

## 5.5 발효식품미생물

한국식품연구원 남영도

### 가. 발효식품미생물 분야 연구동향

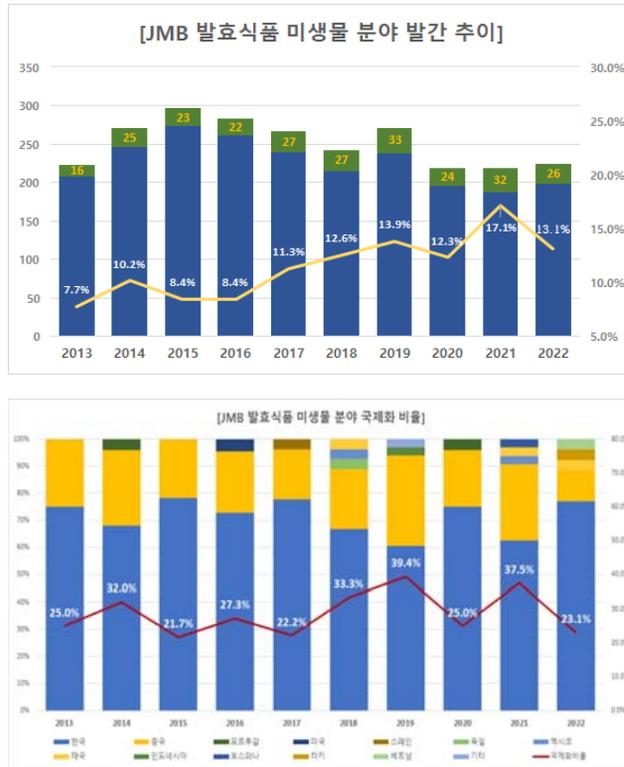
한국미생물·생명공학회 50주년을 맞이하여 2013년부터 2022년(MBL은 2021년)까지 최근 10년간 JMB 및 MBL에 발표된 발효식품미생물 분야 논문들의 연구 동향을 분석하고 향후 해당 분야 발전 방향에 대하여 전망해보고자 한다. JMB와 MBL의 해당 분야 발표 논문의 동향분석을 위해, 발효식품미생물의 특성 및 기능성, 발효식품미생물 유래 물질 특성, 발효식품미생물 효소 특성 및 생산, 발효식품미생물 유전체 및 유전자 비교, 발효식품미생물의 스타터 활용 및 품질조절, 발효식품미생물 군집 분석과 발효식품 유래 미생물 발굴 등의 7개 분야에 구분하였으며, JMB의 경우 그 양이 많지는 않으나 발효식품미생물 활용 물질 생산 및 조절과 발효식품미생물 유래 파지, 벡터 및 플라즈미드, 그리고 기타의 3개 분야를 추가하여 분석하였다. 해당 분야에서 발표된 논문들이 타 분야와 중복되는 경우가 있으나 발효식품 유래의 미생물을 활용하거나 발효식품 제조 등에 사용되는 미생물에 대한 연구는 모두 포함하였으며, 특히 최근에 활발히 연구되고 있는 프로바이오틱스 연구에서도 발효식품유래의 미생물을 활용한 내용은 포함하되 인체, 동/식물 유래 등의 비발효식품 미생물을 이용한 연구는 제외하였다.

JMB 및 MBL의 발효식품미생물 분야 논문이 차지하는 비율은 현재 11.3%(2022년, JMB) 및 13.1%(2021년, MBL)로 점진적 증가 또는 안정적 유지의 양상을 보이고 있었으며, 유럽, 미주, 동남아 등의 다양한 지역의 게재 논문 수가 점진적으로 증가하고 있어 학회지의 국제화 위상이 높아지고 있는 것으로 생각된다. JMB 및 MBL에서 게재된 발효식품미생물 분야 논문을 분석한 결과, 양 저널 모두에서 공통되는 현상으로 발효식품미생물의 기능적 특성 분야와 발효식품유래 스타터 미생물을 이용한 기능성 부여 분야 논문 증가와 단순 미생물 발굴 및 군집분석 연구의 감소 등의 추세가 나타났다. 최근의 국내 프로바이오틱스 시장(405억/2011년 → 8,800억/2020년) 및 국민적 관심 증가로 건강기능성을 가지는 미생물 소재 발굴에 대한 연구계 및 산업계의 노력이 크게 확대되고 있는 것으로 생각되며, 특히 발효식품 유래의 안전한 GRAS 미생물을 이용하고자 하는 연구가 크게 늘고 있다(12.5%/2013 → 26.9%/2022, JMB; 20.0%/2013 → 45.5%/2021, MBL).

JMB와 MBL은 지난 10년간 또 한 번의 양적 및 질적 성장을 이루었으며, 발효식품미생물 분야도 점진적인 발전과 연구 분야의 변환을 맞이하였다. 이에 각 저널에서의 발효식품미생물 분야 연구동향을 살펴보고 해당 분야의 발전을 전망 해보고자 한다.

### 나. 해당분야 JMB 논문게재 현황 및 분석

JMB 전체 발간 논문 중에 발효식품미생물이 차지하는 비율은 2013년 16편(전체 발표 논문 대비 7.7%)에서 2022년 현재 26편(13.1%)로 점진적인 증가를 하였으며(그림 1 위쪽), 이전 10년에서 구



〈그림 1〉 지난 10년간 JMB의 발효식품 미생물 발간 추이 및 국제화 비율

준히 증가하던 JMB 발효식품미생물 분야 국제화 논문 비율은 2013년부터는 안정적인 수준을 유지하며 21.7~39.4%의 분야 내 비율을 나타내고 있다. 분야 내의 국제화 논문은 대부분 중국에서 투고한 것이나 유럽이나 북남미, 동남아 등의 다양한 나라에서도 매년 꾸준한 논문 게재가 진행되고 있다 (그림 1 아래쪽).

2013년부터 2022년까지 JMB에서 발간된 총 255편의 발효식품미생물 분야 논문은 크게 발효식품 미생물 자체의 특성 및 기능성, 발효식품미생물 유래 물질의 특성, 발효식품미생물을 활용한 물질 생산과 이의 조절, 발효식품미생물의 군집분석, 발효식품미생물의 효소 특성 및 생산, 발효식품미생물의 유전체 및 유전자 비교, 발효식품미생물의 스타터 활용과 이를 이용한 발효식품 품질 조절, 발효식품미생물의 파지, 벡터, 플라스미드, 발효식품 유래 미생물 발굴, 그리고 기타 분야 내용을 포함하는 것으로 확인되었다.

2013년부터 꾸준히 증가하고 있는 발효식품미생물의 특성 및 기능성 분야는 발효식품에 대한 미생물의 특성도 연구되고 있었으나 최근에는 동물이나 인체를 대상으로 한 발효식품유래 미생물의 기능성 연

〈표 1〉 지난 10년간의 JMB 발효식품미생물 분야 논문의 세부 게재 추이

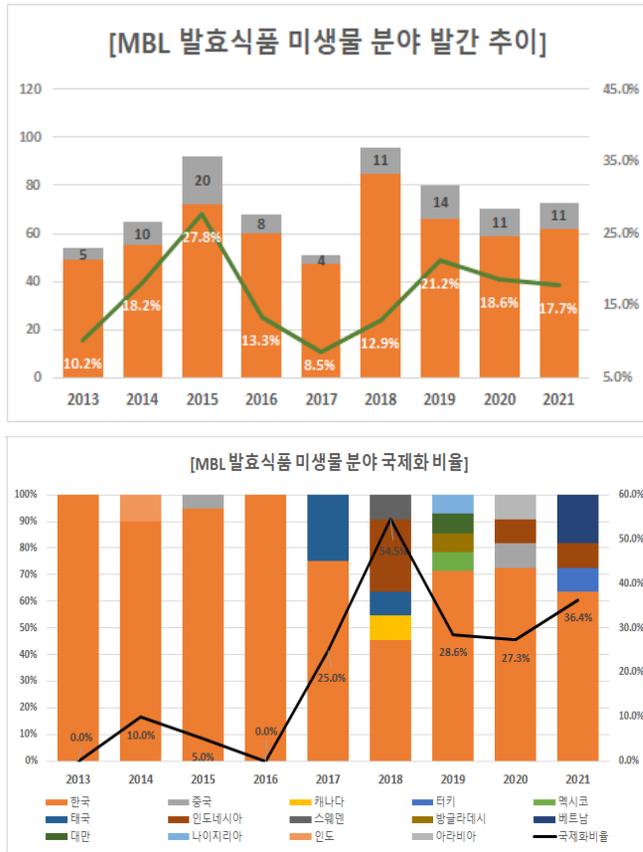
발행 년도	발효식품 미생물 특성/ 기능성	발효식품 미생물 유래 물질 특성	발효식품 미생물 활용 물질 생산 및 조절	발효식품 미생물 군집 분석	발효식품미 생물 효소 특 성 및 생산	발효식품 미생물 유전 체 및 유전자 비교	발효식품 미생물의 스타터 활용 및 품질 조절	발효식품 미생물의 파지, 벡터, 플라스미드	발효식품 유래 미생물 발굴	기타
2013	2 (12.5%)	3 (18.8%)	2 (12.5%)	4 (25.0%)	2 (12.5%)	-	-	3 (18.8%)	-	-
2014	4 (16.0%)	3 (12.0%)	5 (20.0%)	2 (8.0%)	8 (32.0%)	-	-	1 (4.0%)	1 (4.0%)	1 (4.0%)
2015	7 (30.4%)	1 (4.3%)	4 (17.4%)	2 (8.7%)	4 (17.4%)	1 (4.3%)	3 (13.0%)	-	1 (4.3%)	-
2016	7 (31.8%)	2 (9.1%)	2 (9.1%)	3 (13.6%)	3 (13.6%)	1 (4.5%)	2 (9.1%)	-	1 (4.5%)	1 (4.5%)
2017	5 (18.5%)	2 (7.4%)	1 (3.7%)	6 (22.2%)	1 (3.7%)	5 (18.5%)	1 (3.7%)	-	1 (3.7%)	5 (18.5%)
2018	7 (25.9%)	2 (7.4%)	4 (14.8%)	1 (3.7%)	3 (11.1%)	1 (3.7%)	4 (14.8%)	-	1 (3.7%)	4 (14.8%)
2019	12 (36.4%)	3 (9.1%)	1 (3.0%)	2 (6.1%)	1 (3.0%)	4 (12.1%)	4 (12.1%)	1 (3.0%)	-	5 (15.2%)
2020	8 (33.3%)	-	4 (16.7%)	2 (8.3%)	4 (16.7%)	2 (8.3%)	3 (12.5%)	-	-	1 (4.2%)
2021	16 (50.0%)	1 (3.1%)	3 (9.4%)	1 (3.1%)	4 (12.5%)	1 (3.1%)	1 (3.1%)	-	-	5 (15.6%)
2022	7 (26.9%)	2 (7.7%)	2 (7.7%)	-	-	2 (7.7%)	4 (15.4%)	1 (3.8%)	-	8 (30.8%)

구가 크게 증가한 것으로 확인 되었다. 또한, 발효식품의 안전성과 저장성 등을 높이기 위해서 그리고 발효식품의 기능성을 부여하기 위한 스타터 미생물에 대한 연구가 일정정도 증가하여 미생물 자체의 기능성 혹은 미생물을 활용한 발효식품의 기능성 증진에 대한 연구가 지난 10년간 증가 추세에 있다 할 수 있겠다. 반면, 기존에 전통적인 방법으로 진행되는 발효식품유래 미생물 발굴이나 발효식품의 미생물 군집 분석은 점차 연구 비중이 감소하고 있는 것으로 확인되었으며, 발효식품미생물의 군집분석과 유전체 분석 등은 대부분 NGS를 활용하는 것으로 변화 되었다.

#### 다. 발효식품미생물분야 MBL 논문게재 현황 및 분석

MBL 전체 발간 논문 중에 발효식품미생물 분야 논문이 차지하는 비율은 2013년 5편(전체 발간 논문 대비 10.2%)에서 2021년 현재 11편(17.7%)으로, 출판 추이는 약간 상승하였으나 MBL의 발간 논문 대비 점유율은 상당히 유동적(8.5~27.8%) 인 것으로 나타났다(그림 2 위쪽). MBL 게재 논문 중 교신저자가 외국기관인 논문을 국제 논문으로 집계하였을 때, 2013~2021년까지의 발효식품미생물 분야 논문의 국제화 비율은 21.3%로 나타났으며 2017년부터 점진적으로 상승하여 가장 최근에는 분야내의 국제 논문 비율이 36.4%인 것으로 확인되었다(그림 2 아래쪽). 나라별로는 인도네시아, 중국, 태국, 베트남 등 우리나라와 비슷한 발효식품 문화권의 높은 국제화 기여도를 보여주었으며, 이외에 캐나다, 터키, 멕시코, 스웨덴 등 다양한 나라에서 논문을 게재하고 있는 것으로 확인 되었다.

2013년부터 2021년까지 MBL에서 발간된 총 94편의 발효식품미생물 분야 논문은 발효식품 유래



〈그림 2〉 지난 10년간 MBL의 발효식품 미생물 발간 추이 및 국제화 비율

미생물 발굴, 발효식품 미생물의 기능적 특성, 발효식품용 기능성 스타터 혹은 이를 이용한 발효식품의 기능성 강화, 발효식품 미생물 유래의 효소 활성 및 특성, 발효식품 미생물을 이용한 기능성 물질 생산, 발효식품 자체의 미생물 군집 분석 그리고 발효식품 미생물의 유전체 및 유전자 분석 등의 내용을 포함하는 것으로 확인되었다. MBL 역시 JMB와 마찬가지로 발효식품 미생물의 기능적 특성에 관한 논문이 가장 많이 게재되었으며, 단순한 미생물 발굴 연구는 점차 감소하고 특이 기능이 있는 미생물의 발굴 및 기능 특성 연구로 변화되는 것으로 보이며 이와 함께, 발효식품유래 특이 기능성을 가지는 혹은 발효식품의 고품질화를 위한 스타터 미생물에 대한 연구가 증가 추세인 것으로 나타났다. 또한, 적은 편수 이기는 하나 유전체 혹은 유전자 분석을 통해 발효식품 미생물의 생리적 특성을 과학적으로 규명하고자 하는 연구가 점진적으로 증가세에 있는 것으로 파악된다.

〈표 2〉 지난 10년간의 MBL 발효식품미생물 분야 논문의 세부 게재 추이

발행 년도	미생물 발굴	미생물 기능	효소 활성 및 특성	발효 스타터	유용 기능물질 생산	유전체 및 유전자 분석	미생물 군집	연간 발간편수
2013	2 (40.0%)	1 (20.0%)	1 (20.0%)	-	0	0	1 (20.0%)	5 (100.0%)
2014	1 (10.0%)	4 (40.0%)	2 (20.0%)	1 (10.0%)	1 (10.0%)	0	1 (10.0%)	10 (100.0%)
2015	5 (25.0%)	2 (10.0%)	2 (10.0%)	8 (40.0%)	2 (10.0%)	0	1 (5.0%)	20 (100.0%)
2016	3 (37.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	0	1 (12.5%)	8 (100.0%)
2017	0	0	0	2 (50.0%)	2 (50.0%)	0	0	4 (100.0%)
2018	2 (18.2%)	3 (27.3%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	2 (18.2%)	11 (100.0%)
2019	2 (14.3%)	2 (14.3%)	3 (21.4%)	2 (14.3%)	0	2 (14.3%)	3 (21.4%)	14 (100.0%)
2020	2 (18.2%)	6 (54.5%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	0	0	11 (100.0%)
2021	0	5 (45.5%)	1 (9.1%)	3 (27.3%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	0	11 (100.0%)
분야별 발간편수	17	24	12	19	9	4	9	94

## 라. 향후 발전전망

앞서 지난 10년간의 발효식품미생물 분야 논문의 게재 동향에서 확인한 것처럼, 발효식품유래의 기능성을 가지는 미생물에 대한 연구, 기능성 미생물을 이용한 발효식품의 제조 및 특성에 관한 연구 등은 국내외의 기능성 식품 수요 증가와 함께 앞으로도 지속적인 연구가 진행될 것으로 생각된다. 또한 현재의 단편적인 군집분석 및 미생물 발굴 연구는 NGS를 비롯한 메타볼롬, 메타프로테오믹스, 메타트랜스크립토믹스 등의 메타-오믹스 연구와 결합되어 발효식품의 전체 시스템적 이해와 key 발효 미생물의 타겟 분리, 해당 미생물의 계통 해독을 통한 유전 특성 연구 등으로 전환될 것으로 생각되며, 이를 통해, 발효식품의 품질 향상 및 안전성 확보 등의 산업화 연구와 연계되어 진행 될 것으로 예상된다. 최근의 국가연구개발 트렌드는 다양한 주제에 대한 정보를 축적하고, 이를 활용하는 data science로 진화하고 있으며, 발효식품미생물 분야에도 이런 기조가 반영되는 모양새이다. 하지만 대부분의 발효식품은 자연계에 존재하는 미생물에 의해 자연 발효되고, 지역이나 환경에 따라 맛과 기능이 달라지므로 발효식품미생물에 대한 연구가 발효식품의 획일화가 아닌 과학적인 근거로 발효식품의 다양성을 이해하고 더욱 발전시키는 연구가 되어 JMB 그리고 MBL에 게재되길 기대한다.