

5.8 진핵미생물

경북대학교 이동건

가. 해당 분야의 연구 동향 소개

진핵미생물 학술 분과는 진핵미생물과 관련된 분자 및 세포 생물학, 분류, 균주 분리 및 동정, 병원성 분야뿐 아니라 식품, 발효, 효소 산업 등과 관련된 인류 삶에 직간접적 영향을 주는 모든 분야를 연구하는 분과이다. 진핵미생물 학술 분과 (Division of Eukaryotic Microbiology)는 진핵미생물 관련 분야의 학술 및 산업발전의 도모를 위하여 2004년에 출범하였고 이후 학술대회 및 워크숍 등을 통하여 진핵미생물 관련 최신 학술정보 보급에 이바지하고 회원들 간에 연구협력과 친목을 도모하여 한국미생물생명공학회 발전에 이바지하도록 노력하고 있다.

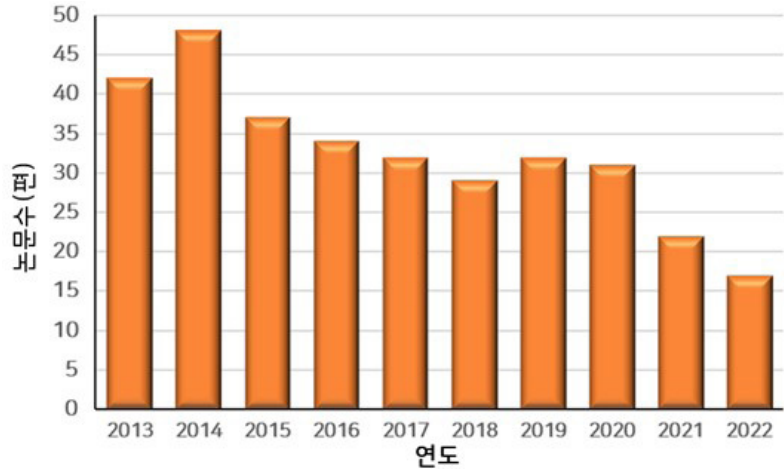
진핵미생물은 핵을 가진 미생물인 조류 (algae), 균류 (fungi) 및 원생동물 (protozoa) 등이 속해 있다. 또한, 진핵미생물은 단 하나의 세포로 이루어진 단세포 (unicellular) 미생물뿐 아니라 여러 세포로 이루어진 일부 다세포 (Multicellular) 생물도 여기에 포함이 된다. 조류의 경우 녹조류 (green algae)인 *Chlorella*가 대표적으로 연구가 진행되고 있다. 균류의 경우 자낭균류 (Ascomycetes), 담자균류 (Basidionmycetes) 등으로도 나눌 수 있으며 간단하게는 효모 (yeast), 사상성 진균 (filamentous fungi), 그리고 버섯 (mushroom)으로 분류되며 이 진균류는 국내외 진핵미생물 중 가장 많이 연구되는 미생물이다. 원생동물에서는 *Amoeba* 등이 속하며 이에 대한 국내외 연구진은 그리 많은 편은 아니다.

이러한 진핵미생물은 병원균, 독소 생성균 과같이 인류에게 해를 주는 균 (harmful microorganisms)도 연구를 한다. 또한, 자연 또는 식품 등에 분포하는 진핵미생물이나 이들의 분자 생리학적 특성을 연구하기도 한다. 하지만 주요 연구 동향은 산업 및 식품에 활용이 가능한 유익한 균 (beneficial microorganisms)에 대한 연구가 많은 부분을 차지하고 있으며 JMB 및 MBL에 게재된 논문 및 국내외 주요 연구 동향도 이 부분에 집중되어 있다.

나. 해당 분야 JMB 논문게재 현황 및 분석

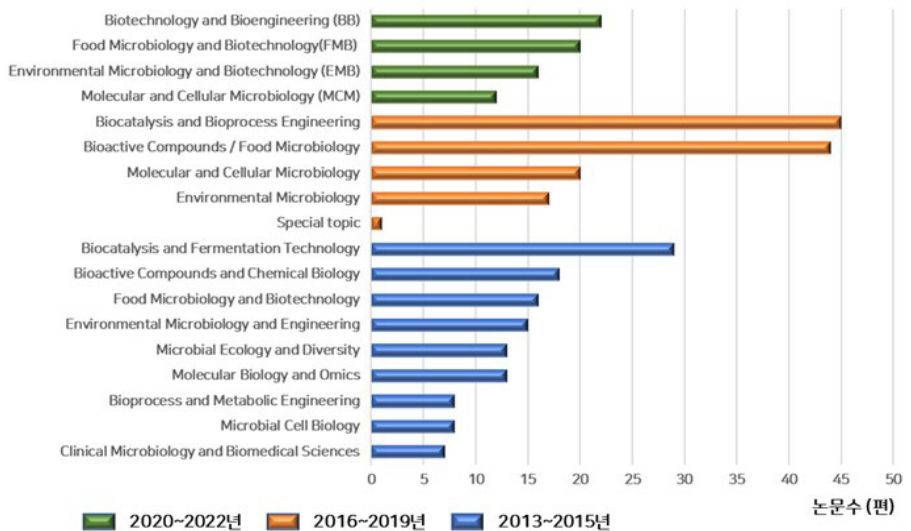
2013~2022년 (10년) 동안 JMB에 게재된 논문은 약 2200여 편이 발표되었으며 진핵미생물과 관련된 논문은 총 324편이 게재되었다. 이는 지난 10년 동안 발표한 논문의 약 14%를 차지하는 것으로 나타났다.

진핵미생물 관련 게재논문 수를 연도별로 살펴보면 2013년 42편과 2014년 48편의 논문이 게재되어 약 20%의 논문이 진핵미생물 관련 내용이었으나 이후 2015년부터 진핵미생물 관련 논문이 줄어들어 2020년까지 약 13~15%의 논문이 발표되었다. 그리고 2021년에는 22편 2022년에는 17편으로 JMB 전체 논문의 약 11%를 차지하고 있다(그림 1). 전체적으로 진핵미생물 관련 논문 수가 줄어드는 추세다.

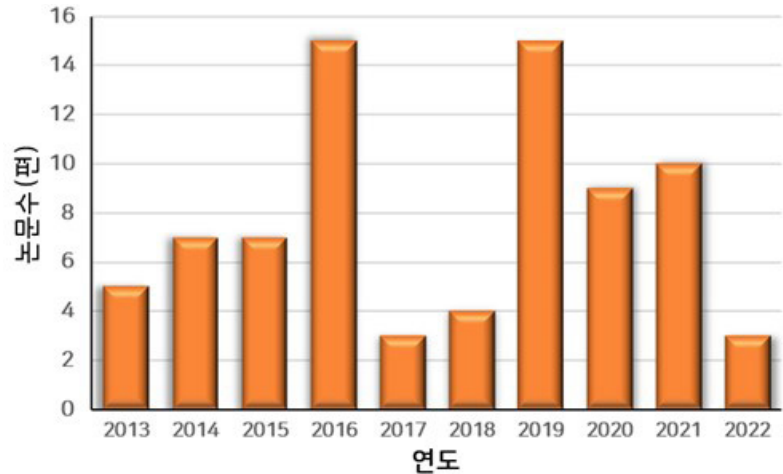


〈그림 1〉 JMB의 연도별 진핵미생물 관련 게재논문 편수

분야별로 세부적으로 살펴보면 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는 것과 같이 2013년부터 2022년 동안 응용 학문 분야인 biocatalysis and bioprocess engineering, Bioactive compound/food microbiology, fermentation 등에 60% 이상의 논문이 게재되었다. 발표된 논문의 주요연구를 살펴보면 *Saccharomyces cerevisiae* 등 효모를 활용한 bioethanol 등의 생성, 사상성 진균에서 효소 또는



〈그림 2〉 JMB의 분야별 진핵미생물 관련 게재논문 편수



〈그림 1〉 MBL의 연도별 진핵미생물 관련 게재논문 편수

생리활성물질 생성 효율을 높이는 연구가 있었다. 반면, environmental microbiology와 molecular and cellular microbiology 등 주로 기초 학문 분야에 게재된 논문은 약 40%인 것으로 확인된다.

다. 해당분야 MBL 논문게재 현황 및 분석

2013 ~ 2022년 (10년)동안 MBL에 게재된 논문은 총 614편이고 진핵미생물과 관련된 논문은 총 78편이 게재되었다. 이는 지난 10년 동안 발표한 논문의 12%를 차지하는 것으로 나타났다.

게재논문 수는 매년 5~10편이며 2017년과 2022년에 3편으로 가장 적었고 2016년과 2019년에 15편으로 가장 많은 논문이 게재되었다(그림 3).

세부적으로 논문 내용을 살펴보면 먼저 연구한 진핵미생물 중 효모를 활용한 연구가 가장 많았으며 사상성 진균, 조류, 버섯, 원생동물 순으로 발표되었다. 또한, 일부 논문은 mycobiome을 연구하거나 복합 균주를 활용한 연구도 진행이 되었다. 연구 내용을 살펴보면 바이오탐탄을 생산 효율성을 높이기 위해 *S. cerevisiae* 등 효모를 분리 동정하거나 유전자 조작을 통한 균주 개량 연구가 가장 많이 발표되었다. 또한, 발효식품 또는 자연환경에서 *Aspergillus* spp. 또는 *Pichia* spp. 등 진핵미생물 분리 동정 후 식품이 스타터로서의 활용 가능성에 관한 연구도 진행되었다. 조류의 경우 *Chlorella*를 중심으로 조류의 추출물 또는 조류가 생산하는 대사산물의 생리활성에 관한 연구들이 중심으로 진행되었다. 버섯의 경우 버섯이 생산하는 대사산물의 생리활성 연구와 효소 생산에 관한 연구가 발표되었다. 원생동물은 식품 또는 환경에서 *Toxoplasma gondii*의 검출 관련 연구가 한 건 보고되었다. 종합해보면, 10년 동안 주요연구는 산업적으로 효모나 사상성 진균 등 진핵미생물을 활용한 효소, 유기산, 생리활성물질

생산과 식품산업 활용을 위한 스타터 균주 분리 및 활성화 관련된 연구이다.

라. 향후 발전전망

최근 CRISPR/Cas9 등과 같은 유전자 편집 기술의 발전과 진핵미생물에 유전자 전달 기술의 발달로 진핵미생물을 세포 공장으로 사용할 가능성이 훨씬 커졌다. 또한, 차세대 염기 서열 분석 (Next generation sequencing, NGS)의 발전을 통하여 다양한 진핵미생물 유전체가 해독되면서 연구가 더욱 활발하게 진행이 되고 있다. 이러한 기술의 발달을 통해, 진핵미생물의 다양성 분석, 분자세포 생물학 연구 등 기초 연구뿐 아니라 생리활성물질 또는 효소 생산 등 응용 연구 또한 발달 될 것으로 기대된다. 이는 앞으로 진핵미생물이 고부가가치 바이오산업 및 식품산업에서의 활용도가 더욱 높아질 것으로 기대되며 관련 연구도 확장될 것으로 사료된다.