. Photogram of muskrat(*Ondatra zibethicus*).

사향의 약리적 작용으로는 발한과 이뇨를 촉진하고 중추신경계를 흥분시키며, 특

히 호흡중추와 심장의 중추신경을 흥분시켜 정신이 혼미한 환자를 소생시키는 것을 돕는 작용이 있다. 그 외 염증은 초기에서 중기에 걸쳐 항염증, 항균작용이 있으며, 혈액순환계통에 대한 작용, 자궁흥분작용, 항암작용, 강심, 진정, 호흡개선, 혈압강하, 항스트레스 등이 있는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 사향은 고급 한약품의 필수적인 약재로서 우리나라에서는 우황청심원, 구심, 기응환, 사향소합원, 공진단 등에 사용되고 있다. 또한 약침요법에서도 사향은 소중한 약재로 경락약침액의 기제로 사용되고 있으며,<sup>4)</sup> 약침용법의 대중화로 최근 사향 관련 약침에 대한 논문이 많이 보고되고 있다. 대표적인 한방원료로 사용되는 사향노루의 사향은 사향노루 수컷의 배꼽과 생식기 중간 복부에 있는 향낭을 건조한 것으로, 난원형 혹은 타원형으로 직경이 약 3cm만한 크기까지 이르러 30g 정도인 것도 있다.<sup>5)</sup> 머스크랫의 서사향과 사향노루의 사향에 대한 일반적 차이를 Table 1에 나타내었다.

**Table 8-1. Comparison of musk deer musk and muskrat musk.**

	Musk formation	Composition	
Musk deer	18 month 30g	Muscone Normuscone Muscipyridine Androstane Cholesterol Fatty acid Peptide	
Musk rat	12 month 4~5g/ year	Normuscone Dihydrocivetone Civetone Dihydrocivetol Civetol Ketone Dimethyl octenylcyclohexenone	

사향성분 중 주성분은 강하고 특이한 향기가 있는 muscone으로 화학구조식은

C<sub>16</sub>H<sub>30</sub>O으로 사향 향내가 나는 무색의 점성이 있는 유상액체로 분자량 238, 끓는점 328°C이며, 330°C에서는 일부 분해된다. 물에는 잘 녹지 않으나, 알코올에는 잘 녹는다.<sup>6)</sup>

하지만 사향은 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora(CITES: 멸종 위기에 처한 동·식물의 국제 무역에 관한 조약; 일명 워싱턴 조약(Washington Convention))을 통하여 엄격하게 세계적 희귀동물로서 보호받고 있어서 도축을 통한 사향의 채취는 금지되어져 있다. 따라서 사향 대체물질의 개발이 절실히 요구되어져 합성 muscone을 개발하였으나, 2005년 미국에서는 합성 muscone이 환경호르몬물질을 함유하여 인체에 악영향을 미친다는 연구가 보고되어 인공사향의 사용에 대한 논란이 있었으며, 대표적 합성사향인 musk ambrett는 인체 내에서의 잠재적 감광성으로<sup>7)</sup> 인해서 유럽에서 사용이 규제되다가 결국에는 1995년부터 사용이 금지되었다.<sup>8)</sup> 인공합성사향은 염소계 화학물질과 비슷하게 다양한 종류의 반응을 나타내며, 높은 흡착성 유기화합물(HHCB(5.9)와 ANT(5.7))로 지방에 대한 농축정도가 높아 지방이 풍부한 조직에서 높은 축적률을 나타내며, 해양포유류의 지방에서 높게 나타나고 있다. 미국에서는 인공합성사향이 가정폐수 등의 유입으로 계류, 강, 호수에 다량 축적되어 있고, 이를 농업용수로 이용함으로써 농업토양에 축적될 위험이 있다고 보고된 바<sup>9)</sup> 있어 차세대 환경오염 물질로 지적되어 있다. 또한 대체물질 사용의 Civetone [(Z)-9-cycloheptadecen-1-one]은 영묘향의 주성분으로 사향고양이의 배꼽 주위의 생식선에서 분비되는 노란 액상 내분비물을 지칭하는 용어이며, 이 분비물은 상기의 고양이들을 감금상태에 두었다가 생식선에 규칙적인 자극을 줌으로서 인위적으로 얻어내는 물질이다.<sup>10)</sup> 하지만 사향고양이는 SARS 발생원으로 알려져 중국에서는 도살, 살처분하고 있어 생산 공급이 어려운 현실이다.

따라서 사향노루와 사향고양이에서의 사향과 영묘향 채취가 어렵고, 인공합성사향 또한 생체와 환경에 심각한 문제를 야기시키므로 대체 사향의 개발은 아주 시급하다. 천연사향의 채취 어려움과 인공합성사향의 문제점을 해결하기 위하여 새로운 사향대체물질을 개발하는 방안으로 머스크랫 서사향을 사향의 대체물질로 개발한다면, 중추신경계에 대한 작용, 호흡 및 순환기계통에 대한 영향, 자궁에 대한 작용, 항균, 항염증 작용, 피부염 치료제로서의 효능과 고부가가치를 갖는 가축으로 사육농가에서 호응도도 높을 것으로 예상되며, 앞으로 고부가가치를 창출할 수 있어 현재 어려운 축산여건을 타개하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다. 또한, 서사향을 의약품용을 비롯하여 향장품 또는 기능성 식품의 개발에 관한 연구로 의약품선도 물질 개발이라는 측면에서 볼 때 다양한 천연자원에서 생리활성 물질을 탐색하고자

하는 시도는 매우 중요하다.

이에 대한 항혈전 활성물질의 탐색으로서 혈액의 응고를 억제하는 활성을 말한다. 혈액의 응고계는 다단계의 혈액응고를 가지므로 미세한 혈액응고 유발에도 이를 증폭하여 민감하게 반응한다. 혈액응고 기작은 혈관벽에 혈소판이 점착, 응집하여 혈소판혈전을 중심으로 수많은 인자들의 여러 단계반응을 거쳐 혈전이 형성되는 것이다.(Fig. 2) 혈전은 정맥 및 동맥에서 혈액순환을 방해하여 조직으로의 영양공급 및 산소공급을 차단함으로써 뇌출혈, 뇌혈전, 심부전, 심근경색, 동맥경화 등 대표적인 성인병의 원인이 된다.<sup>11)</sup> 현재까지 혈전성 질환예방과 치료에 heparin, coumarin, aspirin, urokinase 등의 다양한 항응고제, 항혈소판제, 혈전용해제 등이 사용되고 있으나<sup>12)</sup>, 이들은 가격이 매우 높을 뿐 아니라 출혈성 부작용과 위장장애 및 과민반응 등으로 그 사용이 한정되고 있는 실정이다.<sup>13-14)</sup> 혈관벽 손상과 같은 혈액응고 유발은 내인계 경로를 통하여 혈액을 응고시키며, 또한 외상 등에 의한 유발은 외인계 경로를 통하여 혈액을 응고 시킨다. 내인계 유발에 의한 혈액응고 시간은 APTT(Activated Partial Thromboplastin Time)로 측정하며, 외인계 유발에 의한 혈액응고 시간은 PT(Prothrombin Time)로 측정한다. 또한 thrombin에 의해 fibrinogen이 fibrin으로 되는 일반적 대사경로로서, 이는 TT(Thrombin Time)으로 측정한다. 서사향 추출물에서 항혈전 활성은 thrombin inhibition에 준한 시험으로 측정하였다.

본 실험에서는 머스크렛의 서사향을 채취하여 서사향의 일반성분과 주요구성성분을 조사하였고, 항혈전 활성 물질분리와 활성검정을 실시하였으며, 서사향을 이용한 사향대체 물질개발에 기초자료를 제공하고자한다.

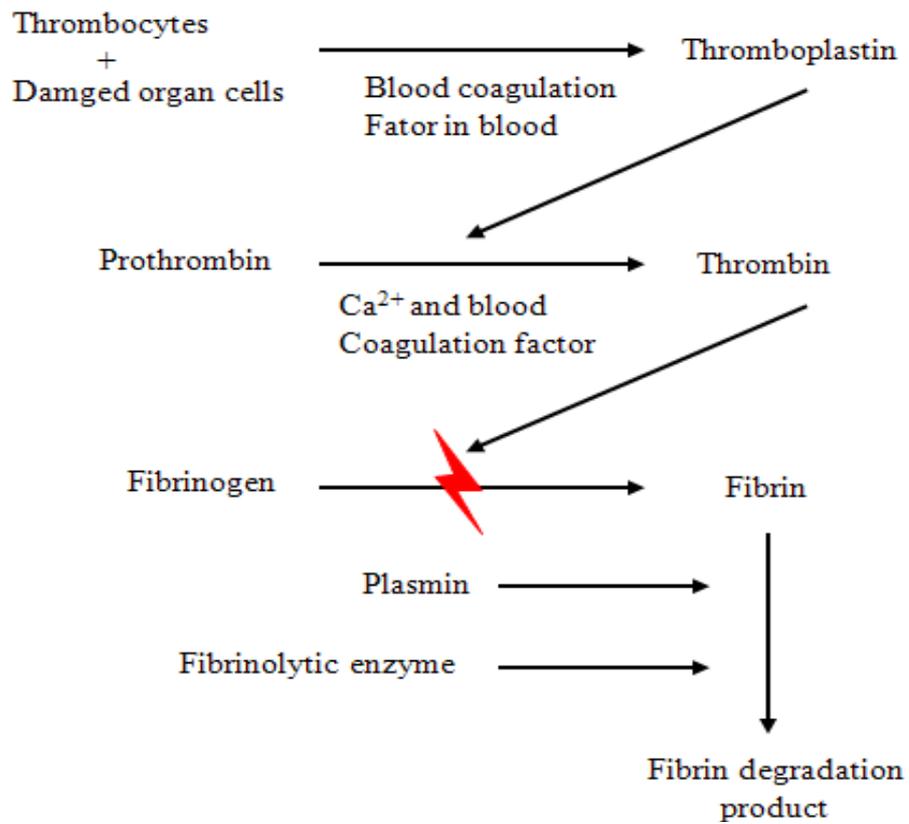


Fig. 8–2. Mechanism of blood coagulation and fibrinolysis.

## 2. 연구방법 및 내용

### 가. 서사향의 일반성분 분석

#### 1) 시료 및 시약

서사향은 머스크랫 수컷의 하복부에 위치하는 향낭에서 부생식선을 통해 분비되는 것을 채취한 것으로, 사향과 함께 (주)사향나라에서 공급받아 사용하였다. 시약으로는 Albumin bovine serum(sigma Co., USA), D(+)-Glucose 98%(JUNSEI), Ultrospec 4000(Pharmacia Biotech), NaCl, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>·H<sub>2</sub>O (Rochell시약), NaOH, KI 등을 사용하였다. 그 밖의 용매로는 chloroform, methanol, ethanol, ethylacetate, n-hexane 등을 사용하였다.

#### 2) 실험방법

일반성분은 AOAC법<sup>15)</sup>에 의하여 수분은 Oven 건조법, 지방은 Folch 추출법, 단백질은 Biuret법, 회분은 직접회화법, 총당함량은 페놀-황산법으로 측정하여 조사하였다.

#### 가) 수분함량 측정

수분함량 측정은 Oven 건조법으로 서사향 0.5g을 준비된 은박지 수기에 넣어 102℃에서 24시간 건조하고, Dessicator에 방냉 한 뒤에 무게를 측정하였다.

$$\text{WHC}(\%):\text{보수력} = [(\text{전수분} - \text{유리수분}) / \text{전수분}] \times 100$$

#### 나) 조회분 측정

서사향 1g을 도가니에 넣어 600℃ 회화로에서 2시간 동안 태우고, 200℃ 이하로 내려가면 도가니를 꺼내어 dessicator에 넣고 30분간 방냉하여 무게를 측정하였다.

$$\text{조회분}(\%) = \text{회화로 남은 시료무게} \times 100 / \text{시료무게}$$

#### 다) 조지방 측정

서사향 1g에 시료의 20배가 되는 chloroform/methanol 혼합용액(2:1) 20ml로 1시간 동안 지질을 추출하여, 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. 여과액에 0.9% NaCl 용액을 0.2배 첨가한 후, 1시간 동안 정치하여 chloroform/methanol/H<sub>2</sub>O 혼합용액(3:47:48) 10ml로 세척하여 상층액인 methanol

을 최대한 제거한 뒤 하층액인 chloroform을 건조시켜 무게를 측정하였다.

#### 라) 단백질 측정

단백질의 측정은 Biuret법에 의한 방법으로  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (3g) +  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Rochell시약 9g)을 500ml의 0.2N NaOH 용액에 용해시키고, 이에 KI 5g을 첨가한 후, 0.2N NaOH 용액을 가하여 1 L로 만든다. 단백질 표준용액과 서사향 시료는 saline(8.5g/L)으로 용해시켜 Vol. 1ml로 하여, 시약 3ml를 넣어 최종 Vol. 4ml로 한 다음 27°C에서 20분간 방치한 다음, 540nm에서 측정한 후 검량곡선을 작성하여 단백질함량을 측정하였다.

#### 마) 총당함량 측정

총당함량 측정은 페놀-황산법에 의한 방법으로 서사향 1g/10ml 시료를 사용하여 Phenol 5%(0.5ml)을 가하고 진한황산 2.5ml을 가하여 혼합하여 최종 Vol. 4ml으로 27°C에서 10분간 방치하여 488nm에서 측정하였다. 이때 검량곡선은 glucose를 표준물질로 작성하여 함량을 측정하였다.

### 나. 서사향과 사향의 성분 분석

서사향 1g을 50ml mass flask에 넣고, 일정량의 클로로포름을 넣어 흔들어 준 다음 클로로포름을 50ml의 눈금선까지 정확히 조정하여 검액으로 한다. 사향노루 사향은 대한약전외한약(생약)규격집의 방법을 병행하여 2g/50ml를 조제하였다.

표준품으로 dl-muscone 과 normuscone은 (주)우리켄테크에서 구입하였으며, Civetone 표준물질은 Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany에서 구입하여 사용하였다. dl-muscone 20mg과 normuscone 20mg을 50ml mass flask에 혼합한 후 눈금선까지 클로로포름을 채운 다음 표준검액으로 하였으며, 각 성분의 함량은 표준품의 면적과 비교계산으로 조사하였다. 성분함량을 조사하기 위하여 GC/MS분석을 실시하였으며, GC-MS는 Agilent 6890 GC에 연결된 Agilent 5973 MS를 사용하였고, carrier gas는 He gas를 1ml/min의 속도로 흘려보냈다. 사용된 column은 HP-5MS (30m × 0.25mm × 0.25 $\mu$ m)였고, 컬럼에서 분리된 물질은 GC에 장착된 MSD(Mass Selective Detector)로 검출하였으며, 확인되어진 TIC(total ion chromatogram)는 Wiley275 library의 mass spectrum data base로 동정하였다. 분석조건은 아래 Table 2. 에 나타내었다.

Table 8-2. GC/MS spectrum analysis conditions.

GC	Agilent 6890
Column	HP-5MS (30m×0.25mm×0.25 $\mu$ m)
Oven temperature	70 $^{\circ}$ C $\xrightarrow{15^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 280 $^{\circ}$ C
Injection temperature	260 $^{\circ}$ C
MSD	Agilent 5973
Interface temperature	260 $^{\circ}$ C
Ionization voltage	70eV
Carrier gas	He (flow rate : 1ml/min)

#### 다. 서사향의 순차적 용매추출과 분석

##### 1) 시료 및 시약

서사향은 (주)사향나라에서 공급 받아 실험에 사용하였고, 서사향의 muscone 과 normuscone 함량을 측정하기 위해서 (주)우리켄테크에서 dl-muscone과 normuscone을 구입하여 사용했으며, Civetone 표준물질은 Dr. Ehrenstorfer GmbH, Germany에서 구입하여 사용하였다. 실험에 사용된 용매는 chloroform, methanol, ethanol, ethylacetate, n-hexane 등을 사용하였다.

##### 2) 용매추출

서사향을 머스크렛으로부터 깨끗이 채취하고, 암냉소에 보관하여 순차적 유기용매 추출실험에 이용하였다. 서사향 10g을 삼각플라스크에 넣고, 서사향의 중량 기준으로 5배량(50ml)의 에탄올을 넣어 150rpm에서 24시간동안 진탕추출을 실시한 후 47,488 $\times$ g로 원심분리를 실시하여, 상등액을 회수하여 농축하였다. 잔여물에 EtOAc를 50ml를 넣고, 에탄올 추출과 같은 방법으로 반복 추출하여 EtOAc 추출물을 얻었다. 다시 남은 잔여물에 Hexane을 50ml 첨가하여 에탄올 추출과 동일하게 반복 추출하여 Hexane 추출물을 얻었고, 마지막 잔여물은 H<sub>2</sub>O로 추출하여 추출물을 얻었다(Fig. 3).

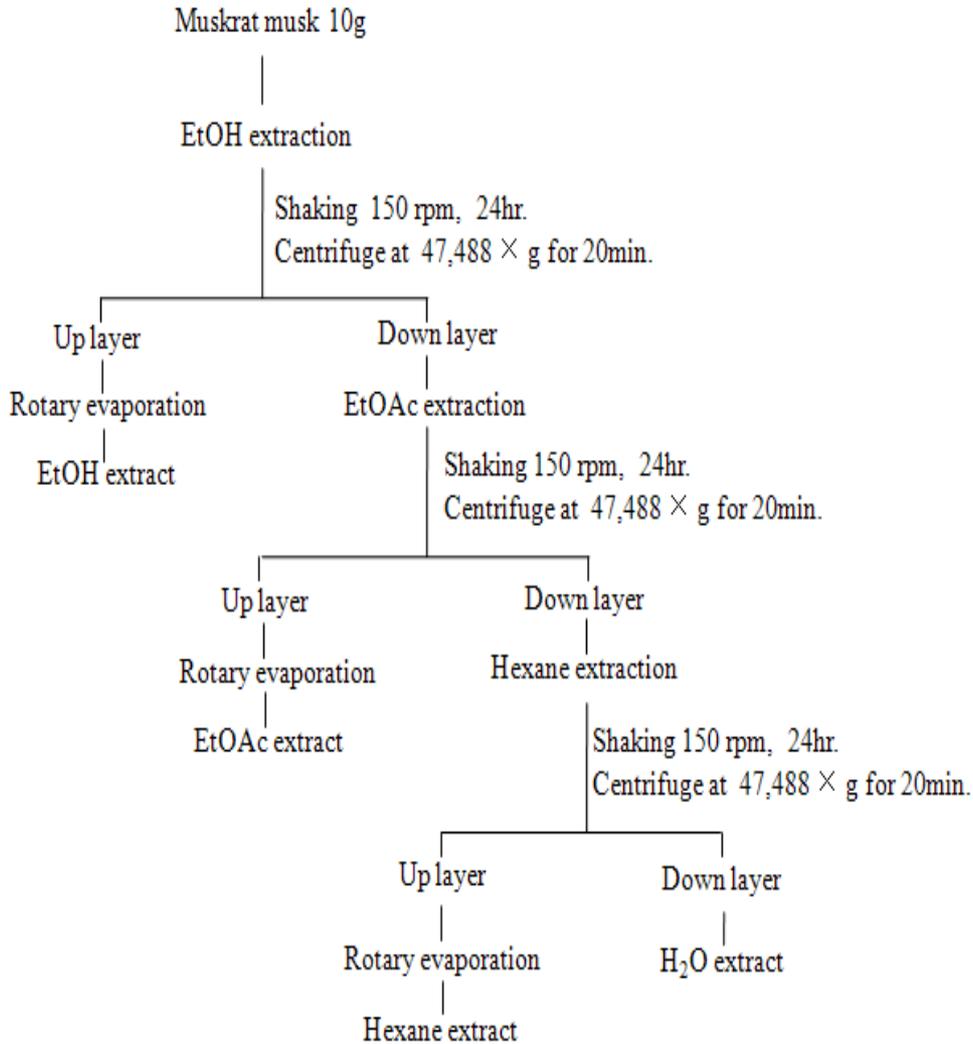


Fig. 8-3. Procedure of solution extract for muskrat musk.

### 3) 서사향 ethanol 추출물의 성분분석

서사향 1g을 50ml mass flask에 넣고 일정량의 에탄올을 넣어 흔들어 준 다음 에탄올을 50ml의 눈금선까지 정확히 조정하여 검액으로 한다. normuscone은 200mg을 정밀히 달아 50ml mass flask에 넣은 후 눈금선까지 chloroform로 채운 다음 표준용액으로 해서 GC-MS분석에는 1 $\mu$ l injection 하여 분석 하였다. Civetone은 100ng/ $\mu$ l를 1 $\mu$ l을 injection하여 분석하였다. 서사향의 주요성분 normuscone과 civetone 및 dihydrocivetone의 함량은 표준품의 면적과 비교계산으로 조사하였다.

## 라. 서사향으로부터 향기성분 추출과 분석

### 1) 시료 및 시약

서사향, dl-muscone, normuscone 및 Civetone 표준물질은 상기와 동일하며, 포집 용매는 ethylether을 사용하였고, 향기 추출장치는 동시 연속 수증기 증류추출장치(Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)를 사용하였다.

### 2) 실험방법

서사향 1g에 증류수 200ml를 혼합하여 이를 휘발성 향기성분의 추출용 시료로 사용하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 Schultz 등<sup>16-20)</sup>의 방법에 따라 개량된 연속수증기 증류 추출장치에서(Fig. 4) ethylether 30ml를 사용하여 상압하에서 3시간 동안 추출하였다. 이때 순환수조를 통하여 4°C의 냉수를 공급하면서 향기성분을 얻었다. 추출 후 용매층만을 분리하여 37°C상압 하에서 4°C 냉각수를 공급하며 회전식 진공 농축기로 농축하여 용매를 제거하고, 이를 GC-MS의 분석시료로 하였다(Fig. 5). GC-MS분석은 Table 2 조건에서 oven 온도프로그램을 70°C에서 3분간 유지시킨 후 분당 15°C로 승온하여 240°C에서 3분간으로 변경하여 분석하였다.

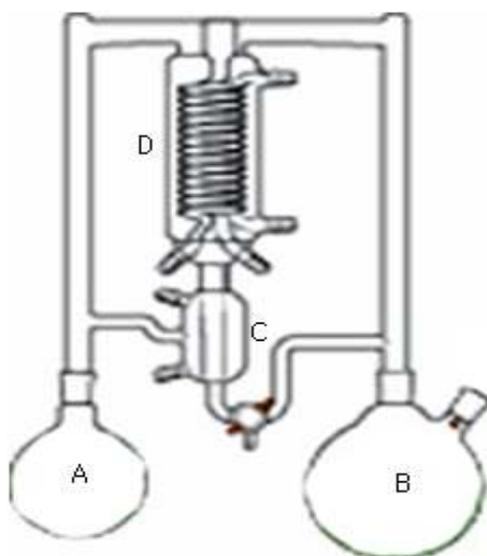


Fig. 8-4. SDE(simultaneous distillation and extraction) system.

A: Solvent chamber, B: Sample chamber, C: Separate tube, D: Assembly condenser.

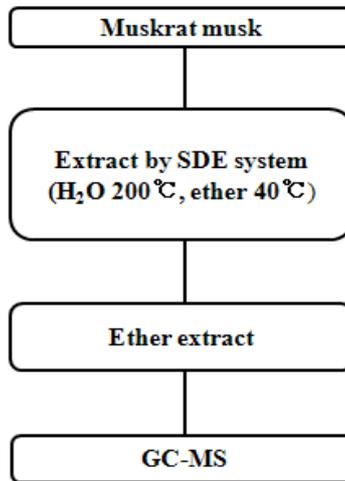


Fig. 8-5. Schemes of flavor compounds isolation from muskrat musk.

#### 마. 서사향으로부터 Dihydrocivetone 순수 분리

##### 1) 시료 및 시약

(주)사향나라에서 공급 받은 서사향 50g을 실험에 사용하였다. 시료의 추출 및 성분 분리에 chloroform, methanol, ethanol, ethylacetate, n-hexane 및 acetonitrile 등의 용매를 사용하였다. 분리정제를 위해서 각종 Chromatography를 사용하였고, open column chromatography에 사용한 Normal phase silica gel은 Merck(germany) silica gel(230~400mesh, ASTM)을 사용하였고, Reverse phase silica gel은 Wako(Japan) RP-18(63~212 $\mu$ m)을 사용하였다. Thin layer chromatography(이하 TLC라고 함)는 Merck 25 DC-Alufolien Kieselgel 60 F<sub>254</sub>(20×20cm, 0.2mm)를 사용하고, RP-TLC는 Merck DC-Alufolien RP-18 F<sub>254s</sub>(20×20cm, 0.2mm)를 사용하였다. 구조분석을 위한 NMR은 300MHz FT-NMR spectrometer(JNM-AL, JEOL, Japan)으로 측정하였고, NMR용 CDCl<sub>3</sub>은 Aldrich 제품을 사용하였다.

##### 2) 실험방법

서사향 50g을 ethanol로 추출하여 추출물을 1차 순상 column chromatography를 이용하여 물질을 분획하였다. 컬럼충진물은 순상 silica gel을 이용하였으며, 이동상으로서의 용매조성은 hexane과 EtOAc 비율을 100:0에서 1:1까지 높여가며 87개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질 패턴을 알아보기 위하여 TLC를 실시

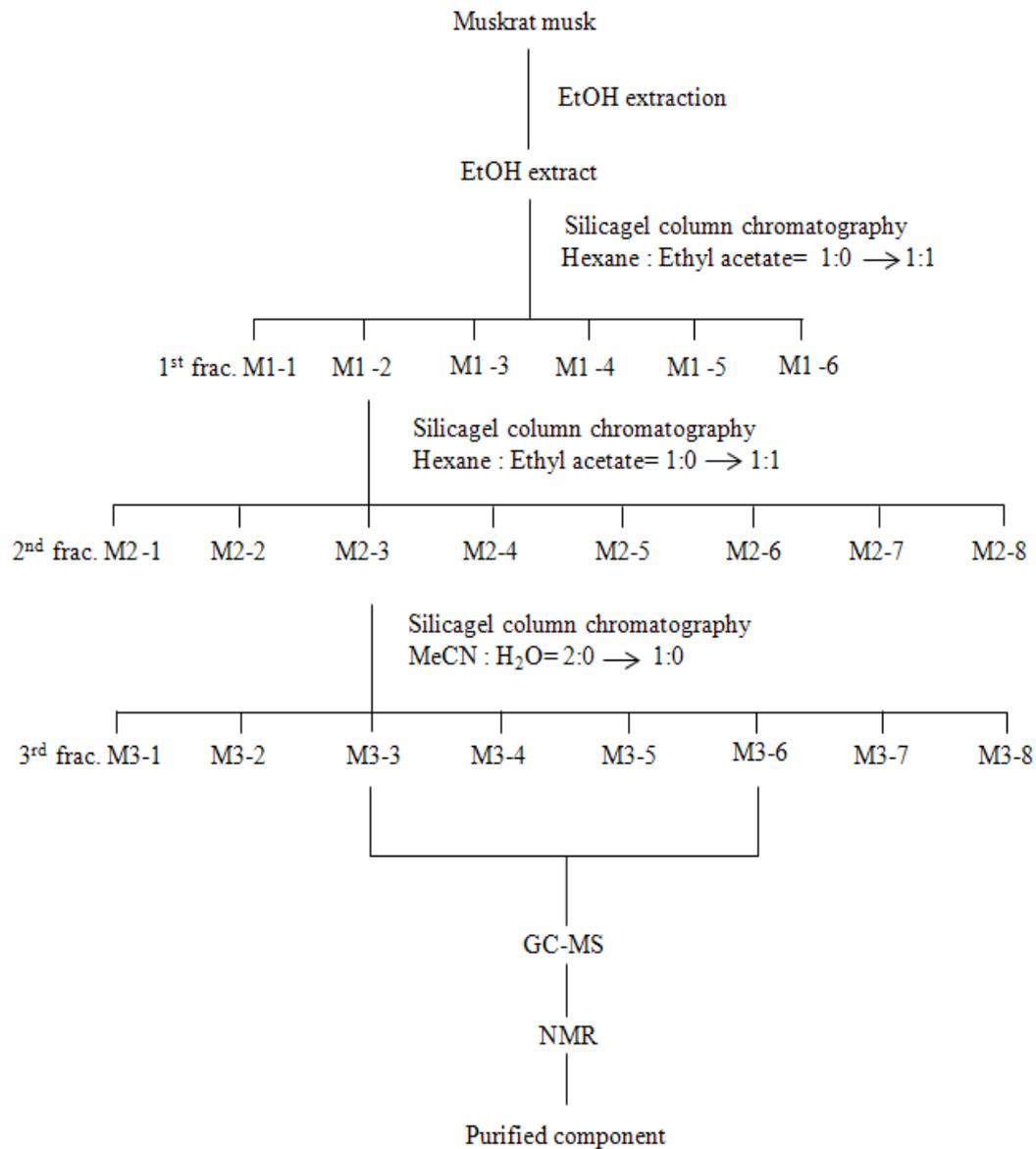
하였으며, 전개용매로는 hexane과 ether(10:1.5)를 이용하였다. 또한 분획물 물질패턴 확인은 단파장 자외선등(254nm)과 장파장 자외선등(365nm)으로 확인하였다. 확인된 물질의 패턴에 기초하여 이동거리가 비슷한 물질을 그룹으로 하여 6개의 그룹 M1-1~6으로 나누었다. M1 그룹 중 M1-2에 대하여 2차 순상 column chromatography를 수행하였다. 이때 이동상으로서의 용매의 조성은 hexane과 EtOAc 비율을 100:0에서 1:1까지 높여가며 136개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물에 대한 물질의 패턴확인 1차 컬럼에서와 동일한 방법으로 수행하였으며, 물질의 패턴별로 8개의 그룹 M2-1~8로 나누었다. M2 그룹중 M2-3을 3차 역상 column chromatography를 수행하였다. 컬럼의 충전물은 역상 silica gel을 이용하였으며, 이동상의 용매조성은 MeCN과 H<sub>2</sub>O 비율을 2:1에서 1:0까지 높여가며 170개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질패턴확인 1차 컬럼에서와 동일한 방법으로 수행하였으며, 전개용매로는 MeCN과 H<sub>2</sub>O(50:1)로 전개한 후 TLC plate를 10% 황산용액을 처리한 후 열을 가하여 발색되는 반점들로 물질의 패턴을 재확인하여 8개의 그룹 M3-1~8로 나누었다(Fig. 6). 분리된 그룹 중 TLC 상에서 단일 물질 패턴으로 확인된 M3-6를 이용하여 GC-MS분석하였다.

#### 바. 서사향으로부터 normuscone의 순수분리

서사향의 주요성분인 normuscone을 순수분리과정으로 Fig. 6에서 보는 것과 같 방법으로 분리하였으며, 그 중 M3-3그룹의 물질들이 normuscone 표준품의 R<sub>f</sub>와 일치하여, M3-3그룹의 물질을 농축하여 RP-TLC로 normuscone을 순수분리하였다. 물질의 순도를 알아보기 위하여 RP-TLC 재확인과 GC/MS분석을 실시하여 조사하였다. 구조동정은 GC/MS의 분자량과 GC/MS library의 quality 및 fragmentation을 비교하여 동정하였다.

#### 사. 서사향으로부터 Dihydrocivetol 순수분리

서사향으로부터 분리정제한 1차의 M1-5 분획물을 이용하여 역상 column chromatography를 실시하였다. 컬럼 충전물은 역상 silica gel을 이용하였으며, 이동상으로서의 용매조성은 Acetonitrile과 H<sub>2</sub>O 비율을 20:1에서 Acetonitrile 100%까지 높여가며 196개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질패턴은 동일한 방법으로 RP-TLC를 사용하여 10개의 그룹, MC-1~10로 나누었다. 그 중 MC-4를 RP-TLC



**Fig. 8-6. Separation and purification of dihydrocivetone from ethanol extract of muskrat musk.**

를 실시하여 MC-4-1과 MC-4-2로 분리하였으며(Fig. 7), MC-4-1을 순수분리하여 GC/MS 분석으로 purity 확인하고, 단리된 화합물의 구조는 NMR은 500MHz, Varian unity Inova 500 spectrometer로 구조동정하였다.

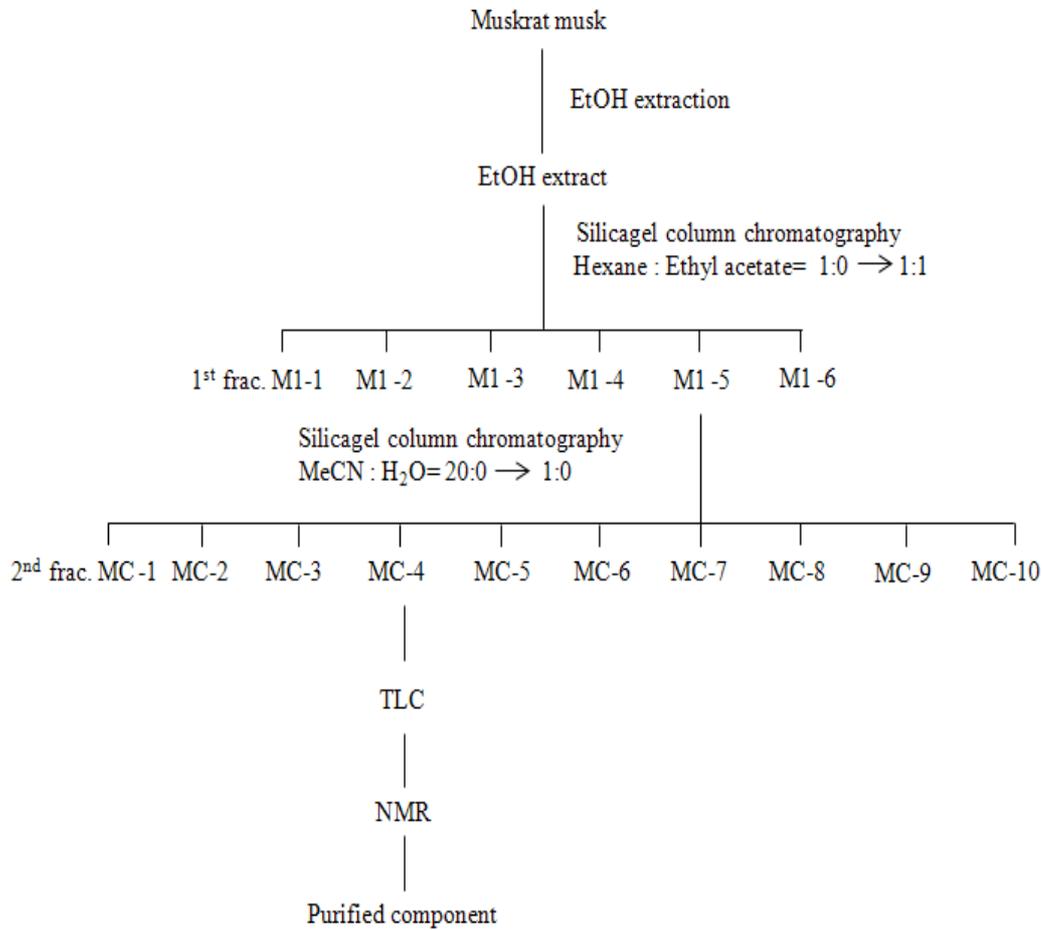


Fig. 8-7. Separation and purification of dihydrocivetol from ethanol extract of muskrat musk.

## 아. 서사향의 항혈전활성

### 1) 항혈전활성물질 탐색

#### 가) 시료 및 시약

항혈전 활성 실험의 시료는 순차적 용매추출에서 얻어진 각 용매추출물을 사용하였으며, 유기용매는 ethanol, ethylacetate, dimethylsulfoxide, hexane을 사용하였고, 항혈전 활성 실험에는 Fibrinogen(Sigma Co., USA), Thrombin(T46481KU- 59NIH unit/mg sold Sigma Co., USA), Aspirin(Sigma Co., USA), 그리고 buffer는 borate buffer(0.05M Na<sub>2</sub>BO<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, 0.2M H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> or NaCl. pH 7.8)를 사용하였다. Thrombin time 측정은 Thrombotimer 2(Behnk Elektronik,

Germany)를 사용하였다.

#### 나) 실험방법

Thrombin time(TT)측정은<sup>21)</sup> 1 unit Thrombin 50 $\mu$ l와 일정한 농도의 시료로 DMSO 10 $\mu$ l로 녹여 borate buffer 40 $\mu$ l를 튜브에 첨가 하여 37 $^{\circ}$ C에서 5분간 가온한 후, Fibrinogen 200 $\mu$ l을 첨가하여 응고가 될 때까지의 시간을 Thrombotimer 2로 측정하였다(Fig. 8). 대조구로는 시료용해에 사용한 DMSO를 사용하였고, 시료 대조구로는 Aspirin을 사용하여 시료의 항혈전 활성을 측정하였다.<sup>22)</sup> 트롬빈 저해에 따른 항혈전 활성은 3회 이상 반복한 실험의 평균치로 나타내었으며, 시료 첨가후의 응고시간을 용매 대조구의 응고시간으로 나눈 값에 100을 곱하여 %로 나타내었다. 이 실험방법은 인위적으로 Thrombin을 첨가해 줌으로서 fibrinogen이 fibrin으로 바뀌어 thrombin의 활성을 억제함으로써 항혈전 활성이 나타난다는 것을 의미한다.

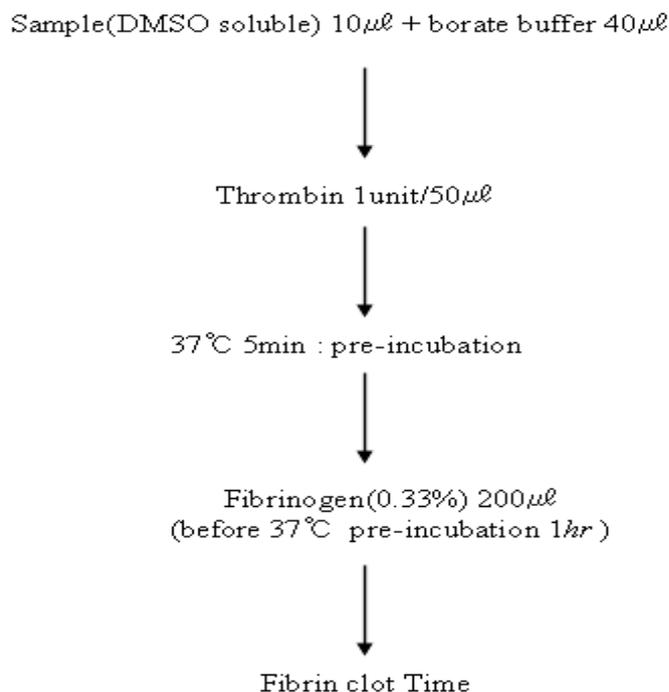


Fig. 8-8. Method of anticoagulant effects.

## 2) 서사향으로부터 항혈전 활성물질 순수분리

### 가) 시료 및 시약

(주)사향나라에서 공급 받은 서사향 50g을 실험에 사용하였다. 추출용매로는 n-hexane, ethylacetate, methanol 등을 사용하였다. 분리정제를 위해서 Open Column chromatography를 사용하였고 normal phase silica gel은 Merck, silica gel(germany, 230~400mesh, ASTM)을 사용하였고, Reverse phase silica gel은 Wako, RP-18(Japan, 63~212 $\mu$ m)을 사용하였다. Thin layer chromatography는 Merck 25 DC-Alufolien Kieselgel 60 F<sub>254</sub>(20×20cm, 0.2mm)를 사용하고, RP-TLC는 Merck DC-Alufolien RP-18 F<sub>254s</sub>(20×20cm, 0.2mm)를 사용하였다. 항혈전 활성 실험에 사용된 기기는 항혈전 활성물질 탐색에 사용한 기기와 동일하다.

### 나) 서사향으로부터 항혈전물질 분리정제

서사향 50g을 ethanol로 추출 후 에탄올 추출물로하여 1차 순상 column chromatography를 이용하여 물질을 분획하였으며, 이동상의 용매조성은 hexane과 EtOAc 비율을 400:1에서 1:1까지 높여가며 116개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질패턴을 알아보기 위하여 TLC를 실시하였으며, 전개용매로는 hexane과 ether(10:1.5)를 이용하였다. 또한, 분획물 물질패턴 확인은 단파장 자외선등(254nm)과 장파장 자외선등(365nm)으로 확인한 후, TLC plate를 10% 황산용액을 처리한 후 열을 가하여 발색되는 반점들로 물질의 패턴을 재확인하였다. 확인된 물질의 패턴에 기초하여 이동거리가 비슷한 물질을 그룹으로 하여 7개의 그룹 B1-1~7로 나누었다. B1 그룹 중 B1-5를 이용하여, 2차 순상 column chromatography를 수행하였다. 이때 이동상의 용매조성은 hexane과 EtOAc 비율을 70:1에서 0:1까지 높여가며 172개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물에 대한 물질의 패턴확인 1차 컬럼에서와 동일한 방법으로 수행하였으며, 확인된 물질의 패턴에 기초하여 이동거리가 비슷한 물질 별로 9개의 그룹 B2-1~9로 나누었다. B2 그룹중 B2-6을 3차 역상 column chromatography를 수행하였다. 이동상의 용매조성은 MeCN과 H<sub>2</sub>O 비율을 20:1에서 100:0까지 높여가며 230개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질패턴 확인은 전개용매를 MeCN과 H<sub>2</sub>O(50:1)을 사용한 RP-TLC로 하였으며, 물질의 분류는 1차 컬럼과 동일한 방법으로 수행하여 7개의 그룹 B3-1~7로 나누었다(Fig. 9).

Fig. 14의 B2-6물질이 항혈전 활성이 높게 나타남으로서 RP-column chromatography 실시하여 B3-4과 B3-5을 얻었다. 이 두 물질의 분자량과 구조동정을 하기위하여, GC-MS와 NMR분석을 실시하였다. GC-MS는 JEOL의 JMS700

mass spectrophotometer를 사용하였고, NMR은 500MHz, Varian unity Inova 500 spectrometer을 사용하여 분석을 실시하였다.

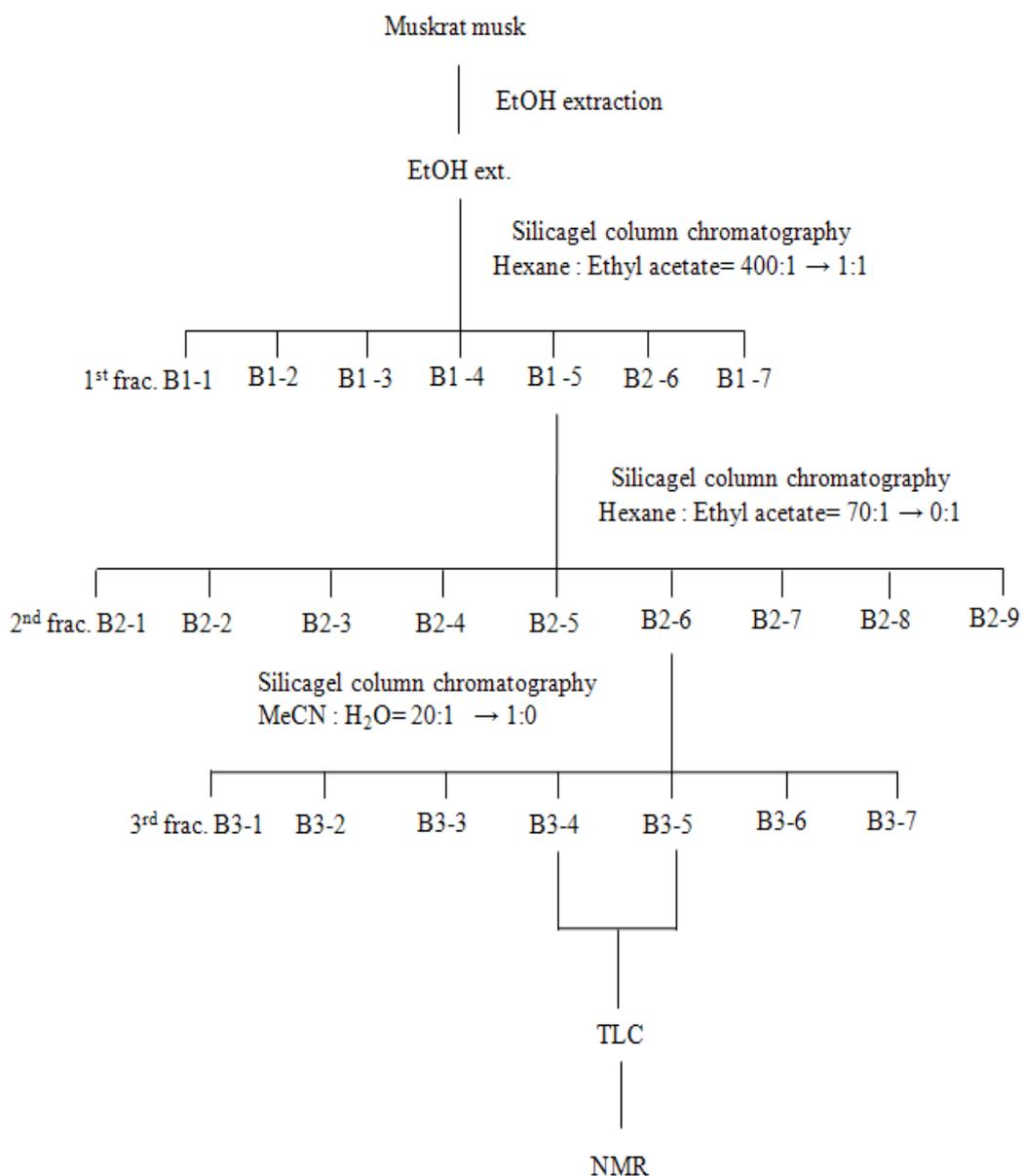


Fig. 8-9. Separation procedure of anticoagulant from muskrat musk.

### 3) 항혈전 활성물질의 Methylation

항혈전 활성을 갖는 물질 B3-4와 B3-5를 NMR분석 결과 fatty acid로 확인되어, 두 물질을 methylation하여 분자량을 재확인하였다. Methylation은  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :MeOH:Toluene (1:20:10)의 용액을 시료와 혼합하여 69~70°C에 1시간 가열한다. 이 혼합용액 2배 비율의  $\text{H}_2\text{O}$ 과  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ 와 동일비율)를 첨가하여 1분간 교반한 후 층 분리가 되면 hexane층을 분리하여 tube에 옮기고,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 첨가하여 수분을 제거하였다(Fig. 10). 수분이 제거된 hexane층을 농축 후 GC/MS를 이용하여 분석하였다.

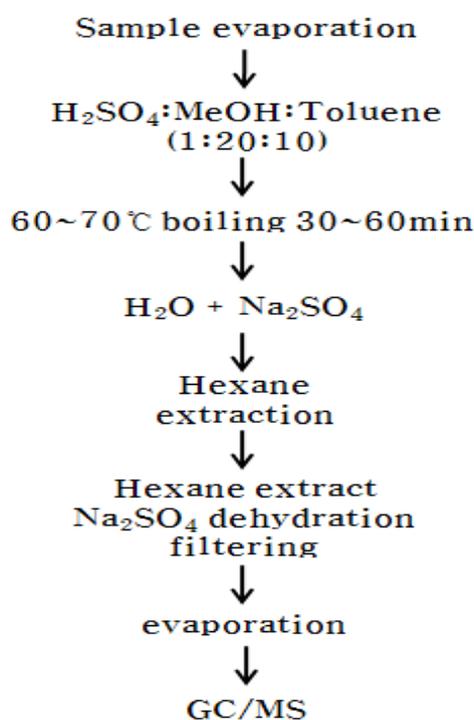


Fig. 8-10. Methylation process of isolated anticoagulants from muskrat musk.

### 자. 서사향의 항산화 활성

서사향 ethanol 추출물의 분리정제 과정에서(Fig. 6) M1-3 분획물을 2차 순상 column chromatography를 hexane과 EtOAc 비율을 500:1에서 1:1까지 높여가며 80개의 분획물을 얻었다. 획득한 분획물의 물질패턴을 알아보기 위하여 TLC를 실시

하였으며, 전개용매로는 hexane과 ether(10:1.5)를 이용하였다. 그 TLC plate에 항산화 활성을 알아보기 위해 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical(DPPH, Japan)를 사용하여 항산화활성을 검정하였다.

### 3. 연구결과

#### 가. 서사향의 일반성분 분석

서사향의 수분, 단백질, 조지방, 회분, 당질 등의 일반성분 분석결과는 Table 3에 나타났다. 수분 8.46%, 조지방 87.0% 회분 0.01%, 총당질 0.024%, 단백질 1%로 조사되었다. 서사향의 연구보고에<sup>1)</sup> 의하면 muskrat의 생체에서 떼어낸 향낭의 일반 성분은 수분은 22.92~25.84%, 벤졸엑스성분은 45.25~47.07%, 회분은 0.74~0.88%, 산불용성 회분은 0.56~0.64% 범위였다. 이들의 연구결과와 차이는 muskrat의 향낭을 포함하는 서사향과 서사향만을 시료로 실험한 결과의 차이로 사료된다.

Table 8-3. Proximate composition of muskrat musk(% , n=3).

<b>Analysis</b>	<b>Muskrat musk</b>
Moisture	8.46%
Crude lipid	87.0%
Crude ash	0.01%
Total sugar	0.024%
Protein	1%

## 나. 서사향으로부터 사향의 성분비교 분석

### (가) 표준물질 분석

구입한 dl-muscone 20mg과 normuscone 20mg을 50ml chloroform으로 용해시켜 혼합한 것을 표준품으로 하여 GC-MS분석을 실시한 결과, normuscone과 muscone의 peak가 retention time 13.44min과 13.69min에 각각 나타났고(Fig. 11), MS library로 확인한 결과, 분자량이 224와 238로 각각 확인이 되어졌으며, quality에서도 99%의 일치성을 보여 표준물질의 확인과 분석조건을 확립했다.

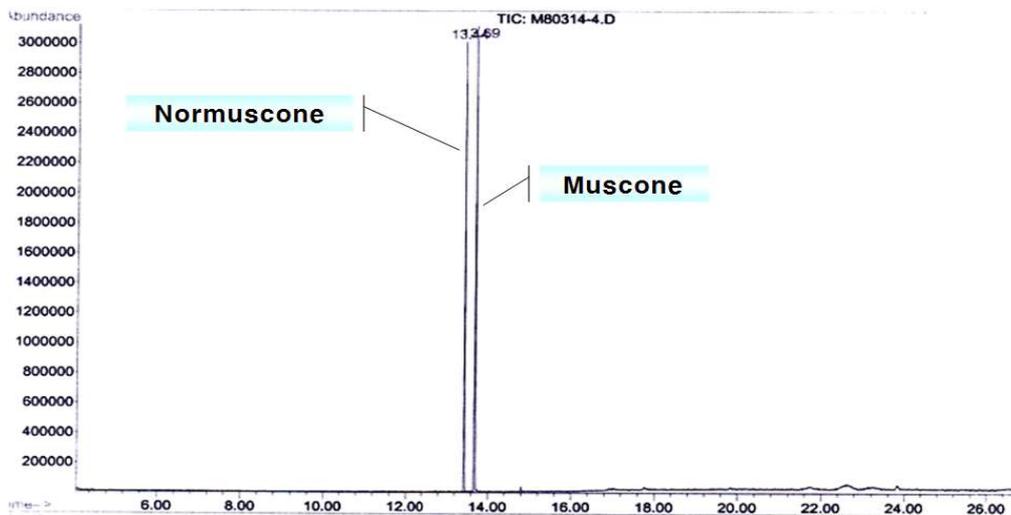


Fig. 8-11. GC spectrum of normuscone and muscone standard.

### (나) 서사향과 사향의 분석

서사향 1g과 사향 2g을  $\text{CHCl}_3$ 으로 추출하고 여과한 다음 GC-MS로 성분을 분석한 결과, 서사향에서는 표준물질 normuscone과 muscone의 동일한  $R_t$  13.44min과 13.69min에서 물질을 확인할 수 있었고, MS분석에서도 분자량이 각각 224와 238로 나타났으며, MS library에서 quality를 비교한 결과 99%의 유의성을 보여 normuscone과 muscone으로 확정을 하였다. 반면 사향에서는 지표성분인 muscone만  $R_t$  13.69min에서 검출되었고, normuscone은 검출되지 않았다(Fig. 12). 서사향에서 normuscone의 함량은 0.5%로 검출되어졌고, muscone은 0.01% 함유되어져 있었으며, 사향에서는 muscone이 0.04%로 검출되어졌다. 그리고 서사향에서는 사향고양의 영묘향 주요성분인 civetone이 검출되어졌고, dihydrocivetone도 다량 함유되어져 있는 것을 확인했다. 사향에서는 이 성분들은 검출되어지지 않았다.

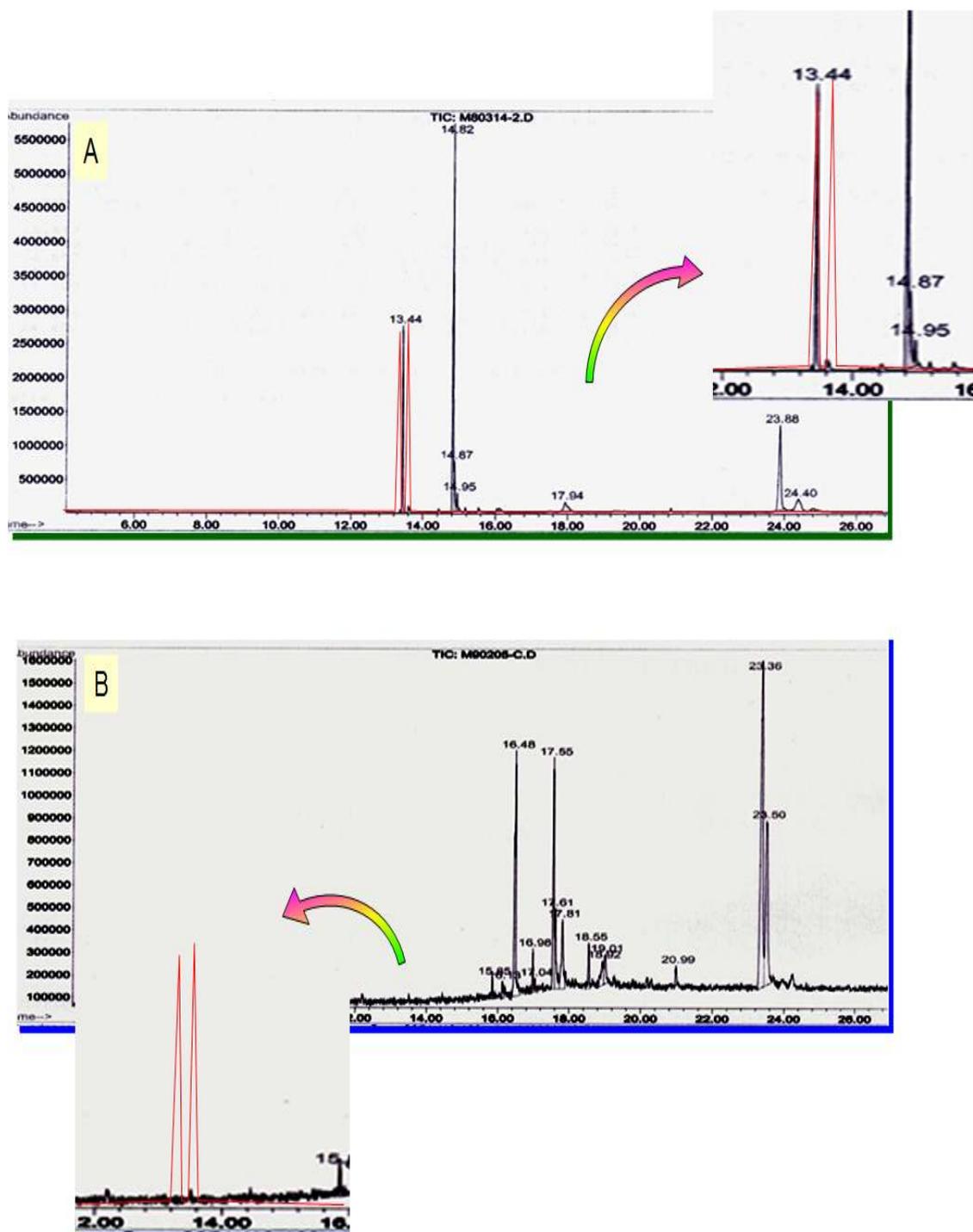


Fig. 8-12. GC spectrum of muskdeer musk and muskrat musk.

A: Muskrat musk B: Muskdeer musk

#### 다. 서사향의 순차적 용매추출과 분석

##### 1) 서사향의 순차적 용매추출

서사향으로부터 물질을 분리하기 위하여 ethanol, ethylacetate, hexane, H<sub>2</sub>O 을 이용하여 순차적 용매추출로 추출물을 얻었다. 서사향을 순차적 용매추출을 한 결과 ethanol 추출물 15.4%, ethylacetate 추출물 83.0%, hexane 추출물 0.3%, H<sub>2</sub>O 추출물 1.3%로 각각 나타났다.(Table 4) 순차적인 용매 추출을 통한 서사향의 주요 물질인 normuscone의 함량을 GC-MS spectrum 분석한 결과, Hexane 추출물에서는 소량함류하고 있었고, EtOAc추출물에서는 0.1%, EtOH 추출물에서 0.5%로 가장 많이 추출되어졌으며, 그것은 normuscone이 EtOH에 용해도가 높은 것에 기인한 것으로 생각되며, chloroform으로 처음 추출을 했다면 가장 많이 추출되어졌을 것이다(Fig. 13).

Table 8-4. Yield of solvent extracts from muskrat musk.

solvent	extracts (g)
EtOH	1.54
EtOAc	8.30
Hexane	0.03
H <sub>2</sub> O	0.13

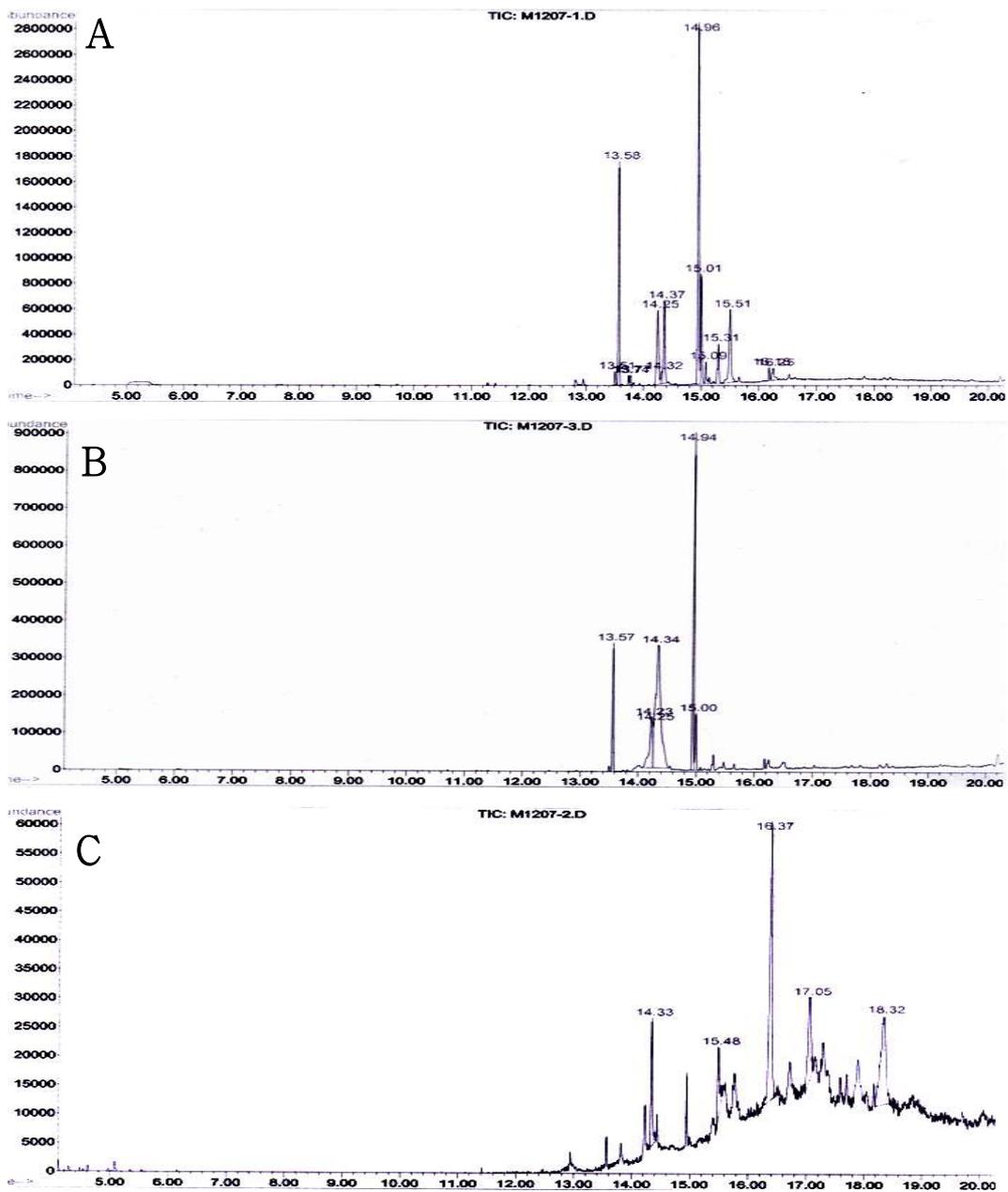


Fig. 8-13. GC chromatogram of muskrat musk analysis.

A: EtOH extract, B: EtOAc extract, C: Hexane extract

## 2) 서사향 ethanol 추출물의 성분분석

사향노루의 사향 품질검정에는 약전에 명시되어 있는 muscone 함량측정으로 품질을 검정한다. 서사향은 muscone의 함량이 적어 지표성분으로 설정을 하는 것은 어렵고, normuscone, dihydrocivetone 및 civetone 함량이 주요성분으로 이 성분들을 이용한 품질검정법은 수립을 할 수 있을 것이다. normuscone 표준물질을 Table 2의 조건으로 분석한 결과  $Rt$  10.59 min에 단일 peak로 나타났으며, ion fragmentation에서 분자량 224의 fragment를 확인 할 수 있었다(Fig. 14). 그리고 civetone 표준물질을 분석한 결과  $Rt$  11.95 min과 12.00 min으로 두 peak가 나타났으며, ion fragmentation에서는 분자량 250 fragment를 확인 할 수 있었다(Fig. 15). 서사향 중량당 normuscone, dihydrocivetone, civetone의 함량이 각각 0.56%, 0.83%, 0.15%로 나타났다(Fig. 16). dihydrocivetone은 civetone 표준물질과 동량으로 환산하여 정량하였다.

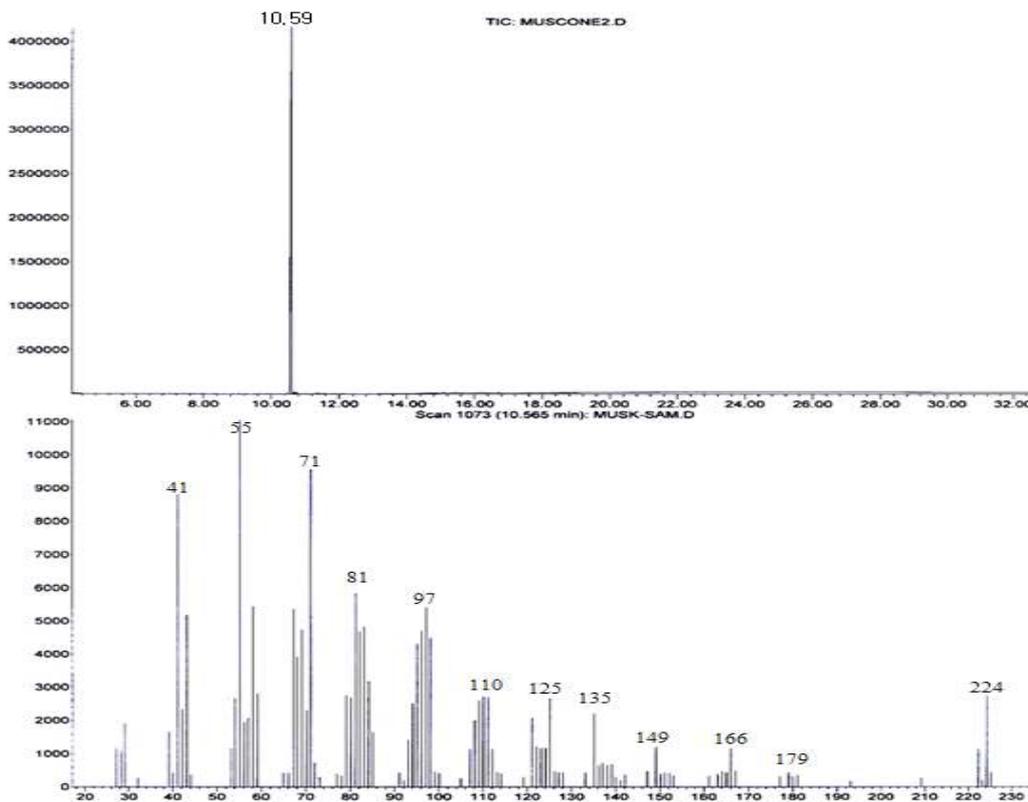


Fig. 8-14. GC-MS spectrum of normuscone standard.

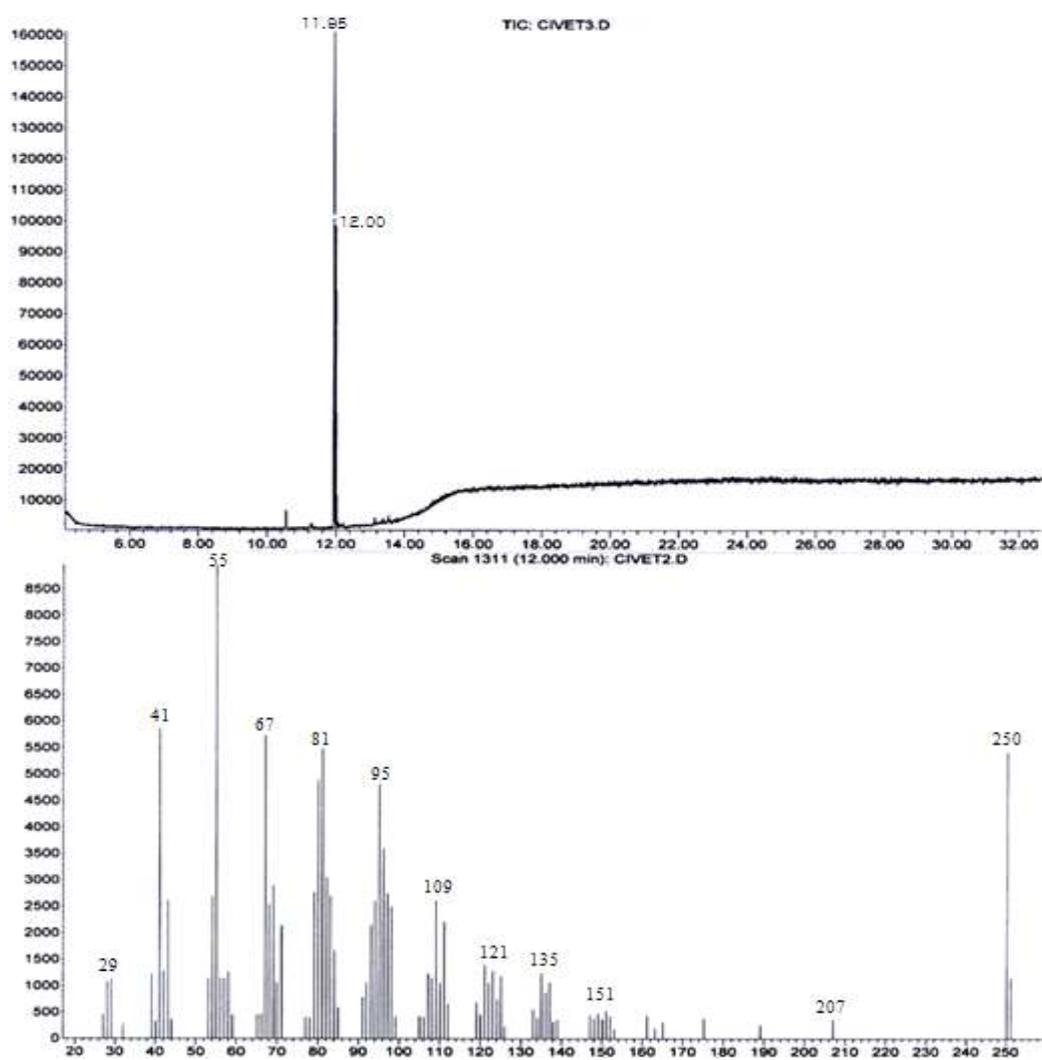


Fig. 8-15. GC-MS spectrum of civetone standard.

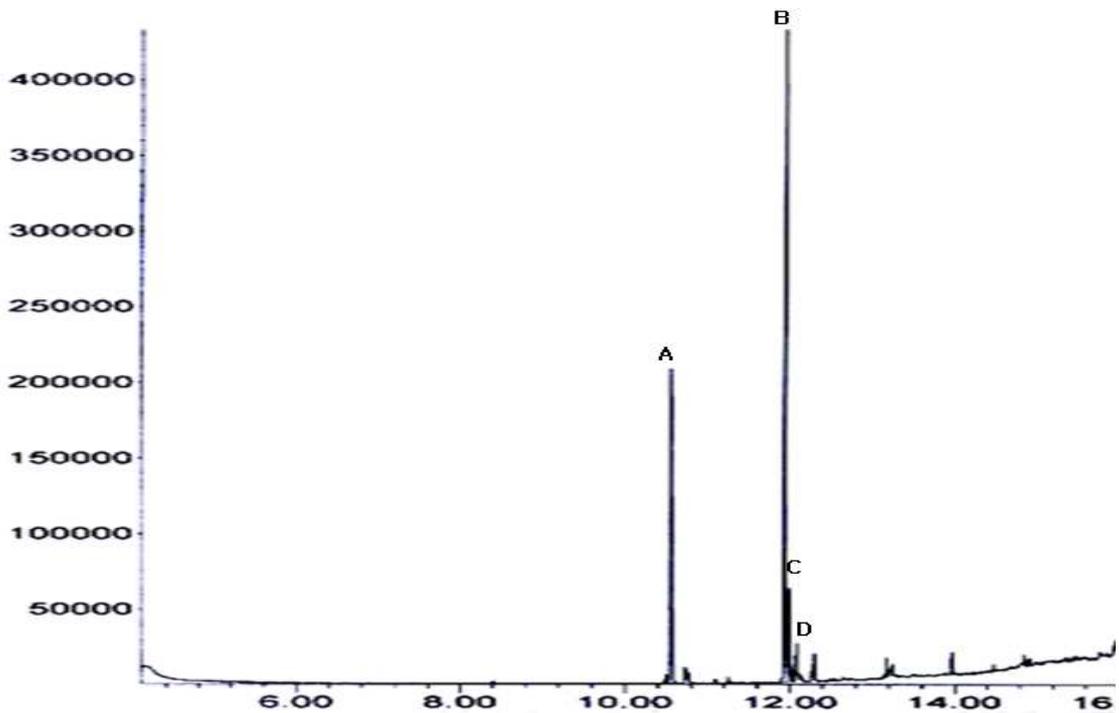


Fig. 8-16. GC chromatogram of ethanol extract from muskrat musk.

A: normuscone, B: dihydrocivetone, C: civetone, D: pentadecanal

#### 라. 서사향으로부터 향기성분 추출과 분석

연속수증기 증류 추출법은 열분해를 수반할 수 있는 단점에도 불구하고, 고농도의 추출이 가능하며, 용매와 향기성분과의 화학반응을 줄일 수 있고, 우수한 추출효율 등의 장점을 가지고 있다. 그 예로, 인삼향 분석기술개발과 방향성 식용식물의 소재로부터 얻은 방향성 물질을 향신료로 가공하여 방부, 향균, 살균 및 항산화 작용 등의 이차적인 기능성을 실제 생활에 다양하게 이용하고 있으며, 현재까지 많이 사용되고 있다. 따라서 방향성 성분 포함하고 있는 서사향을 연속수증기 증류 추출장치(SDE)로 얻은 추출물을 GC-MS로 분석하여 휘발성성분을 동정하였다(Fig. 17). 분석결과를 Table 5에 나타냈으며, 주요성분으로는 normuscone, dihydrocivetone, civetone 등이었으며, 95% 이상의 함량을 나타냈다. 서사향으로부터 normuscone을 최대한 추출하기 위해서는 용매분획법을 이용하는 것이 SDE장치를 이용하는 것보다 효율적이다. 그러나 용매분획에서는 향기성분 이외의 물질들도 추출되어지기 때문에 향기성분만을 얻기 위해서는 SDE추출법이 좋을 것으로 여겨진다.

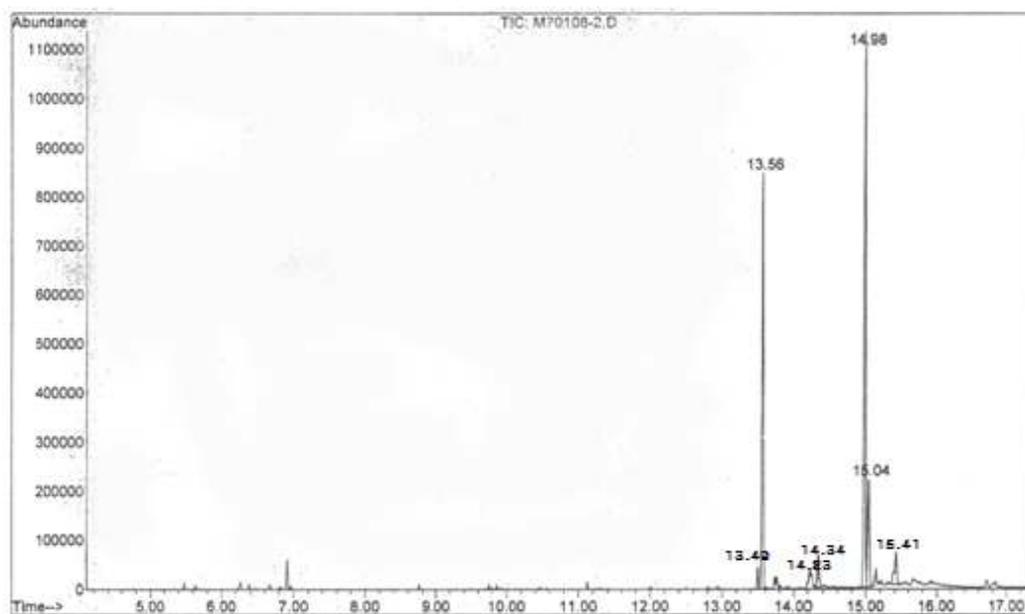


Fig. 8–17. GC chromatogram of volatile compounds from muskrat musk by SDE method.

Table 8–5. Volatile components identified in the muskrat musk by GC/MS.

RT*	Product name	M.W/Quality%
13.495min	Methyl 5,9,12- octadecatrienoate	292/53%
13.560min	Cyclopentadecanone (CAS)/ Normuscone	224/99%
14.250min	Cyclotridecanone	196/52%
14.335min	Hexadecanoic acid (CAS)/ Palmitic acid	256/95%
14.985min	Cycloheptadecanone (CAS)/ Dihydrocivetone	252/98%
15.038min	9-cycloheptadecen-1-one/ Civetone	250/89%
15.141min	1,14-tetradecanediol (CAS)	230/91%
15.416min	Arachdonic acid methyl ester	318/38%

\*Retention Time

#### 마. 서사향으로부터 Dihydrocivetone 분석 및 분리

서사향 50g을 ethanol로 추출하여, 추출물로부터 물질을 분리 정제하였다. 1차 normal column chromatography를 실시하여 87개의 분획물을 얻었으며, 분획물의 물질패턴확인 TLC를 실시하여 단파장 자외선등(UV-short, 254nm)과 장파장 자외선등(UV-long, 365nm)으로 확인하였다. 이동거리가 비슷한 물질을 그룹으로 하여 6개의 그룹 M1-1~6으로 나누었으며(Fig. 18), 그룹 M1-1은 UV-short, long wave에서 spot을 확인할 수 없었고, M1-2그룹에서는  $Rf$  0.70에서 spot를 확인할 수 있었고, M1-3에서는  $Rf$  0.39, M1-4그룹은  $Rf$  0.29에서 short wave에서 spot이 나타났다. 그리고 M1-5그룹과 M1-6그룹물질은 각각  $Rf$  0.15와  $Rf$  0.03에서 short wave와 long wave에서 모두 발광되는 물질을 확인하였다.

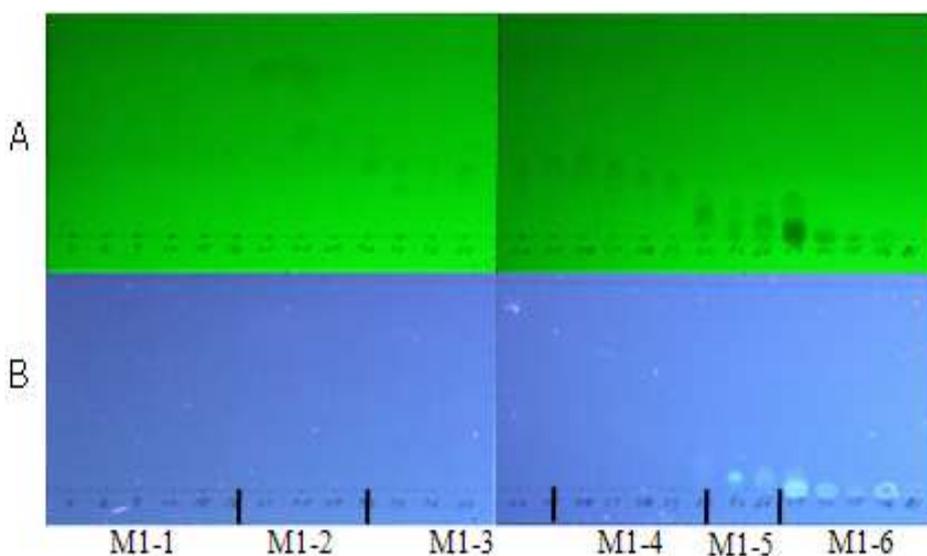


Fig. 8-18. TLC patterns of subfractions by 1<sup>st</sup> c.c of muskrat musk EtOH extract. A: UV-short wave, B: UV-long wave.

각 회수 그룹 중에 향기를 갖는 M1-2( $Rf$  0.74)에 대하여 2차 column chromatography를 실시하여 136개의 분획물을 얻었고, 물질의 패턴확인 1차 컬럼에서와 동일한 방법으로 수행하였으며, 8개의 그룹 M2-1~8로 나누었다(Fig. 19). UV-short, long wave에서 나타나지 않는 것을 M2-1 그룹으로 하고,  $Rf$  0.74 부근의 물질들을 그룹 M2-2로 하였으며, short wave와 long wave에 모두 흡광을 하였다. M2-3그룹은  $Rf$  0.52 부근의 물질들로 M2-2와 마찬가지로 short wave와 long wave에 모두 흡광을 나타냈다.  $Rf$  0.40의 물질들을 M2-4그룹,  $Rf$  0.34 부근의 물질

들을 M2-5그룹으로 나누었으며, short wave에서 물질들을 확인할 수 있었다. M2-6그룹은 UV에서 확인되지 않았고,  $R_f$  0.36의 M2-7그룹물질들은 short wave에서만 확인이 되어졌으며, M2-8그룹물질은 long wave에서만 흡광을 갖는 것을 확인하였다.

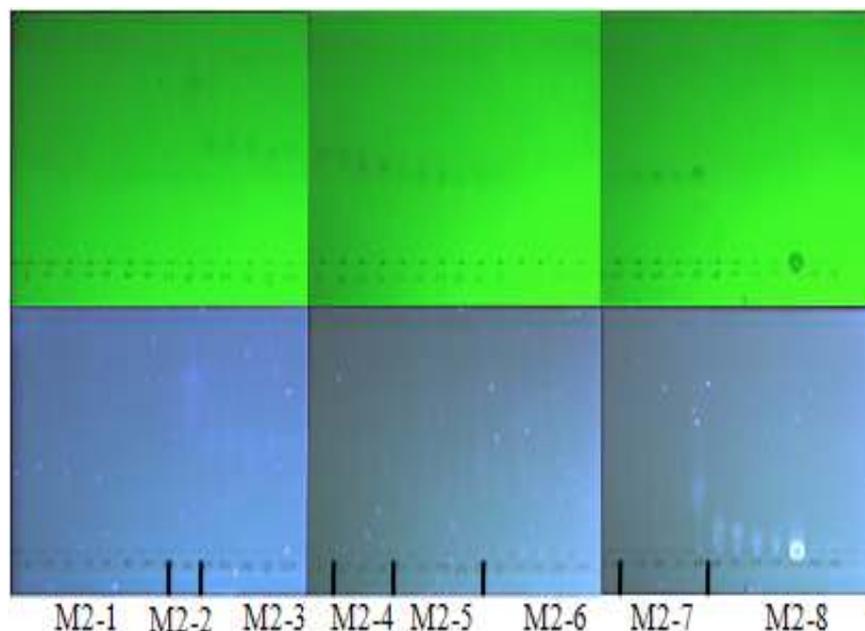


Fig. 8-19. TLC patterns of M1-2 subfractions by 2<sup>nd</sup> column chromatography.

2차에 얻은 M2-3( $R_f$  0.52)분획물을 MeCN과 H<sub>2</sub>O 용출용매로 RP-column chromatography를 실시하여 170개의 분획물을 얻었다. 분획물의 물질패턴확인에는 RP-TLC를 실시하였으며, 전개용매로는 MeCN과 H<sub>2</sub>O(50:1)로 1차 컬럼과 동일한 방법으로 수행하였으나, UV에 의한 조사에서는 발광 되지 않아, TLC plate를 10% 황산용액을 처리한 후 열을 가하여 발색되는 반점들로 물질의 패턴을 재확인하여 8개의 그룹 M3-1~8로 나누었다. TLC확인에서(Fig. 20) 10% 황산용액에 발색되는 색은 대한약전의한약(생약)규격집에 의한 muscone의 발색되는 청록색을 나타내었다. 각  $R_f$ 치가 M3-1에서는 발색되지 않았고, M3-2는  $R_f$  0.58, M3-3는  $R_f$  0.47, M3-4는  $R_f$  0.42, M3-6는  $R_f$  0.34로 나타났다. M3-7, 8은 M3-6의 같은  $R_f$ 치로 나타났다으나, 발색되는 정도의 차이에 의해서 그룹을 나누었고, M3-5는 M3-4, 5의 겹침으로 분리하여 나누었다.

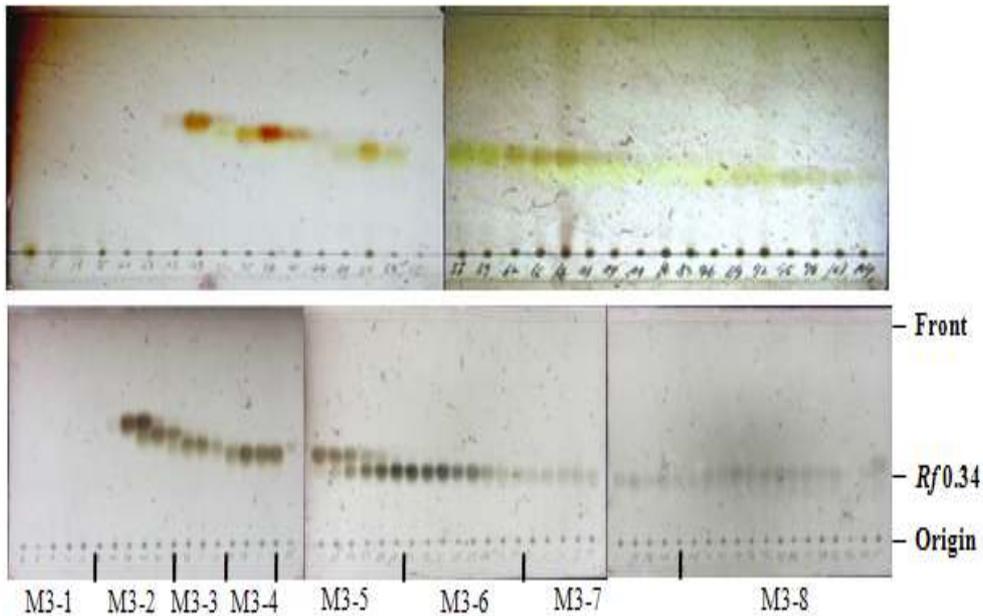


Fig. 8-20. TLC patterns of M2-3 fractionation by 3<sup>rd</sup> column chromatography.

그룹 M3-6을 성분분석하기 위하여 GC-MS 분석한 결과(Fig. 21) Rt 16.34분, 분자량 252의 Dihydrocivetone으로 확인되었고, 분리한 M3-6을 NMR분석을 실시하였다(Fig. 22-24.). <sup>13</sup>C-NMR 분석결과 탄소수가 17개로 나타났고, 10번 카르보닐의 탄소가 212ppm에서 확인 되어졌고, <sup>1</sup>H-NMR 분석결과가 ACDlabs. 7.0 프로그램을 이용한 dihydrocivetone spectrum과 일치하는 것을 확인 할 수 있었다.

따라서, mass 결과와 NMR spectrum의 결과가 dihydrocivetone과 일치함으로서 M3-6은 dihydrocivetone으로 확정하였다.

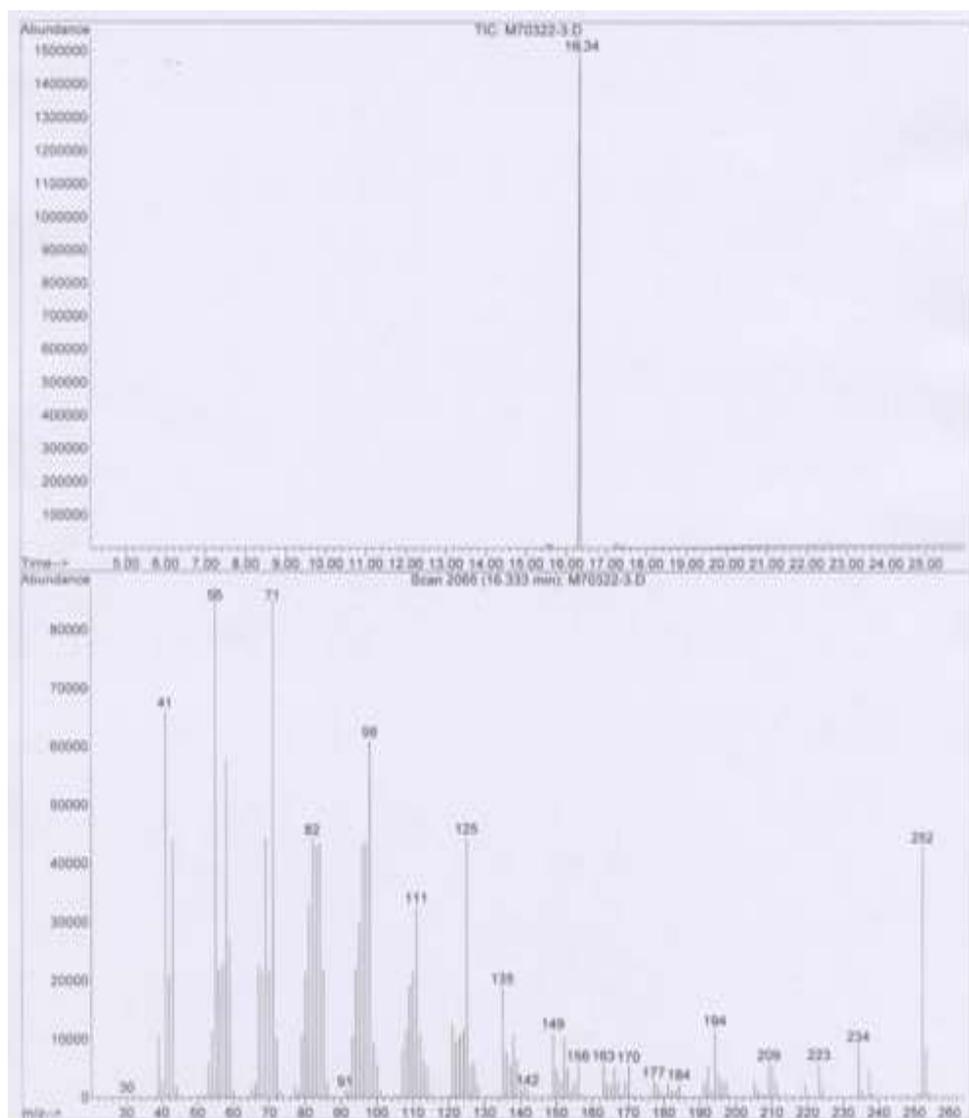


Fig. 8–21. GC–MS spectrum of purified dihydrocivetone from muskrat musk.



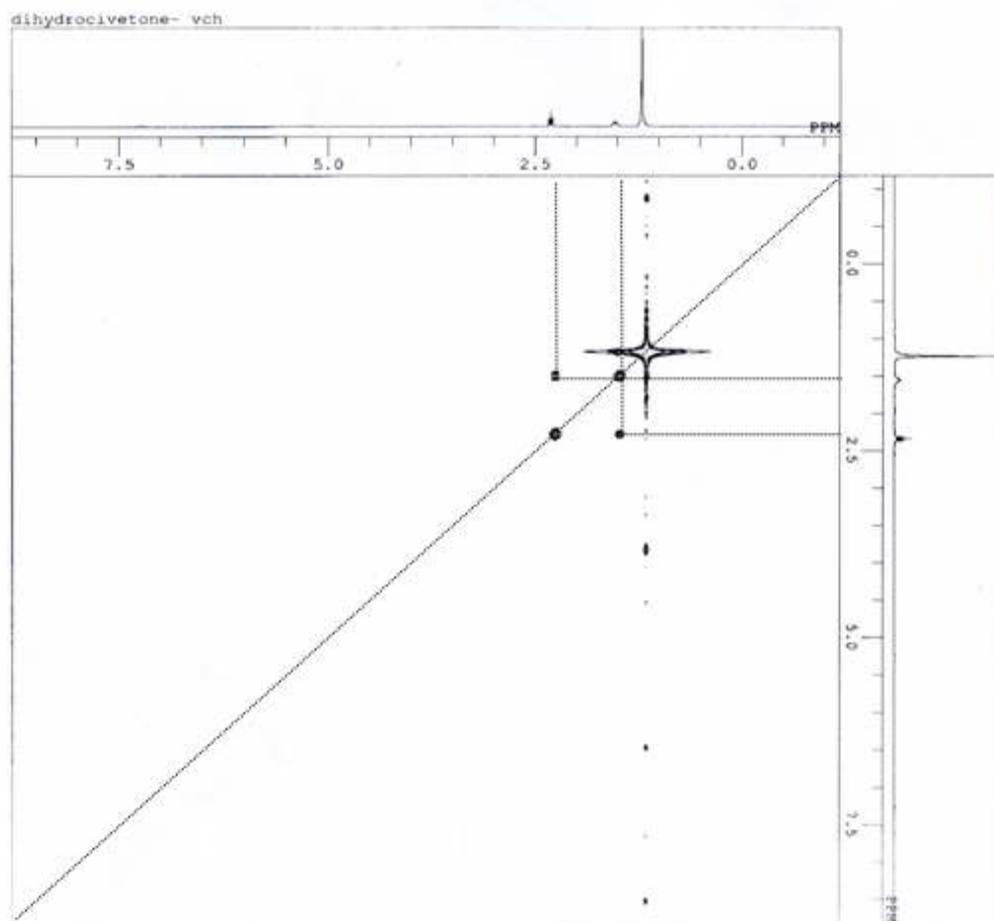


Fig. 8-24.  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY spectrum of dihydrocivetone.

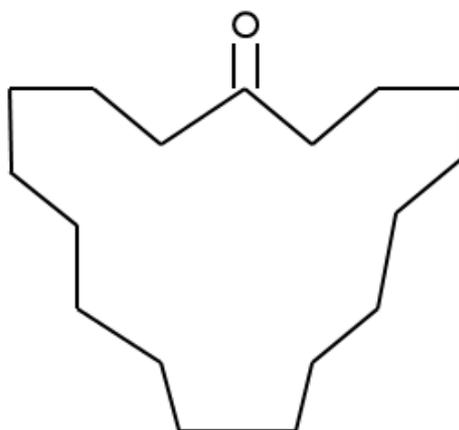


Fig. 8-25. Chemical structure of dihydrocivetone.

### 바. 서서향으로부터 Normuscone의 순수분리

서서향의 주요성분인 normuscone은 그룹 M3-3에서  $R_f$  값이 일치하는 물질로 나타났으나, 몇 종의 물질이 혼재 되어져 있어 RP-TLC로 물질을 분리하였다. 전개용매는 Acetonitrile과 H<sub>2</sub>O(5:1.4)의 혼합용매를 사용하여 4회 반복 전개시켜 을 RP-TLC를 실시하여 물질을 분리하였다. 전개용매로는 Acetonitrile과 H<sub>2</sub>O(5:1.4)로  $R_f$  값의 차이에 따라 3종의 물질을 분리시켜 회수 하였다(Fig. 26. A). 회수한 3종의 물질은 normuscone과 civetone 표준물질을 사용하여 RP-TLC에서  $R_f$  값을 비교하였다.(Fig. 26. B)

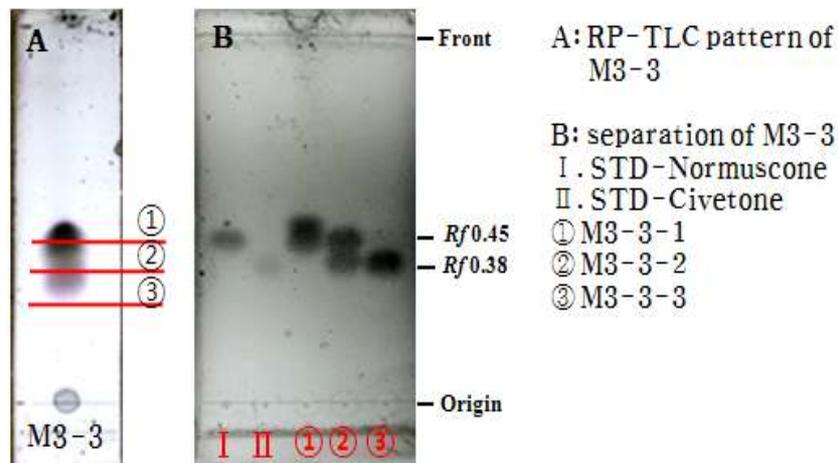


Fig. 8-26. RP-TLC pattern of standard compounds and separated MC3-3 from muskrat musk.

Fig. 26. B에서 normuscone과 civetone의  $R_f$  치와 일치하는 물질들을 회수하여 GC/MS 분석을 한 결과, M3-3-1은 Rt 13.31에 단일 피크로 확인 되어졌으며(Fig. 27), 분자량은 224으로 확인되어졌고 MS library와 비교한 결과 normuscone과 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

M3-3-2는 TLC에서  $R_f$  0.38, 0.45 값을 가진 두 개의 spot가 나타났으며, 이것들은 normuscone과 civetone 표준물질의  $R_f$ 와 일치했다. 두 spot를 분리 회수하여 GC/MS분석한 결과 Rt 13.33과 14.75의 피크를 확인할 수 있었으며, 각각 분자량은 224와 250나타났다. 그리고 MS library와 비교한 결과에서는 normuscone과 civetone으로 확인되어졌다.

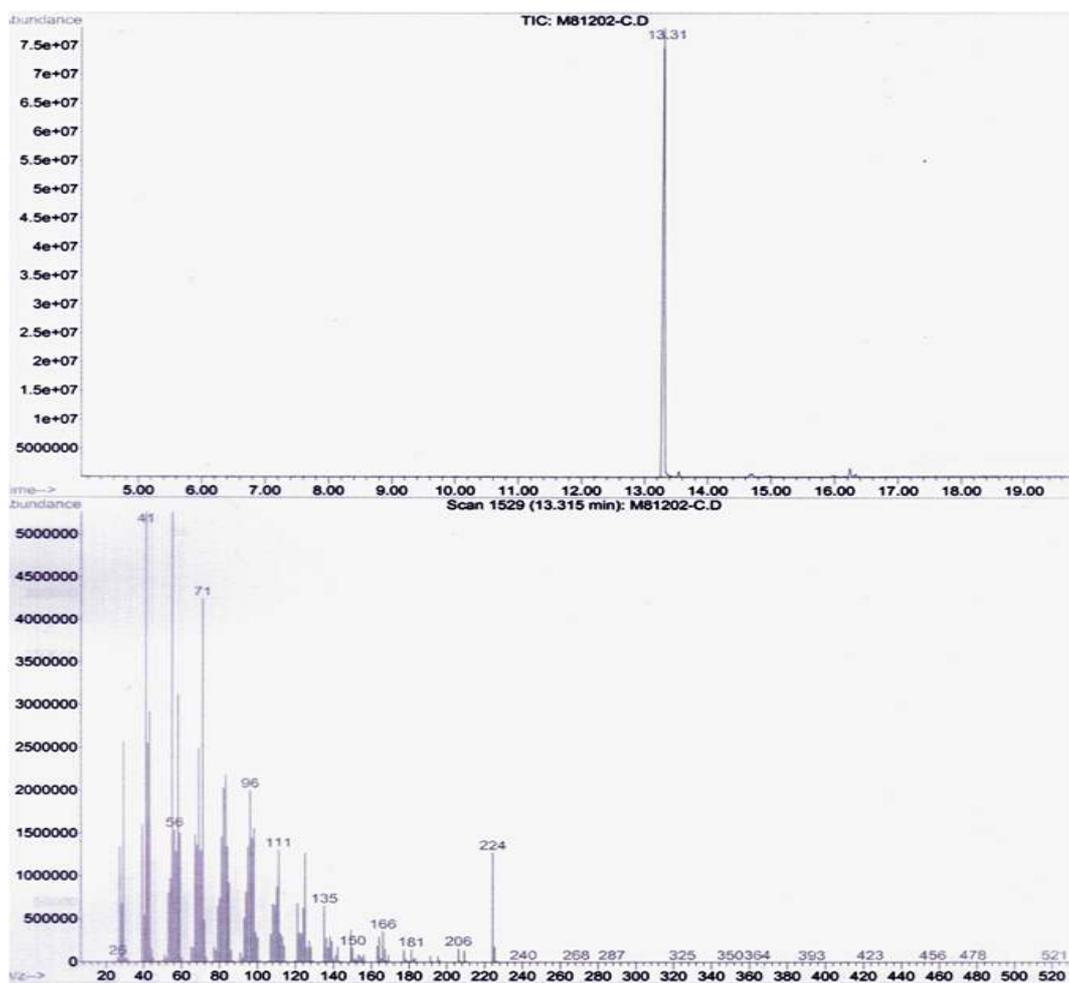


Fig. 8-27. GC-MS spectrum of purified M3-3-1 from muskrat musk.

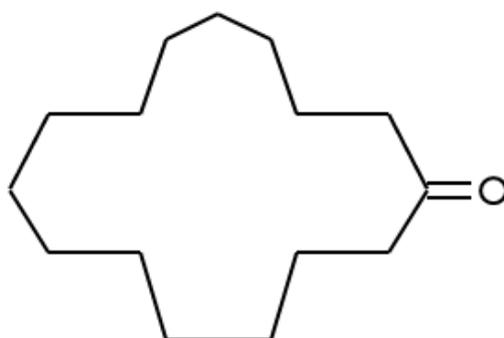


Fig. 8-28. Chemical structure of normuscone.

M3-3-3은 TLC에서 단일 spot로 확인되었으나, GC/MS 분석결과에서 분자량 250의 civetone이 주성분으로 나타났고, normuscone의 peak도 나타났다(Fig. 29). 서사향에서 분리한 normuscone과 civetone은 표준물질과 GC/MS library결과와 일치함으로서 동일한 물질로 동정을 하였다.

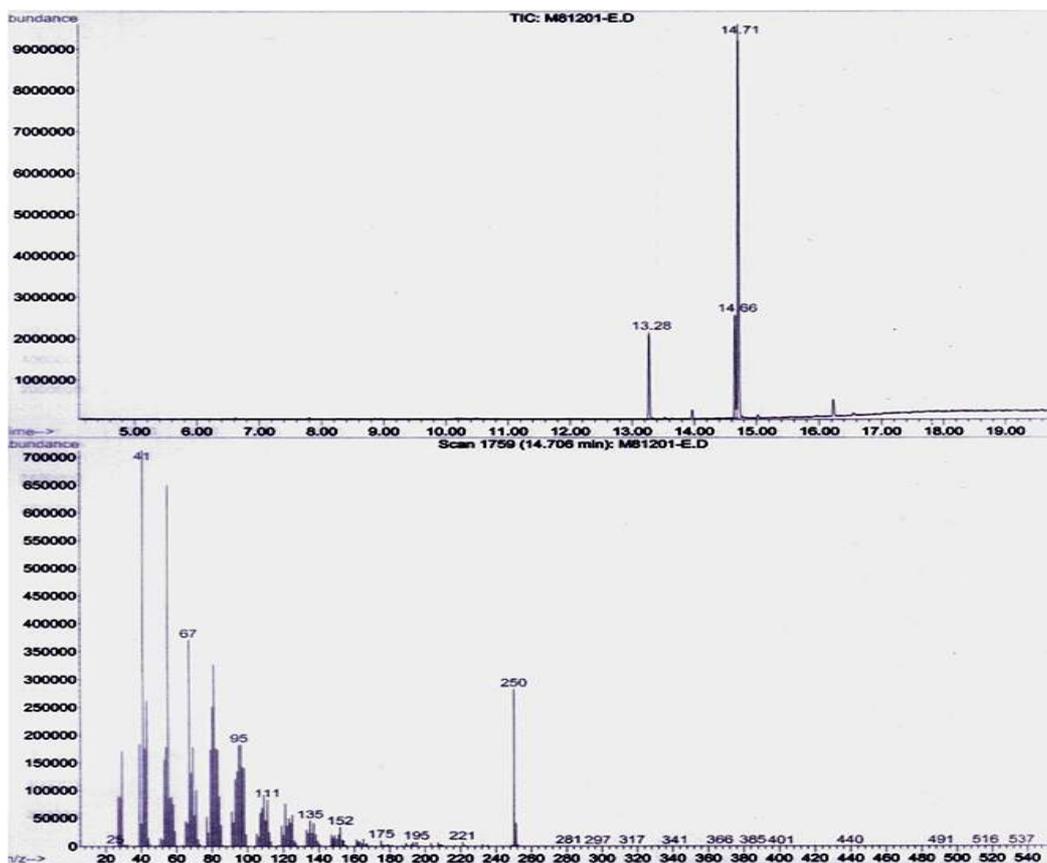


Fig. 8-29. GC-MS spectrum of purified M3-3-3 from muskrat musk.

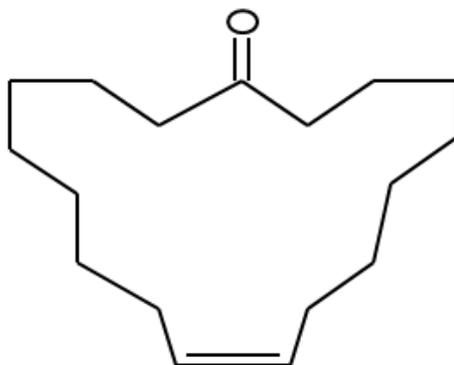


Fig. 8-30. Chemical structure of civetone.

### 사. 서사향으로부터 Dihydrocivetol 순수분리

서사향으로부터 1차 정제한 M1-5의 분획물을 이용하여 역상 column chromatography를 실시하였다. 이동상으로서의 용매조성은 Acetonitrile과 H<sub>2</sub>O 비율을 20:1에서 Acetonitrile 100%까지 높여가며 196개의 분획물을 얻었다. 얻어진 분획물의 물질패턴은 10% 황산용액을 처리하여 발색되는 반점들로하여 물질의 R<sub>f</sub> 값에 따라 단일 물질 또는 유사 물질을 그룹으로하여 10개의 그룹 MC-1~10을 분리 회수하였다.(Fig. 31)

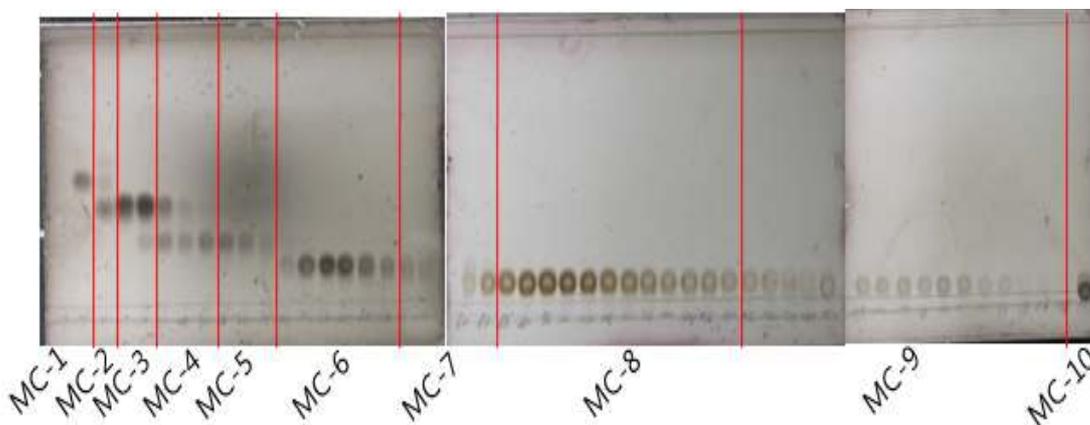


Fig. 8-31. TLC patterns of subfractions purified dihydrocivetol by 2<sup>nd</sup> c.c of muskrat musk.

NP-TLC와 RP-TLC에서 상이한 패턴을 가지는 MC-4를 사용하여 두 물질을 분리하였다. RP-TLC에서 R<sub>f</sub> 0.37에 나타나는 단일물질을 MC-4-1로 하고(Fig. 32. A), 불순물 유무를 확인하기 위하여 NP-TLC를 실시한 결과 R<sub>f</sub> 0.48에서 단일 spot으로 나타나 순수한 물질임을 확인했다(Fig. 32. B). 그리고 RP-TLC에서 R<sub>f</sub> 0.45에 나타난 물질을 MC-4-2로 하고(Fig. 32. B), 불순물 확인을 위하여 NP-TLC를 실시한 결과 R<sub>f</sub> 0.30에서 단일 spot으로 나타나 순수한 물질임을 확인했다(Fig. 32. B). MC-4-1의 구조동정을 위하여 GC/MS와 NMR분석을 실시하였다. GC-MS분석에서는 R<sub>t</sub> 14.85min에 큰 peak를 확인 할 수 있었으며(Fig. 33), MS library에서 분자량 254의 dihydrocivetol로 확인되어졌다(Fig. 34). <sup>13</sup>C-NMR 분석결과 탄소수가 17개

로 나타났고,  $^1\text{H-NMR}$  분석결과가 ACD labs. 7.0 프로그램을 이용한 dihydrocivetol spectrum과 일치하는 것을 확인 할 수 있었다. mass로 Wiley6 library 검색을 행한 결과, Dihydrocivetol과 일치함으로써 MC-4-1은 Dihydrocivetol으로 동정되었다.(Fig. 35)

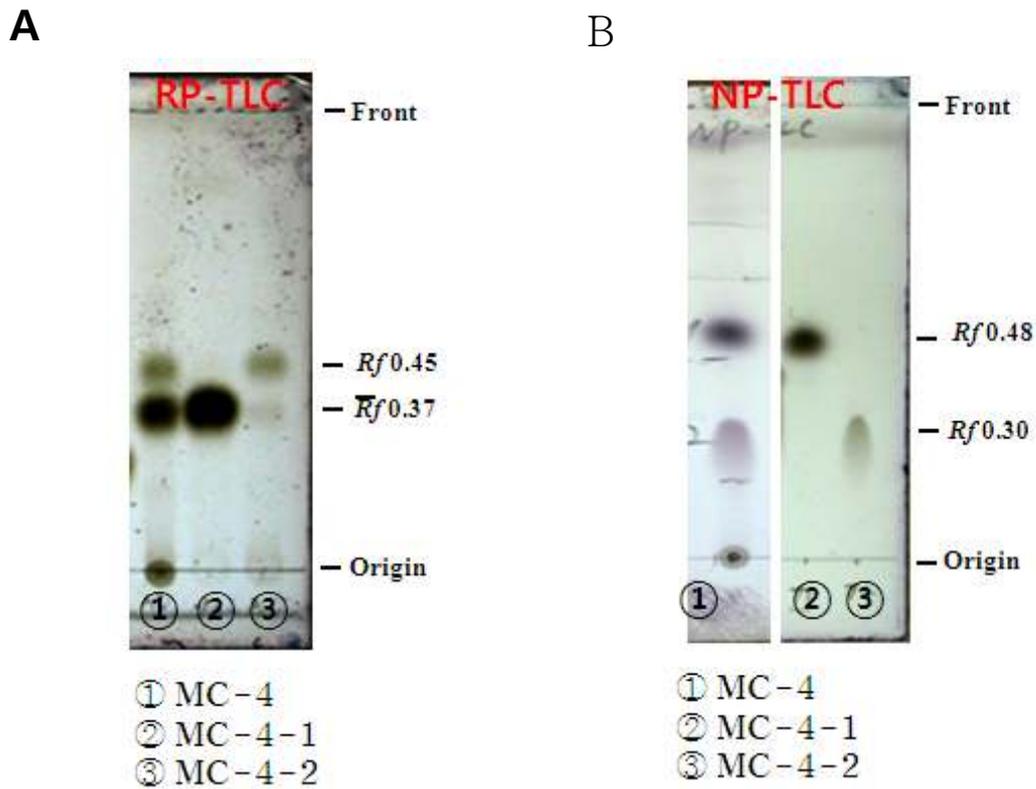


Fig. 8-32. TLC patterns of purified dihydrocivetol from muskrat musk.

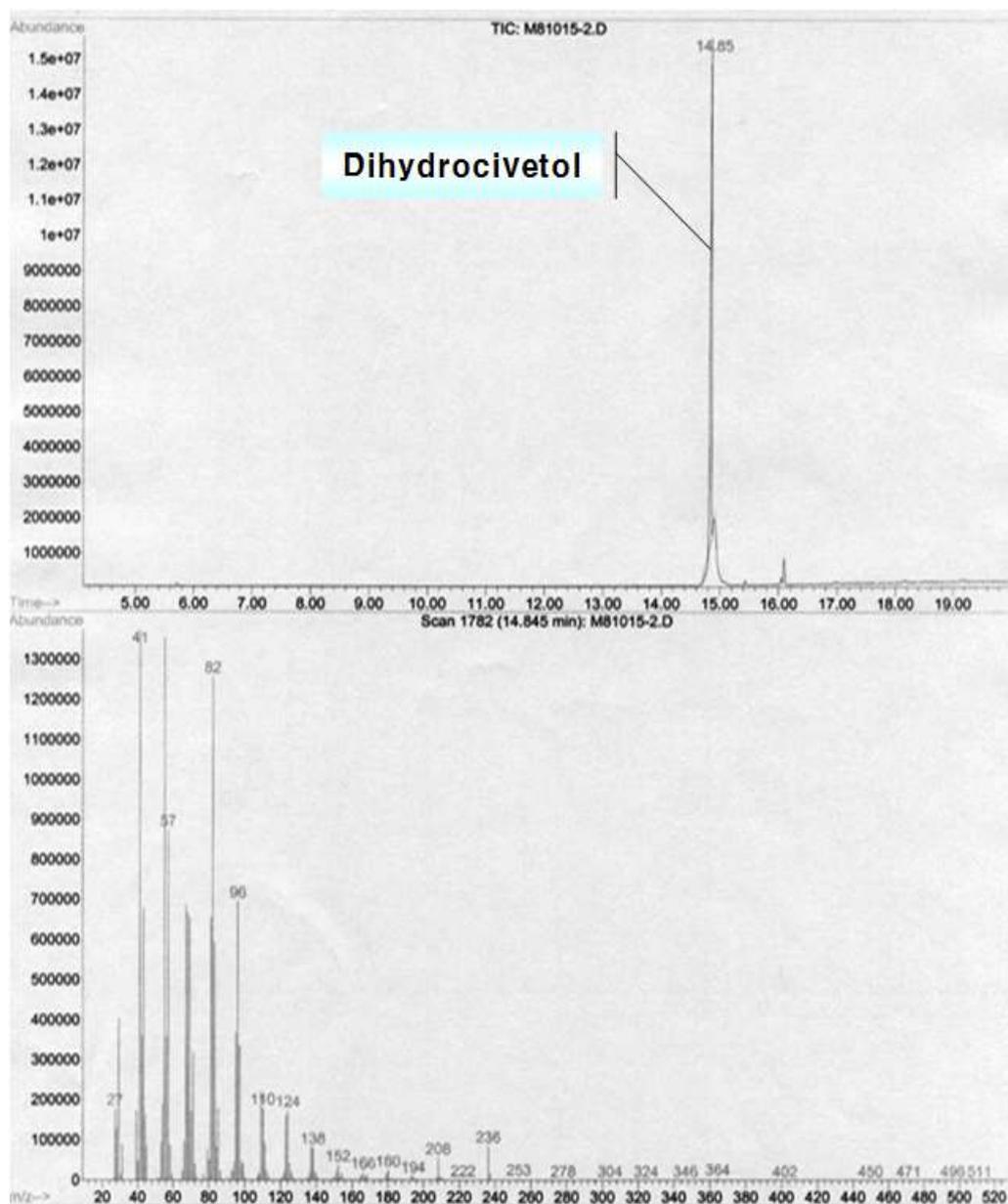


Fig. 8-33. GC/MS spectrum of purified dihydrocivetol from muskrat musk.

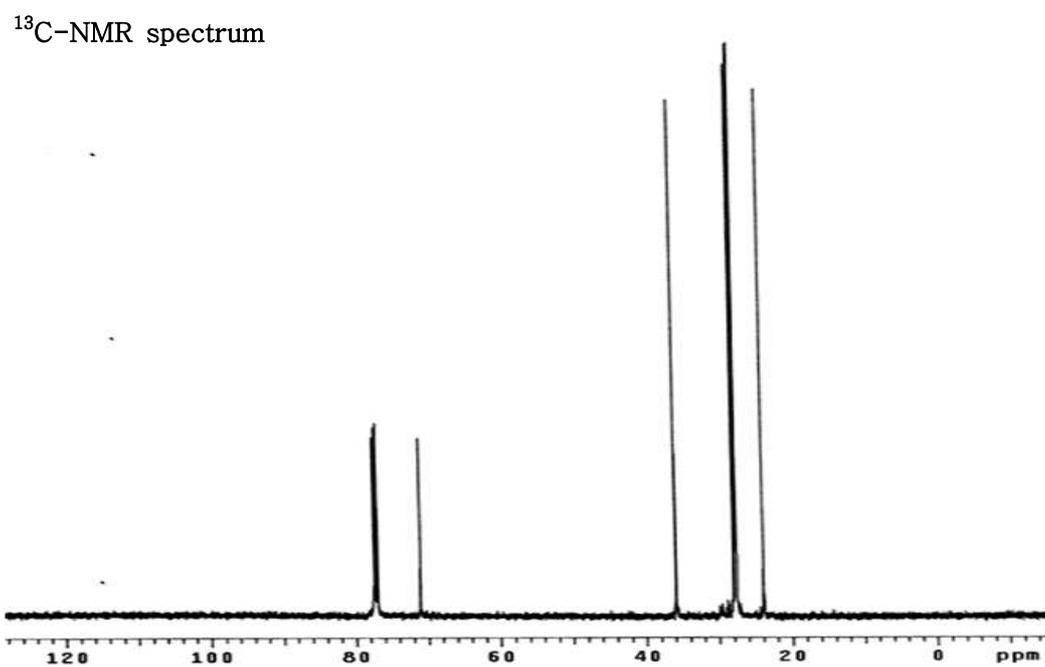
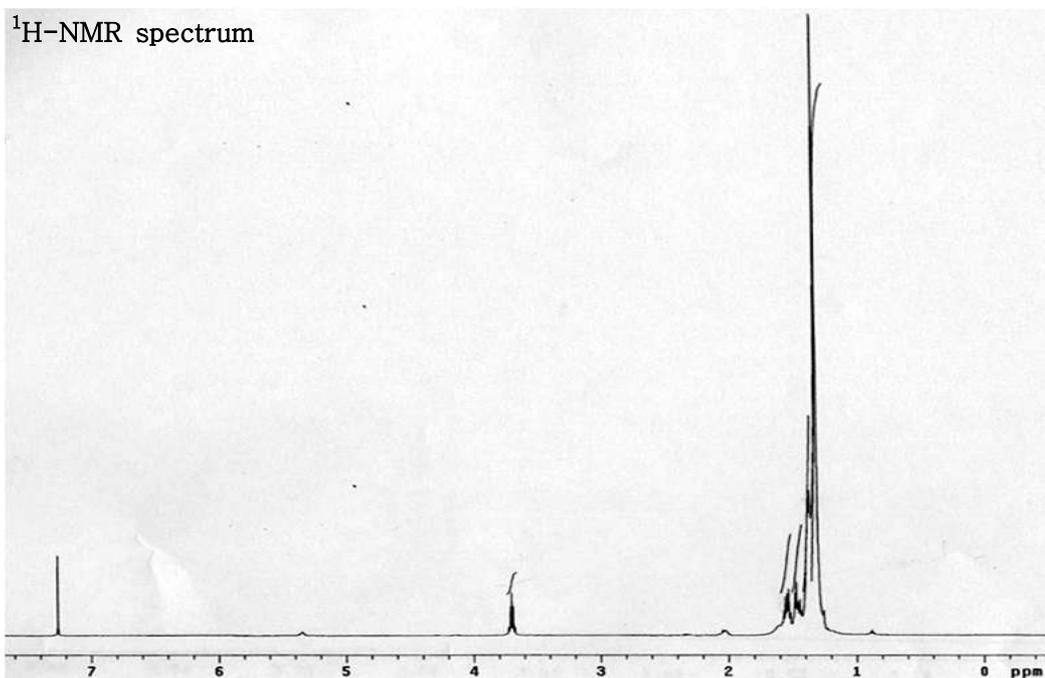


Fig. 8-34. NMR spectrum of dihydrocivetol.

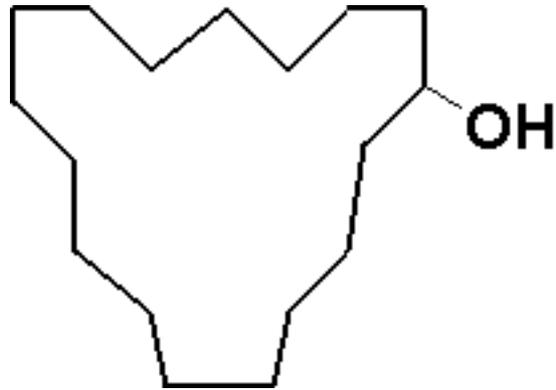


Fig. 8-35. Chemical structure of dihydrocivetol.

## 아. 서사향의 생리활성

### 1) 항혈전 활성물질 탐색

항혈전 활성측정은 트롬빈 저해효과를 측정하여 확인하는 방법으로 항혈전 활성물질을 정제하였다. 1차 column chromatography에서 용매조성은 hexane과 EtOAc 비율을 100:0에서 1:1까지 높여가며 116개의 분획물을 얻었다. 분획물의 물질패턴확인 TLC를 실시하였으며, 전개용매로는 hexane과 ether(10:1.5)를 이용하고, 재확인으로 단파장 자외선(254nm)과 장파장 자외선(365nm)으로 확인한 후에, TLC plate를 10% 황산용액을 처리한 후 열을 가하여 발색되는 반점들을 기준으로  $R_f$ 가 비슷한 물질들을 그룹으로 하여 7개의 그룹 B1-1~7 나누고(Fig. 36), 각 그룹별로 항혈전 활성을 측정하였다(Table 6).

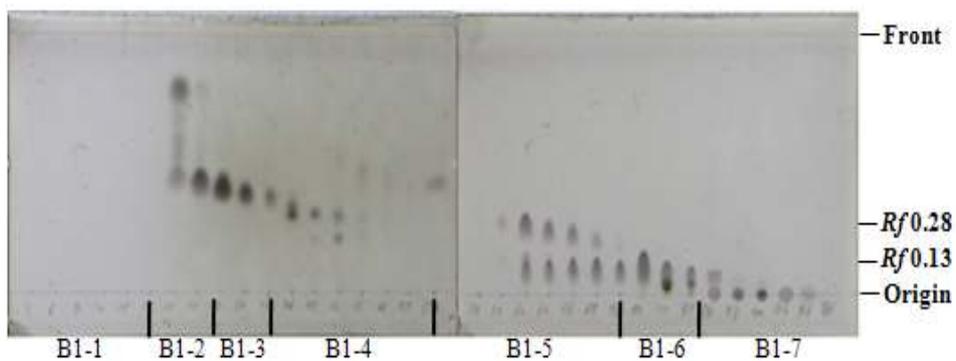


Fig. 8-36. TLC patterns of subfractions by 1<sup>st</sup> c.c from muskrat musk EtOH extract.

Table 8-6. Antithrombus activity of the fractions separated by 1<sup>st</sup> column chromatography from muskrat musk EtOH extract.

Treatments	Treat amount (mg/10 $\mu$ l)	Inhibition (%)
Aspirin	1	NC
	0.5	241.0
	0.1	102.0
B1-1	0.02	100.0
B1-2	0.02	117.0
B1-3	0.02	125.5
B1-4	0.02	114.9
B1-5	0.02	NC
B1-6	0.02	299.0
B1-7	0.02	148.9

NC : not coagulation

항혈전 활성이 높은 그룹 B1-5을 2차 Column chromatography을 실시하여 172개의 분획물을 얻었고, 물질의 패턴확인은 1차 컬럼에서와 동일한 방법으로 수행하였으며, 물질을 그룹으로 하여 9개의 그룹 B2-1~9로 나누고(Fig. 37), 각 그룹별로 항혈전 활성을 검정하였다 (Table 7).

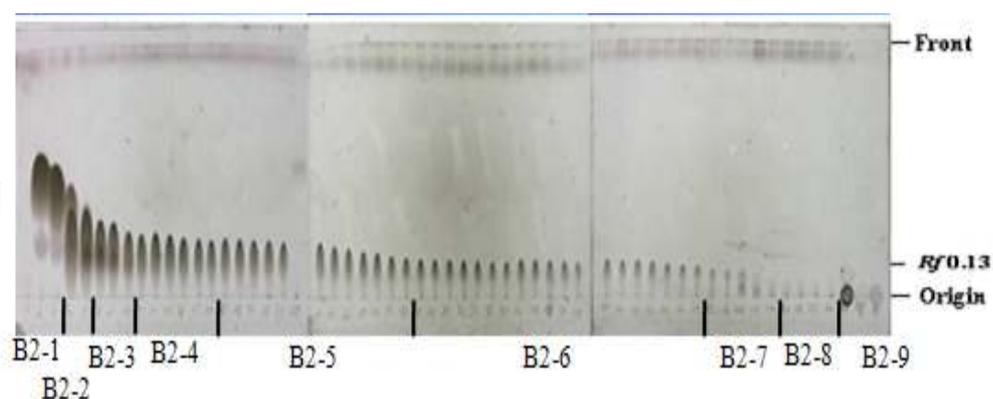


Fig. 8-37. TLC patterns of subfractions by 2<sup>nd</sup> c.c from group B1-5. A: UV-short wave, B: UV-long wave, C; 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Table 8-7. Antithrombus activity of the fractions separated by 2<sup>nd</sup> column chromatography from group B1-5.

Treatments	Treat amount (mg/10 $\mu$ l)	Inhibition (%)
Aspirin	1	NC
	0.5	241.0
	0.1	102.0
B2-1	0.02	106.2
B2-2	0.02	NC
B2-3	0.02	NC
B2-4	0.02	NC
B2-5	0.02	NC
B2-6	0.02	NC
	0.002	705.3
	0.0002	123.2
B2-7	0.02	NC
B2-8	0.02	135.7
B2-9	0.02	118.7

NC : not coagulation

항혈전 활성을 나타낸 B2-6 분획물을 MeCN과 H<sub>2</sub>O의 용출용매로 RP-column chromatography를 실시하여 230개의 분획물을 얻었다. 분획물의 물질패턴확인인 RP-TLC를 실시하였으며, 전개용매로는 MeCN과 H<sub>2</sub>O(50:1)로 두 번 전개한 후, 1차 컬럼과 동일한 방법으로 수행하여 7개의 그룹 B3-1~7로 나누어(Fig. 38), 항혈전 활성을 검정한 결과 (Table 8)를 나타내었다.

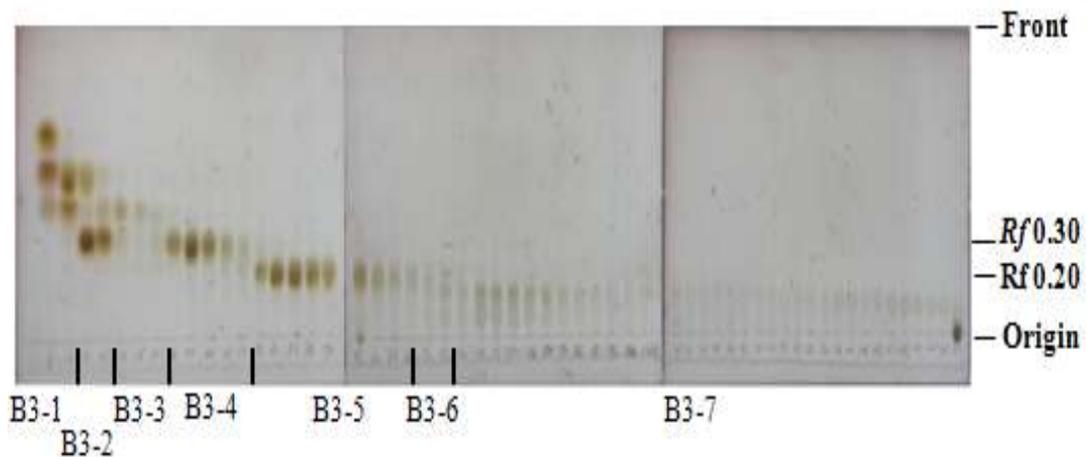


Fig. 8-38. TLC patterns of subfractions by 3<sup>rd</sup> column chromatography from group B2-6.

1차 Column chromatography분리 한 B1-1~7의 7개 분획을 항혈전 활성을 검정한 바 B1-5~7에서 항혈전 활성이 있는 것으로 나타났으며, 그중에서도 B1-5 그룹 물질이 fibrin 형성이 되지 않을 정도로 가장 강하게 나타났다. 항혈전 활성이 강한 B1-5 그룹물질을 2차 Column chromatography분리하여 B2-1~9의 9개분획으로 항혈전 활성 결과 B2-2~7에서 fibrin이 형성되지 않았고, B2-8, 9에서 각각 135.7%, 118.7%로 활성을 보였다. B2중에서 B2-6을 RP-Column chromatography로 분리하여 항혈전 활성 결과는 B3-4, 5가 높은 활성을 보였고, 서사향의 항혈전 활성능력

은 Aspirin의 활성능력보다 월등하는 결과를 조사하였다.

Table 8-8. Antithrombus activity of the fractions separated by 3rd column chromatography from group B2-6.

Treatments	Treat amount (mg/10 $\mu$ l)	Inhibition (%)
Aspirin	1	NC
	0.5	176
	0.1	100
B3-1	0.002	122
B3-2	0.002	131
B3-3	0.002	148
B3-4	0.002	295
B3-5	0.002	268
B3-6	0.002	132
B3-7	0.002	126

NC : not coagulation

## 2) 서사향으로부터 항혈전물질 구조동정

서사향의 항혈전 활성물질 분리과정으로 1차 순상 column chromatography에서 항혈전 활성을 가지는 B1-5를 2차 column chromatography를 실시하였다. 2차에서 분리된 B2-6을 3차 역상 column chromatography까지 진행하여 항혈전 활성이 가장 높은 B3-4와 B3-5의 분리과정에 이른다. 항혈전 활성물질 B3-4와 B3-5의 *Rf* 값이 *Rf* 0.3과 *Rf* 0.2으로 나타내었다(Fig. 39). 칼럼을 통해 분리된 B3-4, B3-5물질을 구조분석에 들어갔다. B3-4의 GC/MS분석 결과는  $[M^+]$ 가 364로 나타났으며(Fig. 40),  $^1\text{H-NMR}$ 분석결과에서 긴 탄화수소사슬을 갖는 이 화합물의 분자식이  $\text{C}_{24}\text{H}_{44}\text{O}_2$ 인 (5E, 9E)-tetracos-5,9-dienoic acid로 분자량이 364인 동일한 물질로 추정되었

다.(Fig. 46)

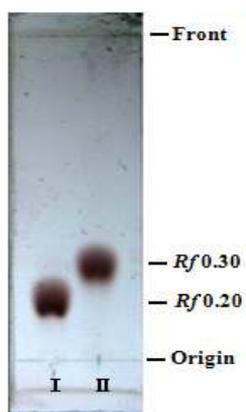


Fig. 8-39. TLC patterns of purified anticoagulant I and II.  
I : B3-4 compound, II : B3-5 compound

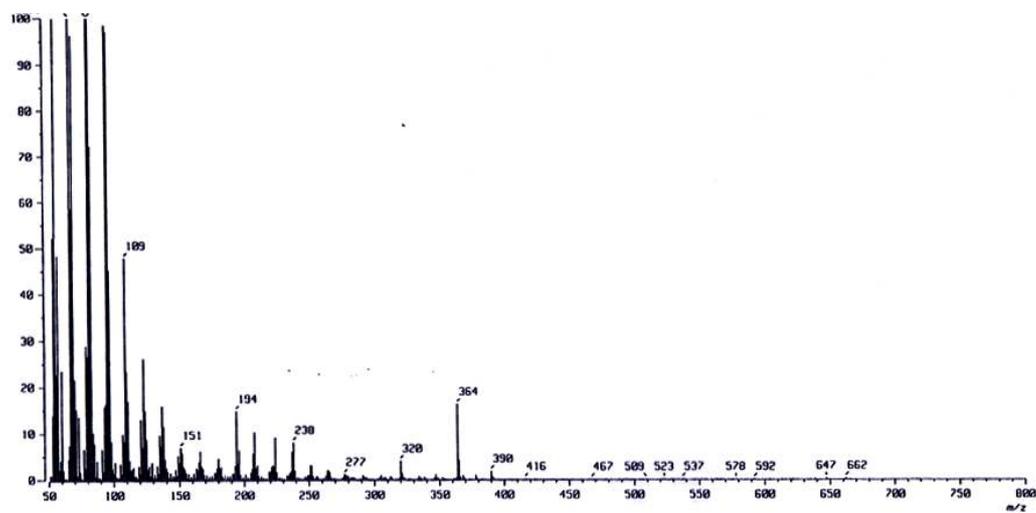


Fig. 8-40. EI/MS spectrum of purified BC3-4 compound from muskrat musk.

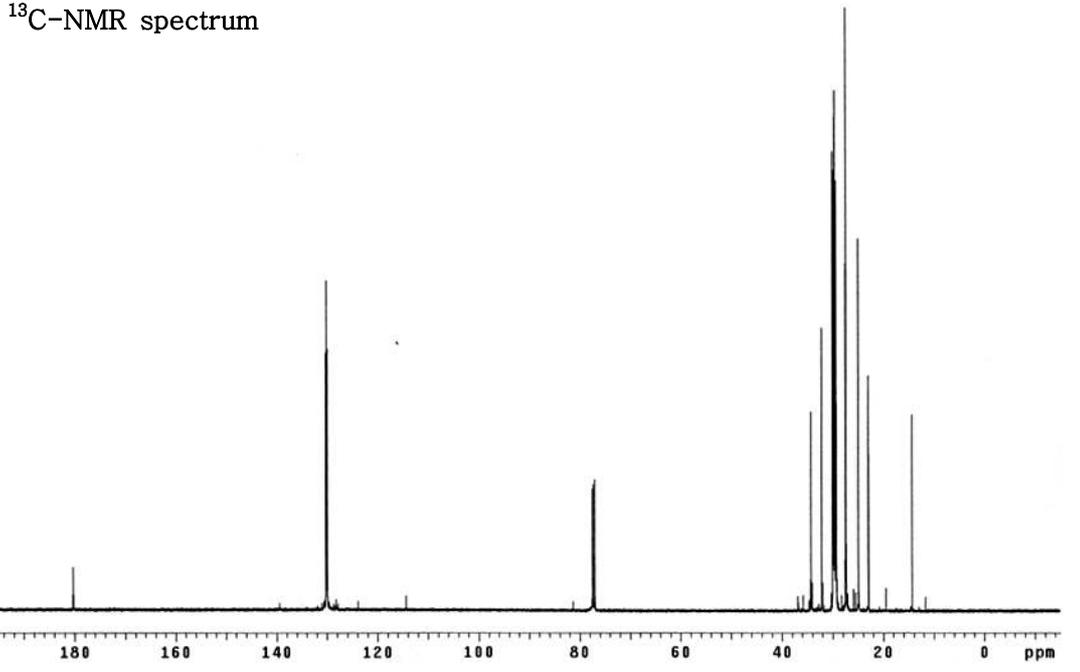
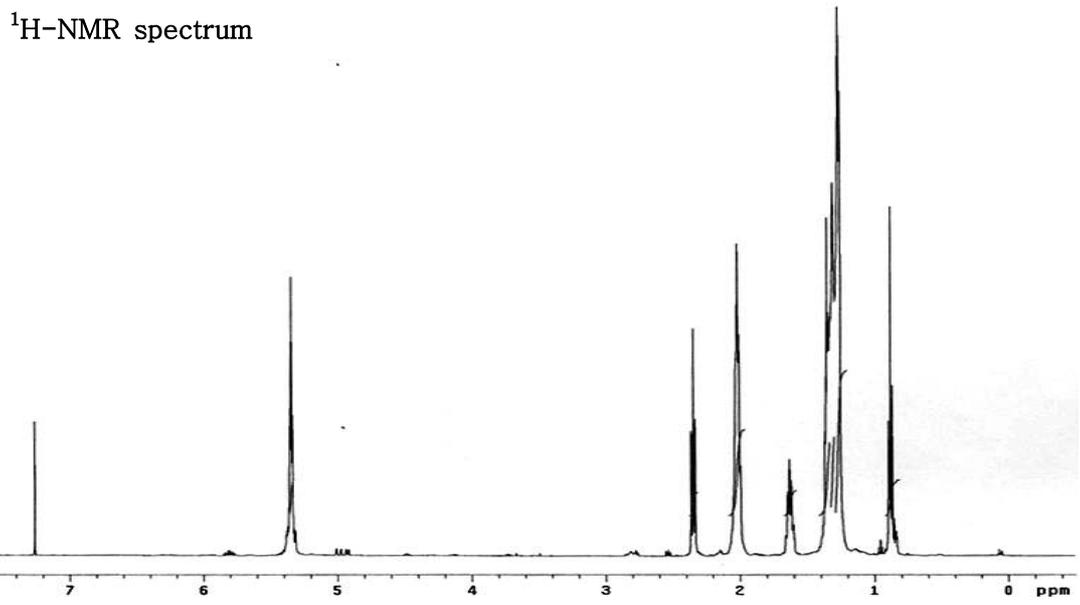


Fig. 8-41. NMR spectrum of BC3-4 compound.

또한, 향혈전물질 BC3-5의 GC/MS 분석결과는  $[M^+]$ 가 392에 나타났다.(Fig. 42)  $^1\text{H-NMR}$ 분석결과에서는 향혈전물질 BC3-4보다 더 긴탄화수소사슬을 갖는 이 화합물의 분자식은  $\text{C}_{26}\text{H}_{48}\text{O}_2$ 를 가지며, (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid으로 추정되었다.(Fig. 43)

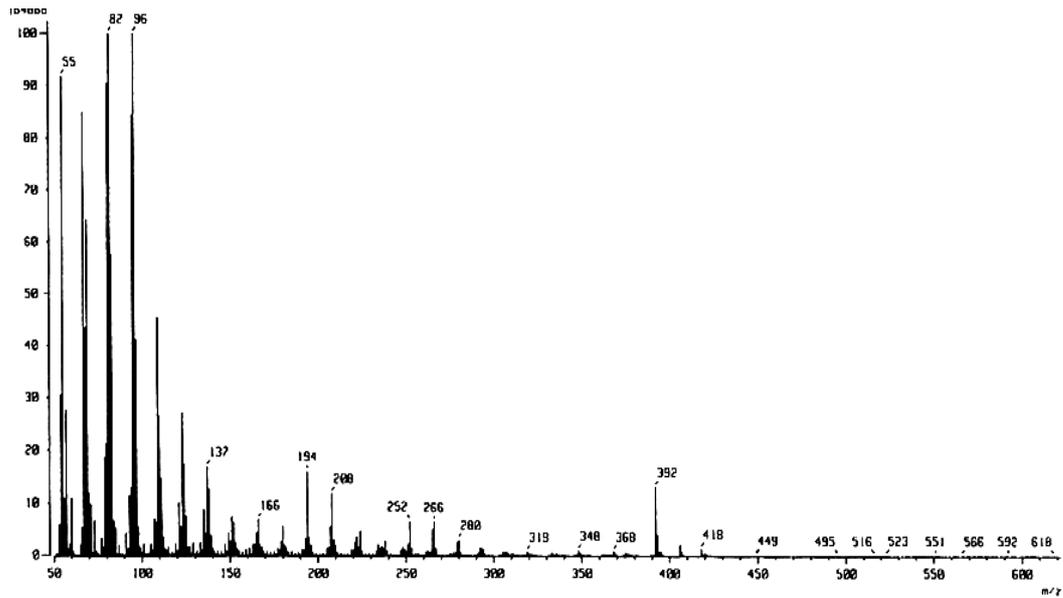


Fig. 8-42. EI/MS spectrum of purified BC3-5 compound from muskrat musk.

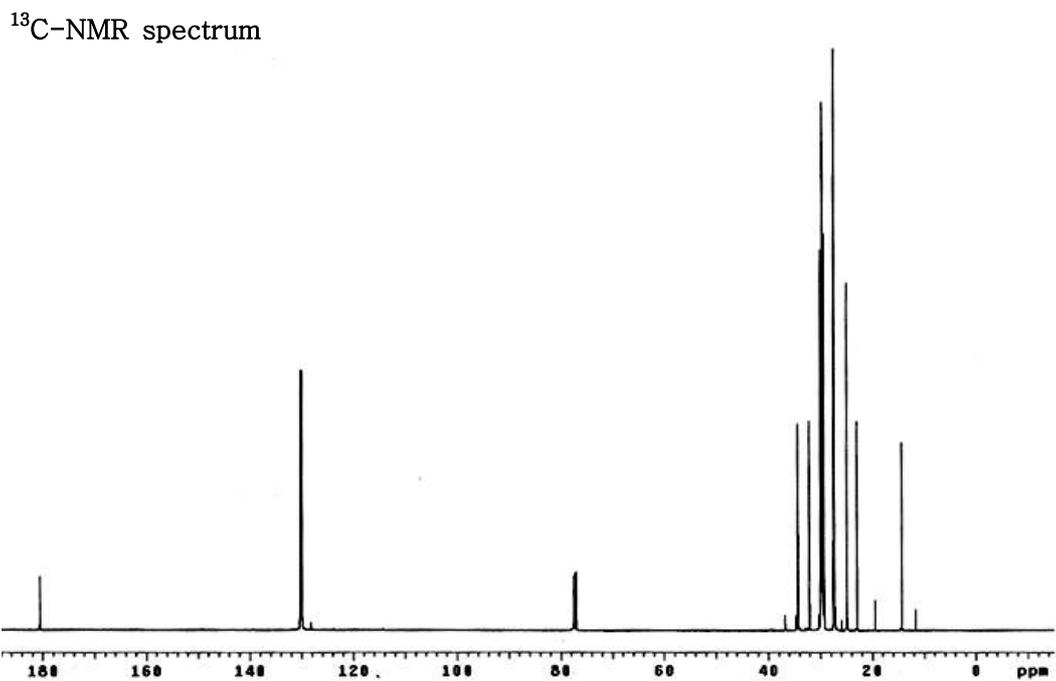
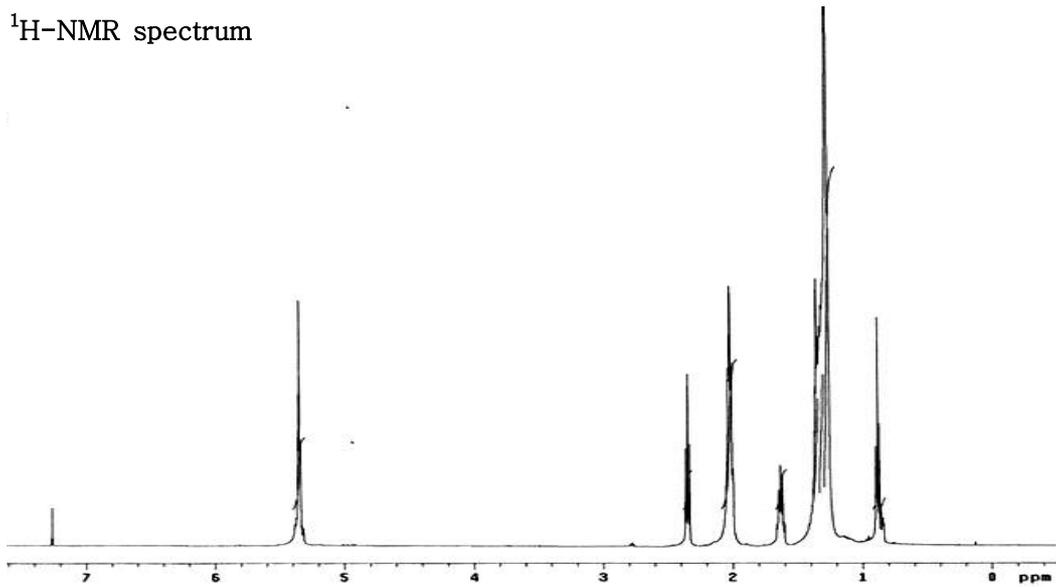


Fig. 8-43. NMR spectrum of BC3-5 compound.

### 3) 항혈전 활성물질의 Methylation

항혈전 활성이 높은 B3-4와 B3-5의 물질패턴을 Oleic acid와 비교하기 위해 NP-TLC를 사용하였다. 전개용매로는 Hexane과 EtoAc(3.5:1)로 전개한 후 TLC plate를 10% 황산용액을 처리하여 열을 가한 뒤, 발색되는 반점으로 물질의 패턴을 확인한 결과 B3-5은 oleic acid와  $R_f$  0.55로 일치하였으나, RP-TLC 전개에서는  $R_f$  치 값이 Oleic acid는 0.55였고, B3-5는  $R_f$  0.18로 큰 차이를 보였다(Fig. 44). 이로써 유사한 성질을 갖지만 oleic acid와는 다른 것을 알 수 있었다.

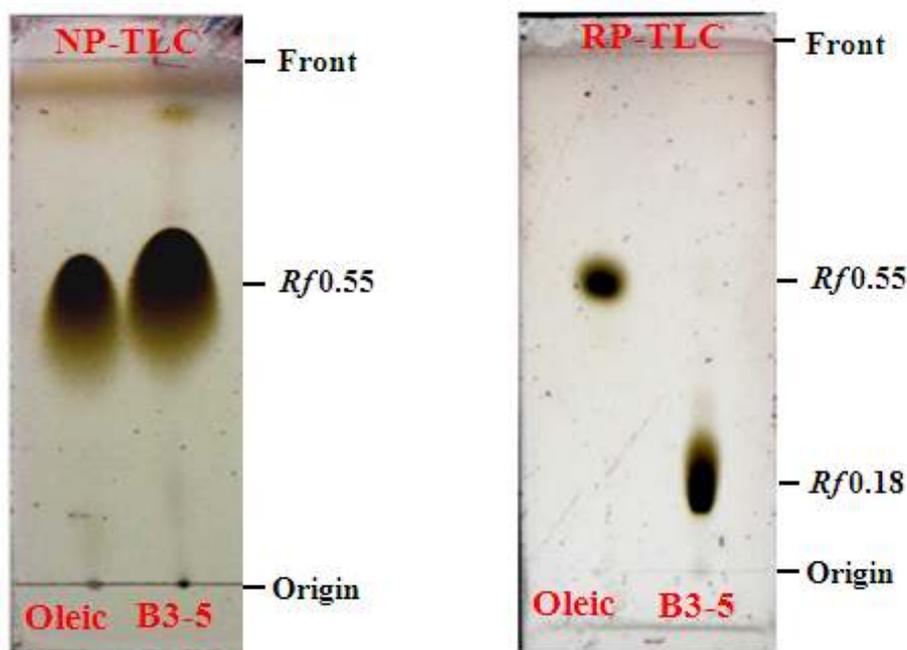


Fig. 8-44. Comparison for TLC pattern of oleic acid and B3-5.

대부분의 연구에서 지방산과 페놀물질의 동정은 GC/MS를 이용하여 이루어지나 그 구조에서 수산기나 카르복실기를 가지고 있어 methylation을 시켜서 분석을 하게된다. TLC상에서 지방산의 특성을 가진 B3-4과 B3-5을 Methylation을 Fig. 10.에 따라 실시하였다. B3-4를 methylation 시킨 후 GC/MS 분석결과(Fig. 45)  $R_t$  18.37min에서 main peak로 함량으로는 95%를 차지하는 분자량  $[M^+]$  378 fragment를 확인을 했으며, library search 결과 (5E, 9E)-tetracos-5,9-dienoic acid methyl ester로 확인이 되어, (5E, 9E)-tetracos-5,9-dienoic acid로 동정이 되어졌다(Fig. 46).

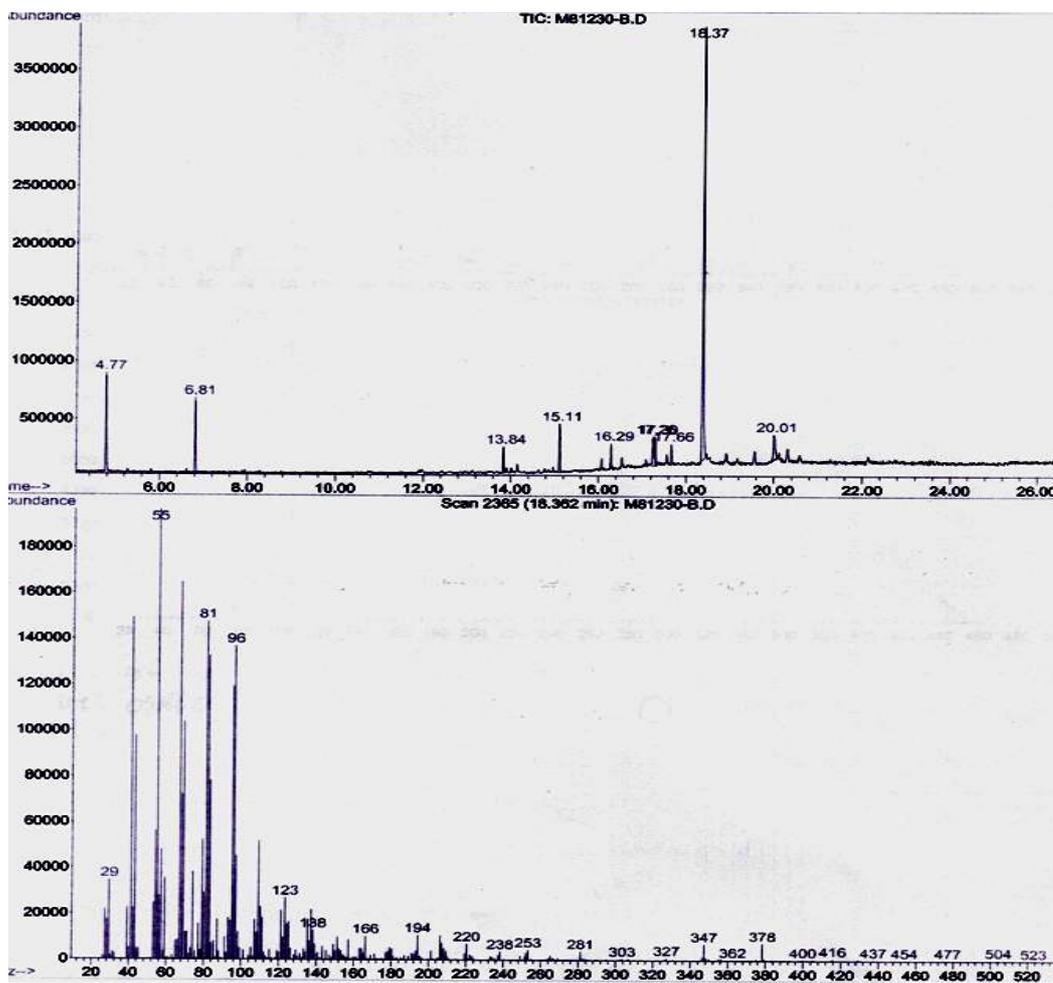


Fig. 8-45. GC/MS spectrum after methylation of anticoagulant BC3-4.

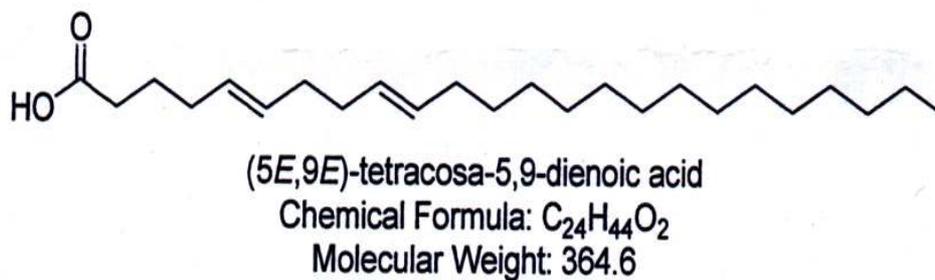


Fig. 8-46. Chemical structure of anticoagulant BC3-4.

B3-5을 methylation 시켜 GC분석의 결과는  $R_t$  20.04min에 량적으로 96%를 차지하는 main peak를 확인하였으며(Fig. 47), MS library search에서 분자량  $[M^+]$  406 fragment를 확인을 했으며, library search 결과 (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid methyl ester로 확인이 되어서, (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid로 동정하였다(Fig. 48).

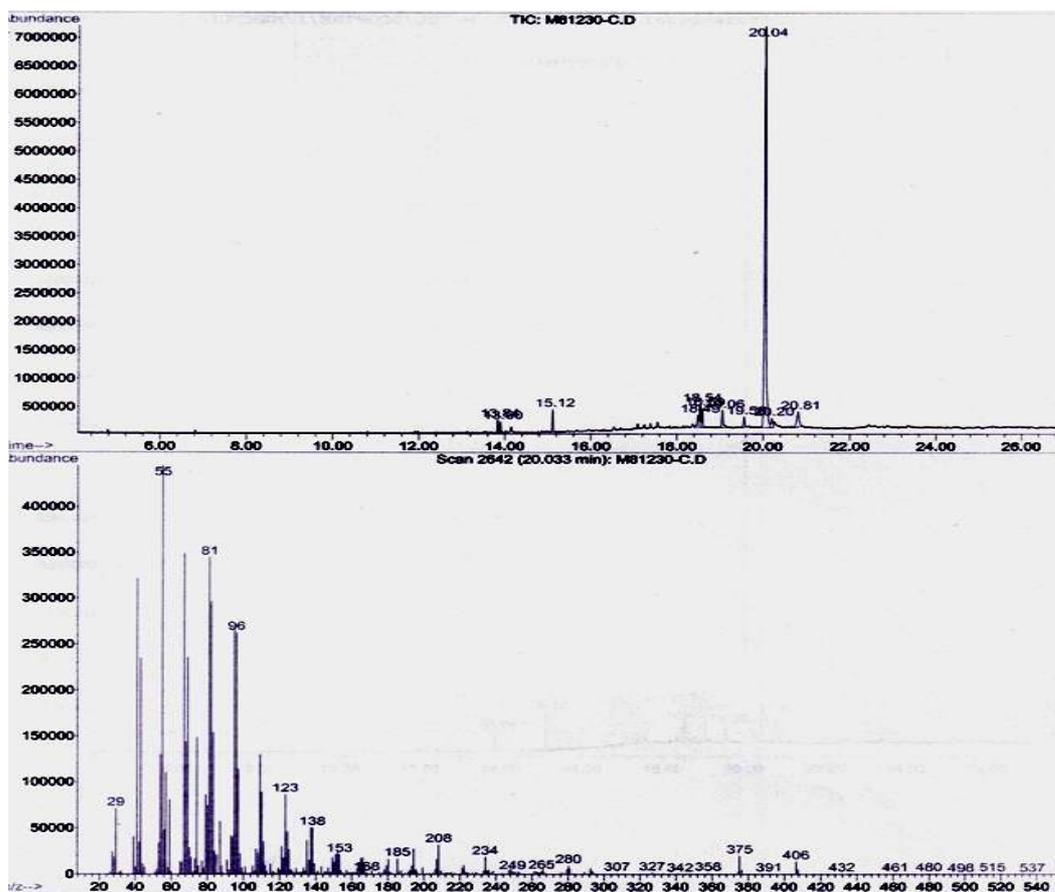


Fig. 8-47. GC/MS spectum after methylation of anticoagulant BC3-5.

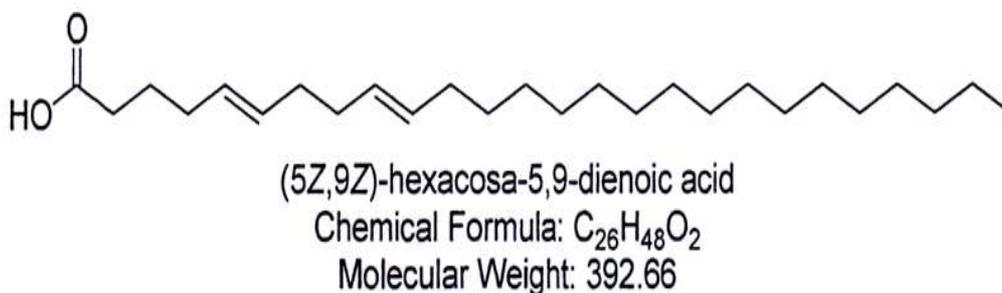


Fig. 8-48. Chemical structure of anticoagulant BC3-5.

#### 4) 서사향으로부터 순수분리한 항혈전물질 활성 검정

항혈전활성은 Thrombin time(TT)측정으로 Thrombotimer 2<sup>®</sup>제품을 사용하여, Fig. 8에 따라 분석하였다. 대조구로는 시료용해에 사용한 DMSO를 사용하였고, 시료 대조구로 Aspirin을 사용하여 시료의 항혈전 활성을 측정하였다. 트롬빈 저해에 따른 항혈전 활성은 3회 이상 반복한 실험의 평균치로 나타내었다. 그 결과, 대조용매로서 DMSO는 10.2초에 측정되었고, 대조구인 Aspirin은 0.4mg 농도에서 30초에서 활성을 보였다. 반면 B3-4은 0.02 $\mu$ g 농도에서 8.3초, 0.2 $\mu$ g 농도에서 42초, 2 $\mu$ g 농도에서는 혈전생성의 저해로 굳지 않았으며, B3-5은 0.02 $\mu$ g 농도에서 18.2초, 0.2 $\mu$ g 농도에서 66.4초, 2 $\mu$ g 농도에서도 역시 혈전이 생성되지 않았다. 따라서 서사향에서 분리한 항혈전 활성물질인 B3-4와 B3-5은 0.2 $\mu$ g에서 대조구인 Aspirin 0.4mg 보다 활성이 높게 나타났으며, 그 중 B3-5은 0.02 $\mu$ g와 0.2 $\mu$ g 농도에서 B3-4 보다 더 높은 활성을 갖는 물질임을 확인하였다.(Fig. 49)

서사향의 항혈전 활성물질의 구조검정 결과 탄소의 수가 24~26개로 긴 지방산 사슬로 확인되었다. 일반적으로 고등동물의 지방산 탄소수는 14~22개로 구성되어 있으나, 서사향에서 분리한 항혈전 물질은 탄소수가 더 긴 것이 특징적이다. 실험 연구결과를 바탕으로 항혈전 활성물질에 따른 구조확립과 생리활성 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

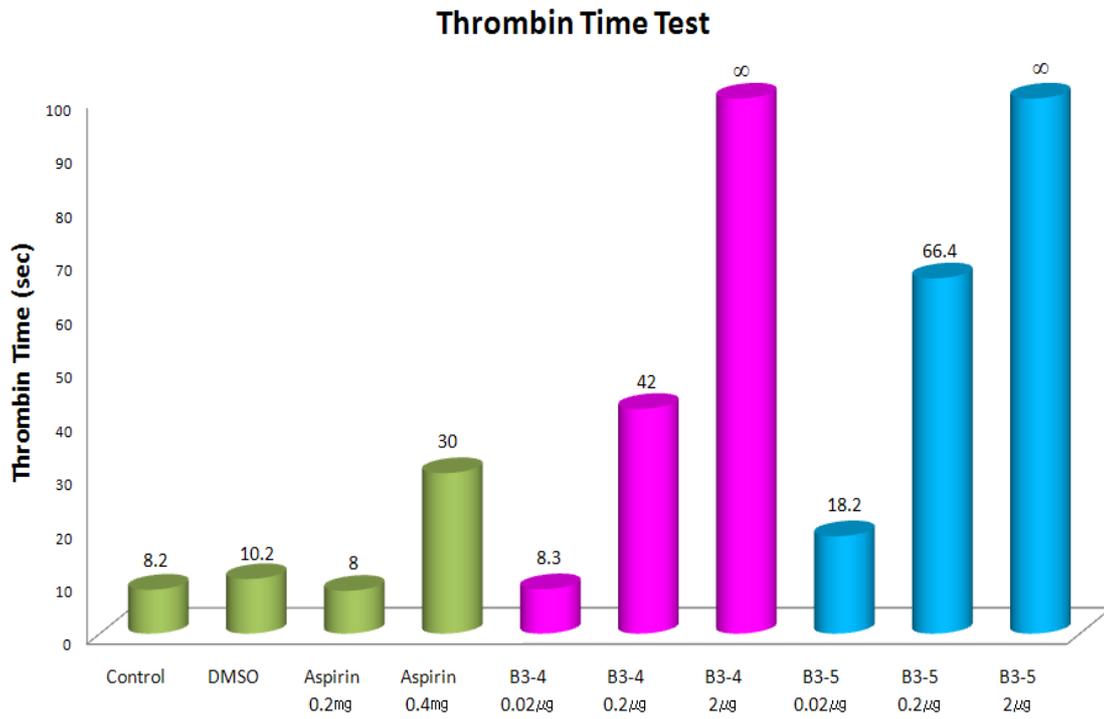


Fig. 8-49. Anticoagulant activity of purified BC3-4 and BC3-5.

## 4. 요약

머스크랫(*Ondatra zibethicus*)가 분비하는 서사향으로부터 사향대체의약품 개발을 위하여, 서사향의 구성성분 분석과 순수분리 및 생리활성을 조사하였다. 생리활성은 항혈전 활성 검정과 항혈전물질을 분리, 동정하였다. 서사향의 일반성분은 수분 8.46%, 조지방 87.0%, 회분 0.01%, 총당질 0.024% 그리고 단백질이 1%로 구성되어 있었다. 서사향을 ethanol, ethylacetate, hexane, H<sub>2</sub>O로서 순차적 추출을 한 결과 ethanol 추출물 15.4%, ethylacetate 추출물 83%, hexane 추출물 0.3%, H<sub>2</sub>O 추출물 1.3%를 각각 얻었다. Ethanol 추출물을 GC-MS로 분석한 결과, Normuscone, Muscone, Dihydrocivetone, Civetone, Civetol, Dihydrocivetol, Dimethyl octenylcyclohexenone 등으로 향기성분이 많이 함유되어 있었다. 주요 향기성분의 함량은 normuscone 0.56%, dihydrocivetone 0.83% civetone 0.15% 함유되어 있고, 사향과 영묘향의 주요성분을 서사향은 모두 가지고 있었다. 서사향의 향기성분을 column chromatography와 TLC를 실시하여 순수분리하였고, GC-MS와 NMR로 물질을 동정하였다. Normuscone은 분자구성이 C<sub>15</sub>H<sub>28</sub>O로 분자량은 224Da였으며 ethanol과 chloroform에 용해성이 높았다. Muscone은 분자 C<sub>16</sub>H<sub>30</sub>O로 구성되어 있었고, 분자량은 238Da이었고, 용해성은 normuscone과 같았다. Civetone은 분자구성이 C<sub>17</sub>H<sub>30</sub>O였으며 분자량은 250Da, dihydrocivetone은 C<sub>17</sub>H<sub>32</sub>O의 분자구성으로 분자량은 252Da, dihydrocivetol은 C<sub>17</sub>H<sub>34</sub>O였으며 분자량은 254Da였고 dihydrocivetone의 함량이 가장 많았다.

서사향의 항혈전 활성 물질분리를 위하여 서사향의 ethanol추출물을 이용하여 1차 column chromatography 실시하여 116분획물을 B1-1~7의 7개 그룹으로 나누고, 항혈전 활성을 검정한 결과, B1-5~7에서 항혈전 활성이 있는 것으로 나타났다. 그중 B1-5 그룹물질은 2 $\mu$ g처리에 fibrin 형성이 되지 않을 정도로 항혈전활성이 높게 나타났다. B1-5 그룹물질을 2차, 3차 column chromatography를 실시하여 얻은 물질을 RP-TLC로 purity를 조사한 결과 R<sub>f</sub> 0.3과 R<sub>f</sub> 0.2에서 단일물질로 확인되어졌고, R<sub>f</sub> 0.2의 물질은 GC/MS분석 결과 [M<sup>+</sup>]가 364로 나타났으며, <sup>1</sup>H-NMR분석과 <sup>13</sup>C-NMR분석결과 지방산으로 확인되어, methylation을 실시하여 재차 GC-MS분석을 한 결과 [M<sup>+</sup>]가 378로 나타나 C<sub>24</sub>H<sub>44</sub>O<sub>2</sub>분자구성의 (5Z, 9Z)-tetracos-5,9-dienoic acid로 동정되었다. R<sub>f</sub> 0.3의 항혈전물질은 GC-MS 분석결과 [M<sup>+</sup>]가 392에 나타났고 methylation 이후에는 [M<sup>+</sup>]가 402로 확인이 됨에 따라 NMR분석결과와 GC-MS분석결과를 종합한 결과 분자구성이 C<sub>26</sub>H<sub>48</sub>O<sub>2</sub>를 갖는 (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid로 확정을 하였다.

(5Z, 9Z)-tetracos-5,9-dienoic acid는 aspirin과 항혈전활성의 비교검정에서 2,800배 이상의 활성을 보였으며, (5Z, 9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid는 4,000배 이상의 항혈전활성을 보여, 서사향을 이용한 항혈전제 개발이 가능하며, 사향 대체 의약품원료로 개발가능성도 높은 것으로 사료된다. 현재 진행되는 연구에서 서사향의 항산화활성과 암세포조직의 축소효과도 확인되고 있어, 서사향의 다양한 생리활성과 물질에 대한 연구가 계속 필요하다고 판단된다.

## 제 9절 사서향 추출물의 뇌혈류 개선 효과

### 실험재료 및 방법

#### 실험동물

ICR계 숫생쥐(체중 25~30 g)를 사육장(실내 온도 22~25 °C) 내에서 물과 사료를 제한 없이 섭취하게 하면서 사육하였다가 실험에 사용하였다. 모든 수술조작 기간 및 마취회복 기간에는 동물의 직장내 온도를 homeothermic system(Harvard, USA)을 사용하여  $37\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 로 유지하였다. 마취에서 깨어난 동물은 사육장에 넣어 자유롭게 물과 사료를 취하게 하였다.

#### 혈압 변동 측정

실험동물을 thiopental sodium(60 mg/kg, i.p.)으로 마취시키고, 사서향 정제물(SA1 및 SA2) 1, 3 및 10 mg/kg을 대퇴정맥내로 주사하였다. 전신 혈압의 변동을 관찰하기 위하여 실험동물의 대퇴동맥에 삽입된 polyethylene 관에 연결된 압력변환기(Statham P23D pressure transducer, Gould, Cleveland, OH, USA)를 통하여 혈압을 측정하여 MacLab(4s, ADInstruments, Castle Hill, Australia)과 Macintosh computer(Power Macintosh 7500/100, Seoul, Korea)로 구성된 data acquisition system에 기록하였다.

#### 국소 뇌혈류 측정

일반적인 수술 조작이 끝난 후 실험동물의 체위를 복와위로 변경시키고 두부를 생쥐용 뇌정위기구(SG-4N, Narishige, Tokyo, Japan)에 고정시켰다. Laser tissue blood flowmeter(FLO-N1, Omegawave, Tokyo, Japan)용 probe(type ST-N)를 micromanipulator를 사용하여 bregma의 우외측 2 mm 지점에서 두개골에 최대한 가까이 놓이도록 하였다.

#### 광혈전술(photothrombosis)을 이용한 대뇌피질 경색 유도

실험동물을 chloral hydrate(450 mg/kg) 마취 하에서 10 mg/ml 농도의 rose

bengal(Sigma, USA) 용액 0.1 ml를 복강 내로 주입한 후 생쥐용 뇌정위장치(Narishige, Japan)에 머리를 고정하고 두피를 절개하여 두정부를 노출시켰다. 직경 4 mm fiberoptic bundle 단면의 중심을 bregma의 오른쪽 2 mm에 맞추고, rose bengal 주입 5분 후부터 두개골 위로 대뇌피질에 빛을 15분간 비추었다. 이때 cold light source(KL1500 LCD, Zeiss)를 사용하였으며 빛의 세기는 3200 K로 고정하여 사용하였다. 광혈전을 유도한 후 두정부 두피를 봉합하였다. 모든 수술조작 기간 및 마취회복 기간에는 동물의 직장 온도를 homeothermic system(Harvard, USA)을 사용하여  $37 \pm 0.5$  °C로 유지하였다. 마취에서 깨어난 동물은 사육장에 넣어 자유롭게 물과 사료를 취하게 하였다.

## 뇌경색 크기 측정

실험동물을 urethane(1 g/kg, i.p.) 마취하에서 단두치사시키고 전체 뇌를 신속히 적출하여 차가운 생리식염수에 10분간 담구었다가 생쥐용 brain matrix(RBM-2000C, ASI Instruments, Inc., Warren, MI, USA) 위에 놓고 뇌의 앞쪽 끝에서부터 2 mm 두께의 관상절편 5개를 얻어 2% 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride(Sigma-Aldrich) 용액에 담구어 37 °C에서 30 분간 발색반응을 시켰다가 10% 중성 포르말린 용액에서 고정시켰다(Bederson 등, 1986). 뇌절편의 뒷면을 디지털 카메라로 스캔하여 경색 면적을 image analyzing system(AxioVision LE, Carl Zeiss, Germany)을 사용하여 측정하였다. 뇌 전체의 경색 용적은 각 절편들의 경색 면적에 절편의 두께를 곱한 값의 합으로 계산하였다.

## 실험결과

### 평균동맥혈압의 변동

사서향 정제물(SA1 및 SA2) 1, 3 및 10 mg/kg을 대퇴정맥내로 주사하였을 때 평균동맥혈압은 그림 1 및 그림 2에서 보는 바와 같이 정맥 투여 직후 일시적인 하강 후 증가하는 양상을 보였다.

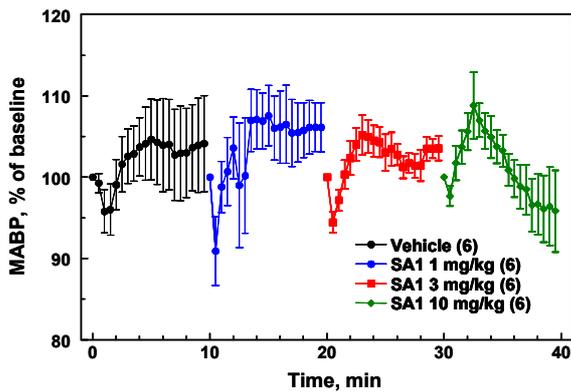


Fig. 9-1. Time-course effect of SA1 on mean arterial blood pressure (MABP) in mice. The numbers in parentheses indicate the numbers of animals.

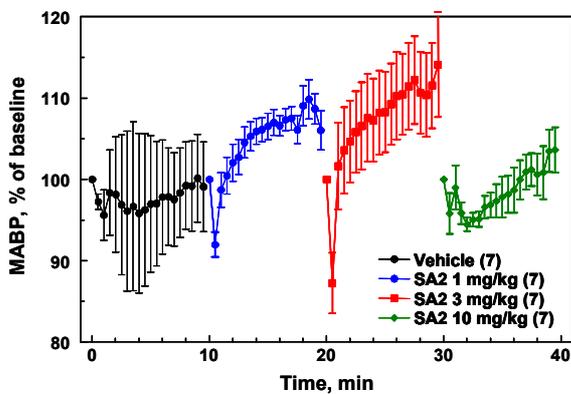


Fig. 9-2. Time-course effect of SA2 on mean arterial blood pressure (MABP) in mice.

### 국소 뇌혈류의 변동

사서향 정제물(SA1 및 SA2) 1, 3 및 10 mg/kg을 대퇴정맥내로 주사하였을 때 국소 뇌혈류는 그림 3 및 그림 4에서 보는 바와 같이 증가하는 양상을 보였으나 vehicle 투여군에 비하여 큰 차이가 없었다.

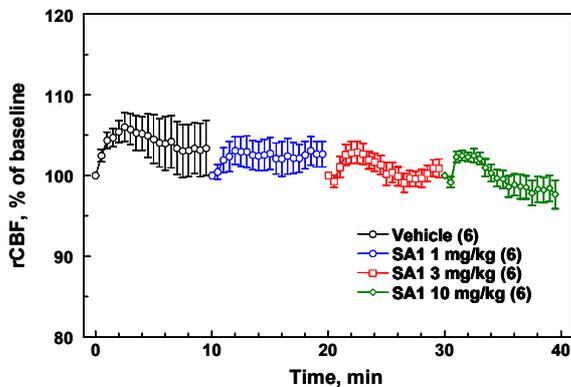


Fig. 9-3. Time-course effect of SA1 on regional cerebral blood flow (rCBF) in mice.

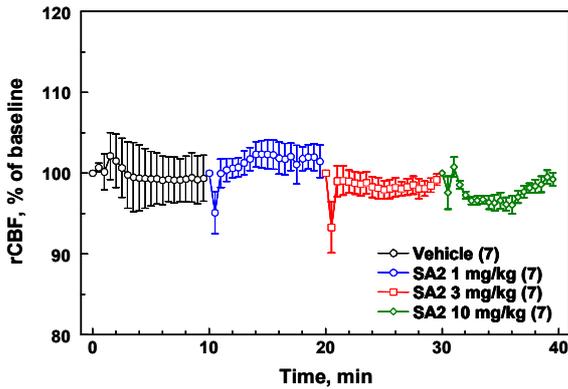


Fig. 9-4. Time-course effect of SA2 on regional cerebral blood flow (rCBF) in mice.

### 뇌경색의 크기에 미치는 효과

사서향 정제물(SA1 및 SA2) 10 mg/kg을 광혈전술 10분 전에 대퇴정맥내로 주사하고 광혈전술 후 24 시간째에 실험동물을 단두치사하여 뇌경색의 크기를 측정하였다. 그림 5에 보는 바와 같이 SA1은 대조군에 비하여 1, 2 및 3번 절편의 경색 면적을 유의하게 감소시켰다( $P < 0.001$ ,  $P < 0.01$  및  $P < 0.001$ ).

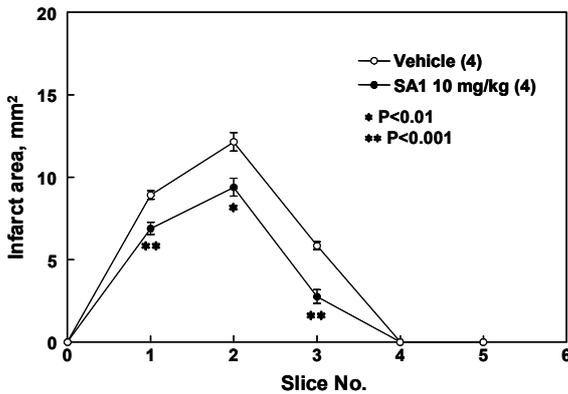


Fig. 9-5. Effect of SA1 on cerebral infarct area in mice.

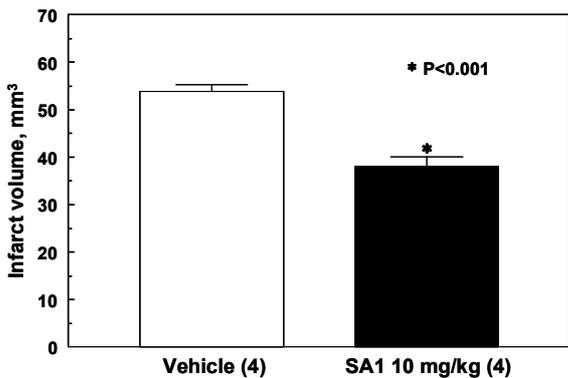


Fig. 9-6. Effect of SA1 on cerebral infarct volume in mice.

나아가 SA1은 그림 6에서 보는 바와 같이 전체 뇌경색의 용적을 대조군에 비하여 유의하게 감소시켰다( $P < 0.001$ ).

한편 SA2가 뇌경색의 크기에 미치는 효과는 그림 7 및 8에서 보는 바와 같이 대조군과 큰 차이를 보이지 아니하였다.

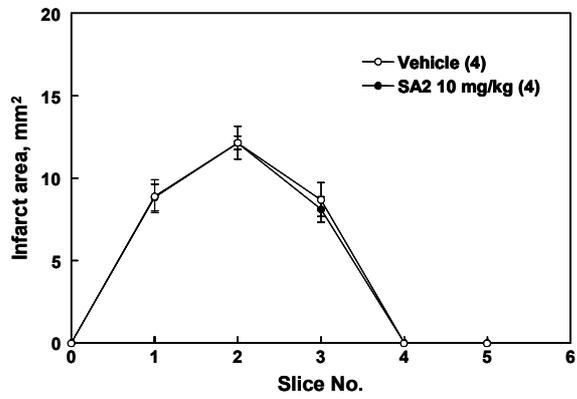


Fig. 9-7. Effect of SA2 on cerebral infarct area in mice.



Fig. 9-8. Effect of SA2 on cerebral infarct volume in mice.

제 10절 서사향이 비만세포에 미치는 영향

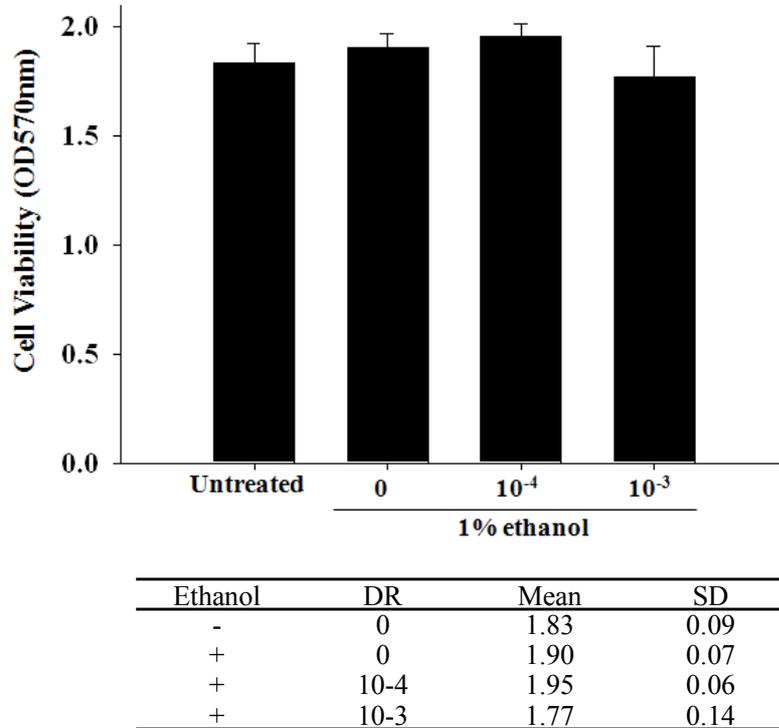
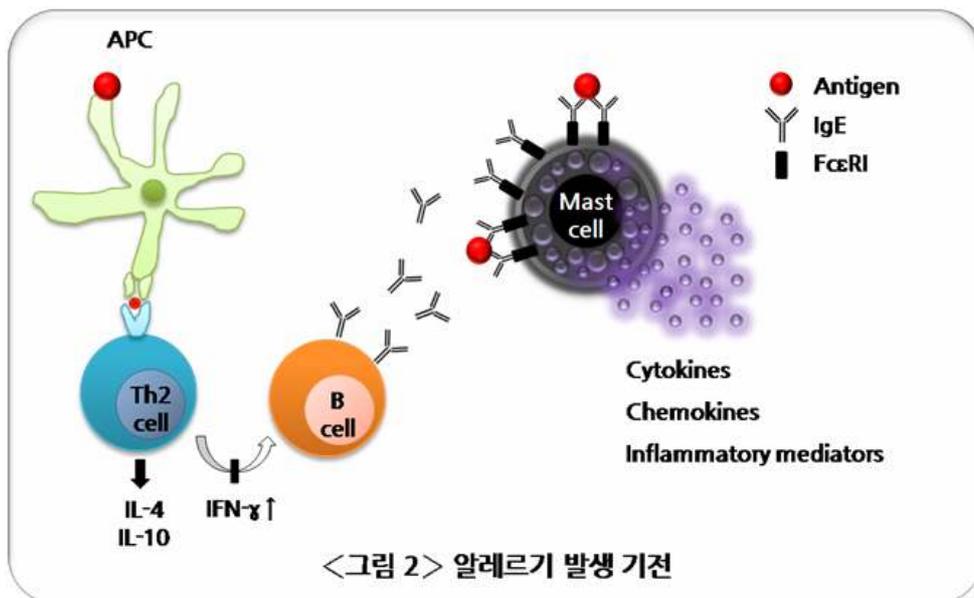
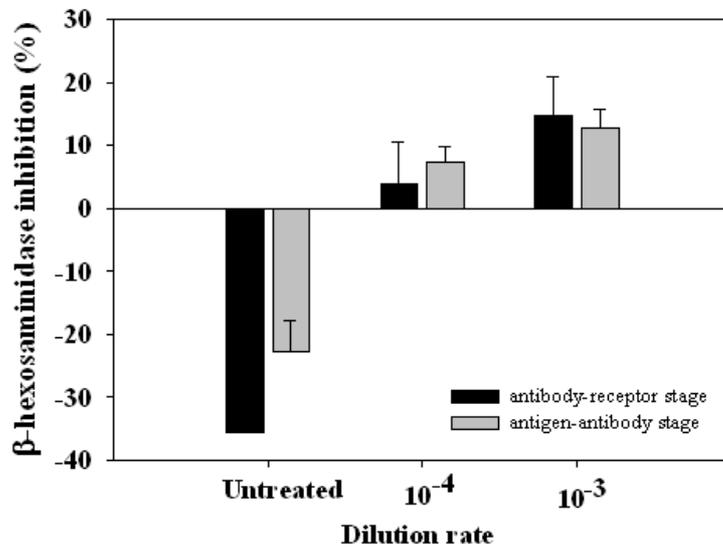


Fig. 10-1. RBL-2H3 비만세포의 생존률에 미치는 영향





DR	antibody-receptor		antigen-antibody	
	Mean	SD	Mean	SD
Untreated	-35.58	5.64	-22.69	4.87
10-4	3.98	6.62	7.45	2.39
10-3	14.74	6.23	12.68	3.03

Fig. 10-3. 비만세포 탈과립에 의한  $\beta$ -Hexosaminidase의 유출에 대한 저해효과

RBL-2H3 cells은 세포표면에 수십만 개의 IgE수용체가 존재한다. IgE에 감작된 후에 이 세포는 항원에 반응하고 histamine을 방출한다.  $\beta$ -hexosaminidase는 비만세포의 분비과립에 저장되어 있다가, 비만세포가 면역학적으로 활성화될때 histamine과 함께 분비되므로 비만세포 탈과립의 표지인자로서 사용된다. 면역반응을 일으키기 위해 사용된 자극제는 IgE-DNA-HSA complex로 이를 이용하여 자극한 경우  $\beta$ -Hexosaminidase의 release는 Dastych 등과 Schwartz 등의 방법을 이용하여 측정하였다.

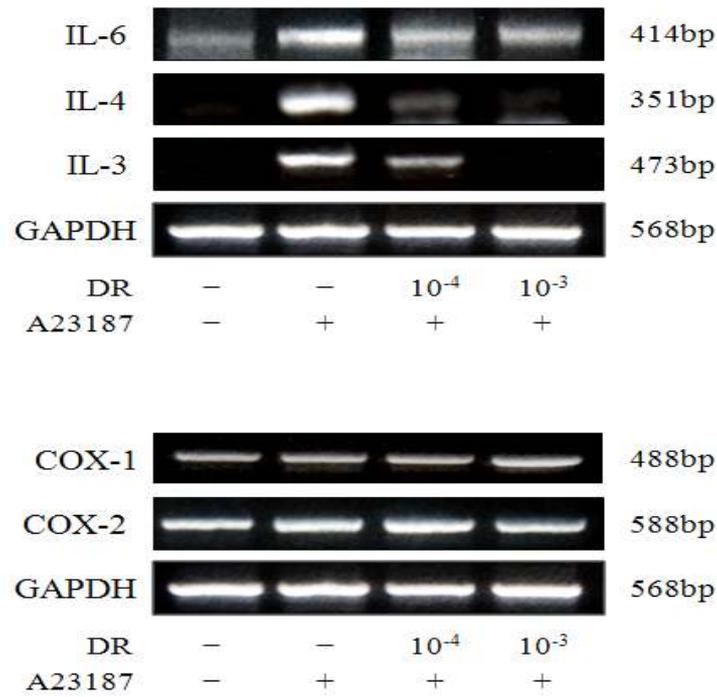


Fig. 10-4. Mast cell release mediator mRNA expression

비만세포의 탈과립에 의해 유출되거나 세포막지질에서 새로 합성되는 대표적인 물질은 histamine, leukotriene, prostaglandins, IL-3, IL-4, IL-5, IL-6, TNF- $\alpha$  등으로 IgE 항체생산, 기관지평활근의 수축, 점막 표면에 대한 선세포의 분비 항진 작용 등을 나타내어 즉시형 알러지 및 염증반응을 일으켜 알러지 초기 반응을 유도한다. 비만세포와 호염구의 세포막이 과열됨으로써 arachidonic acid 대사체가 생성되고 유리된다. cyclooxygenase(COX)는 prostaglandins, prostacyclines, thromboxanes 등을 생성한다. 비만세포의 활성화를 유도하기 위해서 사용된 A23187는 비만세포를 자극하여 세포내  $Ca^{2+}$  유입과 증가를 유도하는데 증가된  $Ca^{2+}$ 은 비만세포를 활성화시키는 필수적인 매개인자로 여겨지고 있다.

## 제 11 절 Musk-rat 모피가공처리

### 1. 모피 채취 시기 및 박피방법

#### 1) 모피 채취시기

털의 발생상태와 품질, 색상과 광택 등은 동물의 영양과 건강상태에 따라 좌우되지만 계절에 따라서도 변화된다. 대체로 봄부터 여름에 걸쳐 대부분의 동물은 겨울철의 보온성이 있는 세모는 빠지고, 조모는 광택이 없어지고 퇴색되며, 빠지기 쉽게 된다. 늦가을부터 이른 겨울에 걸쳐서는 소위, 동모로 바뀌어 세모는 다시 밀생하고 조모도 신생하여 광택도 좋아지며, 모근부도 견고하게 된다. 따라서 모피는 Dressing 후에도 탈모가 적고 털은 보온성과 같이 장식을 위하여 다 같이 적합하게 되어 최상급 품질의 모피상태로 된다. 모피생산을 위하여 양식 모피동물의 도살 시기는, 이와 같이 털의 질과 색 등이 모피로서 가장 우수한 때이다. 따라서 Musk-rat 모피 채취 시기는 12월 처음으로 온도가 영하로 떨어지는 1주일 정도가 가장 적당할 것으로 사료된다.

#### 2) 박피방법

##### ① 통박법(Cased handled method)

동물을 거꾸로 매어단 상태에서 양쪽 뒷다리의 안쪽을 항문 주위와 이어지게 절개하고, 근육으로부터 분리하여 일부를 벗겨 쥔 다음, 뒤집는 상태로 잡아당겨 벗겨낸다.

##### ② 평박법(Opened handled method)

동물을 눕혀 놓은 상태에서 네 다리 안쪽과 복벽 정중앙선을 절개하여, 옷을 벗기는 방식으로 벗겨낸다.



Fig. 11-1. 통박법



Fig. 11-2. 평박법

이 두 가지 중에서 가공이나 모피의 질을 고려할 때 평박법 보다는 통박법이 더 좋을 것이다. 가공 처리 시 단계별로 가죽 면과 털의 부분이 따로 가공되는데, 평박법으로 하게 되면 가죽부분과 털의 부분이 동시에 처리를 받게 되므로 품질이 좋지 않을 수 있으며, 복부 부분이 가장 좋은 세모부분인데 복부를 가르면 가장 좋은 부분이 손상될 수 있기 때문이다.

### 3) 모피의 건조

바로 벗겨낸 생모피는 피하지방을 떼어버리고, 통박한 것은 개장기를 끼워놓고 평박한 것은 접히거나 주름진 곳이 없게 펴서 건조한다. 건조실의 시설이 있는 경우에는 상대습도(RH) 40% 아래에서 20℃ 내외의 온도로서 3일 내외에 건조시킬 수 있으나, 이와 같은 건조시설이 없는 경우에는 통풍이 잘 되는 곳에서 직사광선을 피하여 그늘에서 자연 건조한다. 직사광선이나, 또는 직접 고열로 건조하게 되면, 표층만이 빨리 건조하게 되어 “Blistering”을 일으켜 내층으로부터의 수분증발이 방해되고, 이것은 저장, 수송 중에 피질의 변질, 부패를 일으키고, 유제 시의 수침처리(soaking) 시에 탈모반(taint)을 일으키는 원인이 된다. 건조는 미생물의 번식을 방지하기 위한 것으로, 세균류는 수분이 30% 이하, 곰팡이류는 12% 이하로 되어야 하므로, 건조 모피의 수분은 12% 이하로 되어야 한다. 건조된 원모피는 상대습도 50%, 5~7℃의 낮은 온도에서 저장하는 것이 바람직하다. 만약 건조하지 않는 경우에는 생모피를 소금물에 한번 담그고 난 후, 다시 소금을 골고루 뿌려 부패되지 않도록 염장처리를 한다.

### 4) 수놈과 암놈의 차이

- ① 수놈 ; 털이 길고 암놈보다 거칠다.  
가죽이 두껍고 크기가 크다.  
제품 제작 시 소요량이 적게 드는 반면 무겁고 맵시는 덜하다.
- ② 암놈 ; 털이 부드러우며, 잔잔하다.  
제품 제작 시 다양하고 세련된 디자인을 창출할 수 있고, 수놈 보다는 가볍다.

## 2. 모피 Dressing(가공)

인간이 사용할 수 있는 동물들의 가죽 면을 약품 처리하여 옷을 만들 수 있게 하기 위한 처리공정이다. 즉 동물들의 지방질을 제거하여 가죽이 질기고 부드러우며 보존성이 있어야 모피 제품을 제작할 수 있기 때문이다.

1) DRESSING 목적

- ① 질기고 ② 가볍고 ③ 보존성 ④ 부드러움

2) Musk-Rat DRESSING PROCESS(Musk-Rat 가공 공정도)

Musk-Rat 모피 가공 공정은 밍크 가공공정과 같은 공정을 거쳤으며, 그 공정은 다음과 같다.

Table 11-1. Musk-Rat 가공 공정도

순서	Process	Time	Side	작업 목적
1	Pre-soaking	2-3	Hair	- 건조된 상태의 가죽을 약품에 불려서 뒤집기 위한 공정 - 땀 쪽의 불순물 제거(기름, 털에 붙어 있는 이물질 등)
2	Soaking	O/N	Leather	- 다음 공정을 위한 전처리로서 Leather side의 기름제거 및(Skiving 준비를 위한 공정) 화학약품 침투가 용이 하도록 하기 위한 공정
3	Washing	1-2	Leather	- 위 공정에서 제거치 못한 천연 기름성분을 화학약품을 이용하여 제거시키는 세척
4	1) Pickving	O/N	Fur	- Natural skin은 침산 작용으로서 Leather side의 Acid기를 침투시켜 가죽의 조직을 Open 시켜주는 공정
	2) Metallic	O/N	Fur	- Metallic은 자연 그대로 갖고 있는 붉은 기의 털 색깔을 FeSO <sub>4</sub> (유산철)를 이용하여 착염시키는 공정
	3) Reinforce	O/N	Fur	- Reinforce는 Metallic 공정보다 더 강하게 작용하는 염료를 이용하여 붉은 기를 Cover 하는 공정
	4) T/Reinforce	O/N	Fur	T/Reinforce→Reinforce 보다 더 강하게 많은 염료를 사용하여 고품질의 Ranch화 시키는 공정
5	Tanning	O/N	Leather	- 위 상태와 같이 화학약품을 이용하여 상품

				적 가치를 높이기 위해 여러 번 가죽처리 및 Fur side의 처리를 하게 되면 가죽이 이완된 상태에 이르게 된다. 이것을 방지하고 방부처리도 하는 공정으로서 Alum을 사용하여 가죽 조직을 탄탄하게 형성시키기 위한 처리로서 가죽의 장기간 보관에도 부패되지 않도록 하기 위한 공정
6	Dry	3	Leather	- 위 공정 처리에서는 여러 화학약품을 이용하여 화학적 처리가 된 상태를 건조시키기 위해 건조기와 톱밥을 이용하여 젖어있는 가죽의 수분을 제거시키며 다음 공정에서 약품이 잘 침투되도록 하기 위한 공정임
7	Oil drum 및 Kicking		Leather	- 가죽에 오일을 골고루 묻혀주며 물리적인 힘을 가해 가죽 속에 오일이 침투되도록 하기 위한 공정
8	Stretching 및 Skiving		Leather	- 가죽을 평평하게 눌러 줌으로서 Skiving이 용이 하도록 해주는 공정
9	Saw Dust Degreasing		Leather	- 가죽 속에 침투된 오일을 100% 중 80% 정도를 서서히 제거해 주는 공정
10	Con, Drum 및 Skiving		Leather	- 가죽 면을 다시 한번 깎아주는 공정
11	Stretching 및 Roping		Leather	- 본래의 형을 찾기 위함과 동시 가죽면의 유연성을 찾아주기 위한 공정
12	1차 가죽 Saw Dust		Leather	- 가죽 쪽의 유연성을 갖게 하기 위하여 약간의 화학약품과 톱밥을 이용하여 회전시켜주는 공정
13	2차 가죽 Saw Dust		Leather	- 위 공정과 마찬가지로 새로운 톱밥을 이용하여 좀더 유연성을 확보하기 위한 공정
14	Kicking		Leather	- 가죽 상태의 부드러움을 찾기 위해 물리적인 힘을 가해주는 공정

15	Stretching 및 Roping		Leather	- 본래의 형을 찾기 위함과 동시에 가죽의 유연성을 찾기 위해 “옆과” “길이”로 늘려 주는 공정
16	Turn 및 1차 Fur Saw Dust		Fur	- 위 공정까지는 가죽 면을 위한 공정이지만 다음은 Fur side의 오일기 제거 및 털을 펴주기 위한 공정
17	Fur side 2, 3차 Saw Dust		Fur	- 위 공정과 같은 원리로서 Fur side의 품질을 좀더 높이기 위한 공정
18	Cage 및 Combing		Fur	- 다음 “공정”에서 “공정”으로 연결될 때마다 톱밥 및 먼지를 털어주며 털 쪽이 평행하게 보이도록 빗질하는 공정
19	Finishing		Fur	- 상품적 가치를 높이기 위해 색상별 선별을 하며 적당량의 Skin 수량만큼씩 묶어 출고 시킴.

### 3. 염색(Dyeing)

dressing이 끝난 후 염색하지 않고 사용하기도 하고, 유행에 맞게 요구되는 모피색을 얻기 위해 염색해서 사용하기도 한다.

염색은 유액에 담그어 유제한 다음 oiling 하기 전에 하기도 하고, dressing 이 완성된 후 하기도 한다.

모피의 염색법에는 산화염색법과 산성염색법의 2가지가 있다.

#### 1) 산화염색법(Oxidation dyeing)

산화염료를 쓰며, 낮은 온도에서 염색하기 때문에 저온염색법이라고도 한다. 즉 내수성 및 내열성이 없는 모피를 32~35℃의 저온에서 견실한 염색을 할 수 있다. 털 조직 내에 침투한 염료는 산화에 의하여 염색되며, 그 색조는 베이지색, 차색, 흑색 등이 일반적이며 적색, 청색, 황색 등 맑고 밝은 색은 염색이 어렵다. 또 이 방법은 조모와 세모가 다 같이 염색되는 것이 특징으로 되어 있다. 산화염색법에

는 다시 매염염색법과 직접염색법이 있다.

① 매염염색법 순서

킬링(Killing)→매염(Mordanting)→염액 침(Coloring, dyeing)

② 직접염색법

2) 산화염색법(Acid dyeing)

산성상태에서 털 단백질과 결합하는 산성염료를 쓰며, 염색에는 60~65℃의 고온이 필요하므로 고온염색법이라고도 한다. 따라서 모피는 먼저 크롬처리로 내수성과 내열성을 갖게 한 다음 염색을 하게 된다. 이 방법으로는 거의 모든 색조를 나타나게 염색할 수 있으나, 일반적으로 세모는 호염되나 조모는 난염인 결점이 있고, 또 이 방법으로 염색 처리한 모피는 그 피질이 굳어지고, 신장성도 떨어지는 단점이 있다. 본 과제에서는 산성염색법을 채택하였으며, 그 공정은 아래와 같다.

① 내열처리

salt 40 g/l, N대 chrome 20 g/l, 세제(Non-ion 계통)

↓35℃ overnight(Float 20:1)

Next morning Soda ash(경회) 3g/l

↓

3시간 후 take out

↓

wash

② 염색

Acid dye-stuffs 2g/l, 균염제 0.5g/l

↓at 60℃, 3시간

30분 후 Formic acid 1g/l

↓

2시간 30분 후 take out

염색이 끝난 후→ 건조→ 오일처리→툽밥 태고→완성

4. 열전달특성 실험방법

의복을 착용했을 때에 인체가 느끼는 쾌적감은 표면 접촉감각, 외부환경과 인체의 운동조건에 의해 적절히 체온조절을 했을 때의 온열감, 피복의 동작 적응에 관련된 역학적 쾌감 등 복합적인 요인들에 의해 나타남으로 쾌적감을 평가하는 것은 아주 중요한 의미를 가진다.

의복을 입었을 때 인체가 느끼는 안락감은 활동하는 동안에 생산되는 에너지 량과 소비되는 에너지 량의 평형상태가 유지될 때 느낄 수 있으며, 의복은 인체와 환경사이에서 이 에너지의 열 균형을 조절해 주는 역할을 한다. 특히 우리 몸 가운데

접촉 냉온감을 감지하는 말초신경의 대부분이 피부에 있기 때문에 인체의 쾌적성은 피부와 의복간의 미세 기후 층과 밀접한 관계가 있다. 의복 착용 시 인체의 쾌적감에 영향을 미치는 인자는 여러 가지가 있겠지만 그 중 중요한 인자는 접촉냉온감과 의복을 통한 열의 이동특성이다.

열전달특성을 KES-F7(Thermolabo II, Kato Tech. Co., Ltd., Japan)을 사용하여 실내온도 20±2℃, 상대습도 65±5% 상태인 항온 항습실에서 Qmax, 열전도, 보온성을 아래와 같은 방법으로 산출하였다.

sample 1-1은 12월 달에, sample 1-2, 1-3은 10월 달에 채취한 모피이다.

### 1) Qmax

Qmax는 열 공급관을 시료에 순간적으로 접촉시켜 순간 접촉 냉온감을 나타내는 것으로 그 값이 작을수록 온감이 강하고 클수록 냉감이 강함을 나타내는데 3가지 시료 모두 표면(털)부분에 비해 이면(가죽)부분의 Qmax 값이 작게 나왔으므로 이면이 표면보다 더 따뜻한 느낌임을 알 수 있다.

Table 11-2. 사양취 모피의 Qmax조성

Sample		1회	2회	평균(Q <sub>max</sub> )
1-1	표면(털)	0.131	0.114	0.123
	이면(가죽)	0.095	0.084	0.090
1-2	표면(털)	0.136	0.110	0.123
	이면(가죽)	0.080	0.069	0.075
1-3	표면(털)	0.120	0.095	0.108
	이면(가죽)	0.047	0.054	0.051

### 2) 열전도도

열전도도는 열 공급 관을 시료의 표면, 이면에 2분간 가하였을 때의 열의 전도도를 알아보는 것으로서 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\lambda \text{ (W/cm}^2\cdot\text{K)} = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

여기서 λ : Thermal conductance

Q : heat loss by the hot plate (W)

A : area of specimen (cm<sup>2</sup>)

ΔT : temperature difference between the hot plate and the water box (K)

를 의미하고, 본 실험에서는 A : 25cm<sup>2</sup>, ΔT : 10℃로 하여 측정하였으며, 결과는

다음과 같다.

표면(털)에 비해 이면(가죽)의 열전도율이 다소 높게 나타났다. 또한 12월 달에 채취한 모피의 열전도도가 10월 달에 채취한 모피보다 높게 나타났다.

Table 11-3. 사향쥐 모피의 열전도도

Sample		1회	2회	평균(Q)	열전도도 (W/ cm <sup>2</sup> ·K)
1-1	표면(털)	0.45	0.46	0.46	0.0018
	이면(가죽)	0.68	0.61	0.65	0.0026
1-2	표면(털)	0.53	0.47	0.50	0.0020
	이면(가죽)	0.57	0.52	0.55	0.0022
1-3	표면(털)	0.50	0.45	0.48	0.0019
	이면(가죽)	0.60	0.54	0.57	0.0023

### 3) 보온성

열 공급판 위에 시료를 얹어서 그 시료의 보온성을 알아보는 실험으로서 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Heat keeping rate (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

여기서 W<sub>0</sub> : heat loss of BT box (W/m<sup>2</sup>)

W<sub>1</sub> : heat loss when covering the sample using the dry method (W/m<sup>2</sup>)

실험결과는 3가지 시료 모두 털로 되어있는 표면은 보온성 값이 0로 나타났는데 이는 털 사이사이의 공간으로 열이 방출되어 보온성 측정자체가 불가능하였고 이면의 가죽부분의 보온성은 1-1시료가 다소 크게 나타났다. 즉 10월에 채취한 모피보다 12월에 채취한 모피의 보온성이 4% 정도 높게 나왔다.

Table 11-4. 사향쥐 모피의 보온성

Sample		1회	2회	평균	보온성 (%)
None		1.00			
1-1	표면(털)	1.29	1.55	1.42	0(-42)
	이면(가죽)	0.48	0.65	0.57	43
1-2	표면(털)	1.21	1.26	1.24	0(-24)
	이면(가죽)	0.60	0.62	0.61	39
1-3	표면(털)	1.34	1.11	1.23	0(-23)
	이면(가죽)	0.65	0.56	0.61	39

## 제 12절 Musk-rat 모피 가공 제품

### 1. Musk-rat 모피가공시 불량발생 원인 분석

- ① 모피 전반에 균일한 염장이 되지 않아 부분적으로 털이 빠짐-골고루 염장이 되도록 가죽부분과 모피부분(특히 모피 전반에 걸쳐서)에 세세한 염장이 필요함.
- ② 현재는 모피가 대량으로 생산되지 않아, 박리 후 보관하였다가 한꺼번에 보내오기 때문에 보관 중의 변질 발생. 특히 더운 여름에 생산된 것은 온도뿐만 아니라 장모가 나오는 시기이기 때문에 털이 잘 빠짐-염장 후 바로 가공하는 것이 좋으나 그렇지 않은 경우 냉동하여 보관하고 운송 중에는 얼음을 넣어서 변질을 막아주어야 함.

### 2. Musk-rat 모피제품 디자인 및 상품화

- ① 모피제품 디자인-고급스러움을 강조하기 위해 염색을 하지 않고 원모의 색상을 그대로 살려서 디자인
- ② 다양한 제품을 상품화
- ③ 대중화를 위한 다양한 제품 개발(반코트, 조끼, 숄, 목도리, 핸드폰 캡, 모자, 골프채 캡 등)
- ④ 1마리의 모피가 밍크에 비해서 작기 때문에 모피 디자인과 제작에 수공의 시간과 노력이 많이 들어감
- ⑤ 모피 제작 후 작은 짜투리들은 핸드폰 캡이나 골프채 캡 등 작은 제품 제작에 사용 가능



Fig. 12-1. 반코트 I



Fig. 12-2 반코트 II



Fig. 12-3. 목도리 I



Fig. 12-4. 목도리 II



Fig. 12-5. 슴



Fig. 12-6. 핸드폰 캡



Fig. 12-7. 골프채 캡 I



Fig. 12-8. 골프채 캡 II



Fig. 12-9. 조끼 I 앞면



Fig. 12-10. 조끼 I 뒷면



Fig. 12-11. 조끼 II 앞면



Fig. 12-12. 조끼 II 뒷면



Fig. 12-13. 모자 I



Fig. 12-14. 모자 II

### 3. Musk-rat 꼬리 힘줄 아미노산 분석

Musk-rat의 꼬리에서 힘줄을 채취하여 건조시킨 후 분말로 만들어 아미노산을 분석하였다. 그 결과는 아래 표와 같다.

Table 12-1. 사향쥐꼬리 인대의 아미노산 조성

Amino acid	Mw	Protein	Quantity (pg)	Concentration (pg/ug)	Concentration (ng/ug)	mg% (mg/ $\mu$ g)	(mol/total mol)%
Cys	103.14	54.710	5642.8	9028.5	9.0	0.009	0.13
Asp	115.08	1383.550	159218.9	254750.3	254.8	0.255	3.28
Glu	129.11	2390.090	308584.5	493735.2	493.7	0.494	5.67
OH-Pro	131.00	4766.350	624391.9	999027.0	999.0	0.999	11.31
Ser	87.07	1478.290	128714.7	205943.5	205.9	0.206	3.51
Gly	57.05	15768.620	899599.8	1439359.6	1439.4	1.439	37.42
His	137.14	74.640	10236.1	16377.8	16.4	0.016	0.18
Arg	156.18	1993.380	311326.1	498121.7	498.1	0.498	4.73
Thr	101.10	562.980	56917.3	91067.6	91.1	0.091	1.34
Ala	71.07	3933.830	279577.3	447323.7	447.3	0.447	9.34
Pro	97.11	4943.710	480083.7	768133.9	768.1	0.768	11.73
Tyr	163.17	291.380	47544.5	76071.2	76.1	0.076	0.69
Val	99.13	955.660	94734.6	151575.3	151.6	0.152	2.27
Met	131.19	341.360	44783.0	71652.8	71.7	0.072	0.81
Cys2	204.14	46.650	9523.1	15237.0	15.2	0.015	0.11
Ile	113.15	325.970	36883.5	59013.6	59.0	0.059	0.77
Leu	113.15	886.960	100359.5	160575.2	160.0	0.161	2.10
OH-Lys	198.60	294.710	58529.4	93647.0	93.6	0.094	0.70
Phe	147.17	362.390	53332.9	85332.7	85.3	0.085	0.86
Trp	186.20	204.010	37986.7	60778.7	60.8	0.061	0.48
Lys	128.17	1080.080	138433.9	221494.2	221.5	0.221	2.56
total		42139.320	3886404.134	6218246.614	6218.247	6.218	100

여기서 각 부호는 Cys ; Cysteine, Asp ; Asparatic acid, Glu ; acid, Pro ; Proline, Ser ; Serine, Gly ; Glycine, His ; Histidine, Arg ; Arginin, Thr ; Threonine, Ala ; Alanine, Pro ; Proline, Tyr ; Tryosine, Val ; Valine, Met ;

Methionine, Ile ; Isoleucine, Leu ; Leucine, Lys ; Lysine, Phe ; Phenomenon, Trp ; Tryptophan 이다.

아미노산은 한 분자 내에 아미노기와 카르복시기를 함께 가지는 유기화합물의 총칭이다. 아미노산은 생물이 살아가는 데 필수 단백질을 구성하는 유기화합물이기 때문에 중요한 성분이다. 식물 속의 단백질은 소화효소에 의해 아미노산으로 분해된 후, 체내에 흡수된다. 흡수된 아미노산은 더욱 분해되어 에너지원이 되거나 유전정보에 따라서 연결되고 합해져서 여러 종류의 단백질이 만들어진다. 새로 생긴 단백질은 생물체의 구성성분이 되거나 효소로서 생체의 중요한 기능을 담당하게 된다.

아미노기 대신 수식(modification)된 아미노기나 이미노기 -NH-를 가지는 것, 카르복시기 대신 술포기 -SOH를 가지는 것도 아미노산에 포함시키는 경우가 많다. 아미노산은 카르복시기가 산의 성질을, 아미노기가 염기의 성질을 나타내므로 양쪽 성 전해질로 알려져 있다. 19세기 초부터 현재에 이르기까지, 생물에서 수백 종류의 아미노산이 발견되었으며 동식물이나 그 성분에 연유하여 이름을 붙인 것이 많다. 20종의 아미노산은 모두  $\alpha$ -아미노산으로,  $\alpha$ -탄소원자에는 카르복시기·아미노기·수소원자 및 각 아미노산 고유의 기(결사슬) 등 총 4개가 결합되어 있다. 이 경우 결사슬이 수소원자인 글리신을 제외하고는  $\alpha$ -탄소 원자가 모두 비대칭탄소원자이므로 두 입체(광학) 이성질체인 D-형과 L-형이 존재한다. 단백질을 구성하는 아미노산은 모두 L-형이다(입체특이성이 있다고 한다). 이것은 화학적으로 합성한 아미노산이 D-형과 L-형의 혼합물(라세미체)인 것과 달리, 생체 내에서 일어나는 반응의 두드러진 특징의 하나이다. D-형 아미노산은 생체 내에서 드물지만, 세균의 세포벽이나 어떤 종류의 항생물질 등에는 함유되어 있다. 또 단백질 중에는 이 20종 이외의 아미노산이 함유되어 있는 것이 있는데, 이것은 20종 가운데 어떤 아미노산이 단백질 합성 후에 수식을 받아 변화한 것이다. 단백질은 아미노산이 수십 개에서 수천 개 결합하여 생긴다.

아미노산을 생합성하는 능력은 생물종에 따라 다르다. 사람은 단백질을 구성하는 아미노산 20종 가운데 10종(Arg, Ile, Trp, Thr, Val, His, Phe, Met, Lys, Leu)을 충분히 합성할 수 없기 때문에 식물로서 섭취하지 않으면 안 된다. 이것을 필수 아미노산이라 한다. 고등식물은 20종의 아미노산 전부를 합성하며, 미생물은 종에 따라 합성능력이 각각 다르다. 어떠한 경우라도 아미노산은 탄수화물대사 즉 해당계, 펜토오스-인산경로, 시트르산회로의 중간물질에서 합성된다. 이때 직접적인 질소원은 암모니아이지만 식물과 일부 미생물에서는 질산염을, 뿌리혹박테리아 등에서는 질소기체를 암모니아로 변화시키는 것이 가능하므로, 이러한 반응도 생태계적 관점에서 중요하다. 또 아미노산을 재료 또는 재료의 일부로서 생합성하는 것으로 단백질 외에 핵산의 염기, 헴 등이 있다. 실험실에서의 아미노산 화학합성법으로는

슈트레커법이 유명하다. 이것은 알데히드에 시안화수소와 암모니아를 반응시킨 후, 가수분해하는 방법이다.

공업적인 면에서 보면 여러 가지 아미노산 가운데 L-글루탐산(화학조미료), D, L-메티오닌(사료첨가물), L-리신(사료첨가물), 글리신(식품첨가물)이 주요 생산품이다. 다른 아미노산은 의약품으로서 주로 이용된다. 이들은 미생물에 의한 발효법(글루탐산·리신 등), 화학합성법(메티오닌·글리신 등), 이 두 방법의 조합(아스파르트산·알라닌 등), 단백질 분해물에서의 석출(티로신·시스틴 등)과 같은 방법으로 만들어진다.

앞에서도 기술하였듯이 사람은 단백질을 구성하는 아미노산 가운데 10종(Arg, Ile, Trp, Thr, Val, His, Phe, Met, Lys, Leu)을 충분히 합성할 수 없기 때문에 음식물로서 섭취하지 않으면 안 되는데, Musk-rat의 꼬리 힘줄에서는 이들 10종의 아미노산을 모두 갖추고 있었다. 즉 Arg는 전체 아미노산 중 4.73%로 가장 높았고, 다음으로 Lys가 2.56%, Val이 2.27%, Leu가 2.10%, Thr이 1.34%, Phe가 0.86%, Met가 0.81%, Ile는 0.77%, Trp가 0.48%, His가 0.18%의 순이다.

glycine은 천연에 존재하는 amino산 중에서 가장 간단한 구조를 한 α-amino산의 하나로 가지런하지 않은 탄소원자를 갖지 않는 유일한 amino산이다. 시판의 glycine은 화학합성품으로 종래는 새우의 감미로서 조미의 목적으로 사용되어 왔는데, *Bacillus*속에 대한 제균효과에 이용되게 되었다. 그러나 곰팡이, 효모 등에 대해서는 거의 효과는 없다.

현재 glycine은 sodium acetate, lysozyme 등과의 상승효과가 인지되어, 이들의 제제는 수산반죽제품, 면류, pickle, 양코 류 등에 폭넓게 사용되고 있다.

Musk-rat의 꼬리 힘줄에서 가장 많은 비중을 차지하는 아미노산은 glycine으로 전체 아미노산 중 37.42%를 차지하고 있었다.

이와 같은 결과들로부터 Musk-rat의 꼬리 힘줄은 식품 또는 의료용의 봉합사나 약품의 재료로의 사용 가능성을 알 수 있었으며, 향후 더 많은 연구들을 할 가치가 충분히 있다고 사료된다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1절 연구개발목표의 달성도

연구개발목표	목표 달성도 및 기여도	달성도(%)
◎ 사향귀의 효율적인 번식방법 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 사향귀의 번식 생리 특성 파악</li> <li>◇ 사향귀의 번식효율 향상기술 개발</li> <li>◇ 사향귀 번식기술 체계 확립</li> </ul>	100
◎ 사향귀의 사양방법과 인공사료의 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 사향귀의 습성과 식성 파악</li> <li>◇ 사향귀 인공사육사의 개발</li> <li>◇ 성장 단계별 인공 사료의 개발</li> </ul>	100
◎ 사향귀의 사향 채취방법과 고기의 이용 방안 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 사향귀의 사향의 분비시기 및 채취시기·간격파악</li> <li>◇ 사향귀의 사향의 채취도구 및 방법의 개발</li> <li>◇ 사향귀의 육류 자원으로의 이용 방안 개발</li> </ul>	100
◎ 사향 분리정제 확립과 제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 사향의 추출·정제 및 농축방법의 개발</li> <li>◇ 사향분리시스템 확립</li> <li>◇ 사향 구조동정 및 생리활성 파악</li> <li>◇ 사향 제품 개발</li> </ul>	100
◎ 사향귀 모피와 꼬리 이용 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 꼬리의 힘줄을 이용한 수술용 봉합사의 개발</li> <li>◇ 사향귀 모피의 가공 기술 개발</li> <li>◇ 모피와 봉합사의 시제품 생산</li> </ul>	100

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1절 기대효과

#### 1. 기술적 측면

- ▶ 사향쥐의 생식기 구조와 해부학적 구조를 조사함으로써 향후 번식기술의 발전에 필요한 기초자료를 제시함으로써 농가에서 이 기술을 활용토록 함.
- ▶ 사향쥐의 습성과 식성 및 인공배합사료의 제조방법을 제시함으로써 향후 대량사육을 가능하게 하는 사육 기술을 제시함.
- ▶ 사향쥐의 습성에 맞는 전문적인 사육조의 구조를 개발하여 농가에서 이 결과를 활용토록 함.
- ▶ 사향쥐의 사향분비 시기, 채취방법 및 채취기구를 개발하여 체계화 함으로서 안전하고 효율적인 사향의 채취를 가능케하는 방법을 제시함.
- ▶ 사향쥐 고기의 이화학적 성질을 구명하여 식육자원으로 활용 가능성을 타진하고, 그에 필요한 기초자료를 제시함.
- ▶ 노루사향과 서사향의 구성성분을 구명함으로써 사향의 진위를 정확히 판정할 수 있는 방법을 확보함.
- ▶ 서사향 내의 항혈전 물질을 분리 동정하는 기술을 확보함으로써 의약품으로서의 이용 가능성을 확보함.
- ▶ 사향의 약리성은 한의에서만 인정하여 왔으나, 동물체내에서는 최초로 (5E,9E)-tetracos-5,9-dienoic acid와 (5Z,9Z)-hexacos-5,9-dienoic acid를 발견하는 개가를 올림으로서 과학적인 약효 연구를 시작하는 계기를 마련하였으며, 향후 아스피린의 항혈전 효과의 약 4,000배의 효과를 가진 새로운 의약품의 원료로 활용할 수 있는 가능성을 제시함.
- ▶ 사향쥐의 모피를 처리하는 방법과 원피를 가공처리하는 방법, 그리고 다양한 제품의 생산 모델을 제시함으로써 농가의 이윤 증대 기술을 제시함.
- ▶ 의약분야 : 서사향의 약리효과를 이용한 의약품개발에 기여
  - 항혈전제 개발에 서사향 정제물의 이용가능하다.
  - 심혈관질환 개선제 개발에 서사향을 활용할 수 있다.
  - 사향의 대체의약품 개발에 서사향의 약리성으로 높은 가능성을 갖고 있다.
- ▶ 향장분야 : 천연 고급향장품 개발에 기여
  - 서사향 향기성분을 이용한 고급천연향 개발로 향장산업에 기여할 수 있다.
  - 서사향의 피부개선효과를 활용한 기능성화장품개발에 기여할 수 있다.
- ▶ 농업분야 : 서사향 분변의 항균활성과 살충활성을 이용한 친환경농업에 적용할 수 있다.

## 2. 경제 · 산업적 측면

- ▶ 기존의 가축을 이용하는 축산이 여러 가지의 어려운 여건으로 어려움에 처한 현재 새로운 동물자원의 가능성을 제시함.
- ▶ 새로운 축산동물의 개발은 그와 관련된 산업 즉, 축사건설, 사료산업, 가공산업 등 타산업의 수요를 창출하게 됨으로서 산업계에 활기를 불어 넣을 수 있는 계기를 제공함.
- ▶ 사향은 대단히 고가이고, 전량 수입되고 있으므로 진위에 대한 불신이 만연하여 있는 상태로, 새로운 사향생산자원의 개발이 절실한 상황에서 천연사향의 생산을 실현하였다.
- ▶ 전통적인 한의약제에서는 사향노루의 사향을 주로 이용하고 있으나, 사향노루는 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora(CITES ;멸종 위기에 처한 동·식물의 국제 무역에 관한 조약; 일명 워싱턴 조약(Washington Convention))를 통하여 엄격하게 세계적 희귀동물로서 보호받고 있어서 우리나라는 국제사회로부터 비난을 받고 있는데, 이를 해결할 수 있는 방안을 제시하였다.
- ▶ 서사향에서 분리, 동정하는데 성공한 항혈전효과가 우수한 신물질 **(5E,9E)-tetracos-5,9-dienoic acid**와 **(5z,9z)-hexacos-5-9-dienoic acid**를 활용하여 신약개발의 가능성이 크다.
- ▶ 사향쥐의 모피는 방수성이 우수하고, 광택이 좋고 부드럽고 질이 대단히 우수하여, 타 고급 모피를 생산하는 동물의 모피를 대체할 수 있어서, 국내 모피산업의 활성화 가능.

## 제 2절 활용방안

- ▶ 본 연구를 통하여 습득, 정리된 자료와 기술을 활용하여 지속적으로 사향쥐 사육농가 및 농민, 생산자 단체를 대상으로 기술교육을 실시할 예정이고, 현장에서 애로점을 자문, 해결해주는 역할을 수행한다.
- ▶ 이미 사육농가들과 네트워크를 형성하였으며, 우선적으로 번식과 사육에 대한 기술을 집중적으로 보급하고, 사향쥐의 개체수가 늘어나면 고기와 모피의 가공기술을 교육할 계획이다.
- ▶ 협력업체인 주식회사 사향나라와 협조하여 지속적인 연구를 수행함으로써 향후 더욱 발전되고 효율적인 사육시설과 번식기술을 확립하여 나아갈 예정이다.
- ▶ 미국의 ICID(화장품원료고시)에 서사향을 등록시키는데 성공하였으며, 국내에서도 서사향을 의약품의 원료로 고시하도록 노력하여, 신약의 개발이 가능하도록 할 예정이다.
- ▶ 신물질 **(5E,9E)-tetracos-5,9-dienoic acid**와 **(5z,9z)-hexacos-5-9-dienoic acid**를 활용하여 한의약계와 양의약계의 연구진들과 약효의 검증 및 치료 기술을 개발하

는 사업을 진행할 계획을 준비중이다.

- 서사향의 생리활성을 이용한 국내의 제약회사들과 연계하여 의약품 개발에 활용한다.
- 서사향은 사향과 영묘향의 주 물질을 함유하고 있으므로 국내의 화장품과 향수 제조회사들과 연계하여 기능성 화장품과 향수개발에 활용한다.
- 사향의 대체 한약재원료 개발에 활용한다.
- 개발한 서사향의 품질검정법을 이용하여 서사향의 유통에 진위품 검사 등에 활용한다.
- 특허출원한 서사향의 정제법을 이용하여 의약품과 향장품의 목적성분을 공급하게 산업현장에 활용한다.

- ▶ 사향쥐의 개체수가 증가한 이후는 모피가공업체와 협력하여 제품생산을 추진한다.
- ▶ 사향쥐의 체포기구와 서사향 채취기구는 특허 또는 실용신안을 신청하고, 모든 연구의 결과는 학회에 논문을 투고함으로서 검증을 받을 예정이다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
중국의 특산연구소(중국 길림성 소개)	사향쥐 보존, 사육, 육종 보급	농가 분양중, 사육기술 지도, 보급
북한 보위부	사향쥐 사육, 사향 생산, 의약품 생산, 수출용 각종 제품 생산	사향 생산, 의약품 생산, 수출용 각종 제품 생산
유럽	인공합성사향의 유해성, 인체내 독성 실험 보고,	유해성, 인체내 독성 실험 보고,
US EPA	인공합성사향의 유해성과 환경오염, 수질 및 토양 오염	유해성 경고, 규제 준비,

- 중국은 차세대 농산물 수출 품목에 사향쥐를 포함시켜 많은 투자를 하고 있으며, 사향과 모피는 물론 사향쥐에서 얻어지는 부산물을 이용하는 연구에도 많은 기대를 걸고, 정부 차원에서 체계적으로 지원하고 있다. 연구자료에서 서사향 생리활성으로 심혈관에 대한 작용과 seborrheic keratosis, seborrhea에 대한 보고가 있다. 서사향의 독성평가는 길림성 과학청의 2001~2003연구과제로 피부독성 및 장기 이상증상, 번식과 생기능, 돌연변이 등에 무해하다는 연구결과를 보고하였다. 서사향을 화장품원료로 활용하기 위하여 SOD 활성, lipofuscin에 대한 활성, malonaldehyde의 생성량 감소에 대한 효과를 보고하였다.
- 북한은 사향쥐가 미래의 주요 외화 획득원이 될 것으로 기대하고 이미 그에 대한 연구를 보위부에서 전담하여 시작하였고, 북한의 국방위원장 김정일이 사향쥐의 생산과 연구에 종사하는 연구자들에게 훈장을 수여하며 이 분야에 대한 적극적인 관심을 보인 바 있다. 북한 연구자료에서 머스크랫을 인공적으로 사육하는 방법과 서사향을 채취하기 위한 방법으로 서사향이 머스크랫으로부터 자연적으로 분비된다는 것을 고찰하여 서사향을 채집하는 방법을 고안하였다. 그리고 서사향의 채취량과 기간을 늘리기 위한 방법으로 합리적인 사향채취주기를 확립하고, 서사향은 번식기에만 분비되어지는데 호르몬 주입으로 채취량을 늘리는 연구보고가 있으나, 인위적인 호르몬 투입방법이 단점이다.
- polycyclic계열의 향기성분들은 돌연변이 발생 등의 악영향을 미친다고 하였으며(Mersch-Sundermann 등, 2001), 인체 내에서의 잠재적 감광성(Cronin, 1984; Parker 등, 1986)으로 인해서 musk ambrette는 사용이 규제되다가 결국에는 1995에는 사용 금지되는 등(European Commission, 1995) 합성사향의 부작용에 대한 연구가 진행되고 있다.
- 인공합성사향은 인간의 유방암 조직에서 estrogen receptors(ERs)와 결합할 수 있고, 몇몇 종류의 인공합성사향은 광범위 약재의 인체전달물질의 활성을 저해

한다고 보고하였다(Luckenbach 와 Epel, 2005).

- 인공합성사향은 가정폐수 등의 유입으로 계류, 강, 호수에 다량 축적되어 있고, 이를 농업용수로 이용함으로써 농업토양에 축적될 위험이 있다고 보고(US EPA, 2000)하는 등 합성사향을 차세대 환경 오염물질로 주목하고 있다.
- 서사향의 구성성분에 대한 조사가 미약하며, 각 물질들의 생리활성과 기작에 대한 보고도 미약한 실정이다.

## 제 7 장 참고문헌

1. Bitsch, N., Dudas, C., Korner, W., Failing, K., Biselli, S., Rimkus, G., Brunn, H., 2002. Estrogenic activity of musk fragrances detected by the E-screen assay using human mcf-7 cells. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 43: 257-264.
2. Cronin, E., 1984. Photosensitivity to musk ambrette. *Contact Dermatitis.* 11: 88-92.
3. Eisenhardt, S., Runnebaum, B., Bauer, K., Gerhard, I., 2001. Nitromusk compounds in women with gynecological and endocrine dysfunction. *Environ. Res. A* 87: 123-130.
4. Eschke, H.D., Traud, J., Dibowski, H.J., 1994. Untersuchungen zum Vorkommen polycyclischer Moschus-Duftstoffen in verschiedenen Umweltkompartimenten-Nachweis und Analytik mit GC/MS in Oberflächen-, Abwässern und Fischen (1.Mitteilung). *UWSF\_ Z. Umweltchem. Ökotox.* 6: 183-189.
5. Eschke, H.D., Traud, J., Dibowski, H.J., 1995. Nachweis und quantifizierung von polycyclischen Moschus\_ Duftstoffen mittels ion-trap GC/MS/MS in Humanfett und Muttermilch. *Dt. Lebensm. Rdschau* 12: 375-379.
6. European Commission, 1995. Eightieth Commission Directive 95/34/EC of 10 July 1995 adapting to technical progress Annexes II, III, VI and VII to Council Directive 76/768/ EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. *official Journal of the European Communities L* 167: 19-21.
7. Ford, R.A., Api, A.M., Newberne, P.M., 1990. 90-day dermal toxicity study and neurotoxicity evaluation of nitromusks in the albino rat. *Food Chem. Tox.* 28: 55-61.
8. Fromme, H., Otto, T., Pilz, K., Neugebauer, F., 1999. Levels of synthetic musks; bromocyclene and PCBs in eel (*Anguilla anguilla*) and PCBs in sediment samples from some waters of Berlin/Germany. *Chemosphere* 39: 1723-1735.
9. Gatermann, R., Biselli, S., Hühnerfuss, H., Rimkus, G.G., Hecker, M., Karbe, L., 2002. Synthetic musks in the environment. Part 1: Species-dependent bioaccumulation of polycyclic and nitro musk fragrances in freshwater fish and mussels. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 42: 437-446.
10. Käßlerlein, H.U., Goen, T., Angerer, J., 1998. Musk xylene: Analysis, occurrence, kinetics, and toxicology. *Crit. Rev. Toxicol.* 28: 431-476.
11. Liebl, B., Ehrenstorfer, S., 1993. Nitro musks in human milk. *Chemosphere* 27: 2253-2260.
12. Liebl, B., Mayer, R., Ommer, S., Sonnichsen, C., Koletzko, B., 2000. Transition of nitro musks and polycyclic musks into human milk. *Adv. Exp. Med. Biol.* 478: 289-305.
13. Luckenbach, T., Epel, D., 2005. Nitromusk and polycyclic musk compounds as long-term inhibitors of cellular xenobiotic defense systems mediated by multidrug transporters. *Environ. Health Perspect.* 113: 17-24.

14. Mersch-Sundermann, V., Kevekordes, S., Jenter, C., 1998. Testing of SOS induction of artificial polycyclic musk fragrances in *E. coli* PQ37 (SOS chromotest). *Toxicol. Lett.* 95: 147-154.
15. Mersch-Sundermann, V., Schneider, H., Freywald, C., Jenter, C., Parzefall, W., Knasmüller, S., 2001. Musk ketone enhances benzo(a)pyrene induced mutagenicity in human derived Hep G2 cells. *Mutat. Res.* 495: 89-96.
16. Müller, S., Schmid, P., Schlatter, C., 1996. Occurrence of nitro and non-nitro benzenoid musk compounds in human adipose tissue. *Chemosphere* 33: 17-28.
17. Parker, R.D., Buehler, E.V., Newmann, E.A., 1986. Phototoxicity, photoallergy, and contact sensitization of nitro musk perfume raw materials. *Contact Dermat.* 14: 103-109.
18. Peck, A.M., Hornbuckle, K.C., 2004. Synthetic musk fragrances in Lake Michigan. *Environ. Sci. Technol.* 38: 367-372.
19. Rimkus, G., Rimkus, B., Wolf, M., 1994. Nitro musks in human adipose tissue and breast milk. *Chemosphere* 28: 421-432.
20. Rimkus, G.G., 1999. Polycyclic musk fragrances in the aquatic environment. *Toxicol. Lett.* 111: 37-56.
21. Rimkus, G.G., Wolf, M., 1995. Nitro musk fragrances in biota from freshwater and marine environment. *Chemosphere* 30: 641-651.
22. Schmeiser, H.H., Gminski, R., Mersch-Sundermann, V., 2001. Evaluation of health risks caused by musk ketone. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2001, 293-299.
23. Schreurs, R.H., Quaedackers, M.E., Seinen, W., van der Burg, B., 2002. Transcriptional activation of estrogen receptor ERalpha and ERbeta by polycyclic musks is cell type dependent. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 183: 1-9.
24. Shinsuke T. 2005. Synthetic musks-arising new environmental menace? *Marine pollution bulletin* 50: 1025-1026.
25. US EPA. EPA 832-F-00-064, Biosolids Technology Factor Sheet, Land Application of Biosolids. 2000 (accessed online on Jan 16 2004: [http://www.epa.gov/owm/mtb/land\\_application.pdf](http://www.epa.gov/owm/mtb/land_application.pdf)).
26. Yamagishi, T., Miyazaki, T., Horii, S., Akiyama, K., 1981. Identification of musk ketone in freshwater fish collected from the Tama River, Tokyo. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 26: 656-662.
27. Yamagishi, T., Miyazaki, T., Horii, S., Akiyama, K., 1983. Synthetic musk residues in biota and water from Tama River and Tokyo Bay (Japan). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 12: 83-89.
28. Yamagishi, T., Miyazaki, T., Horii, S., Kaneko, S., 1981. Identification of musk xylene and musk ketone in freshwater fish collected from the Tama river, Tokyo. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 26: 656-662.

## 제 7 절 인용문헌

1. Allen, V. G., Fontenot, J. P., Kelly, R. F. and Notter, D. R. 1996. Forage systems for beef production from conception to slaughter :III. Finishing systems. *J. Animal Sci.*, 74:625-638.
2. Ansorena, D., Peña, M. P. D., Astiasaran, I. and Bello, J. 1997. Colour evaluation of chorizo de pamplona, a spanish dry fermented sausage : comparison between the CIE L\*, a\*, b\* and the hunter lab systems with illuminants D65 and C. *Meat Science*, 46:313-318.
3. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists., Washington, D.C.
4. Ascherio, A. and Willett, W. C. 1997. Health effects of trans fatty acids. *Am. J. clin. Nutr.* 66:1006-1010.
5. Asghar, A. and Bhatti, A. R. 1987. Endogenous proteolytic enzymes in skeletal muscle. Their significance in muscle physiology and during postmortem aging events in carcasses. *Asv. Food Res* 31:343.
6. Avery, N. C, Sims, T. J., Warkup, C. and Bailey, A. J. 1996. collagen cross-linking in porcine *M. longissimus lumborum* : Absence of a relationship with variation on texture at pork weight. *Meat Sci.*, 42:355-369.
7. Bailey, A. J. 1972. The basis of meat texture. *J. Food Sci* 23:995.
8. Baily, A. J. and Light, N. D. 1989. Connective tissue in meat and meat products. Elsevier science publishers, Ltd, Essex, U. K.
9. Baldwin, R. E., B. M. Korschgen, M. S. Russel and L. Mabesa. 1976. Proximate analysis, free amino acid, vitamin, and mineral content of microwave cooked meat. *J. of Food Sci.* 41:762.
10. Bartholmew, D. t. and Blumer, J. N. 1977. Microbial interactions in county-style hams. *J. Food Sci.* 42:498
11. Bee, G., Guex, G. and Herzog, W. 2004. Free-range rearing of pigs during the winter; Adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *J. Anim. Sci.* 82:1206-1218
12. Bissinger, K. F.W. Huchzermeyer and D.J. Verwoerd: Micromineral concentration in liver and bone of south African farm ostriches(*Struthio camelus*) at slaughter age. In: the Proceedings of the Second International Scientific Ratie Congress. p.107, 1999
13. Bouton, P. E., F. D. Carrol. A. L.Fisher. P. V. Harris and W. R. Shorthose. 1983. Influence of pH and fiber contraction state upon

- factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.* 38:404.
14. Bouton, P. E., Harris, P. V. and Shorthose, W. R. 1971. Effect of ultimate pH upon the water holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci* 37:218.
  15. Bowers, J. A., J. A. Craig, D. H. Kropf and T. J. Tucker. 1987. Flavor, color and other characteristics of beef longissimus muscle heated to seven internal temperatures between 55°C and 85°C. *J. of Food Sci.* 52(3):533.
  16. Brewer, M. S., W. G. Ikins and C. A. Z. Harbers. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage : Effects of packing. *J. Food Sci.* 57:558.
  17. Cheng, C. S. and Parrish, F. c. 1976. Scanning electron microscopy of bovine muscle : Effect of heating on ultrastructure. *J. of Food Sci.* 1: 1449
  18. Chur, I. J. and Parsons, A. L. 1995. Modified atmosphere packaging technology : a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,67:143-152
  19. CITES(멸종위기에 처한 야생 동·식물의 국제거래에 관한 협약) Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora 1973.(워싱턴협약)
  20. Comforth, D. P. 1994. Color. Its basis and importance. In *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*, A. M. Pearson and T. R. Dutson(Ed), Blackie Academic & Professional, London, p.39.
  - 21 Cresopo, F. L., Millan, R. and Moreno, A. S. 1978. Chemical changes during ripening of spanish dry sausage.III
  22. Davey, C. L. and Gilbert, K. V. 1967. Structural changes in meat during aging. *J. Food Tech* 2:57
  22. Cassens, R. G. and Cooper, C. C. : In *Advances in Food Research*, Academic Press, Inc. (New York and London), Vol. 19,25(1971)
  23. Demeyer, D., Hoozee, J. and Meadom, H. 1974. Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *J. Food Sci* 39:293
  24. Department of Health. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subject No. 46, Majesty's Stationery Office, London, U. K.
  25. Deymer, D. I. and Vandekwrcckhove, P. 1979. Compounds determining pH in dry sausage *Meat Sci* 3:161

- Dobrenov, B, 1990. Studies on DFD and PSE pig meat in Australia State of Queensland. *Fleischwirtschaft*. 1:26-36
26. Dransfield, E. 1977. Intramuscular composition and texture of beef muscles. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 28:833-842
  27. Dransfield, E. 1981. In : The problem of dark-cutting in beef (Hood, D. Eand Tarranr, P. V.) Martinus Nijhoff publishers, The Hague. P. 344.
  28. Draudt, H. N. 1969. Effect of heating on the behavior of meat pigments. *Proc, Recip, Mat Conf.*, 22:180. Amr. Meat Sci. Assoc., Chicago, III.
  29. Du, M., D. U. Ahn and J. L. Sell. 2000 Effect of dietary conjugated linoleic acid(CLA) and linoleic/linolenic acid ration on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Sci.* 79:1749-1756
  30. Dube, G., V. D. Bramblett, M. O. Judge and R. B. Harrington. 1972. Physical properties and sulphhydryl content of bovine muscle. *J. of Food Sci.* 37:23.
  31. Duncan, D. S. 1995. Multiple and multiple F test. *Biometrics*. 11, 1.
  32. Etherington, D. J., M. A. J. Taylor, D. K. Wakefield, A. Cousins and E. Dransfield. 1990. Proteinase (cathepsin, B, D. L. and calpains) levels and conditioning rates in normal, electrically stimulated and high-ultimate-pH chicken muscle. *Meat Sci.* 28:99-109.
  33. Ferna, ndez, C., L. Gallego and C. J. Lo'pez-Bote. 1998. Effect of betaine on fat content in growing lambs. *Animal Feed Science and Technology.* 73:329-338
  34. Field, R. A. and Chang, Y. 1969. Free amino acid in bovine muscles and their relationship to tenderness *J. Food Sci.*, 34:329
  35. Fredeen, H. T., Martin, A. H. and Weiss, G. M. 1974. Changes in tenderness of beef longissimus dorsi related to muscle color and pH. *J. Food Sci.*, 39:532
  36. Gatellier, P., Mercier, Y. and Renerre, M. 2004. Effet of diet finishing mode(pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. *Meat Sci.* 67:385-394
  37. George. A. R., J. R. Bendall and R. C. D. Jones. 1980. The tenderizing effect of electrical stimulation of beef carcasses. *Meat Sci.* 4:51.
  38. Geromel, E. J. and Montgomery, M. W. 1980. Lipase from lysosomes ofrainbow trout muscle subjected to low temperature. *J. Food Sci.*, 45, 412.
  39. Gillet, T. A. Meiburg, D. E., Brown, C. L. and Simon, S. 1977.

- Parameters affecting meat protein extraction and interpretation of model system data for meat emulsion formation. *J. Food Sci.*, 42, 1606
40. Hamm, R. (1974) Biochemical changes in meat after slaughtering. Effect of processing. *Fleischwirtschaft* 54(3),445
  41. Hamm, R. 1975. Water-holding capacity of meat. In “Meat (Cole, D. J. A. and Lawrie, R. A. eds.)” AVI, p321
  42. Harrell, R. A., Bidner, T. D. and Icaza, E. A. 1978. Effect of altered pH on beef tenderness. *J. Anim. Sci* 46:1592
  43. Hawysh , Z. J., Gifford, S. and Price, M. A. 1985. Cooking and eating quality characteristics of dark cutting beef youn bulls. *Can. J. Anim. Sci* 60:682-690
  44. Hedrick, H. B. 1965. Influences of ante-mortem stress on meat palatability. *J. Anim. sci* 24:255-263
  45. Helmer, R. L. and Saffle, R. L. 1963. Effect of chopping temperature on the quality of sausage emulsions. *Food Tech.*, 17, 115.
  46. Hoffman, L. C. and Wiklund, E. 2006 Game and vension-meat for the modern consumer. *Meat Sci.* 74:197-208
  47. Herring, A. D., Sanders, J. O., Knotson, R. E. and Lunt, D. K. 1996. Evaluation of calves sired by Brahman, Boran, and Tuli bulls for birth, growth, size, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 74:955-964
  48. Hogberg, A., Pickova, J., Dutta, P. C., Babol, J. and Bylund, A. C. 2001. Effect of reraring system on muscle lipids of gilts and castrated male pigs. *Meat Sci.* 49:447-457
  49. Honikel, K. O., Kim, C. J., Hamm, R. and Ronchales, P. 1986. Sarcomere shortening of pre-rigor muscles and its influence on drip loss. *Meat Sci.* 16: 267-282
  50. Hostetleer, R. L. and W. A. Landmann. 1968. Photomicrographic studies of dynamic changes in muscle fiber fragments. 1. Effect of various heat treatments on length, width and birefringence. *J. of Food Sic.* 33:468
  51. Hsieh, Y. P. C., Pearson, A. M. and Mages, W. T. 1981. Use of surfacemethodoldgy in ascertaining the role of different constituents in a model meat flavor system. *J. Agric, Food Sci.*,45., 418. 10.
  52. Huffman, D. L., Palmer, A. Z., Carpenter, J. W. and Shirley, R. L. 1969. Effect of antermortem injected phosphate and dietary calcium and phosphorus on muscle pH and twnderness. *J. Anim. sci* 28:443

53. Hur, J. (1981) Jungbo Dongebogam. Namsadang, Seoul. pp. 1172 (in korean)
54. Ibanez, C., Quintanilla, L., Irigoyen, A., Garciajalón, I., Cid, C., Astiasaran, I. and Bello, J. 1995. partial replacement of sodium chloride with potassium chloride in dry fermented sausage : influence on carbohydrate fermentation and the nitrosation process. *Meat science*, 40:45-53
55. Igene. J. O, A.M.Pearson and J. I. Grat. 1981. Effects. of length of frozen storage. cooking and holding temperatures upon component phospholipids and the fatty acid composition of meat triglycerides and phospholipids. *J. Food Chem.* 7:289
56. Janky, D. M. and Froning, G. W. 1975. Factors affecting chemical properties of heme and lipid components in mechanically deboned turkey meat. *poultry Sci.* 54: 1378-1379
57. Joo, S. T., Lee, Y. L. Ha and G. B. Park. 2002 Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color and water-holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci.* 80:108-112
58. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Lee, S., Kim, B. C. and Greaser, M. L. 1995. Variation in water loss of PSE pork musculature over time. 41st international congress meat science technology, San Antonio, CA.
59. Joo, S. T., Kauffman, R. L. J. M., van Laack, S. and Kim, B. C. 1999a.
60. Kauffman, R. G., Gassens, R. G., Scherer, A. and Meeker, D. L. 1992. from an EU concerted action. *Meat Sci.* 43:217-227.
61. Khan, A. W. and Lentz, C. P. 1973 Relation between shear force and tenderness of beef. *J. Food Sci.*, 38:1258 -1259
62. Kim, B. C., Warner, R. D. and Kauffman, R. G. 1993. Change in expressible fluid losses of porcine musculature at different times post-rigor. 39th international congress meat science technology, Calgary, AB.
63. Kim, C. M., Shin, M. G., Ahn, D. K. and Lee, K. S. (1997) 元譚 中 藥大辭典
64. Kim, I. S. J. S. Min and M. Lee. 1998. Comparison of TBA, VBN, fatty acids composition, and sensory characteristics of the imported and domestic frozen pork bellies. *Korean J. Anim. Sci.* 40(5):507-516
65. Kim, Y. S. and Bailey, M. E : Sensory, chemical and microbiological properties of precooked pork roast with synthetic pork flavor in non-evacuated and vacuum package. *J. Food Sci. Res.*, 14,159(1994)
66. Koochmaraie, M. 1988. The role of endogenous proteases in meat

- tenderness. Proc. Recip. Meat Conf 41:89.
67. Kropf, D. H. 1980. Effects of retail display conditions on meat color. Pro. 34Th Ann. Recip. Meat Conf. 33:15.
  68. Kurihara, K. 1987. Recent progress in the taste receptor. In Umami : Abasic taste. Kawamura Y. Kare MR. eds. Marcel Dekker, New York. p.3.
  69. Lan, Y. H. Novakofski, J. Carr, T. R. and Mckeith F, K. 1993. Assay and storage conditions affect yield of salt soluble protein from muscle. *J. Food Sci.*, 58(5), 963.
  70. Ledward, D. A. 1984. Haemoproteins in meat and meat products. In developments In Food Protein-III, ed. B. J. F. Hudson, Applied Science, London. pp. 33-68.
  71. Ledward, D. A. and MacFarlane, J. J. Some observation on myoglobin and lipid oxidation in frozen brrf. *J. Food. Sci.*, 48, 547, 1971
  72. Lee, S. K., Kang, S. M., Park, Y. S>, Kim, T. S., panjono and song, Y. H. 2006. Effect of feeder space on the quality of *M. longissimus* from Hanwoo(Korean cattle) during chilling. Xllth AAAP Congress Proceedings, Busan, Korea, P.412
  73. Lin, L. C. : Effect of different storage temperatures (include control freezing point and partially freezing storage) on flavor and ATP-related compounds of pork loin chops *AJAS*, 6, 417(1993)
  74. Lizaso, G., Hernandez, B., Chasco, J., Insausti, K., Beriain, M. J. and Purroy, A. 1996. Meat colour from pirenica steers and heifers after vacuum packing. Proceedings of the 42nd ICOMST. 1:98-99
  75. Lock, A. L. and Bauman, D. E. 2001. Dairy products and milk fatty acids as functional food components. Proceeding of the 2003 Comell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Comell Univ., N.Y., U.S>A>, p159-173
  76. Lover, J. D. and Pearson, A. M.: Lipid oxidation in meat products. *J. Am. Oil Che, Soc.*, 48, 547, 1971.
  77. Luchsinger . S. E., Kropf, D. H., Garcia Zepeda, C. M., Hunt, M. C., Mar sden, J. L., Rubio Canas , E. J., Kastner, C.,Kuecker , W. G. and Mata, T. 1996. Color and oxidat ie rancidity of gamma and elect ron beam irradiat ed boneles s pork chops. *J. F ood S ci.*, 61:1000.
  78. Macy, R. L., Naumann, H. D. and Bailey, M. F. 1970. ater-soluble flavorand odor precursors of meat. 5. Influence of heating upon acid extractable non-nucleotide chemical constituents of beef,

- lamb and pork. *J. Food Sci.*, 35, 83.
79. MacRae, J., O'Reilly, L. and Morgan, P. 2005. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Liv. Prod. Sci.* 94:95-103
  80. Maribo, H., E. V. Olsen, B. G. Patricia, J. N. Anders and K. Anders. 1998. Effect of early post-mortem cooling on emperature, pH fall and meat quality in pigs.
  81. Marsh, B.B. Ringkob, T. P., Russell, R. L., Swartz, P. R. and pagel, L. A. 1987. Effects of early postmortem glycolytic rate on beef tenderness. *Meat Sci* :, 21:241-248
  82. Martin, A. H., L. H. Jeremian, H. T. Fredeen and P. J. L' Hirondelle. 1987. The influence of pre and post rigor muscle changes on intrinsic toughness of beef carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 57:705
  83. Mc Geehin. B sheridan, J.J. and Butler, F.2001 Factors affecting the PH decline in lamb after slaughter. *Meat science*, 58, 79-84.
  84. Mc Loughin, J. A. 1970. Muscle contraction and postmortem pH chanes in pig skeletal muscle, *J.Appl. Bacteriol.* 46:894.
  85. Meltom, S. L. 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technol.* 37:105.
  86. Mercier, Y., Gattellier, P., Viau, M., Remignon, H. and Renerre, M. 1998. Effect of Dietary Fatand Vitamin E on colour Stability and on Lipid and Protein Oxidation in Turkey Meat During. *Meat Science*, 48:301-318
  87. Miller, B. J., S. A. Ackerman and S. A. Paumo. 1980. Effect of frozwn storage functionality of meat for processing. *J. of Food Sci.*
  87. Miller, J. H., Dawson, C. H. and Bauer, D. H. 1965. Free aminno acid content of chicken muscle from broilers and hens. *J. Food Sci.*, 30:406
  89. Nguyen, Q., Fanous, M. A., Kamm, L. H., Khalilli, A. D., Schuepp, P. H.and Zarkadas, C. C. 1986. Comparision of the amino acid composition of two commerical porcine skins(Rind). *J. Agric. Food Chem.*, 34, 565.
  90. Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. 1995. Structural weakening ofintramuscular connective tissue during conditioning of beef. *Meat Sci.*,39,127.
  91. Nishimura, T., Liu, A. Hattori, A. and Takahashi, K. 1998. changes in medical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef. *J. Animal Sci*, 76:528-532

92. Nilzen, V., Babol, J., Dutta, P. C., Lundeheim, N., enfalt, A. -C. and Lundstrom, K. 2001 Free range rearing of pigs with access to pasture grazing-effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Sci.* 58:267-275
93. O'Halloran., G. R. Troy, D. J., Buckley, D. J. and Reville, W. J. 1997 The relationship between early postmortem PH and the tenderisation of beef muscles. *Meat Science*, 45, 23P-251.
94. Offer, G, and Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinkingof myofibrils. *Meat Sci.* 8: 245-281.
95. Ouali, A., 1990. meat tenderization possible cause and mechanisms. A review. *J Muscle Foods.* 1, 129-165.
96. Panet, C. S., Worthington, R. E., Phillips, R. D. and Moon, N. J. 1983. Freeamino acids of raw and cooked ground beef and pork. *J. Food Sci.*, 48,298.
97. Pearson, A. M., Gray, J. I., Wolzak, A. M. and Horenstein, N. A. 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle *foods. Food Technol.*, 37:121.
98. Penny, I. F.: The effect of temperature on the drip, denaturation and extracellular space of pork longissimus dorsi muscle. *J. Sci. Food Agric.*, 28,329, 1977
99. Pollok, K. D., Miller, R. K., Hale, D. S., Angel, R., Blue-Maclendon, A., Baltmanis, B., Keeton, J.T. and Maca, J. V.: Quality of ostrich steak as affected by vacuum-package storage, retail display and differences in animal feeding regimen. *American Ostrich*, April, 46, 1997.
100. Prusa, K. J. and Bowers, J. A. 1984. Protein extraction from frozen, thawed turkey muscle with sodium nitrates, sodium chloride, and selected phosphate salts. *J. Food Sci.*, 49, 709
101. Purchas, R. W., Knight, T. W. and Busboom, J. R. 2005. The effect of production system and age on concentrations of fatty acids in intramuscular fat of the longissimus and triceps brachii muscles of Angus-cross heifers. *Meat Sci.* 70:597-603
102. Saffle, R. L. and Galbreaty, J. W. G. 1964. Quantitative determinatio of salt-soluble protein in various types of meat. *Food tech.* 18:1943
103. SAS program. 1999. SAS/STAT. Software for PC, SAS/STATU ser's Guide: Statistice. SAS Instiute. Inc. Cary, NC.

104. Schaller, D. R. and W. D. Powrie. 1972. Scanning electron microscopy of heated beef, chicken and rainbow trout muscle muscle. *J. of Food*
105. Schmidt, J. G. and Parrish Jr, F. c. 1971. Molecular properties of postmortem muscle. 10. Effect of internal temperature and carcass maturity on structure of bovine longissimus. *J. of Food Sci*, 36:110.
106. Shackelford, S. D Koohmara'e, M.'& Savell J. W.1994 Evaluation of longicsimus dorsimuscle PH at three hours postmortem as a predictor of beef tenderness, *Meat Science* 37(2):195-204
107. Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D., Lovegren, N. V., Lyon, C. E. and Reagan, J. O. : Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing - finishing swine. *J. Food Sci.*, 55, 621(1990)
108. Sim, J. S. 1997 Dwsigner eggs and their nutritional and functional significance. *World Review of Nutrition and dietetics*. 83:89
109. Smith. G. C., Culp, G. R. and Carpenter, Z. L. 1978. Postmonem aging of beef carcasses. *J. Food Sci*. 43:823.
110. Sofos, J. N. 1984. Antimicrobial effects of sodium and other iona in foods: A review. *J. Food Safety* 6:45.
111. Sommerfeld, M. 1983. Trans unsaturated fatty acids in natural products and processed foods. *P. Lip. Res.* 22:221-233
112. Spinelli-Gugger, A. M., L. Lakritz and A. E. Wasserman. 1980. Effect of processing on the amino acid composition and Nitrosamine formation in pork belly adipose tissue. *J. Agric. Food Chem.* 28:424.
113. Suh, K. D: The production of bonless ham and the role of additives in processing. *Korean Soc. Meat Technol.*, 5, 41(1984)
114. Swatland, H. J. and Lrie, M. 1992. Effect of Wavelength on spatial measurements of light scattering for the measurement of pork quality. *J. Animal sci.* 70,2138.
115. Taylor, A. A., Shaw, B. C. and MacDougall, D. B. 1981. Hot deboning beef with and without electrical stmulation. *Meat Sci.* 5: 109-123.
116. Tompkin, R. B. 1984. Indirect antimicrobial effects in Foods: Phosphate. *J. Food Safety* 6:13.
117. Turner, E. W., Payntern W. D., Montie, E. J., Bessert, M. W., Struck, G. M. and Olson, F. C. 1954. Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol.*, 8:326.

118. van Laack, R. L. J. M. and Smulders, F. J. M. 1992. On the assessment of water holding capacity of hot-vs cold-boned pork. *Meat Sci.* 32: 139-147
119. Van Oeckel, M.J., Casteels, M., Wamants, N. and Boucque', C. H. V. 1997. Omega-3 fatty acids in pig nutrition: Implications for zootechnical performances carcass and fat quality. *Arch. Anim. Nutr.* 50:31-42
120. Vieselmeyer, B. A., Rasby, R. J., Gwartney, B. L., Calkins, C. R., Stock, R. A. and Gosey, J. A. 1996. Use of expected progeny differences for marbling in beef: I. Production traits. *J. Animal Sci.*, 74:67-78
121. USDA. 1997. Official United States Standards for grades of carcass beef, Agric. Marketing Serv., USDA, Washington, DC
122. Warriss, P. D., Brown, S. N., Lopez-Bote, C., Bevis, E. A. and Adams, S. J. M. 1989. Evaluation of lean meat quality in pigs using two electronic probes. *Meat Sci.* 25,281
123. Wasserman, A. E. and Talley, F. : Organoleptic identification of roasted beef, veal, lamb and pork as affected by fat. *J. Food Sci.*, 33, 219(1968)
124. Watanabe, A., Daly, C. C. and Devine, C. E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *meat Sci.*, 42:67-78.
125. Westering, D. B. and Hedrick, H. B. : Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. anim. Sci.*, 48, 1343(1979)
126. Will. P. A., C. L. Ownby. and R. L. Henrickson. 1980 Ultrastructural postmortem changes in electrically stimulated bovine muscles. *J. of Food Sic.* 45 : 21.
127. Wilson. B. R. A. M. person and F. B Shorland. 1976, Effects of total lipids and phospholipids on warmed over flavor in red and white muscles from several species as measured by TBF analysis. *J. Agric. Food chem* 24:7
128. Witte, V. C., Krause, G. F. and Baile, M. E. 1970., A new extraction method for determining 2- thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science.*
129. Wood. J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R. Sheard and M. Enser. 2003. Effect of fatty acid on meat quality: a review. 66:21-32.
130. Wright. D. J., I. B. Leach and P. Wilding. 1977. Differential scanning

- calorimetric studies of muscles and its constituent proteins. *J. Sci. Food Agric.* 28:557
131. Yang, A., Kettels, J. and Tume, R. K. 1996. Effect of measurement temperature and time of storage on fat colour of vacuumed-packaged beef. *Proceedings of the 42nd ICoMST.*, 1:114-115
  132. Younthan, M. T. and Watts, B. M. 1995. Relationship of meat pigments to lipid oxidation. *J. Food Res.* 24:728
  133. Zarate, J. R. and Zaritzky, N. E. 1985. Production of weep in packaged refrigerated beef. *J. Food Sci.* 50: 155-159, 191.
  134. Zembayashi, M. 1994. Effects of nutritional planes and breeds on intramuscular-lipid deposition in *M. longissimus dorsi* of steers. *Meat Sci.*, 38:367-374
  135. Zembayashi, M., Nishimura, K., Lunt, D. K. and Smith, S. B. 1995. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *J. Animal Sci.*, 73:3325-3332
  136. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 1997. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* 63(5):763
  137. 강병수, 김영관. 1994 임상배합본초학. 영림사. 337
  138. 강창기, 박구부, 성삼경, 이무하, 이영현, 정명섭, 최양일, 식육생산과 가공의 과학. 1992. 선진문화사 p116
  139. 高坂. 1975. 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業. 18:257-264
  140. 高坂和久. 1957. 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業. 18, 105.
  141. 鴻巣草二, 前田安Ayres, かつお節だし中の イノシソ 酸および 遊離アミノ酸の味効果について. 日本水畜學會, 26. 45.1960
  142. 김년진, 박용근, 공운용. 1972. 감마선 조사에 의한 우육의 저장에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 4(2):95-102
  143. 김.대근, 정근기, 성삼경, 최창봉, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996a. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 38:239.
  144. 김수민, 이신호, 성삼경. 1997. Vitamin C와 Vitamin E처리가 한우육의 육색 및 지방산화에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 39:267.
  145. 김수민, 임상동, 박우문, 김영수, 김영봉, 강통삼. 1990. 포장방법별 수입 쇠고기의 유통기간 설정에 관한 연구. I. 포장방법별 이화학적 변화. *한국축산학회지.* 32:413.
  146. 김수민, 조영석, 성삼경, 이일수, 이신호, 김대곤. 2002. 솔잎 및 녹차 추출물을 이용한 기능성 소시지 개발. *한국축산식품학회지.* 22(1):20-29.

147. 김영호, 양승용, 이무하. 1988. 동결속도에 따른 우육의 냉동 저장 중 이화학적 변화 한국식품과학회지, 20, 44.
148. 김창민. 1997. 中藥大辭典. 의서당. 2589-2593
149. 김현제, 홍윤식 : 한의학사전. 성진사, 1992
150. 김혜영, 1992. 사향쥐 사향의 성분에 대한 연구. 천영물약품연구소.(북한 연구자료)
151. 농림부. 1999. 농림부고시, 축산물등급판정세부기준. 제1999-64호
152. 농림부. 「농림어업주요통계」 각년도  
한국사회지표 6-5 1인당 하루의 쌀 및 육류 소비량. 2006.
153. 민중석, 이무하, 김일석, 정명섭.1977. 감마선 조사에 의한 국내산 신선돈육의 미생물학적, 이화학적 및 관능적 특성 변화. 한국축산학회지.39:567.
154. 박구부 , 김영직, 이한기, 김진성, 김영환. 1998. 저장기간에 따른 육의 선도변화 II.돈육의 선도변화. 축산지 : 30(9) 561-566.
155. 박구부 , 김영직, 이한기, 김진성, 김영환. 1998. 저장기간에 따른 육의 선도변화 II.우육의 선도변화. 축산지 : 30(1) 672-677
156. 민상기. 이수복. 2001. 국내 타조산업의 조기정착을 위한 타조 육 및 타조축 가공기술 개발에 관한 연구(건국대학교)
157. 박형기, 오홍록, 문윤희, 강종욱, 김언현, 김천제, 오동환, 신현길, 박태기, 허정익, 이근택, 이영진, 박창일, 이보영, 김인규, 문영덕, 1994. 식육의 과학과 이용. 선진문화사.
158. 변명우, 권동호, 조한옥, 이영경, 김종군, 1985. 감마선 조사에 의한 닭고기의 이화학적 특성변화. 한국식품과학회지.17(3):186-194
159. 사향나라. 충남 연기군 조치원읍 죽림리 대산빌딩 2층
160. 사향쥐관련기사 : 새농민 10월(1998)
161. 송동근 : 사회계층이 소비자 행동에 미치는 영향에 관한 연구- 건강보조식품을 중심으로 한양대학교 석사학위논문. 1992
162. 송봉상. 건강과 흑염소. 문성각. 12(1993)
163. 식품의약품안전청. 1999. 식품공전. p. 200.
164. 신민교 : 원색임상본초학 , 서울 , 南山堂, 1986, P.407
165. 신점호 : 등급판정 육색에기준에 따른 한우육의 이화적 특성에 관한연구. 석사학위논문, 건국대학교(1997)
166. 심재윤, 2001. 육색과 성별에 대한 돈육의 도체특성 및 이화학적 특성에 관한 연구. 건국대학교 축산가공학과 학위논문
167. 오승용, 유익중. 삼계탕 신제품 개발 방향에 관한 조사 연구 한국축산식품학회지 제21권 제2호 p103-109. 2001
168. 陸昌洙 :韓國本草學, 서울, 癸丑文化社 1981 P.403
169. 이유방, 성삼경. 1980. 식육과 육제품의 분석 실험. 선진문화사

170. 이은주, 노응옥, 이철호 : 건강식품에 대한 소비자 인식연구 (II)- 건강과 식품  
습관에 관한 소비자 의식구조. 한국식생활문화학회지, 11(4) : 487-495, 1996
171. 이재룡, 정재두, 이정일, 송영민, 진상근, 김일석, 김회윤, 이진희. 2003. 빵일  
과 감잎분말 첨가가 유화형소시지의 지방산화, 아질산염, 염기태 직소 화합물  
및 지방산 조성에 미치는 효과. 한국축산품학회지. 23(1):1-8
172. 이정일, 주선태, 박태선, 신태순, 하영래, 박구부. 1999. Conjugated Linoleic  
Acid(CLA)가 축적된 계육의 저장기간 중 이화학적 특성 변화. 한국축산식품  
학회지. 19(1):88-99.
173. 이종규 김창식 1980. 한국 채래식 간장의 맛 성분 에 관한 연구 한국농화학회  
지 23, 89.
174. 이희훈, 한석록 : 식. 약용 오소리 사육전서 pp.7. 27, 특수축산, 2002
175. 일본 1988년 3월1일(농림수산성 63축 A제 646호 승인)우육부회1
176. 日本 厚生省. 1996. 輸入食肉 期限表示のためのガイドライン
177. 清水洋. 1996. 調味科その科學6と 製造, 高田亮平ら. 東京光生 館,  
p. 35. 沖谷明 , 森壽一郎, 松石昌典. 1992. 牛肉の含氣熱 成 による香り  
の向上. 日畜會報, 63, 189.
178. 최양일, 조현갑, 김일석. 1998. 국내냉장 돈육의 이화학적 특성 과 저  
장성에 관한 연구. 축산지 : 40(1) 59-68
179. 특수축산 2002.6.
180. 한기동, 김대곤, 김수민, 안동현, 성삼경. 1996. 등급에 따른 한 우육  
의 숙성중 이화학 및 형태학적 특성변화. 한국축산학회지. 38,589.
181. 한정희(1998) 동물자원연구 이성기 개고기의 저장 중 지방산에  
대한연구
182. 황도연 : 방약합판. 남산당, 1978
183. 황종대 : 돈육의 부우별 이화학적 특성에 관한 연구 석사학위 논  
문, 건국대학교(1999)

## 제 8 절 인용문헌

1. 김혜영, 1992. 사향쥐 사향의 성분에 대한 연구. 천연물약품연구소.(북한자료)
2. Jae chul Do et. al., 1975. chem. pharm. Bull., 23(3), 629-635, 1969. 17(3), 629-631.
3. 김창민, 1997. 中藥大辭典. 의서당. 2589-2593.
4. 대한 약침 학회. 1999. 약침요법 시술지침서. 142-145.
5. 이상인, 1985. 본초학. 수저원. 417-418
6. 강병수, 김영관, 1994. 임상배합본초학. 영림사. 337
7. Cronin, E., 1984. Photosensitivity to musk ambrette. Contact Dermatitis. 11, 88-92.
8. European Commission, 1995. Eightieth Commission Directive 95/34/EC of 10 July 1995 adapting to technical progress Annexes II, III, VI and VII to Council Directive 76/768/ EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. official Journal of the European Communities L 167, 19-21.
9. US EPA. EPA 832-F-00-064, Biosolids Technology Factor Sheet, Land Application of Biosolids. 2000 accessed online on Jan 16 2004.
10. Hamasaki, R., S. Funakoshi, T. Misaki and T. Tanabe. 2000. A highly Efficient Synthesis of civetone. Tetrahedron. 56, 38
11. AOAC: *official Methods of Analysis*, 13th ed. 1980. Association of Official Analytic Chemists, Wachngton, D.C
12. 대한약전외한약(생약)규격집중개정(고시 제2001-2호).
13. Choi, H. S., E. J. Kang , and K. H. Kim. 2006. Analyses of Essential Oil and Hedspace Compositions of *Capsella bursa-pastoris* Medicus by SDE and SPME Methods. Korean J. Food. Preserv. 13(1), 108-114.
14. Heath, H. B. 1986. Flavor Chemistry and Technology. Macmillan Publishers Ltd., U.k.
15. Tennings, W. and T. Shibamoto. 1980. Qulitative Analysis of Flavor and Fragrance volatiles by Glass Capillary Gas chromatography. Academic press, New York.
16. Ryn, S. K., J. C. Roh, H. Park, S. K. Park. 2002. Correlation between SPME-GC Analysis and the Aroma Intensity for Ginseng Volatiles. J. Ginseng Res. 26(4), 206-212.

17. Lee, J. W., S. U. Chon, S. K. Han, D. G. Choi, and J. Ryu. 2007 Effects of Antioxidant and Flavor Components of *Zingiber miga* Rosc. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(3), 203–209.
18. Lee, S. H., H.J. Cho, E. H. Kong, S. W. Moon, Y. J. Kim, and S. C. Ahn. 2006. Screening of Fibrinolytic Enzymes from Soil Metagenome Library. Journal of Life Science. 16(2). 360–364.
19. Hahn. B. S., S. wu, S.-w. Kim and Y. S. Kim. 1999. Evaluation of anticoagulation and fibrinolytic activities from crude extracts of insects. Kor. J. Pharmacogn. 30, 409–412
20. Weitz, J. I. and M. Crowther. 2002. Direct thrombin inhibitors. Thrombosis Research 106, 275–284.
21. Yun–Choi, H. S., K. S. Chung, M. H. Kim and J. H. Oh. 1995. Antithrombotic effects of some traditional plant medicines. Kor. J. Pharmacogn. 26, 154–158.
22. Hsieh, K. H. 1997. Thrombin interaction with fibrin polymerization site. Thrombosis Research 86, 301–316
23. Lee. H. J., J. S. Kim, G. Y. Heo, K. B. Lee, I. K. Rhee and K. S. Song, 1999. Inhibitory activities of Basidiomycetes on prolyl endopeptidase, acetylcholine esterase and coagulation. J. Korean Soc. Agri chem. Biotechnol. 42, 336. 343.
24. Bederson JB, Pitts LH, Germano SM, Nishimura MC, Davis RL, Bartkowski HM. Evaluation of 2,3,5–triphenyltetrazolium chloride as a stain for detection and quantification of experimental cerebral infarction in rats. Stroke 17:1304–1308, 1986
25. Dastych J, Walczak–Drzewiecka A, Wyczolkowska J, Metcalfe DD. Murine mast cells exposed to mercuric chloride release granule–associated N–acetyl–beta–d–hexosaminidase and secrete IL–4 and TNF–alpha. *J Allergy Clin Immunol* 1999;**103**:1108–1114.
26. Schwartz LB, Austen KF, Wasserman SI. Immunologic release of beta–hexosaminidase and beta–glucuronidase from purified rat serosal mast cells. *J Immunol* 1979;**123**:1445–1450
27. Iikura M, Yamaguchi M, Hirai K, Miyamasu M, Yamada H, Nakajima T, Fujisawa T, Ra C, Morita Y, Yamamoto K. Regulation of surface

FepsilonRI expression on human eosinophils by IL-4 and IgE. *Int Arch Allergy Immunol.* 2001;124:470-477.

28. White, D.H., K. Pluzmik and T. Ishizaka. Antigen-induced increase in protein kinase C activity in plasma membrane of mast cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1986;82:8139-8197.

## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.