발간등록번호
11-1390906-000471-01

2024

반려동물 사료 영양표준 1판

개 · 고양이



농촌진흥청
국립축산과학원

발간사



반려동물 사료 영양표준은 반려동물의 생명과 건강 유지, 성장, 번식에 필요한 사료의 영양소 권장량을 반려동물(개, 고양이)의 종류, 성장단계에 따라 제시하는 과학적 기준입니다. 영양표준은 별도의 영양공급 없이 반려동물의 성장단계별 영양소 요구량을 모두 충족할 수 있도록 설계, 제조해야 하는 '반려동물완전사료'에 대한 기준을 제시할 뿐 아니라, 반려동물 사료 제조업체, 생산자단체, 소비자단체, 반려동물을 기르는 국민 등을 위한 기술 정보서입니다.

국가 단위 영양표준은 과학적인 반려동물 영양 관리 기술 수준을 판가름하는 척도로 쓰이기도 합니다. 세계에서 자국의 반려동물(개, 고양이) 사료 영양표준을 널리 알리고 산업적으로 활용하고 있는 나라는 미국과 유럽이 대표적입니다. 펫푸드 선진국인 미국(AAFCO)은 1992년, 유럽(FEDIAF)은 2008년에 제정하였고, 과학기술의 진전과 시대 환경을 반영한 연구를 통하여 지속적으로 개정해 나가고 있습니다.

우리나라는 국립축산과학원이 주관하여 한국축산학회 반려동물영양연구회와 업계 전문가들과 함께 올해 개, 고양이에 대한 사료 영양표준을 제정하였습니다. 반려동물 관련 산 · 학 · 연 전문가로 구성된 연구회와 함께 반려동물의 영양소 요구량과 영양 관리 연구를 지속하여 사료 산업 발전과 반려동물의 복지 · 건강에 도움이 되도록 꾸준히 개정해 나갈 것입니다.

이번 반려동물 사료 영양표준 초판은 반려동물 양육 증가, 동물 지위 상승 등에 따른 펫푸드 시장의 지속 성장, 펫푸드 영양기준 개선에 대한 사회적 요구 증대 등 시대 변화를 반영하고 반려동물완전사료에 대한 영양표준 제시에 중점을 두었습니다. 미국연구위원회(Nutrient Requirements of Dogs and Cats, NRC), 미국사료관리협회(AAFCO) 그리고 유럽펫푸드 산업연합(FEDIAF)에서 제시한 영양기준을 비교 검토하고, 국제적으로 통용되는 기준에 부합하도록 권장 영양수준을 설정하였습니다.

반려동물 양육 인구 증가와 시대 가치를 반영한 이번 제정이 반려동물 사료 산업의 지속 가능한 발전과 반려동물 건강증진에 기여할 것으로 기대합니다. 끝으로 우리 반려동물 사료 영양표준 초판 발행을 위해서 헌신적 노력과 열정을 보여준 산 · 학 · 연 전문가 여러분과 국립축산과학원의 모든 연구원들께 감사 인사를 드립니다.

2024년 10월

국립축산과학원장

임 기 순

축 사



먼저 반려동물 사료 영양표준의 발간을 진심으로 축하드립니다.
이번 영양표준 초판의 발간은 국내 반려동물 사료 산업과 연구 분야의 발전을 끌어낼 중요한 이정표가 될 것입니다. 반려동물은 이제 단순한 애완동물의 의미를 넘어, 가족의 일원으로 자리 잡고 있으며, 건강과 복지를 위한 관심과 노력이 매년 증대되고 있습니다. 이에 따라 반려동물의 영양 관리 역시 매우 중요한 과제로 부상하고 있습니다.

이 책자는 국내 연구기관과 대학, 그리고 여러 반려동물 영양 전문가들의 다년간 연구 성과를 집약하여 만들어진 결과물로, 반려동물의 건강한 삶을 위한 과학적 기준을 제공합니다. 특히, 균형 잡힌 영양 공급은 반려동물이 건강하게 성장하는 데 필수적이며, 사료 개발자들에게 구체적인 영양소 기준과 권장 섭취량을 제시합니다. 이러한 표준은 국내 사료 제조업체들이 더 높은 품질의 사료를 개발하는 데 큰 도움을 주고, 소비자들에게 신뢰를 줄 수 있는 고품질 사료를 제공하는 기반이 됩니다. 이를 통해 반려동물 사료 산업의 전반적인 품질 향상과 경쟁력 제고에 기여할 것입니다.

또한, 이번 책자의 발간을 위해 수많은 연구자와 관계자들이 많은 시간과 노력을 쏟아부으셨습니다. 그들의 헌신적인 노력 덕분에 귀중한 책자가 발간될 수 있었으며, 반려동물 영양 연구와 사료 산업 발전에 미치는 긍정적인 영향은 매우 클 것입니다. 앞으로도 이러한 연구와 산업 간의 협력이 계속되어 반려동물의 건강과 복지를 증진할 수 있기를 바랍니다.

끝으로, 이번 반려동물 사료 영양표준의 발간이 국내 사료 산업과 연구의 발전을 위한 중요한 밑거름이 되기를 진심으로 바랍니다. 반려동물 영양에 대한 과학적 기준이 정립됨으로써, 반려동물 사료의 품질과 안전성이 향상되고, 소비자들의 신뢰를 얻는 데 큰 도움이 되기를 기대합니다.

2024년 10월

한국축산학회 반려동물영양연구회장

조 진 호

발간사



국립축산과학원이 주최한 '반려동물 사료 영양표준 설정을 위한 국제 공동 심포지엄'을 기점으로 국내에서도 반려동물 사료의 영양표준이 될 수 있는 문헌이 발간되어 진심으로 기대하고 또 환영합니다.

지난 2023년 관계부처에서 발표한 '반려동물 연관산업 육성대책'에 따라 국내 반려동물 연관산업은 앞으로 약 5년 뒤 8조원에서 15조원으로 시장을 확대하고 또 성장해 나갈 것으로 예상됩니다.

우리 협회도 펫푸드 외 펫헬스케어, 펫서비스, 펫테크 등 연관 산업의 기업들이 회원사로 함께하며 같이 성장하고 있으며, 이 모든 연관 산업의 기업들이 해외 수출에 대한 관심이 아주 많습니다.

펫푸드의 근간이 될 수 있는 반려동물 사료 영양표준 설정은 과학적인 근거로 반려동물의 건강을 지키고 또 나아가 국내 펫푸드가 세계 시장에서 안전성과 품질에서 인정받는 기준이 되리라 믿어 의심치 않습니다.

이번 '반려동물 사료 영양표준'이 펫푸드 해외 수출에 기여할 수 있는 좋은 기틀과 기회라 생각하고 협회 또한 많은 홍보와 안내를 이어 가겠습니다.

감사합니다.

2024년 10월

한국펫사료협회장

김 상 덕

CONTENTS

1. 서론

- 1.1 목적 3
- 1.2 범위 3

2. 영양소와 에너지

- 2.1 영양소별 권장량
  - 2.1.1 필수 영양소와 비필수 영양소 7
  - 2.1.2 단백질 7
  - 2.1.3 지방 9
  - 2.1.4 미네랄 10
  - 2.1.5 비타민 12
- 2.2 에너지 요구량 및 완전 사료
  - 2.2.1 에너지 14
    - 2.2.1.1 개요 15
    - 2.2.1.2 사료 내 에너지 밀도 15
    - 2.2.1.3 문헌 리뷰 17
    - 2.2.1.4 사료 설계를 위한 에너지 요구량 24
  - 2.2.2 완전 사료 25
    - 2.2.2.1 정의 25
    - 2.2.2.2 개와 고양이 사료의 영양소 최소 권장 영양소 함량 25
    - 2.2.2.3 사료 에너지 함량 26
    - 2.2.2.4 완전 사료 내 특정 영양소의 최대 함량 26
    - 2.2.2.5 사료 검증 26
    - 2.2.2.6 사료 표시사항 27
    - 2.2.2.7 반복 분석 30
    - 2.2.2.8 급여 가이드라인 30
    - 2.2.2.9 표 해석법 31

3. 사료 내 영양소 분석 매뉴얼 51

4. 사료 대사에너지 산출

● 4.1 지시제법

– 4.1.1 프로토콜 55

4.1.1.1 시험 동물 55

4.1.1.2 사료 급여 방법 55

4.1.1.3 시험 사료 55

4.1.1.4 급여량 56

4.1.1.5 급여 시간 56

4.1.1.6 사전 수집 단계 56

4.1.1.7 샘플 수집 56

4.1.1.8 샘플 보관 56

4.1.1.9 샘플 분석 56

– 4.1.2 계산법 57

4.1.2.1 가소화에너지 및 영양소 계산법 57

4.1.2.2 대사에너지 계산법 57

● 4.2 전분채취법

– 4.2.1 프로토콜 58

4.2.1.1 시험 동물 58

4.2.1.2 사료 급여 방법 58

4.2.1.3 시험 사료 58

4.2.1.4 급여량 58

4.2.1.5 급여 시간 58

4.2.1.6 사전 수집 단계 58

4.2.1.7 샘플 수집 59

4.2.1.8 샘플 보관 59

4.2.1.9 샘플 분석 59

– 4.2.2 계산법 60

4.2.2.1 가소화에너지 및 영양소 계산법 60

4.2.2.2 대사에너지 계산법 60

5. *In vivo* 시험 대체 방법

- 5.1 개
  - 5.1.1 실험 시약 65
  - 5.1.2 시약 조제법 65
  - 5.1.3 샘플 준비 66
  - 5.1.4 위 소화 과정 시뮬레이션 66
  - 5.1.5 소장 소화 과정 시뮬레이션 66
  - 5.1.6 소화물(Residue) 수집 66
  - 5.1.7 소화물(Residue) 분석 66

- 5.2 고양이
  - 5.2.1 실험 시약 67
  - 5.2.2 시약 조제법 67
  - 5.2.3 샘플 준비 67
  - 5.2.4 위 소화 과정 시뮬레이션 68
  - 5.2.5 소장 소화 과정 시뮬레이션 68
  - 5.2.6 소화물(Residue) 수집 68
  - 5.2.7 소화물(Residue) 분석 68

6. 향후 연구방향

- 6.1 국내외 연구동향 71

- 6.2 향후 연구방향
  - 6.2.1 국내 맞춤형 반려동물 사료 영양표준 개정 연구 74
    - 6.2.1.1 영양소와 장 건강의 상관관계 74
  - 6.2.2 정밀 영양(Precision Nutrition) 74
  - 6.2.3 만성 질환의 예방 및 치료를 위한 영양 연구 74

- 6.3 품종별 및 생애주기별 영양소 요구량 분석
  - 6.3.1 유전적 차이에 따른 영양소 요구량 분석 75
  - 6.3.2 생애주기별 맞춤 영양소 요구량 75
  - 6.3.3 환경 요인과 영양소 요구량 간 상관관계 75

- 6.4 국내 사료 품질 개선 및 시장 경쟁력 강화
  - 6.4.1 대체 단백질과 지속 가능한 사료 개발 76
  - 6.4.2 국내 시장 경쟁력 강화 76

7. 부록

● 7.1 체평점

– 7.1.1 개요 79

– 7.1.2 검증된 체평점 79

– 7.1.3 사용 및 해석 79

– 7.1.4 결론 79

●7.2 아미노산

– 7.2.1 타우린 82

7.2.1.1 개요 82

7.2.1.2 고양이 82

7.2.1.3 개 82

7.2.1.4 결론 83

– 7.2.2 아르지닌 83

● 7.3 비타민 84

● 7.4 사료 부작용

– 7.4.1 개요 85

– 7.4.2 정의 85

– 7.4.3 반려동물 사료 부작용 86

– 7.4.4 일부 사람 음식의 위험성 87

7.4.4.1 포도 및 건포도 독성 87

7.4.4.2 초콜릿 독성 88

7.4.4.3 양파 및 마늘 독성 89

● 7.5 사료 원료 대체원 및 첨가물

– 7.5.1 대체원 91

– 7.5.2 첨가물 91

8. 참고문헌 95

01
서 론

목적
범위



농촌진흥청
국립축산과학원

1. 서론

1.1 목적

국립축산과학원「반려동물 사료 영양표준」의 목적은 다음과 같다.

1. 영양적으로 균형 잡힌 반려동물 사료 생산에 기여하고, 사료관리법의 준수를 지원한다. 이를 위해 다음과 같이 개와 고양이 영양에 대한 최신 과학 지식을 제공하고자 한다.
   - 반려동물의 유지, 성장, 번식을 위한 사료의 영양소 권장사항을 제공한다.
   - 건강한 반려동물을 위한 사료의 영양 가치평가 방법을 제시한다.

2. 정부, 소비자단체, 전문가 및 소비자 등에게 국내 반려동물 영양에 관한 참고자료를 제공한다.

3. 반려동물 사료 제조업체, 업계 전문가 및 관련 정부기관 간의 협력을 촉진하기 위해 반려동물 사료 생산 및 평가에 대한 과학적 정보를 제공한다.

1.2 범위

국립축산과학원「반려동물 사료 영양표준」은 다음 내용을 다룬다.

1. 충분하고 안전한 영양소 공급을 보장하기 위해 건강한 개와 고양이용 사료의 최소 및 최대 영양소 권장량
2. 사료의 영양 가치를 평가하기 위한 지침
3. 구체적인 주제에 대한 조언을 담은 부록

   - 건강한 개체가 사료를 먹는 동안 충분하고 안전하게 영양을 보장받을 수 있는 상업용 사료 내 필수 영양소 함량을 고려한다.

   - 최소 권장량은 동물 간의 차이와 영양소 상호작용으로 인한 결핍을 예방하기 위한 안전역을 포함한다.

- 평균 생체 이용률을 기반으로 보통의 소화율(i.e. 건물 소화율 70% 이상; 단백질 소화율 80% 이상)을 보이는 원료로 제조한 사료를 기준으로 한다.
- 최대 권장 영양소 함량은 사료관리법 또는 연구 데이터를 기반으로 안전성이 확보된 범위에서 설정한다.
- 제조업체가 영양적 적합성과 안전성을 입증한 경우, 영양표준에서 제시하는 영양소 권장량을 벗어나더라도 안전하고 적합한 완전 사료일 수 있다.

02
영양소와 에너지

영양소별 권장량
에너지 요구량 및 완전 사료



농촌진흥청
국립축산과학원

2. 영양소와 에너지

2.1 영양소별 권장량

2.1.1 필수 영양소와 비필수 영양소

● 필수 영양소

국립축산과학원에서 제시하는 반려동물 사료 영양 성분 및 최소 권장 영양수준은 필수 영양소를 중심으로 설정하였다. 설정된 모든 영양성분이 동물실험에 기초한 자료는 아니며, 미국연구위원회(Nutrient Requirements of Dogs and Cats, NRC), 미국사료관리협회(AAFCO), 유럽펫푸드산업연합(FEDIAF)에서 제시하는 반려동물의 사료 영양소 요구량 및 사료 내 최소 권장수준을 참고하여 설정하였다.

제품의 사료 영양성분 분석결과 또는 투입된 원료(프리믹스 포함) 내 유효 영양성분 함량이 국립축산과학원에서 제시하는 최소 권장 영양수준에 미치지 못하거나 최대량을 초과하는 경우, 건강한 반려동물을 위한 영양균형 사료로 간주하지 아니한다. 이러한 제품은 영양 결핍이나 과잉으로 인해 반려동물에게 부정적 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

국립축산과학원에서 제시하는 영양 성분은 기본적으로 권장사항이다. 모든 권장 영양소에 대해 분석을 통한 증명을 요구하는 것은 아니며, 영양소에 대한 분석을 할 경우에는 공인 분석법을 사용해야 한다.

● 비필수 영양소

반려동물 사료 내 비필수 영양소는 "개 또는 고양이 사료 영양소 성분에 필수 영양소로 인정되지 않음"이라는 고지 사항을 별도로 표시한다. 예로 성견에서 오메가-3 지방산이 있으며 비필수 영양소에 속한다.

비필수 영양소에 대한 안전성은 실험실 내 분석으로 검증하기 어렵다. 대부분의 필수 영양소는 AOAC International 방법으로 분석하고 있다. 일부 비필수 영양소는 영양소의 특정 지표를 측정하는 AOAC 공식 방법에 따라 신뢰할 수 있다.

2.1.2 단백질

● 단백질

단백질의 가장 핵심적인 기능은 동물체조직을 구성하는 기본 구성물질로서의 역할이다. 탄수화물, 지방과 마찬가지로 단백질은 탄소, 수소, 산소를 포함하고 있으며, 이와 더불어 다른 영양소와는

다르게 질소를 함유하는 유기화합물로서 일반적인 기능 중 하나로 에너지 공급원으로서의 기능을 수행한다. 체내로 흡수된 단백질은 가수분해에 의해 폴리펩타이드, 올리고펩타이드, 디펩타이드, 아미노산으로 분해되며, 아미노산에 결합되어 있는 아미노기(NH_2)가 제거되어 포도당이나 케톤체로 전환 되거나, TCA 경로를 통하여 ATP를 생산한다. 단백질도 탄수화물과 마찬가지로 1g 당 4kcal의 에너지를 생산한다. 단백질이 구성하는 체조직으로서는 근육, 내부장기, 뇌, 피부, 혈구세포, 털, 발톱, 뼈 등 동물대부분의 조직이 단백질로 구성되어 있다. 체조직 이외에도 체내 대사조절물질 합성과 주요 물질의 전구체로서 역할을 한다. 대사조절물질로서는 소화효소, 분해효소, 합성효소 등과 같은 효소를 생산하며, 체내 기능을 조절하는 다양한 호르몬(인슐린, 글루카곤, 성장호르몬, 세로토닌, 에피네프린 등) 또한 단백질로부터 합성되어 진다. 외부 침입항원으로부터 방어기작을 하는 면역과 관련된 항체, 면역글로블린 등 면역성분을 생산하는 기능을 한다. 그 외 영양소 또는 산소 등의 운반기능과 체액의 삼투압 유지에도 기여한다.

NRC(2006c)의 25g/1,000kcal (6g/MJ)은 Sanderson SL 등 (2001)에 기반한다. 이 연구에서는 단백질 소화율이 높은 사료를 사용하였고 에너지 섭취량은 약 130kcal (550kJ)/kg 체중$^{0.75}$ 정도로 설정하였다. 단백질 수준은 NRC(2006d) 권장사항을 기반으로 하되, i) 조단백질 소화율이 80%인 것, ii) 낮은 에너지 섭취량, iii) 노견의 영양소 요구량(Finco DR 등, 1994; Williams CC 등, 2001)을 고려한다. 단백질의 최소 권장량보다 낮게 배합하기 위해서는 아미노산 함량을 충족시키는 것이 중요하다. 단백질(성장기)의 권장량은 저혈당 및 어린 개체의 사망 위험을 줄이기 위해 사료에 적정량의 탄수화물을 포함해야 한다. 탄수화물이 없거나 매우 낮은 수준인 경우, 단백질 요구량을 두 배까지 높일 수 있으며(Kienzle E 등, 1985; Kienzle E 등, 1989; Romsos DR 등, 1981), 단백질(성장기)에 대한 영양소 권장량은 곡물과 다양한 동물 부산물로 구성된 사료의 경우, 14주 미만의 개체는 25% 이상, 14주 이상 된 개체의 경우 20% 이상이어야 한다(NRC 2006c).

● 아르지닌

아르지닌 요구량은 요소 회로의 중간체로서 역할을 하므로 단백질 함량이 증가함에 따라 증가한다. 조단백질 1g당 추가로 0.01g의 아르지닌이 필요하다(NRC 2006d).

● 라이신

Czarnecki 등 (1985)는 사료 내 과대한 라이신 함량(건물 기준 4.91%[사료 내 함유 0.91% + 첨가제 4%])이 강아지의 증체량을 감소시키지만, 건물 기준 2.91%(사료 내 함유 0.91% + 첨가제 2%)의 함량은 그렇지 않음을 보여주었다. 그러므로, 강아지 영향을 미치지 않는 최대 농도는 건물 기준 2.91% (에너지 밀도 4,156kcal/kg 또는 17.39MJ/kg)이다. 이는 1,000kcal 당 7.0g (MJ당 1.67g) 또는 건물 기준 4kcal/g에 해당하며, 이것이 강아지의 성장을 위한 최대치이다.

● 메치오닌-시스틴

메치오닌-시스틴의 권장량의 경우 사료 내 타우린 함량이 건물 기준 kg당 100mg 이하인 사료를 기

준으로 하고 있다(Sanderson SL 등, 2001). 타우린 함량이 더 높은 제품의 경우, 황 함유 아미노산에 대한 권장량은 제시된 값보다 낮을 수 있다. 메치오닌의 경우, 쌀과 같은 원료로 만들어진 사료에서는 메치오닌 함량을 증가시켜야 할 필요가 있다. 시스틴은 시스테인의 이성질체로, 분석 과정에서 산화된 시료의 가수분해물에서 시스틴과 시스테인은 모두 시스테인산으로 결정되지만, 시스틴으로 계산된다(Blaza SE 등, 1982; Teeter RG 등, 1978).

● 타이로신

타이로신(전 주기)의 경우, 검은색 피모를 가진 동물의 경우 타이로신 함량이 명시된 양보다 1.5배에서 2배 높을 수 있다(Biourge V 등, 2002; NRC 2006d).

2.1.3. 지방

● 지방

지질은 동물에서 중요한 생화학적, 생리학적 기능을 수행하며, 사료의 에너지 공급원으로서의 기능을 한다. 지질은 단백질 및 탄수화물에 비하여 탄소와 수소의 비율이 높아 1g당 약 9kcal (경우에 따라서는 9.45kcal)의 에너지를 생성할 수 있다. 필수 영양소의 공급기능으로서 지질에 결합되어 있는 지방산의 공급원이며, 지용성 비타민인 A, D, E, K의 운반체로서의 역할을 통해 비타민 흡수에도 관여한다. 체조직을 구성하는 구성성분으로서의 역할을 수행하며, 특히 뇌조직에는 약 80%가 지방성분으로 구성되어 있다. 섭취된 지질은 동물 체내에서 피하지방, 복강 내 지방, 내장지방 조직 등으로 축적된다. 피하지방은 몸의 열이 빠져나가는 것을 예방하며 체온보호 기능을 수행한다. 피하지방뿐만 아니라 복강 또는 각 조직사이에 존재하는 지방조직은 외부충격으로부터 보호하는 역할을 하며 절연체로서의 기능도 수행한다. 인지질, 당지질, 지질단백(lipoprotein) 등 복합지방의 구성성분이다. 인지질과 지질단백은 세포막을 구성하는 구성성분의 역할을 한다. 일부 지질단백은 혈액 내 지방을 수송하는 역할을 수행한다. 지방성분은 사료의 기호성을 높여주는 역할을 한다. 체내에서 생성되는 호르몬(Prostaglandin)이나 담즙 생성에 전구체로서의 역할을 한다. 필수지방산인 리놀레산(C18:2 오메가-6)와 알파-리놀렌산(C18:3 오메가-3)는 세포막 지방의 단백질 구조의 필수 성분이다. 필수지방산은 혈소판 응집, 혈압 조절, 혈액응고, 번식 조절 등에 중요한 작용에 관여한다.

지방(전 주기)의 경우, 권장량보다 낮은 단백질을 함유한 사료를 섭취한 개들은 매우 높은 수준의 지방을 먹어도 문제가 없다. 단, 사료 내 매우 높은 지방함량과 매우 낮은 단백질 함량을 가진 사료의 경우 개에게 부작용을 일으킬 수 있다(Lindsay ST 등, 1948). 그러나 Logan R (2020)의 연구에서는 성견 사료 내 최대 6% 지방 함량 증가 시 영양소 소화율이 개선되었으며 부작용이 없다는 결과를 보고하였다. 지방 자체는 필수적이지 않으며, 모든 필수 지방산에 대한 최소 권장량을 충족 또는 초과하면 영양 결핍의 위험이 없다.

● 오메가-3 및 오메가-6 지방산

오메가-3 및 오메가-6 다중 불포화 지방산(성장 및 번식기)의 경우 임신 및 생후 초기 성장기(14주령 미만)에서 도코사헥사엔산(DHA)와 아라키돈산(AA)이 뇌와 망막 내에서 선택적으로 축적된다(Heinemann KM 등, 2006). 임신과 수유 중 알파-리놀렌산(ALA) 및 리놀레산 첨가는 DHA와 AA의 합성에는 효과가 없다. 새끼 강아지는 일부 ALA를 DHA로 변환할 수 있지만 이유가 끝나면 저하된다(Bauer JE 등, 2006a). 또한 오메가-3 장쇄 불포화지방산을 섭취한 모견의 새끼 강아지들과 이유 후 동일한 사료를 먹인 새끼 강아지들의 시력이 개선되는 것을 확인했다(Bauer JE 등, 2006b; Heinemann KM 등, 2005a; Heinemann KM 등, 2005b). 오메가-3의 종류 중 DHA는 반려동물의 신경발달과 인지기능 개선, 심장 질환 위험 감소, 신장 질환의 악화 방지 및 신장 기능 개선, 건성 피부와 알레르기의 염증 감소 및 모낭 건강 촉진, 및 강력한 항염증 특성으로 인해 노령 반려동물의 관절염증을 감소시키는 효과를 보인다(Mehler SJ 등, 2016; Magalhaes TR 등, 2021). 따라서 새끼 강아지의 영양소 효율 증진을 위해 성장과 번식 사료 내 DHA, EPA 및 소량의 AA를 포함시키는 것이 좋다. 오메가-3 지방산의 긍정적인 효과에 대한 연구가 점점 증가하고 있지만, 현재의 연구 결과로써는 개를 위한 특정 오메가-3 지방산 권장량을 결정하기에는 충분하지 않다.

오메가-3 및 6 지방산의 경우, 오메가-3 지방산의 효과는 첨가량뿐만 아니라 오메가-6 지방산 및 오메가-3 지방산의 비율에 따라 달라진다. 매우 높은 수준의 장쇄 오메가-3 지방산은 오메가-6 지방산 첨가량이 낮을 때 세포 면역력을 감소시킬 수 있다(Hall JA 등, 1999; Wander RC 등, 1997).

2.1.4 미네랄

미네랄(mineral) 또는 무기물(無機物)은 탄소를 포함하지 않는 영양성분으로, 유기화합물을 제외한 모든 화합물이다. 생활 기능이 없는 물질과 그것을 원료로 하여 인공적으로 만든 물질을 통틀어 이르는 말로도 표현할 수 있다. 무기 성분의 고형, 결정성 화학물질이며, 동물 또는 식물체 내의 총 무기질은 조회분이라고 표현할 수 있다. 동물체 내에서 미네랄은 수분을 제외한 고형물 분획 중에서 약 3-5%를 차지하며, 동물 체내 대부분의 무기물은 뼈로 구성되어 있다. 무기질 함량 중 약 50%가 Ca(칼슘)이며, P(인)이 약 25%, 그 외 나머지 25%는 기타 무기성분으로 구성되어 있다. 각각의 무기질은 고유한 영양학적 기능을 가지고 있다. 모든 무기질은 과잉 섭취시의 중독위험이 있으며, 특히 미량광물질의 경우 더 예민하다. 또한, 결핍시에도 각각의 무기물 마다의 특정한 결핍 증상이 있으므로, 동물체가 필요로 하는 무기물의 적절한 공급이 건강에 매우 중요하다. 주요 미네랄의 일반적인 기능은 골격형성 및 유지, 단백질 합성 등 체조직 구성과 관련된 기능을 수행한다. 체내 대사조절과 관련해서는 산소 운반, 체액의 삼투압 유지, 산-염기 균형조절 등 생리적 조절기능을 가지고 있다. 생리활성 기능으로는 각종 효소의 활성화 또는 촉진을 위한 조효소로서의 작용, 호르몬 작용 조절, 항산화 및 산화촉진 작용 등에 관여한다.

● 칼슘

칼슘(강아지를 위한 권장량)의 경우, 성장기 강아지의 충분한 칼슘 수준은 건물 기준 0.8g/100g로 보고되며(Goodman SA 등, 1998; Jenkins KJ 등, 1960a; Jenkins KJ 등, 1960b; Lauten SD 등, 2002), 이 권장량은 일부 품종의 (Alexander JE 등, 1988) 빠른 성장기(특히 에너지 요구량이 낮은 품종)에는 제한적이다(Laflamme DP, 2001). 어린 강아지 사료 내 칼슘 수준은 건물 기준 최소 1g/100g로 권장한다. 대형견들은 약 6개월까지 적어도 1%의 칼슘을 함유하는 사료를 먹이는 것이 권장된다. 소형견 및 중형견 사료에는 칼슘이 더 적게 들어갈 수 있으며(건물 기준 최소 0.8%), 칼슘-인산 비율을 1.8/1로 높일 수 있다. 칼슘의 과다 섭취는 초기 성장기(14주령 미만)에 대형견들의 골격 발달에 부작용을 일으킬 수 있으며 (Hazewinkel HAW 등, 1985; Schoenmakers I 등, 2000), 이러한 이유로 대형견 사료에는 엄격한 칼슘 영양소 함량을 지키는 것이 권장된다.

Weber M 등 (2000a, b)의 연구에 따르면 균형 잡힌 사료를 먹일 때, 9주 이상 된 개의 경우 건물 기준 1.6%의 칼슘은 부작용이 없다. 이후 성장기에서는 대형견 포함 모든 품종의 개들에게 건물 기준 최대 1.8%의 칼슘을 급여하는 것이 가능하며, 그레이트 데인(Great Danes) 품종을 제외한 모든 품종에게 해당된다. 이 품종은 민감하기 때문에 1.6%의 최대 칼슘 함량을 포함하는 사료를 계속 사용하는 것이 좋다(Laflamme DP, 2001; Weber M 등, 2000a; Weber M 등, 2000b).

● 인

AAFCO는 1992년 영양소 과잉을 예방하기 위해 칼슘 (6.25g/1,000kcal)과 인 (4g/1,000kcal)에 대한 최대 영양소 함량을 정했다(Dzanis DA, 1994). FEDIAF도 칼슘와 인에 대한 동일한 최대 영양소 함량을 채택했다. 특히 칼슘 : 인= ≤0.4:1의 경우 인 과잉은 성견에 부작용이 있는 것으로 보고하였으며, Laflamme GH와 Jowsey J (1972) 및 Schneider P 등 (1980)의 연구에서 동일한 결과를 보고하였다. Stockman J 등 (2017)의 연구에서 1,000kcal 당 총 칼슘 7.1g 및 총 인 4.5g (칼슘 : 인 1.6:1)의 사료를 40주 동안 급여할 경우 부정적인 영향은 없다고 보고하였다(Stockman J 등, 2017).

● 나트륨

개를 대상으로 한 연구에서 45.4mg/MJ (1,000kcal당 0.19g)의 나트륨이 모든 생애 주기에 적합하다는 것을 검증하였다(Czarnecki-Maulden GL 등, 1989). 성견의 경우, 건물 기준 2%의 나트륨을 함유하는 사료가 칼륨 균형을 무너뜨릴 수 있다는 것이 입증되었다(Boemke W 등, 1990).

미량 미네랄

● 일반

제조업체는 특정 미네랄(예 : 칼슘), 다른 미량 원소(예: 아연 함량이 높으면 구리 흡수 감소), 피틴산 공급원(예 : 곡물 및 콩류)의 함량이 높으면 미량 원소의 생체이용률이 감소한다는 사실을 상기해야 한다.

● 구리

구리의 낮은 생체이용률로 인해 구리 산화물을 구리 원료 자체로 사용해서는 안된다(Fascetti AJ 등, 1998).

● 요오드

Castillo 등 (2001a, b)의 연구에서는 개에 대한 요오드의 최대 영양소 함량을 낮게(건물 기준 0.4mg/100g) 권장했다. 그러나 칼슘, 인 및 칼륨과 같은 여러 영양소가 부족할 경우, 사료의 과다 섭취는 요오드의 섭취량을 증가시킨다.

● 철

철은 생체 이용률이 매우 낮으며, 사료에 첨가되는 산화물이나 탄산염 형태의 철은 사용하면 안되며 (NRC 2006a), 무기철(inert iron)의 양은 철의 총 함량에서 제외시킨다.

2.1.5 비타민

비타민은 유기물임에도 불구하고 그 자체가 에너지를 생산하지 않으며, 그 매우 적은 양으로 동물의 정상적인 성장과 생명유지에 필요한 반응을 촉진하고 조절하는 물질이다. 반려동물의 체조직 내에서 일부를 제외하고는 합성이 불가능하다. 체내 합성이 가능한 비타민으로 비타민 D3는 햇빛에 의하여 피하에서 합성될 수 있으며, 비타민 K와 비오틴은 장내 박테리아에 의해 합성되어 흡수 될 수 있다. 일반 원료사료에 자연적으로 존재하지만 요구량에 비하여 그 양은 상대적으로 미미하며, 이용성이 낮을 수 있어 별도로 사료에 공급해 주어야 한다. 비타민들은 대사 조절제로서 다양한 역할을 수행하기 때문에 성장과 생명유지에 반드시 필요하다. 대부분의 비타민들은 면역성을 높이는 항체 형성과정에도 관여한다. 적절한 수준의 비타민의 첨가 급여는 단순히 결핍증상을 예방한다는 관점보다 일반적인 건강상태와 활력, 스트레스와 질병에 대항하는 능력을 증진시킨다는 면에서도 광범위하게 기능을 수행한다고 할 수 있다.

● 비타민 A

성묘: FEDIAF 최대치는 새끼 고양이를 대상으로 Seawright AA 등 (1967)이 보고한 연구를 기반으로 한다. FEDIAF 최대치인 건물 기준 40,000IU/100g은 Seawright AA 등 (1967)이 6-8주령의 새끼 고양이를 대상으로 41주 동안 먹인 최대 NOAEL(부작용이 관찰되지 않는 최대량)의 약 50%에 해당하는 수치이다. 새끼 고양이는 적어도 성묘와 마찬가지로 비타민 A 과다증에 취약하기 때문에 이 수준은 성묘에게도 안전하다 할 수 있다.

- 성장 및 번식 : Seawright AA 등 (1967)은 6주령에서 8주령 사이 새끼 고양이를 41주 동안

50,000IU/kg 체중의 비타민 A를 섭취한 경우 부작용이 없다고 보고했다. 이는 건물 기준 90,000IU/100g에 해당한다. 따라서 FEDIAF의 최대치인 건물 기준 40,000IU/100g은 성장기의 새끼 고양이에게 안전하다고 볼 수 있다. 이러한 데이터를 이용하여 번식을 목적으로 제작된 상품에 대해 건물 기준 최대 비타민 A 33,330IU/100g을 권장한다.

● 비타민 E

비타민 E의 요구량은 다중 불포화 지방산(PUFA)의 섭취와 다른 항산화제의 존재에 따라 달라진다. PUFA 섭취량이 높을 경우 비타민 E의 요구량이 증가한다. 고양이 사료의 경우, 사료 1kg당 첨가되는 어유 1g당 최소 수준 이상의 비타민 E를 5-10IU 첨가하는 것이 권장된다 (Hendriks WH 외, 2002).

● 비타민 B

비타민 B의 최소 권장량은 NRC(2006f)에 따른다. 적정 급여량(AI)은 생체 이용이 가능한 형태인 비타민 프리믹스로 결정한다. AI 수준이 확립되지 않은 경우, 권장 최소량은 NRC의 권장량을 기반으로 한다.

● 비타민 B6 (전 기간)

비타민 B6의 요구량은 사료 내 단백질 함량이 증가함에 따라 증가한다(Bai SC 등, 1991; Bai SC 등, 1989).

● 비타민 B7 (비오틴)

건강한 고양이의 경우 사료 내 비오틴을 추가 첨가할 필요가 없다. 하지만, 사료 내 항균제, 항비타민제가 포함된 경우 예외적일 수 있다(Kronfeld DS 1989a; Kronfeld DS 1989b).

● 비타민 K

일반적으로 비타민 K는 추가적으로 첨가할 필요가 없다. 하지만 캔 형태의 반려동물 사료 중 어류의 함량이 높은 것은 응고가 더 잘 될 수 있는 위험이 있으므로 비타민 K를 보충하는 것이 권장되고 있다(Kronfeld DS, 1989c; NRC 2006g; Strieker MJ 등, 1996).

2.2 에너지 요구량 및 완전 사료

2.2.1 에너지

2.2.1.1 개요

개와 고양이 개체별 요구량은 다양하며, 동일 조건에서도 개체별 차이가 나타날 수 있다. 개체별 차이는 나이, 종, 체구, 체중, 피부와 털 등의 특성, 성격, 건강 상태 또는 활동과 같은 요인으로 결정된다. 또한, 주변 온도와 주거 조건과 같은 환경 요소에 의해서도 영향을 받을 수 있다(Meyer H와 Zentek J, 2005; NRC 2006g). 이러한 개체별 요구량을 고려할 때, Sun H (2023) 연구에 따르면 성견 사료 내 15.04MJ/kg 수준의 사료를 성견에게 먹이는 것이 이상적이라고 보고하였다. 개 또는 고양이에 대한 에너지 요구량을 계산할 수 있는 단일 공식은 없으며, 각 방정식은 특정 동물 그룹에 대한 이론적인 평균만 예측한다(Heusner AA 1991). 주로 집에서 기르는 개와 고양이에 대한 일반적인 영양소 권장 사항을 제공하여야 하며 기준으로 이용해야 한다.

표 2-1. 약어정리

BCS	체평점	KJ	킬로줄
BMR	기초 대사량	ME	대사에너지
BW	체중	MJ	메가줄
DE	가소화에너지	MER	유지 에너지 요구량
DER	일일 에너지 요구량	NFE	가용무질소물
DM	건물	TNZ	온열중성대
GE	총에너지	UCT	임계용해온도
kcal	킬로칼로리		

2.2.1.2 사료 내 에너지 밀도

에너지는 킬로칼로리(kcal) 또는 킬로줄(kJ)로 표현된다.

1킬로칼로리(kcal) = 1,000칼로리(cal) = 4.184킬로줄(kJ)
1메가줄(MJ) = 1,000킬로줄(kJ) = 239킬로칼로리(kcal)

● 총에너지

사료 내 총에너지는 열량계에서 사료 샘플의 완전한 연소로 인해 발생하는 총 화학 연소 가능 에너지로 정의된다(NRC 2006b). 조단백질, 조지방 및 탄수화물의 예상 총에너지(GE) 값은 표 2-2에 나타내었다.

표 2-2. 조단백질, 조지방 및 탄수화물의 예상 총에너지 값

영양소	총에너지	
조단백질	5.7kcal/g	23.8kJ/g
조지방	9.4kcal/g	39.3kJ/g
가용무질소물 + 조섬유	4.1kcal/g	17.1kJ/g

(Kienzle E 등, 2002; NRC 2006b)

● 대사에너지

가소화에너지와 대사에너지는 사료 내 총에너지보다 더 정확하게 표현하는 방법이다. 대사에너지(ME)는 동물이 이용한 에너지를 더 잘 반영하지만, 정확한 측정은 어렵다. 개와 고양이 사료의 대사에너지 농도 계산에 있어 예측 방정식이 활용된다. 이러한 예측 방정식 중 일부는 연구 결과를 바탕으로 개발되었으며, 그 정확성과 신뢰성은 동물 사료 급여 연구에서 개발된 방정식들과 비교하여 평가된다. 최근 연구들(Calvez J 등, 2012a; Calvez J 등, 2012b)은 수정된 방법과 NRC에서 인용한 방정식과 측정된 대사에너지 간의 정확도를 비교한 결과를 보여주었다:

- NRC에서 인용한 방정식은 반려동물 건식 사료에서 Atwater 방법보다 대사에너지를 더 정확하게 추정한다.
- Atwater 방법과 NRC 방정식은 개와 고양이용 습식 사료에 대해 대사에너지를 적당한 정확도로 추정할 수 있는 방식이다.

a. 대사에너지를 계산하기 위한 반려동물 사료 내 대사에너지 방정식은 다음과 같은 4단계 계산법을 이용해야 한다.

표 2–3. 대사에너지 계산식

1.	총에너지 계산식:	
	총에너지(kcal) =	{5.7 × 조단백질(%)} + {9.4 × 조지방(%)} + [4.1 × {가용무질소물(%) + 조섬유(%)}]
	총에너지(kJ) =	{23.8 × 조단백질(%)} + {39.3 × 조지방(%)} + [17.1 × {가용무질소물(%) + 조섬유(%)}]
2.	에너지 소화율 계산식(%):	
개	에너지 소화율(%) =	91.2 – {1.43 × 건물 기준 조섬유(%)}
고양이	에너지 소화율(%) =	87.9 – {0.88 × 건물 기준 조섬유(%)}
3.	가소화에너지 계산식:	
	가소화에너지(kcal) =	{총에너지(kcal) × 에너지소화율} / 100
	가소화에너지(kJ) =	{총에너지(kJ) × 에너지소화율} / 100
4.	대사에너지 계산식:	
개	대사에너지(kcal) =	가소화에너지(kcal) – {1.04 × 조단백질(%)}
	대사에너지(kJ) =	가소화에너지(kJ) – {4.35 × 조단백질(%)}
고양이	대사에너지(kcal) =	가소화에너지(kcal) – {0.77 × 조단백질(%)}
	대사에너지(kJ) =	가소화에너지(kJ) – {3.22 × 조단백질(%)}

b. 식물성 또는 동물성 원료가 포함된 사료, 유기농 사료, 신선한 상태 또는 보존된 상태(고기, 내장, 유제품, 요리된 전분원료 등) 및 소화가 용이한 사료(우유 대용품 또는 기호성이 중요한 사료)의 대사에너지는 다음과 같은 방정식을 사용하여 계산한다.

표 2–4. 대사에너지 방정식

개:	
대사에너지(kcal) =	{4 × 조단백질(%)} + {9 × 조지방(%)} + {4 × 가용무질소물(%)}
대사에너지(kJ) =	{16.7 × 조단백질(%)} + {37.6 × 조지방(%)} + {16.7 × 가용무질소물(%)}
고양이:	
대사에너지(kcal) =	{4 × 조단백질(%)} + {8.5 × 조지방(%)} + {4 × 가용무질소물(%)}
대사에너지(kJ) =	{16.7 × 조단백질(%)} + {35.6 × 조지방(%)} + {16.7 × 가용무질소물(%)}

c. 사료의 대사에너지 함량을 결정하기 위한 급여 실험 방법

가소화에너지를 대사에너지로 변환하는 대략적인 계수는 0.9다. 또한, NRC (2006a)에서는 개의 경우 가소화 단백질(g)당 1.25kcal (5.23kJ)를, 고양이의 경우 0.9kcal (3.77kJ)를 차감할 것을 권장하고 있다(NRC 2006a). 사양 실험은 실제 반려동물에게 사료를 제공한 후, 에너지 소비와 소화에 관한 정보를 수집하여 대사에너지를 정확하게 계산하는 데 가장 정확한 방법이다.

2.2.1.3 문헌 리뷰

성견의 유지 에너지 요구량은 다양하며, 90kcal 대사에너지/$kg^{0.75}$ (377kJ) 미만에서 대략 200kcal 대사에너지/$kg^{0.75}$ (810kJ)까지 다양하다. 이러한 차이는 다양한 견종 간 성견 크기의 차이를 고려할 때 당연한 결과이다. 각각의 견종은 체중이 1kg (치와와)부터 90kg 이상(세인트 버나드)까지 다양하게 분포하며, 이는 포유류 종 중에서도 가장 넓은 범위를 보인다(Lauten SD 2006). 특정 개가 필요로 하는 에너지양은 나이, 견종, 크기, 활동 수준, 환경, 성격, 피부와 털의 특성, 체중 상태, 그리고 질병 여부와 같은 다양한 요인에 의해 크게 좌우된다.
즉, 동물의 개체별 에너지 요구량은 많은 다양한 요소에 따라 다를 수 있으며, 공식적인 권장사항은 평균적인 가이드일 뿐이다. 이러한 이유로 동물의 개체별 상태와 특성에 따른 올바른 급여가 중요하다.

● 성견의 유지 에너지 요구량

성견의 유지 에너지 요구량(MER)은 체중(kg body weight, BW)과 선형적인 상관관계가 성립되지 않는다(Meyer H 등, 1986; NRC 1985a). 에너지 요구량은 체중의 특정 지수를 제곱한 값과 더 밀접한 연관이 있다. 가장 일반적으로 사용되는 방법은 $kg^{0.75}$로 대사체중(metabolic weight)을 기반으로 개의 일일 에너지 요구량을 계산하는 방식이다. 그러나 이 방법의 정확성에 대해 의문이 제기되고 있으며, $kg^{0.67}$로 표현되는 대사체중을 사용하는 것이 체표면과 관련이 있어 열 생산을 정확하게 반영할 수 있다는 유효한 대안으로 제시되고 있다(Finke MD 1994; Kienzle E 등, 1991; Männer K 1991).
유지 에너지 요구량은 평균적인 활동 수준을 가진 동물이 소비하는 에너지양을 의미한다. 이것은 기초 대사율(Basal Metabolic Rate, BMR)에 의해 구성되며, 체중을 유지하는 데 필요한 양의 사료를 섭취, 소화 및 흡수하는 데 필요한 에너지양을 포함한다.
불수의적인 활동으로 인한 열량과, 임계 온도를 넘어설 경우 정상적인 체온을 유지하는 데 필요한 에너지를 포함된다(Meyer H와 Zentek J 2005; Rainbird AL 등, 1989). 체중과는 독립적으로, 유지 에너지 요구량은 나이, 유형 및 견종, 활동, 성격, 환경 온도, 피부의 특성(예: 털 길이 및 피하지방), 사회적 환경의 차이에 영향을 받는다. 이 중에서 나이와 활동이 개별 에너지 요구량에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Burger IH 1994; Finke MD 1994; Kienzle E와 Rainbird A 1991; Meyer H와 Heckötter E, 1986; NRC 2006g).
유지 에너지 요구량에 대한 권장은 에너지 요구량을 10%에서 60% 정도 과대 추정할 수 있다(Männer K 1991; NRC 2006b). 이 권장은 활동 수준에 맞춘 합리적인 양을 포함하고 있지만, 약 19%의 반려인은 개와 놀이활동을 하지 않으며, 22%는 개와 3시간 미만의 놀이활동을 하는 경우도 있다(Slater MR 등, 1995).

● 활동

활동량은 유지 에너지 요구량에 큰 영향을 미친다. 예를 들어, 일어서는 것이 누워 있는 것보다 40% 더 많은 에너지를 필요로 한다(Meyer H와 Zentek J, 2005). 그러나 유지 에너지 요구량은 종종 활동량을 포함시키지 않는데, 동물의 개체별 에너지 요구량을 계산할 때 활동량을 포함하는 것이 중요하다. 과식과 비만의 위험을 피하기 위해서는 먼저 최적의 체중 유지를 위해 필요한 에너지 계산 후, 필요에 따라 조정하는 것이 권장된다.

● 나이

포유, 노동 또는 스포츠 활동을 제외하고 나이가 유지 에너지 요구량을 결정하는 가장 영향력 있는 요인 중 하나일 수 있다(Finke MD 1994). 개의 생애주기를 세 단계로 구분할 때 자견(1–2세), 일반 성견(3–7세) 및 노견(7세 이상)으로 구분할 수 있다(Finke MD 1994; Kienzle E와 Rainbird A, 1991). 자견은 활동량이 많아 에너지가 더 많이 필요하며, 노견은 활동량이 감소하여 생애주기 중 가장 적은 에너지를 요구한다(Finke MD 1991; Meyer H와 Zentek J, 2005). 노견은 성견보다 10–15% 소량의 에너지가 요구된다(Finke MD 1994; Kienzle E와 Rainbird A, 1991). 따라서 실질적인 권장 사항은 항상 나이와 관련되어야 한다(Finke MD 1994; Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1989). 개의 활동이 감소하는 나이는 견종 및 개체별에 따라 다를 수 있다. 이전 연구 결과에 따라 7세를 노견의 경계점으로 사용하지만 정확한 기준은 아니다.

● 견종

특정 견종, 예를 들어 뉴펀들랜드 개와 허스키와 같은 견종은 상대적으로 낮은 에너지 요구량을 가지고 있으며, 그레이트 데인과 같은 견종은 평균 이상의 유지 에너지 요구량을 가진다(Kienzle E와 Rainbird A, 1991; Rainbird AL와 Kienzle E, 1989; Zentek J 등, 1992). 견종별 요구량에는 성격의 차이로 인한 활동량, 열 손실 정도에 영향을 미치는 체격, 피모의 차이가 반영된다. 그러나 나이에 대한 보정이 이루어질 때, 견종 간 차이는 감소한다(Finke MD 1994).

● 환경 및 온도

추운 환경은 동물의 에너지 소비를 증가시킨다(Blaza SE 등, 1982; Finke MD 1991; Meyer H와 Zentek J, 2005; NRC 1985b; Walters L 등, 1993). 겨울철 야외에서 활동하는 개들은 여름철 대비 10%에서 90% 더 많은 에너지가 필요하다.

체온을 유지하기 위한 에너지는 열 중립 영역(Thermo-Neutral Zone, TNZ)이라고 하는 온도에서 최소화된다. 열 중립 영역은 견종에 따라 다르며, 열 절연이 더 좋을 때 낮아진다. 열 중립 영역은 장모종의 경우 15–20℃, 단모종의 경우 20–25℃로 추정되며, 알래스카 허스키의 경우 10–15℃로 낮을 수 있다(Kleiber M 1961; Männer K 1991; Meyer H와 Zentek J 2005; Zentek J와 Meyer H, 1992). 절연력 외에도 에너지 소비는 추운 날씨 동안의 체격, 활동량, 기후 적응

능력(Finke MD 1991; Meyer H와 Zentek J 2005; NRC 1985b; Zentek J와 Meyer H 1992), 습도(McNamara JH 1989; Meyer H와 Zentek J 2005)에 따라 다를 수 있다.

무리 생활을 하는 동물들은 서로 모여 열 손실을 감소시킬 수 있으며, 이 습성은 새끼 동물에게 매우 중요한 요인이다(Kleiber M 1961). 고온에 노출 시 기초 대사율은 낮추기 어렵다(Ruckebusch Y 등, 1991).

환경 온도가 상한 임계 온도(UCT)를 초과하면 동물은 피부로의 혈류 증가(혈관 확장) 또는 물의 증발을 증가시켜 열을 제거해야 한다(Kleiber M 1961). 성견의 UCT는 30℃에서 35℃ 사이인 것으로 나타난다(NRC 2006h). 단독 생활을 하는 개는 활동량이 적어 일일 에너지 요구량(DER)이 70kcal 대사에너지/$kg^{0.75}$까지 낮아질 수 있지만, 다른 개들과 함께 키우면 활동 자극으로 인한 일일 에너지 요구량이 144kcal 대사에너지/$kg^{0.75}$(602.5kJ/$kg^{0.75}$) 이상으로 증가할 수 있다(NRC 2006b). 사료 섭취를 통해 발생하는 열 생성은 미비하다. 열 발생은 개의 일일 에너지 소비량 중 약 10%를 차지하며, 고단백 사료에서 증가하고 일일 급여 횟수가 4회인 개는 1회인 개 대비 열 발생이 증가한다(NRC 2006b).

● 다양한 생리적 상태의 개와 고양이의 일일 에너지 섭취에 대한 권장 사항

개별 동물의 에너지 요구량을 표현하는 단일 공식은 없다. 개별 동물의 에너지 요구량은 표에 나타난 평균과 다를 수 있으므로 이 권장 사항은 단지 참고용으로 사용해야 하며, 동물의 체중 감소하거나 증가할 때 사료 급여량을 조절해야 한다.

● 개

표 2-5에서는 개의 유지 에너지 요구량에 대한 다양한 연령별 권장량을 나타낸다. 표 2-6에서는 활동량에 따른 에너지 요구량을 나타내고 있으며, 표 2-7에서는 성장과 번식을 위한 에너지 요구량을 나타내고 있다.

a. 유지 에너지 요구량

Kealy RD 등 (2002)의 연구를 기반으로, 개는 건강을 위해 체평점(9점 만점; BCS) 4에서 5사이를 유지하도록 급여해야 한다는 권장 사항이 있다. 표 2-5는 활동량을 포함하지 않고 다양한 연령에서의 유지 에너지 요구량을 나타낸다.

표 2-5. 다양한 연령대의 개에게 나타나는 유지 에너지 요구량에 대한 실용적인 권장 사항

나이(연도)	대사에너지(kcal)/$kg^{0.75}$	대사에너지(kJ)/$kg^{0.75}$
1 – 2	130 (125–140)	550 (523–585)
3 – 7	110 (95–130)	460 (398–545)
≥ 7 (노견)	95 (80–120)	398 (335–500)

(Männer K 1990; Burger IH 1994; Wichert B 등, 1999; Connor MM 등, 2000; Kealy RD 등, 2002;. Patil AR 등, 2002; NRC 2006b)

표 2-5에 나타난 값은 단지 참고용일 뿐, 특정 개가 최종적으로 필요로 하는 에너지 요구량은 활동, 환경, 견종, 성격, 피모, 체중 또는 질병과 같은 다른 요소에 크게 영향을 받을 수 있다. 개들이 자신들의 열 중립 범위를 초과하거나 미달하는 온도에서 길러지면, 유지 에너지 요구량은 1℃ 마다 체중$^{0.75}$ 당 2-5kcal (8-21kJ) 증가한다(NRC 2006h).

표 2-6. 활동량과 관련된 일일 에너지 요구량

활동량	대사에너지(kcal) / kg$^{0.75}$	대사에너지(kJ) / kg$^{0.75}$
활동이 적음 (1시간/일 미만) (예시: 걷는 산책)	95	398
활동성 중간 (1-3시간/일) (영향력 낮은 활동)	110	460
활동성(1-3시간/일) (영향력 높은 활동)	125	523
활동성 높음 (3-6시간/일) (사역견, 양몰이견)	150-175	628-732
극한의 상황에서 높은 활동성 (극한의 추위에서 168km/일 달리는 썰매견)	860 - 1,240	3,600 - 5,190
비만 위험	≤ 90	≤ 377
품종에 따른 차이		
그레이트 데인	200 (200-250)	837 (837-1,046)
뉴펀들랜드	105 (80-132)	439 (335-550)

Männer K, 1990; Burger IH, 1994; Wichert B 등, 1999; Connor MM 등, 2000; Kealy RD 등, 2002; Patil AR 등, 2002; NRC 2006b; NRC 2006h

표 2-7a. Gesellschaft fur Ernahrungsphysiologie (1989) 및 Meyer H와 Zentek J (1992)에 의해 수정된 이유(8주)부터 1년까지의 성장곡선 방정식

성체 체중 (kg)	성장곡선
7 이하	% 성체 체중 = 36.92Ln (주 단위 나이) - 43.57
〉7 - 15	% 성체 체중 = 36.86Ln (주 단위 나이) - 48.22
〉15 - 27.5	% 성체 체중 = 39.88Ln (주 단위 나이) - 60.70
〉27.5-47.5	% 성체 체중 = 36.96Ln (주 단위 나이) - 56.18
〉47.5	% 성체 체중 = 36.61Ln (주 단위 나이) - 62.39

Ln: 자연로그

표 2-7b. 개의 성장 및 번식 중 평균 에너지 요구량

자견	나이	에너지 요구량	
		kcal	kJ
	갓난 강아지	25kcal/100g 체중	105kJ/100g 체중
	8주-1년*	(254.1-135.0 × [현재 체중/예상 성체 체중]) × 현재 체중$^{0.75}$	(1,063-565 × [현재 체중/예상 성체 체중]) × 현재 체중$^{0.75}$
암컷 개	번식단계	에너지 요구량	
		kcal	kJ
임신**	임신 4주	132kcal/kg 체중$^{0.75}$	550kJ/kg 체중$^{0.75}$
	임신 5주	132kcal/kg 체중$^{0.75}$ + 26kcal/kg 체중	550kJ/kg 체중$^{0.75}$ + 110kJ/kg 체중
분만***	분만기	에너지 요구량	
		kcal	kJ
수유	강아지 1-4마리	145kcal/kg 체중$^{0.75}$ + 24n × kg 체중 × L	607kJ/kg 체중$^{0.75}$ + 100n × kg 체중×L
	강아지 5-8마리	145kcal/kg 체중$^{0.75}$ + (96 + 12n-4) × kg 체중 × L	607kJ/kg 체중$^{0.75}$ + (400 + 50n-4) × kg 체중 × L

* Klein 등, 2019. Metabolisable energy intake and growth of privately owned growing dogs in comparison with official recommendations on the growth curve and energy supply. J Anim Physiol Anim Nutr. 103:1952-1958.
** Gesellschaft für Ernahrungsphysiologie 1989
*** NRC 2006b, NRC 2006h
n = 강아지 마릿수; L = 0.75 (1주차); 0.95 (2주차); 1.1 (3주차); 1.2 (4주차).

b. 성장과 번식

대사에너지 요구량의 정확한 추정값은 자견에게 과도한 에너지 공급을 방지하고 최적의 권장 급여량을 보장하기 위해 중요하다. 강아지에게 영양소 과잉 급여는 빠른 성장을 유도할 수 있으며, 특히 대형견종에서는 골격 변형을 일으킬 수 있다(Dämmrich K 1991; Dobenecker 등, 1998; Wu와 Krook, 1974; Kealy RD 등, 1992; Kealy RD 등, 2002; Meyer H 등, 1992; Richardson DC 등, 1997). 그러나 고에너지 섭취를 하는 강아지가 무조건 체평점이 높은 것은 아니다(Dobenecker B 2010). 따라서 강아지는 절대로 *ad libitum*(자유채식)으로 먹이면 안 된다.

● 고양이

성묘의 체중 변동은 크지 않기 때문에, 고양이의 에너지 요구량은 일부 대사량 대신 체중으로 표시된다. 또한, 유지 에너지 요구량을 계산할 때 대사량을 사용한다면 1991년에 Heusner이 제안한 종 내 변량 계수 0.67을 사용해야 한다(NRC 2006b). 이 계수는 최근 0.75보다 정확하다는 것이 확인되었다(Edtstadtler-Peitsch G 2003; Nguyen P 등, 2001).

NRC는 100kcal/kg$^{0.67}$이 마른 체격을 가진 고양이에게만 유효하다고 명시하고 있지만, 계산값보다 더 적은 에너지가 필요할 수도 있다(Riond JL 등, 2003; Wichert B 등, 2007).

FEDIAF는 활발한 성묘에 대한 권장량을 NRC(2006g)와 일치시켜 100kcal/kg 체중$^{0.67}$의 유지 에너지 요구량으로 추정한다. 실내 활동 및 중성화된 성묘의 평균 유지 에너지 요구량은 75kcal/kg 체중$^{0.67}$로 추정된다(Fettman MJ 등, 1997; Harper EJ 등, 2001). Bjornvad CR 등 (2011)은 중성화된 고양이는 체평점 4–9 점을 유지하기 위해 요구량보다 높게 설정해야 한다고 권장한다.

표 2–8. 성묘의 평균 일일 에너지 요구량

성별 – 활동성	대사에너지(kcal)/kg 체중$^{0.67}$	대사에너지(kcal)/kg 체중 (4kg 고양이)
중성화 및/또는 실내 고양이	52–75	35–45
활동적인 고양이	100	60–65

(Riond JL 등, 2003; NRC 2006b; NRC 2006h; Wichert B 등, 2007)

표 2–9. 고양이의 성장 및 번식에 따른 평균 에너지 요구량

자묘	나이	유지에너지 요구량의 배수
	–4개월	2.0–2.5
	4–9개월	1.75–2.0
	9–12개월	1.5
암고양이	번식기	
임신		140kcal/kg 체중$^{0.67}$
수유	분만 자묘 3마리 미만	100kcal/kg 체중$^{0.67}$ + 18kcal × kg 체중 × L
	분만 자묘 3–4마리	100kcal/kg 체중$^{0.67}$ + 60kcal × kg 체중 x L
	분만 자묘 4마리 초과	100kcal/kg 체중$^{0.67}$ + 70kcal × kg 체중 x L

(Loveridge GG 1986; Loveridge GG 1987; Kienzle E 등, 1998; Riond JL 1988; Dobenecker B 등, 1998; Debraekeleer J 등, 2000; Nguyen P 등, 2001; NRC 2006b; NRC 2006h)
L = 0.9 (1–2주차); 1.2 (3–4주차); 1.1 (5주차); 1 (6주차); 0.8 (7주차).

표 2-10. 개와 고양이 완전 사료에 대한 권장 영양 수준

영양소	단위	대사 체중 kg 당 최소 권장 영양 수준 (개 kg 체중$^{0.75}$; 고양이 kg 체중$^{0.67}$)	
		성견 유지량	성묘 유지량
단백질	g	4.95	6.25
아르지닌	g	0.14	0.25
히스티딘	g	0.06	0.08
이소루신	g	0.13	0.12
루신	g	0.23	0.29
라이신	g	0.12	0.09
메치오닌	g	0.11	0.04
메치오닌 + 시스테인	g	0.21	0.09
페닐알라닌	g	0.15	0.12
페닐알라닌 + 티로신	g	0.24	0.44
트레오닌	g	0.14	0.15
트립토판	g	0.05	0.04
발린	g	0.16	0.15
타우린 (통조림 사료)	g		0.05
타우린 (건사료)	g		0.03
지방	g	1.51	2.25
리놀레산 (오메가-6)	g	0.36	0.13
아라키돈산 (오메가-6)	mg	–	1.50
알파 리놀렌산 (오메가-3)	g	–	–
EPA + DHA (오메가-3)	g	–	–
미네랄			
칼슘	g	0.14	0.10
인	g	0.11	0.06
칼륨	g	0.14	0.15
나트륨	g	0.03	0.02
염소	g	0.04	0.03
마그네슘	g	0.02	0.01
미량 원소			
구리	mg	0.20	0.13
요오드	mg	0.03	0.03
철	mg	1.00	2.00
망간	mg	0.16	0.13
셀레늄 (습식 사료)	μg	6.40	6.60
셀레늄 (건사료)	μg	5.20	5.30
아연	mg	2.00	1.88
비타민			
비타민 A	IU	167.00	83.25
비타민 D	IU	15.20	6.25
비타민 E	IU	1.00	0.95
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.06	0.11
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.17	0.08
비타민 B_5 (펜토텐산)	mg	0.39	0.14
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.04	0.06
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	0.92	0.44
비타민 B_3 (니아신)	mg	0.45	0.79
비타민 B_9 (엽산)	μg	7.10	19.00
비타민 B_7 (비오틴)	μg	–	1.50
콜린	mg	45.00	60.00
비타민 K	μg	–	–

출처: FEDIAF

표 2-8. 성묘의 평균 일일 에너지 요구량

예시 : 에너지 요구량이 건물 및 영양소 섭취에 미치는 영향				
	4kg 고양이		15kg 강아지	
유지에너지 요구량	100kcal/kg 체중$^{0.67}$	75kcal/kg 체중$^{0.67}$	110kcal/kg 체중$^{0.75}$	95kcal/kg 체중$^{0.75}$
일일 에너지 섭취량	253kcal	189kcal	838kcal	724kcal
건물 섭취량 (400kcal/건물 100g)	63g	47g	210g	181g
일일 아연 요구량	4.75mg		15mg	
적절한 아연 수준	건물 기준 7.5mg/100g	건물 기준 10.0mg/100g	건물 기준 7.2mg/100g	건물 기준 8.34mg/100g

2.2.1.4 사료 설계를 위한 에너지 요구량

반려동물의 에너지, 단백질, 미네랄 및 비타민의 충분한 섭취는 필수이다. FEDIAF 권장 사항은 주로 NRC 권장 사항(NRC 2006g) 및 관련 자료를 기반으로 한다. 성묘 및 성견에 대한 FEDIAF와 NRC 권장량 간의 주요 차이점인 일일 유지 에너지 요구량 설정이 다르기 때문에 필수 영양소에 대한 체계적인 조정이 필요하다.

NRC 성견의 유지 권장량은 실험용 개나 활발한 반려견에서 관찰된 평균 에너지 섭취량인 130kcal/kg 체중$^{0.75}$/일(1,000kcal 대사에너지/일)로 계산한다.

그러나 FEDIAF는 유지 권장량을 기반으로 반려동물의 평균 에너지 요구량을 110kcal/kg 체중$^{0.75}$/일(예: 15kg 개의 경우 838kcal/일)로 제시한다. 이는 높은 활동 1-3시간 및 낮은 활동을 1시간 미만 하는 개에서 적용 가능하다(Burger IH 1994; Connor MM 등, 2000; Kealy RD 등, 2002). 개체별 반려동물 가구에서 1일 1시간 미만의 저강도 활동(예: 산책)을 하는 성견의 유지 에너지 요구량을 조사한 연구에서 94-105kcal의 평균 에너지 섭취량을 보여주었다(Connor MM 등, 2000, Patil AR와 Bisby TM, 2002; Thes M 등, 2015; Wichert B 등, 1999). 이러한 결과는 유지 에너지 요구량이 95kcal/kg 체중$^{0.75}$(예: 15kg 개의 경우 724kcal/일)인 성견을 위한 별도의 영양소 권장량에 반영되었다.

FEDIAF 내 활동량이 많은 고양이의 에너지 요구량은 NRC 권장 사항(NRC 2006g)과 일치하여 일일 에너지 요구량을 100kcal/kg 체중$^{0.67}$/일(예: 4kg 고양이의 경우, 253kcal/일)로 가정한다. 내부 활동 및 중성화된 성묘의 평균 유지 에너지 요구량은 75kcal/kg 체중$^{0.67}$/일(예: 4kg 고양이의 경우, 189kcal/일)로 추정되었다(Fettman MJ 등, 1997; Harper EJ 등, 2001).

● 에너지 섭취량이 영양소 권장 사항에 영향을 미치는가?

에너지 및 영양소 섭취 사이의 관계를 반영하기 위해 영양소 권장량을 단위/1,000kcal로 표시한

다. 에너지 요구량은 단백질, 미네랄 및 비타민 요구량이 충족되기 전에 충족될 수 있으며, 이는 영양 결핍 및 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 4kg 고양이와 15kg 개에 대한 NRC 표준 추정치인 100kcal/kg 체중$^{0.67}$/일과 130kcal/kg 체중$^{0.75}$/일 이하로 급여할 경우, 필수 영양소를 조정할 필요가 있다.
최소 영양소 요구량을 충족하기 위해 다음 방정식을 사용하여 영양밀도(단위/1,000kcal)를 계산할 수 있다.

$$\text{단위/1,000kcal} = \frac{\text{일당 영양소 요구량 (단위/kg 대사 체중)} \times 1{,}000}{\text{일일 에너지 요구량 (kcal/kg 대사 체중)}}$$

개 대사 체중 = 체중$^{0.75}$; 고양이 대사 체중 = 체중$^{0.67}$

2.2.2 완전 사료

2.2.2.1 정의

완전 사료란 하루 분량만으로 반려동물에게 필요한 영양소 요구량을 충족시킬 수 있는 사료를 의미한다. 사료업체가 특정 성장기를 명시하지 않고 사료를 완전 사료로 표시하는 경우, 모든 성장기에 급여 가능할 것으로 가정되며, 초기 성장과 번식을 위한 권장량에 따라 제조되어야 한다. 사료가 특정 성장기를 위해 설계된 경우 정확히 명시되어야 한다.
완전 사료를 시장에 출시하기 전 다음 사항들을 권장한다:

a. 최신 영양학적 지식 및 사료 영양표준에서 제시하는 자료를 활용해 사료를 만들어야 한다.
b. 특정 영양소 수준이 이 영양표준에서 명시된 값의 범위를 벗어난 경우, 사료 회사는 사료가 모든 필수 영양소의 충분하고 안전한 섭취를 제공한다는 것을 입증할 수 있어야 한다.
c. 완전 사료는 공식적인 분석 방법 등을 통해 결과를 제공할 것을 권장한다.

2.2.2.2 개와 고양이 사료의 영양소 최소 권장 영양소 함량

사료를 생산할 때 사료회사는 개와 고양이가 영양소를 적절히 섭취하도록 사료의 최소 권장 영양소 함량을 이용해야 한다. 영양정보 표에는 '단위/건물 100g', '단위/1,000kcal 대사에너지'와 같은 단위를 사용한다(표 2-17a-h).

2.2.2.3 사료 에너지 함량

반려동물 사료의 에너지 밀도를 측정하는 가장 정확한 방법은 반려동물 대사실험이다. 대사실험은 일반적으로 가소화에너지를 측정한다. 소변에서 손실되는 에너지(urinary gross energy)를 빼면, 동일한 실험에서 대사에너지를 결정할 수 있다. 소변에서 손실되는 에너지는 소변을 수집하여 측정할 수 있으며, 소변을 수집하지 않는 경우 다음의 보정 계수를 통해 계산할 수 있다.

- 개 : 1.25kcal/g 가소화 단백질
- 고양이 : 0.86kcal/g 가소화 단백질

사료회사 등은 최신 문헌을 참고하여 요구량을 산출할 수 있다.

2.2.2.4 완전 사료 내 특정 영양소의 최대 함량

영양학적으로 안전한 범위에서 특정 영양소는 최대 또는 그 이상으로 사용이 가능하지만, 과학적 연구 결과는 보고되지 않았다. 따라서, 추가적으로 과학적 데이터가 제공될 때까지 반려동물 사료가 영양학적 최대치를 초과하지 않도록 권장한다(표 2-17a-h).

2.2.2.5 사료 검증

사료가 시장에 출시되기 전에 적합성 검증을 위한 절차를 거쳐야 한다. 영양학적 적합성 평가 시 고려해야 하는 영양소는 표 2-12와 같다. 완전 사료의 경우 AAFCO는 반려견 사료에서 총 37개 (필수 아미노산 10종, 필수 지방산 4종, 비타민 11종 및 미네랄 12종), 반려묘 사료에서 총 39개 (필수 아미노산 11종, 필수 지방산 4종, 비타민 12종 및 미네랄 12종)를, FEDIAF는 반려견 사료에서 총 36개 (필수 아미노산 10종, 필수 지방산 3종, 비타민 11종 및 미네랄 12종), 반려묘 사료에서 총 40개(필수 아미노산 11종, 필수 지방산 4종, 미네랄 12종, 비타민 13종) 영양소 함량을 규정하고 정확하게 충족하도록 권고하고 있다. 국립축산과학원에서는 완전 사료에 포함되어야 할 영양소의 권장 함량을 표 2-17a-h에 제시하고 있다. 농림축산식품부는 사료검정성분의 허용오차적용 범위(사료검사기준 고시 제20조 관련)에 의한 오차를 적용하여 사료의 일반 검정성분과 유해물질의 기준치 위배여부 등을 판단하고 있다.

완전 사료는 배합사료의 성분등록 사항을 준수하여 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분, 칼슘 인, 수분 함량을 등록하도록 되어 있다. 완전 사료로 출시하기 위해서는 국립축산과학원에서 제시하는 완전 사료의 권장 영양소 함량(표 2-17a-h)을 준수하는 것이 바람직하다.

표 2-12. 영양소

주요 영양소	단백질		
	지방		
지방산	리놀레산	아라키돈산 (고양이)	
	알파-리놀렌산	에이코사펜타엔산 (EPA)	
		도코사헥사엔산 (DHA)	
아미노산	아르지닌	히스티딘	이소류신
	시스테인	타이로신	라이신
	페닐알라닌	트레오닌	트립토판
	류신	메치오닌	발린
미네랄	칼슘	인	칼륨
	나트륨	아연	철
	염소	마그네슘	아이오딘
	망간	아연	셀레늄
비타민	비타민 A	비타민 D	비타민 E
	비타민 B_1 (티아민)	비타민 B_2 (리보플라빈)	비타민 B_5 (판토텐산)
	비타민 B_3 (니아신)	비타민 B_6 (피리독신)	비타민 B_7 (비오틴)
	비타민 B_{12} (시아노코발라민)	비타민 B_9 (엽산)	비타민 K
유사 물질	타우린 (고양이)	콜린	
비고	적절한 분석 방법 및 기타 세부 정보에 대한 내용은 분석 방법 부분 참조(표3-1)		
	에너지 계산을 위한 일반분석에는 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유 등을 포함		

2.2.2.6 사료 표시사항

국내 반려동물용 사료의 성분등록 표기는「사료 등의 기준 및 규격」의 「배합사료의 성분등록 사항」에 따라 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유, 칼슘, 인, 수분 등 7대 영양소를 표기하도록 규정되고 있다. 그러나 이러한 표기 방식은 여전히 국제적인 표시사항 수준에 미치지 못하고 있다. 해외에서는 아미노산, 미네랄, 비타민, 기타 성분 및 에너지 등 영양소를 보다 세부적이고 체계적으로 표시하고 있다(표 2-13a-d 참조). 이러한 격차는 두 가지 주요 요인에 기인한다.

첫째, 국내 반려동물 사료 연구개발은 해외 대비 아직 시작 단계에 불과하며 국내 시장 규모가 해외에 비해 상대적으로 작아, 연구 및 개발에 충분한 투자가 이루어지지 않고 있다. 둘째, 국내

사료 시장 내 중소기업은 자본과 분석 능력의 한계로 인해 정확한 성분 분석과 표시사항에 어려움을 겪고 있다. 성분 분석을 포함한 다양한 분석 비용은 매출액의 약 3%로 추정되지만, 낮은 국내 시장규모와 국내 사료 회사들의 매출은 다국적 사료 회사에 비해 현저히 낮아 성분 분석에 충분한 재정을 투입하기 어려운 실정이다. 그러나 국외 사료 회사와 같이 세부적인 성분 분석 항목을 늘리고 권고 사항을 충실히 반영할 경우, 국내 반려동물 사료에 대한 신뢰도와 시장 경쟁력은 크게 향상될 것으로 기대된다. 이에 따라 향후 5년 이내에 국내 사료 성분 표기 방식을 7대 영양소뿐만 아니라 세부 영양소까지 포함하는 방식으로 개선할 것을 제안한다. 지속적으로 반려동물 영양에 관한 연구방향 설정이 필요하며 국내 사료의 안전성 확보가 중요하다. 사료의 제조 일자와 유통기한을 명확히 표기함으로써 제품의 신선도, 품질, 안전성을 보장해야 하고 사료 제조업체는 반려동물의 적정 급여량을 명확히 안내해야 한다(표 2-14 참조).

표 2-13a. 해외 반려동물 사료 영양소 함량 표기 예시a

아미노산(%)		총 비타민 함량	
타우린(%)	0.1	비타민 A(IU/Kg)	26,000
아르기닌(%)	1.4	비타민 D3(IU/Kg)	1,200
라이신(%)	1.1	비타민 E(mg/kg)	600
메티오닌(%)	0.79	비타민 C(mg/kg)	300
메티오닌+시스틴(%)	1.18	비타민 B_1(mg/kg)	4.9
트립토판(%)	0.19	비타민 B_2(mg/kg)	6.4
총 미네랄 함량		비타민 B_5(mg/kg)	39
칼슘(%)	0.75	비타민 B_6(mg/kg)	28.1
인(%)	0.5	비타민 B_{12}(mg/kg)	0.08
나트륨(%)	0.6	나이아신(mg/kg)	37.7
염소(%)	1.14	비오틴(mg/kg)	2.96
칼륨(%)	0.65	엽산(mg/kg)	9.2
마그네슘(%)	0.11	콜린(mg/kg)	2,300
황(%)	0.4	영양소(%)	
구리(mg/kg)	15	전분(%)	42.8
철(mg/kg)	176	식이섬유(%)	6.6
망간(mg/kg)	73	루테인(%)	–
아연(mg/kg)	175	베타카로틴(%)	–
셀레늄(mg/kg)	0.32	아라키돈산(%)	0.06
요오드(mg/kg)	5.1	리놀레익산(%)	2.72
		오메가-6(%)	2.88
		오메가-3(%)	0.64
		EPA+DHA(%)	0.25
		L-카르니틴(mg/kg)	100
		글루코사민+콘드로이틴(mg/kg)	–
		그린티 폴리페놀(mg/kg)	–
계산된 대사에너지			
대사에너지-NRC 85(Kcal/kg)			3,588
대사에너지-NRC 2006(Kcal/kg)			3,784

표 2-13b. 해외 반려동물 사료 영양소 함량 표기 예시b

평균 영양소 함량(건사료)			
	대사에너지 기준 (100kcal)	급여 기준	건조성분 기준
조단백	5.36g	19.80%	21.56%
조지방	2.65g	9.80%	10.67%
탄수화물	14.93g	55.15%	60.05%
조섬유	0.40g	1.47%	1.60%
식이섬유	1.16g	4.27%	4.65%
가용성섬유소	0.24g	0.89%	0.97%
난용성섬유소	0.91g	3.38%	3.68%
칼슘	0.30g	1.10%	1.20%
인	0.23g	0.84%	0.91%
칼륨	0.16g	0.60%	0.65%
나트륨	0.09g	0.34%	0.37%
염소	0.18g	0.67%	0.73%
마그네슘	0.04g	0.15%	0.16%
구리	0.44g	16.40mg/kg	17.86mg/kg
아연	7.98g	295mg/kg	321mg/kg
비타민 A	315g	11,655IU/kg	12,691IU/kg
비타민 E	8.23g	304IU/kg	331IU/kg
오메가-6	0.48g	1.77%	1.93%
오메가-3	0.02g	0.07%	0.07%
EPA+DHA	0.00g	0.00%	0.00%

표 2-13c. 국내 반려동물 사료 영양소 함량 표기 예시a

성분명	성분량
조단백	25.92% 이상
조지방	8.5% 이상
조회분	2.7% 이하
칼슘	0.04% 이상
조섬유	0.7% 이하
인	0.1% 이상
수분	30.0% 이하

표 2–13d. 국내 반려동물 사료 영양소 함량 표기 예시b

성분	함량
조단백	22% 이상
조지방	12% 이상
조회분	8% 이하
칼슘	0.04% 이상
조섬유	4% 이하
인	0.7% 이상
수분	10% 이하

표 2–14. 표시사항 표기 예시

반려동물 사료 영양정보		
1 컵 {약 226g 계량컵} = XX g		
계산된 배합비:375 (단백질, 200; 지방, 81; 탄수화물, 94)		
영양소	함량	컵 당 무게
단백질(최소)	XX.X%	XX.Xg
지방(최소)	XX.X%	XX.Xg
총 탄수화물 (최대)	XX.X%	XX.Xg
식이섬유(최대)	XX.X%	XX.Xg
수분(최대)	XX.X%	XX.Xg
오메가–6(최소)	XX.X%	XX.Xg
오메가–3(최소)	XX.X%	XX.Xg

2.2.2.7 반복 분석

사료 출시 후, 배합비가 변경되지 않는 한, 사료가 적절한 영양적 기준을 충족하는지 확인하기 위해 지속적인 분석을 권장한다. 원료의 변동으로 인해 편차가 발생할 수 있다. 사료업체가 사료의 조성 또는 가공 사항을 변경할 경우, 사후 분석을 권장한다. 이렇게 함으로써 사료 내 영양소 유지 여부를 확인할 수 있다.

2.2.2.8 급여 가이드라인

사료회사는 반려동물 사료의 급여 지침을 제공해야 하며, 사료의 정확한 기능적 목적을 나타내어야 한다. 급여 빈도, 급수량, 활동량에 따라 사료 급여량 조절에 대한 정보를 제공하는 것이 바람직하다.

2.2.2.9 표 해석법

권장량은 개에서 110kcal/kg$^{0.75}$, 고양이에서 100kcal/kg$^{0.67}$의 평균 일일 에너지 섭취량을 기반으로 한다.

최대 영양소 함량은 영양학적 최대치 또는 법적 최대치로 나타낸다. 반려동물 사료의 경우, 영양소 수준은 표에 기재된 함량과 동일하거나 그 이상이어야 하며, 영양학적 혹은 법적 최대치를 초과하지 않아야 한다. 단백질 소화율이 80% 이상을 보장할 수 없다면, 필수 아미노산 함량을 최소 10% 이상 높이는 것이 권장된다.

영양소 표는 '단위/건물 100g'와 '단위/1,000kcal 대사에너지'로 영양소 권장량을 나타낸다. (표 2-17a-h). 표 2-15의 변환 계수는 사료 에너지 밀도가 4.0 kcal ME/건물 g인 경우를 전제로 하고 있다. 만약 사료 내 영양소의 에너지 밀도가 이 값과 상이할 경우, 권장 사항은 해당 에너지 밀도에 맞추어 수정 적용되어야 한다.

번식기 개와 고양이에 관한 영양소 요구량 정보는 부족하다. 따라서 아래 표의 권장사항은 개에 대해서 초기 성장기(14주령 미만)와 번식기를 동일하게 나타내고, 고양이에 대해서는 성장기와 번식기를 동일하게 나타낸다. 성장기와 번식기 간 영양소 섭취량에 확연한 차이가 있는 경우 두 값을 모두 나타내었다(표 2-17a-h).

표 2-15. 변환 계수

단위/건물 100g	× 2.5 = 단위/1,000kcal
단위/1,000kcal	× 0.4 = 단위/건물 100g

표 2-16. 개와 고양이 완전 사료의 영양소 권장 수준

건물(DM): 100g 당 단위로 권장 영양소 수준
대사에너지(ME): 1,000kcal 당 단위로 권장 영양소 수준

표에 나타나 있는 영양소 함량은 상업용 반려동물 사료에 대한 최소 권장 영양 수준이며, 최소 요구량 또는 최적의 급여 수준을 뜻하지는 않는다. 완전 사료에 대한 영양 기준은 표 2-17a-h을 우선 참고한다.

표 2-17a. 반려견 완전 사료의 권장 영양소 함량(성장 및 번식기, 단위/건물 100g)

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
단백질	g	25.0/20.0	22.5	22.5	20.0	
아르지닌	g	0.82/0.74	1.00	0.82	0.74	
히스티딘	g	0.39/0.25	0.44	0.39	0.25	
이소루신	g	0.65/0.50	0.71	0.65	0.50	
류신	g	1.29/0.80	1.29	1.29	0.80	
라이신	g	0.88/0.70	0.90	0.88	0.70	
메치오닌	g	0.35/0.26	0.35	0.35	0.26	
메치오닌+시스틴	g	0.70/0.53	0.70	0.70	0.53	
페닐알라닌	g	0.65/0.50	0.83	0.65	0.50	
페닐알라닌+티로신	g	1.30/1.00	1.30	1.30	1.00	
트레오닌	g	0.81/0.64	1.04	0.81	0.64	
트립토판	g	0.23/0.21	0.20	0.20	0.20	
발린	g	0.68/0.56	0.68	0.68	0.56	
지방	g	8.50	8.5	8.5	8.5	
리놀레산 (오메가-6)	g	1.30	1.3	1.3	1.3	
아라키돈산 (오메가-6)	mg	30.0	–	–	–	
알파-리놀렌산 (오메가-3)	g	0.08	0.08	0.08	0.08	
*EPA+DHA (오메가-3)	g	0.05	0.05	0.05	0.05	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산. [a]NIAS : 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장 : 자견 14주령 이상

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
미네랄						
칼슘	g	1.00/0.80	1.2	1.00	0.80	2.5(1.8)[d]
인	g	0.90/0.70	1.0	0.90	0.70	—[e]
칼슘/인 비율		1:1	1:1	1:1	1:1	2:1
칼륨	g	0.44	0.6	0.44	0.44	
나트륨	g	0.22	0.3	0.22	0.22	
염소	g	0.33	0.45	0.33	0.33	
마그네슘	g	0.04	0.06	0.04	0.04	
미량 원소						
구리	mg	1.10	1.24	1.10	1.10	
요오드	mg	0.15	0.10	0.10	0.10	1.10
철	mg	8.80	8.8	8.8	8.8	
망간	mg	0.56	0.72	0.56	0.56	
셀레늄	μg	40.0	35.0	35.0	35.0	200
아연	mg	10.0	10.0	10.0	10.0	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장: 자견 14주령 이상
[d]체중이 31.75kg 이상으로 성장하는 견종 자견은 1.8, 기타의 경우에는 2.5 적용.
견종 구분이 없는 전연령 사료의 경우에는 1.8 적용.
[e]전연령 사료의 경우에는 1.6(성견) 적용

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
비타민						
비타민 A	IU	500.0	500.0	500.0	500.0	40,000
비타민 D	IU	55.2/50.0	50.0	50.0	50.0	320
비타민 E	IU	5.0	5.0	5.0	5.0	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.18	0.225	0.18	0.18	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.42	0.52	0.42	0.42	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	1.20	1.2	1.20	1.20	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.12	0.15	0.12	0.12	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	2.80	2.80	2.80	2.80	
비타민 B_3 (니아신)	mg	1.36	1.36	1.36	1.36	
비타민 B_9 (엽산)	μg	21.6	21.6	21.6	21.6	
콜린	mg	170.0	136.0	136.0	136.0	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장 : 자견 14주령 이상

표 2–17b. 반려견 완전 사료의 권장 영양소 함량(성견, 단위/건물 100g)

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	18.0	18.0	18.0	
아르지닌	g	0.52	0.51	0.51	
히스티딘	g	0.23	0.19	0.19	
이소루신	g	0.46	0.38	0.38	
류신	g	0.82	0.68	0.68	
라이신	g	0.42	0.63	0.42	
메치오닌	g	0.40	0.33	0.33	
메치오닌+시스틴	g	0.76	0.65	0.65	
페닐알라닌	g	0.54	0.45	0.45	
페닐알라닌+티로신	g	0.89	0.74	0.74	
트레오닌	g	0.52	0.48	0.48	
트립토판	g	0.17	0.16	0.16	
발린	g	0.59	0.49	0.49	
지방	g	5.50	5.5	5.5	
리놀레산 (오메가–6)	g	1.32	1.1	1.1	
아라키돈산 (오메가–6)	mg	–	–	–	
알파–리놀렌산 (오메가–3)	g	–	–	–	
*EPA+DHA (오메가–3)	g	–	–	–	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	0.50	0.5	0.50	2.5
인	g	0.40	0.4	0.40	1.6
칼슘/인 비율		1:1	1:1	1:1	2:1
칼륨	g	0.50	0.6	0.50	
나트륨	g	0.10	0.08	0.08	
염소	g	0.15	0.12	0.12	
마그네슘	g	0.07	0.06	0.06	
미량 원소					
구리	mg	0.72	0.73	0.72	
요오드	mg	0.11	0.10	0.10	1.10
철	mg	3.60	4.0	3.60	
망간	mg	0.58	0.50	0.50	
셀레늄	μg	18.0/23.0	35.0	18.0	200
아연	mg	7.20	8.0	7.20	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	606.0	500.0	500.0	40,000
비타민 D	IU	55.20	50.0	50.0	320
비타민 E	IU	3.60	5.0	3.60	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.21	0.225	0.21	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.60	0.52	0.52	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	1.42	1.2	1.2	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.15	0.15	0.15	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	3.35	2.8	2.8	
비타민 B_3 (니아신)	mg	1.64	1.36	1.36	
비타민 B_9 (엽산)	μg	25.80	21.6	21.6	
콜린	mg	164.0	136.0	136.0	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

표 2–17c. 반려견 완전 사료의 권장 영양소 함량(성장 및 번식기, 단위/1,000kcal 대사에너지)

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
단백질	g	62.5/50.0	56.3	56.3	50.0	
아르지닌	g	2.04/1.84	2.50	2.04	1.84	
히스티딘	g	0.98/0.63	1.10	0.98	0.63	
이소루신	g	1.63/1.25	1.78	1.63	1.25	
류신	g	3.23/2.00	3.23	3.23	2.00	
라이신	g	2.20/1.75	2.25	2.20	1.75	
메치오닌	g	0.88/0.65	0.88	0.88	0.65	
메치오닌+시스틴	g	1.75/1.33	1.75	1.75	1.33	
페닐알라닌	g	1.63/1.25	2.08	1.63	1.25	
페닐알라닌+티로신	g	3.25/2.50	3.25	3.25	2.50	
트레오닌	g	2.03/1.60	2.60	2.03	1.60	
트립토판	g	0.58/0.53	0.50	0.50	0.50	
발린	g	1.70/1.40	1.70	1.70	1.40	
지방	g	21.25	21.3	21.25	21.25	
리놀레산 (오메가–6)	g	3.25	3.3	3.25	3.25	
아라키돈산 (오메가–6)	mg	75.0	–	–	–	
알파–리놀렌산 (오메가–3)	g	0.20	0.2	0.2	0.2	
*EPA+DHA (오메가–3)	g	0.13	0.1	0.1	0.1	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산. [a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장 : 자견 14주령 이상

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
미네랄						
칼슘	g	2.5/2.0	3.0	2.50	2.00	6.25(4.5)[d]
인	g	2.25/1.75	2.5	2.25	1.75	
칼슘/인 비율		1:1	1:1	1:1	1:1	2:1
칼륨	g	1.10	1.5	1.1	1.1	
나트륨	g	0.55	0.80	0.55	0.55	
염소	g	0.83	1.10	0.83	0.83	
마그네슘	g	0.10	0.15	0.10	0.10	
미량 원소						
구리	mg	2.75	3.1	2.75	2.75	
요오드	mg	0.38	0.25	0.25	0.25	2.75
철	mg	22.0	22	22.0	22.0	
망간	mg	1.40	1.8	1.40	1.40	
셀레늄	μg	100.0	90	90.0	90.0	500
아연	mg	25.0	25	25.0	25.0	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장: 자견 14주령 이상
[d]체중이 31.75kg 이상으로 성장하는 견종 자견은 4.5, 기타의 경우에는 6.25 적용
견종의 구분이 없는 전연령 사료의 경우에는 4.5 적용.

영양소	단위	성장 및 번식기				
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소		[a]NIAS 최대
				초기 성장[b] 및 번식	후기 성장[c]	
비타민						
비타민 A	IU	1,250	1,250	1,250	1,250	100,000
비타민 D	IU	138/125	125	125	125	800
비타민 E	IU	12.50	12.5	12.5	12.5	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.45	0.56	0.45	0.45	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	1.05	1.3	1.05	1.05	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	3.00	3.0	3.0	3.0	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.30	0.38	0.30	0.30	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	7.00	7.0	7.0	7.0	
비타민 B_3 (니아신)	mg	3.40	3.4	3.4	3.4	
비타민 B_9 (엽산)	μg	54.0	54	54.0	54.0	
콜린	mg	425.0	340	340	340	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량
[b]초기성장: 자견 14주령 미만, [c]후기성장: 자견 14주령 이상

표 2-17d. 반려견 완전 사료의 권장 영양소 함량(성견, 단위/1,000kcal 대사에너지)

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	45.0	45.0	45.0	
아르지닌	g	1.30	1.28	1.28	
히스티딘	g	0.58	0.48	0.48	
이소루신	g	1.15	0.95	0.95	
류신	g	2.05	1.70	1.70	
라이신	g	1.05	1.58	1.05	
메치오닌	g	1.00	0.83	0.83	
메치오닌+시스틴	g	1.91	1.63	1.63	
페닐알라닌	g	1.35	1.13	1.13	
페닐알라닌+티로신	g	2.23	1.85	1.85	
트레오닌	g	1.30	1.20	1.20	
트립토판	g	0.43	0.40	0.40	
발린	g	1.48	1.23	1.23	
지방	g	13.75	13.8	13.75	
리놀레산 (오메가-6)	g	3.27	2.8	2.8	
아라키돈산 (오메가-6)	mg	–	–	–	
알파-리놀렌산 (오메가-3)	g	–	–	–	
*EPA+DHA (오메가-3)	g	–	–	–	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	1.25	1.25	1.25	6.25
인	g	1.00	1.00	1.00	4.00
칼슘/인 비율		1:1	1:1	1:1	2:1
칼륨	g	1.25	1.5	1.25	
나트륨	g	0.25	0.20	0.20	
염소	g	0.38	0.30	0.30	
마그네슘	g	0.18	0.15	0.15	
미량 원소					
구리	mg	1.80	1.83	1.80	
요오드	mg	0.26	0.25	0.25	2.75
철	mg	9.00	10	9.0	
망간	mg	1.44	1.25	1.25	
셀레늄	μg	45.0/57.5	80	45.0	500
아연	mg	18.0	20	18.0	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성견			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	1,515	1,250	1,250	100,000
비타민 D	IU	138.0	125	125	800
비타민 E	IU	9.00	12.5	9.0	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.54	0.56	0.54	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	1.50	1.3	1.3	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	3.55	3.0	3.0	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.36	0.38	0.36	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	8.36	7	7.0	
비타민 B_3 (니아신)	mg	4.09	3.4	3.4	
비타민 B_9 (엽산)	μg	64.50	54	54	
콜린	mg	409.0	340	340	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

표 2–17e. 반려묘 완전 사료의 권장 영양소 함량(성장 및 번식기, 단위/건물 100g)

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	28.0/30.0	30.0	28.0(성장)/30.0(번식)	
아르지닌	g	1.07/1.11	1.24	1.07(성장)/1.11(번식)	
히스티딘	g	0.33	0.33	0.33	
이소루신	g	0.54	0.56	0.54	
류신	g	1.28	1.28	1.28	
라이신	g	0.85	1.20	0.85	
메치오닌	g	0.44	0.62	0.44	1.5(성장)
메치오닌+시스틴	g	0.88	1.10	0.88	
페닐알라닌	g	0.50	0.52	0.50	
페닐알라닌+티로신	g	1.91	1.92	1.91	
트레오닌	g	0.65	0.73	0.65	
트립토판	g	0.16	0.25	0.16	1.7(성장)
발린	g	0.64	0.64	0.64	
타우린(통조림 사료)	g	0.25	0.20	0.20	
타우린(건사료)	g	0.10	0.10	0.10	
지방	g	9.0	9.0	9.0	
리놀레산 (오메가–6)	g	0.55	0.6	0.55	
아라키돈산 (오메가–6)	mg	20.0	20.0	20.0	
알파–리놀렌산 (오메가–3)	g	0.02	0.02	0.02	
*EPA+DHA (오메가–3)	g	0.01	0.012	0.01	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	1.00	1.0	1.0	
인	g	0.84	0.8	0.8	
칼슘/인 비율		1:1	–	–	
칼륨	g	0.60	0.6	0.60	
나트륨	g	0.16	0.2	0.16	
염소	g	0.24	0.3	0.24	
마그네슘	g	0.05	0.08	0.05	
미량 원소					
구리(건사료)	mg	1.00	1.5	1.0	
구리(통조림 사료)	mg	1.00	0.84	0.84	
요오드	mg	0.18	0.18	0.18	1.10
철	mg	8.00	8.0	8.0	
망간	mg	1.00	0.76	0.76	
셀레늄	μg	30.0	30	30.0	
아연	mg	7.50	7.5	7.5	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	900.0	666.8	666.8	40,000(성장) 33,333(번식)
비타민 D	IU	28.0	28.0	28.0	3,008
비타민 E	IU	3.80	4.0	3.80	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.55	0.56	0.55	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.32	0.40	0.32	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	0.57	0.575	0.57	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.25	0.40	0.25	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	1.80	2.0	1.80	
비타민 B_3 (니아신)	mg	3.20	6.0	3.20	
비타민 B_9 (엽산)	μg	75.0	80	75.0	
비타민 B_7 (비오틴)	μg	7.0	7.0	7.0	
콜린	mg	240.0	240.0	240.0	
비타민 K	μg	–	10.0	–	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

표 2-17f. 반려묘 완전 사료의 권장 영양소 함량(성묘, 단위/건물 100g)

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	25.0	26.0	25.0	
아르지닌	g	1.00	1.04	1.00	
히스티딘	g	0.26	0.31	0.26	
이소루신	g	0.43	0.52	0.43	
류신	g	1.02	1.24	1.02	
라이신	g	0.34	0.83	0.34	
메치오닌	g	0.17	0.20	0.17	
메치오닌+시스틴	g	0.34	0.40	0.34	
페닐알라닌	g	0.40	0.42	0.40	
페닐알라닌+티로신	g	1.53	1.53	1.53	
트레오닌	g	0.52	0.73	0.52	
트립토판	g	0.13	0.16	0.13	
발린	g	0.51	0.62	0.51	
타우린(통조림 사료)	g	0.20	0.20	0.20	
타우린(건사료)	g	0.10	0.10	0.10	
지방	g	9.0	9.0	9.0	
리놀레산 (오메가-6)	g	0.50	0.6	0.50	
아라키돈산 (오메가-6)	mg	6.0	2.0	2.0	
알파-리놀렌산 (오메가-3)	g	–	–	–	
*EPA+DHA (오메가-3)	g	–	–	–	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	0.40	0.6	0.40	
인	g	0.26	0.5	0.26	
칼슘/인 비율		1:1	–	–	
칼륨	g	0.60	0.6	0.60	
나트륨	g	0.08	0.2	0.08	
염소	g	0.11	0.3	0.11	
마그네슘	g	0.04	0.04	0.04	
미량 원소					
구리(건사료)	mg	0.50	0.5	0.50	
구리(통조림 사료)	mg	0.50	0.5	0.50	
요오드	mg	0.13	0.06	0.06	1.10
철	mg	8.00	8.0	8.0	
망간	mg	0.50	0.76	0.50	
셀레늄	μg	21.0/26.0	30	21.0	
아연	mg	7.50	7.5	7.5	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	333.0	333.2	333.0	40,000
비타민 D	IU	25.0	28.0	25.0	3,008
비타민 E	IU	3.80	4.0	3.80	
비타민 B_1 (티아민)	mg	0.44	0.56	0.44	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.32	0.40	0.32	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	0.58	0.575	0.575	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.25	0.40	0.25	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	1.76	2.0	1.76	
비타민 B_3 (니아신)	mg	3.20	6.0	3.20	
비타민 B_9 (엽산)	μg	75.00	80	75.0	
비타민 B_7 (비오틴)	μg	6.00	7.0	6.0	
콜린	mg	240.0	240.0	240.0	
비타민 K	μg	–	10.0	–	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

표 2-17g. 반려묘 완전 사료의 권장 영양소 함량(성장 및 번식기, 단위/1,000kcal 대사에너지)

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	70.0/75.0	75	70.0(성장)/75.0(번식)	
아르지닌	g	2.68/2.78	3.10	2.68(성장)/2.78(번식)	
히스티딘	g	0.83	0.83	0.83	
이소루신	g	1.35	1.40	1.35	
류신	g	3.20	3.20	3.20	
라이신	g	2.13	3.00	2.13	
메치오닌	g	1.10	1.55	1.10	3.75(성장)
메치오닌+시스틴	g	2.20	2.75	2.20	
페닐알라닌	g	1.25	1.30	1.25	
페닐알라닌+티로신	g	4.78	4.80	4.78	
트레오닌	g	1.63	1.83	1.63	
트립토판	g	0.40	0.63	0.40	4.25(성장)
발린	g	1.60	1.55	1.55	
타우린(통조림 사료)	g	0.63	0.50	0.50	
타우린(건사료)	g	0.25	0.25	0.25	
지방	g	22.50	22.5	22.5	
리놀레산 (오메가-6)	g	1.38	1.40	1.38	
아라키돈산 (오메가-6)	mg	50.0	50	50.0	
알파-리놀렌산 (오메가-3)	g	0.05	0.05	0.05	
*EPA+DHA (오메가-3)	g	0.03	0.03	0.03	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	2.50	2.5	2.50	
인	g	2.10	2.0	2.00	
칼슘/인 비율		1:1	–	–	
칼륨	g	1.50	1.5	1.50	
나트륨	g	0.40	0.5	0.40	
염소	g	0.60	0.75	0.60	
마그네슘	g	0.13	0.20	0.13	
미량 원소					
구리(건사료)	mg	2.50	3.75	2.50	
구리(통조림 사료)	mg	2.50	2.10	2.10	
요오드	mg	0.45	0.45	0.45	2.25
철	mg	20.0	20.0	20.0	
망간	mg	2.50	1.90	1.90	
셀레늄	μg	75.0	75	75.0	
아연	mg	18.80	18.8	18.8	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성장 및 번식기			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	2,250	1,667	1,667	100,000(성장) 83,325(번식)
비타민 D	IU	70.0	70	70.0	7,520
비타민 E	IU	9.50	10	9.50	
비타민 B_1 (티아민)	mg	1.40	1.40	1.40	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.80	1.00	0.80	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	1.43	1.44	1.43	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.63	1.0	0.63	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	4.50	5	4.50	
비타민 B_3 (니아신)	mg	8.00	15	8.0	
비타민 B_9 (엽산)	μg	188.0	200.0	188.0	
비타민 B_7 (비오틴)	μg	17.50	18	17.50	
콜린	mg	600.0	600	600.0	
비타민 K	μg	–	25	–	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

표 2-17h. 반려묘 완전 사료의 권장 영양소 함량(성묘, 단위/1,000kcal 대사에너지)

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
단백질	g	62.50	65	62.50	
아르지닌	g	2.50	2.60	2.50	
히스티딘	g	0.65	0.78	0.65	
이소루신	g	1.08	1.30	1.08	
류신	g	2.55	3.10	2.55	
라이신	g	0.85	2.08	0.85	
메치오닌	g	0.43	0.5	0.43	
메치오닌+시스틴	g	0.85	1.00	0.85	
페닐알라닌	g	1.00	1.05	1.00	
페닐알라닌+티로신	g	3.83	3.83	3.83	
트레오닌	g	1.30	1.83	1.30	
트립토판	g	0.33	0.40	0.33	
발린	g	1.28	1.55	1.28	
타우린(통조림 사료)	g	0.50	0.50	0.50	
타우린(건사료)	g	0.25	0.25	0.25	
지방	g	22.50	22.5	22.5	
리놀레산 (오메가-6)	g	1.25	1.40	1.25	
아라키돈산 (오메가-6)	mg	15.00	50	15.0	
알파-리놀렌산 (오메가-3)	g	–	–	–	
*EPA+DHA (오메가-3)	g	–	–	–	

*EPA, 에이코사펜타엔산 ; DHA, 도코사헥사엔산.
[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
미네랄					
칼슘	g	1.00	1.5	1.00	
인	g	0.64	1.25	0.64	
칼슘/인 비율		1:1	–	–	
칼륨	g	1.50	1.5	1.50	
나트륨	g	0.19	0.5	0.19	
염소	g	0.29	0.75	0.29	
마그네슘	g	0.10	0.10	0.10	
미량 원소					
구리(건사료)	mg	1.25	1.25	1.25	
구리(통조림 사료)	mg	1.25	1.25	1.25	
요오드	mg	0.33	0.15	0.15	2.25
철	mg	20.00	20.0	20.0	
망간	mg	1.25	1.90	1.25	
셀레늄	μg	52.5/65.0	75	52.5	
아연	mg	18.80	18.8	18.8	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

영양소	단위	성묘			
		FEDIAF	AAFCO	[a]NIAS 최소	[a]NIAS 최대
비타민					
비타민 A	IU	833.00	833	833.0	100,000
비타민 D	IU	62.50	70	62.50	7,520
비타민 E	IU	9.50	10	9.50	
비타민 B_1 (티아민)	mg	1.10	1.40	1.10	
비타민 B_2 (리보플라빈)	mg	0.80	1.00	0.80	
비타민 B_5 (판토텐산)	mg	1.44	1.44	1.44	
비타민 B_6 (피리독신)	mg	0.63	1.0	0.63	
비타민 B_{12} (시아노코발아민)	μg	4.40	5	4.40	
비타민 B_3 (니아신)	mg	8.00	15	8.0	
비타민 B_9 (엽산)	μg	188.00	200	188.0	
비타민 B_7 (비오틴)	μg	15.00	18	15.0	
콜린	mg	600.00	600	600.0	
비타민 K	μg	–	25	–	

[a]NIAS, 국립축산과학원 권장 영양소 함량

03

사료 내 영양소 분석 매뉴얼



농촌진흥청
국립축산과학원

3. 사료 내 영양소 분석 매뉴얼

AOAC(2006)에 명시된 일반 원칙에 따라 샘플링 및 분석 방법을 규정하고 있다. 여러 샘플 분석을 통해 사료의 평균을 분석한다. 국내 사료는 사료관리법 하위 고시에 따른 사료표준분석방법을 우선 적용하고 있다.

표 3-1. 분석 방법

영양소	분석 방법
샘플링	AOAC 965.16 & 950.02
수분	AOAC 930.15
조단백질	AOAC 968.06 (듀마스법) / AOAC 976.05 (케달법)
조지방	AOAC 920.39
아르지닌	AOAC 999.13
히스티딘	AOAC 999.13
이소류신	AOAC 999.13
라이신	AOAC 999.13
메치오닌	AOAC 999.13
시스틴/시스테인	AOAC 999.13
페닐알라닌	AOAC 999.13
타이로신	AOAC 999.13
트레오닌	AOAC 999.13
발린	AOAC 999.13
트립토판	AOAC 999.13
조지방	AOAC 945.16
리놀레산	AOAC 940.28
아라키돈산	AOAC 996.06
조섬유	AOAC 962.09
조회분	AOAC 942.05
칼슘	AOAC 968.08
인	AOAC 965.17
칼륨	AOAC 999.10
나트륨	AOAC 968.08
염소	AOAC 968.08

표 3–1. 분석 방법

영양소	분석 방법
마그네슘	AOAC 968.08
철	AOAC 999.11
구리	AOAC 999.11
망간	AOAC 999.11
아연	AOAC 986.15
요오드	AOAC 2012.15
셀레늄	AOAC 986.15
비타민 A	AOAC 974.29
비타민 D	AOAC 982.29
비타민 E	AOAC 2012.09
비타민 K	AOAC 992.27
비타민 C	AOAC 984.26
티아민	AOAC 942.23
리보플라빈	AOAC 970.65
비타민 B_5(판토텐산)	AOAC 945.74
비타민 B_3(니아신)	AOAC 981.16
비타민 B_6(피리독신)	AOAC 985.32
비타민 B_9(엽산)	AOAC 944.12
비타민 B_7(비오틴)	AOAC 2016.02
비타민 B_{12}(시아노코발라민)	AOAC 952.20
콜린	AOAC 999.14
타우린	AOAC 997.05
총 식이섬유(TDF)	AOAC 991.43
불용성 섬유(IF)	AOAC 991.43
수용성 섬유(SF)	AOAC 991.43

04

사료 대사에너지 산출

지시제법

전분채취법



농촌진흥청
국립축산과학원

4. 사료 대사에너지 산출

표 4-1. 약어 정리

GE	총에너지	CP	조단백질
DE	가소화에너지	DP	가소화 단백질
ME	대사에너지	BW	체중
KJ	킬로줄	Cr2O3	산화크롬
Kcal	킬로칼로리		

4.1 지시제법

사료의 대사에너지 및 영양소 소화율을 측정하기 위해 설계

4.1.1 프로토콜

4.1.1.1 시험 동물

최소 1년 이상 및 6마리 이상 대상
몸무게, 성별 및 종 확인
실험 기간(샘플링 기간) 동안 개별 케이지에 수용

4.1.1.2 사료 급여 방법

- **사료 적응 기간**

  Nott HMR 등 (1994) 방법에 따라 개(최소 3일), 고양이(최소 5일) 적응 기간 필요. 실험동물의 사료 적응 및 체중 유지(필요한 경우)를 위한 사료 섭취량 조절 목표.

- **총 샘플링 기간**

  개는 최소 4일(96시간), 고양이는 최소 5일(120시간) 동안 분변 및 소변 채취

4.1.1.3 시험 사료

시험사료의 사료 제형, 풍미, 및 배합비를 기록사료에 용해성이 없는 고품질의 산화크롬III(Cr2O3) 약 0.25%를 첨가

4.1.1.4 급여량

개 : 체중$^{0.75}$당 약 110kcal 대사에너지고양이: 체중$^{0.67}$ 당 약 100kcal 대사에너지

4.1.1.5 급여 시간

최소 일일 한 번, 동일한 시간에 사료를 급여음수는 항상 섭취 가능급여 후 남은 사료량 측정

4.1.1.6 사전 수집 단계

사료 적응 단계 동안 대다수의 동물이 지속적으로 사료를 거부 및 섭취량이 적다면 샘플링 기간을 미뤄야 한다.

4.1.1.7 샘플 수집

명확한 개체 번호, 사료번호 및 수집 날짜가 포함되어야 한다.

- 분변 채취 : 오염물질을 최소화하며 개체별로 채취 후 건조한다.
- 소변 수집 : 대사에너지를 추정하기 위해 보정 계수를 사용하는 경우를 제외하고는 오염물질이 없어야 한다.

4.1.1.8 샘플 보관

- 사료: 나머지 샘플은 분석종료까지 냉동보관
- 분변 : 샘플은 균일함을 위해 충분한 양으로 혼합되어야 한다. 나머지 샘플은 분석종료까지 냉동보관 되어야 한다.
- 소변 : 소변은 질산을 포함하는 용기에 채취되어 질소 손실 방지를 위해 안정화 되어야 한다. 소변 샘플은 충분한 양이 동결건조되어 개체별 수집해야 하며, 총에너지 분석을 위한 양으로 충분해야 한다.

4.1.1.9 샘플 분석

샘플 분석 시 AOAC 분석법을 사용하여 분석방법 중 하나를 사용해야 한다(표 3-1). 크롬 산화물이 지표로 사용되는 경우 원자 흡수 분광법 분석이 선행돼야 한다(Arthur D 1970).

4.1.2 계산법

4.1.2.1 가소화에너지 및 영양소 계산법

가소화에너지 및 단백질은 분변에 포함된 에너지나 단백질을 제외한 소비된 총에너지 또는 조단백질 분석에 기반한다.

가소화에너지 (kcal 또는 kJ/g) =	{1 – (분변 총에너지 × 사료 Cr_2O_3 함량,%)} × 사료 총에너지 / (사료 총에너지 × 분변 사료 Cr_2O_3 함량,%)
가소화에너지 (사료,%) =	{1 – (분변 조단백질 × 사료 사료 Cr_2O_3 함량,%)} × 사료 조단백질 / (사료 조단백질,% × 분변 사료 Cr_2O_3 함량,%)

가소화조지방, 조회분 및 건물은 가소화조단백질과 동일한 방식으로 계산할 수 있다.

4.1.2.2 대사에너지 계산법

대사에너지는 총에너지에서 분변과 소변에서 손실된 에너지를 뺀 값이다.

소변 채취 시 =	대사에너지(kcal 또는 kJ/g) = 가소화에너지 – 소변 총에너지
소변 미 채취 시 =	대사에너지(kcal 또는 kJ/g) = 가소화에너지 – (가소화조단백질 × 소변 손실 에너지 보정 계수)

소변 손실 에너지 보정 계수(Kienzle E 등, 1998):

- 개용 : 1.25kcal 또는 5.23kJ/g
- 고양이용 : 0.86kcal 또는 3.60kJ/g

4.2 전분채취법

4.2.1 프로토콜

4.2.1.1 시험 동물

최소 1년 이상 및 6마리 이상 대상
몸무게, 성별 및 종 확인
실험 기간(샘플링 기간) 동안 개별 케이지에 수용

4.2.1.2 사료 급여 방법

- **사료 적응 기간**

  Nott HMR 등 (1994) 방법에 따라 개(최소 3일), 고양이(최소 5일) 적응 기간 필요. 실험동물의 사료 적응 및 체중 유지(필요한 경우)를 위한 사료 섭취량 조절 목표.

- **총 샘플링 기간**

  개는 최소 4일(96 시간), 고양이는 최소 5일(120시간) 동안 분변 및 소변 채취 및 섭취량 기록

4.2.1.3 시험 사료

시험사료의 사료 제형, 풍미, 및 배합비 기록

4.2.1.4 급여량

– 개 : 체중$^{0.75}$당 약 110kcal 대사에너지 – 고양이 : 체중$^{0.67}$ 당 약 100kcal 대사에너지

4.2.1.5 급여 시간

최소 일일 한 번, 동일한 시간에 사료를 급여음수는 항상 섭취 가능급여 후 남은 사료량 측정

4.2.1.6 사전 수집 단계

사료 적응 단계 동안 대다수의 동물이 지속적으로 사료를 거부 및 섭취량이 적다면 샘플링 기간을 미뤄야 한다.

4.2.1.7 샘플 수집

● 분변 수집

개는 최소 4일, 고양이는 최소 5일 동안 매일 분변을 채취. 가능한 모든 분변을 채취하고 털과 같은 오염물질 최소화. 이 방법은 다음과 같다.

a. 채취 용기를 저울에 올리고 무게를 기록

b. 당일 수집한 동물의 분변을 용기에 넣고 정량적으로 측정

c. 남은 샘플은 냉동고에 보관

d. 채취한 샘플의 분변을 건조

- 분변 채취 샘플을 무게와 함께 기록하고 분변의 중량을 측정한 분변의 양이 많을 경우 소분하여 건조
- 분변은 빨리 말릴 수 있을 정도의 크기. 그렇지 않을 경우 발효 생성물로 인해 질소와 탄소 손실이 발생
- 전체 샘플 혼합

● 소변 채취

채취기간 동안 동물의 소변을 매일 모두 수집하고 무게를 측정. 다만 대사에너지 측정을 위해 보정 계수를 사용하는 경우 털과 같은 오염물질 최소화.

4.2.1.8 샘플 보관

- 사료 : 나머지 샘플은 분석종료까지 냉동보관
- 분변 : 샘플은 균일함을 위해 충분한 양으로 혼합되어야 한다. 나머지 샘플은 분석종료까지 냉동보관 되어야 한다.
- 소변 : 소변은 질산을 포함하는 용기에 채취되어 질소 손실 방지를 위해 안정화 되어야 한다. 소변 샘플은 충분한 양이 동결건조되어 개체별 수집해야 하며, 총에너지 분석을 위한 양으로 충분해야 한다.

4.2.1.9 샘플 분석

샘플 분석 시 AOAC 분석법을 사용하여 분석방법 중 하나를 사용해야 한다(표 3-1).

4.2.2 계산법

4.2.2.1 가소화에너지 및 영양소 계산법

가소화에너지 및 단백질은 소비된 총에너지 또는 조단백질에서 분변에 있는 에너지 또는 조단백질을 뺀 결과를 기반으로 결정된다. 가소화 조지방, 조회분 및 건물은 가소화 단백질과 동일한 방식으로 계산할 수 있다.

$$\text{가소화에너지 (사료,\%)} = \frac{\text{(사료 총에너지 섭취량 − 분변 총에너지 배설량)}}{\text{사료 섭취량}}$$

$$\text{가소화단백질 (사료,\%)} = \frac{\text{(사료 조단백질 섭취량 − 분변 조단백질 배설량)} \times 100}{\text{사료 섭취량}}$$

4.2.2.2 대사에너지 계산법

대사에너지는 총에너지에서 분과 소변에서 손실된 에너지를 뺀 결과를 기반으로 결정된다.

● 소변을 채취하지 않은 경우

소변에서 손실되는 에너지 보정 계수 (Kienzle E 등, 1998):

- 개 : 1.25kcal 또는 5.23kJ/g
- 고양이 : 0.86kcal 또는 3.60kJ/g

$$\text{대사에너지} = \frac{\text{\{(사료 총에너지 섭취량 − 분변 총에너지 배설량)\} − \{(사료 단백질 섭취량, g − 분변 단백질 배설량, g)\} × 소변 손실 에너지 보정 계수}}{\text{사료 섭취량}}$$

예시 1:	
a. 사료 내 총에너지	4.35kcal/g or 18.2kJ/g
b. 총 사료 섭취량	1,250g
c. 분변 내 총에너지	1.65kcal/g or 6.90kJ/g
d. 분변 샘플 채취량	600g
e. 사료 내 단백질 함량	24%
f. 분변 내 단백질 함량	9%
g. 보정 계수 (개)	1.25kcal/g or 5.23kJ/g

대사에너지 =	$\frac{(a \times b) - (c \times d) - \{(b \times e) - (d \times f)\}/100 \times g \times 1{,}000}{b}$
대사에너지 (kcal/kg) =	$\frac{\{(4.35 \times 1{,}250) - (1.65 \times 600)\} - \{(1{,}250 \times 24) - (600 \times 9)\}/100 \times 1.25}{1{,}250}$
대사에너지 (MJ/kg) =	$\frac{\{(18.2 \times 1{,}250) - (6.9 \times 600)\} - \{(1{,}250 \times 24) - (600 \times 9)\}/100 \times 5.23}{1{,}250}$
대사에너지 =	3,312kcal/kg or 13.9MJ/kg

● 소변을 채취한 경우

대사에너지 (kcal/kg) =	$\frac{\{(\text{사료 총에너지 섭취량} - \text{분변 총에너지 배설량})\} - \text{소변 총에너지 배설량}}{\text{사료 섭취량}}$

예시 2:	
a. 사료 내 총에너지	4.35kcal/g or 18.2kJ/g
b. 총 사료 섭취량	1,250g
c. 분변 내 총에너지	1.65kcal/g or 6.90kJ/g
d. 분변 샘플 채취량	600g
e. 소변의 총에너지	0.25kcal/ml or 1.05kJ/ml
f. 소변 양	1,230ml

대사에너지 (kcal/kg) =	$\frac{\{(a \times b - c \times d) - e \times f\} \times 1{,}000}{b}$
대사에너지 (kcal/kg) =	$\frac{\{(4.35 \times 1{,}250) - (1.65 \times 600) - (0.25 \times 1{,}230)\} \times 1{,}000}{1{,}250}$
대사에너지 (MJ/kg) =	$\frac{18.2 \times 1{,}250 - 6.9 \times 600 - 1.05 \times 1{,}230}{1{,}250}$
대사에너지 =	3,312kcal/kg or 13.86MJ/kg

05

In vivo 시험 대체 방법

개

고양이



농촌진흥청
국립축산과학원

5. *In vivo* 시험 대체 방법

In vitro 시험은 *in vivo* 소화율 시험을 대체하기 위한 방법이며, 다음과 같다 (Smeets-Peeters 2000; Hervera 등, 2007; Soutar 등, 2021).

5.1 개

5.1.1 실험 시약

- 제2인산나트륨($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$)
- 제1인산나트륨($NaH_2O_4P \cdot 2H_2O$)
- 염산(HCl)
- 수산화나트륨(NaOH)
- 펩신
- 판크레아틴
- 증류수
- 클로람페니콜
- 에탄올
- 아세톤

5.1.2 시약 조제법

● (0.1M pH 6.0) 인산나트륨 완충용액:

- 1.0946g 제2인산나트륨 + 6.8410g 제1인산나트륨+ 1 L 증류수

● (0.2M pH 6.8) 인산나트륨 완충용액:

- 8.7215g 제2인산나트륨 + 7.9565g 제1인산나트륨+ 1 L 증류수

● 펩신 용액

- 10mg 펩신/ml 증류수

● 판크레아틴 용액

- 100mg 판크레아틴/ml (0.2M pH 6.8) 인산나트륨 완충용액이후, 원심분리 (20min × 3,000rpm × 4℃)하여 침전물 제거

● **클로람페니콜 용액**

– 5mg 클로람페니콜/ml 에탄올

5.1.3 샘플 준비

65℃, 12h, 2회 건조 후, 1mm 입자 크기로 분쇄

5.1.4 위 소화 과정 시뮬레이션

250ml 삼각플라스크에 샘플 1g 준비
25ml (0.1M, pH 6.0) 인산나트륨 완충용액 혼합
10ml (0.2M, pH 0.7) 염산 첨가
1M 염산과 1M 수산화나트륨을 사용하여, pH 2로 설정
1ml 펩신 용액 및 1ml 클로람페니콜 용액(미생물 억제 역할)을 첨가
Parafilm M®film으로 밀봉 후 항온수조에서 39℃에서 2시간 배양

5.1.5 소장 소화 과정 시뮬레이션

실온 방냉 후, 5ml (0.6M) 수산화나트륨과 10ml (0.2M, pH 6.8) 인산나트륨 완충용액 첨가
1M 염산과 1M 수산화나트륨을 사용하여 혼합물의 pH를 6.8로 설정
1ml 판크레아틴 용액 첨가
Parafilm M®film으로 밀봉 후 항온수조에서 39℃에서 4시간 배양

5.1.6 소화물(Residue) 수집

소화된 시료를 증류수, 10ml 95% 에탄올 및 10ml 99.5% 아세톤을 이용하여
필터 크루셔블(Gooch Type Filter Crucibles, PYREX®, UK)로 필터링

5.1.7 소화물(Residue) 분석

AOAC 방법을 사용하여 소화물 분석(표 3-1 참조)

5.2 고양이

5.2.1 실험 시약

- 염산(HCl)
- 중탄산나트륨($NaHCO_3$)
- 펩신
- 판크레아틴
- 증류수
- 에탄올
- 아세톤
- 담즙산

5.2.2 시약 조제법

● 펩신 용액

- 20mg 펩신/ml 증류수

● 판크레아틴 용액

- 10mg 판크레아틴/ml 증류수

● 담즙산 용액

- 80mg 담즙산/ml 증류수

5.2.3 샘플 준비

65℃, 12h, 2회 건조 후, 1mm 입자 크기로 분쇄

5.2.4 위 소화 과정 시뮬레이션

250ml 삼각플라스크에 샘플 5g 준비
85ml 3차 증류수 혼합
1M 염산과 1M 중탄산나트륨을 사용하여, pH 2로 설정 후 15분 방치
10ml 펩신 용액 첨가 후 pH 2로 설정
Parafilm M®film으로 밀봉 후 항온수조에서 39℃에서 1시간 30분 배양

5.2.5 소장 소화 과정 시뮬레이션

실온 방냉 후, 1M 염산과 1M 중탄산나트륨을 사용하여 혼합물의 pH를 6.8로 조정
10ml 판크레아틴 용액 및 10ml 담즙산 용액 첨가
Parafilm M®film으로 밀봉 후 항온수조에서 39℃에서 3시간 배양

5.2.6 소화물(Residue) 수집

소화된 시료를 증류수 10ml, 95% 에탄올 및 10ml 99.5% 아세톤을 이용하여
필터 크루셔블(Gooch Type Filter Crucibles, PYREX®, UK)로 필터링

5.2.7 소화물(Residue) 분석

AOAC 방법을 사용하여 소화물 분석(표 3-1 참조)

06

향후 연구방향

국내외 연구동향

향후 연구방향

품종별 및 생애주기별 영양소 요구량 분석

국내 사료 품질 개선 및 시장 경쟁력 강화



농촌진흥청
국립축산과학원

6. 향후 연구방향

6.1 국내외 연구동향

표 6-1. 국외 반려동물 사료 원료 선행 연구('21 – '24)

저자 (연도)	실험재료/실험대상	주요 내용
Abd El-Wahab 등 (2021)	● 식물성(옥수수, 호밀) 부산물 및 우모분 첨가 – 암컷 비글 8마리(평균연령 : 3세, 체중: 11.0 ± 1.31kg)	● 호밀 부산물 및 우모분 첨가 시, 분변의 건물 함량 감소 ● 옥수수 부산물 및 우모분 첨가 시 전분 소화율 감소
Do 등 (2021)	● 닭고기 기반 압출사료(건사료) 및 생식 사료, 닭고기 및 소고기 기반 휴먼그레이드(HG) 사료 – 비글 24마리(연령 : 5.5 ± 1.0세, 체중: 11.6 ± 1.6kg)	● 기호성 증가 ● HG 사료는 생식 사료 대비 건물, 유기물, 에너지 및 산 가수분해 지방 소화율 증가 ● 생식 및 HG 사료는 압출 사료 대비 조단백질 소화율 증가 ● 생식 및 HG 사료는 압출 사료 대비 분변량 감소 ● 생식 및 HG 사료는 압출 사료 대비 분변 내 총 미생물 균총 변화 → 유익균 증가 및 유해균 감소
Oba 등 (2021)	● 실험 1: 기호성 실험 – 우유 올리고당 첨가(0%, 1%) – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 20마리 ● 실험 2: 소화율, 분변 및 혈액 분석 – 우유 올리고당 첨가(0%, 0.5%, 1%, 1.5%) – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 32마리(암컷 20마리, 수컷 12마리연령 : 1.9 ± 0.05세체중: 4.6 ± 0.13kg)	● 실험 1 – 기호성 증가 ● 실험 2 – 1.5% 첨가는 다른 첨가 처리구 대비 분 내 부티르산 농도 증가 – 1.5% 첨가는 0.5% 첨가 대비 분 내 인돌 함량 감소 – 0.5% 첨가는 대조구 대비 분 내 *Actinobacteria* 풍부도 감소
Abd El-Wahab 등 (2022)	● 육골분 입자 크기 및 첨가량 차이 (고운 입자 – 6%, 12%, 24%; 거친 입자 – 6%, 12%, 24%) – 암컷 비글 6마리(연령: 6–10세, 체중 : 16.7 ± 0.42kg)	● 입자 크기에 상관없이, 6% 첨가 시 분변 점수 개선 ● 분변 점수는 입자 크기 및 첨가 함량에 있어 상호작용을 보임 ● 입자 크기에 상관없이, 24% 첨가 시 건물 기준 분변량 및 pH 증가 ● 건물 기준 분변량 및 pH는 입자 크기 및 첨가 함량에 있어 상호작용을 보임 ● 입자 크기에 상관없이, 24% 첨가 시 분 내 이소부티르산 및 이소발레르산 함량 증가 ● 분 내 이소부티르산 및 이소발레르산은 입자 크기 및 첨가 함량에 있어 상호작용을 보임
Do 등 (2022)	● 동애등에 가공 차이(가금류 부산물 → 동애등에 대체, BSFL meal; 가금류 부산물 및 지방 → 동애등에 대체, BSFL whole; 계지(鷄脂) → 동애등에 지방 대체, BSFL oil) ● 실험 1 : 기호성 실험 – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 20마리(체중 : 4.56 ± 1.18kg) ● 실험 2 : 소화율, 분변 및 혈액 분석 – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 32마리(암컷 20마리, 수컷 12마리연령: 3.3 ± 0.38세체중: 4.19 ± 0.55kg)	● 실험 1 – 모든 동애등에 대체 사료는 기호성 증가 ● 실험 2 – BSFL meal 그룹은 BSFL oil 그룹 대비 기존 및 건물 기준 분변량 증가 – BSFL oil 그룹은 BSFL meal 그룹 대비 건물 기준 분변량 증가 – BSFL oil 그룹은 다른 동애등에 대체 그룹 대비 유기물, 조단백질 및 에너지 소화율 증가 – BSFL oil 그룹은 BSFL whole 그룹 대비 유기물 소화율 증가 – BSFL whole 그룹은 BSFL meal 그룹 대비 조단백질 소화율 증가 – BSFL meal 그룹은 BSFL whole 그룹 대비 혈중 내 요소 질소 수치 증가 – BSFL meal 그룹은 대조구(기본 사료) 대비 혈중 중탄산염 수치 증가

저자 (연도)	실험재료/실험대상	주요 내용
Jian 등 (2022)	● 동애등에 대체(가금류 부산물 20% → 동애등에 탈지 형태 대체, DBP; 혼합유(油) 8% → 동애등에 대체, BF) – 비글 20마리(수컷 8마리, 암컷 12마리)평균연령: 10 개월체중 : 12.67 ± 1.48kg)	● DBP 처리구는 대조구 대비 유기물 및 조단백질 소화율 감소 ● DBP 처리구는 대조구 대비 분 내 총 단쇄 지방산, 프로피온산, 부티르산, 이소부티르산, 이소발레르산 및 총 분지 지방산 감소 ● DBP 처리구는 대조구 대비 분 pH 증가 ● BF 처리구는 대조구와 비슷한 결과를 보였으며, 장 내 미생물 균총 개선
Davenport 등 (2023)	● 건조효모 (*Saccharomyces cerevisiae*) 첨가 – 비글 20마리(수컷 14마리, 암컷 6마리 연령 : 7.4 ± 0.8세) – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 14마리(중성화 수컷 6마리, 암컷 2마리, 불임 암컷 6마리연령 : 7 ± 0.9세체중 : 4.5 ± 0.2kg)	● 반려견에서 기호성 증가 ● 반려묘에서 기호성 및 섭취량 증가 ● 반려묘의 영양소 소화율 중 대사에너지 소화율 증가 ● 반려묘의 소변 비중 증가 (기존 vs 효모첨가; 1.039 ± 0.0032 vs 1.055 ± 0.0033) ※ 기준 범위 (1.035–1.060) 내에 벗어나지 않음
Souza 등 (2023)	● 9.6% 카사바(106 μm) 첨가 ● 실험 1: – 키블 사료 분석(기본사료 vs 카사바 첨가사료) ● 실험 2: 기호성 실험 – 비글 16마리(연령: 3.4 ± 0.1세, 체중: 12.63 ± 1.04kg) ● 실험 3: 소화율 및 분 분석 – 비글 12마리(암수 각각 6마리,연령: 3.4 ± 0.1세, 체중: 10.9 ± 1.0kg)	● 실험 1 – 키블 크기, 팽창 지수 및 파쇄성 증가 – 사료의 총 면적, 기공 수 및 평균 기공 면적 증가 ● 실험 2 – 선호도[기본사료(25) : 카사바 첨가사료(75)] 및 섭취량 증가 ● 실험 3 – 총 식이섬유, 불용성 식이섬유 및 수용성 식이섬유 소화율 증가 – 분변량, 분 내 아세트산, 부티르산, 총 단쇄 지방산, 이소부티르산, 페놀 및 인돌 농도 증가 – 분변 내 총 미생물 균총 변화 → 유익균 증가 및 유해균 감소
Curso-Almeida 등 (2024)	● 일반 완두콩 → *Candida utilis* 발효 완두콩 대체 – 비글 8마리(연령 : 4–5세, 체중 : 10.8 ± 0.8kg) – 도메스틱 쇼트헤어 고양이 7마리(연령 : 3–5세,체중 4.8 ± 0.5kg)	● 선호도 및 일반 완두콩 사료 대비 기호성 증가 ● 시험관 내 전분 소화율 개선 ● 반려견 및 반려묘 모두 소화가 빠른 전분의 비율 증가로 인한 고혈당 반응 경미 및 혈당 감소
Monti 등 (2024)	● 옥수수 → 구아바 대체 수준(3%, 6%, 12%) – 비글 24마리(연령: 7 ± 2.2세, 체중 : 12.4 ± 1.43kg)	● 총 식이섬유 섭취량 증가 ● 건물, 유기물, 조단백질, 산가수화지방, 총 식이섬유 및 총 에너지 소화율 증가 ● 분변 내 단쇄 지방산 중 아세트산 및 프로피온산 농도 증가 ● 건물 기준 분변량 증가
Zhao 등 (2024)	● 생균제(*Pediococcus acidilactici* GLP06) 첨가 (LG, 2×10^8; MG, 2×109; HG, 2×10^{10}) – 비글 24마리(연령 : 3.71 ± 1.09세, 체중 : 17.24 ± 2.66kg)	● MG 및 HG는 대조구 대비 혈액 내 항산화능 및 혈중 질소 함량 개선 ● HG는 다른 처리구 대비 면역글로불린 G 활성도 증가 ● HG는 다른 처리구 대비 분변 내 아세트산 함량 증가 ● HG는 대조구 대비 분변 내 부티르산, 이소부티르산 및 총 단쇄 지방산 함량 증가 ● HG는 대조구 대비 유익균 다양성 및 풍부도 증가

표 6-2. 국내 반려동물 사료 원료 선행 연구('21 – '24)

저자 (연도)	실험재료/실험대상	주요 내용
Seo 등 (2021)	● 발효 귀리 및 동애등에 첨가(대조구; 발효 귀리 10% 첨가; 동애등에 5% 첨가; 발효귀리 10% 및 동애등에 5% 첨가) – 소형견(슈나우저 7마리, 푸들 6마리, 말티즈 7마리연령 : 10.8 ± 0.04세, 체중 : 4.18 ± 0.32kg)	● 동애등에 단일 첨가 시, 혈액 내 총 빌리루빈, 콜레스테롤 함량 증가 및 인 함량 감소 ● 발효귀리 및 동애등에 복합 첨가 시, 혈액 내 글로불린 및 알칼리인산분해효소 함량 감소 ● 발효귀리 단일 첨가 시, 혈액 내 알칼리인산분해효소 함량 감소
Seo 등 (2022)	● 쌀 기반 고지방 사료의 쌀 → 도담쌀 대체 – 암컷 소형견(푸들 9마리, 말티즈 6마리, 미니어처 슈나우저 9마리 연령 : 7.60 ± 0.01세 체중 : 4.73 ± 0.31kg)	● 혈청 내 알라닌 아미노전이효소 감소 ● 항비만 효과 유발
Cho 등 (2022)	● 생균제(*Hericium erinaceus*) 첨가 – 소형견(슈나우저 5마리, 푸들 6마리, 말티즈 7마리평균연령: 11세)	● 유익균(*Bacteroidetes*) 문 증가 ● 유해균(*Streptococcus* 및 *Tyzzerella*) 속 감소
Choi 등 (2022)	● 통조림 사료 내 동에등애(*Ptecticu tenebrifer*) 분말 첨가 – 비숑 15마리(평균체중 : 2kg)말티즈 15마리(평균체중 : 2.5kg)치와와 15마리(평균체중 : 2kg)푸들 15마리(평균체중 : 2.7kg)	● 푸들 및 말티즈의 단백질 소화율 증가
Cho 등 (2023)	● 사료 내 곡물 → 저항성 전분 보유 옥수수 대체 – 중성화 비글 10마리(암컷 4마리, 수컷 6마리연령 : 2.9 ± 0.05세)	● 항비만 효과 유발 ● 건물, 가용무질소물 및 유기물 소화율 감소 ● 혈청 내 아디포넥틴 농도 증가
Kang 등 (2024)	● 생균제(*Enterococcus faecium* 및 *Bifidobacterium lactis*) 첨가 – 비글 20마리(암컷 12마리, 수컷 8마리체중 : 9.24 ± 2.17kg)	● 유산균(*Lactobacillaceae* 및 *Ruminococcaceae*) 활동을 촉진하여 장 내 미생물 균총 개선 ● 단쇄 지방산 및 카르복실산을 생성하여 해당 분해 촉진 및 ATP 합성 활성화 ● 아세트산 및 부티르산과 같은 대사산물 생성으로 인한 포도당 및 인슐린 내성 개선

6.2 향후 연구방향

6.2.1 국내 맞춤형 반려동물 사료 영양표준 개정 연구

반려동물 사료 영양표준은 반려동물이 건강한 생활과 정상적인 생리 상태를 유지하기 위해 필요한 필수 영양소의 최소 권장량을 제시하는 지침서이다. 특히 체내에서 합성되지 않거나 요구량이 높은 영양소를 강조하며, 이러한 표준은 사료 개발과 품질 관리에 중요한 지침으로 사용되므로 시대 변화에 맞게 지속적인 개정 연구가 필요하다.

6.2.1.1 영양소와 장 건강의 상관관계

최근 장 건강과 영양소 간의 연관성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 장내 미생물군의 균형이 동물의 전반적인 건강에 큰 영향을 미치므로, 장 건강을 개선할 수 있는 특정 영양소의 필요성에 대한 연구가 필요하다.

예) Prebiotics, Probiotics 등의 영양소가 장내 미생물군에 미치는 영향 분석 및 장 건강 증진 맞춤형 영양 솔루션 개발 등

6.2.2 정밀 영양(Precision Nutrition)

정밀 영양이란 동물 개체별 유전적, 생리적 특성에 따라 맞춤형 영양을 제공하는 방식이다. 이는 기존의 대규모 표준화된 영양소 공급 방식에서 벗어나, 동물 개체별 상태에 따른 필요한 영양소를 공급하는 새로운 연구 분야이다. 이를 위해 동물의 체중, 활동량, 건강 상태 등을 실시간으로 모니터링하는 기술이 필요하다.

예) 반려동물의 체중과 활동량을 실시간으로 측정하고, 그에 따라 사료의 영양 성분을 자동으로 조절하는 시스템 개발

6.2.3 만성 질환 예방 및 치료를 위한 영양 연구

비만, 당뇨병, 신장병과 같은 대사 질환이나 만성질환은 동물에게도 흔히 발생한다. 이러한 질환을 예방하고 관리하기 위한 영양학적 연구가 필수적이다. 특히 품종별로 질병 발생률이 다를 수 있으므로, 이를 고려한 연구가 필요하다.

예) 특정 품종에서의 질병 발생률을 조사하고, 품종별 영양 가이드라인 제시

6.3 품종 및 생애주기별 영양소 요구량 분석

반려동물의 품종, 연령 및 활동량에 따른 영양소 요구량 차이를 반영한 연구가 진행되고 있다.
예) 반려동물 성장기별 각기 다른 영양 요구량을 가지며, 이러한 특성을 반영한 사료 개발

6.3.1 유전적 차이에 따른 영양소 요구량 분석

품종별 유전력이 달라 동일한 영양소도 서로 다르게 대사될 수 있다. 이를 고려하여 품종별 맞춤형 사료 개발 연구가 필요하다. 특히 유전적 데이터와 영양소 요구량의 상관관계 분석을 통해 품종별 맞춤형 영양 관리가 가능하다.

6.3.2 생애주기별 맞춤 영양소 요구량

동물의 생애주기에 따라 영양소 요구량이 크게 달라진다. 어린 시절, 성장기, 성년기, 노년기 등 각 시기의 대사 요구량을 세부적으로 분석하는 연구가 필요하다. 특히 노년기에는 면역력 강화 및 저하된 장기 기능 보조 등 기능성에 중점을 둔 영양소 요구량을 분석하는 것이 중요하다.
예) 성장기 고단백 사료 필요성과 노년기 항산화제 요구량 구명을 통한 생애주기별 영양소 공급 가이드라인 개발

6.3.3 환경 요인과 영양소 요구량 간 상관관계

기후 변화, 사육 환경 등의 환경 요인은 동물의 영양소 요구량에 영향을 미친다. 온도, 습도, 조도 등이 동물의 대사 속도와 스트레스 정도를 변화시킬 수 있다. 향후 연구를 통해 다양한 환경 조건에서 동물의 최적 영양소 요구량을 구명해야 한다.
예) 다양한 환경(고온, 저온 등) 조건에서 동물의 영양소 요구량 분석을 통한 최적의 사료 개발

6.4 국내 사료 품질 개선 및 시장 경쟁력 강화

6.4.1 대체 단백질과 지속 가능한 사료 개발

지속 가능한 사료 개발은 환경 보호와 관련해 점점 대두되고 있는 중요한 연구 분야이다. 대체 단백질이 품종 및 생애주기에 미치는 영향을 분석하는 연구가 필요하며, 이를 통해 지속 가능한 사료 개발이 가능하다.

예) 전통적인 동물성 단백질 공급원(육골분 등)이 아닌 식물성 또는 곤충 단백질(동애등에 등)의 활용

6.4.2 국내 시장 경쟁력 강화

지속적인 연구개발(R&D) 투자를 통해 사료 품질과 영양소 구성의 차별화를 통한 맞춤형 사료 개발이 필요하다. 이를 활용하여 사료의 효능을 입증할 수 있는 과학적 자료 제시 및 국내 외 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있다.

해외 사례

- Blue buffalo : 인공 보존제와 첨가물이 없는 자연스럽고 건강한 사료 제공
- The Honest Kitchen : 유기농 재료로 만든 반려동물 사료 제공
- Wild Earth : 곰팡이 단백질인 코지를 사용하여 동물성 단백질에 의존하지 않고 개에게 필요한 모든 필수 아미노산을 충족하는 사료 제공
- NomNomNow : 맞춤형 서비스, 반려동물의 체중, 나이, 활동 수준, 건강 요구에 따라 사료 배합
- Farmers Dog : 반려동물의 특정 요구에 맞춰 신선하고 고품질의 재료에 집중

표 6-3. 최근 7년간 주요 부처별 · 분야별 반려동물 관련 R&D 투자 현황(정부출연금)

구분		질병	스마트관리 시스템	반려동물 사료	육종 · 번식 (유전체등)	사양 · 복지	합계
농림축산 식품부	금액	16,716	823	9,368	1,120	400	28,427
	비율	58.8	2.9	33.0	3.9	1.4	100.0
농촌진흥청	금액	6,170	8,075	6,295	3,372	582	24,494
	비율	25.2	33.0	25.7	13.8	2.4	100.0
중소벤처 기업부	금액	9,942	25,689	6,508	126	–	42,265
	비율	23.5	60.8	15.4	0.3	–	100.0
과학기술정보통신부	금액	28,645	2,981	2,120	1,649	–	35,395
	비율	80.9	8.4	6.0	4.7	–	100.0
기타	금액	2,551	11,322	2,320	–	–	16,193
	비율	15.8	69.9	14.3	–	–	100.0
합계	금액	32,912	34,623	22,230	4,636	986	146,774
	비율	43.6	33.3	18.1	4.3	0.7	100.0

출처: 국가과학기술지식정보서비스를 통해 2023년까지 집계

07

부 록

체평점

아미노산

비타민

사료 부작용

사료 원료 대체원 및 첨가물



농촌진흥청
국립축산과학원

7. 부록

7.1 체평점

7.1.1 개요

1년 이상 된 개와 고양이의 약 1/3은 과체중 또는 비만(체평점 7 및 8; 표 9-1 & 2)으로 진단된다. 이 비율은 6년부터 11년령까지 거의 50%로 증가한다(Lund EM 2005; Lund EM 등, 2006). 유럽에서도 유사한 유병률을 보인다(Sloth C 1992; Colliard L 등, 2006; Colliard L 등, 2009). 에너지 요구량은 체평점을 기반으로 해야 한다. 체평점을 평가할 때 동물의 상태를 더 정확하게 평가하고 에너지 요구량을 결정하는 데 더 좋은 기초 가이드라인을 제공할 수 있다.

7.1.2 검증된 체평점

체평점(BCS)은 동물의 체성분을 평가하고 과체중 및 저체중 정도를 추정하는 주관적인 방법이다. 표 9-1 및 9-2에는 체평점 설명 및 적정 체중 이하 또는 초과에 해당하는 체지방률이 나타나 있다. 비교를 위해 5점 척도가 두 테이블의 2열에 추가되었다.

7.1.3 사용 및 해석

1에서 9까지의 척도에서 5점이 최적이며, 고양이는 체지방률 20%에서 30% 사이 및 개는 15%에서 25% 사이가 최적이다(Bjornvad CR 등, 2011; Harper EJ 등, 2001; Laflamme DP 1997a; Kealy RD 등, 2002; Laflamme DP 1997b). 대부분의 BCS를 검증하는 연구의 목표는 비만을 평가하는 것이다(Bjornvad CR 등, 2011; Laflamme DP 1997a; Mawby DI 등 2004). 최근에는 질병이 있는 동물의 근육량을 평가하기 위한 4단계 근육량 측정 시스템이 개발되었다(Baez J 등, 2007; Michel KE 등 2011) (표 9-3).

7.1.4 결론

체중과 BCS의 결합은 에너지 요구량을 결정하며, 동물의 과체중 또는 비만 인식에 도움이 된다(Mason E 1970).

표 7-1. 고양이의 9점 및 5점 신체 상태 점수에 대한 안내

점수		위치 특성	추정 체지방률 (%)	체평점 50이하 또는 초과 체중 비율
9점 척도	5점 척도			
1. 수척한	1	지방이 덮이지 않은 상태에서 갈비뼈와 뼈의 윤곽이 눈에 띄고 쉽게 드러나 있다. 옆에서 봤을 때 복부가 심하게 들어가 있고 위에서 봤을 때 과장된 모래시계 모양새.	≤10%	−≥40%
2. 매우 마른		단모 고양이의 경우 갈비뼈와 뼈가 두드러져 보이며 지방이 덮이지 않은 상태에서 드러나 있다. 옆에서 봤을 때 복부가 심하게 들어가 있고 위에서 봤을 때 뚜렷한 모래시계 모양새.	5~15%	−30~40%
3. 마른	2	최소한의 지방으로 갈비뼈와 뼈가 쉽게 드러나 있다. 옆에서 봤을 때 뚜렷한 복부 지방이 있고 위에서 봤을 때 뚜렷한 허리 모양새.	10~20%	−20~30%
4. 약간 저체중		최소한의 지방으로 갈비뼈와 뼈의 돌출부가 쉽게 드러나 있다. 옆에서 봤을 때 복부가 잘록하고 위에서 봤을 때 균형이 잘 잡힌 허리 모양새.	15~25%	−10~15%
5. 적정	3	갈비뼈와 뼈의 돌출부가 뚜렷하고 약간의 지방이 덮여 있다. 옆에서 봤을 때 복부 지방이 있고 위에서 봤을 때 균형이 잘 잡힌 허리 모양새.	20~30%	0%
6. 약간 과체중		적당한 지방층 밑에 갈비뼈와 뼈가 두드러진 것을 느낄 수 있다. 복부 지방과 허리가 덜 두드러진다. 가벼운 복부 지방(살)이 만져질 수 있습니다.	25~35%	+10~15%
7. 과체중	4	적당한 복부 지방층 밑에서 갈비뼈와 뼈의 돌출이 느껴진다. 옆에서 봤을 때 복부 지방은 없지만 적당한 복부 지방(살)이 보이고 위에서 봤을 때는 허리가 드러나지 않는다.	30~40%	+20~30%
8. 비만		두꺼운 복부 지방으로 덮여 있어 갈비뼈와 뼈 돌출부가 육안으로 확인하기 어렵다. 옆에서 봤을 때 복부 지방이 약간 쌓인 복부 팽만감이 있다. 위에서 봤을 때 등이 벌어져 있다.	35~45%	+30~40%
9. 고도 비만	5	두꺼운 지방 피부 아래에서는 갈비뼈와 뼈의 돌출부를 느끼기 매우 어렵다. 옆에서 봤을 때 복부 지방이 많이 축적되어 복부가 크게 부풀어 있다. 위에서 봤을 때 등이 현저하게 넓어져 있다. 얼굴, 목, 팔다리 주위에 지방이 축적되어 있다.	≥45%	+〉40%

표 7–2. 개의 9점 및 5점 신체 상태 점수에 대한 안내

점수		위치 특성	추정 체지방률 (%)	체평점 5 이하 또는 초과 체중 비율
9점 척도	5점 척도			
1. 수척한	1	갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 멀리서도 잘 보이고 지방이 겹치지 않아 쉽게 드러나 있다. 복부 옆에서 봤을 때 복부가 심하게 들어가 있고 위에서 봤을 때 과장된 모래시계 모양새, 꼬리뼈 피부와 뼈 사이에 조직이 없고 눈에 띄게 돌출된 뼈 구조, 근육량 손실이 뚜렷하고 체지방이 눈에 띄지 않는다.	〈4%	−≥40%
2. 매우 마른		갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 피부 아래에 지방층이 없어 눈에 잘 띄고 쉽게 느껴진다. 복부 옆에서 봤을 때 복부가 강하게 움푹 들어가 있고, 위에서 봤을 때 뚜렷한 모래시계 모양새. 꼬리뼈 피부와 뼈 사이에 지방이 없고 눈에 띄는 돌출된 뼈 구조. 근육량 손실이 최소화된다.	4~10%	−30~40%
3. 마른	2	갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 최소한의 지방으로 눈에 잘 띄고 쉽게 만져진다. 복부 옆에서 봤을 때 뚜렷한 복부 지방, 위에서 봤을 때 뚜렷한 모래시계 모양새. 꼬리뼈 피부와 뼈 사이에 지방이 거의 없는 돌출된 뼈 구조.	5~15%	−20~30%
4. 약간 저체중		갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 최소한의 지방으로 쉽게 만져진다. 복부 옆에서 봤을 때 복부가 움푹 들어가 있고 위에서 봤을 때 약간 뚜렷한 모래시계 모양새. 꼬리뼈 피하 조직이 거의 없는 돌출된 뼈 구조.	10~20%	−10~15%
5. 적정	3	갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 갈비뼈는 눈에 보이지는 않지만 쉽게 만져지며 지방층이 얇다. 다른 뼈의 돌출부는 약간의 지방이 겹쳐서 만져진다. 복부 옆에서 봤을 때 복부가 접혀 있고 위에서 봤을 때 허리가 균형 잡힌 모양새(모래시계 모양새). 꼬리뼈 매끄러운 윤곽 또는 얇은 피하지방층 하단에서 약간의 두툼한 뼈 구조가 만져진다.	15~25%	0%
6. 약간 과체중		갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 지방이 적당히 덮여 만져진다. 복부 옆에서 봤을 때 복부가 덜 접혀있고, 위에서 봤을 때 덜 뚜렷한 모래시계 모양새. 꼬리뼈 매끄러운 윤곽 또는 약간의 두꺼워진 뼈 구조가 적당한 피하지방층 하단에 만져진다.	20~30%	+10~15%
7. 과체중	4	갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 육안으로 확인하기 어렵고 지방이 두껍게 덮여 있다. 복부 옆이나 허리 쪽에서 봤을 때 복부가 약간 들어가 있고, 위에서 봤을 때 등이 약간 벌어진 상태. 꼬리뼈 윤곽이 매끄럽거나 피하지방 아래에 뼈 구조가 약간 두꺼워져 만져진다.	25~35%	+20~30%
8. 비만		갈비뼈 및 기타 뼈가 돌출부 갈비뼈는 지방층이 두꺼워 눈으로 확인하기가 매우 어렵다. 다른 뼈 돌출부는 광범위한 지방 침착으로 불룩하게 튀어나와 있다. 꼬리뼈 뼈 구조가 두꺼워 보이고 육안으로 확인하기 어렵다. 일반 부위 복부 아래 복부 돌출이 있고 허리가 보이지 않으며, 위에서 봤을 때 등이 두드러지게 넓어 보인다. 요추 부위와 목에 지방이 축적되어 있다.	30~40%	+30~45%
9. 고도 비만	5	갈비뼈 및 기타 뼈 돌출부 갈비뼈는 지방층이 두꺼워 눈으로 확인하기가 매우 어렵고, 다른 뼈의 돌출부는 뼈와 피부 사이에 지방이 많이 쌓여 있다. 꼬리뼈 두꺼워 보이고 뼈 구조가 거의 만져지지 않는다. 일반 부위 복부 아래에 복부 돌출이 있고, 허리가 없으며, 위에서 봤을 때 등이 현저하게 벌어져 있다. 허리, 목, 얼굴, 팔다리, 사타구니에 지방이 축적되어 있습니다. 요추와 흉부 지방이 등쪽으로 불룩하게 튀어나올 때 등에 굴곡이 생길 수 있다.	≥40%	+〉45%

Laflamme DP 1997b; Laflamme DP 1993; Laflamme DP 2006, Laflamme DP 등, 1994; Mawby DI 등, 2004에서 각색

표 7–3. 4점 근육량 점수 시스템

0	척추, 견갑골, 두개골 또는 장골의 촉진 시 근육량이 심하게 감소한 것으로 나타난다.
1	척추, 견갑골, 두개골 또는 장골의 촉진 시 근육량이 중간 정도로 감소한 것으로 나타난다.
2	척추, 견갑골, 두개골 또는 장골의 촉진 시 근육량이 가벼운 감소로 나타나 경미하지만 알아볼 수 있는 근육 감소가 있는 것으로 나타난다.
3	척추, 견갑골, 두개골 또는 장골의 촉진 시 근육량이 정상이다.

7.2 아미노산

7.2.1 타우린

7.2.1.1 개요

개와 고양이는 담즙산을 결합시키기 위해 독점적으로 타우린을 사용한다. 개에서는 타우린 합성률이 충분한 것으로 보이며, 사료가 충분한 양의 황 함유 아미노산을 포함하고 있다면 요구량을 충족시킬 수 있다. 고양이는 타우린 합성 능력이 부족하여 필수 영양소이다.

7.2.1.2 고양이

타우린 결핍은 고양이의 망막변성, 확장된 심근병증 및 생식 기능 장애를 유발할 수 있다. 타우린은 포유류 효소에 의해 분해되지 않으며, 요로에서 배설되거나 타우로콜레이트나 관련된 담즙산 형태로 위장관을 통해 배출된다(Huxtable RJ 1992; Odle J 등, 1993). 고양이 사료의 구성요소와 생산 과정도 이 장내 분해에 영향을 미친다(Morris JG 등, 1994). Hickman 등 (1992)은 열 처리된 고양이 사료가 냉동 보존된 동일한 사료에 비해 낮은 타우린 혈장 농도를 보인다고 보고하였다(Hickman MA 등, 1990; Hickman MA 등, 1992). 이러한 이유로 캔으로 판매되는 고양이 사료의 타우린 권장량은 건식 사료보다 더 높다.

7.2.1.3 개

개는 메치오닌과 시스테인과 같은 황 함유 아미노산으로부터 타우린을 합성한다. 개의 경우, 낮은 혈장 타우린 수준(40μmol/L 미만)은 확장 심근병에 노출될 수도 있다(Pion PD 등, 1998). 사료에 타우린을 첨가하거나 타우린의 전구체(메치오닌과 시스테인) 섭취량을 늘림으로써 이러한 감소

를 방지할 수 있다(Backus RC 등, 2003; Torres CL 등, 2003). 개의 경우, 혈장에서 40μmol/L 이상, 전체 혈액에서 200μmol/L 이상의 적절한 타우린 수준이 필요하다(Elliott DA 등, 2000).

7.2.1.4 결론

개는 황 함유 아미노산에서 타우린을 합성할 수 있으므로, 적절한 체내 타우린 축적량을 유지하기 위한 사료를 급여해야 한다.

7.2.2 아르지닌

아르지닌 요구량은 단백질 함량 증가에 따라 증가한다. NRC 2006은 개의 모든 생애 단계에 대해 단백질 권장 섭취량을 초과하는 각 건물 기준 1%의 단백질 증가마다 0.01g의 아르지닌을 추가로 권장하며, 고양이의 경우 단백질 1% 증가마다 0.02g 의 아르지닌을 더 권장한다.

표 7-4. 단백질 함량 증가에 따른 아르지닌 요구량 증가 수준

개					고양이	
단백질 함량	아르지닌 수준				모든 생애 단계	
	성견	성장	초기 성장	번식	단백질	아르지닌
건물,%	건물 기준 g/100g	건물 기준 g/100g	건물 기준 g/100g	건물 기준 g/100g	건물,%	건물 기준 g/100g
18	0.52	–	–	–	25	1.00
20	0.54	0.69	–	–	28	1.06
22.5	0.57	0.72	0.79	0.79	30	1.10
25	0.59	0.74	0.82	0.82	35	1.20
30	0.64	0.79	0.87	0.87	40	1.30
35	0.69	0.84	0.92	0.92	45	1.40
40	0.74	0.89	0.97	0.97	50	1.50
45	0.79	0.94	1.02	1.02	55	1.60
50	0.84	0.99	1.07	1.07	60	1.70
55	0.89	1.04	1.12	1.12	–	–

7.3 비타민

표 7-5. 전환율 – 비타민 공급원 대비 활성도

비타민	명명단위	사용되는 비타민 원료	비타민 활성도		
비타민 A	IU		레티놀 활성도		
		비타민 A 알콜 (레티놀)	0.3μg	=	1IU
			1.0mg	=	3,333IU
		비타민 A 아세테이트	0.344μg	=	1IU
		비타민 A 프로피온산	0.359μg	=	1IU
		비타민 A 팔미테이트	0.55μg	=	1IU
		비타민 A 알콜 (레티놀)	1.0μg	=	1RE
			(RE = 레티놀 등가물)		
		프로비타민 A (β-카로틴) (개)	1.0mg	=	833IU
비타민D 콜레칼시페롤	IU			비타민D 활성도	
		비타민 D3	0.025μg	=	1IU
			1μg	=	40IU
비타민E 토코페롤	IU			비타민 E 활성도	
		dl-알파-토코페롤아세테이트 (토코페롤올락알파)	1mg	=	1IU
		다양한 토코페롤의 생물학적 등가물			
		d-알파-토코페롤	1mg	=	1.49IU
		d-알파-토코페롤 아세테이트	1mg	=	1.36IU
		dl-알파-토코페롤	1mg	=	1.10IU
		dl-알파-토코페롤 아세테이트	1mg	=	1.00IU
		dl-베타-토코페롤	1mg	=	0.33IU
		dl-델타-토코페롤	1mg	=	0.25IU
		dl-감마-토코페롤	1mg	=	0.01IU
		티아민 클로라이드	1mg	=	0.88mg
		티아민 모노니트레이트	1mg	=	0.81mg
		티아민 하이드로클로라이드	1mg	=	0.79mg
비타민 B_5 (판토텐산)	IU			판토텐산	
		칼슘 D-판토테네이트	1mg	=	0.92mg
		칼슘 DL-판토테네이트	1mg	=	0.41-0.52mg
비타민 B_6 (피리독신)	mg			피리독신	
		피리독신 하이드로클로라이드	1mg	=	0.82mg
비타민 B_3 (니아신)	mg			니아신	
		니코틴산	1mg	=	1mg
		니코틴아미드	1mg	=	1mg
콜린	mg			콜린	
		콜린 클로라이드 (기본콜린이온)	1mg	=	0.75mg
		콜린 클로라이드 (기본콜린하이드록시유사체)	1mg	=	0.87mg
비타민 K_3 (메나디온)	mg			메나디온	
		메나디온나트륨바이설파이트 (MSB)	1mg	=	0.51mg
		메나디온피리미디놀바이설파이트 (MPB)	1mg	=	0.45mg
		메나디온 니코틴아미드바이설파이트 (MNB)	1mg	=	0.46mg

7.4 사료 부작용

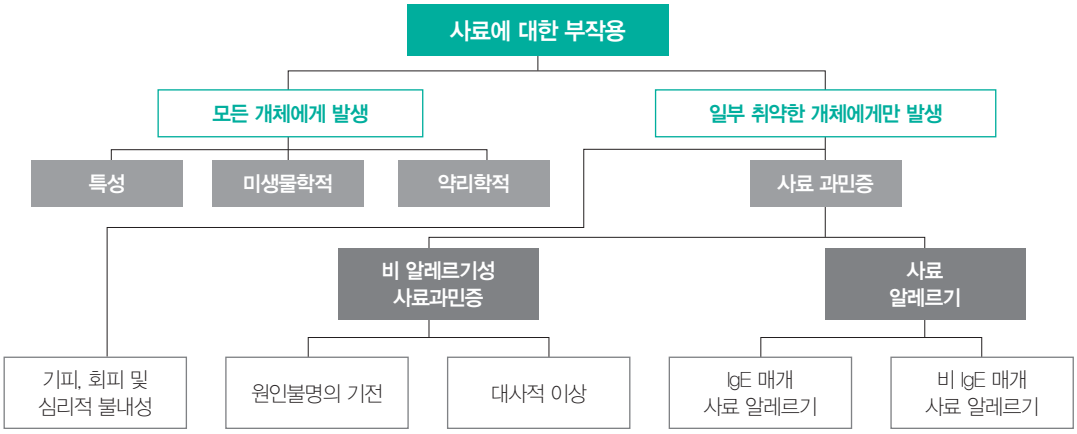
7.4.1 개요

반려동물 사료에 대한 부작용은 주로 가려움증과 소화 장애로 나타난다.

7.4.2 정의

● 사료 내 부작용

사료 부작용은 사료나 첨가제를 섭취한 후의 비정상적이거나 과장된 임상적 반응을 의미한다. 이는 면역 매개(알레르기 또는 과민증) 또는 면역 매개가 아닌(사료 불내성) 반응일 수 있다(Reedy LM 등, 1997).



● 사료 알레르기

- 알레르기 : 사료에 대한 면역 매개 반응으로서, 가려움증, 설사 및 구토와 같은 소화 장애 등을 유발할 수 있다.
- 아나필락시스 : 아나필락시스는 유해 물질에 노출되어 발생하는 급성 다기관 알레르기 반응이다. (Tang AW 2003; Oswalt M와 Kemp SF, 2007; Wang J와 Sampson HA, 2007).

● 비알레르기성 과민증

– 사료 특이체질 : 사료 성분에 대한 비면역 매개 반응으로서, 사료에 대한 면역 매개 반응(알레르기)과 유사한 임상 증상을 유발한다.

– 사료 불내증 : 면역학적으로 매개되지 않는 상태로, 대사적 결핍 등에 의한 과민 반응이다.

● 특정량 이상 섭취 시 부작용

– 독성반응 : 독성에 대한 이상 반응(예 : 양파).
미생물학적 반응: 오염된 미생물이 방출된 독소에 대한 이상 반응
(예: 마이코톡신).

– 약리학적 반응 : 약리학적 효과를 나타내는 자연 발생 또는 첨가제에 대한 부정적인 반응으로, 초콜릿의 메틸잔틴 또는 제대로 보관되지 않은 등푸른생선(예: 참치)에 의해 높아진 히스타민 농도로 인한 가짜 알레르기 반응을 포함.

– 무분별한 식습관 : 폭식 또는 소화되지 않는 물질 또는 쓰레기를 섭취하는 등의 행동으로 인해 나타나는 부적절한 반응.

7.4.3 반려동물 사료 부작용

반려동물의 주요 임상증상은 가려움증이다(Rosser EJ 1993; Scott D 2001; White S 1986; White S와 Sequoia D, 1989). 알레르기가 있는 개에서는 말라세지아 또는 화농성 피부염과 같은 다른 피부 질환이 나타날 수 있다(Scott D 2001; White S 1986). 알레르기가 있는 고양이에서는 호산구성 플라크 또는 부분성 탈모가 나타날 수 있다(Scott D 2001; White S 1986). 사료 부작용은 반려동물의 모든 피부 질환 중 약 1–5%를 차지하며, 모든 고양이 피부 질환의 1–6%를 차지한다고 보고되었다(Reedy LLM 등, 1997).

약 10–15%의 개와 고양이의 알레르기는 설사와 구토와 같은 소화 장애 증상을 유발한다고 알려져 있다(Scott D 2001).

반려동물 사료 부작용은 피부나 소화 장애(또는 둘 다)에 이어 사료 성분을 제거하는 과정을 통해 판단된다. 이상적으로는 피부 문제나 소화 문제(또는 둘 다)가 사라진 후 사료 성분을 다시 투여하는 테스트(의심되는 성분의 재도입)로 확인해야 한다(Helm RM 2002; Wills J와 Harvey R, 1994).

대부분의 원료는 고품질 단백질이 포함되어 있기 때문에 부작용을 유발할 수 있다. 반려동물에서 부작용을 유발하는 것으로 자주 보고되는 단백질원은 우유, 쇠고기, 계란, 곡물 및 유제품 등이 있으며, 밀, 대두, 닭고기, 옥수수도 중요한 알레르기원으로 보고되고 있다(Wills J와 Harvey R, 1994).

7.4.4 일부 사람 음식의 위험성

사람 음식(예: 건포도, 포도, 양파, 마늘, 초콜릿 등)을 개나 고양이에게 주거나 식사 후 남은 음식을 반려동물이 섭취할 때 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이 부록은 반려동물이 사람 음식을 먹었을 때 주의해야 할 사항을 알려주며, 부록에 작성된 음식 외에도 반려동물에게 위험한 다른 음식들이 있을 수 있다.

7.4.4.1 포도 및 건포도 독성

● 임상증상 및 병리학

섭취한 개들은 일반적으로 급성 신부전을 거친 후에 소화 장애를 겪는다. 포도나 건포도 중독의 초기 증상은 구토이며 그 뒤 증상으로 무기력, 식욕부진, 설사, 및 복통이 나타난다(Eubig PA 등, 2005). 토사물이나 분변에는 부분 소화된 포도나 건포도 또는 부풀어 오른 건포도가 포함될 수 있다. 신부전의 전형적인 증상은 24시간 이내 또는 며칠 이후에 발생할 수 있으며, 이에는 혈청 요소와 혈청 크레아티닌, 칼슘×인산, 혈청 인 및 총 칼슘 수치가 크게 증가하는 것이 포함된다(Eubig PA 등, 2005). 상태가 악화되면 개는 결국 소변을 제대로 배설하지 못하게 된다. 일반적인 조직 병리학적 특징은 주로 근위 신세뇨관의 미만성 변성이다(Eubig PA 등, 2005). 괴사성 신장 구조물의 석회화가 보고되었지만, 일부 사례에서는 신세뇨관 세포의 재생도 보고되었다. 신장외 조직과 기관의 석회화 및/또는 울혈이 관찰되기도 한다(Eubig PA 등, 2005).

● 독성물질

해독제는 현재까지 보고되지 않았다. 중독은 모든 종류의 포도와 건포도에서 발생하며, 포도 추출물은 중독을 유발하지 않는다(McKnight K 2005). 지금까지 보고된 가장 낮은 섭취량은 체중 1kg 당 건포도 2.8g과 포도 19.6g이다. 건포도 10–12개만 먹어도 아플 수 있다(Eubig PA 등, 2005). 현재로서는 개만 영향을 받는 것으로 보이며, 다른 종의 민감도는 보고되지 않았다.

● 치료법

즉각적인 치료는 구토를 유도하고 위세척을 통해 독소를 제거한 다음, 남아 있는 독소 비활성화를 위한 독소를 제거(활성탄 사용)하는 것이다. 생존 가능성을 높이기 위해 수액요법이 반드시 필요하며, 적어도 48시간 동안 유지되어야 한다. 혈액투석과 푸로세미드와 같은 이뇨제 투여가 급성 신부전과 소변감소증을 치료하기 위해 권장되었지만(McKnight K 2005), 실질적으로 생존율을 높이지는 않는 것으로 보인다(Eubig PA 등, 2005).

7.4.4.2 초콜릿 독성

● 배경

카카오 중독은 제 2차 세계대전 중에 발견되었으며, 이때 카카오 부산물이 동물 사료에 첨가제로 사용되면서 돼지, 송아지, 개 및 말이 카카오에 중독되었다. 개에서 중독 증상은 섭취 후 몇 시간 내에 발생할 수 있다. 또한 초콜릿 케이크 및 카카오가 함유된 사람용 음식은 피하는 것이 좋다. 반려견용으로 특별히 개발된 초콜릿 간식은 카카오 화합물을 낮거나 전혀 포함하지 않는 성분으로 제작되므로 독성이 없다(Campbell A 2001).

● 독성물질

초콜릿과 카카오 제품의 주요 독성 성분은 테오브로민이라는 메틸잔틴 알칼로이드이다(Campbell A 2001). 테오브로민은 특히 개에서 매우 독성이 있다. 이는 다른 종류의 동물에 비해 개의 테오브로민 분해가 매우 느리기 때문이다(Glauberg A 등, 1983; Hooser S 등, 1986). 테오브로민의 반감기는 약 17.5시간 정도이며, 테오브로민은 장간순환을 거치면서 누적 효과가 나타난다(Farbman D 2001; Hooser S와 Beasley V, 1986). 따라서 소량(비독성)을 반복해서 섭취하면 중독을 일으킬 수 있다(Campbell A 2001; Farbman D 2001). 테오브로민의 느린 분해는 생존률의 감소와 폐사를 의미한다(Strachan E 등, 1994).

카카오 제품에는 다른 메틸잔틴 성분인 카페인도 함유되어 있으나 카카오 제품에 포함된 카페인 농도는 테오브로민에 비해 훨씬 낮으며, 카페인의 반감기는 훨씬 짧다(4.5시간) (Farbman D 2001; Hooser S와 Beasley V, 1986).

테오브로민의 LD50은 체중 1kg 당 250mg에서 500mg 사이로 보고되었다. 카카오의 양이 체중 1kg 당 약 90–115mg의 테오브로민을 포함하는 경우 치명적인 중독 증상을 유발한다(Carson TL 2006; Glauberg A와 Blumenthal H, 1983; Hooser S와 Beasley V, 1986).

카카오 제품의 테오브로민 함량은 다양하며, 다크 초콜릿이 가장 높은 수준의 함량을 포함하고 있다. 개의 경우 1kg 체중당 약 4g의 카카오 가루도 충분히 중독을 일으킬 수 있다(Faliu L 1991).

표 7–6. 다양한 유형의 초콜릿 및 카카오 제품의 테오브로민 함량(mg/g)

화이트 초콜릿	0.009–0.035	코코아 파우더	4.5–30
밀크 초콜릿	1.5–2.0	코코아 콩	10–53
달콤한 다크 초콜릿	3.6–8.4	코코아 껍질	2–30
다크 초콜릿, 액상 초콜릿, 베이킹 초콜릿	12–19.6	커피 원두	–

(Carson TL 2006; Farbman D 2001; Gwoltney–Brant S 2001; Hansen S 등, 2003; Shively C 등, 1984)

● 임상증상

개에서 메틸잔틴은 중심 신경계를 자극하며 빠른 심장 박동, 호흡 곤란 및 과도한 활동을 유발할 수 있다(Campbell A 2001; Farbman D 2001). 임상 증상에는 구토, 설사, 흥분, 근육 떨림 및 쇠약, 심장 부정맥, 경련 및 중증 증상에서는 신장 손상, 혼수 및 사망이 포함된다 (Decker R와 Meyer G, 1972; Farbman D 2001; Glauberg A와 Blumenthal H, 1983; Hooser S와 Beasley V, 1986; Nicholson S 1995). 카카오나 초콜릿 제품을 과다하게 섭취한 경우 6시간에서 15시간 이내에 사망할 수 있다(Decker R와 Meyer G, 1972; Drolet R 등, 1984; Glauberg A와 Blumenthal H, 1983).

부검에서는 간, 신장, 췌장 및 위장에서 혈액이 고이고, 복강 및 흉강에서 응고되지 않은 출혈 현상이 관찰된다(Strachan E와 Bennt A, 1994; Sutton R 1981).

● 치료법

카카오나 초콜릿에 포함된 테오브로민에 대한 해독제는 없으며 증상에 대한 치료만 가능하다.

테오브로민 흡수를 최소화하기 위해 복용 후 즉시 구토를 유발해야 한다(Glauberg A와 Blumenthal H 1983; Hooser S와 Beasley V 1986; Farbman D 2001; Carson TL 2006).

7.4.4.3 양파 및 마늘 독성

● 임상증상 및 병리학

양파나 양파 함유 음식을 먹은 후 반려동물에서 재생성 빈혈이 보고되었다(Spice R 1976; Harvey JW 등, 1985; Kaplan A 1995; Tvedten HW 등 1996; Robertson JE 등 1998). 충분한 양의 양파 섭취는 하인즈 소체(Heinz bodies) 형성을 유발하며, 하인즈 소체는 적혈구의 지질 막에 산화 손상과 혈색소 산화로 인한 불가역적 산화 변성을 유발한다. 이로 인해 이심적 적혈구(혈색소가 세포의 한쪽에 집적되어 있어 정상적인 적혈구보다 쉽게 부패되는 적혈구), 용혈성 빈혈, 혈색소뇨, 혈청 빌리루빈 증가 및 메트헤모글로빈혈증(Mhemoglobinemia)이 발생할 수 있다(Harvey JW와 Rackear D, 1985; Faliu L 1991; Kaplan A 1995; Lee K-W 등, 2000; Means C 2002; Robertson ID 2003; Cope R 2005).

이후 발생하는 임상 증상은 빈혈과 관련되며, 창백한 점막, 빠른 심장 박동, 빠른 호흡, 무기력 및 쇠약감(Gfeller RW 등, 1998b; Cope R 2005)을 포함한다. 구토, 설사 및 복통도 발생할 수 있다. 더 심각한 경우 빈혈 및 혈색소뇨로 인한 황달과 신장 기능 저하가 나타날 수 있으며, 사망할 수 있다(Ogawa E 등, 1986; Cope R 2005).

양파 섭취는 개에서 하인즈 소체 빈혈의 가장 흔한 원인으로 보고되었지만(Weiser M 1995), 임상 증상이 나타나기까지 며칠이 걸릴 수 있으므로 양파 섭취와 임상 증상 간의 상관관계를 파악하기

어려울 수 있다(Weiser M 1995; Cope R 2005). 양파 중독은 개에서 더 흔하게 발생하지만, 고양이는 특수한 혈색소 구조로 인해 양파 및 마늘 중독에 더 민감하다(Giger U 2005).
마늘과 부추는 개에서 하인즈 소체, 편심적혈구, 용혈성 빈혈 및 메트헤모글로빈 수치 증가를 유발한다(Lee K-W 등, 2000; Yamato O 등, 2005). Lee K-W 등(2000)은 7일 동안 체중 1kg당 1.25ml의 마늘 추출물(통마늘로서 체중 1kg 당 5g 상당)을 투여한 후 독성 효과를 보고하였다.

표 7-7. 양파와 마늘에서 분리되고 개 적혈구를 산화시키는 것으로 보고된 화합물

양파	마늘
n-propyl disulfide	sodium 2-propenyl thiosulfate
n-propyl	bis-2-propenyl trisulfide
3 different sodium alk(en)yl thiosulfates	bis-2-propenyl tetrasulfide
e.g. sodium n-propyl thiosulfate	bis-2-propenyl pentasulfide
trans-1-propenyls thiosulfate	bis-2-propenyl thiosulfonate
cis-1-propenyl thiosylfate	several sulphur containing esters

(Fenwick G 1984; Hu Q 등 2002; Chang HS 등, 2004; Yamato O 등, 2005)

● 치료법

특별한 해독제가 없으며, 치료는 산화 효과를 줄이고 헤모글로빈의 원인이 되는 신장 손상을 예방하는 것을 목적으로 한다. 산소 치료, 수액 치료(특히 크리스탈로이드), 그리고 수혈이 권장된다(Gfeller RW 등, 1998a). 아직 임상 증상을 나타내지 않는 경우, 양파를 섭취한 후 1시간 이내에 구토를 유발하는 것이 권장된다(Gfeller RW와 Messonnier SP, 1998b). 비타민 E와 C와 같은 항산화 비타민은 경증에서 도움이 되는 임시 효과를 가질 수 있지만, 고양이에서는 하인즈 미립자의 형성에 뚜렷한 영향을 미치지 않았다(Hill AS 등, 2001).

● 결론

대부분의 단백질원은 반려동물에서 알레르기를 유발할 수 있으며, 알레르기에 대한 주요 증상은 가려움증(습진)이다.

7.5 사료 원료 대체원 및 첨가물

7.5.1 대체원

● 식물성원료

전지대두는 사료 내 옥수수 글루텐, 계지 및 쌀 싸라기를 대체 가능하며, 10 – 30% 대체 시 장 건강, 대변 형태, 기호성 및 섭취량을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Kim HS 등, 2023). 두과작물은 항영양인자와 올리고당으로 인해 소화율 및 분변 상태에 악영향을 미칠 수 있지만 지질 함량이 낮아 반려동물 사료에 잠재적인 대체원으로의 가능성을 보인다. 이러한 특성 덕분에 두과작물(병아리콩, 녹색 렌틸콩 및 땅콩가루)를 반려동물 사료에 대체 시 기호성, 분 내 단쇄지방산 및 분 내 미생물 균총을 개선시킨다(Rilly LM 등, 2021). 또한, 수수는 탄수화물 공급 대체원으로 잠재적인 가능성을 보이며, 반려묘 사료 내 옥수수를 수수로 대체 시 영양소 소화율을 개선시킨다(Von Schaumburg P 등, 2021).

● 축산부산물

축산부산물은 일반적으로 식용을 목적으로 하는 가축의 도축 및 가공과정에서 발생되는 지육 및 정육을 제외한 내장과 그 밖의 부분을 지칭한다. 예로 들어 육골분, 육분, 우모분, 혈분 및 육분 등등이 있으며, 육골분 및 우모분을 각각 12% 및 5% 반려견 사료 내 대체 시 부정적인 영향을 보이지 않았다(Abd El-Wahab A 등, 2022).

● 곤충원료

곤충 단백질은 반려동물의 건강 및 성장에 매우 유익한 성분을 포함하고 있으며, 고단백 식품으로 필수아미노산, 비타민 및 미네랄 등이 풍부하여 반려동물의 영양을 충족시킬 수 있다. 또한, 곤충 단백질은 알레르기 성분이 거의 없어 다양한 반려동물에게 안전하게 제공될 수 있다. 동애등에는 사료 내 계육분 및 어분을 대체 가능하며, 5 – 15% 대체 시 기호성, 영양소 대사 및 건강을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Wei Y 등, 2024).

7.5.2 첨가물

● 식이섬유

식이섬유는 반려동물 사료의 에너지 밀도를 낮추고 에너지 소비와 소모 사이의 조정을 촉진하여 이상적인 체중을 유지하는데 도움이 된다. 또한, 설사 및 묽은 변의 상태를 개선시킨다. 그 중

구아바는 불용성 섬유질이 풍부하여 사료 내 3% 첨가 시 기호성 및 분변 성상을 개선시킨다(Monti M 등, 2023).

● 해산물부산물

해산물부산물은 부적절한 폐기물 처리로 인한 해양 생태계 오염 및 생물 다양성을 시킨다. 이로 인해 현재 효율적인 재활용과 처리 방안 마련을 위해 사료 대체원으로 연구 중에 있다. Guilherme-Fernandes J (2024) 연구에서는 오징어(*Dosidicus gigas*) 부산물 및 새우(*Litopenaeus vannamei*) 가수분해물 첨가 시 소화율 개선, 분변 악취 저감 및 장 내 환경을 개선시킬 수 있다고 보고하였다.

● 생균제(Probiotics)

생균제는 반려동물의 장 건강을 개선시키고 질병을 완화하는데 활용될 수 있는 다양한 이점을 가지고 있는 첨가제이다. 또한, 생균제 *Enterococcus faecium* 및 *Bifidobacterium lactis* 는 비만견의 체중 감량 및 장내 균총을 개선시킨다는 연구 결과가 보고되었으며, 성견 사료 내 *Pediococcus acidilactici* 첨가 시 면역력 및 체내 항산화 작용 개선 및 단쇄지방산을 증가시켜 장 내 미생물 균총을 개선시킨다는 연구도 보고되었다(Kang A 등, 2024; Zhao M 등, 2024)

08

참고문헌



농촌진흥청
국립축산과학원

· AAFCO. (2011) Dog and cat food metabolizable energy protocols. In: Official Publication. Association of American Feed Control Officials Inc, p. 175-180.

· AAFCO. (2023) 2023 Official publication. Association of American Feed Control Officials. Champaign.

· AAHA. (2021). Nutrition and weight management guidelines for dogs and cats. American Animal Hospital Association. https://aaha.org/nutrition.

· Abd El-Wahab A, Chuppava B, Zeiger AL, et al. (2022) Nutrient digestibility and fecal quality in beagle dogs fed meat and bone meal added to dry food. Vet Sci. 9(4):164.

· Abd El-Wahab A, Zeiger AL, Chuppava B, et al. (2022) Effects of poultry by-products inclusion in dry food on nutrient digestibility and fecal quality in Beagle dogs. PLoS One. 17(11):e0276398.

· Alexander JE, Moore MP, Wood LLH. (1988) Comparative growth studies in Labrador Retrievers fed 5 commercial calorie-dense diets. Mod vet pract. 31: 144-148.

· AOAC. (2006) International. Official methods of analysis of the AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. 18th ed Gaithersburg, MD.

· Backus RC, Cohen G, Pion PD, et al. (2003) Taurine deficiency in Newfoundlands fed commercially available complete and balanced diets. J Am Vet Med Assoc. 223(8):1130-1136.

· Baez J, Michel K, Sorenmo K, et al. (2007) Corrigendum to "A prospective investigation of the prevalence and prognostic significance of weight loss and changes in body condition in feline cancer patients". J Feline Med Surg. 9 411-417.

· Bai SC, Sampson DA, Morris JG, et al. (1989) Vitamin B-6 Requirement of Growing Kittens. J Nutr. 119(7):1020-1027.

· Bai SC, Sampson DA, Morris JG, et al. (1991) The Level of Dietary Protein Affects the Vitamin B-6 Requirement of Cats. J Nutr. 121(7):1054-1061.

· Bauer JE, Heinemann KM, Lees GE, et al. (2006b) Retinal Functions of Young Dogs Are Improved and Maternal Plasma Phospholipids Are Altered with Diets Containing Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids during Gestation, Lactation, and after Weaning. J Nutr. 136(7):1991S-1994S.

· Biourge V, Sergheraert R. (2002) Hair pigmentation can be affected by diet in dogs. In: Proc Comp Nutr Soc. 103-104.

· Bjornvad CR, Nielsen DH, Armstrong PJ, et al. (2011) Evaluation of a nine-point body condition scoring system in physically inactive pet cats. Am J Vet Res. 72(4):433-437.

· Blaza SE, Burger IH, Holme DW, et al. (1982) Sulfurcontaining amino acid requirements of growing dogs. J Nutr. 112(11):2033-2042.

· Boemke W, Palm U, Kaczmarczyk G, et al. (1990) Effect of high sodium and high water intake on 24 h-potassium balance in dogs. Zeitschrift für Versuchstierkunde. 33(4):179-185.

· Burger IH. (1994) Energy Needs of Companion Animals: Matching Food Intakes to Requirements Throughout the Life Cycle. J Nutr. 124(suppl_12):2584S-2593S.

· Calvez J, Biourge V, Weber M, et al. (2012a) Metabolizable energy in dry dog food is best predicted by NRC 2006 equation. In: 12 AAVN Clinical Nutrition and Research Symposium.

· Calvez J, Weber M, Ecochard C, et al. (2012b) Metabolizable energy in dry cat food is best predicted by NRC 2006 equation. In: 16 Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition.

· Campbell A. (2001) Chocolate intoxication in dogs. UK Vet. 6(6):40-42.

· Carson TL. (2006) Methylxanthines. In: Small Animal Toxicology. Elsevier, 845-852.

· Castillo VA, Lalia JC, Junco M, et al. (2001a) Changes in Thyroid Function in Puppies Fed a High Iodine Commercial Diet. Vet J. 161(1):80-84.

· Castillo VA, Pisarev MA, Lalia JC, et al. (2001b) Nutrition: Commercial diet induced hypothyroidism due to high iodine. A histological and radiological analysis. Veterinary Quarterly. 23(4):218-223.

· Chang HS, Yamato O, Sakai Y, et al. (2004) Acceleration of superoxide generation in polymorphonuclear leukocytes and inhibition of platelet aggregation by alk(en)yl thiosulfates derived from onion and garlic in dogs and humans. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 70(1):77-83.

· Cho HW, Choi S, Seo K, et al. (2022) Gut microbiota profiling in aged dogs after feeding pet food contained Hericium erinaceus. J Anim Sci Technol. 64(5):937.

· Cho HW, Chun JL, So KM, et al. (2022) Body Weight Development in Adult Dogs Fed a High Level Resistant Starch Diet. Animals. 12:3440.

· Cho HW, Seo K, Chun JL, et al. (2023) Effects of resistant starch on anti-obesity status and nutrient digestibility in dogs. J Anim Sci Technol. 65(3):550.

· Colliard L, Ancel J, Benet JJ, et al. (2006) Risk Factors for Obesity in Dogs in France. J Nutr. 136(7):1951S-1954S.

· Colliard L, Paragon BM, Lemuet B, et al. (2009) Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. J Feline Med Surg. 11(2):135-140.

· Connor MM, Labato A, Laflamme DP. (2000) Variation in maintenance energy requirements of pet dogs. In: Purina Nutrition Forum Proceedings Supplement to Compendium of continuing enducation for the practising veterinarian. 23 (9a) p. 84.

· Cope R. (2005) Allium species poisoning in dogs and cats. Vet Med. 100(8):562.

· Curso-Almeida P, Subramaniam M, Gallagher A, et al. (2024) Determining the effects of Candida utilis-fermented pea starch vs. unfermented pea starch, alone or in whole diets, on palatability and glycemic response in dogs and cats. J Anim Physiol Anim Nutr.

· Czarnecki-Maulden GL, Deming JG, Izquierdo JV. (1989) Evaluation of practical dry dog foods suitable for all life stages. J Am Vet Med Assoc. 195(5):583-590.

· Czarnecki GL, Hirakawa DA, Baker DH. (1985) Antagonism of Arginine by Excess Dietary Lysine in the Growing Dog. J Nutr. 115(6):743-752.

· Dämmrich K. (1991) Relationship between Nutrition and Bone Growth in Large and Giant Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S114-S121.

· Davenport GM, Block SS, Adolphe JL. (2023) Effects of extruded pet foods containing dried yeast (Saccharomyces cerevisiae) on palatability, nutrient digestibility, and fecal quality in dogs and cats. Transl Anim Sci. 7(1):txad107.

· Debraekeleer J, Gross KL, Zicker SC. (2000) Feeding guides for mature dogs and cats. Sm Anim Cli Nutr.1027-1037.

· Delaney SJ, Kass PH, Rogers QR, et al. (2003) Plasma and whole blood taurine in normal dogs of varying size fed commercially prepared food. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 87(5-6):236-244.

· Do S, Koutsos EA, McComb A, et al. (2022) Palatability and apparent total tract macronutrient digestibility of retorted black soldier fly larvae-containing diets and their effects on the fecal characteristics of cats consuming them. J Anim Sci. 100(4):skac068.

· Do S, Phungviwatnikul T, de Godoy MR, et al. (2021) Nutrient digestibility and fecal characteristics, microbiota, and metabolites in dogs fed human-grade foods. J Anim Sci. 99(2):skab028.

· Dobenecker B (2010) Effect of energy supply on the growth rate of foxhound crossbreds. ESVCN.

· Dobenecker B, Zottmann B, Kienzle E, et al. (1998a) Milk yield and milk composition of lactating queens. J Anim Physiol Anim Nutr. 80(1-5):173-178.

· Dobenecker BK, E.; Köstlin, R.; Matis, U. (1998b) Mal-and overnutrition in puppies with or without clinical disorders of skeletal development. J Anim Physiol Anim Nutr. 80(1-5): 76-81.

· Drolet R, Arendt T, Stowe C. (1984) Cacao bean shell poisoning in a dog. J Am Vet Med Assoc. 185(8):902-902.

· Dzanis DA (1994) The Association of American Feed Control Officials Dog and Cat Food Nutrient Profiles: substantiation of nutritional adequacy of complete and balanced pet foods in the United States. J Nutr. 124(12): 2535S-2539S.

· Edtstadtler-Peitsch, G. (2003). Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen (Doctoral dissertation, Ludwig-Maximilians-Universitat München).

· El-Wahab AA, Wilke V, Grone R, et al. (2021) Nutrient digestibility of a vegetarian diet with or without the supplementation of feather meal and either corn meal, fermented rye or rye and its effect on fecal quality in dogs. Animals. 11(2):496.

· Elliott DA, Marks SL, Cowgill LD, et al. (2000) Effect of hemodialysis on plasma amino acid concentrations in healthy dogs. Am J Vet Res. 61(8):869-873.

· Eubig PA, Brady MS, Gwaltney-Brant SM, et al. (2005) Acute Renal Failure in Dogs After the Ingestion of Grapes or Raisins: A Retrospective Evaluation of 43 Dogs (1992-2002). J Vet Intern Med. 19(5):663-674.

· Faliu L. (1991) Les intoxications du chien par les plantes et produits d'origine végétale. Prat Méd

Chirurg Anim Comp. 26(6):549.

· Farbman D. (2001) Death by chocolate? Methylxanthine toxicosis. Veterinary Learning Systems.

· Fascetti AJ, Morris JG, Rogers QR. (1998) Dietary Copper Influences Reproductive Efficiency of Queens. J Nutr. 128(12):2590S-2593S.

· FEDIAF (2021) Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. The European Pet Food Industry. Bruxelles

· Fenwick G. (1984) Onion toxicity. Mod vet pract. 65(1):4.

· Fettman MJ, Stanton CA, Banks LL, et al. (1997) Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. Res Vet Sci. 62(2):131-136.

· Finco DR, Brown SA, Crowell WA, et al. (1994) Effects of aging and dietary protein intake on uninephrectomized geriatric dogs. Am J Vet Res. 55(9):1282-1290.

· Finke MD. (1991) Evaluation of the Energy Requirements of Adult Kennel Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S22-S28.

· Finke MD. (1994) Energy Requirements of Adult Female Beagles. J Nutr. 124(suppl_12):2604S-2608S.

· Gesellschaft fur Ernährungsphysiologie. (1989) Grunddaten für die Berechnung des Energie- und Nährstoffbedarfs. In: Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Energie- und Nährstoffbedarf, Nr5 (Hunde/dogs). In: DLG Verlag, Frankfurt (Main): p. 9-31.

· Gfeller RW, Messonnier SP. (1998a) Onion and garlic toxicity. In: Handbook of small animal toxicology & poisonings. Mosby, Inc., St. Louis, MO: p. 197-198.

· Gfeller RW, Messonnier SP. (1998b) Onion and garlic toxicity. In: Mosby, ed. Handbook of small animal toxicology & poisonings. Inc. St. Louis, p. 197-198.

· Giger U. (2005) Regenerative anemias caused by blood loss or hemolysis. In: Feldman SEE, ed. Textbook of Veterinary Internal Medicine. 3rd ed. 2, WB Saunders Company, Philadelphia, PA: (177) p. 1784-1804.

· Glauberg A, Blumenthal H. (1983) Chocolate poisoning in the dog. J Am Anim Hosp Assoc. 19 (3/4), 246-248.

· Goodman SA, Montgomery RD, Fitch RB, et al. (1998) Serial orthopedic examinations of growing Great Dane puppies fed three diets varying in calcium and phosphorus. Recent advances in canine and feline nutrition. 3:3-12.

· Hall JA, Wander RC, Gradin JL, et al. (1999) Effect of dietary n-6-to-n-3 fatty acid ratio on complete blood and total white blood cell counts, and T-cell subpopulations in aged dogs. Am J Vet Res. 60:319-327.

· Harper EJ, Stack DM, Watson TDG, et al. (2001) Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. J S Anim Prac. 42(9):433-438.

· Harvey JW, Rackear D. (1985) Experimental Onion-Induced Hemolytic Anemia in Dogs. Vet Path. 22(4):387-392.

· Hazewinkel HAW, Hackeng WHL, Bosch R, et al. (1985) Influences of Different Calcium Intakes on Calciotropic Hormones and Skeletal Development in Young Growing Dogs. In: Comparative Pathophysiology of Regulatory Peptides. S. Karger AG. 17 p. 221-232.

· Hedhammar A, Wu FM, Krook L (1974) Overnutrition and skeletal disease. An experimental study in growing Great Dane dogs. X. Discussion. Cornell Vet. 64(5): 115-127.

· Heinemann KM, Bauer JE. (2006) Docosahexaenoic acid and neurologic development in animals. J Am Vet Med Assoc. 228(5):700-705.

· Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, et al. (2005a) Improvement of retinal function in canine puppies from mothers fed dietary long chain n-3 polyunsaturated fatty acids during gestation and lactation. J Vet Intern Med. 19(3):442-443.

· Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, et al. (2005b) Long-Chain (n-3) Polyunsaturated Fatty Acids Are More Efficient than α-Linolenic Acid in Improving Electroretinogram Responses of Puppies Exposed during Gestation, Lactation, and Weaning. J Nutr. 135(8):1960-1966.

· Helm RM. (2002) Food allergy animal models. Annals of the New York Academy of Sciences. 964(1):139-150.

· Hendriks WH, Wu YB, Shields RG, et al. (2002) Vitamin E Requirement of Adult Cats Increases Slightly with High Dietary Intake of Polyunsaturated Fatty Acids. J Nutr. 132(6):1613S-1615S.

· Hervera M, Baucells MD, González G, et al. (2009) Prediction of digestible protein content of dry extruded dog foods: comparison of methods. J Anim Physiol Anim Nutr. 93:366-72.

· Heusner AA. (1991) Body Mass, Maintenance and Basal Metabolism in Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S8-S17.

· Hickman MA, Rogers QR, Morris JG. (1990) Effect of Processing on Fate of Dietary [14C]Taurine in Cats. J Nutr. 120(9):995-1000.

· Hickman MA, Rogers QR, Morris JG. (1992) Taurine Balance is Different in Cats Fed Purified and Commercial Diets. J Nutr. 122(3):553-559.

· Hill AS, O'Neill S, Rogers QR, et al. (2001) Antioxidant prevention of Heinz body formation and oxidative injury in cats. Am J Vet Res. 62(3):370-374.

· Hooser S, Beasley V. (1986) Methylxanthine poisoning (chocolate and caffeine toxicosis). Curr Vet Therap for Sm Anim Prac.191-192.

· Hu Q, Yang Q, Yamato O, et al. (2002) Isolation and Identification of Organosulfur Compounds Oxidizing Canine Erythrocytes from Garlic (Allium Sativum). J Agric Food Chem. 50(5):1059-1062.

· Huxtable RJ. (1992) Physiological actions of taurine. Physiological Reviews. 72(1):101-163.

· Jenkins KJ, Phillips PH. (1960a) The Mineral Requirements of the Dog: I. Phosphorus Requirement

and Availability. J Nutr. 70(2):235-240.

· Jenkins KJ, Phillips PH. (1960b) The Mineral Requirements of the Dog: II. The Relation of Calcium, Phosphorus and Fat Levels to Minimal Calcium and Phosphorus Requirements. J Nutr. 70(2):241-246.

· Jian S, Zhang L, Ding N, et al. (2022) Effects of black soldier fly larvae as protein or fat sources on apparent nutrient digestibility, fecal microbiota, and metabolic profiles in beagle dogs. Front Microbiol. 13:1044986.

· Kang A, Kwak MJ, Lee DJ, et al. (2024) Dietary supplementation with probiotics promotes weight loss by reshaping the gut microbiome and energy metabolism in obese dogs. Microbiol Spectr. 12(3):e02552-23.

· Kaplan A. (1995) Onion powder in baby food may induce anemia in cats. J Am Vet Med Assoc. 207(11):1405.

· Kealy RD, Lawler DF, Ballam JM, et al. (2002) Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. J Am Vet Med Assoc. 220(9):1315-1320.

· Kealy RD, Olsson SE, Monti KL, et al. (1992) Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. J Vet Med Series A. 201:857-857.

· Kienzle E, Meyer H. (1989) The effects of carbohydratefree diets containing different levels of protein on reproduction in the bitch. In: Burger IH, Rivers JPW, eds. Nutrition of the dog and cat. Cambridge University Press, Cambridge, UK: p. 229-242.

· Kienzle E, Opitz B, Earle KE, et al. (1998) The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. J Anim Physiol Anim Nutr. 79(1-5):69-79.

· Kienzle E, Rainbird A. (1991) Maintenance Energy Requirement of Dogs: What is the Correct Value for the Calculation of Metabolic Body Weight in Dogs? J Nutr. 121(suppl_11):S39-S40.

· Kienzle E, Schrag I, Butterwick R, et al. (2002) Calculation of Gross Energy in Pet Foods: Do We Have the Right Values for Heat of Combustion? J Nutr. 132(6):1799S-1800S.

· Kienzle, E., Meyer, H., & Lohrie, H. (1985). Einfluss kohlenhydratfreier Rationen mit unterschiedlichen Protein/Energierelationen auf fotale Entwicklung und Vitalitat von Welpen sowie die Milchzusammensetzung von Hundinnen. Untersuchungen zum Energie- und Nährstoffbedarf von Zuchthündinnen und Saugwelpen, p. 73-99.

· Kilburn LR, Allenspach K, Jergens AE, et al. (2020) Apparent total tract digestibility, fecal characteristics, and blood parameters of healthy adult dogs fed high-fat diets. J Anim Sci. 98(3):skaa043.

· Kim, HS, Li S, Zheng Y, et al. (2023) Apparent total tract digestibility and palatability of extruded diets with graded levels of whole soybeans by dogs. Front Vet Sci. 10:1137788.

· Kleiber M. (1961) Animal temperature regulation. In: The Fire of Life. John Wiley & Sons, Inc, p. 146-174.

· Klein C, Thes M, Böswald LF, et al. (2019). Metabolisable energy intake and growth of privately owned growing dogs in comparison with official recommendations on the growth curve and energy supply. J Anim Physiol Anim Nutr. 103:1952 - 1958.

· Kronfeld DS. (1989a) Biotin. In: Vitamin & Mineral Supplementation for dogs and cats - A monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co., p. 99.

· Kronfeld DS. (1989b) Biotin and Avidin. In: Vitamin & Mineral Supplementation for dogs and cats - A monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co., p. 71-72.

· Kronfeld DS. (1989c) Vitamin & mineral supplementation for dogs and cats: a monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co.

· Laflamme DP, Kealy RD, Schmidt DA. (1994) Estimation of body fat by body condition score. J Vet Intern Med. 8:154.

· Laflamme DP. (1993) Body condition scoring and weight maintenance. In: Proceedings North American Veterinary Conference 290-291.

· Laflamme DP. (1997a) Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. Feline practice. 25(5-6):13-18.

· Laflamme DP. (2001) Effect of breed size on calcium requirements for puppies. Compend Contin Educ Pract Vet. 23(9):66-69.

· Laflamme DP. (2006) Understanding and Managing Obesity in Dogs and Cats. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 36(6):1283-1295.

· Laflamme GH, Jowsey J (1972) Bone and soft tissue changes with oral phosphate supplements. J Clin Invest. 51(11): 2834-2840.

· Lauten SD, Cox NR, Brawner WR, et al. (2002) Influence of dietary calcium and phosphorus content in a fixed ratio on growth and development in Great Danes. Am J Vet Res. 63(7):1036-1047.

· Lauten SD. (2006) Nutritional Risks to Large-Breed Dogs: From Weaning to the Geriatric Years. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 36(6):1345-1359.

· Lindsay ST, Entenman C, Chaikoff IL. (1948) Pancreatitis accompanying hepatic disease in dogs fed a high fat, low protein diet. Arch Pathol. 45:635-638.

· Loveridge GG. (1986) Bodyweight changes and energy intake of cats during gestation and lactation. Anim tech: J of the Inst Anim Tech. 37:7-15.

· Loveridge GG. (1987) Some factors affecting kitten growth. Anim tech: J of the Inst Anim Tech. 38:9-18.

· Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, et al. (2006) Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. Internat J of Appl Resc in Vet Med. 4(2):177.

· Lund EM. (2005) Prevalence and risk factors for obesity in adult cats from private US veterinary practices. Intern J Appl Res Vet Med. 3:88-96.

· Magalhaes TR, Lourenco AL, Gregorio H, et al. (2021) Therapeutic effect of EPA/DHA supplementation in neoplastic and non-neoplastic companion animal diseases: a systematic review. In Vivo. 35(3):1419-1436.

· Männer K. (1990) Energy Requirement for Maintenance of Adult Dogs of Different Breeds. Poster presented. In: Waltham International Symposium U.C. Davis, Ca.

· Männer K. (1991) Energy Requirement for Maintenance of Adult Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S37-S38.

· Mason E. (1970) Obesity in pet dogs. Vet Rec. 86(21):612-616.

· Mawby DI, Bartges JW, d'Avignon A, et al. (2004) Comparison of Various Methods for Estimating Body Fat in Dogs. J Am Anim Hosp Assoc. 40(2):109-114.

· McKnight K. (2005) Grape and raisin toxicity in dogs. Veterinary technician. Vol.: February. p. 135-136.

· McNamara JH. (1989) "The Duo Combo"management by Humiture. Hill's Pet Products.

· Means C. (2002) Selected herbal hazards. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 32(2):367-382.

· Mehler SJ, May LR, King C, et al. (2016) A prospective, randomized, double blind, placebo-controlled evaluation of the effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on the clinical signs and erythrocyte membrane polyunsaturated fatty acid concentrations in dogs with osteoarthritis. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 109:1-7.

· Meyer H, Heckötter E. (1986) Futterwerttabellen für Hunde und Katzen. Schlüter.

· Meyer H, Zentek J. (1992) Über den Einfluß einer unterschiedlichen Energieversorgung wachsender Doggen auf Körpermasse und Skelettentwicklung. J Vet Med Series A. 39(1-10):130-141.

· Meyer H, Zentek J. (2005) Energie und NahrstoffeStoffwechsel und Bedarf. In: Ernährung des Hundes. 5th ed. P. Parey Verlag, p. 49-96.

· Michel KE, Anderson W, Cupp C, et al. (2011) Correlation of a feline muscle mass score with body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Brit J Nutr. 106(S1):S57-S59.

· Monti M, Loureiro BA, Pedreira RS, et al. (2024) Guava fibre characterization and effects on digestibility, fermentation products, gastrointestinal transit time and palatability of dry diets for dogs. J Anim Physiol Anim Nutr. 108(2):500-510.

· Monti M, Loureiro BA, Pedreira RS, et al. (2024) Guava fibre characterization and effects on digestibility, fermentation products, gastrointestinal transit time and palatability of dry diets for dogs. J Anim Physiol Anim Nutr. 108(2):500-510.

· Nguyen P, Dumon H, Frenais R, et al. (2001) Energy expenditure and requirement assessed using three different methods in adult cats. Compend Contin Educ Pract Vet. 23(9):86-86.

· Nicholson S. (1995) Toxicology. In: Ettinger SJ, Feldman EC, eds. Textbook of Veterinary Internal Medicine 3rd ed. W.B. Saunders Company, p. 312-326.

· Nott HMR, Rigby SI, Johnson JV, et al. (1994) Design of Digestibility Trials for Dogs and Cats. J Nutr. 124(suppl_12):2582S–2583S.

· NRC (2006g). Nutrient requirements of dogs and cats. Washington, DC: National Research Council, National Academy Press.

· NRC. (1985a) Composition of ingredients of dog foods. In: Nutrient Requirements of Dogs. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: p. 40–41.

· NRC. (1985b) Nutrient Requirements and signs of deficiency. In: Nutrient Requirements of Dogs. National Academies Press, Washington, DC: p. 2–5.

· NRC. (2006a) Absorption and bioavailability of dietary iron in dogs and cats. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: p. 168–169.

· NRC. (2006b) Energy. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (3) p. 28–48.

· NRC. (2006d) Nitrogen (Crude Protein) minimum requirements, recommended allowances, and adequate intakes. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: p. 116–120.

· NRC. (2006g) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: (15) p. 357– 363 tables 315–353, 315–355 and 315–358.

· NRC. (2006h) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academic Press, Washington, DC: (15) p. 359–360.

· NRC. (2006i) Nutrient requirements and dietary nutrient concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: p. 354–370.

· NRC. (2006k) Physical Activity and Environment. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (11) p. 258–312.

· Oba PM, Lee AH, Vidal S, et al. (2021) Effect of a novel animal milk oligosaccharide biosimilar on macronutrient digestibility and gastrointestinal tolerance, fecal metabolites, and fecal microbiota of healthy adult cats. J Anim Sci. 99(1):skaa399.

· Odle J, Roach M, Baker DH. (1993) Taurine Utilization by Cats. J Nutr. 123(11):1932–1933.

· Ogawa E, Shinoki T, Akahori F, et al. (1986) Effect of onion ingestion on anti–oxidizing agents in dog erythrocytes. Jpn J Vet Sc. 48(4):685–691.

· Oswalt M, Kemp SF. (2007) Anaphylaxis: office management and prevention. Immunol allerg clinics of North America. 27 (2):177–191.

· Patil AR, Bisby TM. (2002) Comparison of maintenance energy requirement of client–owned dogs and kennel dogs. Purina Nutrition Forum Proceedings Supplement to Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 24 (9a):81.

· Pion PD, Sanderson SL, Kittelson MD. (1998) The Effectiveness of Taurine and Levocarnitine in Dogs with Heart Disease. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 28(6):1495-1514.

· Rainbird AL, Kienzle E. (1989) Untersuchungen zum Energiebedarf des Hundes in Abhängigkeit von Rassezμgehorigkeit und Alter. Kleintierpraxis. 35: 149-158.

· Reedy LLM, Miller JWH, Willemse T. (1997) Food Hypersensitivity. In: Allergic Diseases of Dogs and Cats. 2 ed. W B Saunders Company, London: (7) p. 173 -188.

· Reilly LM, He F, Rodriguez-Zas SL, et al. (2021) Use of legumes and yeast as novel dietary protein sources in extruded canine diets. Front Vet Sci. 8:667642.

· Richardson DC, Toll PW. (1997) Relationship of nutrition to developmental skeletal disease in young dogs. Vet Clinic Nutr. 4:6-13.

· Riond JL, Stiefel M, Wenk C, et al. (2003) Nutrition studies on protein and energy in domestic cats. J Anim Physiol Anim Nutr. 87(5-6):221-228.

· Robertson ID. (2003) The association of exercise, diet and other factors with owner-perceived obesity in privately owned dogs from metropolitan Perth, WA. Preventive veterinary medicine. 58(1-2):75-83.

· Robertson JE, Christopher MM, Rogers QR. (1998) Heinz body formation in cats fed baby food containing onion powder. J Am Vet Med Assoc. 212(8):1260-1266.

· Romsos DR, Palmer HJ, Muiruri KL, et al. (1981) Influence of a Low Carbohydrate Diet on Performance of Pregnant and Lactating Dogs. J Nutr. 111(4):678-689.

· Sanderson SL, Gross KL, Ogburn PN, et al. (2001) Effects of dietary fat and L-carnitine on plasma and whole blood taurine concentrations and cardiac function in healthy dogs fed protein-restricted diets. Am J Vet Res. 62(10):1616-1623.

· Schneider P, Pappritz G, Muller-Peddinghaus R et al. (1980) [Potassium hydrogen phosphate induced nephropathy in the dog. I. Pathogenesis of tubular atrophy (author's transl)]. Vet Pathol. 17 (6): 699-719.

· Schoenmakers I, Hazewinkel HAW, Voorhout G, et al. (2000) Effect of diets with different calcium and phosphorus contents on the skeletal development and blood chemistry of growing Great Danes. Vet Rec. 147(23):652-660.

· Scott D. (2001) Skin Immune System and Allergic Skin Diseases. In: Muller & Kirk's Small Animal Dermatology. Elsevier, 543-666.

· Seawright AA, English PB, Gartner RJW. (1967) Hypervitaminosis A and deforming cervical spondylosis of the cat. J Comp Path. 77(1):29-IN26.

· Seo K, Cho HW, Chun J, et al. (2021) Evaluation of Fermented Oat and Black Soldier Fly Larva as Food Ingredients in Senior Dog Diets. Animals. 11:3509.

· Slater MR, Robinson LE, Zoran DL, et al. (1995) Diet and exercise patterns in pet dogs. J Am Vet Med Assoc. 207(2):186-190.

· Sloth C. (1992) Practical management of obesity in dogs and cats. J S Anim Prac. 33(4):178-182.

· Smeets-Peeters M. (2000) Feeding FIDO: development, validation and application of a dynamic, *in vitromode*l of the gastrointestinal tract of the dog. Wageningen University and Research.

· Soutar L, Coltherd JC, Steele VR. et al. (2021) Comparisons of *in vitro* and *in vivo* digestibility assays for phosphorus in feline diets and associations with dietary nutrient content. J Agric Food Chem. 69(36): 10688-10699.

· Souza CM, Bastos TS, Kaelle GC, et al. (2023) Fine cassava fibre utilization as a dietary fibre source for dogs: Effects on kibble characteristics, diet digestibility and palatability, faecal metabolites and microbiota. J Anim Physiol Anim Nutr. 107:18-29.

· Spice R. (1976) Hemolytic anemia associated with ingestion of onions in a dog. Can Vet J. 17(7):181-183.

· Stockman J, Watson P, Gilham M et al. (2017) Adult dogs are capable of regulating calcium balance, with no adverse effects on health, when fed a high-calcium diet. Br J Nutr. 117(9): 1235-1243.

· Strachan E, Bennett A. (1994) Theobromine poisoning in dogs. Vet Rec. 134(11):284-284.

· Sun H, Zhang Q, Xu C, et al. (2023) Different Diet Energy Levels Alter Body Condition, Glucolipid Metabolism, Fecal Microbiota and Metabolites in Adult Beagle Dogs. Metabolites. 13(4):554.

· Tang AW. (2003) A practical guide to anaphylaxis. Am fam phys. 68(7):1325-1332.

· Teeter RG, Baker DH, Corbin JE. (1978) Methionine and Cystine Requirements of the Cat. J Nutr. 108(2):291-295.

· Thes M, Koeber N, Fritz J, et al. (2015) Metabolizable energy intake of client-owned adult cats. J Anim Physiol Anim Nutr. 99(6):1025-1030.

· Torres CL, Backus RC, Fascetti AJ, et al. (2003) Taurine status in normal dogs fed a commercial diet associated with taurine deficiency and dilated cardiomyopathy. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 87(9-10):359-372.

· Tvedten HW, Holan K. (1996) What Is Your Diagnosis? Vet Clinic Path. 25(4):148-149.

· Von Schaumburg P, He F, Rodriguez-Zas SL, et al. (2021) White and red sorghum as primary carbohydrate sources in extruded diets of felines. Front Vet Sci. 8:668255.

· Walters L, Ogilvie G, Salman M, et al. (1993) Repeatability of energy expenditure measurements in clinically normal dogs by use of indirect calorimetry. Am J Vet Res. 54(11):1881-1885.

· Wander RC, Hall JA, Gradin JL, et al. (1997) The Ratio of Dietary (n-6) to (n-3) Fatty Acids Influences Immune System Function, Eicosanoid Metabolism, Lipid Peroxidation and Vitamin E Status in Aged Dogs. J Nutr. 127(6):1198-1205.

· Wang J, Sampson HA. (2007) Food anaphylaxis. Clin Exp Allergy. 37 (5):651-660.

· Weber M, Martin L, Dumon H, et al. (2000b) Growth and skeletal development in two large breeds fed 2 calcium levels. Proceedings of ACVIM FÓRUM, Seattle, USA, CD Rom.

· Weber M, Martin L, Dumon H. (2000a) Calcium in growing dogs of large breed: a safety range? In: ESVCN Amsterdam.

· Wei Y, Xue L, Ma D, Weng Y, et al. (2024) The Effect of Dietary Protein Hydrolysate from Black Soldier Fly Larvae and Schizochytrium on Palatability, Nutrient Metabolites and Health Status in Beagle Dogs. Metabolites. 14(3):165.

· Weiser M. (1995) Erythrocyte responses and disorders. In: Textbook of Veterinary Internal Medicine. 3rd ed. Ettinger, SJ, Feldman, EC., WB Saunders Company: p. 1864-1891.

· White S, Sequoia D. (1989) Food hypersensitivity in cats: 14 cases (1982-1987). J Am Vet Med Assoc. 194(5):692-695.

· White S. (1986) Food hypersensitivity in 30 dogs. J Am Vet Med Assoc. 188(7):695-698.

· Wichert B, Müller L, Gebert S, et al. (2007) Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. J Anim Physiol Anim Nutr. 91(5-6):278-281.

· Wichert B, Opitz B, Wehr U, et al. (1999) Energy requirements of pet dogs. In: Proc Congr ESVCN.

· Williams CC, Cummins KA, Hayek MG, et al. (2001) Effects of dietary protein on whole-body protein turnover and endocrine function in young-adult and aging dogs. J Anim Sci. 79(12):3128-3136.

· Wills J, Harvey R. (1994) Diagnosis and management of food allergy and intolerance in dogs and cats. Aust Vet J. 71(10):322-326.

· Yamato O, Kasai E, Katsura T, et al. (2005) Heinz Body Hemolytic Anemia With Eccentrocytosis From Ingestion of Chinese Chive (Allium tuberosum) and Garlic (Allium sativum) in a Dog. J Am Anim Hosp Assoc. 41(1):68-73.

· Zentek J, Meyer H. (1992) Energieaufnahme adulter Deutscher Doggen. Berl Munch Tierarztl Wochenschr. 105:325-327.

· Zhao M, Liu K, Zhang Y, et al. (2023) Probiotic characteristics and whole-genome sequence analysis of Pediococcus acidilactici isolated from the feces of adult beagles. Front Microbiol. 14:1179953.

· Zhao M, Zhang Y, Li Y, et al. (2024) Impact of Pediococcus acidilactici GLP06 supplementation on gut microbes and metabolites in adult beagles: a comparative analysis. Front Microbiol. 15:1369402.

· 최인학, 최성업, 정연우, 등. (2022) 반려견 품종별 동애등에 분말과 통조림 혼합사료 급여가 단백질 소화율에 미치는 영향. 한국환경과학회지. 31(3):285-289.

반려동물 사료 영양표준 1판

– 개 · 고양이

· 발행일 : 2024년 10월
· 발행인 : 국립축산과학원장 임기순
· 편집인 : 축산생명환경부장 강민구
동물복지연구팀장 황성수
동물복지연구팀 소경민, 천주란, 이민영, 이상엽

· 자료제공
김기현(국립순천대학교), 조진호, 송동철, 장세연(충북대학교)
최보연, 박창우(한국펫사료협회), 조성호(한국농식품법률제도연구소)

· 발행처 : 55365 전북특별자치도 완주군 이서면 콩쥐팥쥐로 1500
국립축산과학원 축산생명환경부 동물복지연구팀
· 인쇄처 : 디자인 인쇄 청명 (Tel. 063-283-1388)

발간등록번호 : 11-1390906-000471-01
ISBN : 978-89-480-8484-9 93520

OPEN 출처표시 상업용금지 공공누리 공공저작물 자유이용허락

인용 문구: 국립축산과학원. 2024. 반려동물 사료 영양표준 (개 · 고양이): 1판.
Suggested citation: National Institute of Animal Science. 2024.
Korean feeding standard for dog and cat: First Edition. Wanju, Korea.