

# 반려동물용 프로바이오틱스 및 장내 마이크로바이옴에 대한 연구 및 전망

Perspectives and Advances in Probiotics and the Gut Microbiome in Companion Animals

이준표<sup>1</sup>, 이정재<sup>2</sup>, 양정우<sup>3</sup>, 김영훈<sup>1,\*</sup>(Daniel Lee<sup>1</sup>, Jeong Jae Lee<sup>2</sup>, Jungwoo Yang<sup>3</sup>, Younghoon Kim<sup>1,\*</sup>)

<sup>1</sup>서울대학교 농생명공학부 및 농업생명과학연구원

<sup>2</sup>경북대학교 농업과학기술연구소, <sup>3</sup>일동바이오사이언스

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biotechnology and Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

<sup>3</sup>Ildong Bioscience

## I. 서론

국내 반려동물을 키우는 가구는 전체 가구의 29.7%이며 2020년 연말 기준으로 604만 가구로 집계됐다. 반려동물을 키우는 인구가 증가함에 따라 인간과 반려동물 사이의 관계는 더욱 발전하고 있다. 대부분의 반려동물을 키우는 사람들은 그들의 반려동물을 가족, 동료 또는 친구라고 생각한다. 이러한 반려동물을 가족으로 인식하고 감정을 가진 개인으로 대하는 현상인 펫 휴머니제이션(pet humanization)은 글로벌 트렌드로 자리 잡았다. 국내에서도 이러한 펫 휴머니제이션 현상이 확산되고 있어 반려동물을 키우는 가구의 88.9%, 일반가구의 64.3%가 '반려동물은 가족의 일원'이라는 표현에 동의하고 있다. 이렇듯 반려동물은 인간의 삶에서 점점 더 중요한 부분이 되었으며, 이에 따라 최근 수십년 동안 반려동물의 건강과 웰빙에 대한 관심이 높아지고 있다.

장은 동물의 건강에 중요한 역할을 하며 위장관내에는 복잡한 미생물 군집이 있다. 위장관 내 미생물 생태계는 숙주의 영양소의 흡수 및 대사과 병원균에 대한 보호 기능 등 여러가지 방식으로 숙주의 건강과 웰빙에 관여한다. 프로바이오틱스는 '적정량을 투여했을 때 숙주에게 건강상의 이점을 제공하는 살아있는 미생물'로 정의된다. 최근 반려동물의

이 논문은 Journal of Animal Science and Technology(JAST)에 출판된 영문논문의 국문번역본(또는 축약본)이 포함되었으며, 인용을 원하시는 경우 원문을 참고해 주시기 바랍니다(Lee, D. et al., 2022. Perspectives and advances in probiotics and the gut microbiome in companion animals. Journal of Animal Science and Technology, DOI: <https://doi.org/10.5187/jast.2022.e8>).

\*Corresponding author: Younghoon Kim

Department of Agricultural Biotechnology and Research Institute of Agriculture and Life Science,

Seoul National University, Seoul 08826, Korea

Tel: +82-2-880-4808

Fax: +82-2-873-2271

Email: [ykeys2854@snu.ac.kr](mailto:ykeys2854@snu.ac.kr)

웰빙에 대한 관심이 높아지면서 반려동물, 특히 개와 고양이를 대상으로 하는 장 관련 프로바이오틱스 제품이 주인들 사이에서 인기를 얻고 있다. 반려동물에게 프로바이오틱스를 사용시 이점으로는 면역 체계의 조절, 스트레스 감소, 병원균에 의한 감염에 대한 보호, 성장 능력 발달 등이 있다. 반려동물의 건강에 대한 높아지는 관심에 따라 관련된 연구들이 증가하고 있으며, 그중 개와 고양이의 프로바이오틱스 및 장내 마이크로바이옴에 대한 연구들 또한 계속해서 증가하고 있다. 하지만 현재까지 출판된 논문들의 수는 인간을 대상으로 한 논문들에 비해 현저히 낮은 것이 현실이다. 본 원고는 개와 고양이의 프로바이오틱스와 장내 마이크로바이옴에 관한 현재까지 진행된 연구들을 설명하고자 한다.

## II. 본론

### 1. 반려동물을 위한 프로바이오틱스

살아있는 유익균인 프로바이오틱스는 반려동물의 건강을 위해 사용되어 왔다. 반려동물과 오랫동안 살고 싶어하는 육구가 증가함에 따라 프로바이오틱스에 대한 관심도 높아지고 있다. 프로바이오틱스는 위장관내 미생물 생태계를 변형시켜 숙주에게 건강상의 이로운 영향을 주며, 관련된 예로는 건강하고 균형 잡힌 장내 마이크로바이옴 유지, 설사 예방, 염증성 장 질환 예방 등이 있다.

#### 1) 반려견을 위한 프로바이오틱스

개는 인간과 구조적 및 기능적으로 유사하여 인간의 장내 마이크로바이옴 연구를 위한 실험 동물모델로 간주되고 있다. 개의 장내 마이크로바이옴을 연구함으로써 개에게 직접적인 효과만이 아니라 사람에게 잠재적인 효과까지 예측할 수 있다.

위장관 장애는 개에게 있어 가장 흔한 건강 문제 중 하나이다. 대부분의 위장관 장애는 급성 또는 만성 설사, 구토, 식욕 부진 등의 증상을 가지고 온다. 많은 선행 연구들이 다양한 유형의 프로바이오틱스가 위장관 장애를 가진 개에게 있어 긍정적인 결과를 가져온다는 것을 보여주었다[1, 2]. 급성 설사를 하는 개들에게 *Bifidobacterium animalis* AHC7를 매일  $2 \times 10^{10}$  CFU만큼 급여하였을 때 급여받지 못한 개들보다 더 빠르게 증상이 호전되었다. 개들에게 *Lactobacillus murinus* LbP2를  $5 \times 10^9$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 대변 상태, 정신 상태, 식욕 등이 향상되었다. 암컷 개들에게 *Lactobacillus johnsonii* CPN23를  $2.3 \times 10^8$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 섬유소 소화율과 대변내 단쇄 지방산 농도가 증가하였으며 대변내 암모니아 농도는 감소하였다. 개들에게 *Lactobacillus fermentum* CCM 7421을  $10^7$ - $10^9$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 lactic acid bacteria가 증가하고, *Clostridia*와 gram-negative bacteria들이 감소했다. 또한 혈액내 총 단백질과 콜레스테롤이 개선되었다. 개들에게 *Bifidobacterium animalis* B/12를  $1.04 \times 10^9$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 대변내 중성지방과 알부민이 감소했으며, 아세트산과 발레르산이 증가하였다. 개들에게 *Lactobacillus johnsonii* CPN23를  $10^8$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 혈액 내 포도당과 콜레스테롤이 감소하였다. 단일 프로바이오틱스뿐만 아니라 여러가지 프로바이오틱스들을 복합적으로 함께 급여하는 복합 프로바이오틱스 급여 효과에 대한 연구도 진행되었다. *Lactobacillus casei* Zhang, *Lactobacillus plantarum* P-8, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* V9을 함께 급여하였을 때 평균 일일 사료 섭취량과 평균 일일 체중이 증가했으며 유익균은 증가하고 유해균이 감소하였다.

장내 마이크로바이옴 구성은 숙주의 건강에 상당한 영향을 미치므로 이를 양호한 상태로 유지하는 것이 숙주의 건강을 위해서 중요하다. 많은 요인들이 장내 마이크로바이옴 구성에 영향을 미치며, 그중 노화는 가장 큰 영향을 주는 요인이다. 노화로 인해 여러 장기의 점진적인 변화가 일어난다. 이것은 장내 마이크로바이옴의 기능적 능력 감소를 초래하고, 더 나아가 숙주의 건강상태에 영향을 미친다. 선행연구에서 개의 일생을 연령에 따라 5개의 그룹(이유전, 이유기, 유아기, 청년기, 노년기)으로 나눈 후에 각각의 그룹의 장내 마이크로바이옴의 구성을 분석하였다. 그 결과 나이가 들어감에 따라 장내 마이크로바이옴의 구성이 변화했으며, 대표적으로 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*이 나이가 들어감에 따라 감소하였다. 이 실험은 노화에 따른 장내 마이크로바이옴 구성의 변화와 관련해서 삶의 단계에 따라 서로 다른 프로바이오틱스 연구가 필요하다는 것을 시사하였다.

## 2) 반려묘를 위한 프로바이오틱스

고양이의 몸에는 많은 박테리아가 있으며 대부분은 장에 서식하고 있다. 고양이의 장내 마이크로바이옴의 구성은 개체마다 다르며 이것은 식단, 건강상태, 생활방식에 따라 달라질 수 있다. 스트레스를 받거나 병원균에 감염되게 되면 장내 잠재적인 유해균들이 증가하고, 이에 따라 몸의 시스템의 균형이 망가지고, 식욕 감소, 구토, 설사 또는 대변 상태의 변화와 같은 소화기계 문제가 발생한다. 이러한 문제를 예방 및 치료하기 위하여 고양이에게 프로바이오틱스를 급여하는 것은 장내 유해균 수는 감소하고, 유익균의 수는 증가하도록 유도해줌으로써 건강을 유지하는 데 효과적인 방법 중 하나이다.

개를 대상으로 하는 프로바이오틱스에 대한 연구들은 많이 진행되었지만 고양이를 대상으로 하는 프로바이오틱스에 대한 연구들은 상대적으로 부족하다. 현재까지 고양이에게 있어서 프로바이오틱스에 대한 연구들은 매우 부족한 것이 현실이며 숙주의 생리학적 특성과 식이 차이로 인해 개를 대상으로 한 연구를 토대로 고양이에게의 프로바이오틱스 효과를 예측할 수 없다. 다양한 논문에서 다양한 프로바이오틱스를 고양이에게 급여한 후 효과를 관찰하는 실험을 진행하였다. 아기 고양이에게 *Enterococcus hirae*를  $2.85\text{--}4.28 \times 10^8$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 장내 *Enterococcus hirae*가 잘 정착했으며 대변 상태가 개선되었다. 아기 고양이에게 *Enterococcus faecium* strain SF68를  $5 \times 10^9$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 CD+ T림프구수가 대조군에 비해 유의적으로 증가하였다. 고양이에게 *Enterococcus faecium* SF68를  $2.1 \times 10^9$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 대조군에 비해 설사를 하게 될 확률이 줄어 들었다. 또한 만성 고양이 헤르페스바이러스(feline herpesvirus-1)에 감염된 고양이에게 *Enterococcus faecium* SF68를 급여하였을 때 장내 마이크로바이옴이 개선되고 감염에 대한 증상이 호전되었다 [3]. 고양이에게 *Lactobacillus acidophilus* DSM13241를  $2 \times 10^8$  CFU만큼 매일 급여하였을 때 대변 내 *Lactobacillus*가 증가했으며 *Clostridium* spp.와 *Enterococcus faecalis*가 감소했다. 또한 대변의 pH가 감소하였고 혈장내 내독소 농도가 감소하였다.

숙주의 건강은 장내 마이크로바이옴 구성에 영향을 받으며 나이가 들어감에 따라 장내 마이크로바이옴의 구성이 변화하므로 건강한 구성을 유지하는 것이 중요하다. 선행연구에서 고양이의 일생을 연령에 따라 5개의 그룹(이유전, 이유기, 유아기, 청년기, 노년기)으로 나눈 후에 각각의 그룹의 장내 마이크로바이옴의 구성을 분석하였다. 그 결과, 장내 마이크로바이옴의 구성이 나이가 들어감에 따라 변화했으며 개와는 다른 양상을 보였다. 개의 장내 마이크로바이옴에서 우점을 하고 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는 *Bifidobacterium*은 고양이에게서 중요해 보이지 않았다. 대신 *Enterococcus*가 고양이에게 중요한 lactic acid bacteria로 보였다. 궁극적으로 이러한 결과는 개와 고



양이의 장내 마이크로바이옴 구성이 다르며, 나이가 들어감에 따라 구성도 변한다는 것을 보여주었다. 이러한 결과는 개와 마찬가지로 고양이도 나이에 따라 필요한 프로바이오틱스가 다를 수 있으므로 관련된 연구가 필요하다는 것을 시사하였다.

## 2. 반려동물의 장내 마이크로바이옴

### 1) 장내 마이크로바이옴과 영양소 대사

장내미생물은 숙주의 영양소 흡수에 영향을 미치고 숙주의 영양소를 사용하는 대가로 유익한 대사 산물들을 숙주에게 제공한다. 각 장은 해부학적 및 생리학적 차이로 인해 서로 다른 고유한 미생물 생태계를 가지고 있으며 각 동물은 서로 다른 고유한 미생물 생태계를 가지고 있다. 하지만 박테리아 문, 목 및 속 단계에서는 모든 포유류가 비슷하게 공유하고 있다. 장내에서 탄수화물이 다양한 박테리아에 의해 발효가 되면 아세트산, 프로피온산, 뷰티르산과 같은 단쇄 지방산이 생성되는데, 이것은 숙주의 에너지원으로 쓰인다. 단쇄지방산은 면역 조절 효과, 설사 방지 효과, 위장관 운동 등 숙주의 건강에 유익한 영향을 미친다. 다양한 비타민 B군과 비타민 K가 장내미생물에 의해 합성된다. 비타민 B<sub>12</sub>는 개에게 있어 신경 시스템, 뇌 건강, 혈액세포 형성, 소화 기능에 중요한 인자라고 알려져 있다. 비타민 K는 프로트롬빈 응고 인자 활성화에 중요한 역할을 함으로 비타민 K가 결핍되면 장출혈의 위험이 높아진다. 개 분변을 이용한 메타게놈 분석을 통해 장내미생물에 숙주의 지질대사에 영향을 미칠 수 있는 유전자들을 확인함으로써 장내미생물이 숙주의 지질대사에도 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다.

### 2) 장내 마이크로바이옴과 면역시스템

장내 마이크로바이옴은 장의 면역체계에 중요한 역할을 한다. 특히, 어릴 때 초기에 미생물에 노출은 장내 마이크로바이옴 형성, 면역 조절, 장 질환에 대한 감수성 등에 상당한 영향을 미친다[4]. 자연분만을 통해 태어난 동물들과 무균 상태에서 제왕절개를 통해 태어난 동물들을 비교하여 보았을 때 무균상태에서 제왕절개를 통해 태어난 동물들에게서 장내 적은 수의 파이러스 폐치, 장간막 림프절 및 CD4+ T 림프구가 관찰되었으며 적은 수의 B 림프구, 대식세포 및 호중구도 확인되었다. 또한 면역글로블린이 2% 수준으로 낮은 것으로 발견되었고, 이것은 정상적인 건강한 동물보다 현저히 낮은 수준이었다. 이러한 결과들은 동물과 미생물은 함께 공존하여 진화해왔기 때문에 둘의 관계는 매우 중요하고 장내미생물은 숙주의 면역체계에 직접적이고 효과적으로 영향을 미친다는 것을 시사하였다.

### 3) 반려동물의 장내 마이크로바이옴 구성

미생물들이 위장관내에서 복잡한 미생물 생태계를 형성함으로써 장은 숙주의 건강에 중요한 영향을 미치는 신체 부분이다. 장내 마이크로바이옴의 구성이 파괴되면 장내미생물 불균형이 유발될 수 있으며 이는 설사, 알레르기, 비만과 같은 여러 질병들을 유발할 수 있다. 장내미생물 불균형으로 인한 위장 질환은 개와 고양이에서도 관찰된다. 건강한 개와 고양이의 장내 마이크로바이옴의 구성과 박테리아의 분류학적인 분포 및 다양성을 아는 것은 향후에 개와 고양이의 위장 질환을 평가하는 지표로 쓰일 수 있기 때문에 중요하다.

초창기의 연구에서는 장내 마이크로바이옴의 구성과 박테리아의 분류학적인 분포 및 다양성을 알기 위해서 장내미생물의 배양에 초점을 맞추어 진행하였었다. 이를 통해 개의 장내미생물의 대부분은 *Enterobacteriaceae*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*에 속한다는 결과를 얻게 되었다. 하지만 박테리아 배양 기술을 사용하여 배양할 수 있는 박테리아 종은 전체 장내 마이크로바이옴에서 작은 부분이기 때문에 장내미생물을 배양하는 방식으로 장내 마이크로바이옴을 유추하는 방식은 한계가 존재하였다[5, 6]. 또한 혐기성 박테리아는 시료를 취급하는 과정 중에 쉽게 손상되며, 배양 기술에 사용되는 비용이 고가이며[7], 분리 및 배양에 많은 시간이 소요된다는 문제점도 존재하였다.

이에 따라 16S ribosomal RNA를 이용하여 장내미생물을 배양하지 않고도 장내 마이크로바이옴의 구성과 박테리아의 분류학적인 분포 및 다양성을 평가할 수 있는 기술이 개발되었다. Next-generation sequencing 기술의 개발은 개와 고양이의 장내 마이크로바이옴의 구성과 박테리아의 분류학적인 분포 및 다양성을 평가하고, 숙주와 박테리아 간의 상호 작용을 이해하는데 도움이 되었다. 또한 이 기술을 사용하여 개와 고양이의 위장관, 피부, 구강, 비강, 질 등 다양한 장기의 장내 마이크로바이옴 구성을 확인할 수 있었다.

### 3. 반려동물용 프로바이오틱스의 안전성 문제

유엔세계식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)는 프로바이오틱스를 “적정량을 투여했을 때 숙주에게 건강상의 이점을 주는 살아있는 미생물”로 정의했다[8]. 프로바이오틱스 후보물질의 효능에 대한 과학적 증거는 많지만 안전성에 대한 정보는 충분하지 않다. 프로바이오틱스 사용이 일반적으로 안전한 것으로 알려져 있지만 현재까지 몇몇의 환자들에게서 부작용이 보고되었다. 또한 잠재적으로 건강에 위해를 끼칠 수 있는 각 프로바이오틱스 균주의 고유한 특성에 관한 정보가 부족하다[9]. 최근 높아지는 반려동물의 건강에 대한 관심과 프로바이오틱스의 건강에 유익한 효과로 인해 많은 프로바이오틱스들이 사료첨가제, 식이보조제, 프로바이오틱스 함유 식품 등의 형태로 시장에서 판매되고 있다. 현재까지는 프로바이오틱스를 소동물에게 급여하였을 때 부작용에 대한 보고는 없지만 안전성 문제는 해결해야 할 과제로 남아 있다. 사료첨가제에 사용되는 미생물들은 사용되기 전 검증이 필요하다. 대표적인 예로 개와 고양이의 장내공생균으로 알려진 *Enterococcus*는 프로바이오틱스로 사용되어 왔지만, 항생제 내성 유전자를 가지고 있을 수 있으므로 일부 국가들에서는 사용이 제한되고 있다. 일부 *Enterococcus faecium* 균주가 개의 장내에서 병원균인 *Campylobacter jejuni*의 장내 부착을 촉진한다고 알려졌다. 하지만 그와 반대로 *E. faecium* SF68은 개와 고양이의 설사 발생을 감소시킴으로서 안전성이 확인되었다. 이러한 상충되는 결과로 인해 프로바이오틱스로 사용하기 위해서는 균주별 엄격한 안전성 평가가 수반되어야 한다. 숙주 특이성은 주로 생리학적 구조, 면역 체계, 미생물 구성의 차이로 인해 프로바이오틱스 후보 균주를 선택하는데 중요한 기준으로 여겨진다. 하지만 반려동물의 사료첨가제로 사용되는 대부분의 상업용 프로바이오틱스는 인간에서 유래한 것으로 인간을 기반으로 한 방법과 기준에 의해 검증되었다. 이에 따라 최근 연구들에서는 개와 고양이에서 분리한 프로바이오틱스 후보균주들을 각각의 숙주에서의 병원균 억제, 염증 상태 개선, 장내 마이크로바이옴에 대한 영향 등에 대해 초점을 맞추고 조사하고 있다. 현재까지는 많은 연구들에서 숙주 특이성과 효능에 관한 관점을 다루었지만 안전 관점에서 다루어야 한다.

프로바이오틱스와 관련된 품질관리는 인간뿐만 아니라 동물을 위한 제품에도 중요하다. 반려동물용 프로바이오틱스 시장은 계속해서 성장하고 있지만, 불충분한 품질 관리 규정은 문제를 야기하고 있다. 조사자들이 많은 상업용 프로바

이오틱스와 프로바이오틱스를 함유하고 있는 반려동물의 음식을 조사한 결과, 제품 라벨지에 포함되어 있다고 적혀 있는 미생물 종이 포함되지 않았거나 심지어 적혀 있지 않은 미생물 종이 포함된 경우들을 확인하였다. 또한 프로바이오틱스 효능에 핵심인 박테리아 수가 라벨지에 표기된 수와 일치하지 않는 경우도 확인하였다. 이러한 낮은 수준의 품질관리 때문에 반려동물뿐만 아니라, 주인의 건강도 알려지지 않은 위험에 노출될 수 있다. 반려동물을 위한 안전한 프로바이오틱스 제품 생산을 위해서는 규제 기관의 엄격한 감독과 연구자의 엄격한 평가 방법 개발이 필요하다.

#### 4. 축산식품으로 인한 장내 마이크로바이옴 변화

최근 몇 년 동안 반려동물에게 날고기를 먹이는 가정이 늘어났다. 반려동물에게 날고기를 먹이는 것은 영양 불균형을 유발시킬 수 있고, 위생적인 측면에서 좋지 않기 때문에 미국동물병원협회(AAHA)와 미국수의학협회(AVMA) 등에서는 회의적인 입장을 내놓았다. 하지만 많은 연구들에서 반려동물에게 날고기를 먹이는 것이 수분 섭취량 증가, 체내 흡수율을 증가, 화학성분에 노출 최소화, 영양소 파괴 최소화 등의 이점이 있다고 보고했다. 날고기 식단으로 인한 개와 고양이의 장내 마이크로바이옴 변화에 대한 연구들도 진행되었다. Butowski 등은 날고기 식단이 개와 고양이의 위장관내 *Fusobacterium*과 *Clostridium* 속의 풍부도를 증가시켰다고 보고했다. 또한 단백질 및 지방 이용과 관련된 박테리아들도 증가시켜 이들이 butyrate 생성에 관여하여 장 건강 향상에 기여했다고 보고했다. 반면 Schmidt[10]는 날고기 식단이 개의 장내 *Escherichia coli*와 *Clostridium perfringens*의 풍부도를 높이고 Dysbiosis Index를 증가시키며 대변 내 콜레스테롤 함량을 증가시켰다고 보고했다. 이처럼 상반된 연구결과들이 존재하며, 이와 관련된 연구가 부족한 실정이다. 날고기 식단 관련 대사에서 주요 미생물들의 역할을 기능적으로 특성화하고, 숙주의 건강에 미치는 영향을 확인하기 위한 통제된 시스템 기반 연구가 필요하다. 유제품인 우유, 요거트, 케피어, 치즈 등이 인간의 장내 마이크로바이옴 구성을 변화시키며 건강에 유익한 효과를 준다고 알려져 있다 [11]. 이에 따라 유제품이 반려동물의 건강에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위한 연구들이 진행되었지만 그 수가 현저히 부족한 실정이다. 발효낙농유제품인 케피어를 개에게 급여했을 시 Firmicutes:Bacteroidetes 비율이 감소했으며 lactic acid bacteria가 증가하고 건강이 개선되었다. *B. longum* KACC 91563을 제조과정에 넣어 만든 퀘소블랑코 치즈를 개들에게 먹였을 때 *Enterobacteriaceae*와 *Clostridium perfringens*가 감소했으며 면역력이 증가했다 [12]. 이처럼 현재까지는 축산식품이 반려동물의 장내 마이크로바이옴에 미치는 영향과 관련된 연구들이 현저히 부족한 실정이며 관련된 연구들이 필요하다.

#### 5. 국내외 반려동물 프로바이오틱스 시장 현황

##### 1) 국내 반려동물 시장 현황

반려동물을 위한 건강 산업의 다양한 분야 중 단연코 가장 큰 비중을 차지하는 항목은 식품 관련 분야이며, 가격이 상향되더라도 고품질의 제품에 대한 소비자들의 요구가 증가함에 따라 제품 경쟁이 치열해지고 있는 추세이다. 또한 국내 대기업 신규 참여가 증가하고 산업이 세분화, 전문화되면서 민간 회사의 투자 또한 활성화되고 있는 추세이다.

국내 여러 회사들이 반려동물용 프로바이오틱스 시장에 참여하고 있다. 한국야구르트의 반려동물용 브랜드인 '잇츠 온펫츠'는 기능성 발효유 생산 노하우를 바탕으로 프로바이오틱스를 첨가한 영양간식 및 건강보조제 사업을 하기위



해 2020년 3월 특허청에 펫쿠르트(Petkult)와 펫밀크(Petmilk) 상표를 등록하였다. 또한 체지방 감소를 통한 체중 감소 효과를 준다고 알려져 있는 한국야구르트 특허 원료 소재인 락토바실러스 복합물 HY7601을 첨가하여 만든 반려동물용 프로바이오틱스 펫쿠르트 더블케어 제품을 출시하였다. 유한양행 역시 '월로펫'이라는 브랜드를 런칭하며 반려동물 시장으로 사업 영역을 넓히고 신제품 개발을 위한 R&D 분야에 투자하고 있다. 종근당은 동물의약품 전문기업인 이글벳과 협업하여 개의 아토피 피부염 유발가능성을 낮추어 피부 건강개선 효능이 검증된 *L. sakei* probio65와 변비 개선에 도움을 주는 것으로 알려진 *L. acidophilus*, *B. lactis*, *L. plantarum*을 첨가하여 만든 반려동물용 프로바이오틱스 제품인 라비벳을 출시하였다. 프롬벳은 위장관 건강, 변비 개선, 면역력 증진, 치석 예방 등에 효능이 검증된 *L. plantarum* 등 7종의 유산균을 첨가한 반려동물용 프로바이오틱스 제품을 출시하였다. 이 외에도 다양한 회사들에서 다양한 반려동물용 프로바이오틱스 제품들을 출시하고 있다.

## 2) 국외 반려동물 시장 현황

반려동물 산업은 국외에서도 기하급수적으로 성장하고 있다. Euromonitor international 자료에 따르면 2020년 반려동물 글로벌 시장은 전년대비 8.7% 늘어난 약 1,420억 달러 규모로 조사되었고, 2021년에는 약 1,530억 달러로 예측되었으며 2030년에는 약 1조 달러 가까이 증가할 것으로 예측되었다. 2021년 기준 나라별 반려동물 식품 사업 매출액 순위를 보면 미국이 가장 높았으며 영국과 프랑스가 그 뒤를 따랐다. 1등인 미국은 2등인 영국이 6배가량 차이가 날 정도로 미국의 시장이 월등히 컸다. 2021년 기준 회사별 매출액 순위를 보면 Mars Petcare Inc.(U.S.)와 Nestle Purina Petcare(U.S.)가 월등히 높았으며, 그 뒤를 J.M.Smucker(U.S.)와 Hill's Pet Nutrition(U.S.)가 뒤

그림 1. 유통중인 국내 반려동물용 프로바이오틱스 제품



그림 2. 유통중인 국외 반려동물용 프로바이오틱스 제품



따랐다. 그 밖에 반려동물용 프로바이오틱스 시장에 기여하는 주요 기업으로는 DSM, DuPont, Lallemand, Novus international, Chr. Hansen, Evonik Industries, Land O'Lakes, Bluestar Adisseo Co., Lesaffre, Alltech, Novozymes, Calpis Co. Ltd., Schouw & Co., Unique Biotech, Pure Cultures, Kerry 등이 있다.

### III. 결론

이전까지는 반려동물의 프로바이오틱스와 장내 마이크로바이옴과 관련된 연구들이 적었지만, 반려동물을 기르는 가구가 증가하고 반려동물 시장이 성장함에 따라 관련된 연구들도 증가하고 있다. 최근 반려동물용 프로바이오틱스와 장내 마이크로바이옴 구성에 대해 심도 있는 연구가 진행되고 있으며, 이를 토대로 반려동물 사료, 간식, 보충제 등 다양한 제품을 만들기 위해 노력하고 있다. 현재까지 진행된 연구결과들을 통해 특정 단일 프로바이오틱스 균주 또는 복합 프로바이오틱스들이 개와 고양이의 건강상에 이점이 있다는 것이 밝혀졌다. 하지만 대부분의 연구들과 반려동물용 제품으로 사용된 프로바이오틱스들이 인간에게서 분리된 것들로서 숙주 특이성 및 안전성과 관련된 문제점들이 존재한다. 따라서 현재로서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 반려동물용 프로바이오틱스 생산을 위한 반려동물 유래 프로바이오틱스 후보균주들을 확보하는 것이 중요하다. 또한 분리된 반려동물 유래 프로바이오틱스 후보균주들이 반려동물 건강 유지에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 반려동물을 이용한 상세하게 설계된 실험 필요하다.

### 참고문헌

1. Huang Z, Pan Z, Yang R, Bi Y, Xiong X. 2020. The canine gastrointestinal microbiota: Early studies and research frontiers. *Gut Microbes* 11(4): 635–654.



2. Grzeskowiak L, Endo A, Beasley S, Salminen S. 2015. Microbiota and probiotics in canine and feline welfare. *Anaerobe* 34: 14–23.
3. Hart ML, Suchodolski JS, Steiner JM, Webb CB. 2012. Open-label trial of a multi-strain synbiotic in cats with chronic diarrhea. *J Feline Med Surg* 14(4): 240–245.
4. Nash MJ, Frank DN, Friedman JE. 2017. Early microbes modify immune system development and metabolic homeostasis—The "Restaurant" hypothesis revisited. *Front Endocrinol (Lausanne)* 8: 349.
5. Greetham HL, Giffard C, Hutson RA, Collins MD, Gibson GR. 2002. Bacteriology of the Labrador dog gut: A cultural and genotypic approach. *J Appl Microbiol* 93(4): 640–646.
6. Leser TD, Amenuvor JZ, Jensen TK, Lindecrona RH, Boye M, Moller K. 2002. Culture-independent analysis of gut bacteria: The pig gastrointestinal tract microbiota revisited. *Appl Environ Microbiol* 68(2):673–690.
7. Lagier J-C, Dubourg G, Million M, Cadoret F, Bilen M, Fenollar F, Levasseur A, Rolain J-M, Fournier P-E, Raoult D. 2018. Culturing the human microbiota and culturomics. *Nature Reviews Microbiology* 16(9): 540–550.
8. Morelli L, Capurso L. 2012. FAO/WHO guidelines on probiotics: 10 years later. *Journal of Clinical Gastroenterology* 46: S1–S2.
9. Sanders ME, Akkermans LM, Haller D, Hammerman C, Heimbach JT, Hörmannspurger G, Huys G. 2010. Safety assessment of probiotics for human use. *Gut Microbes* 1(3): 164–185.
10. Schmidt M, Unterer S, Suchodolski JS, Honneffer JB, Guard BC, Lidbury JA, Steiner JM, Fritz J, Kölle P. 2018. The fecal microbiome and metabolome differs between dogs fed Bones and Raw Food (BARF) diets and dogs fed commercial diets. *PloS One* 13(8): e0201279.
11. Aslam H, Marx W, Rocks T, Loughman A, Chandrasekaran V, Ruusunen A, Dawson SL, West M, Mullarkey E, Pasco JA. 2020. The effects of dairy and dairy derivatives on the gut microbiota: A systematic literature review. *Gut Microbes* 12(1): 1799533.
12. Park H-E, Kim YJ, Kim M, Kim H, Do K-H, Kim JK, Ham J-S, Lee W-K. 2020. Effects of Queso Blanco cheese containing *Bifidobacterium longum* KACC 91563 on fecal microbiota, metabolite and serum cytokine in healthy beagle dogs. *Anaerobe* 64:102234.