프로바이오틱스 기술개발 연구동향 분석

A Research Trend Analysis of Probiotics and Prebiotics

박정민*, 이지혜, 홍석인
Jung-Min Park, Ji-Hye Lee, Seok-In Hong

한국식품연구원 연구전략실
Korea Food Research Institute, Department of R&D Strategy

I. 서론

1) 분석개요

최근 식품과 인체 그리고 장내미생물의 상관성 규명에 대한 관심이 뜨겁다. 이러한 관심을 반영하여 프로바이오틱스와 프리바이오틱스 관련 연구에 대한 정보분석을 통해 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 특히 식품은 기술의 발전속도가 빠르고 타기술의 흡수 및 적용범위가 광범위하게 이루어지고 있어 정량적인 분석을 통해 시사점을 제공하는 데 의미가 있다 할 것이다.

본 보고서의 분석범위는 표 1에서 보는 바와 같다. 특허의 경우 2002년 이후의 특허로 지난 10년간 전세계에 출원된 특허를 대상으로 하였고, 논문은 2007년 이후로 최근 5년간을 분석범위로 제한하였다. 효과적인 정보분석을 위해 데이터 양이 지나치게 많지 않도록 조정하기 위한 방안으로 분석년도를 제한했음에도 많은 양의 데이터가 검색되었다. 분석결과를 토대로 검색 키워드를 제한하여 좀더 좁은 범위에서 정교한 분석을 수행할 수 있을 것이다. 검색은 프리바이오틱스와 프로바이오틱스로 제한없이 검색한 수 두 결과에서 중복하여 등장하는 건수는 제외한 결과이다.

2) 분석대상 및 한계

probiotics/prebiotics는 프로바이오틱스, 프리바이오틱스의 세부분야로 구분될 수 있다. 세계보건기구(WHO)는 프로바이오틱스(probiotics)를 충분한 양을 섭취했을 때 건강에 좋은 효과를 주는 살아있는 균으로 정의하고, 장내미생물에 의해 이용되어 미생물의 생육이나 활성을 촉진함으로써 숙주의 건강에 좋은 효과를 나타내게 하는 식품성분을 프리바이오틱스(prebiotics)라 정의하여 구분하고 있다. 최근 신바이오틱스(synbiotics)라는 신조어가 등장하여, 인체에 유익한 균(probiotics)과 이 균의 성장을 돕는 영양분(prebiotics)을 함께 섭취하여 시너지 효과를 기대하는 컨셉이 제시되었다. 각 기술에 대한 세부내용은 표 2와 같다.

본 분석은 검색기간을 특허 10년, 논문 5년으로 한정하였기에 probiotics/prebiotics 분야의 전반적인 동향과 트렌드를 반영하고 있지 않을 수 있다. 또한 프로바이오틱스와 프리바이오틱스의 시너지 효과를

*Corresponding author: Jung-Min Park
Korea Food Research Institute, Department of R&D Strategy
Seongnam, Gyeonggi, 463-746, South Korea
TEL: +82-31-780-9397
FAX: +82-31-709-9876
E-mail: parkjm@kfri.re.kr

표 1. 검색키워드 및 분석결과

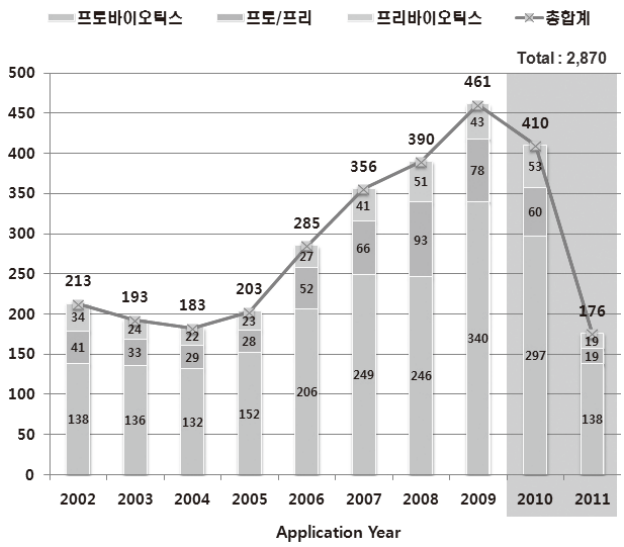
구 분	검 색 식		검색결과(건)	중복제거 후(건)
특허	prebiotic* or probiotic*		5,490 (15,010*)	2,870
	검색도메인	검색도메인	검색범위	검색일
	2002. 1. 1 ~ 2011. 12. 22	Thomson Innovation (미국/유럽/일본/ 한국/중국/PCT 등)	Title/Abstract/Claims	2011. 12. 22
구 분	검 색 식		검색결과(편)	중복제거 후(편)
논문	prebiotic* or probiotic*		6,227	5,713
	검색기간	검색도메인	검색범위	검색일
	2007. 1. 1 ~ 2011. 12. 22	Thomson Innovation (Web of Science)	Article (All text field)	2011. 12. 22

* 패밀리특허를 포함한 건수

표 2. 분석기술의 정의 및 특징

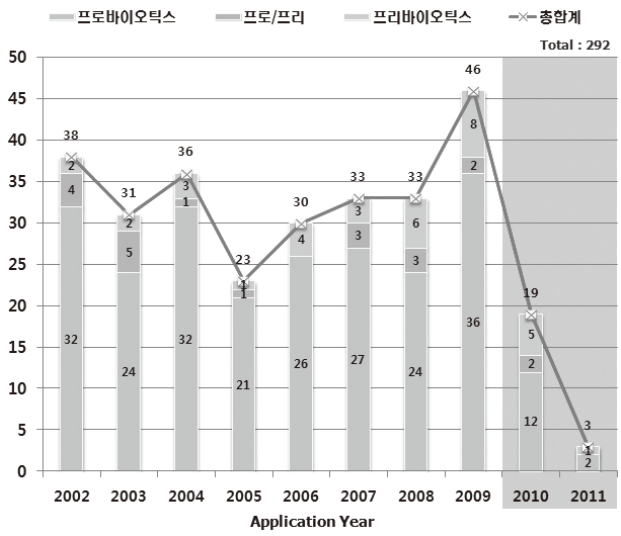
기술명	정의	특징
probiotics	인간이나 동물 등 숙주의 건강에 유익한 효과를 주는 미생물 또는 성분으로, probiotics는 'for life'라는 뜻의 포괄적인 의미로 사용되다가 최근 균(미생물) 만을 의미함	● 장내 정상균총으로 나타나는 유산균이나 비피더스균 등을 포함한 살아있는 미생물로 적당량을 섭취하면, 건강에 유익 ● 건강증진 효과로는 유해세균 억제에 의한 정장작용, 유당불내증(lactose intolerance) 경감효과, 변비방지, 혈중 콜레스테롤 감소, 항종양 작용, 당뇨예방, 혈압강하 효과 등 ● 프로바이오틱스는 탄수화물과 당류로부터 젖산, 에탄올 등 사람이나 동물에게 유익한 성분을 생산할 수 있어 오랫동안 식품산업에서 활용 - 발효된 유제품과 프로바이오틱스 강화식품이 가장 흔한 형태 - 나이가 들면서 장내균총의 구성비가 변화하므로 체내항상성 유지를 위해 유산균 음료 등 프로바이오틱스 섭취 필요 ● Kefir(우유 발효음료), 요구르트, Sauerkraut(발효된 독일식 김치), 한국김치 등의 젖산균도 유사한 건강효과 보임
prebiotics	장내미생물에 의해 이용되어 미생물의 생육이나 활성을 촉진함으로써 숙주 건강에 좋은 효과를 나타내게 하는 식품성분	●식품성분이 프리바이오틱스로 작용하기 위해서는 대장 내 미생물 중 비피도 박테리아와 같은 유용세균(유익균)을 활성화시키거나 증가시킬 수 있어야 함 - 유해균/무해균은 억제하거나 유지하여 상대적 감소효과 ●라피노오스, 대두올리고당, 프락토올리고당, 갈락토올리고당 등의 올리고당류와 기타 락툴로우스(lactulose), 락티톨(lactitol), 자일리톨(xylitol) 등 포함 ●건강증진 효과로는 항암작용, 항균작용, hypolipidemic, 항골다공증, 무기질의 흡수와 균형 개선 ●프리바이오틱스는 변비와 간, 뇌질환의 약제로 사용되며, 염증성 장질환을 개선하고 장에 기생하는 병원균에 대항하여 보호작용을 하며 당뇨병에도 효과있음

기대하는 신바이오틱스(synbiotics)란 신조어가 등장하였으나, 본 분석에서 검색키워드로 사용하지 않아 관련 개념이 누락되었을 수 있다. 그러나 신바이오틱스는 신조어로 기존의 검색범주와 중복의 여지가 많아 제외하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 위와 같은 제한사항에도 불구하고 probiotics/prebiotics 관련 연구자가 최신 기술시장동향을 탐색하는 데 시사점을 제공할 수 있다는 의미가 있다.



주: 특허공개에 통상 18개월이 소요되어 2010년도 이후 데이터는 정확도가 떨어짐(음영표시)
특허검색 DB: Thomson Innovation(2011. 12. 22 검색)

그림 1. 전세계 probiotics/prebiotics 관련 특허의 연도별 현황



주: 특허공개에 통상 18개월이 소요되어 2010년도 이후 데이터는 정확도가 떨어짐(음영표시)
특허검색 DB: Thomson Innovation(2011. 12. 22 검색)

그림 2. probiotics/prebiotics 관련 국내특허의 연도별 현황

2. probiotics/prebiotics 분야 기술동향

1) 일반분석

2002년 이후 전세계에 출원된 probiotics/prebiotics 관련 특허는 총 2,870건으로 연도별 추이는 그림 1과 같이 2000년대 초반에는 감소되는 경향을 보이다가 2006년도 이후 급격한 증가추세로 전환되었다. 세부적으로는 2002년 213건에서 2004년 183건으로 감소되었다가 2006년 285건으로 전년대비 40%가 급증한 후 증가추세를 유지하고 있다. 건강에 대한 관심증가와 함께 유산균이 주목받고 있어 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 예측된다.

세부분야로는 프로바이오틱스 관련 특허가 2,034건으로 전체 특허의 70.9%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 프로바이오틱스/프리바이오틱스 분야 499건(17.4%), 프리바이오틱스 337건(11.7%) 순으로 특허를 출원하고 있다. 분야별로 큰 차이는 없으나 최근 연도별 프로바이오틱스/프리바이오틱스 특허 비중이 확대되는 경향이 관찰된다.

한편 전세계 특허 중 10% 정도를 차지하는 국내특허의 경우 2002년 이후 총 292건이 출원되었으며, 2005년 23건으로 감소하였다가 다시 증가추세로 돌아선 것으로 분석되어 전체 동향과 큰 차이는 없었다. 그림 2와 같이 세부적으로는 프로바이오틱스 관련 특허가 236건으로 80.8%를 차지하여 가장 많았고, 프리바이오틱스 관련 특허가 35건 12.0%, 프로바이오틱스/프리바이오틱스 21건 7.2% 순으로 나타났다. 특히 2000년대 후반으로 갈수록 프로바이오틱스 관련 특허의 비중이 축소되고 있는 추세로, 전반부에는 프로바이오틱스와 프리바이오틱스에서 공통으로 등장하는 특허가 많았고 후반에는 프리바이오틱스 관련 특허가 상대적으로 강세를 보였다.

probiotics/prebiotics 관련 특허는 PCT출원이 939건으로 전체의 33%를 차지하고 있어 많은 특허가 국제출원되고 있으며 PCT를 제외하면 중국특허가 913건으로 가장 많고, 미국특허가 447건 16%로 2위, 다음

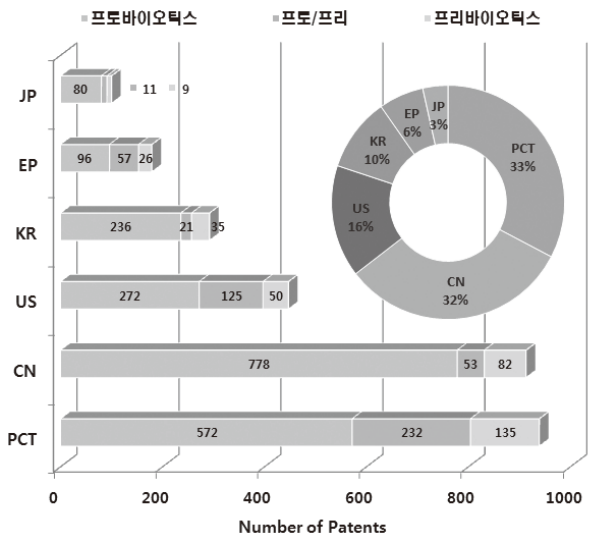
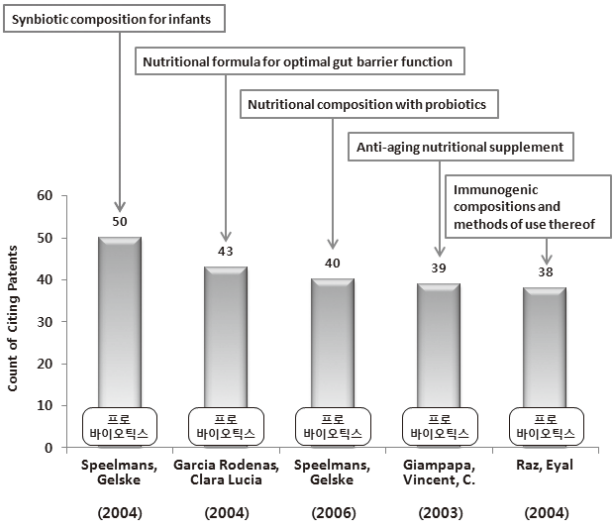


그림 3. 전세계 probiotics/prebiotics 관련 특허현황



피인용수 조회: 2011. 12. 22. 기준

그림 4. 주요 피인용특허

은 한국특허 292건 10% 순으로 많았다. 아시아권 국가들은 프로바이오틱스 관련 특허출원이 많았으나 PCT와 서구권의 경우 프로바이오틱스 관련 특허 집중도가 낮았다. 913건의 중국특허 중 프로바이오틱스 관련 특허가 778건으로 85.2%를 한국, 일본은 각각 80.8%, 80.0%로, 전세계 특허 중 프로바이오틱스 비중을 상회하는 집중도를 보였다. 이와달리 PCT출원, 미국, 유럽 특허는 프로바이오틱스 분야보다 프로바이오틱스/프리바이오틱스에 공용특허의 비중이 상대적으로 높았다. 전세계 공통적으로 프리바이오틱스에 대한 특허는 10% 초반 수준이다.

probiotics/prebiotics 관련 주요 출원기관은 미국 소재 기관이 3개로 가장 많았고, 덴마크 2개, 그 외 스위스, 중국, 네덜란드, 프랑스 및 스웨덴 소재기관이 각 1개 씩 등장하고 있다. 미국 소재 기관들이 주요출원 기관이나 단일기관으로 가장 많은 수의 특허를 출원한 기관은 스위스의 Nestec S.A.로 총 166건의 특허를 출원해 전체 특허의 5.8%를 차지했고 다음은 중국의 Mengniu Diary Co. Ltd.로 56건, 미국의 The Iams Company 38건 순으로 특허를 출원하였다. 한편 Nestec S.A.는 프로바이오틱스 64건에 비해 프로바이오틱스/프리바이오틱스 분야에 78건의 특허를 출원하여 유럽의 출원동향과 비슷한 추세를 보였고, Mengniu Diary Co. Ltd. 역시 중국의 출원동향과 비슷하게 프로바이오틱스 분야에 집중도가 높게 나타났는데 이 기관들이 국가의 다수 출원기관으로 국가의 동향을 대별하고 있다고 보아도 무방할 것이다.

전세계 특허의 우선권 주장국 역시 중국이 903건으로 전체 특허의 31.5% 차지하여 가장 많았으나, 중국특허 913건에 비해 적어 국제경쟁력이 약할 것이라는 예측이 가능하고, 한국 역시 242건으로 한국특허(292건)에 비해 적었다. 미국은 우선권 주장특허 건수가 727건(25.3%)으로 중국에 비해 건수로는 적으나 미국특허 447건의 1.6배로 국제출원에 집중하고 있는 것으로 파악된다. 유럽 역시 319건(11.1%)으로 유럽특허 179건의 1.8배 수준으로 우선권 주장특허가 더 많았다.

그림 4는 프로바이오틱스 및 프리바이오틱스 분야에서 주요 피인용특허를 보여준다. 가장 많은 횟수로 피인용된 특허는 네덜란드 N.V. Nutricia에 소속된 Speelmans, Gelske가 2004년 출원한 "WO2005039319A2, Synbiotic Composition for Infants"로 모유수유 유아의 면역장애 치료용 비피도박테리움 관련 특허이며 2011년 12월 22일 검색일 기준 50회 피인용 되었다. 피인용건

표 3. 특허의 IPC 분포

IPC code	분류내용	특허건수 (건)	비중 (%)
A23	식품/식료품	1,569	32.7
A61	위생학; 의학/수의학	1,280	26.7
C12	생화학; 미생물학 등	866	18.1
A01	농업; 임업 등	226	4.7
C07	유기화학	189	3.9
G01	측정; 시험	66	1.4
C08	유기고분자화합물 등	64	1.3
C05	비료	55	1.1
A21	식용가루반죽; 제빵	54	1.1
B01	물리적/화학적 방법	54	1.1
B65	운반; 포장 등	51	1.1
…		320	6.7
합계		4,794	100.0

주1: A(생활필수품), B(처리조작; 운수), C(화학; 야금), D(섬유; 지류), E(고정구조물), F(기계공학; 조명; 가열; 무기; 폭파), G(물리학), H(전기)
주2: 중복을 허용하였으므로 특허건수와 차이 있음

수는 40회로 이보다 적으나 동일 출원인이 2006년 출원한 "WO2006091103A2, Nutritional Composition with Probiotics"로 출원시기를 고려할 때 가장 많이 인용되었다. 피인용이 많이된 probiotics/prebiotics 관련 특허는 주로 프로바이오틱스의 기능과 관련된 내용이 많은 것으로 분석되었다.

관련특허의 기술분야 분포를 분석하기 위해 개별 특허가 포함된 국제특허분류(IPC)를 분석한 결과는 표 3과 그림 5와 같다. 각 특허에는 IPC가 여러개 있는 경우가 많은데 이를 제거하지 않았으므로 중복은 감안해야 한다. Probiotics/prebiotics 관련 특허의 IPC 분포는 A23(식품 또는 식료품)이 1,569건으로 32.7%를 차지해 가장 많았고, 다음으로 A61(위생학; 의학/수의학) 1,280건(26.7%), C12(생화학, 미생물학) 866건(18.1%)에서 많았다. 이에반해 A01(농업, 임업)은 5% 선으로 비교적 적은 건수로 프로바이틱스 관련 기능에 집중되어 있는 것으로 판단된다. 연도별 IPC간의 비중에는 큰 변화가 없으나, 점차 관련 IPC가 많아지

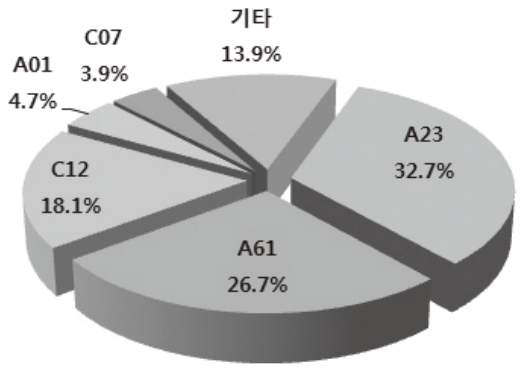


그림 5. 기술분포(IPC 분류 기준)

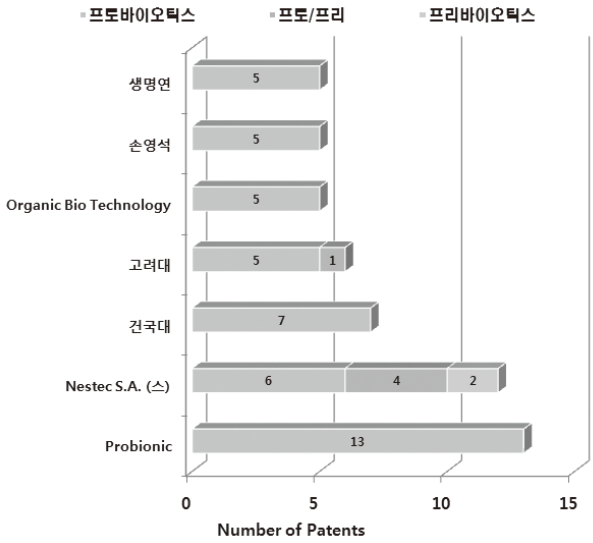
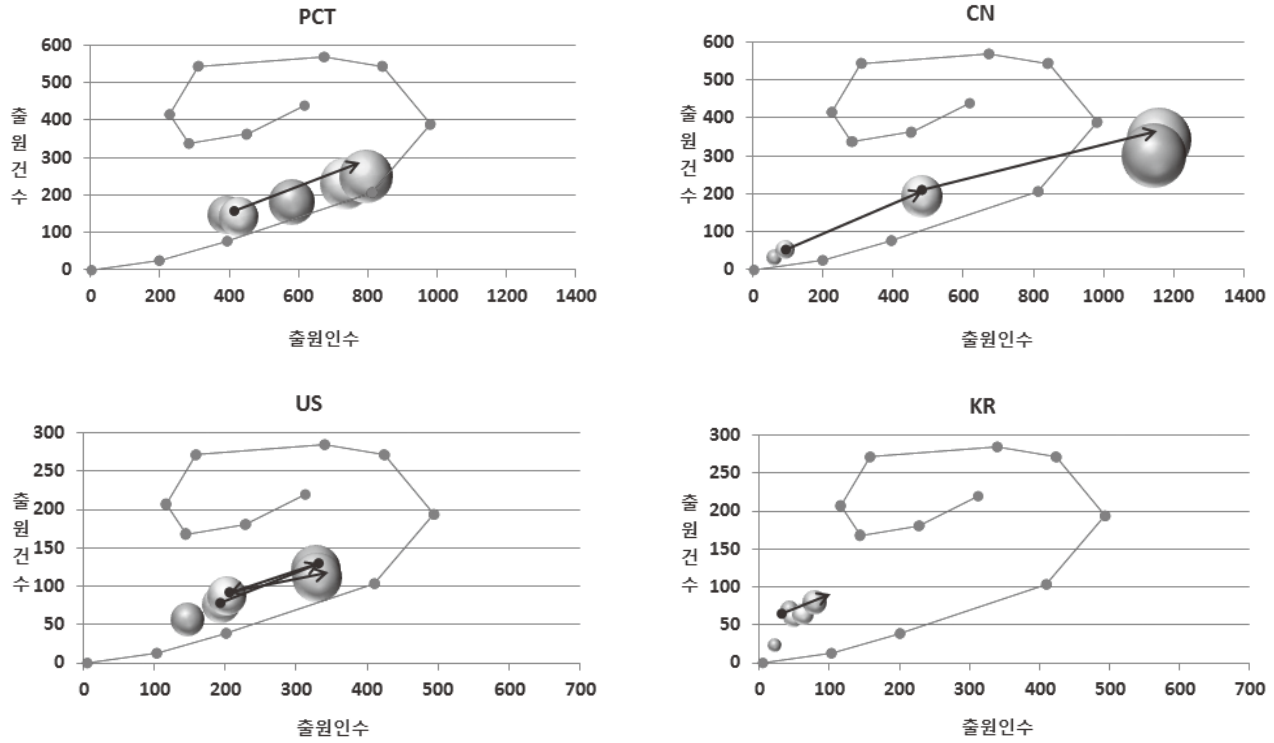


그림 6. 국내특허 주요출원기관 현황

는 추세로 probiotics/prebiotics 관련 연구분야의 활용 범주가 확대되고 있다고 추정된다.

전세계 특허와 달리 국내특허는 C12(생화학, 미생물학) 분야가 124건 31.7%로 가장 많았고 다음으로 A23(식품/식료품) 100건 25.6%, A61(위생학, 의학/수의학) 67건 17.1% 순으로 나타났다. 분석기간 동안 출원된 국내특허가 총 292건이었으므로, 이 특허중 42.5%의 특허가 C12분야와 관련있는 특허로 절반가량의 특허가 생화학, 미생물학 분야이다.



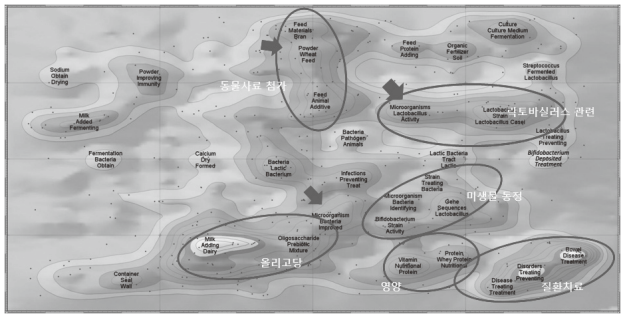
주1: 원의 크기는 2개년도의 출원인수 합계 2002-03 2004-05 2006-07 2008-09 2010-11
주2: PCT 및 CN(중국) 그래프의 원크기는 US(미국) 및 KR(한국)에 비해 2배 축소됨

그림 7. probiotics/prebiotics 관련 기술의 위치

전세계 특허출원 건수 상위 10대 기관 중 미국 기업이 3개, 덴마크 2개 외 프랑스, 중국, 스웨덴, 네널란드 및 스위스 기업이 각각 이름을 올렸다. 이 중에서 스위스의 Nestec S.A.사가 166건의 특허를 출원하여 전체 특허의 5.78%를 차지했다. 다음은 중국기업으로 Mengniu Diary사가 56건의 특허를 출원하였고, 미국의 Iams사가 38건, 네덜란드의 Nutricia가 26건 순으로 나타났다. 한편 그림 6은 다수의 국내특허를 보유한 기관으로 한국의 Probionic이 13건의 특허를 출원하였는데 모두 프로바이오틱스 관련 특허였다. 다음은 전세계 특허의 최다 출원기관인 Nestec이 12건을 출원하여 2위에 올랐다. 국내특허 주요출원기관은 Nestec을 제외하고는 모두 국내기관으로 기업이 2개, 대학 2개, 출연연 및 개인이 순위에 올랐다. 대부분의 특허는 프로바이오틱스 관련 특허로 분석되었다.

2) 심층분석

일반적으로 특정기술 혹은 그 분야는 초기에는 출원건수와 출원인수가 동시에 증가한다. 이러한 추세는 성장기 또는 발전기까지 이어지다가 출원인수는 감소하나 출원건수는 어느정도 유지되는 시기가 나타나는데 이 시기는 성숙기로 소수의 연구자가 관련 기술을 독점하기 시작한다고 볼 수 있다. 성숙기를 지나 쇠퇴기에 이르면 출원건수와 출원인수가 동시에 감소한다. 신기술의 등장이 없어지고 연구자가 유출되기 시작하는 시기인 것이다. 이후에는 새롭게 다시 증가곡선이 시작되는 경우가 있는데 이때를 이행기라 하며 이는 외적인 요인에 의해 기술분야 내에서 새로운 기술이 등장하고 이에 따라 연구자들이 증가하는 시기라 할 수 있다. 이행기 등장하는 기술은 대



주: 화살표는 한국특허가 많이 출원된 위치를 보여줌

그림 8. probiotics/prebiotics 관련 세계특허등고선(2002~2011년)

부분 분야 내이긴 하나 주변 혹은 차원을 바꾸는 기술로 새로운 패러다임의 시작이라 보아도 무방한 시기이다.

그림 7은 probiotics/prebiotics 분야의 성숙도를 파악하기 위해 많은 특허를 보유하고 있는 미국, 중국, 한국을 대상으로 연간 출원건수와 출원인수를 교차분석한 결과이다. 먼저 절대규모에 있어서는 중국의 출원인수와 출원건수가 가장 큰 것으로 나타났으나, 2006년 이후 급격한 증가추세를 보이고 2000년대 초반에는 상대적으로 특허수가 적게 등장하고 있어 probiotics/prebiotics 분야에서 강자로 등극한지 얼마 되지 않는 것으로 보인다. 한편 출원인수와 출원건수의 증가추세를 비교한 결과 국제특허는 물론 중국과 한국은 두가지 모두 증가추세에 있어 미국을 제외하고는 해당기술이 성숙기 또는 발전기에 있는 것으로 판단된다. 단, 분석기간이 짧고 추세선에서 벗어난 연도도 있기 때문에 좀더 장기간에 걸친 분석이 필요하다고 판단된다. 미국은 출원인수/출원건수의 대비가 확실한 추세를 보이지 않아 판단할 수 없다.

특허정보를 활용하여 등고선지도를 작성한 결과는 그림 8과 그림 9이다. 먼저 그림 8은 분석대상기간 전체를 놓고 지도를 작성하였고, 그림 9는 각 전반기와 후반기로 나누어 지도를 작성하여 시기에 따른 변화를 볼 수 있다. 등고선지도는 특허의 키워드를 분석한 결과로, 등고선이 높을수록 키워드군의 출현빈도가 높고 가까이에 위치한 두 개의 키워드군은 동일한 문헌에 동시에 출현하는 경우가 많다는 것을 의미한다. 보통 키워드는 세가지가 함께 등장하는 키워드군의 형태로 보여지며 두가지 정보를 통해 연구의 흐름을 추적할 수 있어 유용하다.

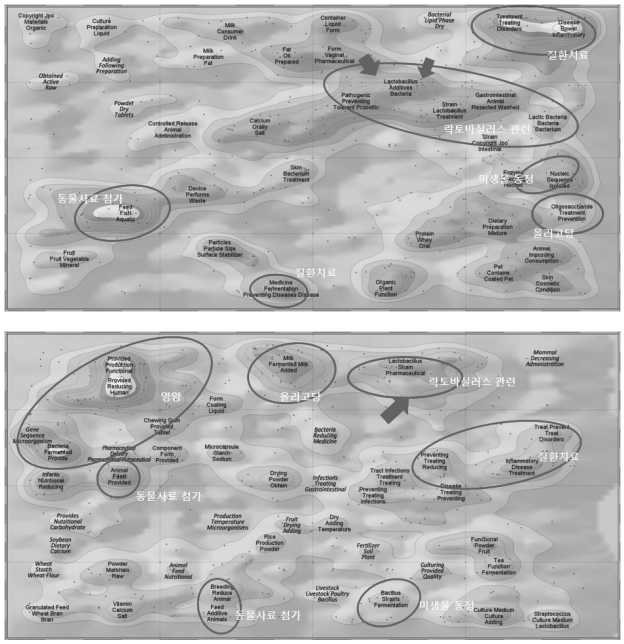
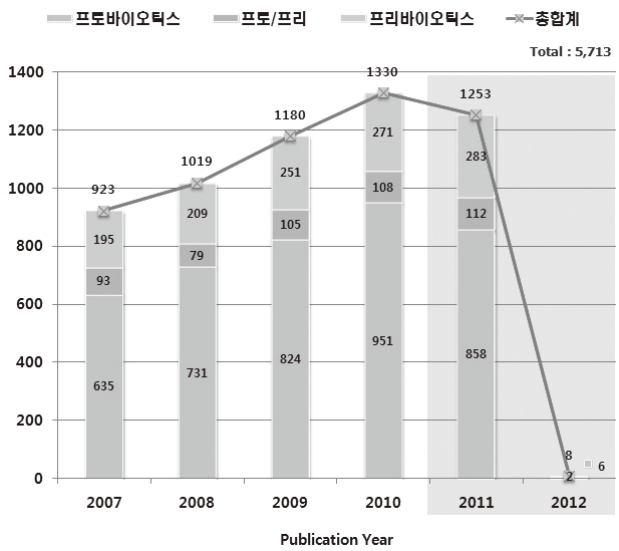


그림 9. 시기에 따른 등고선지도의 변화

본 분석에서는 Thomson Innovation DB를 사용하여 2002년부터 2011년까지 10년간 출원된 특허의 키워드를 분석하여 등고선지도를 작성한 결과, probiotics/prebiotics 분야에서 동물사료, 올리고당, 락토바실러스, 미생물동정, 영양 및 질환치료 등 6가지 테마가 도출되었다. 이 중 가장 활발한 연구개발이 진행되고 있는 분야는 올리고당 및 질환치료 분야로, 올리고당 분야는 유제품과 함께 확대되었을 것으로 판단된다. 한편 한국은 전반적으로 분포되어 있기는 하나 락토바실러스 및 동물사료 분야에 상대적으로 많은 특허를 출원한 것으로 분석되었다.

기술테마의 변화를 살펴보기 위해 분석대상 기간 10년을 전반기와 후반기로 나누어 등고선지도를 작성한 결과, 전반기인 2006년까지는 질환치료와 동물사료 분야에 특허가 집중되었고 넓은 영역에 걸쳐 락토바실러스 관련 기술개발이 활발하였던 것으로 분



주: 게재예정(2012년) 논문도 검색되는 등 2011년 이후 데이터는 신뢰도가 떨어짐(음영표시)
논문검색 DB: Thomson Innovation (2011. 12. 22 검색)

그림 10. probiotics/prebiotics 관련 연도별 논문게재 현황

석되었다. 이 시기 한국은 락토바실러스 관련 연구가 거의 전부인 것으로 나타난다. 또한 2000년대 전반기에는 영양과 관련된 키워드는 등장하지 않아 이 시기에 관련 기술개발은 거의 진행되지 않았거나 매우 미약한 것으로 판단된다.

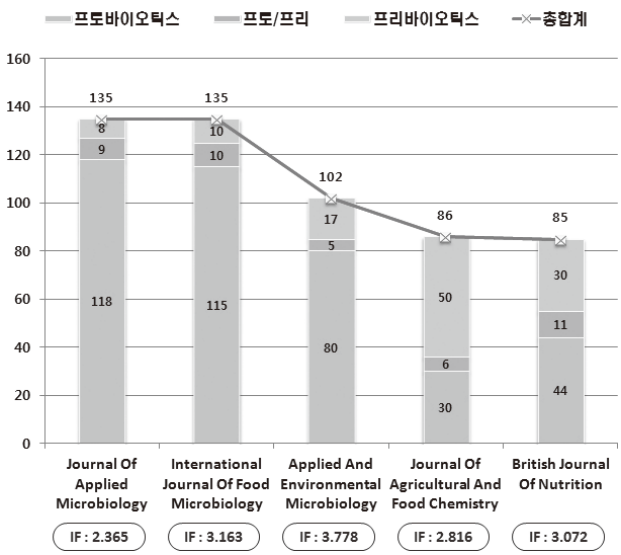
전반기와 달리 2007년 이후인 후반기에는 영양 관련 기술개발이 활발해져 등고선지도에서 크게 부각되고 있다. 전체년도를 분석한 등고선지도에 등장했던 6개의 영역이 모두 드러났으나 상대적으로 락토바실러스 관련 분야가 축소되었음을 알 수 있다. 락토바실러스 분야는 전반기에 활발히 연구된 반면 후반기에 들어서며 연구가 축소된 것으로 예측된다. 그에반해 한국은 후반기에도 락토바실러스 관련 키워드군이 강세로 나타나 세계적인 기술개발 추세와 차이를 보여 연구방향에 대한 고민이 필요하다고 판단된다. 또한 추가로 심층분석을 통해 추적이 필요하겠지만, 후반기 등고선지도의 중앙부분에 낮은 구릉들이 만들어져 미약하게 연결되어 있는 것으로 보아 신규 키워드 등장 등 변화가 있었을 것으로 예측된다.

3. probiotics/prebiotics 분야 연구동향

1) 일반분석

그림 10에서 보는 바와 같이, 2007년 이후 게재된 probiotics/prebiotics 관련 논문은 증가추세에 있으며 2011년 12월 22일 기준 총 5,713건이 검색되어 비교적 활발한 연구결과를 보인다. 이 중 프로바이오틱스 관련 논문이 총 4,005편으로 전체논문의 70.1%를 차지하여 가장 많았고, 다음은 프리바이오틱스 관련 논문이 1,211편(21.2%)으로 두 번째로 많았다. 이러한 경향은 특허와 동일한 것으로 아직까지 관련연구가 가장 활발한 주제는 프로바이오틱스를 다룬 것으로 보여진다. 다만 논문에 있어서는 프리바이오틱스와 프로바이오틱스를 동시에 다루는 논문보다 프리바이오틱스 관련 논문이 더 많이 검색되었다. 세부분야간 비중은 연도별로 큰 차이가 없으나, 프리바이오틱스는 증가추세, 프로바이오틱스/프리바이오틱스는 감소 추세에 있는 것으로 분석된다. 전세계 동향과 마찬가지로 국내에서도 2007년 이후 probiotics/prebiotics 관련 논문은 지속적으로 증가하는 추세로, 2011년 12월 22일 기준 총 222편의 논문이 발표되었다. 프로바이오틱스 관련 논문이 전체논문의 93.7%인 208편으로 압도적으로 많았고, 상대적으로 프로바이오틱스/프리바이오틱스 및 프리바이오틱스 관련 논문은 거의 없었다.

전세계적으로 프로바이오틱스와 프리바이오틱스 관련 논문이 다수 게재되는 저널은 그림 11과 같다. 전체 논문의 9.50%만이 상위 5개 저널에 발표되었으며 이들 저널은 미생물 분야(응용미생물, 식품과 미생물, 환경미생물) 3개 저널, 식품화학 분야, 영양분야에 각 1개의 저널이 주요저널로 평가된다. 미생물과 식품을 다루는 Journal of Applied Microbiology(JAM)와 International Journal of Food Microbiology에 각 135편씩 게재되어 가장 많았으며, 미생물 분야의 최신연구를 다루는 만큼 주로 프로바이오틱스 관련 논문이 다수를 차지하고 있다. 이에 반해 식품화학 분야의 Journal of Agricultural and Food Chemistry과 영양 관련 저널인



주: IF값은 2010년 기준

그림 11. probiotics/prebiotics 관련 논문 최대 게재저널

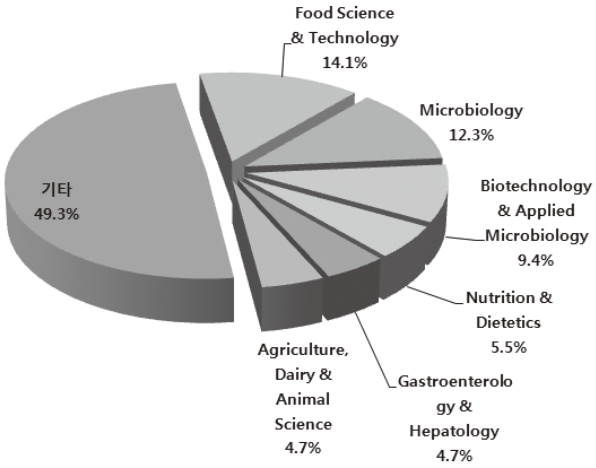


그림 12. 관련 논문 최다 연구분야

British Journal of Nutrition에는 프리바이오틱스 논문이 상대적으로 많이 게재되어 저널의 특성에 따른 차이가 있는 것으로 분석된다. 한편 국내논문은 상위 5개 저널에 36.0%가 집중되었는데, 국내논문이 가장 많이 게재된 저널은 Korean Journal for Food Science of Animal Resources로 25편의 논문이 발표된 것으로 분석된다.

표 4. 게재논문의 상위 카테고리

Subject category	논문수 (건)	비중 (%)
Food Science & Technology	1,251	14.1
Microbiology	1,085	12.3
Biotech. & Applied Microbiology	836	9.4
Nutrition & Dietetics	488	5.5
Gastroenterology & Hepatology	414	4.7
Agriculture, Dairy & Animal Science	413	4.7
Immunology	384	4.3
Veterinary Sciences	334	3.8
Chemistry, Applied	247	2.8
Biochemistry & Molecular Biology	220	2.5
Fisheries	220	2.5
Biology	215	2.4
Pediatrics	197	2.2
Pharmacology & Pharmacy	182	2.1
Agriculture, Multidisciplinary	162	1.8
Marine & Freshwater Biology	115	1.3
Chemistry, Multidisciplinary	112	1.3
Allergy	102	1.2
… (125개)	1,880	21.2
합계	8,857	100.0

주1: 중복을 허용하였으므로 논문 검색건수와 차이 있음

관련 연구분야를 파악하기 위해 서지정보 중 카테고리를 분석한 결과는 표 4 및 그림 12와 같다. 이에 따르면 probiotics/prebiotics 관련 논문은 식품과학(Food Science & Technology) 분야에 1,251편의 논문이 발표되어 14.1%를 차지하였고, 다음은 미생물(Microbiology) 분야 1,085편 12.3%으로 많은 비율을 차지하고 있다. 또한 생명공학(Biotechnology & Applied Microbiology) 836편 9.4%, 영양(Nutrition & Dietetics) 488편 5.5%, 위장관학(Gastroenterology & Hepatology) 414편 4.7%, 농업(Agriculture, Dairy & Animal Science) 413편 4.7% 순으로 나타났으며 이외에도 Immunology 384편, Veterinary Sciences 334편 등 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다.

표 5. 게재논문수 상위 저자

순위	저자	논문편수(건)	소속기관
1	Gibson, GR	42	Department of Food Science and Technology, University of Reading, UK
2	Salminen, SJ	39	Department of Biochemistry and Food Chemistry, University of Turku, Finland
3	Shah, NP	37	School of Life Sciences and Technology, Victoria University of Technology, Australia
4	Fitzgerald, GF	32	Department of Microbiology, University College Cork, Ireland
5	Korpela, R	31	Foundation for Nutrition Research, Finland
6	Ouwehand, AC	30	Department of Biochemistry and Food Chemistry, University of Turku, Finland
7	Zhang, HP	26	Inner Mongolia Agricultural University, China
8	de Vos, WM	24	Laboratory of Microbiology, Wageningen University, The Netherlands
9	Reid, G	24	Departments of Microbiology and Immunology, University of Western Ontario, Canada
10	Ross, RP	23	Alimentary Pharmabiotic Centre, Moorepark Biotechnology Centre, Teagasc, Ireland

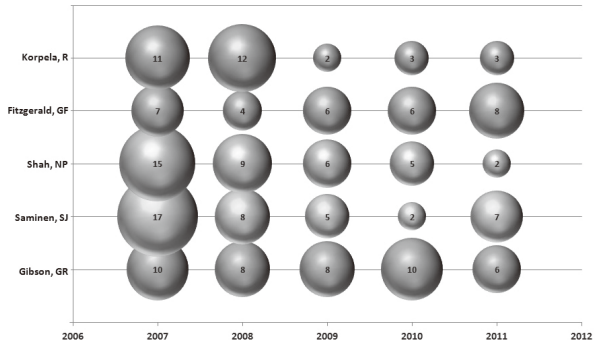


그림 13. 논문 주요저자의 연도별 논문발표 현황

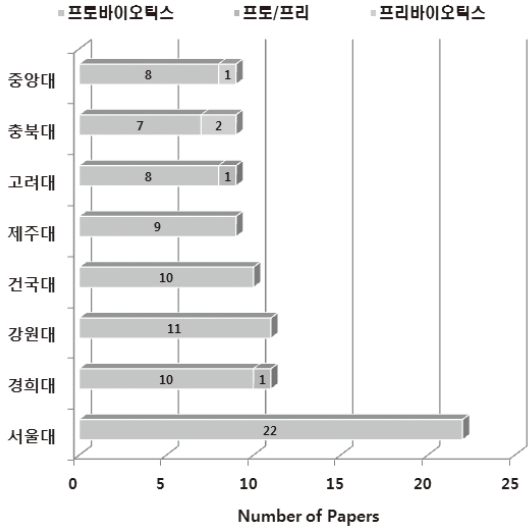


그림 14. 국내논문 발표 주요기관 현황

표 5에서와 같이 probiotics/prebiotics 관련 논문 최다저자는 영국의 U of Reading의 GR Gibson으로 42편의 논문을 발표하였고, 다음은 핀란드의 U of Turku의 SJ Salminen이 39편 발표하였다. 게재논문건수가 많은 저자의 소속기관을 분석한 결과, 상위 10대 저자에는 핀란드의 저자가 3명, 아일랜드 2명, 영국과 네덜란드 각 1명으로 유럽권 저자가 다수를 차지했다. 그 외 호주, 중국 및 캐나다 저자가 각 1명씩 이름을 올렸다. 특허에서는 중국과 미국이 강세를 보였지만, 연구에 있어서는 유럽 연구자가 압도적 다수를 차지한 것이다.

그림 13과 같이 주요저자의 연도별 논문발표현황을 분석한 결과, 정도의 차이는 있으나 GR Gibson을 제외한 다른 저자는 연도별 논문발표 건수가 감소하고 있다. 그러나 연도별 논문건수는 지속적으로 증가하고 있음에 비추어 볼 때, 주요저자의 위치가 바뀌거나 아니면 새롭게 진입한 연구자가 많아지고 있을 것이라 예측할 수 있을 것이다. 한편 그림에 나타나지는 않으나 핀란드의 Ouwehand, AC는 분석기간 동안 고르게 논문을 발표하였고, 중국의 Zhang, HP와 네

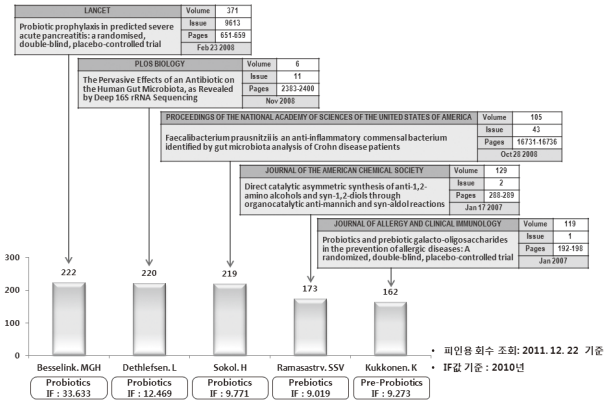


그림 15. probiotics/prebiotics 분야 주요논문

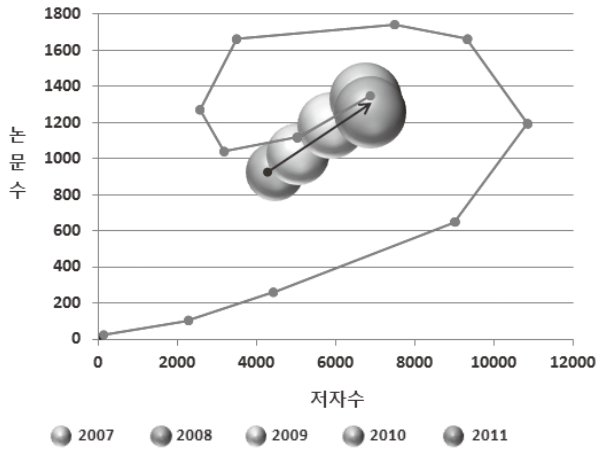


그림 16. 수명주기로 본 연구의 위치

덜란드의 de Vos, WM는 2007년에 1편의 논문발표에서 급격하게 증가하는 추세를 보이고 있는 것으로 분석된다.

한편 그림 14과 같이 국내 probiotics/prebiotics 관련 연구가 활발한 기관은 모두 대학교로 서울대가 발표한 논문이 22편으로 가장 많았다. 주저자 여부와 상관없이 가장 활발한 연구논문을 발표한 저자는 서울대 의과대학의 Kim, JS로 프로바이오틱스 분야에 15건 게재하였고, 교신저자를 기준으로는 송도테크노폴리스의 Lee, K가 8편의 논문을 프로바이오틱스 분야에 게재하였다.

probiotics/prebiotics 관련논문 중 가장 많이 인용된 논문은 의학저널인 The Lancet, '08.2월호에 게재된 Besselink, MGH의 "Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial"로 2011년 12월 22일 현재 총 222건의 피인용건수를 기록하고 있다. 다음은 PLoS Biology, '08.11월호에 게재된 인간의 장내미생물균체에 관한 Dethlefsen, L의 "The Pervasive Effects of an Antibiotic on the Human Gut Microbiota, as Revealed by Deep 16S rRNA Sequencing"로 총 220회 피인용되었다.

그 외에 Sokol, H가 '08.11월 Proceedings of the National Academy of Sciences of the US에, Ranasastry, SSV가 '07.1월 Journal of the American Chemical Society에 마지막으로 Kukkonen, K가 '07.1월 Journal of Allergy and Clinical Immunology에 게재한 논문이 각각 219회, 173회, 163회 인용되었다.

probiotics/prebiotics 관련 국내논문 중 가장 많이 인용된 논문은 식품미생물 분야의 Internationa Journal of Food Microbiology, '07.2월호에 게재된 Nguyen, TDT 연구팀의 "Characterization of Lactobacillus plantarum PH04, a potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects"로 2011년 12월 22일 현재 총 41회 인용되었다. 다음은 Kwon, HK가 '10.2월 Proceedings of the National Academy of Sciences of the US에 면역이상에 관한 "Generation of regulatory dendritic cells and CD4(+) Foxp3(+) T-cells by probiotics administration suppresses immune disorders"로 35회 피인용된 것으로 분석된다.

2) 심층분석

probiotics/prebiotics 관련 연구의 위치를 파악하기 위해, 2007년 이후 논문을 게재한 저자수와 논문건수 증가추이를 비교하여 기술의 수명주기를 분석하였다. 그림 16에서 보는 바와 같이, 관련연구에 있어 저자수와 논문건수 모두 증가하는 추세로 probiotics/prebiotics 관련 연구는 발전기에 있는 것으로 판단된다. 연도별 논문건수와 저자수의 증가추세가 거의 정

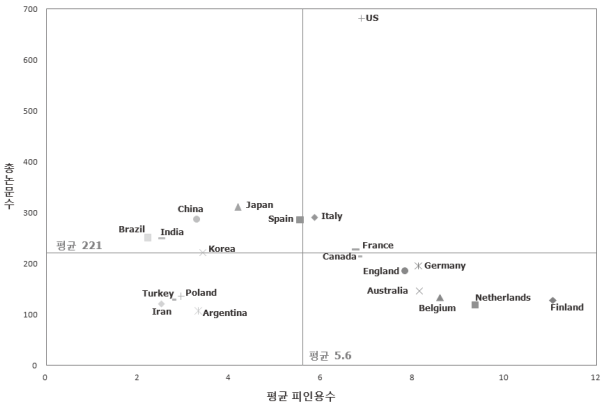


그림 17. 포트폴리오로 본 국가의 연구경쟁력

비례하고 있는 것이다. 단, 분석대상기간이 짧은데다, 2007년 이미 저자수 4,000명 이상, 논문수 900건 이상이었으므로 발전기인지, 혹은 쇠퇴후의 재발전기인지 판단하는데 한계있다 할 것이다.

probiotics/prebiotics 분야 연구에 있어서 각 국가별 위상을 살펴보기 위해, 저자 소속기관의 소재지를 기준으로 국가별 논문건수와 평균피인용수를 산출하여 비교하였다. 분석의 용이함을 위해 논문건수 100건 이상인 국가 중 평균피인용건수가 높은 20개 국가를 선정하였고, 분석결과는 그림 17과 같다.

1사분면은 평균피인용수와 논문건수가 모두 평균 이상으로 현재 연구경쟁력이 강한 국가라 판단할 수 있을 것이다. 1사분면에는 단 세 개의 국가만이 포함되었는데, 미국과 프랑스 그리고 이탈리아가 연구경쟁력이 강한 국가로 평가되었다. 미국이 682건의 논문을 발표하여 월등한 연구역량을 보유하고 있으나, 논문건수에 비해 피인용건수는 상대적으로 낮아 인용수에 있어 가장 높은 핀란드가 11점대를 보인 반면 미국은 7점대였다.

4사분면은 발표한 논문건수는 평균이하이나 피인용건수가 높은 국가들로 작지만 강한 국가라 할 수 있다. 핀란드, 네덜란드, 독일, 영국 등 대부분 유럽국가들이 포함되어 있다. 3사분면은 논문건수와 피인용건수 모두 평균이하인 국가들로 상대적으로 경쟁력이 낮은 국가들이라 할 것이다. 폴란드, 이란, 터키 등

표 6. 평균피인용수 상위 국가 분석

No	국가명	논문수		평균 피인용수		피인용합계
		발표건수	순위	피인용수	순위	
1	Finland	128	17	11.05	1	1,415
2	Netherlands	119	19	9.35	2	1,113
3	Belgium	133	15	8.59	3	1,143
4	Bolivia	2	75	8.50	4	17
5	Australia	146	13	8.14	5	1,188
6	Germany	196	11	8.12	6	1,591
7	Sweden	65	24	7.94	7	516
8	England	186	12	7.82	8	1,455
9	Ireland	85	21	7.34	9	624
10	Scotland	26	40	7.15	10	186

이 포함되어 있다. 2사분면은 발표한 논문건수는 평균 이상이나 피인용건수가 낮은 국가들로 한국을 비롯해 일본, 중국, 인도 등의 잠재성이 큰 국가들이라 할 수 있다. 절대적인 논문건수가 많다는 의미는 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다는 것을 의미하나 상대적으로 국가적 위상이 그리 높지는 않은 것이다.

표 6에서와 같이 평균피인용수에는 국가의 논문수에 따라 큰 차이가 나타나므로 국가의 경쟁력을 파악하기 위해서는 논문건수와 평균피인용수를 함께 고려할 필요가 있다.

4. 결론 및 정책적 시사점

특허 및 논문의 서지정보에 근거한 분석은 특정주제에 대한 연구동향에 시사점을 제공하기는 하지만, 정보분석만으로는 수치의 의미를 정확히 판단할 수 없다는 한계도 존재한다. 특히 본 분석에서는 서론에서 언급한 바와 같이, 짧은 기간을 대상으로 하였기 때문에 연도별 추이를 정확히 분석할 수 없다는 한계가 있다. 논문의 경우는 최근 5년만을 대상으로 하였기 때문에 수명주기를 정확히 판단할 수 없다는 모순이 발생하기도 한다. 정보분석에 있어서 키워드 검색만으로는 분석대상을 설정하기 어려운 경우도 있으므로 관련 전문가의 논의를 통해 키워드를 정확히 설

정하는 것이 더욱 중요하다 하겠다. 그럼에도 불구하고 연구자에게 시사점을 제공하는 것으로는 분명 의미있는 분석이 될 수 있고 다양한 분석방법론의 등장으로 단순 분석의 한계를 뛰어넘고자 하는 노력이 지속되고 있다. 그런 의미에서 본 분석을 통해 도출된 시사점을 몇 개 제시하고자 한다.

먼저, 특허 및 논문 모두 프로바이오틱스 관련 연구가 가장 많았으나, 2순위로 특허는 프로바이오틱스/프리바이오틱스 관련 연구가 많은 반면 논문은 프리바이오틱스 관련 연구가 강세이고 최근에는 프로바이오틱스의 비중이 감소하고, 프로바이오틱스/프리바이오틱스 혹은 프리바이오틱스는 증가 추세에 있는 것으로 판단된다.

다음으로, probiotics/prebiotics 분야 연구는 미국, 중국, 일본, 한국 등이 강세이나, 특허건수는 중국, 논문편수는 미국이 가장 많았다. 특허출원 상위 10개 기관 중에서 스위스의 Nestec S.A.를 비롯 유럽소재 기관이 6개, 논문발표 상위 10위의 저자에서도 7명이 유럽소속으로 유럽권 국가들의 경쟁력이 강한 것으로 판단된다. 특히 논문인용수에서는 10개 기관 중 8개 기관이 유럽권인 것을 볼 때 생균제 관련 연구는 유럽이 주도하고 있다고 보아도 무방할 것이다.

세 번째로, 중국은 특허건수는 미약했으나 2006년 이후 급격한 증가세를 보이며 현재 최다 특허보유국이고 총논문건수에 있어서도 4위로 2009년 이후 급격하게 증가하였다. 이는 중국이 최근 이 분야의 연구에 진입하면서 빠른 속도로 성장하고 있음을 알 수 있다.

네 번째, 특허건수와 출원인수, 논문편수와 저자수 분석결과 probiotics/prebiotics 관련 연구는 두 가지 지표 모두가 증가하는 발전기에 있어, 관련 연구가 확대되는 추세인 것으로 파악된다.

마지막으로 2002년부터 2011년까지 10년간 출원된 특허의 키워드를 분석하여 특허맵을 작성한 결과, 활발한 연구가 진행되고 있는 분야로 동물사료, 올리고당, 락토바실러스, 미생물동정, 영양 및 질환치료 등 6가지 테마가 도출되었다. 한편 2000년대 상반기에는 락토바실러스 관련 연구가, 하반기에는 영양관련 연구가 강세를 보이는 것으로 나타났다. 한국의 경우에는 락토바실러스 관련 연구가 가장 많이 진행되었고 그 외의 분야에는 상대적으로 약한 것으로 분석되었다.