

11-1543000  
-001766-01

양돈  
호흡기  
질환  
원인균  
대응  
용균  
박테리  
오파지  
의  
축산  
활용  
을  
위한  
사업  
화  
기  
획

최  
종  
보  
고  
서

2017

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부

기  
술  
사  
업  
화  
지  
원  
사  
업  
R  
&  
D  
R  
e  
p  
o  
r  
t

발  
간  
등  
록  
번  
호

11-1543000-001766-01

양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균  
박테리오파지의 축산활용을 위한  
사업화 기획

최종보고서

2017. 6.19.

주관연구기관/(주)인트론바이오테크놀로지

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균 박테리오파지의 축산활용을 위한 사업화 기획”(개발기간 : 2016.09.05~2017.02.04)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 06. 19.

주관연구기관명 : (주)인트론바이오테크놀로지 (대표자) 윤성준 (인)  
협동연구기관명 : (대표자) (인)  
참여기관명 : (대표자) (인)

주관연구책임자 : 손지수  
협동연구책임자 :  
참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호		해당 단계 연구 기간	2016.09.05.~ 2017.02.04	단계 구분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	중사업명	기술사업화지원사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균 박테리오파지의 축산활용을 위한 사업화 기획			
	세부과제명				
연구책임자	손지수	해당단계 참여 연구원 수	총: 3명 내부: 3명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 20,000천원 민간: 천원 계: 천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 3명 내부: 3명 외부: 명	총연구개발비	정부: 20,000천원 민간: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)인트론바이오테크놀로지			참여기업명	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<p>○ 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 <u>환경친화적 항생제 대체 사료첨가제</u>의 산업화에 관련된 사업화 전략 수립, business model 수립, 시장조사/분석 등의 컨설팅 수행</p> <p>○ 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 <u>자가증식 특성을 갖는 환경정화제</u>의 산업화에 관련된 사업화 전략 수립, business model 수립, 시장조사/분석 등의 컨설팅 수행</p> <p>○ 제품 개발을 위한 예비시험</p> <p>- 기확보된 <i>Bordetella bronchiseptica</i> 박테리오파지 및 <i>Pasteurella multocida</i> 박테리오파지의 표지 및 검출 기술 개발</p>				보고서 면수 128	

## 요약문

	코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>○ 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 1) 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 2) 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제의 산업화에 관련하여, 1) 사용 유효성이 최대화될 수 있는 제품 형태 및 사양을 개발하고, 2) 제품 효용성을 극대화 할 수 있는 농장 맞춤형 사용법을 도출. 또한, 현재의 박테리오파지 사용에 대한 과학적 EVIDENCE/PROOF가 없는 실정을 고려하여 향후 제품 마케팅에 유용하게 활용될 수 있는 3) 세균성 호흡기 질환 대응 박테리오파지들의 축산활용에 대한 과학적 근거를 확보. 최종적으로 4) 산업화에 필요한 인허가 필요 시험 수행 및 인허가 업무를 추진하여 산업화를 완료.</p>				
연구개발성과	<p>○ 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제의 산업화에 관련된 사업화 전략 수립, business model 수립, 시장조사/분석 등의 컨설팅 수행</p> <p>○ 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제의 산업화에 관련된 사업화 전략 수립, business model 수립, 시장조사/분석 등의 컨설팅 수행</p> <p>○ 제품 개발을 위한 예비시험 - 기확보된 <i>Bordetella bronchiseptica</i> 박테리오파지 및 <i>Pasteurella multocida</i> 박테리오파지의 표지 및 검출 기술 개발</p>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>○ 박테리오파지의 축산분야에서의 항생제 대체제로의 활용에 관련한 과학적 근거 확보 (EVIDENCE/PROOF)</p> <p>○ 최근 여러 산업 분야에서 크게 주목을 받고 있는 박테리오파지라는 새로운 유용 생물소재에 대한 축산분야 활용 역량 제고</p> <p>○ 최근 문제가 되고 있는 항생제 내성균에 대한 축산분야의 대응 역량 제고</p> <p>○ 항생제 내성과 더불어 최근 심각한 이슈가 되고 있는 “antibiotic tolerance” 와 관련된 biofilm에 대한 축산분야의 대응 역량 제고</p> <p>○ 농장의 질병 발생 및 피해 감소를 통한 양돈산업 경쟁력 강화</p> <p>○ 박테리오파지 활용 새로운 산업 분야 성장 견인</p> <p>○ 수입 대체 및 수출 효과</p> <p>○ 다양한 타 산업분야로의 박테리오파지 기술 확장에 기여</p>				
중심어 (5개 이내)	박테리오파지	돼지	호흡기 질병	사료첨가제	환경정화제

## < SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ According to industrialization of the eco-friendly antibiotics alternative feed additive, and self-reproducing and environmental disinfectant based on the bacteriophages having antimicrobial activity against swine bacterial respiratory disease bacteria in order to cope with the bacterial respiratory diseases which are frequently occurred in the swine industry, 1) Development of the product types and specifications that can maximize usage effectiveness. 2) establishment of the customized farm usage to maximize product effectiveness. In addition, 3) obtainment of scientific basis for respiratory disease-targeting bacteriophages which can be used for future product marketing, considering the fact that there is no scientific EVIDENCE / PROOF for current use of bacteriophages. Finally, 4) Completion of industrialization by tests needed to registration and licensing work required for commercialization.</li> </ul>					
Results	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Establishment of commercialization strategy, business model, and consulting such as market research/analysis related to the industrialization of the eco-friendly antibiotics alternative feed additive based on the bacteriophages having antimicrobial activity against swine bacterial respiratory disease bacteria in order to cope with the bacterial respiratory diseases which are frequently occurred in the swine industry</li> <li>○ Establishment of commercialization strategy, business model, and consulting such as market research/analysis related to the industrialization of the self-reproducing and environmental disinfectant based on the bacteriophages having antimicrobial activity against swine bacterial respiratory disease bacteria in order to cope with the bacterial respiratory diseases which are frequently occurred in the swine industry</li> <li>○ Preliminary test for product development               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of fluorescent labeled bacteriophages specific to <i>Bordetella bronchiseptica</i> and <i>Pasteurella multocida</i>, and detection technology</li> </ul> </li> </ul>					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Obtainment of scientific proof for the use of bacteriophages as an antibiotic alternatives in livestock industry (EVIDENCE/PROOF)</li> <li>○ Enhancement of livestock application for the bacteriophages to get a lot of attention recently in various industries</li> <li>○ Enhancement of confrontational ability for antibiotic resistance bacteria known to cause many problem recently in livestock field</li> <li>○ Enhancement of confrontational ability for antibiotic resistance and antibiotic tolerance-related biofilm known as serious issues in livestock field</li> <li>○ Consolidation of competitive power of swine industry by reducing disease outbreak and damage in farm</li> <li>○ Locomotivity of new industrial field in terms of bacteriophage application</li> <li>○ Effect of import substitution and export</li> <li>○ Contribution for the extension of bacteriophage technology to various industrial field</li> </ul>					
Keywords	Bacteriophages	Pigs	Respiratory diseases	Feed additives	Environmental disinfectants	

## < Contents >

Chapter 1. Project introduction .....	7
1. Purpose of project .....	7
2. Rationale of project .....	7
3. Scope of project .....	8
Chapter 2. Domestic and international research environment .....	10
Chapter 3. Research results .....	14
1. Survey, analysis and establishment of industrialization /marketing strategy for commercialization .....	14
2. Development of fluorescent labeled bacteriophage and detection technology .....	102
3. Conclusion .....	109
Chapter 4. Achievement and contribution of research results .....	110
1. Achievement .....	110
2. Contribution to respective research area .....	110
Chapter 5. Application plan of research results .....	113
Chapter 6. Information collected during project performance .....	115
Chapter 7. Security levels of the project .....	118
Chapter 8. Research facilities constructed during project performance .....	119
Chapter 9. Safety assurance plan .....	120
Chapter 10. Representative research achievement .....	121
Chapter 11. Miscellanies .....	122
Chapter 12. References .....	123

## < 목 차 >

제 1장. 연구개발과제의개요 .....	7
제 1절. 연구개발 목적 .....	7
제 2절. 연구개발의 필요성 .....	7
제 3절. 연구개발 범위 .....	8
제 2장. 국내외 기술개발 현황 .....	10
제 3장. 연구수행 내용 및 결과 .....	14
제 1절. 사업화를 위한 관련 시장 조사, 분석 및 사업화/마케팅 추진 전략 수립 .....	14
제 2절. 박테리오파지 형광 표지 및 검출 기술 개발 .....	102
제 3절. 결론 .....	109
제 4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	110
제 1절. 목표달성도 .....	110
제 2절. 관련분야 기여도 .....	110
제 5장. 연구결과의 활용계획 .....	113
제 6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	115
제 7장. 연구개발성과의 보안등급 .....	118
제 8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....	119
제 9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	120
제 10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	121
제 11장. 기타사항 .....	122
제 12장. 참고문헌 .....	123

# 제 1장. 연구개발과제의 개요

코드번호

D-03

## 제 1절. 연구개발 목적

1. 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 1) 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 2) 자가증식 특성을 갖는 환경정화제의 산업화에 관련하여, 1) 사용 유효성이 최대화될 수 있는 제품 형태 및 사양을 개발하고, 2) 제품 효용성을 극대화 할 수 있는 농장 맞춤형 사용법을 도출. 또한, 현재의 박테리오파지 사용에 대한 과학적 EVIDENCE/PROOF가 없는 실정을 고려하여 향후 제품 마케팅에 유용하게 활용될 수 있는 3) 세균성 호흡기 질환 대응 박테리오파지들의 축산활용에 대한 과학적 근거를 확보. 최종적으로 4) 산업화에 필요한 인허가 필요 시험 수행 및 인허가 업무를 추진하여 산업화를 완료.

## 제 2절. 연구개발의 필요성

1. 2014년 대한양돈협회에서 실시한 ‘전국 양돈장 질병실태 조사 보고서’에 따르면, 세균성 호흡기 질병은 파스투렐라성 폐렴 31.6%, 홍막폐렴 5형 19.8%, 홍막폐렴 2형 19.5%, 유행성폐렴 17.6%, 글래서병 6.1% 순으로 나타났으며, 이로 인한 농가 피해가 높은 것으로 조사되었음. 또한, 세균성 호흡기 질병으로 인한 양돈 농가당 연간 손실액은 지속적으로 높아질 것으로 예상되고 있음.
2. 기존의 백신이나 항생제를 투여한다 하여도 새로운 혈청형의 출현이나 항생제 내성균의 대두 등으로 그 한계를 나타내고 있음. 한편, 다제내성균과 같은 항생제 내성균주의 출현으로 인하여 축산분야에서의 항생제 사용에 대한 규제가 점차 강화되고 있는 실정이며, 특히 항생제의 사료 내 배합 사용이 2011년 하반기부터는 국내에서 완전히 금지된 바 있음.
3. 이런 실정에도 불구하고 축산분야에서 항생제를 대체할 유망한 소재의 개발이 뒤따르지 못하고 있는 것이 작금의 문제임.
4. 최근 항생제 내성균에 대한 항균효과로 인하여 박테리오파지에 대한 관심이 크게 높아지고 있음. 이러한 동향에 따라 세균성 소화기 질환에 대응할 박테리오파지 제제가 산업화에 성공한 바 있음. 그러나 아직 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 박테리오파지 제제의 산업화 사례는 없음. 세균성 호흡기 질환도 세균성 소화기 질환과 더불어 축산농가에 초래하고 있는 피해정도가 크므로 관련 제품의 개발 및 산업화가 필요함.
5. 박테리오파지는 세균 특이적 항균력을 제공할 수 있는 미생물로서, 항생제 내성균에도 작동하고, biofilm을 형성하고 있는 세균들에도 작동할 수 있음. 또한 세균에 대한 항균력 발휘에 있어 그 특이성 (specificity)이 매우 높음. 이런 특성으로 세균에만 작용하기 때문에 동물에는 특별한 독성을 나타내지 않으며, 세균 작용 시에도 target 세균종에만 작용하기 때문에 상재균을 포함한



여러 세균종들에 대하여 무작위로 작용하는 항생제와는 달리 사용에 따른 부작용 (동물 체내의 정상세균총 교란, 동물의 면역력 저하 등)이 매우 적음.

6. 또한, 박테리오파지는 대상 세균이 존재하지 않을 때에는 증식을 하지 않고 대상 세균이 있을 때에는 자가 증식을 통하여 투여된 총량에 비교하여 훨씬 강화된 효과를 제공해 줄 수 있다는 장점도 제공함 (self-control).
7. 한편, 박테리오파지 제제에 관련하여서도 제제의 mode-of-action, efficacy 등에 관련한 과학적인 evidence 및 proof가 미흡한 실정임. 박테리오파지의 축산분야 활용을 보다 활성화시키기 위해서는 이러한 과학적 근거 자료의 확보가 매우 필요함.
8. 그리고, 농장의 현장 실정에 부합할 수 있는 박테리오파지 제제 사용법도 설정될 필요가 있음. 단지 경험에 의존한 사용법 설정을 넘어 기존 농장 사용 제제들과의 조화 등을 고려하고 사용에 따른 효용성을 극대화 시킬 수 있는 사용법의 도출이 필요함. 이는 박테리오파지의 축산분야 활용을 보다 확대할 수 있을 것으로 기대함.
9. 본 과제를 통해서 국내 양돈 농가에 심각한 피해를 입히고 있는 호흡기 질환 원인균을 제어할 수 있는 효과적인 제품의 산업화를 추진하고 또 그 효과 제공에 대한 근거로 다양한 과학적 근거 자료를 확보하는 것에 대하여 효율적인 방안을 기획.
10. 기확보한 특허기술을 근간으로 성공적인 사업화를 달성하기 위하여 본 과제를 통해 우선적으로 전문 기관으로부터 기술컨설팅 및 시장 조사 등을 받고, 또한 과학적 근거 확보와 관련된 예비 시험을 수행.

### 제 3절. 연구개발 범위

1. 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 1) 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 2) 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제의 사업 모델 및 산업화 전략 수립
2. 산업 분야 여러 상황을 고려한 business model 수립 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)
3. 인허가 상황 등을 고려한 사업화 전략 수립 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)
4. 관련 시장 조사 및 분석을 통한 마케팅 전략 도출 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)

5. *Bordetella bronchiseptica* 박테리오파지 형광 표지 및 검출에 대한 타당성 조사

6. *Pasteurella multocida* 박테리오파지 형광 표지 및 검출에 대한 타당성 조사

## 제 2장. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

1. 박테리오파지 기술은 다양한 산업분야에 활용될 수 있음. 예로 식품분야, 농업분야, 의료 분야 등을 제시할 수 있음.

- 박테리오파지 활용 가능 분야 세균이 문제가 되고 있는 모든 분야



2. 박테리오파지는 의료, 식품, 축산, 농업 등의 다양한 분야에서 이미 산업화되어 산업적으로 활용되고 있음.

Product	Description	Company	Website
AgriPhage™	Targets bacterial spot or bacterial speck on crops, with specific formulations for strains of <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> or <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Tomato</i>	Omnilytics	<a href="http://www.phage.com">http://www.phage.com</a>
BioTector	Animal feed for control of <i>Salmonella</i> in poultry	CheilJedang Corporation	<a href="http://www.cj.co.kr/">http://www.cj.co.kr/</a>
EcoShield™	Targets <i>Escherichia coli</i> O157:H7 contamination in foods and food processing facilities	Intralytix	<a href="http://www.intralytix.com">http://www.intralytix.com</a>
FASTPlaque-Response™	Rapid detection of rifampicin resistance in smear-positive sputum specimens containing <i>M. tuberculosis</i>	Biotech Laboratories/Lab21	<a href="http://www.biotec.com">http://www.biotec.com</a>
FASTPlaqueTB™	Rapid detection of <i>Mycobacterium tuberculosis</i> in human sputum samples	Biotech Laboratories/Lab21	<a href="http://www.biotec.com">http://www.biotec.com</a>
ListShield™	Targets <i>Listeria monocytogenes</i> contamination in foods and food processing facilities	Intralytix	<a href="http://www.intralytix.com">http://www.intralytix.com</a>
LISTEX™ P100	A food processing aid that targets <i>L. monocytogenes</i> strains on food products	EBI Food Safety	<a href="http://www.ebifoodsafety.com">http://www.ebifoodsafety.com</a>
MRSA/MSSA Blood culture test	Determining of <i>Staphylococcus aureus</i> methicillin resistance or susceptibility directly from blood cultures	Microphage	<a href="http://microphage.com">http://microphage.com</a>
MRSA Screening test	Identifies methicillin-resistant <i>Staph. aureus</i> (MRSA) for use in Infection Control programs	Microphage	<a href="http://microphage.com">http://microphage.com</a>
MicroPhage MRSA/MSSA test	Differentiation of methicillin-resistant (MRSA) and methicillin-susceptible (MSSA) <i>Staph. aureus</i>	Microphage	<a href="http://microphage.com">http://microphage.com</a>

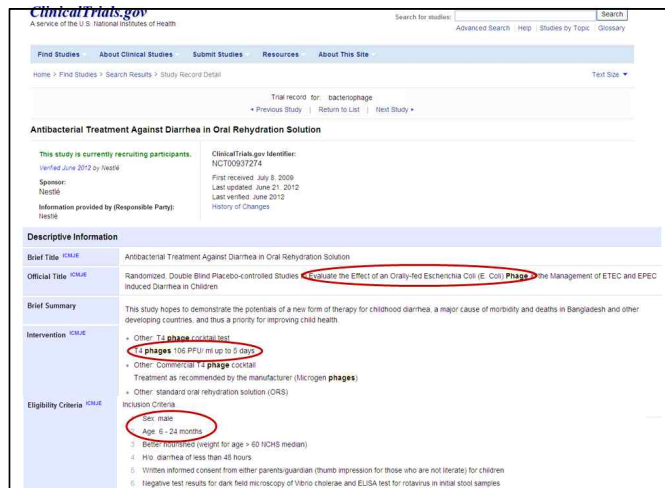
### <박테리오파지의 산업적 활용 사례>

3. 일부 예시로, 식품분야에서의 활용 사례를 제시하면 Intralytix사는 ready-to-eat 식품에 사용가능한 제품으로 ListShield 등을 제품화 하여 판매하고 있음.



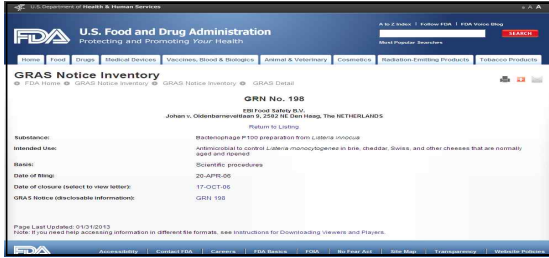
### <Intralytix사의 ListShield>

4. 특히, 최근에는 사람에서의 질병 치료제로도 개발되고 있음. 현재 미국에서 FDA 승인 하에 수행 중인 임상시험 자료를 제시하면 다음과 같음.



### <박테리오파지의 의료분야에서의 활용 사례>

5. 박테리오파지는 인류와 함께 아주 오랫동안 함께 한 생명체로 그 안전성이 이미 여러 문헌에서 증명되어 있으며, United States Food and Drug Administration (USFDA) 및 USDA (US Department of Agriculture)는 박테리오파지를 GRAS (Generally-Recognized-As-Safe)로 취급하며 그 안전성을 인정한 바 있음 (2005년 7월 3일자 USFDA의 memorandum에 의하면 박테리오파지의 인체에 대한 이용은 안전하다고 제시되어 있음).
6. 박테리오파지 관련 다수의 GRAS No.가 공지되어 있으며, 예로서 치즈에서 *Listeria monocytogene* 균을 control 하기 위한 박테리오파지의 활용, meat product에서 살모넬라균을 제거하기 위한 항균제 용도로의 박테리오파지의 활용 및 일반적인 식품에서 *Escherichia coli* O157:H7 균을 제거하기 위한 항균제 용도로의 박테리오파지의 활용 등이 안전함을 공지하고 있음.



### <미국 FDA의 박테리오파지 GRAS 인정>

7. 국내의 경우, 박테리오파지에 관련하여 활발히 연구를 진행하고 있는 기관들이 최근 많이 등장하고 있음. 관련하여 정부지원 연구도 다수 있음. 국내 주요 연구 기관 및 연구자로는 서울대학교의 유상렬 교수 (식품 세균 제어 및 질병 제어에 있어 박테리오파지 활용 기술 개발에 주력하고 있음), 서울대학교 최윤재 교수 (축산분야에서의 박테리오파지 활용 기술 개발), 서울대학교 박세창 교수 (수산분야에서의 박테리오파지 활용 기술 개발), 농촌진흥청의 허성기 박사 (식중독 관련 박테리오파지 활용 기술 개발), 중앙대학교 최창순 교수 (식중독 관련 박테리오파지 활용 기술 개발), 경희대학교 오창식 교수 (농업분야에서의 박테리오파지 활용 기술 개발), 가천대학교 박종현 교수 (식품 세균 제어 및 질병 제어에서의 박테리오파지 활용 기술 개발) 등이 있음. 기업차원의 연구는 (주)인트론바이오테크놀로지가 수행하고 있음. 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 참조하면 최근 박테리오파지 관련 연도별 과제건수가 급격히 증가한 것으로 파악됨. 이는 박테리오파지가 점차 주요 연구 주제가 되고 있음을 보여 주고 있음.



<박테리오파지 관련 연도별 과제건수 (출처: <https://www.ntis.go.kr/>)>

8. 항생제 내성에 대한 위험성의 인식에 따라 우리나라는 2011년 사료 내 growth promoter로 사용되는 모든 항생제의 첨가를 규제하기 시작하였고 (농림수산식품부 고시 제2010-142호), 이에 따라 항생제 대체물질에 대한 연구가 다양하게 진행되었으며, 이러한 과정에서 박테리오파지에 대한 연구가 활발하게 되었음. 국내에서는 2010년 *Salmonella Gallinarum* 박테리오파지가 보조사료 사용 가능 인정물질로서 등록 및 고시되었으며 (농림수산식품부 고시 제2009-195호), 2011년 *Salmonella Typhimurium* 박테리오파지가 보조사료 사용 가능 인정물질로서 등록 및 고시되었음 (농림수산식품부 고시 제2011-125호). 또한 최근 2013년에는 *Salmonella Enteritidis* 박테리오파지와 *Clostridium perfringens* 박테리오파지가 보조사료 사용 가능 인정물질로서 등록되었음 (농림축산식품부 고시 제2014-45호).

9. 박테리오파지 사용 시 부작용과 이를 최소화 하고 병원균에 효과적인 제제로 활용될 수 있도록 하기 위하여 몇 가지 고려해야 할 사항을 요약 제시하면 아래와 같음.

부작용	고려해야 할 사항
좁은 숙주 범위	질환 및 감염을 유발하는 원인균을 명확히 해야 함. 사람 및 동물에 투여되기 이전에 표준화된 미생물 진단 및 검사가 필요함. 아울러 임상 및 현장에서 유행하는 병원균에 대한 항균력 조사 시험을 통해 넓은 항균 활성을 갖는 유효 박테리오파지를 선정해야 함.
박테리오파지에 대한 저항성 세균의 출현	통상적으로 박테리오파지 cocktail 제제의 사용을 통해 내성 세균 출현 빈도를 낮출 수 있음.
박테리오파지에 의한 유해 유전자 전달 가능성	몇 가지 특정 세균 ( <i>Vibrio cholerae</i> , <i>E. coli</i> )의 경우 박테리오파지에 의해 전이된 병독성 유전자가 문제시 될 수 있음. 보통 용원성 (lysogenic) 생활환을 갖는 박테리오파지가 이러한 유전자 전이 및 형질 도입을 일으키는 것으로 알려져 있음. 따라서 질환의 예방 및 치료 목적으로 박테리오파지 기반 제제를 활용할 경우 용원성 박테리오파지를 선별하여 사용하는 것이 중요함.

## 제 3장. 연구수행 내용 및 결과

코드번호

D-05

### 제 1절. 사업화를 위한 관련 시장 조사, 분석 및 사업화/마케팅 추진 전략 수립

#### 1. 사업화를 위한 관련 시장 조사, 분석

사업화 목표 달성을 위해 전문컨설팅기관인 (주)기술과가치와 협조하여 국내외 사료/사료첨가제 관련 시장 조사 및 분석을 실시하였음. 이에 관련한 상세 내용은 아래와 같음.

#### 가. 조사배경 및 목적

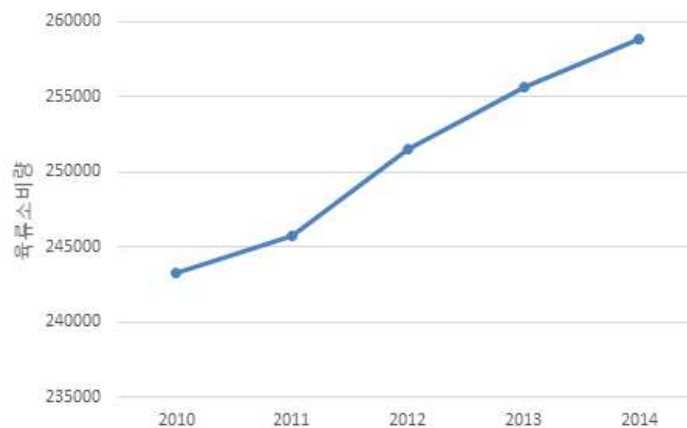
□ 농림축산식품부 「기술사업화지원사업」의 일환으로 ㈜인트론바이오테크놀로지사는 양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균 박테리오파지 개발을 통해 사료첨가제 분야 사업화를 추진

○ 전 세계 육류소비량의 증가에 따라 축산업의 시장규모가 확대되고 있으며 사료와 사료첨가제 시장이 지속적으로 성장할 것으로 전망

- 사육마릿수 및 육류소비량이 전 세계에서 증가하고 있으며 특히 아시아에서의 소비가 빠르게 증가

· 전 세계적으로 육류소비량이 꾸준히 증가하여 '15년도 약 2억 5,800억 톤의 지육이 소비됨

(단위 : 1000 MT CWE)

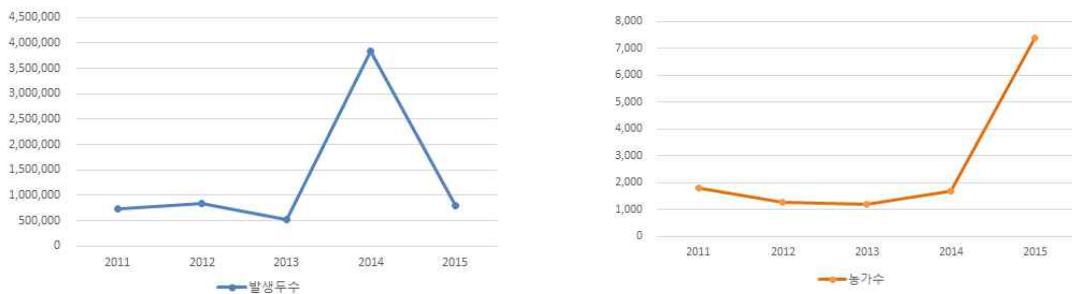


※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service

※ 1000 MT CWE: 1000 MT Carcass-weight Equivalent

[그림 1] 연도별 전 세계 육류소비량

- 돼지고기의 육류소비량이 전 세계 모든 가축 중에서 가장 높은 수치를 기록했으며 특히 돼지고기는 중국을 비롯한 아시아 국가에서 가장 많은 소비가 이루어지는 상황
  - 북미와 아시아·태평양 지역이 사료첨가제 최대 소비지역으로 현재 소비되는 총 사료첨가제의 60%가 이들 지역에서 소비
  - 아시아·태평양 지역은 사료첨가제의 매출액이 빠르게 성장하고 있으며 특히 중국, 인도와 같이 개인 수입과 1인당 육류소비량이 증가하는 나라에서 급격히 증가
  - 그러나 국내의 사료첨가제 시장은 전 세계 시장의 2%를 차지하고 있으며 제품의 다양성이 적고 개발 기술의 수준이 낮은 특성을 가짐
- 가축전염병의 발생이 전 세계적으로 증가하고 있으며 국내에서는 최근 구제역과 조류인플루엔자의 발생빈도가 높아지고 있는 추세
- 가축전염병과 수족구병 등과 같은 기타 질병 및 환경오염은 전 세계적으로 동물의 건강에 대한 우려를 증대시킴
  - 지구의 평균 기온이 상승하면서 가축을 위협하는 대사성 질환과 전염성 질환이 증가할 위험성이 높아지고 있으며 최근 국내에서도 가축전염병 발생빈도가 증가



※ 출처: 법정가축전염병 발생통계 (국가동물방역통합시스템)

[그림 2] 연도별 가축전염병 발생두수 및 농가수

- 최근 국내에서는 구제역과 고병원성 조류인플루엔자의 발생건수가 증가하여 폐사되는 돼지와 닭의 마릿수가 증가



<표 1> 연도별 가축전염병 발생현황

(단위: 소, 돼지 '마리'; 조류 '천마리', 건)

구분	질병	2011	2012	2013	2014	2015
마릿수	구제역	1,231	0	0	2,009	120,508
	소브루셀라	4,070	2,287	979	727	385
	돼지열병	0	0	5	0	0
	고병원성 조류인플루엔자	82,787	0	0	91,780	171,006
	닭 뉴캐슬병		0	0	0	0
	발생 건수	구제역	86	0	0	11
	소브루셀라	490	273	118	84	54
	돼지열병	0	0	1	0	0
	고병원성 조류인플루엔자	51	0	0	33	137
	닭 뉴캐슬병	0	0	0	0	0

※ 출처: 가축전염병 발생월보 (농림축산식품부)

○ 이에 (주)인트론바이오테크놀로지사는 돼지 호흡기 질환을 예방하거나 치료할 수 있는 사료첨가제를 개발하여 사업화 추진

- 양돈 산업에서 다발하는 세균성 호흡기 질환에 대응할 돼지 세균성 호흡기 질환 원인 균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 포함하는 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제의 산업화에 관련된 사업화 전략 수립

- 기확보된 *Bordetella bronchiseptica* 박테리오파지 및 *Pasteurella multocida* 박테리오파지의 표지 및 검출 기술 개발

□ 본 기술에 대한 시장 진입 전략 및 비즈니스 모델 수립에 앞서 국내외 사료 및 사료첨가제 시장·산업 동향 분석이 요구됨

○ (주)인트론바이오테크놀로지사에서 개발중인 사료첨가제의 성공적인 사업화를 위해 사료 및 사료첨가제에 대한 체계적인 시장분석과 목표시장에 대한 전망 및 경쟁현황에 대한 파악 필요

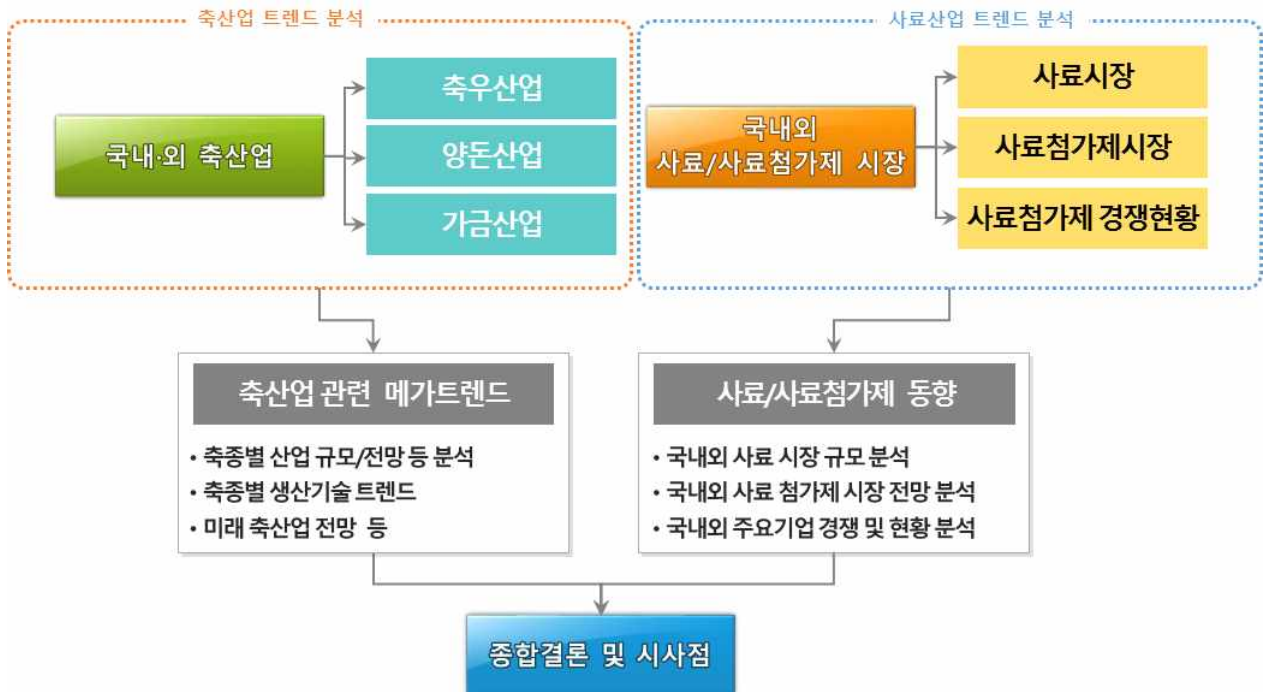
- 양돈 전염병 대응 사료첨가제 기술을 사업화하여 성공적으로 시장에 진입시키고 글로벌 기업과의 경쟁우위 확보에 필요한 전략 및 비즈니스 모델 수립 기초자료 확보 필요

- 축산업/사료 및 사료첨가제 글로벌/국내 시장·산업 동향 자료 분석 필요

## 나. 조사범위 및 방법

### (1) 조사범위 및 내용

- 본 조사에서는 국내외 가축시장 전망과 사료/사료첨가제 관련 시장·산업 동향을 조사·분석하여 기술사업화에 필요한 전략적 시사점을 제공
  - (국내외 가축산업 동향 분석) 가축산업 규모와 성장성, 미래 축산업 트렌드 등을 분석함으로써 사료 및 사료첨가제 산업의 성장성 및 방향성 예측
  - (국내외 사료/사료첨가제 관련 산업동향 분석) 사료\* 및 사료첨가제 관련 국내외 주요기업의 시장 점유율, 전망, 경쟁현황 등을 분석하고, 각 기업의 주요제품 및 기술을 조사·분석
    - \* 사료관리법에서 정의하는 보조사료, 단미사료, 배합사료를 포함한 전체 사료시장을 중심으로 분석
  - (종합결론 및 시사점 도출) 분야별 동향의 종합적인 분석을 통해 효과적인 시장진입 전략 및 비즈니스 모델 수립 방향 제언



### (2) 조사방법

- (자료수집) 축산업 및 사료산업 관련 일반 시장자료, 기업 제품/기술 및 산업 뉴스, 정부 통계보고서 등을 수집
  - (일반 시장자료) 시장보고서, 기사, 기업매출액 등

- (제품/기술 및 산업 뉴스) 신제품 출시, M&A, License 등
- (정부 통계보고서) 통계청 가축동향, 정부 보고서, 축산업관련 협회 자료
- (선별/Grouping) 수집된 내용을 크게 시장/산업으로 나누고, 시장분석은 지역별로, 산업분석은 이슈/제품/기업별로 구분하여 Grouping을 진행
- (시장동향 분석) 일반 시장자료를 토대로 글로벌 사료 시장, 글로벌 사료첨가제 시장, 지역별 사료/사료첨가제 시장 등의 규모 및 전망을 조사하여 시장의 성장 및 억제 요인을 분석
- (산업동향 분석) 주요기업의 시장 점유율 분석을 통한 경쟁현황, 보유 제품 및 기술, 최근 산업 기사 등을 조사하여 산업 생태계를 분석
- (종합분석 및 제언) 상기 조사된 시장/산업 동향을 바탕으로 다각도에서 접근 가능한 전략을 제시하고, 효과적인 비즈니스 모델을 수립할 수 있도록 종합분석 및 제언을 제공

구분	연구방법
자료수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (일반 시장자료 수집) BCC research, Euromonitor international, 국내외 보고서 등</li> <li>○ (최근 산업제품/기사 관련) 기업 홈페이지, 뉴스 등</li> <li>○ (정부 통계자료) 통계청, 축산업 관련 협회 자료 등</li> </ul>
↓	
선별/ Grouping	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역별/산업이슈별/제품별/기업별 분류 등</li> </ul>
↓	
국내외 축산업 메가트렌드 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (글로벌 시장동향) 국내외 축산업 및 전망</li> <li>○ (지역별 시장동향) 유럽, 미국, 아시아 등 시장트렌드 분석 등</li> </ul>
↓	
사료/사료첨가제 시장/산업동향 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (글로벌 시장동향) 국내외 사료/사료첨가제 시장규모 및 전망</li> <li>○ (지역별 시장동향) 유럽, 미국, 아시아 등 시장트렌드 분석 등</li> <li>○ (주요기업 경쟁 현황) 국내외 주요기업 경쟁 현황 등</li> </ul>
↓	
종합분석 및 제언	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (시장 특성 종합분석) 축산업 메가트렌드 및 사료/사료첨가제 시장/산업 동향 관련 시사점 및 제언 도출</li> </ul>

다. 축산업 트렌드 분석

(1) 축산업 조사범위 설정

- (정의) 식용, 관상용, 애완용, 실험용 및 기타 특수 목적으로 판매하거나 털, 젖, 모피 등을 획득하기 위하여 육지동물을 번식, 증식, 사육하는 산업 활동<sup>1)</sup>

「축산법」 제2조

- (제1항) "가축"이란 사육하는 소·말·양 (염소 등 산양을 포함한다. 이하 같다)·돼지·사슴·닭·오리·거위·칠면조·메추리·타조·꿩, 그 밖에 농림축산식품부령으로 정하는 동물(動物) 등을 말한다.
- (제2항) "종축"이란 품종의 순수한 특징을 지닌 번식용 가축으로서 제6조에 따라 등록을 하거나 제7조에 따라 검정을 받은 결과 번식용으로 적합한 특징을 갖춘 것으로 판정된 가축을 말한다.
- (제3항) "축산물"이란 가축에서 생산된 고기·젖·알·꿀과 이들의 가공품·원피[원모피(原毛皮)를 포함한다]·원모, 뼈·뿔·내장 등 가축의 부산물, 로얄제리·화분·봉독·프로폴리스·밀랍 및 수벌의 번데기를 말한다.
- (제4항) "축산업"이란 종축업·부화업·정액등처리업 및 가축사육업을 말한다.

- (범위) 통계청에서 실시한 가축동향조사의 결과를 바탕으로 축산업의 세부분야 설정<sup>2)</sup>



[그림 3] 축산업 조사범위

1) 한국표준산업분류, 축산업(Farming of Animals)  
 2) 2015년 4분기 가축동향(통계청, 2015.12)

(2) 글로벌 축산업 시장 현황

□ 전 세계에서 사육되는 가축의 마릿수는 점차 증가하고 있으며 가장 많은 가축이 사육되는 지역은 아시아로 닭과 오리의 사육 비중이 높음

- 전 세계에서 사육되는 가축의 수는 2011년도 이후 증가하는 추세이며 소, 닭, 오리가 전체 가축의 94% 이상 차지
  - 가장 많이 사육되는 가축은 닭이며 2011년도 190억 마리가 사육된 이후, 사육마릿수가 꾸준히 증가하여 2014년도 약 210억 마리의 닭이 전 세계에서 사육
  - 오리와 칠면조는 2012년도 이후 조금씩 사육마릿수가 감소하여 2014년도 오리는 약 11억, 칠면조는 약 4억 마리의 사육마릿수 기록
  - 소와 말의 사육마릿수는 2011년도 전년대비 약간의 감소가 발생하였지만, 2011년도 이후 지속적으로 증가하는 추세

<표 2> 연도별 전 세계 가축 사육마릿수

(단위: 천마리)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
소	1,453,408	1,451,876	1,464,840	1,467,839	1,482,144
닭	20,128,053	19,900,242	20,472,204	21,029,465	21,321,834
오리	1,240,932	1,154,366	1,177,991	1,159,691	1,132,782
말	59,774	59,643	58,824	58,639	58,913
돼지	974,980	968,889	971,681	977,645	986,648
칠면조	459,466	467,938	477,177	463,077	461,453

※ 출처: FAOSTAT(FOOD AND AGRICULTURE, 기술과가치 가공)

- 전 세계 지역 중 아시아에서 사육되는 가축이 가장 많은 마릿수를 차지하며 아메리카, 유럽, 아프리카, 오세아니아가 뒤를 이어 많은 가축 사육마릿수 기록
  - 가금류에 속하는 닭과 오리는 아시아에서 월등히 많이 사육되며 특히 닭은 2014년도 아시아에서 약 110억 마리가 사육되어 전 세계 210억 마리의 사육되는 닭 중 약 절반 차지
  - 가장 많은 가축이 아시아에서 사육되는 것과는 달리 말은 아메리카에서 절반 이상 사육되며 칠면조는 아메리카와 유럽에서 90% 이상 사육

<표 3> 지역별 가축 사육마릿수

(단위: 천마리)

구분	지역	2010	2011	2012	2013	2014
소	아프리카	286,068	291,031	300,331	303,913	310,277
	아메리카	509,767	508,878	508,685	509,644	510,397
	아시아	495,758	491,355	493,948	491,913	498,548
	유럽	124,481	121,344	122,530	122,147	122,711
	오세아니아	37,332	39,266	39,344	40,221	40,209
닭	아프리카	1,697,045	1,684,538	1,747,835	1,823,144	1,863,072
	아메리카	5,263,509	5,266,186	5,285,457	5,339,721	5,479,193
	아시아	11,109,535	10,828,731	11,294,180	11,617,262	11,738,209
	유럽	1,948,885	2,003,376	2,016,123	2,122,950	2,115,345
	오세아니아	109,079	117,412	128,609	126,388	126,014
오리	아프리카	25,289	25,426	26,242	28,452	28,539
	아메리카	25,778	26,080	26,597	26,830	27,594
	아시아	1,104,828	1,013,259	1,036,863	1,015,561	986,619
	유럽	83,521	88,283	86,860	87,420	88,602
	오세아니아	1,516	1,318	1,429	1,428	1,428
말	아프리카	5,985	5,923	5,899	5,966	6,076
	아메리카	33,494	33,500	32,510	32,390	32,528
	아시아	13,620	13,870	14,141	14,139	14,348
	유럽	6,269	5,951	5,868	5,735	5,556
	오세아니아	404	398	404	407	404
돼지	아프리카	31,510	31,394	32,984	33,814	34,536
	아메리카	163,850	166,920	166,656	164,540	170,360
	아시아	585,102	577,654	583,527	591,159	590,878
	유럽	189,164	187,525	183,226	182,946	185,527
	오세아니아	5,351	5,393	5,286	5,184	5,345
칠면조	아프리카	19,642	20,728	22,366	22,878	23,658
	아메리카	314,609	321,309	327,289	314,447	312,477
	아시아	12,477	12,633	12,704	12,754	13,659
	유럽	111,375	111,900	113,448	111,622	110,282
	오세아니아	1,364	1,368	1,371	1,375	1,377

※ 출처: FAOSTAT (FOOD AND AGRICULTURE, 기술과가치 가공)

□ 전 세계 육류소비량이 점차 증가하고 있으며 특히 아시아의 급격한 경제성장이 큰 원인으로 작용

○ 소, 돼지, 닭의 전 세계 육류소비량이 2011년도 이후 꾸준히 증가하고 있으며 반면 칠면조의 소비량은 감소

- 세계 육류소비량은 2010년도에서 2015년도까지 꾸준히 증가하여 2010년도 2억 4,300톤의 지육의 소비를 기록하였으며 2015년도에는 2억 5,800톤 기록

\* 급격한 경제성장 중인 중국을 비롯한 아시아 국가들의 식품소비 패턴의 변화로 육류 생산과 소비가 빠르게 증가<sup>3)</sup>

3) 세계 육류, 유제품, 수산물 시장 전망(상) (농수산식품수출지원정보 웹진, 2013.06.27)

- 사육 마릿수의 경우 닭이 월등히 많은 마릿수를 기록하였지만, 도축되는 가축 한 마리 당 얻을 수 있는 육류 중량의 차이로 닭이 아닌 돼지가 가장 많이 소비되는 가축 차지
- 돼지의 육류소비량에 이어 닭, 소, 칠면조가 전 세계에서 육류소비량이 높은 가축으로 기록되었으며, 2014년도 닭은 8,400톤, 소는 5,900톤, 칠면조는 490톤 기록

<표 4> 연도별 전 세계 육류소비량

(단위: 1000 MT CWE)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
소	58,369	57,670	58,272	59,122	59,024
돼지	102,980	103,312	106,522	108,558	109,896
닭	76,903	79,763	81,624	82,883	84,945
칠면조	5,023	5,010	5,105	5,063	4,937
계	<b>243,275</b>	<b>245,755</b>	<b>251,523</b>	<b>255,626</b>	<b>258,802</b>

※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service

※ 1000 MT CWE: 1000 MT Carcass-weight Equivalent

- 미국과 유럽이 소, 돼지, 닭, 칠면조 육류소비량 상위 국가를 차지하였으며, 미국이 소, 닭, 칠면조에서 육류소비량 1위를 차지한 반면 돼지의 육류소비량 1위는 중국이 차지
- 미국이 2014년도 1,100만 톤의 소와 1,400만 톤의 닭, 220만 톤의 칠면조를 소비하여 각 가축 육류소비량 1위 국가 차지
- 중국은 돼지의 육류소비량에서 지속적으로 1위 국가를 차지하였으며, 2010년도 전체 돼지 육류소비량의 59.18%를 기록한 이후 점점 비중이 증가하여 2015년도 62.17%의 비율 기록

<표 5> 가축별 상위 육류소비량 국가

(단위: 1000 MT CWE)

구분	국가	2010	2011	2012	2013	2014
소	United States	12,038	11,646	11,739	11,608	11,241
	Brazil	7,592	7,730	7,845	7,885	7,896
	European Union	8,202	8,034	7,760	7,520	7,514
	China	6,513	6,448	6,667	7,112	7,277
	Argentina	2,346	2,320	2,458	2,664	2,503
돼지	China	50,849	51,118	53,922	55,456	57,195
	European Union	20,951	20,822	20,382	20,147	20,390
	United States	8,654	8,337	8,441	8,665	8,545
	Russia	2,896	3,035	3,239	3,267	3,024
	Brazil	2,577	2,644	2,670	2,751	2,845
닭	United States	13,473	13,660	13,346	13,691	14,043
	China	12,457	13,016	13,543	13,174	12,830
	European Union	8,955	9,180	9,293	9,638	10,029
	Brazil	9,041	9,422	9,139	8,829	9,137
	Mexico	3,361	3,474	3,568	3,582	3,738
칠면조	United States	2,306	2,273	2,282	2,291	2,253
	European Union	1,913	1,886	1,953	1,893	1,848
	Brazil	327	348	340	359	350
	Mexico	163	164	173	166	158
	Canada	143	150	142	150	152

※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service

※ 1000 MT CWE: 1000 MT Carcass-weight Equivalent

○ 1인당 육류소비량이 높은 국가는 아르헨티나, 미국, 브라질로 아메리카 지역이 전세계에서 높은 1인당 육류소비량 기록

- 미국과 중국이 국가별 육류소비량이 가장 높은 국가를 차지하였지만, 인구대비 4종 가축의 육류소비량 합이 가장 높은 국가는 2014년도 1인당 117.85kg의 육류를 섭취한 아르헨티나 차지



- 돼지고기 1인당 육류소비량은 중국이 42.04kg으로 가장 높은 수치를 기록하였고, 소고기 1인당 육류소비량 최고치는 아르헨티나, 닭은 브라질, 칠면조는 미국이 차지

<표 6> 2014년도 가축별 1인당 육류소비량

(단위: Kg/인)

구분	소	돼지	닭	칠면조	계
중국	5.35	42.04	9.43	0.02	56.84
미국	35.47	26.97	44.32	7.11	113.86
브라질	39.28	14.15	45.45	1.74	100.62
러시아	15.99	21.07	25.51	0.80	63.37
멕시코	15.53	16.82	31.57	1.33	65.26
일본	9.63	19.98	17.51	-	47.11
인도	1.63	0.00	3.01	-	4.64
아르헨티나	62.39	11.27	44.20	-	117.85
베트남	2.62	27.12	5.91	-	35.66
필리핀	14.76	32.49	17.52	-	64.76
캐나다	5.77	15.74	13.24	-	34.74

※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service (기술과가치 가공)

※ 1인당 육류소비량: 각 국가별 육류소비량/해당 국가 인구

(3) 국내 축산업 시장 현황

가축별 정책에 따라 각 가축의 마릿수가 변동되며 국내 가축사육가구수는 점차 감소하는 추세

○ 2011년도 이후 돼지와 닭의 가축 사육마릿수가 증가하는 추세이며 각 가축별 정책에 따라 해당년도 마릿수가 변동되는 양상

- 한우는 2012년도 이후 적정 사육두수 유지를 위한 암소감축의 정책 영향으로 지속적인 감소세를 유지하고 있으며, 육우는 최근 가격 상승에 따라 2014년도 89,000마리에서 2015년도 115,000마리로 증가

\* (암소감축정책) 한우 가격의 안정화를 위해 암소의 개체수를 줄이는 정책이며 이에 따라 한우 사육이 점차 감소하여 국산 쇠고기 가격 상승의 원인이 됨

- 원유감산정책시행에 따라 젓소 감축 및 생산 감소가 발생하여 2014년도 431,000마리를 기록한 젓소수가 2015년도 411,000마리로 감소
  - \* (원유감산정책) 높아진 기온으로 인한 젓소 집유량 증가 및 우유 소비 감소를 원인으로 원유공급과잉 문제가 장기화되어 젓소 도축을 추진하는 정책
- 돼지 가격의 호조로 인해 돼지의 사육마릿수는 꾸준히 증가하여 2011년도 8,171,000마리에서 2015년도 10,187,000마리로 증가
- 산지계란가격 호조에 따른 산란계의 증가와 종계사육 마릿수의 증가로 2014년도와 비교하여 닭 사육마릿수가 2015년도 증가하였으며 상대적으로 오리는 2011년도 이후 2014년도까지 지속적으로 감소하는 추세

<표 7> 연도별 국내 가축 사육마릿수

(단위: 천마리)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
한우	2,901	2,933	2,810	2,670	2,561
육우	130	126	108	89	115
젓소	404	420	424	431	411
돼지	8,171	9,916	9,912	10,090	10,187
닭	149,511	146,836	151,337	156,410	164,131
오리	12,735	11,161	10,899	7,539	9,772

※ 출처: 농림축산식품 주요통계 (농림축산식품부, 2015), 가축동향 (통계청, 2011-2015 4분기)

- 가축을 사육하는 가구 중 한우를 사육하는 가구 수가 가장 많으며 사육가구수는 가축별로 매년 감소하는 추세이며 특히 한우와 돼지는 크게 감소
  - 2011년도부터 2015년도까지의 한우 가축사육마릿수 감소량보다 한우 사육가구수의 감소가 급격하게 이루어져 2011년도 157,600가구였던 한우 사육가구가 2015년도 89,403가구 기록
  - 반면, 육우의 사육가구수는 2014년도 4,847가구에서 2015년도 5,130가구로 증가
  - 닭 사육마릿수의 큰 증가와 달리 사육가구수는 크게 증가하지 않아 가구당 사육마릿수 증가

<표 8> 연도별 국내 가축 사육가구수

(단위: 가구)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
한우	157,600	141,500	119,100	99,285	89,403
육우	5,700	5,900	5,400	4,847	5,130
젓소	6,100	6,000	5,800	5,693	5,498
돼지	6,300	6,000	5,600	5,177	4,909
닭	3,403	3,144	3,087	2,989	3,004
오리	981	852	866	605	722

※ 출처: 가축동향 (통계청, 2011-2015 4분기)

□ 축산업의 부가가치는 점차 증가하고 있으며 2015년도 전년대비 전체 축산업 생산액이 증가

○ 2015년도 농림어업은 31조원의 부가가치를 기록하였으며, 축산업의 부가가치는 매년 증가하여 2015년도 7조원 기록

- 축산업은 2011년도에서 2014년도까지 5조원 내외의 부가가치를 올렸으며 2015년도에는 부가가치가 크게 증가하여 7조원 이상 기록

- 2014년도 축산업은 농림어업의 부가가치 중에서 23.3%의 비율을 차지하여 재배업의 뒤를 이어 두 번째로 높은 부가가치 기록

- 농업은 재배업과 축산업으로 분류되며 2015년도 전년대비 재배업의 부가가치가 감소한 반면 축산업의 부가가치가 증가

<표 9> 연도별 국내 농림어업 부가가치

(단위: 10억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	
농림어업	28,297.4	30,454.0	30,775.1	30,437.2	31,710.3	
농업	전체	22,433.7	24,265.4	24,715.0	24,668.8	26,112.8
	재배업	17,580.2	19,321.2	19,716.5	19,522.0	18,724.6
	축산업	<b>4,853.4</b>	<b>4,944.2</b>	<b>4,998.5</b>	<b>5,146.7</b>	<b>7,388.3</b>
임업	1,764.4	1,769.2	1,948.0	1,967.8	1,920.8	
농림어업 서비스	3,425.8	3,732.8	3,416.4	3,061.1	2,970.4	

※ 출처: 농림축산식품 주요통계 (농림축산식품부, 2015)

- 축산업의 대표적인 6개 가축의 생산액은 총 10조 이상의 규모를 나타내며 2015년도 전년대비 3조원 증가하여 14조원 이상의 생산액 기록
  - 한우의 생산액은 2012년도 크게 감소한 이후 2015년도 전년대비 약 5,000억원 증가하여 4조원 기록
  - 축산업 생산액 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 돼지의 생산액으로 2011년도 이후 한우를 포함한 타 가축보다 많은 생산액을 기록하였으며 2015년도 6조 6,150억 원 생산
  - 오리의 생산액은 2014년도까지 감소 추세였으며, 2015년도 증가하여 1조 570억원 기록

<표 10> 연도별 국내 축산업 생산액

(단위: 10억 원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
한우	4,582.0	2,839.3	3,263.0	3,506.2	4,025.5
육우	281.3	213.4	210.0	176.1	259.7
젓소	24.1	19.0	76.7	59.4	50.6
돼지	5,322.7	4,544.6	5,348.2	5,009.5	6,615.1
닭	2,146.0	2,186.0	2,090.0	2,171.2	2,023.8
오리	1,305.9	1,396.6	1,045.1	1,005.7	1,057.5
계	<b>13,662.0</b>	<b>11,198.9</b>	<b>12,033.0</b>	<b>11,928.1</b>	<b>14,032.2</b>

※ 출처: 가축동향 (통계청, 2011-2015 4분기)

- **국내의 육류소비는 소, 돼지, 닭이 주를 이루며 전체 육류소비량이 증가하는 추세로 중국, 일본보다 높은 1인당 육류소비량 기록**
  - 전체 육류소비량이 지속적으로 증가하고 있으며 돼지의 1인당 육류소비량이 가장 높은 수치 기록
    - 소, 돼지, 닭의 국내 육류소비량은 2010년도부터 2014년도까지 꾸준히 증가하여 2010년도 전체 육류소비량 280만 톤에서 2014년도 330만 톤 기록
    - 돼지의 육류소비량이 2014년도 160만 톤을 기록하여 89만 톤의 닭, 75만 톤의 소보다 월등히 많은 소비가 이루어짐

<표 11> 연도별 국내 육류소비량

(단위: 1000 MT CWE)

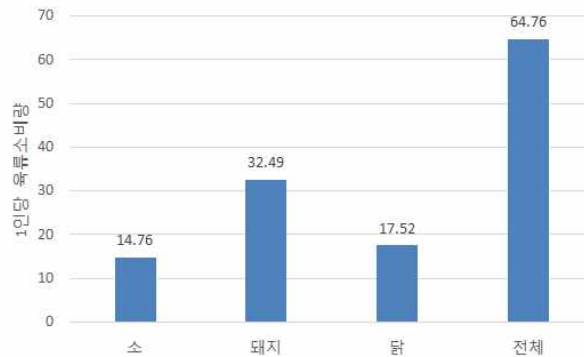
가축	2010	2011	2012	2013	2014
소	609	677	683	713	754
돼지	1,539	1,487	1,546	1,628	1,660
닭	739	795	803	820	895
계	2,887	2,959	3,032	3,161	3,309

※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service (기술과가치 가공)

※ 1000 MT CWE: 1000 MT Carcass-weight Equivalent

- 2014년도 1인당 돼지의 육류소비량이 64.76kg을 기록하여 가장 높은 수치를 기록하였고, 소가 14.76kg, 닭이 17.52kg 기록

(단위: kg/인)



※ 출처: USDA (United States Department of Agriculture)/Foreign Agricultural Service (기술과가치 가공)

[그림 4] 2014년도 가축별 국내 1인당 육류소비량

## 라. 국내외 사료 시장 현황

### (1) 전 세계 사료 시장

#### < 해외 사료의 정의 및 범위 >

- 복합사료 (Compound Feed)는 다양한 사료를 혼합하여 제조되는 사료로 가축의 종류에 따라 분류
  - (정의) 경구로 섭취할 수 있는 식물 또는 동물 유래 산물의 혼합물로 천연제품/가공제품/천연재료와 첨가제의 혼합제품 등을 모두 포함
  - (분류) 가축의 종류에 따라 분류하여 수중배양, 소, 말, 애완동물, 가금류, 기타로 나눔

□ 사료시장은 가축의 종류에 따라 분류되며 전 세계적인 육류소비의 증가에 따라 사료시장은 점차 성장하는 추세

- 2013년도 전 세계 사료 시장규모는 850억 달러이며, 2018년도까지 6.6%의 연평균성장률에 의해 1,177억 달러로 성장할 것이라 예측
  - 2013년도 북아메리카가 43%로 사료 시장에서 가장 많은 비율을 차지하며, 유럽·중동·아프리카가 34%, 아시아·태평양이 23%의 비율 기록
  - 육류, 어류, 유제품 등을 선호하는 소비자가 북아메리카 지역에 많아 타 지역보다 큰 시장규모 형성



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 5] 2013년도 전 세계 지역별 사료 시장규모 및 전망

- 아시아·태평양의 연평균성장률이 7.3%로 가장 빠른 성장을 할 것이라 전망되며 이는 아시아·태평양 지역의 소득수준 증가와 1인당 육류 소비의 증가 때문

<표 12> 연도별 전 세계 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

구분	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	322,277.9	34,489.2	36,769.0	49,790.7	6.3
유럽·중동·아프리카	25,252.0	27,140.8	29,119.2	39,906.1	6.5
아시아·태평양	16,861.1	18,458.4	19,714.7	28,098.4	7.3
<b>소계</b>	<b>74,391.0</b>	<b>80,088.4</b>	<b>85,602.9</b>	<b>117,795.2</b>	<b>6.6</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 애완동물 시장의 확대로 애완동물 사료 시장이 전체 사료 시장에서 가장 큰 규모를 차지하고 있으며 말, 수중배양 사료의 성장이 빠르게 진행되고 있음
- 애완동물 사료의 시장규모가 2013년도 430억 달러로 사료 시장 중 가장 큰 규모를 차지하고 있으며 소, 가금류, 양식어, 말, 기타가 그 다음을 차지
  - \* 미국은 2015년도 기준으로 전체 가정의 68%가 애완동물을 키우고 있으며 2014년도 미국의 애완동물 산업규모는 580억 달러 기록
- 말 사료의 시장이 8.6%의 연평균성장률로 가장 빠르게 성장하고 있으며, 이는 경마에 대한 관심 증대가 주요 원인이라 예측

<표 13> 가축별 전 세계 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

구분	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
애완동물	38,163.3	40,826.0	43,697.2	58,034.0	5.8
소	8,900.0	9,567.4	10,266.9	14,732.2	7.5
가금류	7,257.3	7,730.1	8,190.6	11,528.5	7.1
수중배양	6,425.0	7,143.2	7,556.5	11,179.0	8.1
말	5,025.0	5,511.7	5,913.3	8,912.9	8.6
기타	8,620.4	9,310.0	9,978.4	13,408.6	6.1
소계	74,391.0	80,088.4	85,602.9	117,795.2	6.6

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 애완동물 사료는 소비층이 두텁고 타 사료에 비하여 가격이 높아 전체 사료 시장의 절반 이상을 차지하여 2013년도 51% 기록



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 6] 2013년도 가축별 전 세계 사료 시장규모 및 전망

□ 가축별 사료시장은 지역별 가축 사육마릿수와 1인당 육류소비량의 변화와 유사한 양상으로 성장

○ 전 세계 소 사료 시장은 7.5%의 연평균성장률로 성장하고 있으며 2013년도 102억 달러의 규모를 기록한 이후, 2018년도 147억 달러까지 성장할 것이라 전망

- 소 사료는 조사료, 보충제, 농후사료, 미네랄, 물, 기능향상제로 분류할 수 있으며 소의 성별, 나이, 종류에 따라 사료들을 혼합하여 사용

<표 14> 소 사료 종류 및 특징

구분	특징
조사료 <sup>4)</sup>	지방, 단백질, 전분 등의 함량이 적고 섬유질의 양이 많은 건초, 청초 등을 포함하며, 소에 에너지를 공급하는 주요 사료
보충제	조사료보다 높은 단백질 함량을 가진 식물 유래 사료이며, 사료로 사용하기 위해 목장에서 재배됨. 콩과 식물과 초본 식물이 주요 성분이며 조사료의 부족한 영양소를 보충하기 위해 사용
농후사료 <sup>5)</sup>	부피가 작고 섬유소가 적으며 가소화 양분이 많은 사료로, 곡류·깻묵류가 이에 속함
미네랄	조사료와 보충제에 미네랄이 포함되어 있지만, 젖소의 경우 추가적인 미네랄 섭취가 정기적으로 필요
물	젖소는 항상 신선한 물을 섭취해야 하며 약 5리터의 물을 섭취한 후 1리터의 우유를 생산할 수 있음
기능향상제	기능향상제는 소의 성장을 촉진시키는데 사용

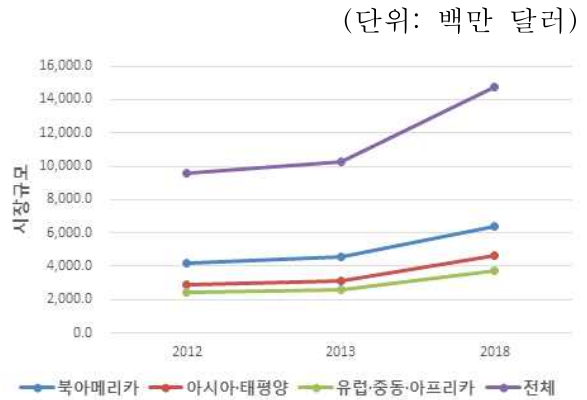
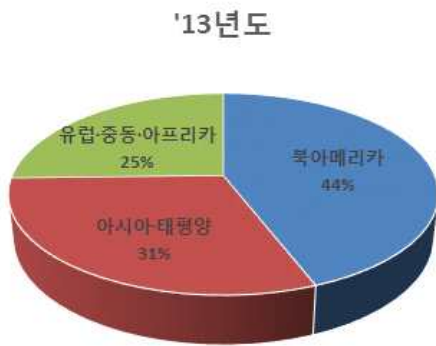
※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 2013년도 북아메리카에서 45억 달러의 소 사료 시장규모를 기록하여 전 세계 소 사료시장의 44%를 차지하였으며, 아시아·태평양은 30%, 유럽·중동·아프리카는 25% 차지

4) 粗飼料, roughage, bulky feed

5) 濃厚飼料, concentrated feed stuff





※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 7] 2013년도 전 세계 소 사료 시장규모 및 전망

- 아시아·태평양의 소 사료 시장규모는 전 세계 두 번째 규모를 차지하고 있지만, 가장 높은 연평균성장률로 2018년도 46억 달러의 시장규모를 기록할 것이라 전망
- 이는 소 방목지의 감소와 도시화에 따른 종래의 소 사료 사용 감소 및 고품질 소 사료의 도입이 원인

<표 15> 연도별 전 세계 소 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	3,997.7	4,200.2	4,529.8	6,371.4	7.1
아시아·태평양	2,623.7	2,918.2	3,129.3	4,660.4	8.3
유럽·중동·아프리카	2,278.6	2,449.0	2,607.8	3,700.4	7.2
소계	8,900.0	9,567.4	10,266.9	14,732.2	7.5

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

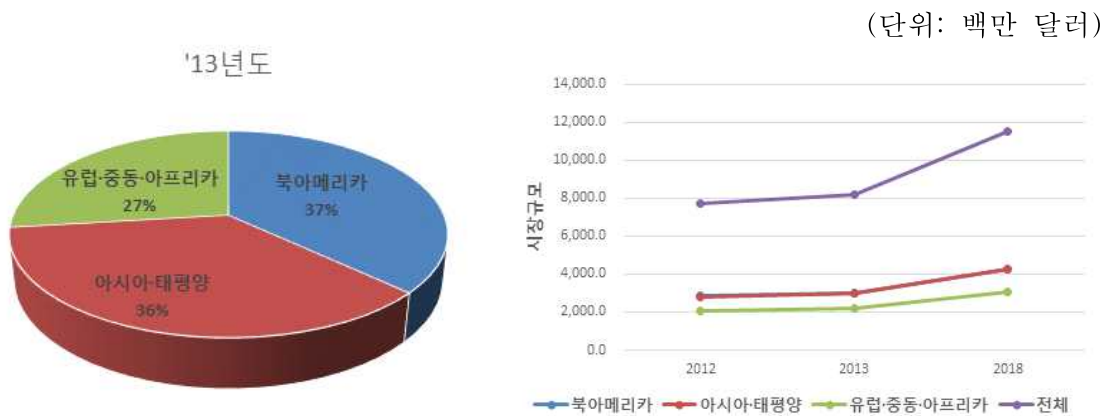
- 가금류 사육마릿수와 육류소비량이 많은 아시아·태평양 지역에서 가금류 사료의 시장이 가장 크게 형성되어 있으며 시장성장 속도 또한 빠름
- 가금류 사료는 5가지로 분류되며, 옥수수·대두를 기본으로 생선·육류, 지방보충제, 비영양소 첨가제, 소금을 혼합하여 사용

<표 16> 가금류 사료 종류 및 특징

구분	특징
옥수수·대두	가금류에 가장 많이 사용되는 사료이며 가격대비 에너지 함량이 높음
생선·육류	단백질과 아미노산을 섭취할 수 있는 최적의 사료이며, 뼈로부터 칼슘과 인을 섭취할 수 있음. 대개 가금류 식이의 2%~5% 혼합
지방보충제	에너지 활용을 도와주며 발열증가를 감소시킴. 가금류 식이의 5% 혼합
비영양소 첨가제	비영양소 첨가제는 다양한 이유로 활용. 항생제는 질병의 발생을 억제하고 성장을 촉진하기 위해 사용되며, 구충제는 산화방지 및 항진균을 목적으로 사용
소금	대부분의 가금류 식이의 0.2%~0.5% 사용

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 2013년도 전 세계 가금류 사료 시장의 37%를 차지하는 북아메리카에 이어 가금류 제품의 사용량이 높은 아시아·태평양이 전 세계 가금류 사료 시장의 36% 기록



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 8] 2013년도 전 세계 가금류 사료 시장규모 및 전망

- 아시아·태평양의 가금류 사료 시장은 2013년에서 2018년도까지 7.5%의 연평균성장률을 보일 것이라 전망되며 전 세계에서 가장 빠른 성장세를 보일 것이라 예측
- 유럽·중동·아프리카의 가금류 사료 시장은 고단백질 식품의 수요 증가에 따라 6.7%의 연평균성장률을 나타낼 것이라 전망

<표 17> 연도별 전 세계 가금류 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	2,673.8	2,832.2	3,025.6	4,235.2	7.0
아시아·태평양	2,582.7	2,808.8	2,960.5	4,251.3	7.5
유럽·중동·아프리카	2,000.8	2,089.1	2,204.5	3,042.0	6.7
<b>소계</b>	<b>7,257.3</b>	<b>7,730.1</b>	<b>8,190.6</b>	<b>11,528.5</b>	<b>7.1</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 경마에 대한 관심도 증가로 말 시장이 빠르게 성장하고 있으며 말 사육마릿수가 높은 북아메리카에서 가장 큰 시장이 형성
- 말 사료는 사탕무박, 옥수수, 농후사료, 당밀혼합체, 귀리, 펠릿사료, 각형압축사료로 분류되며, 사탕무박과 귀리가 기본 식이에 가장 많이 활용

<표 18> 말 사료 종류 및 특징

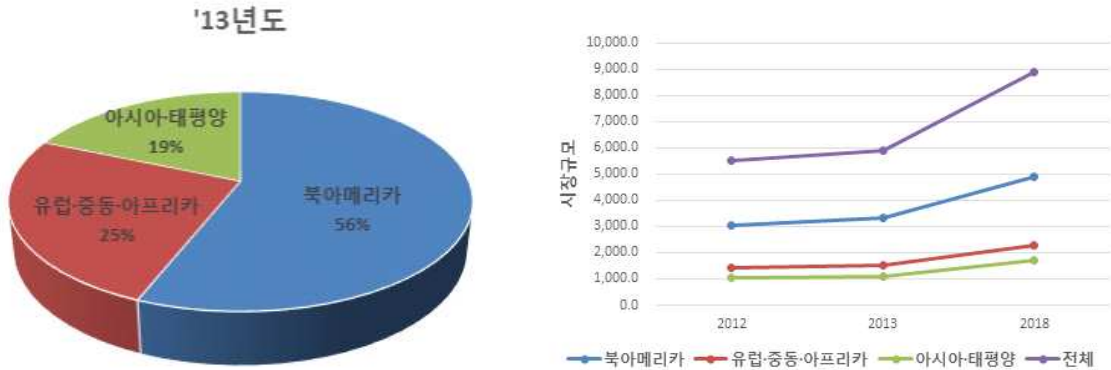
구분	특징
사탕무박	말의 식이에 가장 많이 활용되는 탄수화물 사료이며 건식사료와 습식사료로 모두 사용가능. 습식사료로 사용되는 경우 말에 추가적인 수분을 공급할 수 있기 때문에 선호됨
옥수수	종종 펠릿형태로 사용되는 탄수화물 사료로, 옥수수 알을 그대로 사용하면 치아에 손상을 입힐 수 있어 쪼개어 사용하는 경우가 많음. 귀리 및 보리와 혼합하여 주로 사용
농후사료	성체 말에 사용되는 사료이며 대개 귀리, 보리, 옥수수, 비타민, 미네랄 보충제와 혼합하여 사용
당밀혼합체 <sup>6)</sup>	귀리, 옥수수, 당밀 및 미네랄보충제에 혼합하여 사용
귀리	수십 년간 말의 기본 사료로 사용되어 왔으며, 압착, 분쇄 등 다양한 형태의 귀리가 유통
펠릿사료	연령별로 다양한 크기의 펠릿사료가 제조되며, 옥수수 및 첨가제와 함께 혼합하여 사용. 소화를 돕기 위해 주로 증기로 찌서 활용
각형압축건초	티모시건초를 사각의 모양으로 압축하여 만든 사료. 매우 단단하기 때문에 사용 전 쪼개거나 습윤상태로 만들어 말의 치아에 무리가 가지 않도록 해야 함.

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

6) Sweet feed mix

- 북아메리카가 말 사료시장에서 가장 큰 시장규모를 형성하고 있으며 2013년도 33억 달러의 규모로 전 세계 시장의 56% 차지

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 9] 2013년도 전 세계 말 사료 시장규모 및 전망

- 2013년에서 2018년까지 유럽·중동·아프리카는 8.9%의 연평균성장률을 보여 전 세계에서 가장 빠른 성장을 나타낼 것이라 예측
- 아시아·태평양의 주요 말 사료 시장은 뉴질랜드와 호주이며 2018년도까지 아시아·태평양 시장은 9.3%의 연평균성장률로 성장하여 가장 빠른 성장을 할 것이라 예측

<표 19> 연도별 전 세계 말 사료 시장규모

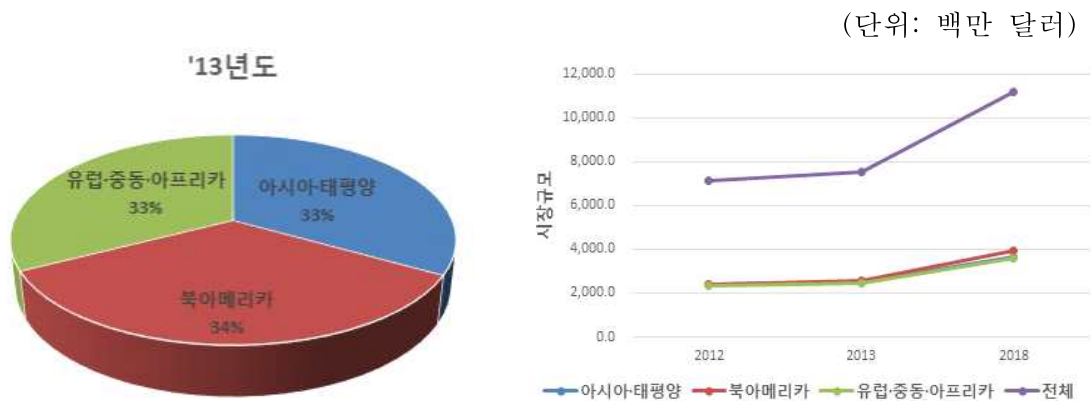
(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	2,869.8	3,064.4	3,316.0	4,901.2	8.1
유럽·중동·아프리카	1,273.4	1,421.5	1,496.6	2,295.2	8.9
아시아·태평양	881.8	1,025.8	1,100.7	1,716.5	9.3
소계	5,025.0	5,511.7	5,913.3	8,912.9	8.6

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

○ 수중배양 사료는 전체 사료 시장의 9%를 차지하여 작은 비중이지만, 8% 이상의 연평균성장률로 시장이 빠르게 확대되고 있음

- 2011년도 아시아·태평양의 수중배양 사료 시장이 21억 8천 달러를 차지하여 21억 6천 달러를 기록한 북아메리카보다 큰 시장을 형성하였지만, 2013년도 아시아·태평양이 25억 달러, 북아메리카가 25억 8천 달러의 시장규모를 기록하여 북아메리카의 시장이 아시아·태평양 보다 확대



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 10] 2013년도 전 세계 수중배양 사료 시장규모 및 전망

- 북아메리카의 수중배양 사료 시장이 8.7%의 연평균성장률로 전 세계에서 가장 빠르게 성장할 것이라 예측되며 유럽·중동·아프리카가 8.0%, 아시아·태평양이 7.7%의 성장률로 2013년부터 2018년까지 성장할 것이라 전망
- 수산물의 효능에 대한 소비자들의 인식이 높아짐에 따라 수중배양 사료의 시장이 함께 확대

<표 20> 연도별 전 세계 수중배양 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
아시아·태평양	2,184.3	2,396.5	2,508.6	3,638.2	7.7
북아메리카	2,168.4	2,417.6	2,585.5	3,923.7	8.7
유럽·중동·아프리카	2,072.3	2,329.1	2,462.4	3,617.1	8.0
소계	6,425.0	7,143.2	7,556.5	11,179.0	8.1

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 애완동물 사료 시장은 2013년도 전체 사료 시장에서 약 51%의 시장규모를 차지하며 북아메리카, 유럽을 중심으로 크게 형성
- 애완동물 사료는 건식, 습식, 반습식 사료로 분류되며 재료와 가공 방법에 따라 장점과 단점이 구분

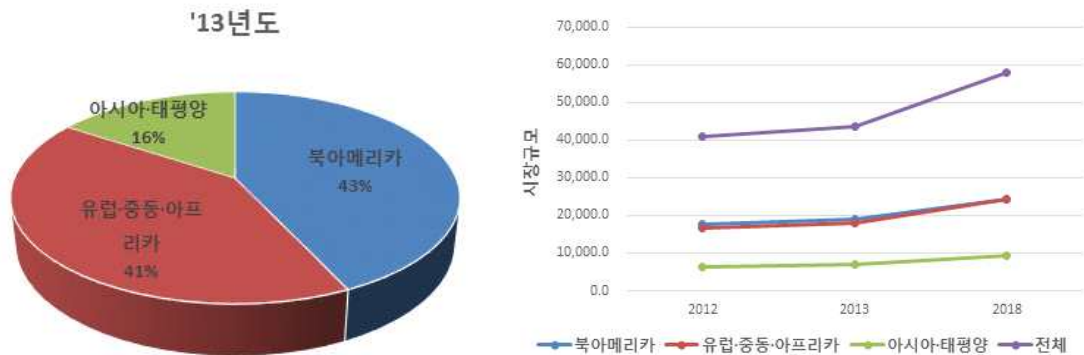
<표 21> 애완동물 사료 종류 및 특징

구분	특징	
건식사료	재료	곡물, 육류, 생선, 유제품, 비타민 및 미네랄 보충제, 대두, 오일, 산화방지제 등
	장점	씹는 과정을 통해 치아 건강이 증진되며, 적은 양으로 양질의 에너지를 얻을 수 있음. 보존제와 산화방지제에 따라 긴 유통기한을 가짐
	단점	습식사료·반습식사료에 비하여 맛이 부족하며 가공 시 발생하는 열에 의해 영양소가 파괴됨
습식사료	재료	육류(살코기), 생선, 곡물, 콩 단백질 고기, 비타민 및 미네랄
	장점	고지방의 맛이 좋은 통조림제품들이 많으며 주로 고기와 생선으로 제조. 통조림제품으로 제조되기 위해 높은 열과 압력으로 가공하는 과정이 필요하여 해로운 박테리아가 제거된 상태이기 때문에 유통기한이 긴 특징을 가짐
	단점	높은 열과 압력은 영양소를 파괴시키며, 건식사료에 비해 가격이 높다는 단점을 가짐. 수분의 무게가 제품에 많이 포함되기 때문에 타 사료와 비교하여 무게 당 낮은 영양성분을 가지고 있음
반습식사료	재료	신선한 상태가 유지된 고기와 곡물들로 만들어지며 지방과 설탕을 처리함. 진공 처리가 된 팩에 보관되어 판매
	장점	소화가 매우 잘 되며, 대부분 건식사료에 비하여 맛이 좋음
	단점	너무 오래 보관하는 경우 제품이 마를 가능성이 높고 맛이 변질됨

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 2013년도 북아메리카 애완동물 사료 시장규모는 187억 달러이며, 유럽·중동·아프리카는 180억 달러로 두 지역의 시장이 전 세계 애완동물 사료 시장의 80%이상 차지

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 11] 2013년도 전 세계 애완동물 사료 시장규모 및 전망

- 아시아·태평양의 애완동물 사료 시장은 세 지역 중 가장 빠른 속도인 6.5%의 연평균성장률로 성장하고 있으며 이는 애완동물 사육 인구가 증가하는 세계적인 트렌드를 반영
- 2013년부터 유럽·중동·아프리카의 애완동물 사료 시장은 2018년도까지 6%의 연평균성장률을 보일 것이라 예측되며, 북아메리카는 5.4%로 성장할 것이라 전망

<표 22> 연도별 전 세계 애완동물 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

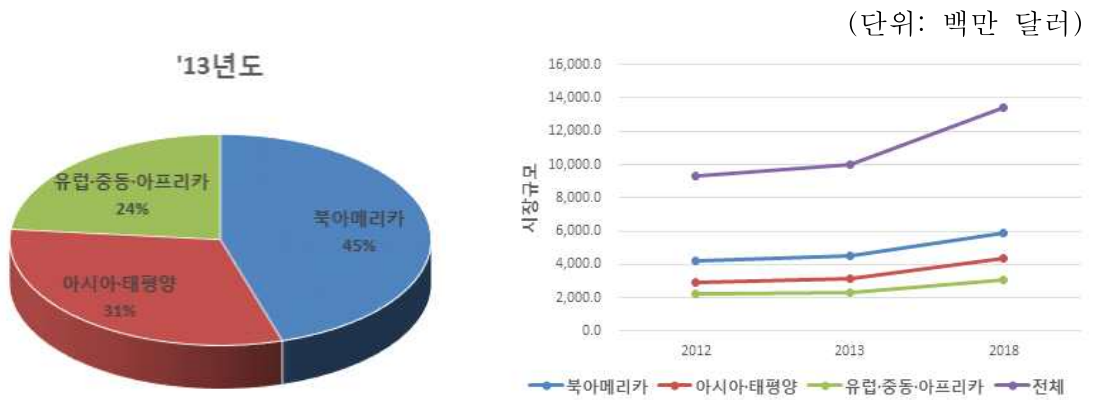
지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	16,603.9	17,788.2	18,795.7	24,451.6	5.4
유럽·중동·아프리카	15,578.6	16,640.5	18,008.8	24,152.3	6.0
아시아·태평양	5,980.8	6,397.3	6,892.7	9,430.1	6.5
소계	38,163.3	40,826.0	43,697.2	58,034.0	5.8

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

○ 돼지, 양 등의 가축 사료시장을 모두 포함한 기타 사료시장은 유럽·중동·아프리카를 중심으로 꾸준히 성장

- 기타 사료시장에서 가장 큰 시장을 형성하는 지역은 북아메리카로 2013년도 45억 달러의 규모를 기록하여 전 세계 기타 사료시장의 45% 차지

\* 기타 사료시장은 돼지, 양 등의 가축 사료시장을 모두 합한 시장



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 12] 2013년도 전 세계 기타 사료 시장규모 및 전망

- 기타 사료 시장 중 유럽·중동·아프리카의 시장이 7.1%의 연평균성장률을 보이며 가장 빠르게 성장하여 2013년도 31억 달러의 규모가 2018년도 44억 달러 규모로 확대될 것이라 전망
- 아시아·태평양은 인구의 증가 및 경제적 발전으로 인해 기타 사료시장이 성장하고 있으며 5.8%의 연평균성장률을 보일 것이라 예측

<표 23> 연도별 전 세계 기타 사료 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	3,964.3	4,186.6	4,516.4	5,907.6	5.5
아시아·태평양	2,607.8	2,911.8	3,122.9	4,401.9	7.1
유럽·중동·아프리카	2,048.3	2,211.6	2,339.1	3,099.1	5.8
소계	8,620.4	9,310.0	9,978.4	13,408.6	6.1

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)



(2) 국내 사료 시장

< 국내 사료의 정의 및 범위 >

- (정의) 사료란 가축의 생명을 유지하고 성장 및 영양공급을 위해 섭취되는 동물 및 어류 원료의 물질로 단미사료/배합사료/보조사료로 분류됨<sup>7)</sup>
  - 동물용의약으로서 섭취하는 제품과 사료첨가제는 제외

「사료관리법」 제2조

- (제1항) "사료"란 「축산법」에 따른 가축이나 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 동물·어류 등(이하 "동물등"이라 한다)에 영양이 되거나 그 건강유지 또는 성장에 필요한 것으로서 단미사료·배합사료 및 보조사료를 말한다.
- (제2항) "단미사료"란 식물성·동물성 또는 광물성 물질로서 사료로 직접 사용되거나 배합사료의 원료로 사용되는 것으로서 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 것을 말한다.
- (제3항) "배합사료"란 단미사료·보조사료 등을 적정한 비율로 배합 또는 가공한 것으로서 용도에 따라 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 것을 말한다.
- (제4항) "보조사료"란 사료의 품질저하 방지 또는 사료의 효용을 높이기 위하여 사료에 첨가하는 것으로서 농림축산식품부장관이 고시하는 것을 말한다.

- (범위) 국내의 사료 시장 및 산업은 단미사료, 배합사료, 보조사료로 분류



7) 사료관리법 제2조

□ 국내 사료는 품질향상·제품다양화 및 정부의 수출활성화 정책으로 내수시장과 수출시장 모두 확대

- 한국 내 사료 소비량은 1980년대 1,000만 톤에서 2013년 1,800만 톤으로 꾸준히 성장<sup>8)</sup>
  - 연간 9조원대의 시장 규모를 기록하고 있으며, 고기 소비량이 매년 늘어남에 따라 10년 뒤에는 국내 사료 시장 규모가 연간 2,000만 톤을 넘어설 것이라 전망
  - 국내 사료는 최근 5년간 제품의 다변화 및 수출의 증가로 지속적으로 성장하고 있으며 이는 품질향상과 동남아 한류열풍에 의한 우리나라의 인지도 상승에 의한 결과로 해석<sup>9)</sup>
  - 수출 품목은 과거 어분 등 단미사료의 중심에서 벗어나 최근 보조사료 등 다양한 품목으로 확대되어 전체적으로 성장세를 이어가고 있음

□ 국내 식물성단미사료의 대부분은 수입에 의존하고 있어 국내 생산은 매우 저조한 편이지만 최근 가공기술의 발달로 점차 국내 생산이 증가<sup>10)</sup>

- 단미사료는 배합사료의 원료가 되며 단미사료의 품질관리를 위한 물질과 혼합하여 판매
  - 단미사료란 식물성·동물성 또는 광물성 물질로서 사료로 직접 사용되거나 배합사료의 원료로 사용되는 것<sup>11)</sup>
  - 단일 단미사료의 명칭을 사용할 경우 당해 단미사료에 다른 물질이나 유사한 사료를 인위적으로 혼합할 수 없음
    - \* 단, 단일 단미사료의 명칭을 사용하면서 단미사료에 수분조절 등 품질관리를 위해 혼합 가능한 사료의 종류는 「사료 등의 기준 및 규격」 [별표 23]에 명시

8) 국내 사료시장 카길 경보 (동아일보, 2015.11.12)

9) 국내사료 수출 활성화 방안 (한국사료협회, 2016.5)

10) 곤충 산업화 등 기타 단미사료 종류 신설...새전기 기대 (출산신문, 2014)

11) 사료관리법 제2조

<표 24> 단미사료 혼합 가능 사료 종류

사료명칭	주원료	혼합물질
골분	골분	강피류, 전분류
과실류가공부산물	과실류가공부산물	강피류, 박류 (수분조절용에 한함)
낙농가공부산물류	낙농가공부산물류	강피류, 박류, 미생물제 (균체, 효모)
남은음식물사료	남은음식물	강피류, 박류, 보존제, 미생물제, 식물가공부산물류, 향미제
당밀	당밀	파당 또는 폐당류
당밀흡착강피류	당밀	강피류
동물성단백질혼합사료	동물성단백질류	동물성단백질류
분말유지	분말유지	강피류, 낙농가공부산물류 (유당, 유장), 박류, 유화제
불해성지방	불해성지방	강피류, 낙농가공부산물류 (유당, 유장), 박류, 유화제
섬유질가공사료	섬유질류사료	곡류, 강피류, 박류, 식품가공부산물류
섬유질발효사료	섬유질류사료	곡류, 강피류, 박류, 식품가공부산물류, 균체, 효모
어즙흡착사료	어즙 및 어류내장의 부산물	강피류, 박류
육즙흡착사료	육즙	강피류
육포	동물성단백질류	보존제, 향미제
혈액가공품	혈액	규산염제
혼합광물질	다량광물질류	미량광물질류
혼합성유지	동·식물성유지류	동·식물성유지류

※ 출처: 「사료 등의 기준 및 규격」 [별표 23]

- 단미사료의 생산량은 약 200만 톤으로 곡물, 어류, 육류에서 생산되며 식물성박류가 가장 많은 생산 기록
- 국내 단미사료는 어분 외 31종으로 분류할 수 있으며<sup>12)</sup> 2014년도 193만 8057톤의 단미사료가 국내에서 생산
- 2014년도 국내 단미사료 중 식물성박류가 48만 7305톤 생산되어 31종의 단미사료 중 가장 많은 양의 생산 기록

12) 단미·보조사료편람 (한국단미사료협회,2015) 기준 단미사료 분류

<표 25> 연도별 단미사료 (31종) 생산량

(단위: 톤)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
어분	28,986	26,188	24,626	25,898	25,151
어즙흡착	32,335	29,605	31,290	33,246	54,942
우모분	17,650	16,198	16,157	16,033	14,835
육분 (수지박)	29,986	29,049	28,655	36,886	40,981
육골분	20,532	18,156	20,918	25,448	16,374
혈분	1,381	1,098	1,879	2,369	2,165
가금도축부산물	18,538	17,881	19,552	18,920	17,460
동물성단백질혼합	612	673	818	783	800
골분	-	-	-	-	-
패분	1,652	740	376	190	35
곡물부산물	157,565	163,942	169,318	136,550	172,079
전분	-	-	-	-	-
옥수수부산물	24,718	22,360	24,457	24,211	24,899
식물성박류	510,781	479,455	469,688	491,333	487,305
식품가공부산물	3,626	5,795	3,614	7,880	8,865
제빵제과제면	28,520	28,865	23,170	23,513	18,632
아미노산발효부산물	-	-	-	-	-
조미료부산물	-	-	-	-	-
두류가공부산물	3,567	4,085	4,294	4,222	3,515
당밀	22,742	24,731	26,561	31,436	40,332
발효사료	100,534	95,869	105,599	74,452	61,844
섬유질사료	400	232	57	87	11,508
섬유질가공	347,899	334,823	383,759	361,683	322,610
유지	217,956	196,565	210,197	228,607	224,569
석회석	361,994	363,264	361,695	359,211	353,270
인산칼슘	15,678	1,159	-	-	-
미량광물질류	4,898	5,231	6,138	6,875	5,966
다량광물질류	550	435	712	290	562
혼합광물질	1,802	1,942	1,937	1,858	2,296
단세포단백질	123	89	137	176	144
남은음식물	28,386	28,782	32,588	29,449	26,918
<b>소계</b>	<b>1,983,411</b>	<b>1,897,212</b>	<b>1,968,192</b>	<b>1,941,606</b>	<b>1,938,057</b>

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

- 식물성박류는 전체 단미사료 생산량 중 25.14%의 비율을 차지하였으며, 그 뒤로 석회석이 18.23%, 섬유질가공이 16.65%, 유지가 11.59%, 곡물부산물이 9% 차지

'14년도



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 13] 2014년도 종류별 국내 단미사료 생산량

- 단미사료의 판매량과 생산량은 유사하게 증감하며 2014년도 섬유질사료, 다량광물질류, 어즙흡착 품목의 생산량이 크게 증가
  - 2014년도 국내 단미사료는 2013년도 생산량에서 0.18%감소한 193만 8057톤이 생산되었으며, 판매량은 1.09% 증가한 196만 721톤 기록
  - 2013년도와 비교하여 2014년도에 가장 크게 생산량이 증가된 품목은 섬유질사료로, 전년도에 비하여 13,127%가 증가하였으며 이어 다량광물질류, 어즙흡착 품목의 생산량이 93%, 65% 증가
    - \* (섬유질사료) 조섬유 함량이 20%이상인 사료를 총칭한 것
  - 단미사료 판매량의 증감은 생산량의 증감과 유사한 양상을 보이며 섬유질사료, 다량광물질류, 어즙흡착의 판매량이 전년도에 비하여 12,755%, 132%, 67%의 비율로 증가

<표 26> 2014년도 단미사료 생산량 및 판매량

(단위: 톤)

구분	생산량			판매량		
	2013	2014	증감(%)	2013	2014	증감(%)
어분	25,898	25,151	-2.88	28,404	26,233	-7.64
어즙흡착	33,246	54,942	65.26	32,602	54,732	67.88
우모분	16,033	14,835	-7.47	15,966	14,826	-7.14
육분 (수지박)	36,886	40,981	11.10	36,788	40,873	11.10
육골분	25,448	16,374	-35.66	24,750	16,763	-32.27
혈분	2,369	2,165	-8.61	2,743	2,079	-24.21
가금도축부산물	18,920	17,460	-7.72	18,761	17,256	-8.02
동물성단백질혼합	783	800	2.17	787	802	1.91
패분	190	35	-81.58	83	130	56.63
곡물부산물	136,550	172,079	26.02	136,487	171,963	25.99
옥수수부산물	24,211	24,899	2.84	24,183	24,940	3.13
식물성박류	491,333	487,305	-0.82	489,385	484,875	-0.92
식품가공부산물	7,880	8,865	12.50	7,896	8,824	11.75
제빵제과제면	23,513	18,632	-20.76	23,488	18,605	-20.79
두류가공부산물	4,222	3,515	-16.75	4,213	3,494	-17.07
당밀	31,436	40,332	28.30	31,777	39,974	25.80
발효사료	74,452	61,844	-16.93	74,675	61,992	-16.98
섬유질사료	87	11,508	13127.59	86	11,056	12755.81
섬유질가공	361,683	322,610	-10.80	361,381	318,828	-11.78
유지	228,607	224,569	-1.77	228,620	251,926	10.19
석회석	359,211	353,270	-1.65	359,282	354,440	-1.35
미량광물질류	6,875	5,966	-13.22	6,001	5,928	-1.22
다량광물질류	290	562	93.79	463	1,077	132.61
혼합광물질	1,858	2,296	23.57	1,898	2,296	20.97
단세포단백질	176	144	-18.18	137	209	52.55
남은음식물	29,449	26,918	-8.59	28,695	26,600	-7.30
<b>소계</b>	<b>1,941,606</b>	<b>1,938,057</b>	<b>-0.18</b>	<b>1,939,551</b>	<b>1,960,721</b>	<b>1.09</b>

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

- 식물성 단미사료는 수입에 크게 의존하는 품목으로 곡류, 식물성 단백질의 수입액이 전체 수입액에서 큰 비중 차지
  - HS분류번호에 따라 곡류 외 8개의 품목으로 분류되어 수입되며 2014년도 1,500톤의 단미사료 수입으로 53억 달러의 수입액 발생
  - 8개의 품목 중 곡류의 수입이 가장 많이 이루어졌으며 930톤의 수입으로 28억 2,800만 달러의 수입액 기록
  - 에너지 함량이 높아 가장 많이 사용되는 곡류사료인 옥수수가 곡류의 수입품목 중 가장 많이 수입

<표 27> 2014년도 단미사료 수입현황

(단위: M/T, 천달러)

구분	품명	HS분류코드	2014년도 수입실적	
			중량	금액
곡류	밀 (소맥)	1001.99.1090	2,424,002	752,691
	호밀 (종자용 제외)	1002.90.0000	529	334
	겉보리	1003.90.2000	21,760	6,939
	귀리 (종자용 제외)	1004.90.0000	4,406	2,396
	옥수수 (사료용)	1005.90.1000	6,819,632	2,037,659
	수수	1007.00.9000	-	-
	루핀종자	1209.29.1000	68,712	28,943
	<b>소계</b>		<b>9,339,041</b>	<b>2,828,962</b>
식물성단백질	양조 또는 증류박	2303.30.0000	-	-
	대두유 추출 시 얻어지는 오일케이크 및 고형의 유박	2304.00.0000	1,779,589	992,250
	낙화생유 추출시 얻어지는 오일케이크 및 고형의 유박	2305.00.0000	-	-
	면실의 것	2306.10.0000	16,579	16,031
	아마인의 것	2306.20.0000	4	8
	해바라기씨의 것	2306.30.0000	1,240	519
	저에루크산 유체씨의 것	2306.41.0000	-	-
	야자 또는 코프라	2306.50.0000	390,369	96,782
	팜넛 또는 핵의 것	2306.60.0000	732,742	135,468
	기타 식물성 박류	2306.90.9000	462,370	119,103
	<b>소계</b>		<b>3,382,893</b>	<b>1,360,161</b>
대용유 원료	대용유의 것	2309.90.1091	624	1,163
	기타	2309.90.1099	30,152	14,158
	<b>소계</b>		<b>30,776</b>	<b>15,321</b>
알팔파	알팔파의 조분과 펠리트	1214.10.1000	17,166	4,983
	알팔파베일	1214.90.9011	181,792	71,205
	<b>소계</b>		<b>198,958</b>	<b>76,188</b>
사료용 근채류 및 식물성부산물	곡물의 짚과 껍질	1213.00.0000	43,515	6,373
	사료용 근채류 (알팔파 이외 목초류)	1214.90.1000	-	-
	기타	1214.90.9090	783,037	250,999
	비트펄프, 버개스 기타 설탕 제조 시 발생 웨이스트	2303.20.0000	162,807	53,732
	기타	2308.00.9000	90,147	18,875
	<b>소계</b>		<b>1,079,506</b>	<b>329,979</b>
대두 (과쇄불분)	채유 및 탈지대두박용	1201.90.1000	950,795	547,204
	사료용	1201.90.2000	0.024	0.152
	<b>소계</b>		<b>950,795</b>	<b>547,204</b>
동물성단백질	육 또는 설육의 분조분 및 펠리트	2301.10.1000	264	343
	어류의 분조분 및 펠리트	2301.20.1000	52,418	89,756
	기타	2301.20.9000	1,068	2,042
	<b>소계</b>		<b>53,750</b>	<b>92,141</b>
갈피류 및 기타식품부산 물	옥수수의 것	2302.10.0000	1	1
	밀의 것	2302.30.0000	207,121	51,141
	채두류의 것	2302.50.0000	1,453	314
	<b>소계</b>		<b>208,575</b>	<b>51,456</b>

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

□ 배합사료는 국제 곡물가격에 따라 가격이 결정되며 양축용 배합사료 중 양돈용 사료가 꾸준히 높은 가격 유지

- 단미사료와 보조사료를 혼합하여 배합사료가 제조되며 배합사료는 양축용, 대용유, 기타로 분류
  - 배합사료란 단미사료와 보조사료를 적정한 비율로 배합 또는 가공한 것으로 양축용, 대용유, 기타로 구분
  - 배합사료는 양축용, 대용유, 기타로 분류되며 대상 동물의 종류에 따라 양계용, 양돈용, 축우용 등으로 소분류됨
- 배합사료의 생산량은 2011년도와 비교하여 2015년도 크게 증가했으며 양축용 배합사료의 생산이 큰 비중 차지
  - 2012년도 배합사료의 생산량이 크게 증가하였으며 2011년도에서 2015년도까지의 복합사료의 총 생산량 중 2015년도의 생산량이 192톤을 기록하여 가장 많은 복합사료의 생산이 이루어짐
  - 양축용의 배합사료가 가장 많이 생산되며 양계용, 양돈용, 축우용의 생산이 2015년도 600만 톤 전후로 이루어짐
  - 기타 배합사료 중 어류용 배합사료가 가장 많은 생산량을 기록하였으며 2015년도 12만 9,004톤 생산

<표 28> 연도별 배합사료 생산량

(단위: 톤)

대분류	소분류	2011	2012	2013	2014	2015
양축용	양계용	4,748,375	4,822,358	4,790,279	5,171,664	5,671,200
	양돈용	2,010,032	5,685,466	6,136,417	5,962,419	6,091,996
	축우용	6,031,950	6,478,974	6,544,519	6,290,463	5,896,317
	기타	1,402,405	1,492,752	1,465,054	1,273,774	1,442,626
	소계	14,192,762	18,479,550	18,936,269	18,698,320	19,102,139
대용유	축우용	1,723	1,935	1,564	1,560	1,375
	양돈용	40,134	50,791	39,647	40,662	46,143
	소계	41,857	52,726	41,211	42,222	47,518
기타	어류용	103,901	101,301	99,541	119,477	129,004
	실험동물용	570	927	1,321	813	1,307
	애완동물용	4,335	5,132	5,955	7,188	9,874
	소계	108,806	107,360	106,817	127,478	140,185
	총계	14,343,425	18,639,636	19,084,297	18,868,020	19,289,842

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)/ 배합사료 생산 및 가격 통계, 농림축산식품부 (2014.12)



- 전년대비 2015년도 양축용 배합사료의 가격은 모두 하락했으며, 양돈용 배합사료의 가격은 양축용 배합사료 중 매년 가장 높은 가격 유지
- 배합사료는 곡물 등의 사료원료를 적정한 비율로 혼합·가공하기 때문에 사료원료가 제품원가에서 차지하는 비중이 매우 높음
- 옥수수, 대두박, 밀 등의 곡물이 배합사료 원료의 대부분을 차지하며 거의 대부분 수입에 의존하는 구조이기 때문에 실질수입 의존도가 95%를 상회할 만큼 수입의존도가 높음
- 2015년도 양축용 배합사료 중 양돈용의 가격이 가장 높으며 기타<sup>13)</sup>, 젃소용, 오리, 양계용, 고기소의 순서로 가격이 점차 낮아짐

<표 29> 연도별 양축용 배합사료 가격

(단위: 원/kg)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
양계용	519	529	531	495	461
양돈용	605	644	637	610	589
젃소용	485	503	508	508	487
고기소	415	429	438	432	399
기 타	-	-	-	-	523
오 리	548	566	580	542	471
양축용가중평균	512	538	542	520	493

※ 출처: 배합사료 생산 및 가격 통계, 농림축산식품부 (2015.12)

- 양축용 배합사료의 가격이 2007년을 기점으로 크게 상승했으며 이는 애그플레이션<sup>14)</sup>으로 국제곡물 가격이 상승하여 수입에 의존적인 양축용 배합사료의 가격이 크게 영향을 받았기 때문

\* 세계 곡물가격이 장기간 낮은 수준을 유지하다가 2006년부터 쌀·소맥·옥수수·대두 등을 중심으로 가격이 급등하여 2005년 9월 톤당 132.66달러이던 국제 밀값이 2007년 12월 125% 급등한 298.44달러 기록

13) 말, 양, 개, 사슴, 오리, 칠면조, 토끼 등

14) 'Agriculture'와 'Inflation'을 합성한 신조어로 곡물가격이 상승하는 영향으로 일반 물가가 상승하는 현상

(단위: 원)



※ 출처: 배합사료 생산 및 가격 통계, 농림축산식품부 (2015.12)

[그림 14] 연도별 양축용 배합사료 가중평균 가격

□ 사료의 효능을 높여주는 보조사료 시장의 경우 항생제 규제 및 소비자들의 친환경 제품에 대한 니즈로 지속 성장

- 선진축산국가에서 성장촉진용 항생물질에 대한 사용금지 및 규제가 강화되면서 대체 기능을 갖는 보조사료에 대한 관심 증가
  - 보조사료란 사료의 품질저하 또는 변질을 방지하기 위해 첨가되는 물질로 사료의 영양성분을 보충하고 사료의 효능 증가
  - 국내 보조사료는 결착제 외 17종으로 분류되며<sup>15)</sup> 2014년도 생균제가 31,953톤의 생산으로 가장 많은 생산량을 기록하였으며, 이어 규산염제, 비타민제가 많은 생산비중 차지
  - 면역증강에 도움이 되는 보조사료의 관심도가 증가하여 생균제, 비타민제, 아미노산제 등의 생산량 증가

<표 30> 연도별 보조사료 (18종) 생산량

(단위: 톤)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
결착제	377	334	315	232	318
유화제	549	611	799	818	800
산미제	2,162	2,533	3,502	3,360	3,470
항응고제	96	471	629	724	648
항산화제	120	78	77	101	113
항곰팡이제	769	556	579	586	460
아미노산제	207	191	409	695	1,669
비타민제	7,447	6,867	9,845	10,602	10,730
효소제	5,794	5,852	7,599	6,781	7,462
생균제	28,386	28,934	31,207	31,468	31,953
향미제	2,140	1,803	2,208	1,784	2,191
비단백태질소화합물	-	-	-	-	-
규산염제	13,732	12,645	14,137	12,586	12,736
완충제	1,185	69	69	82	531
착색제	71	75	81	56	99
추출제	1,199	1,149	1,534	1,636	1,704
올리고당류	33	22	29	25	34
혼합제	746	792	1,232	1,482	1,517
<b>계</b>	<b>65,013</b>	<b>62,982</b>	<b>74,251</b>	<b>73,018</b>	<b>76,435</b>

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

15) 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

- 보조사료의 생산량 및 판매량 중 생균제가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 2014년도 전년대비 보조사료의 총 생산량과 판매량이 모두 증가
  - 2013년도 73,018톤의 보조사료가 생산되었으며 2014년도 4.81% 증가한 76,435톤의 보조사료가 생산
  - 완충제의 생산이 전년대비 약 547% 증가하여 가장 많은 생산량 증가가 이루어졌으며, 아미노산제, 착색제가 그 뒤를 이어 생산량 증가

<표 31> 2014년도 보조사료 생산량 및 판매량

(단위: 톤)

구분	생산량			판매량		
	2013	2014	증감(%)	2013	2014	증감(%)
결착제	232	318	37.07%	230	319	38.70%
유화제	818	800	-2.20%	802	791	-1.37%
산미제	3,360	3,470	3.27%	3,341	3,394	1.59%
항응고제	724	648	-10.50%	725	648	-10.62%
항산화제	101	113	11.88%	95	111	16.84%
항곰팡이제	586	460	-21.50%	589	452	-23.26%
아미노산제	695	1,669	140.14%	688	1,628	136.63%
비타민제	10,602	10,730	1.21%	10,703	10,559	-1.35%
효소제	6,781	7,462	10.04%	6,869	7,498	9.16%
생균제	31,468	31,953	1.54%	31,474	31,967	1.57%
향미제	1,784	2,191	22.81%	1,905	2,114	10.97%
비단백태질소화합물	-	-		-	-	
규산염제	12,586	12,736	1.19%	13,948	13,014	-6.70%
완충제	82	531	547.56%	75	72	-4.00%
착색제	56	99	76.79%	58	95	63.79%
추출제	1,636	1,704	4.16%	1,629	1,686	3.50%
올리고당류	25	34	36.00%	24	33	37.50%
혼합제	1,482	1,517	2.36%	1,443	1,548	7.28%
<b>소계</b>	<b>73,018</b>	<b>76,435</b>	<b>4.81%</b>	<b>74,598</b>	<b>75,929</b>	<b>1.91%</b>

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

- 단미사료와 비교하여 보조사료는 매우 적은 양이 수입되고 있으며 약 9천톤의 보조사료가 수입
  - 수입되는 보조사료는 무기물 혹은 광물질을 주로한 것, 향미제를 주로한 것, 보조사료 기타로 분류되며 무기물 혹은 광물질을 주로한 것의 수입이 가장 큰 비중 차지
  - 2014년도 보조사료는 약 3천만 달러의 수입금액을 기록하였으며 미국과 유럽에서 수입되는 품목이 다수 차지

<표 32> 2014년도 보조사료 수입현황

(단위: M/T, 천달러)

품명	HS분류코드	국가	2014년도 수입실적	
			중량	금액
무기물 혹은 광물질을 주요한 것	2309.90.2010	싱가포르	244	746
		터키	240	63
		아르헨티나	230	95
		영국	125	149
		멕시코	95	188
		미국	88	70
		베트남	41	110
		기타	91	282
		<b>소계</b>	<b>1,154</b>	<b>1,703</b>
		향미제를 주요한 것	2309.30.2020	독일
미국	254			477
네덜란드	170			302
프랑스	147			1,348
중국	99			735
영국	54			69
스위스	39			697
기타	9			96
<b>소계</b>	<b>1,083</b>			<b>4,604</b>
보조사료 기타	2309.90.2099	미국	2,411	6,782
		네덜란드	1,348	3,053
		싱가포르	1,234	2,643
		프랑스	966	4,605
		영국	564	1,567
		중국	373	1,480
		독일	332	903
		이탈리아	317	1,287
		멕시코	295	1,058
		벨기에	290	779
		스웨덴	270	370
		인도	209	578
		콜롬비아	207	849
		캐나다	128	905
		스페인	120	945
		오스트리아	119	1,679
		기타	185	985
<b>소계</b>	<b>9,368</b>	<b>30,468</b>		

※ 출처: 단미·보조사료편람, 한국단미사료협회 (2015)

마. 국내의 사료첨가제 시장

(1) 전 세계 사료첨가제 시장

< 해외 사료첨가제의 정의 및 범위 >

○ 기본 사료에 혼합되는 단일물질 혹은 복합물질로 매우 적은 양으로 특정 기능을 위해 사용(16)

□ 육류소비 증가 및 사료시장 확대에 따라 전세계 사료첨가제 시장도 함께 확대되고 있으며 최근 항생제 대체 사료첨가제에 대한 관심 증가

○ 육류 소비의 지속적인 증가 현상과 함께 조류독감, 수족구병 등과 같은 동물 질병발생은 동물건강에 대한 관심을 불러일으켜 전 세계 동물 사료첨가제 시장이 점차 확대

- 2013년도 유럽·중동·아프리카의 사료첨가제 시장이 94억 달러의 시장규모를 형성하여 전 세계의 사료첨가제 시장의 가장 큰 비율인 46% 차지

- 북아메리카의 경우 2013년도 64억 달러의 사료첨가제 시장규모를 기록하여 전 세계 시장의 32%를 차지하였으며, 아시아·태평양은 44억 달러의 규모로 22%의 비율 기록

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 15] 2013년도 전 세계 지역별 사료첨가제 시장규모 및 전망

16) COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 전 세계 사료첨가제 시장은 5.4%의 연평균성장률로 확대되고 있으며 특히 북아메리카의 성장률이 5.5%로 가장 높을 것이라 전망
- 아시아·태평양의 경우 농산업에서 사용되는 사료첨가제에 대한 인식이 낮고 소비자구매력이 약하여 성장률이 타 지역에 비하여 낮음

<표 33> 연도별 전 세계 사료첨가제 시장규모

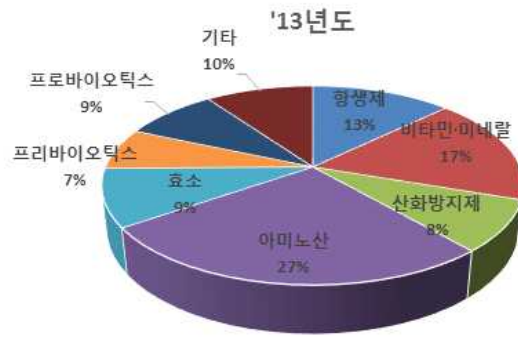
(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	8,626.8	9,073.7	9,480.3	12,349.7	5.4
북아메리카	5,888.1	6,201.4	6,468.9	8,443.3	5.5
아시아·태평양	4,113.4	4,318.4	4,490.4	5,809.5	5.3
<b>소계</b>	<b>18,628.3</b>	<b>19,593.3</b>	<b>20,439.6</b>	<b>26,602.5</b>	<b>5.4</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 타깃 동물에 따른 시장 점유율은, 약 73.4%가 돼지 또는 닭 사료용이며, 소가 19.2%, 수중배양 및 애완동물 등이 7.4% 기록<sup>17)</sup>
  - 특히, 사료첨가제 시장은 애완동물 관련 산업과 밀접한 관련이 있으며 애완동물의 건강을 위한 고품질 사료 소비가 증가하는 것과 함께 사료첨가제 시장도 성장
- 사료첨가제 시장은 항생제 외 7개의 시장으로 분류되며 항생제의 사용 감소추세에 따라 이를 대체할 수 있는 종류의 사료첨가제 시장이 점차 성장
- 전 세계 사료첨가제 시장에서 아미노산 시장이 2013년도 54억 달러를 기록하여 전 시장의 26.8%를 점유하는 가장 큰 시장규모를 기록하였으며, 이어 비타민·미네랄, 항생제, 기타, 효소, 프로바이오틱스, 산화방지제, 프리바이오틱스가 그 다음을 차지
  - 프리바이오틱스의 시장이 연평균성장률 7.1%로 사료첨가제 시장 중에서 가장 빠른 속도로 성장하고 있으며 산화방지제와 비타민·미네랄이 6%이상의 성장률로 빠르게 성장

17) 사료첨가제 제조기술과 시장동향 분석 (한국콘텐츠학회 2014년도 추계 종합학술대회 논문집, 2014.11)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 16] 2013년도 전 세계 종류별 사료첨가제 시장규모

- 항생제 시장은 사료첨가제 중 가장 낮은 성장세를 보이고 있으며 이는 항생제 사용에 의한 내성균 발생가능성이 높아지는 현상을 원인으로 함
- \* 항생제를 대체하는 사료첨가제인 비타민·미네랄, 효소, 프로바이오틱스의 시장이 항생제 시장의 감소와는 대조적으로 빠르게 성장

<표 34> 종류별 전 세계 사료첨가제 시장규모

(단위: 백만 달러)

구분	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
항생제	2,510.6	2,514.4	2,621.7	2,934.3	2.3
비타민·미네랄	3,219.4	3,370.5	3,555.8	4,775.9	6.1
산화방지제	1,516.6	1,637.3	1,706.4	2,312.1	6.3
아미노산	5,015.4	5,259.8	5,475.6	7,121.4	5.4
효소	1,728.2	1,842.4	1,921.2	2,522.0	5.6
프리바이오틱스	1,234.9	1,336.7	1,385.5	1,948.0	7.1
프로바이오틱스	1,576.1	1,693.0	1,757.6	2,309.5	5.6
기타	1,827.1	1,939.4	2,015.8	2,679.3	5.9
<b>소계</b>	<b>18,628.3</b>	<b>19,593.5</b>	<b>20,439.6</b>	<b>26,602.50</b>	<b>5.4</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)



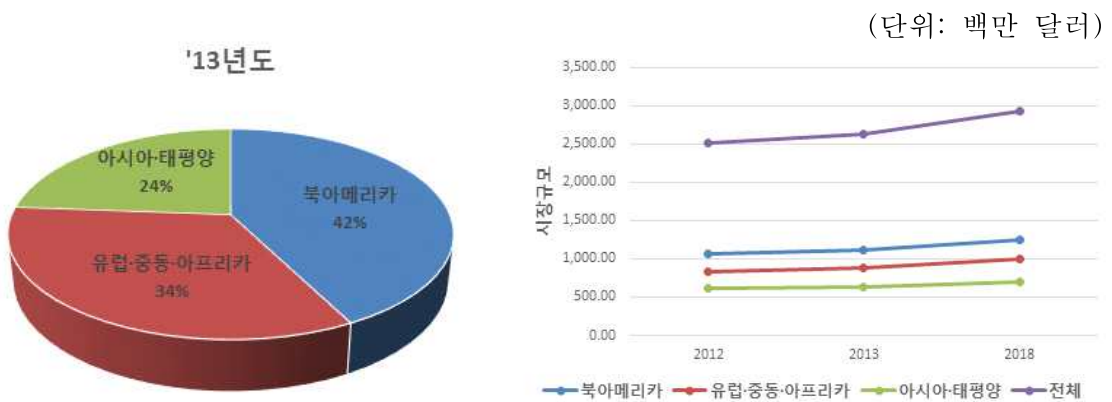
□ 건강하고 안전한 육류섭취 및 가축의 사료효율성을 높이기 위한 방법으로 사료첨가제가 사용

○ 항생제의 사용금지 추세로 인해 항생제 시장은 점차 축소되고 있으며 낮은 성장률을 보임

- 1950년대 이후 가축의 빠른 성장을 돕기 위해 항생제의 사용량이 증가하였지만, 내성균 증가의 위험성이 알려져 항생제 사용 감소를 위한 운동이 확산

\* 덴마크는 DANMAP<sup>18)</sup>을 설립하여 항생제 사용량을 감소시키기 위한 활동 및 항생제 소비모니터링 수행

- 북아메리카의 항생제 시장규모가 2013년도 11억 달러를 기록하여 전 세계 사료첨가제용 항생제 시장 중 가장 큰 규모를 차지하였으며 이는 전 세계 시장의 42%로 나타났다



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 17] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 항생제 시장규모 및 전망

- 사료첨가제용 항생제 시장은 2013년도에서 2018년까지 2.3%의 연평균성장률에 의해 성장할 것으로 예측되어 타 사료첨가제 시장보다 느리게 성장할 것이라 전망

- 아시아·태평양의 항생제 시장은 2.1%의 연평균성장률을 보일 것이라 예측되어 전 지역 중 가장 느리게 성장할 것이라 전망되며 2013년도 6억 2천만 달러의 규모 차지

18) Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Program

<표 35> 연도별 전 세계 사료첨가제용 항생제 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
북아메리카	1,065.9	1,060.9	1,112.7	1,248.4	2.3
유럽·중동·아프리카	849.5	838.5	884.8	993.2	2.3
아시아·태평양	595.2	615.0	624.2	692.7	2.1
소계	2,510.6	2,514.4	2,621.7	2,934.30	2.3

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 곡류에 결여된 아미노산을 보충하기 위해 라이신, 트립토판 등 다양한 사료첨가제용 아미노산이 이용되고 있으며 그 수요가 점차 증가
  - 사료첨가제용 아미노산은 밀, 옥수수, 콩 등의 자연사료 섭취만으로는 부족한 아미노산을 보충하기 위해 사용되며 가축의 빠른 성장을 돕기 때문에 시장이 점차 확대
    - \* 라이신, 트립토판, 메티오닌, 트레오닌 등의 사료첨가제용 아미노산이 주요 시장을 이룸
  - 유럽·중동·아프리카의 사료첨가제용 아미노산의 시장규모가 25억원을 기록하여 전체 시장의 47%를 차지하였으며 북아메리카가 28%, 아시아·태평양이 25% 기록

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 18] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 아미노산 시장규모 및 전망

- 북아메리카의 사료첨가제용 아미노산 시장이 2013년부터 연평균성장률 5.8%로 전 세계에서 가장 빠르게 성장할 것이라 전망

- 2013년부터 2018년까지 유럽·중동·아프리카는 연평균 5.3%로 성장할 것이라 예측되며 아시아·태평양은 5.1%의 성장률로 확대될 것이라 예측

<표 36> 연도별 전 세계 사료첨가제용 아미노산 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	2,362.6	2,467.6	2,562.6	3,317.7	5.3
북아메리카	1,369.7	1,451.1	1,517.0	2,011.2	5.8
아시아·태평양	1,283.1	1,341.1	1,396.0	1,792.5	5.1
소계	5,015.4	5,259.8	5,475.6	7,121.40	5.4

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 육류섭취량의 증가에 따라 가축의 웰빙을 돕고 사망률을 낮춰주는 효소용 사료첨가제의 인기가 함께 증가

- 효소는 사료의 소화를 도와 영양소의 활성을 높이는 기능을 가져 돼지, 가금류, 소, 수중배양에 주로 사용되며 항생제의 이용을 줄이는 트렌드에 따라 효소가 항생제를 대체하며 사용량이 점차 증가하는 추세

\* 대표적인 효소로 피타아제 (Phytase)가 사용되며, 피타아제는 곡물에 포함되어 있지만 소화되기 어려운 인을 소화시키는 기능을 가짐

- 전 세계 사료첨가제용 효소의 시장 중 유럽·중동·아시아의 시장이 54%의 규모를 차지하였으며, 북아메리카와 아시아·태평양이 각각 27%, 19% 차지



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 19] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 효소 시장규모 및 전망

- 북아메리카와 아시아·태평양의 사료첨가제용 효소 시장은 2013년에서 2018년까지 6%이상의 연평균성장률을 보이며 빠르게 성장할 것이라 예측
- 유럽·중동·아프리카의 사료첨가제용 효소시장은 전 세계 시장의 과반수 이상을 차지하지만 연평균성장률 5.2%로 가장 느리게 성장할 것이라 전망

<표 37> 연도별 전 세계 사료첨가제용 효소 시장규모

(단위: 백만 달러)

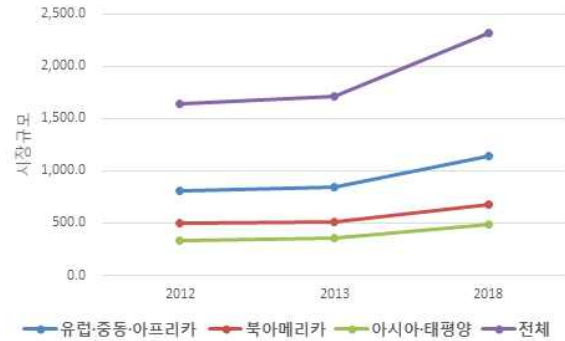
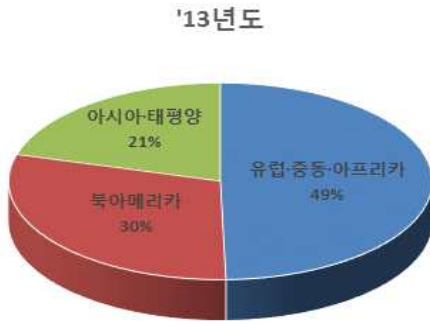
지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	929.2	987.5	1,034.1	1,335.0	5.2
북아메리카	466.4	501.3	517.7	691.3	6.0
아시아·태평양	332.6	353.6	369.4	495.7	6.1
<b>소계</b>	<b>1,728.2</b>	<b>1,842.4</b>	<b>1,921.2</b>	<b>2,522.0</b>	<b>5.6</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 사료의 부패를 방지하는 산화방지제는 인간과 동물의 식품에 모두 사용되는 물질로 축산 및 양계 제품 수요가 증가하는 추세에 따라 함께 수요 증가
  - 산화방지제는 사료에 포함되어 있는 지방, 비타민, 색소물질, 맛을 발현하는 물질을 포함한 기타 영양성분들의 변질을 방지하는 역할<sup>19)</sup>
  - 산화된 사료를 먹이는 경우 양식동물들의 건강 약화와 행동 둔화를 초래하기 때문에 산화를 방지하는 것이 사료의 필수 조건
  - 종에 관계없이 다양한 식품에서 사용되지만 지방과 오일의 산화를 방지하는 것이 중요
  - 특히, 수산식품은 산화에 취약한 다불포화지방 (polyunsaturated fats)을 많이 포함하기 때문에 수산물을 활용한 식품가공에 산화방지제는 필수적으로 사용되어야 함
  - 2013년도 전 세계 사료첨가제용 산화방지제 사료 시장의 49%를 유럽·중동·아프리카가 차지하였으며, 이어 북아메리카, 아시아·태평양가 전 세계 사료첨가제용 산화방지제 시장의 30%, 21% 차지

19) 사료에 첨가되는 항산화제 가격 대폭 인상 (The Fish site, 2014.1.2)

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 20] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 산화방지제 시장규모 및 전망

- 전 세계 사료첨가제용 산화방지제는 2013년도 약 17억 달러의 시장규모를 기록하였으며, 6.3%의 연평균성장률에 의해 성장하여 2018년도에는 약 23억 달러의 규모를 차지할 것이라 전망
- 아시아·태평양의 육류 소비가 증가함에 따라 고품질 육류에 대한 수요가 증가하였으며, 이에 따라 사료의 품질을 유지할 수 있는 산화방지제의 시장 또한 함께 확대되고 있어 6.8%의 높은 연평균성장률 기록
- 전 세계 사료첨가제용 산화방지제의 시장에서 유럽·중동·아프리카는 2013년부터 2018년까지 6.2%의 연평균성장률로 성장할 것이라 예측되며, 북아메리카는 6.0%의 성장률로 확대될 것이라 전망

<표 38> 연도별 전 세계 사료첨가제용 산화방지제 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	739.8	806.5	846.1	1,141.7	6.2
북아메리카	458.4	492.9	508.4	680.5	6.0
아시아·태평양	318.4	337.9	351.9	489.9	6.8
<b>소계</b>	<b>1,516.6</b>	<b>1,637.3</b>	<b>1,706.4</b>	<b>2,312.1</b>	<b>6.3</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 비타민과 미네랄은 여러 대사작용에 있어 필수적인 기능을 가지기 때문에 사료첨가제 시장에서 점차 확대되는 양상
  - 비타민과 미네랄은 면역 및 생식시스템에 중요한 역할을 하기 때문에 적정수준의 비타민과 미네랄을 유지하는 것이 매우 중요
  - 유럽·중동·아프리카가 2013년도 사료첨가제용 비타민·미네랄 시장에서 15억 달러의 규모를 기록하였으며 북아메리카는 12억, 아시아·태평양은 7억 3천만 달러를 기록하여 각각 43%, 36%, 21% 차지



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 21] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 비타민·미네랄 시장규모 및 전망

- 유럽·중동·아프리카의 시장은 2013년도 15억 달러의 규모를 기록하여 전 세계 시장의 43%를 차지하였으며, 5.8%의 연평균성장률로 성장할 것이라 전망
- 2013년에서 2018년까지 북아메리카는 6.4%의 연평균성장률로 시장규모가 확대될 것이라 예측되며, 아시아·태평양의 시장은 6.2%의 성장률을 가질 것으로 전망

<표 39> 연도별 전 세계 사료첨가제용 비타민·미네랄 시장규모 (단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	1,412.1	1,466.4	1,539.7	2,039.7	5.8
북아메리카	1,151.9	1,215.6	1,286.1	1,750.4	6.4
아시아·태평양	655.4	688.5	730.0	985.8	6.2
소계	3,219.4	3,370.5	3,555.8	4,775.9	6.1

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

○ 항생제를 대체 할 수 있는 프로바이오틱스의 뛰어난 효능이 밝혀짐에 따라 사료첨가제용 프로바이오틱스의 시장 확대

- 프로바이오틱스는 장내 건강을 증진시켜주는 기능을 가지고 있으며 최근 항생제를 대체하는 가장 유효한 사료첨가제로 알려져 시장이 빠르게 성장

\* 균주 중 *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococci faecium*, *Bacillus species*, *Bifidobacterium bifidum*이 흔히 사용

- 2013년도 유럽·중동·아프리카는 8억 6천만 달러의 시장규모를 기록하여 전 세계 사료첨가제용 프로바이오틱스 시장의 49%를 차지하였으며, 북아메리카와 아시아·태평양은 각각 5억 4천만 달러, 3억 5천 달러의 시장규모로 31%, 20% 차지



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 22] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 프로바이오틱스 시장규모 및 전망

- 북아메리카는 유럽·중동·아프리카에 이어 두 번째로 큰 시장규모를 가지는 반면 연평균성장률 6.1%로 가장 빠르게 성장을 할 것이라 예측

- 사료첨가제에 대한 연구가 오래전부터 이루어졌으며, 프로바이오틱스의 효과에 대한 다양한 사실이 연구를 통해 입증되었기 때문에 북아메리카와 유럽·중동·아프리카의 연평균성장률이 상대적으로 높음

- 아시아·태평양의 사료첨가제용 프로바이오틱스는 5.0%의 연평균성장률을 나타내며 세 지역 중 가장 느리게 확대될 것이라 전망

<표 40> 연도별 전 세계 사료첨가제용 프로바이오틱스 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	765.6	827.7	862.1	1,130.1	5.6
북아메리카	488.6	525.4	543.4	729.1	6.1
아시아·태평양	321.9	339.9	352.1	450.3	5.0
<b>소계</b>	<b>1,576.1</b>	<b>1,693.0</b>	<b>1,757.6</b>	<b>2,309.5</b>	<b>5.6</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

○ 프로바이오틱스 시장규모 성장과 함께 프로바이오틱스의 영양원이 되는 프리바이오틱스의 시장도 함께 성장

- 프리바이오틱스는 프로바이오틱스의 영양원이 되어 장내 환경을 개선하는데 도움을 주며, 주로 올리고당과 같은 탄수화물로 이루어져 있는 경우가 많고, 대부분 식이섬유의 형태로 존재

\* 사료에 사용되는 프리바이오틱스는 현재 완벽하게 개발되지 않은 상태이며 지속적으로 연구가 이루어지고 있음

- 전 세계 사료첨가제용 프리바이오틱스의 시장규모는 2013년도 유럽·중동·아프리카에서 6억 8천만 달러를 기록하였으며 북아메리카는 4억 1천만 달러, 아시아·태평양은 2억 8천만 달러로, 전 세계 시장의 각 49%, 30%, 21% 차지

(단위: 백만 달러)



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 23] 2013년도 전 세계 사료첨가제용 프리바이오틱스 시장규모 및 전망



- 유럽·중동·아프리카는 2013년에서 2018년까지 7.4%의 연평균성장률로 성장할 것으로 예측되며, 북아메리카는 6.8%로 성장할 것이라 전망
- 프로바이오틱스와 유사하게 아시아·태평양에서 작은 시장규모를 가지고 있으며 연평균성장률 또한 6.5%로 전 세계에서 가장 낮은 성장세를 보임

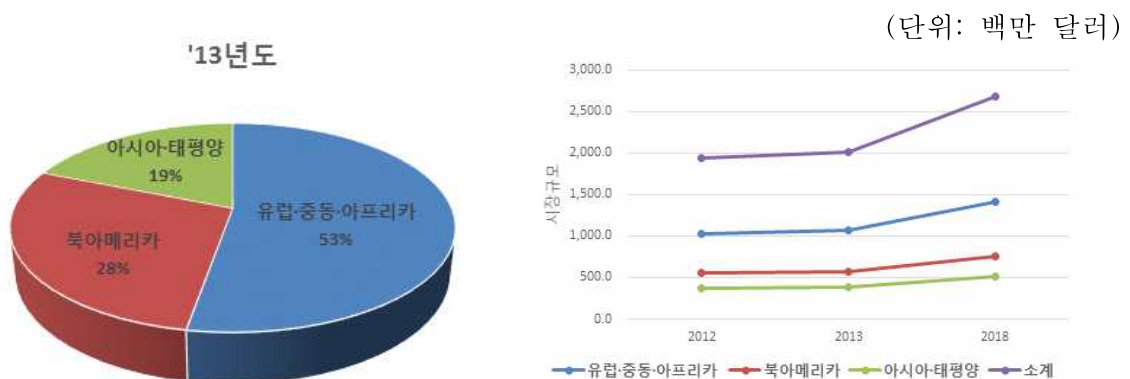
<표 41> 연도별 전 세계 사료첨가제용 프리바이오틱스 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	600.3	657.6	687.0	983.5	7.4
북아메리카	374.2	403.0	412.5	573.3	6.8
아시아·태평양	260.4	276.1	286.0	391.2	6.5
소계	1,234.9	1,336.7	1,385.5	1,948.0	7.1

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

- 사료첨가제 시장에서 아미노산, 비타민·미네랄, 항생제에 이어 큰 시장규모를 차지하고 있으며 아시아·태평양에서 가장 빠르게 성장 중
- 기타 사료첨가제에는 향미료, 항공광이제, 펠릿결착제 등 다양한 제품들이 포함되며 유럽에서 대량생산을 통한 판매가 아닌 틈새시장을 목표로 제품이 생산
- 2013년도 유럽·중동·아프리카는 기타 사료첨가제의 분야에서 10억 달러의 시장규모를 기록하여 전 세계 시장의 53% 비율을 차지였으며, 그 뒤로 북아메리카가 28%, 아시아·태평양이 19% 기록



※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

[그림 24] 2013년도 전 세계 기타 사료첨가제 시장규모 및 전망

- 아시아·태평양의 기타 사료첨가제 시장규모는 가장 작은 규모를 기록하였지만, 2013년도부터 2018년도까지 6.1%의 연평균성장률로 가장 빠른 성장세를 나타낼 것이라 예측
- 유럽·중동·아프리카는 5.8%, 북아메리카는 5.9%의 연평균성장률을 나타낼 것이라 전망

<표 42> 연도별 전 세계 기타 사료첨가제 시장규모

(단위: 백만 달러)

지역	2011	2012	2013	2018	CAGR% 2013-2018
유럽·중동·아프리카	967.7	1,021.9	1,063.9	1,408.8	5.8
북아메리카	513.0	551.2	571.1	759.1	5.9
아시아·태평양	346.4	366.3	380.8	511.4	6.1
<b>소계</b>	<b>1,827.1</b>	<b>1,939.4</b>	<b>2,015.8</b>	<b>2,679.3</b>	<b>5.9</b>

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

## (2) 국내 사료첨가제 시장

### < 국내 사료첨가제 정의 및 범위 >

- (정의) 국내 사료첨가제는 질병의 예방, 결핍물의 보충, 사료효율을 높이기 위하여 사용되는 동물용의약품으로 정의<sup>20)</sup>
  - 일반적으로 시중에 유통되는 보조사료와 사료첨가제는 기본적으로 배합사료 등에 첨가되어 '사료첨가제'로 혼용되는 경우가 많음
  - 하지만, '보조사료'는 사료관리법 제2조제4항에 의거하여 사료의 품질저하방지를 위해 사용되는 제품으로 농림축산식품부장관이 고시
  - '사료첨가제'는 「약사법」에 제85조 및 「의료기기법」 제46조에 따라 규정된 「동물용 의약품취급규칙」 제2조제6항에 의거하여 사료에 첨가되는 동물용의약품을 뜻함
    - \* 같은 비타민이라 하더라도 사료관리법에 의거 효용증대를 위하여 사료에 첨가하는 비타민사료는 보조사료에 해당

#### 「동물용의약품 등 취급규칙」 제2조

- (제6항) "사료첨가제"라 함은 비타민제·푸로비타민제·항생물질·항균제·항산화제·항곰팡이제·효소제·생균제·아미노산제 및 미량광물질 등 사료에 첨가하여 질병의 예방, 결핍물의 보충, 사료효율의 증진 및 성장촉진 등을 목적으로 사용하는 동물용의약품 또는 동물용의약외품을 말한다.
- (범위) 국내의 사료첨가제는 한국 동물약품협회의 기준에 따라 소화기계작용약, 대사성약, 항병원성약, 의약외품, 보조적 의약외품



20) 동물용의약품 등 취급규칙 제2조제6항

□ 사료첨가제는 동물 질병 발생에 따라 영향을 받는 산업이며 국내 사료첨가제의 판매액은 감소하다가 최근 다시 증가하는 추세

○ 사료첨가제는 가축의 질병개선 및 건강관리에 효과를 가지는 물질로 동물원성 감염증의 발생 여부에 영향을 받음

- 사료첨가제는 배합사료에 첨가되어 소화력 향상, 병원균 저감, 항산화 효과, 대사성 개선, 독성 물질 제거 등의 효과를 나타냄<sup>21)</sup>

- 사료첨가제 산업은 소득 수준과, 육류소비량, 애완 동물 수요 증가에 영향을 받는 산업이며, 국내의 사료첨가제 시장은 2013년도 기준 약 2,587억의 규모로 전 세계 사료첨가제 시장의 약 2% 차지

- 사료첨가제의 특성상 원료 종류가 다양하며 단위 품목별 소요량이 적어 곡물 시장의 움직임과 거의 무관하게 변화

- 그러나, 구제역이나 조류 독감 같은 동물원성 감염증 발생에 민감한 특성을 가짐

○ 친환경 농업소재의 시장규모 확대에 따라 친환경 사료첨가제 시장도 함께 성장<sup>22)</sup>

- 친환경 농약, 비료, 동물사료를 포함하는 친환경농업소재의 시장규모 확대 및 관련 기술개발이 추진 중

- 친환경 농산물 및 먹거리에 대한 수요가 확대됨에 따라 국내 친환경 사료첨가제 시장도 연간 약 20%의 규모로 확대되어 2016년에는 1,658억원의 규모가 될 것으로 추정

- 동물용 사료첨가제의 경우, 소재의 특성이 의약품 및 식품의 효능 성분과 일부 유사하므로 바이오 기업에서 친환경 동물사료로 사업화가 확대되고 있는 추세

○ 해외 사료첨가제 시장의 확대와는 반대로 국내 사료첨가제 판매액은 점차 감소하는 추세

- 2012년도 사료첨가제는 약 830억원의 판매량을 기록한 이후 2014년도까지 판매액이 감소하였지만 2015년도 증가하여 약 570억원의 판매액 기록

21) 사료첨가제 제조기술과 시장동향 분석 (한국콘텐츠학회 2014년도 추계 종합학술대회 논문집, 2014.11)

22) 2013 중소기업 기술 로드맵\_바이오농업소재 산업 (중소기업청, 2012)

- 보조적의약외품은 매년 총 사료첨가제 판매량에서 80%이상의 비중을 차지
- 2013년도까지 대사성약이 소화기계작용약보다 많은 판매량을 기록하였지만, 2014년도부터는 소화기계작용약이 대사성약보다 높은 판매량을 기록

<표 43> 연도별 사료첨가제 판매액

(단위: 천원)

대분류	소분류	2012	2013	2014	2015
소화기계 작용약	건위약	1,484,830	2,011,112	1,522,703	1,561,527
	소화약	1,578,999	1,798,896	1,476,725	1,860,392
	복합소화기계작용약	31,447	68,436	73,996	75,400
	<b>소계</b>	<b>3,095,276</b>	<b>3,878,444</b>	<b>3,073,424</b>	<b>3,497,319</b>
대사성약	비타민	3,257,207	2,098,366	1,473,319	1,449,189
	아미노산	744,572	618,175	563,593	444,076
	광물질	28,110	61,983	47,562	151,695
	면역촉진약	3,440	2,000	1,200	-
	생약추출분해약	7,250	5,500	4,400	5,390
	기타대사성약	665,923	413,836	29,058	155,550
	복합대사성약	250,226	294,357	236,938	230,671
	전해질 및 영양공급약	1,525,165	1,597,015	273,019	565,394
<b>소계</b>	<b>6,481,893</b>	<b>5,091,232</b>	<b>2,629,089</b>	<b>3,001,965</b>	
항병원성 약	항원충약	1,627,429	1,624,985	1,199,124	932,866
	구충제	365,734	141,703	99,380	85,040
	<b>소계</b>	<b>1,993,163</b>	<b>1,766,688</b>	<b>1,298,504</b>	<b>1,023,763</b>
의약외품	소독제	64,950	48,275	129,548	86,561
	방충제 및 살충제	48,182	63,000	50,100	-
	애완동물용제제			17,197	9,281
	<b>소계</b>	<b>113,132</b>	<b>111,275</b>	<b>196,845</b>	<b>95,842</b>
보조적 의약외품	기타사료첨가제	280,473	737,446	652,186	715,771
	주문용사료첨가제	71,976,993	54,159,479	45,418,983	49,417,712
	<b>소계</b>	<b>72,257,466</b>	<b>54,896,925</b>	<b>46,071,169</b>	<b>50,133,483</b>
<b>계</b>	<b>83,940,930</b>	<b>65,744,564</b>	<b>53,269,031</b>	<b>57,786,656</b>	

※ 출처: 분류별 판매동향 (한국동물약품협회)

※ 수출은 제외

## 바. 글로벌 사료 및 사료첨가제 주요 기업 경쟁현황

### (1) 국외 주요 기업 경쟁 현황

#### (가) 사료업계 동향

□ 사료엔 포크판드 푸드를 제외한 주요 국외 사료업체 중 대다수는 미국과 유럽의 업체이며 카길이 가장 큰 시장규모 차지

○ 국외 사료시장의 주요 기업은 카길 (Cargil, 미국), 사료엔 포크판드 푸드 (Charoen Pokphand Food, 태국), 엘랑코 애니멀헬스 (Eli Lilly's Elanco Animal Health, 미국) 로 카길이 가장 큰 시장 차지

- 카길, 사료엔 포크판드 푸드, 엘랑코 애니멀헬스는 가축 사료 이외에도 식품, 축산, 물류, 동물약품 등 다양한 사업 분야에서 활동 중
- 특히, 카길과 사료엔 포크판드푸드는 식품 분야의 사업활동을 통해 곡물 및 가축사료의 부가가치를 높여 가축사료 사업분야의 지속적인 발전을 이루고 있음

○ 국외 사료시장에서 가장 많은 시장규모를 차지하고 있는 업체는 카길이며 사료엔 푸드판드 푸드가 그 뒤를 차지

- 카길은 애완동물 사료를 제외한 소, 가금류, 말, 수중배양 사료 시장에서 점유율 1위를 기록하였으며 특히 말 사료 시장에서 33.7%의 점유율로 가장 높은 점유율 차지
- 카길에 이어 사료엔 포크판드 푸드가 소, 가금류, 수중배양 사료 시장에서 두 번째로 높은 점유율을 기록
- 애완동물 사료는 마즈와 네슬레가 전체 시장의 약 60%를 차지하고 있으며 국내에서는 마즈의 페디그리가 가장 많이 판매되며 네슬레의 퓨리나 베네폴, 퓨리나 도그 초우가 그 뒤를 이음<sup>23)</sup>

23) 미국 애견사료 시장동향 (KOTRA 해외비즈니스포털, 2014)

<표 44> 가축별 글로벌 사료 공급업체 점유율

구분	기업명	점유율(%)
소	기타	23.4
	카길 (Cargil)	19.4
	샤로엔 포크판드 푸드 (Charoen Pokphand Food)	16.3
	CHS	14.7
	엘랑코 애니멀헬스 (Eli Lilly's Elanco Animal Health)	11.8
	ADM	5.8
	랜드 오레이크 팜랜드 피드 (Land O Lakes Purina)	5.1
	뉴트레코 (NutrecoEspañna)	3.5
	<b>Total</b>	<b>100</b>
가금류	카길 (Cargil)	24.1
	샤로엔 포크판드 푸드 (Charoen Pokphand Food)	20.1
	엘랑코 애니멀헬스 (Eli Lilly's Elanco Animal Health)	14.6
	ADM	7.2
	랜드 오레이크 팜랜드 피드 (Land O Lakes Purina)	6.3
	포파머스 (ForFarmers)	4.8
	조에티스 (Zoetis)	4.5
	뉴트레코 (NutrecoEspañna)	4.3
	기타	14.1
<b>Total</b>	<b>100</b>	
말	카길 (Cargil)	33.7
	CHS	25.6
	ADM	10.1
	랜드 오레이크 팜랜드 피드 (Land O Lakes Purina)	8.8
	포파머스 (ForFarmers)	6.7
	뉴트레코 (NutrecoEspañna)	6.0
	기타	9.1
	<b>Total</b>	<b>100</b>
수중배양	카길 (Cargil)	26.0
	샤로엔 포크판드 푸드 (Charoen Pokphand Food)	21.8
	뉴트레코 (NutrecoEspañna)	18.4
	ADM	7.8
	랜드 오레이크 팜랜드 피드 (Land O Lakes Purina)	6.8
	포파머스 (ForFarmers)	5.2
	CJ 제일제당 (CJ Cheiljedang Corp)	3.3
	기타	10.7
<b>Total</b>	<b>100</b>	
애완동물	마즈 (Mars Inc)	31.0
	네슬레 (Nestle)	29.9
	P&G	6.6
	델몬트푸드 (DelMonte Foods)	5.1
	힐스펫뉴트리션 (Hill's Pet Nutrition)	4.9
	조에티스 (Zoetis)	3.8
	기타	18.7
<b>Total</b>	<b>100</b>	

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

(나) 사료첨가제 업계 동향

- 국외 주요 사료첨가제 업체는 합병과 통합을 통해 경영을 확대하고 있으며 그 중 머크와 엘랑코 애니멀헬스가 사료첨가제 공급업체 중 상위 차지
  - 에보니크 산업 (Evonik Industries, 독일), 카길과 같은 유럽과 미국의 해외 주요 사료첨가제 업체는 합병과 통합을 통해 관련 사업을 수직/수평 계열화시킴
    - 배합사료 선두업체인 카길은 사료첨가제 선두업체인 PROVIMI (프로비미)를 인수하여 사료첨가제 시장으로의 경영 확대 추진
  - 머크와 엘랑코 애니멀헬스가 사료첨가제의 공급업체 중 상위 점유율을 차지하고 있으며 그 외로 아지노모토, 뉴트레코, 아디세오 등의 업체가 뒤를 이음
    - 엘랑코 애니멀헬스는 사료첨가제용 항생제 분야에서 44.9%의 점유율을 차지하며 머크와 조에티스가 그 뒤를 이어 16.9%, 13.9%의 점유율 차지
    - 사료첨가제용 산화방지제, 프로바이오틱스, 프리바이오틱스의 시장 점유율이 가장 높은 기업은 머크이며 뉴트레코가 그 뒤를 이어 두 번째 높은 점유율 차지
    - 비타민·미네랄을 공급하는 업체의 시장 점유율은 각각 20%를 넘지 않아 다른 사료첨가제와 달리 선두업체가 두드러지지 않는 상황



<표 45> 종류별 글로벌 사료첨가제 공급업체 점유율

구분	기업명	점유율(%)
아미노산	에보니크 산업 (Evonik Industries)	36.8
	아지노모토 (Ajinomoto)	18.8
	ADM	10.6
	머크 (Merck)	8.1
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	7.2
	DSM	5.6
	아디세오 (Adisseo France S.A.S.)	5.3
	BASF	3.9
	기타	3.7
	<b>Total</b>	<b>100</b>
산화방지제	머크 (Merck)	25.9
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	23.0
	DSM	18.1
	아디세오 (Adisseo France S.A.S.)	17.1
	BASF	12.6
	기타	3.3
<b>Total</b>	<b>100</b>	
항생제	엘랑코 애니멀헬스 (Eli Lilly's Elanco Animal Health)	44.9
	머크 (Merck)	16.9
	조에티스 (Zoetis)	13.9
	DSM	11.8
	아디세오 (Adisseo France S.A.S.)	11.7
	기타	1.3
<b>Total</b>	<b>100</b>	
효소	머크 (Merck)	23.1
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	20.1
	DSM	16.1
	아디세오 (Adisseo France S.A.S.)	15.2
	BASF	11.2
	아젤리스 (Azelis)	6.9
	Others	7.1
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	
프로바이오틱스	머크 (Merck)	25.1
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	22.3
	조에티스 (Zoetis)	20.7
	DSM	17.5
	BASF	12.2
	기타	2.2
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	
프리바이오틱스	머크 (Merck)	31.7
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	28.2
	DSM	22.2
	BASF	15.5
	기타	2.4
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	
비타민·미네랄	ADM	16.5
	랜드 오레이크 팜랜드 피드 (Land O Lakes Purina)	14.5
	머크 (Merck)	12.6
	뉴트리코 (NutrecoEspaña)	11.2
	조에티스 (Zoetis)	10.4
	DSM	8.8
	아디세오 (Adisseo France S.A.S.)	8.3
	BASF	6.1
기타	11.6	
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	

※ 출처: COMPOUND FEEDS AND ADDITIVES: GLOBAL MARKETS, BCC Research (2013)

(2) 국내 주요 기업 경쟁 현황

(가) 사료업계 동향

□ 사료업계는 1990년대 후반부터 기업 간 인수·합병 (M&A)이 크게 증가

- 대기업 간 또는 중소기업 간의 인수·합병이 일어나고 있으며, 이 과정에서 기존 사료 회사를 자회사로 하는 사료기업의 규모화 (수평계열그룹화)가 진행
- 또한 기존의 배합사료 생산공장의 신규 증설을 통해 시장 점유율을 높임으로서 시장 확대 및 경쟁이 치열해지고 있는 추세

□ 국내 사료 시장은 농협사료, 하림, 카길이 3강 구도를 형성하고 있으며 CJ 등 대기업도 참여

- 사료 전체에서 농협의 점유율이 35%로 가장 높고, 하림과 카길이 뒤를 이음
  - ‘카길애그리퓨리나’는 5개의 사료공장을 보유하고 있으며, 충남 당진에 생산 공장을 증설하는 등 사업을 확대할 예정<sup>24)</sup>
- 하림은 닭 사료 시장에서 80%가량의 점유율을 보이고 있음
  - 계열사의 1일 생산능력이 약 3,000톤이며, (주)선진 등 최근 인수한 업체의 물량까지 합치면 1일 생산능력이 4,000톤 이상이 될 것으로 전망
- CJ 제일제당은 2014년 대형마트를 통해 판매한 ‘오프레시’와 인공 첨가물을 넣지 않고 천연재료로만 만든 ‘오네이처’ 등 반려견 사료로 100억원의 매출 달성
  - 2014년 국내 대형마트 전 매장과 지역 대형유통업체 70여개 매장에서 오프레시의 판매를 시작한데 이어 2015년 대형마트 취급 매장이 지속적으로 증가
  - 동물병원과 반려동물전문점에서 오네이처를 판매하고, 2015년 중 노령견용 사료인 ‘오테이터 시니어’를 출시
- 동원그룹은 2014년 11월 고양이용 습식사료 ‘뉴트리플랜’을 출시하여 시장 진출
  - 2015년 상반기 기존 습식사료를 고급화하고 건식사료, 간식 상품 확대
  - 그러나, 최근 AI (조류독감) 대유행과 구제역, 돼지유행성설사병 (PED) 등이 잇따라 발생하면서 사료업계의 성장에 제동이 걸리는 상황

24) 국내 배합사료 시장의 과점화 동향과 시사점, NHERI (2012)

(나) 사료첨가제 업계 동향

□ 사료첨가제 업계는 다양한 중소/중견 기업이 시장에 진출하여 경쟁

- 국내 기능성 사료첨가제 산업은 참여기업이 약 130여개의 경쟁회사가 다수인 완전경쟁 시장으로 제품 경쟁력이 중요한 변수로 작용할 여지가 있음
- 사료 혹은 사료첨가제 원료의 경우 수 년 이상의 개발 기간이 필요하나 원료를 조합하거나 배합하는 기술은 상대적으로 기술 레벨이 낮아 수 개의 선두업체를 제외한 다수의 중소기업이 진출, 경쟁

<표 46> 국내 사료첨가제 기업 현황

경쟁사명	제품명	판매가격(천원)	연 판매액(천원)
① 에버그린	EM 생균제	22.5	8,000,000
② Prestige Inc.	Enzamin-D	3.5	6,500,000
③ 동방	라이브 DHPPC	18.0	5,500,000
④ 진양화학	카우코리엔시스	146.0	3,000,000
⑤ 파시코	파워 유산균 프로틴	60.0	1,800,000

※ 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

- 동물과 인체 및 환경에 유해하지 않은 약품 또는 기능성 첨가제 개발이 중요시 되는 고성능 기술의존형 산업
- 사료첨가제 산업은 기술력에 의해 신규시장이 창출되는 특징이 있으며, 천연체제가 경제성과 효능을 가지기 위한 생명공학적인 방식의 기능성 물질 대량생산 노력 강화

□ 최근 다양한 연구를 통해 기술경쟁력을 강화하고 있는 추세

- 코페벤스페셜, 미래자원ML, 제일바이오, 이지바이오, CTCBio, 아미바이오, 진바이오텍, 대호 등이 선두업체로 최근 5년 국내 업체의 활발한 연구 개발을 통해 해외 선두기업의 70~80%의 기술 수준까지 성장
- 2010년 Novus와 CTCZyme 글로벌 판권 계약으로 Novus 판매망과 아웃소싱 네트워크를 활용하고 있는 CTCBio는 생균제, 효소제 계통의 면역 강화제 개발
- 세계 최대 배합 기술업체인 Format Int와 독점 계약을 맺고 국내 대다수 배합사료 업체에 기술 용역을 제공하고 있는 이지바이오는 발표 및 가공 천연체제를 독자 개발하여 항생제를 대체하고 면역력을 증강하는 제품 개발

사. 사료 및 사료첨가제 주요 기업 현황

(1) 글로벌 기업 현황

□ 카길과 사료엔포크판드푸드는 사료 및 식품 사업을 통해 전 세계에서 큰 매출을 기록하고 있으며 엘랑코 애니멀 헬스는 가축의 성장을 돕는 다수의 사료첨가제 제품 판매

○ 카길은 세계적인 농산업 업체로 1965년 설립되어 70개국 149,000명의 직원이 소속되어 있으며 식량, 농업, 금융 및 산업 제품과 서비스 제공

- 2013년 1,360억 원의 매출을 기록하여 2012년도 이후 최고 매출을 기록하였으며, 2014년도 1,340억 원, 2015년도 120억원의 매출이 발생하여 2013년도 이후 점차 매출이 감소

- 지역별 매출액을 살펴보면, 북아메리카가 39%, 아시아·태평양이 26%, 유럽·중동·아프리카가 23%, 라틴 아메리카가 12% 차지

<표 47> 연도별 카길 매출액 및 순이익

(단위: 백만 달러)

연도	매출액	순이익
2012	133,859	1,175
2013	136,654	2,312
2014	134,872	1,822
2015	120,393	1,583

※ 출처: Cargill\_Financial Information (<http://www.cargill.com/>)

- 농산물 및 농산 1차 가공품뿐만 아니라 곡물의 부가가치를 높이기 위해 축산물 계열화 사업 진행







- 국내에서는 2012년 6월 평택 당진항 외국인 투자 유치 지역에 총 1,000억원 규모의 투자로 연간 87만 톤이 생산되는 새로운 사료 공장 기공식 개최

\* 2015년 11월 카길 세계 최대규모 공장이 평택에 준공

- 2011년도 글로벌 동물사료회사인 PROVIMI (프로비미)를 20억 달러에 인수하였으며 2015년도 양식연어 증가에 따라 연어사료회사인 EWOS 인수<sup>25)</sup>

25) 전 세계 연어 인기, 150년 전통의 식품기업 카길도 양식연어에 베틱 (헤럴드경제, 2015.8.18)

<표 48> 카길 주요 제품

제품명	특징	제품사진
Nutrebeef® Starter Creep Feed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 송아지의 체중 증가 및 성장 지원</li> <li>• 14% 원유 단백질</li> <li>• 성장과 발전에 필수적인 비타민, 미네랄 포함</li> </ul>	
Fodder Pig prestarter Babypro 35	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과립-2mm</li> <li>• 17% 단백질</li> <li>• 산성화, 효소 복합제, 산화방지제, 프로바이오틱스 등 포함</li> </ul>	
Concentrate 26% Opti APF Laying Hens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가루 제품</li> <li>• 39.5% 단백질</li> <li>• 효소 복합제 포함</li> </ul>	
NatureWise® Chick Starter Grower Feed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가루 제품</li> <li>• 39.5% 단백질</li> <li>• 효소 복합제 포함</li> </ul>	
Country Feeds Grower Finisher Pig Feed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡수가 잘 되는 펠릿 형태 제제</li> <li>• 16% 단백질</li> <li>• 아미노산, 비타민, 미네랄 포함</li> </ul>	
Pennfield® Premium Horse Feeds(Fibregized Omega)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근육의 유지 및 성장 지원</li> <li>• 14%단백질, 12% 지방</li> <li>• 프로바이오틱스, 미네랄 포함</li> </ul>	

※ 출처: Cargill 업체 홈페이지

- 샤로엔포크푸드사는 1978년 설립되어 아시아·태평양 지역에서 농업 및 식품 대기업으로 성장
  - 사업분야는 축산업 (Livestock Business)와 수중배양사업 (Aquaculture Business)으로 분류
    - (가축사업) 가축사료생산/가축부화/육류가공까지 다양한 영역에 걸쳐 사업분야가 형성되어 있으며 돼지, 닭, 오리 사료 제조 및 판매
    - (수중배양) 수중배양사료생산/부화/육류가공을 통해 제품 제조 및 판매
  - 주 사업분야는 동물사료, 동물육종, 육류, 식품으로 분류되며 태국을 비롯하여 유럽, 아시아, 아메리카 등 전 세계 판매

<표 49> 연도별 샤로엔포크푸드 매출액 및 순이익

(단위: 백만 바트)

연도	매출액	순이익
2013	389,251	7,056
2014	426,039	10,562
2015	421,355	11,059

※ 출처: Charoen Pokphand Food annual report (2015)

- 닭, 돼지, 오리의 사료 제품이 판매되고 있으며 각 가축의 사료 공급시기에 따라 구분

<표 50> 샤로엔포크푸드 제품

구분	제품명	특징
닭	Pullet Feed	Chick Starter-Layer/Chick Grower-Layer/Chick Developer-Layer로 구분
	Layer Feed	20주~55주/55주 이상으로 구분
돼지	Swine Breeder Feed	Pig Starter/Pig Grower/Swine Breeder(임신)/Swine Breeder(수유)로 구분
	Piglet Feed	Creep Feed1/Creep Feed2/Pig Pre-Starter Feed로 구분
	Fattening Pig Feed	
오리	Meat-Type Duck Feed	Meat-Type Duck Starter/Meat-Type Duck Finisher/Meat-Type Duck Withdrawer Feed로 구분
	Duck Layer Feed	Duck Starter Layer/Duck Layer로 구분

※ 출처: Charoen Pokphand Food 업체 홈페이지

- 엘랑코애니멀헬스는 릴리 앤 컴퍼니의 자회사로 미국 인디애나주에 본사를 두고 70개국에서 7,000명 이상을 고용하고 있는 사료 및 사료첨가제 업체
- 닭, 돼지, 소, 반려동물을 대상으로 가축사료를 제조 및 판매하며 사료첨가제용 항생제 시장의 선두 업체로 전 세계 항생제 시장의 44% 이상 차지
- 엘랑코애니멀헬스의 주요 제품들은 각 가축의 특정 질병을 예방하고 성장을 돕는 것을 최우선으로 하여 가축과 애완동물이 더 오래, 더 건강한 삶을 사는 것을 목표로 함

<표 51> 엘랑코애니멀헬스 주요 제품

제품명	특징
몬테반®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 육계에서 가장 빈번하게 일어나는 질병인 콕시듐증을 예방</li> <li>• 장염의 위험을 감소시켜 조류의 사료섭취와 성장 향상</li> </ul>
헤미셀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가금 사료의 베타만난을 잘라냄</li> <li>• 베타만난에 의해 초래되는 면역반응을 감소시켜 사료효율이 향상되고 아미노산의 소화흡수가 좋아져 성장에 도움을 줌</li> </ul>
아프라란 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 돼지 대장균성 설사를 예방 및 치료</li> <li>• 사료효율과 증체율 개선</li> <li>• 사료 1톤당 본체 1~1.5kg을 혼합하여 투여</li> </ul>
타이란	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 돼지의 회장염원인 병원체인 <i>Lawsonia intracellularis</i>를 억제하여 감염의 수준 감소</li> <li>• 면역을 향상시킬 수 있도록 도와줘 돼지의 성장을 도움</li> </ul>
루멘신®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수유 및 건유기 젖소를 위한 사료첨가제 원료로서 우유의 품질을 그대로 유지하면서 우유 생산량을 높여주는 제품</li> <li>• 젖소가 사료 당 더 많은 에너지를 얻을 수 있도록 도와줌</li> </ul>
마이코틸®	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소 호흡기 질환 치료제로 체중유지에 효과적</li> <li>• 용량 범위가 탄력적</li> </ul>

※ 출처: Elanco elanco Animal Health 업체 홈페이지

(2) 국내 기업 현황

□ 국내 배합사료 기업들은 해외 시장으로 사업을 확장하고 있으며 특히 중국의 육류소비량 증가에 따라 중국시장을 중심으로 사업 확장 추진

○ 농협사료는 1962년 부산배합사료 공장을 설립하여 사료사업을 시작으로 국내배합사료 산업 선도

- 국내 배합사료 시장의 약 18%를 점유하고 있으며, 전국에 12개 공장 운영
- 2014년도 약 1조 3,50억원의 매출액을 기록하였으며 2015년도 약 1조 2,470억원의 매출액을 기록하여 전년대비 매출액 감소
- 하지만 2015년도 매출총이익은 약 1,440억원으로 2014년도 약 1,200억원에서 약 240억 증가한 수치를 보임

<표 52> 연도별 농협사료 매출액

(단위: 백만원)

구분	2014년	2015년
매출액	1,325,186	1,247,164
매출원가	1,204,525	1,103,085
매출총이익	120,661	144,079
영업이익	49,970	60,079
당기순이익	29,882	35,341

※ 출처: 농협사료 재무정보 (농협사료 홈페이지)

- 농협사료의 제품은 소, 닭, 돼지 등을 대상으로 제조되며 항생제 사용을 지속적으로 감소하고 대체제인 생균제의 사용을 증가하여 제품 판매

\* 최근 중국에서 친환경 축산물에 대한 수요가 발생하여 농협사료는 중국 수출을 위해 항생제를 대체하는 친환경 보조사료의 제품 개발<sup>26)</sup>

26) 농협사료, 생균제 中 시장공략 박차...12톤 수출 (농수축산신문, 2016.10.14)



<표 53> 농협사료 주요 제품

제품명	특징	제품사진
안심애한우 (비육)	<ul style="list-style-type: none"> <li>항생물질을 사용하지 않아 축산물의 안정성 확보</li> <li>장내 유해세균 억제, 생체 내 면역기능 활성화, 항산화기능 촉진 및 혈액순환 기능 강화</li> </ul>	
락토피아 (낙농)	<ul style="list-style-type: none"> <li>번식 능력 향상 설계</li> <li>면역능력 증강 및 항생/항염 및 설계</li> <li>특수 생균제 처방</li> <li>보호 아미노산 설계</li> </ul>	
안심포크S (양돈)	<ul style="list-style-type: none"> <li>영양성 이용률 극대화</li> <li>NE (Net Energy)설계</li> </ul>	
명품골드 (산란)	<ul style="list-style-type: none"> <li>사료 내 항균효과를 통한 사료 안정성 강화</li> <li>소화기능 극대화</li> </ul>	
명품프리미엄 (육계)	<ul style="list-style-type: none"> <li>질병예방 및 대사기능 최적화</li> <li>초기성장을 위한 에너지 이용효율 강화</li> </ul>	
오리사랑 (오리)	<ul style="list-style-type: none"> <li>소화 이용률 극대화</li> <li>최적의 영양설계</li> <li>항생제 차단</li> </ul>	

※ 출처: 농협사료 홈페이지

- 하림은 육계 수직계열화를 위해 2000년대 초반부터 다양한 축산 업체 인수
  - ‘하림그룹’은 1999년 제일사료 인수 후, 현재 6개 회사에서 9개 생산 공장을 소유하고 있으며, 최근 계열사인 (주)선진을 통해 3개의 사료업체를 인수 하는 등 대규모 축산농가에 대한 마케팅 역량을 강화하고 있음
  - 양계사료 전용공장을 설립하여 월 2만 5천 톤 규모의 배합사료를 생산하고 있으며, 제조된 배합사료를 하림농가에 직접 공급

- 육가공 및 유통 사업분야를 넘어 사료 사업으로의 확장을 위해 천하제일사료, (주)선진, (주)팜스코를 인수하여 육계 수직계열화 추진
- (천하제일사료) 국내에서 가장 오래된 사료전문기업인 천하제일사료를 2001년도 인수하고 양돈, 낙농, 비육, 양계, 양어, 양견, 말 등의 특수 사료 제조
- ((주)선진) 2007년 축산식품 전문기업인 (주)선진을 인수하여 배합사료/육계가공사업/돼지고기 식육유통사업 분야 확장
- ((주)팜스코) 사료/양돈/식육/가공/유통 분야의 제품과 서비스를 제공하던 (주)팜스코를 2008년도 인수하여 축종별 전문 생산라인에서 사료 생산 및 공급


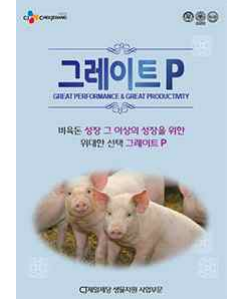

<표 54> 하림 주요 제품

제품명		특징
천하제일 양돈사료		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 9001로 표준화된 품질관리</li> <li>• 국내최초 HACCP 시행 (94년부터)</li> <li>• 미국유화학협회 (AOCS) 원료분석도 인증</li> </ul>
천하제일 낙농사료		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낙농 선진국인 네덜란드와 미국의 최신기술을 도입하여 제품을 설계</li> <li>• 미국조사료협회 (NFTA), 세계유화학협회 (AOCS)로부터 원료분석능력 인증</li> <li>• 농장 사정을 분석하여 수익향상 지원</li> </ul>
천하제일 양계사료		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발육단계별, 생산목적별로 에너지 시스템을 달리 적용</li> <li>• 아미노산의 균형과 진정 회장 가소화 아미노산 평가 및 필수/비필수 아미노산의 비율 최적화</li> </ul>
선진 BOSS음이온 500		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낙농 전용 건유사료로 유방부종을 예방하고 초유품질을 향상시키는 기능</li> <li>• 분만 직후의 칼슘 이용성을 향상시켜 유열을 예방하여 2차로 발생하는 전위, 자궁내막염 및 케토시스의 예방과 원활한 후산을 도움</li> </ul>
팜스코 리더맥스 GT플러스		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양돈전용 사료로 사육환경을 고려한 최적의 아미노산 설계 및 균일도 상승을 위한 라이신 대비 에너지 비율 설계</li> <li>• 고효율 글루코스 설계 및 최신 인슐린 기술을 적용하고 글루코스와 아미노산을 세포내로 원활하게 흡수</li> <li>• 장건강 및 면역 증강 기술을 적용, 유해미생물을 신속하게 배출시켜 유해미생물 감소</li> </ul>
팜스코 양계사료	육계나노 초이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (급여기간) 0일~7일</li> <li>• 초기 생존율과 균일도 개선용이며 단위 섭취량 개선과 사료허실 최소화</li> </ul>
	하이치크	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (급여기간) 8일~18일</li> <li>• 골격형성 및 성장 촉진을 위해 최적아미노산 적용</li> </ul>
	하이브로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (급여기간) 19일~출하</li> <li>• 골격완성과 육량증대, 고밀도 영양처방으로 사료요구율 증대</li> </ul>

※ 출처: 하림 및 자회사 홈페이지

- CJ제일제당은 1973년 첫 사료 제품을 출시한 이래, 사료/축산 사업의 글로벌화 추진
  - 양계, 양돈, 비육, 낙농, 애완동물 대상 배합사료 및 사료첨가제가 판매되고 있으며 농가 수익 증대를 위해 어린가축 성장과 면역향상을 위한 기술개발 추진
  - 선진 설비와 시스템을 기반으로 2001년도 배합 사료 업계 중 세계 최초로 품질경영 시스템인 ISO9001인증 획득
  - 1996년도 인도네시아 진출을 시작으로 현재 5개국에서 20개의 공장을 운영하고 있으며 2001년도 이후 베트남에서 새우, 양어, 양돈에 이르는 사료 사업 추진
  - 2016년도 3월 중국의 기능성 아미노산 업체인 하이더를 인수하여 육류 소비가 급성장하는 중국시장에서 고부가 사료 시장을 선점하고자 함<sup>27)</sup>

<표 55> CJ 주요 제품

제품명	특징	제품사진
에그베스트알파	<ul style="list-style-type: none"> <li>• α - PCT (Alpha - Particle Convergency Technology) 공법을 적용한 신개념 산란사료</li> <li>• 복합 효소제의 적용으로 소화효소의 작용을 방해하는 NSP를 분해하여 산란계의 난 생산성 개선</li> </ul>	
그레이트P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최적 알파화도 조절을 통해 영양소 소화율을 증가하고 기능성 액상 효모제를 적용하여 섭취량 및 FCR개선</li> <li>• 기능성 구리공급원 적용을 통해 영양소 소화율을 개선하고 최적 phytase수준 접목</li> </ul>	
밀크젠 (에이스, 부스터, 퍼펙트)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배합사료내 최초 액상 미생물을 적용하여 섬유소 소화율을 개선하고 과산증 예방</li> <li>• 활성 산소 발생량 감소 및 해독작용 증가를 통해 대사 스트레스를 완화하고 면역기능 활성화</li> <li>• 최대 건물 섭취량 (DMI)개선으로 산유량 및 유지방 개선</li> </ul>	

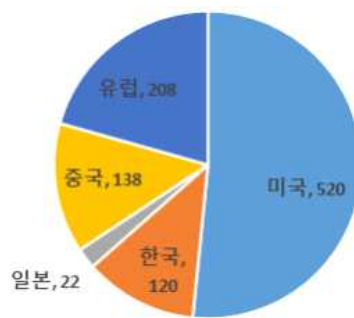
※ 출처: CJ 홈페이지

27) CJ, 내년 창사 이래 최대 5조원 투자한다 (조선일보, 2016.10.19)

아. 박테리오파지 관련 국내·외 기업 동향

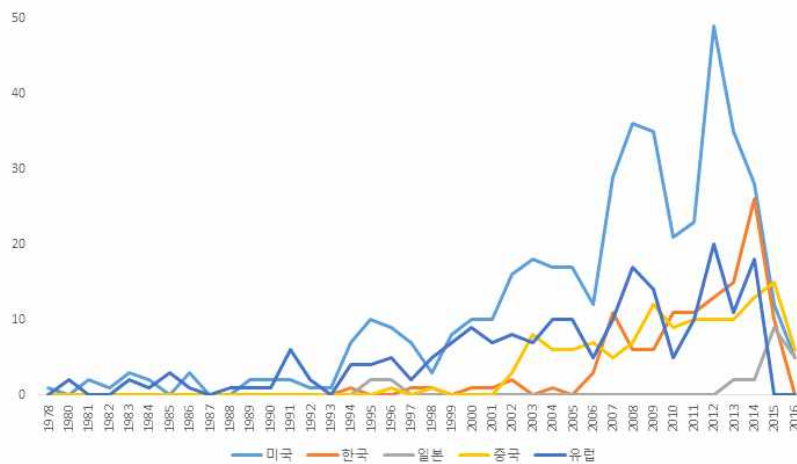
□ WINTELIPS<sup>28)</sup> 특허 DB를 활용하여 박테리오파지 관련 기술을 보유하고 있는 기업을 분석

- 박테리오파지 관련 기술을 특허 DB에서 분석한 결과 총 1980년~2016년까지 총 1,008건이 확인
- 박테리오파지 관련 기술을 국가별로 살펴보면, 미국 (520건), 유럽 (208건), 중국 (138건), 한국 (120건), 일본 (22건) 순으로 분석



[그림 25] 국가별 박테리오파지 관련 특허 출원 건수

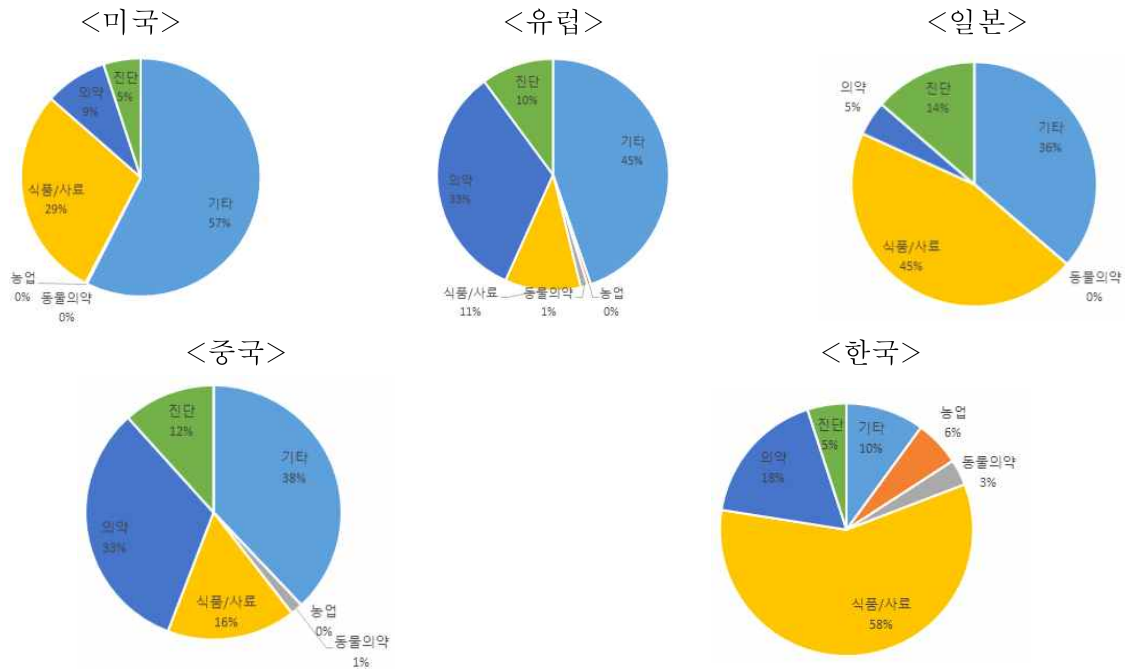
- 박테리오파지 관련 기술은 1990년대 중반 미국과 유럽을 중심으로 특허가 출원되었으며, 중국·일본·한국은 2000년대 들어 출원되기 시작



[그림 26] 국가별·연도별 박테리오파지 관련 특허 출원 건수

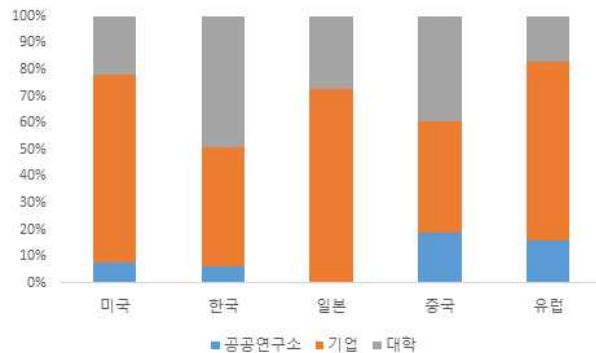
28) 국내 최대 특허 DB로 (주)웹스에서 운영

- 한국·일본에서 박테리오파지 연구는 식품/사료 분야에서 가장 높게 나타났으며, 최근 유럽·중국은 의약품분야, 미국은 기타 (기초기술 및 항체공학분야)출원 비중이 높게 나타남

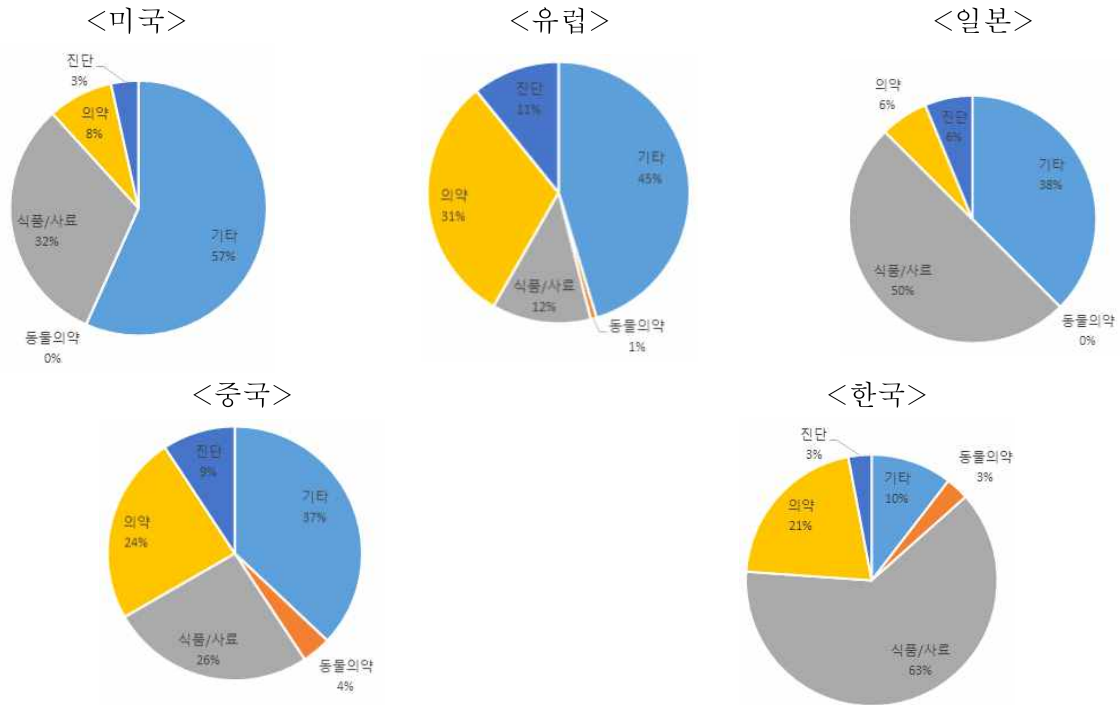


[그림 27] 국가별 박테리오파지 연구분야

- 국가별 출원인 유형을 분석한 결과 기업 비중이 높게 나타났으며, 기업들의 기술은 식품/사료, 의약품 분야가 높게 나타남
- 출원국별로 기업을 분석하면, Intralytix社, CJ 제일제당(주)社, (주)인트론바이오테크놀로지社, Biocontrol社 등 5개 업체가 여러 국가에 가장 많은 특허를 출원



[그림 28] 국가별 출원인 유형 비중



[그림 29] 국가별 기업의 박테리오파지 연구분야

□ 박테리오파지를 연구하고 있는 기업들 중 특허를 가장 많이 출원하고 있는 기업들을 분석

○ 특허를 기반으로 박테리오파지를 연구하고 있는 기업을 국적별로 분석

<표 56> 전세계 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

국가	기업명	분야	특허수
한국	(주)인트론바이오테크놀로지	식품/사료	25
	CJ 제일제당(주)	식품/사료	19
	(주)씨티씨바이오	식품/사료	3
	(주)에이티진	기타	1
	(주)엘피스바이오텍	기타	1
일본	Meiji	식품/사료	1
	NGK INSULATORS	기타	1
미국	Intralytix, Inc.	식품/사료	32
	PHAGE BIOCONTROL RESEARCH	기타	7
	NeuroPhage Pharmaceuticals	기타	6
	AvidBiotics Corporation	기타	4
중국	Nymox Corporation	의약	2
	Shanghai Inverness Medical Co., Ltd.	의약	2
유럽	Biocontrol Limited	기타	4
	Chr. Hansen A/S	의약	4
	MorphoSys AG	기타	4
	Biomérieux S.A.	의약	3
	Pherecydes Pharma	기타	3

- (미국) Intralytix社가 가장 많은 32건의 특허를 출원하였으며, 박테리오파지 관련 식품 첨가제 및 애완동물용 사료 제품을 판매
  - Intralytix社의 경우 유럽, 한국, 일본에도 특허를 출원하였음

<표 57> 미국 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

기업명	특징
Intralytix	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1998년 설립되었으며 박테리오파지를 기본 성분으로 식품, 기능성식품, 사료 등을 개발 및 판매</li> <li>• <i>Listeria monocytogenes</i>를 선택적으로 제거하는 박테리오파지 식품첨가제 ListShield™와 <i>Salmonella enterica</i>를 제거하는 애완동물 사료 SalmoLyse® 판매</li> </ul>
PHAGE BIOCONTROL RESEARCH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007년도 설립되었으며 박테리오파지를 이용하여 바이오연료, 수중환경 등의 미생물 오염 제어</li> <li>• 박테리오파지를 기반으로 한 제품이 주요제품이며 ‘박테리오파지의 지속적인 생산 프로세스’에 관한 특허 출원</li> </ul>
NeuroPhage Pharmaceuticals	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007년도 베타-아밀로이드, 알파-시누클레인 등 관련 신경질환을 타겟으로 설립된 업체</li> <li>• NeuroPhage Pharmaceuticals의 선도물질은 NPT002로 박테리오파지 M13에서 정제</li> </ul>
AvidBiotics Corporation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2005년도 설립되었으며 암세포, 바이러스 감염 세포들을 타겟으로 하여 선택적으로 제거하는 단백질 치료제 개발</li> <li>• 2013년도 ‘재조합 박테리오파지’ 관련 특허 출원</li> </ul>
Nymox Corporation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신약 및 진단 제품 연구개발 업체</li> <li>• ‘박테리아에 의한 식품의 오염 방지 박테리오파지’ 관련 특허를 2007년도 출원</li> </ul>

※ 출처: 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

- (유럽) Biocontrol社가 유럽지역에서 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타났으며, 박테리오파지를 이용한 치료제 관련 특허를 주로 출원

<표 58> 유럽 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

기업명	특징
Biocontrol Limited	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1997년 설립된 영국의 업체이며 박테리아 감염에 관한 제어 및 치료를 목적으로 함</li> <li>• ‘박테리오파지 치료’에 관한 특허가 2013년도 출원</li> </ul>
Chr. Hansen A/S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1874년 설립된 식품, 제약, 농업 관련 업체로 효소, 프로바이오틱스 등을 판매</li> <li>• ‘박테리오파지의 제형의 안정화’ 관련 특허가 2012년도 출원</li> </ul>
Pherecydes Pharma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프랑스에 위치한 업체로 감염된 상처에 대한 파지 치료법을 평가하기 위해 서양 제약 및 임상 표준에 따라 다기관 임상 시험을 최초로 시작</li> </ul>
MorphoSys AG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 치료용 항체를 주력으로 다양한 질병에 대한 치료법 개발하는 독일 업체</li> <li>• 파지전시법을 기반으로 항체 생산</li> </ul>
Biomérieux S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 체외 진단 분야의 선두업체로 프랑스에 본사가 있으며 150개 국가에 42개 지사 설립</li> <li>• 박테리아의 검출 및 표적화 된 포획을 위해 최초로 박테리오파지 단백질 사용</li> </ul>

※ 출처: 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

- (일본) Meiji社가 2건의 특허를 출원하였으며, 우유가공 식품 제조시 오염될 수 있는 식중독균의 오염을 예방하거나 제거하기 위해 박테리오파지 관련 특허를 출원하였으나 아직까지 관련 제품의 출시는 없음

<표 59> 일본 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

기업명	특징
Meiji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1916년 설립된 초콜릿 등의 과자와 우유 등의 유제품을 생산하는 대형 식품회사</li> <li>• 1996년도 ‘용균성 박테리오파지를 이용한 내추럴 치즈 제조 방법’특허를 출원하였지만 해당 제품은 현재 없음</li> </ul>
NGK INSULATORS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1919년 설립된 세라믹 업체로 세라믹 절연체, 고분자 절연체, 산업 난방 시스템 사업 등 운영</li> <li>• 1995년도 ‘박테리오파지를 사용한 시알산트리머의 제조 방법’에 관한 특허 출원</li> </ul>

※ 출처: 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

- (중국) Shanghai Inverness Medical社는 박테리오파지를 이용한 미생물 진단 관련 특허를 출원하였으나 아직까지 제품 출시는 없는 상황

<표 60> 중국 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

기업명	특징
Shanghai Inverness Medical Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2005년도 설립되었으며 체내 및 체외 진단기기를 개발하는 업체</li> <li>• 2009년도 <i>tubercle bacillus</i> 박테리오파지의 테일 프로테인에 결합되는 항체 관련 특허 출원</li> </ul>

※ 출처: 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

- (한국) (주)인트론바이오테크놀로지社와 CJ 제일제당(주)이 가장 많은 특허를 출원하였으며 각각 25건, 19건으로 분석
  - CJ 제일제당(주)의 경우 새로운 아미노산을 개발하기 위해 박테리오파지를 이용하였으며, 특히 식품이나 사료 첨가제 원료를 주로 개발



<표 61> 한국 박테리오파지 관련 기술 보유 기업

기업명	특징
(주)인트론바이오테크놀로지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1999년에 설립되어 바이오신약 내에서 슈퍼박테리아 시장을 타겟으로 하며 특히 박테리오파지를 이용한 동물용 항생제 대체제는 현 매출의 30% 차지</li> <li>• <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella</i> 등 다양한 병원성 세균에 특이적인 박테리오파지에 관련한 특허 출원</li> </ul>
CJ 제일제당(주)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012년 농식품부의 항생제 투여 전면금지에 앞서 2010년 박테리오파지를 이용한 사료용 항생제 대체제를 세계 최초 개발<sup>29)</sup></li> <li>• 네덜란드 SFR (Schothorst Feed Research)과의 기술제휴를 통해 양돈전용 박테리오파지 사료 ‘돈돈챔프 Plus’ 판매 중</li> </ul>
(주)씨티씨바이오	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동물약품, 기능개선제 사료를 판매하는 업체로 ‘배합사료 내 항생제 사용 전면금지’에 앞서 특정 병원성 세균만을 선택적으로 사멸시키는 ‘백터페이즈’ 출시</li> <li>• 전북대와 함께 박테리오파지 제품을 개발하여 2014년 백터페이즈T, 2015년 백터페이즈 ED를 출시하고 국내 사료제 조사 및 농가에 공급돼 연매출 20억 원 이상 달성<sup>30)</sup></li> </ul>
(주)에이티진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1998년 설립되었으며 유전자, 단백질, 화학제품 제조/유전자, 단백질 조작기술 대행 사업 수행</li> <li>• 박테리오파지 T4 리가아제 유전자를 함유하는 발현벡터 관한 특허 출원 (출원번호: 2002-0000580)</li> </ul>
(주)엘피스바이오텍	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1999년 설립된 회사로 제약·보건·바이오 업종의 연구용시약을 제조하며 단백질 효소 및 분자생물학 연구용 키트의 개발을 전문으로 함</li> <li>• ‘박테리오파지의 선택적 숙주감염을 이용한 단백질간의 상호작용을 분석하는 방법’에 관한 특허 출원 (출원번호: 2002-0064997)</li> </ul>

※ 출처: 각 업체별 홈페이지를 기반으로 재구성

29) 식품VC 제약, CJ 항생제 대체제 놓고 ‘불협화음’ (이투데이, 2010)

30) <기획>가축질병, R&D로 극복한다 (농수축산신문, 2016)

## 자. 결과요약

- 전 세계 육류소비량 증가에 따라 가축 사육마리수가 증가하고 있으며 국내 축산업 부가가치가 점차 증가
  - 중국을 비롯한 아시아 국가들의 식품소비 패턴 변화 및 경제성장으로 전 세계 육류 소비량 증가
    - 전 세계에서 가장 많이 소비되는 육류는 돼지고기이며, 특히 중국의 돼지 육류소비량이 전 세계에서 가장 높음
    - 국내에서는 돼지의 1인당 육류소비량이 소와 닭보다 약 두 배 높음
  - 국내에서 돼지와 닭의 사육이 증가하고 있으며 농림어업에서 축산업의 부가가치 비중이 점차 높아지는 추세
    - 전 세계에서 닭과 오리의 사육비중은 아시아에서 가장 높으며 국내에서는 돼지와 닭의 가축 사육마리수가 점차 증가
  
- 가축 사육마리수 증가와 육류소비량 증가로 전 세계 사료 및 사료첨가제 시장이 점차 확대
  - 전 세계 사료시장의 시장규모가 확대되고 있으며 국내에서는 품질향상 및 정부의 수출활성화 정책으로 내수시장과 수출시장이 모두 확대되는 중
    - 전 세계에서는 애완동물 사료 시장 규모가 가장 크게 형성되어 있으며 국내에서는 양돈용 사료가 꾸준히 높은 생산량 및 가격 유지
    - 미국과 유럽의 업체가 글로벌 사료시장의 대부분을 차지하고 있으며 국내에서는 선진기업을 중심으로 해외에 공장을 설립하여 글로벌화 추진
  - 사료의 효율성을 높여주는 사료첨가제의 수요가 점차 증가하고 있으며 특히 비타민·미네랄 시장규모가 빠르게 확대되는 중
    - 국내에서는 보조적 의약외품의 판매액이 가장 높은 수치를 기록했으며, 소화기계작용약과 대사성약의 판매액 비중이 유사한 양상을 보임
  
- 박테리오파지를 이용한 특허 출원은 활발하며, 주로 치료제나 식품/사료 첨가제로 개발이 되고 있음

- 치료제의 경우 질환 특이 항체를 개발하는 목적으로 박테리오파지를 활용
- 사료첨가제의 경우 식중독 균의 오염을 예방·진단·제거를 목적으로 한 개발이 주로 이뤄지고 있음

#### 차. 시사점

##### 중국을 비롯한 아시아 및 국내의 육류소비량 증가에 따른 사료시장 확대가 이루어지는 추세

- 전 세계 축산업 시장 확대와 육류소비량 증가 현상에 대비하여 사료/사료첨가제 개발이 필요
  - 전 세계적으로 소득수준이 증가하고, 식품 소비패턴이 변화하여 육류소비량이 증가하고 있음
  - 특히 국내의 육류소비량은 중국과 일본의 소비량을 넘어 아시아 육류소비량의 상위 국가 차지
  - 이에 따라 전 세계적으로 사료 및 사료첨가제의 시장이 확대되고 있으며 국내에서도 사료업체들이 해외로 진출하고 있음
  - 돼지와 닭의 마리수 및 육류소비량 증가에 따라 돼지와 닭의 감염병을 예방 및 치료하는 사료/사료첨가제 개발 수요가 증가할 것이라 전망

##### 안전한 먹거리에 대한 관심이 점차 높아지고 있으며 친환경 농업소재의 시장규모 확대에 친환경 사료 및 사료첨가제에 대한 수요가 증가하고 있음

- 유럽을 중심으로 항생제 사용을 감소시키는 운동이 진행되고 있으며 아시아에도 점차 항생제 사용이 줄어드는 추세
  - 사료첨가제용 항생제 사용의 감소와 함께 항생제를 대체할 수 있는 사료첨가제의 수요가 증가하고 있음
  - 국내에서도 친환경 농업소재의 시장규모 확대에 친환경 사료첨가제 시장이 성장하고 있으며 바이오 기업에서 친환경 동물사료 및 사료첨가제 사업화가 확대되고 있는 추세
  - 따라서 바이오 업체의 기술력을 바탕으로 국내 돼지와 닭의 감염성 질환을 예방/치료할 수 있는 사료첨가제의 개발이 필요

□ 사료시장은 곡물가격 변동에 따라 가격이 결정되며 사료첨가제는 가축감염병 발생빈도에 민감

- 단미사료와 배합사료의 주원료는 곡물 및 식물성 원료로 국제 곡물가격에 따라 가격의 변동성이 큰 특징을 보유
- 사료첨가제의 경우 구제역이나 조류 독감 같은 동물원성 감염증 발생에 민감<sup>31)</sup>

□ 사료첨가제 시장에 성공적인 진입과 안정적 매출 확보를 위해서는 기술개발시 다음과 같은 사항을 고려

- 정부규제, 안전한 농축산품에 대한 요구 증가, 기후변화에 따른 전염병 발생 증가 등에 따라 친환경 사료첨가제에 대한 기술개발 필요성이 증대
- (정부규제) 항생제 오남용에 대한 규제가 강화됨에 따라 기존 항생제를 대체할 수 있는 제품 개발 필요
- (소비자 니즈) 인구고령화와 사회경제적 수준 향상으로 친환경 농축산물 시장이 증가함에 따라 이러한 시장 트렌드에 부합하는 기술개발 필요
- (Two-Track 전략) 사료첨가제는 가축질병 발생유무에 따라 가격과 수요가 결정됨으로 가축의 질병을 예방하거나 치료 할 수 있는 기술 개발을 통해 시장환경변화에 따른 위험을 최소화 할 수 있는 제품 개발 필요
  - (질병 예방) 최근 친환경 농축산품에 대한 요구가 증가하면서 가축 사육도 방목형태로 바뀌고 있으나, 여전히 밀집형태의 사육이 다수를 차지함으로 가축의 면역력을 향상하여 질병 저항성이 증대된 가축을 생산할 수 있는 제품이 필요
  - (질병 치료) 기존 항생·항균제를 대체할 수 있고, 가축의 체내 잔류기간이 짧아 축산물의 안전성을 고려할 수 있는 제품이 필요

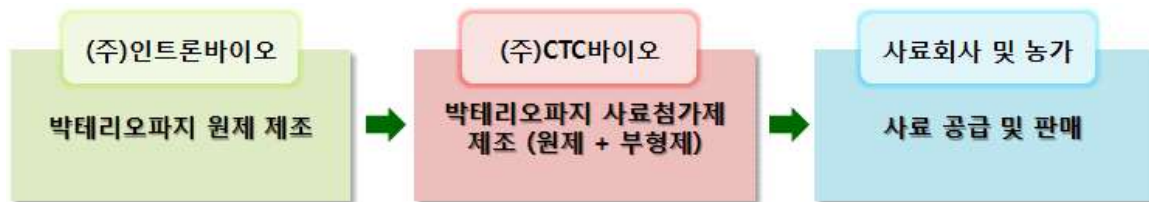
31) 사료첨가제 제조기술과 시장동향 분석 (한국콘텐츠학회 2014년도 추계 종합학술대회 논문집, 2014.11)

## 2. 사업화/마케팅 추진 전략 수립

국내외 사료/사료첨가제 관련 시장 조사 및 분석에 기반하여 향후 산업화에 있어 협업할 (주)CTC바이오社의 자문을 받아 국내외로 구분하여 아래와 같이 사업화/마케팅 추진 전략을 수립하였음. 국외 사업화와 관련하여서는 러시아 Darleks社의 자문을 받아 사업화/마케팅 추진 전략을 수립하였음.

### 가. 국내 사업화 추진 전략

- 앞서 기술한 바와 같이 국내의 경우 박테리오파지는 보조사료 사용 가능 인정물질로 등록 및 고시되어 있어 사료첨가제로 판매가 가능함. 본 기관은 (주)CTC바이오와 협업하여 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제의 산업화에 성공한 바 있음. 이러한 경험을 바탕으로 향후 호흡기 질환 대응 제제의 산업화를 추진할 계획임.
- 호흡기 질환 대응 박테리오파지 사업화와 관련한 사업 구조는 아래 그림과 같이 본 기관에서 박테리오파지 원료를 제조하여 (주)CTC바이오社에 공급하고 (주)CTC바이오社에서 박테리오파지 원료에 부형제를 혼합한 사료첨가제를 제조한 후 사료회사 및 농가에 판매할 계획임.



- 호흡기 질환 대응 보조사료로 사용가능하도록 원료사료등재 후 제품화를 추진할 계획임

#### (1) 사업화 추진과 관련한 제반사항

- 생산형태 (완제품, 반제품, 부품 중) 및 최종제품에 사용이 예상되는 핵심원재료 리스트
- 향후 후속 과제 수행을 통해 사업화하고자 하는 제품은, 양돈 산업에서 다발하고 있는 세균성 호흡기 질환에 대응할 수 있는 돼지 세균성 호흡기 질환 원인균들에 대하여 항균력을 갖는 박테리오파지들을 유효성분으로 하는 1) 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 2) 자가증식 특성을 갖는 환경정화제임
- 본 과제에서 사용된 2가지 박테리오파지는 (주)CTC바이오와 협업하여 산업화 할 것임. 상기 기술한 바와 같이 본 기관은 핵심 박테리오파지 원료 (일종의 반제품)를 제조하고, 이를 (주)CTC바이오에 제공하여 최종 제품 (일종의 제품)을 제조하게 하는 형태로 사업을 추진할 계획임.
- 따라서 본 기관이 생산하는 것은 원료, 즉 반제품에 해당하고, (주)CTC바이오가 생산하는 것은 완제품 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제)임.

- 본 기관이 담당하는 생산은 통상의 미생물 배양을 통하여 실시되므로 다음과 같은 핵심 원재료를 필요로 함.

<본 기관 생산에 있어 핵심원재료 list: 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제>

- ① TSB 배지
- ② Maltodextrin
- ③ 기타 salt류

<본 기관 생산에 있어 핵심원재료 list: 자가증식 특성을 갖는 환경정화제>

- ① TSB 배지
- ② 기타 salt류

- 한편, (주)CTC바이오의 생산은 본 기관 제공 원료의 희석을 통하여 실시되므로 다음과 같은 핵심원재료를 필요로 함.

<(주)CTC바이오 생산에 있어 핵심원재료 list: 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제>

- ① 본 기관 제공 원료
- ② 왕겨, 옥분 등의 부형제 (다양한 종류 활용 가능; 추후 선정)

<(주)CTC바이오 생산에 있어 핵심원재료 list: 자가증식 특성을 갖는 환경정화제>

- ① 본 기관 제공 원료
- ② 기타 salt류

- 핵심원재료의 가격 (현재시점)과 과거 가격추이 및 조달측면상 용이성

- 상기 제시한 바와 같이 생산에 소요되는 원재료는 매우 범용의 것들이며, 다양한 공급원이 존재하는 것들임. 따라 조달측면상 매우 용이하고, 가격 변동도 클 수 없는 것들임.

- 생산규모 (대규모, 소규모, 대규모 생산 시설의 필요성 등)와 원료투입 및 예상 Lead-Time

- 본 기관이 담당하는 부문에 있어, 큰 제조 시설이 필요 없음. 그리고 현재 보유한 제조 시설을 그대로 활용할 수 있음.

- (주)CTC바이오가 담당하는 부문에 있어, 대규모 생산 시설이 필요하나 기존 생산 시설을 그대로 활용할 수 있음.

- 생산에 소요되는 시간은 본 기관 담당부분은 통상 1회 생산에 4일 정도가 소요되고, (주)CTC바이오가 담당하는 부분은 1일이 소요됨.

(2) 기존 자원의 활용정도

- 기존 사업아이템과 R&D과제의 연관정도

○ 기존 세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제를 본 기관과 (주)CTC바이오가 협업하여 산업화에 성공하였고 현재 매출 시현중에 있으므로 세균성 호흡기 질환 대응 박테리오파지 제제를 개발하고자 하는 본 과제 및 후속 과제는 기존 사업아이템과 연관성이 높다 할 수 있음.

- 기존 생산라인 (설비포함) 예상 활용정도 (100%) 및 근거

○ 추가 생산시설을 구비할 필요가 없고 기존 생산시설을 그대로 활용하기 때문에 100%임.

- 원재료 및 개발설비 공용화정도 (100%) 및 근거

○ 개발설비는 해당 사항 없으며, 원재료는 기존의 세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제와 공용할 수 있음.

(3) 최종 제품의 제품경쟁력 수준

- 수입 대체 효과 시 이에 따른 시장 점유율

○ 항생제 대체를 통한 수입대체 효과가 기대됨. 초반에는 시장 점유율 10%대를 기대하고 있음. 그러나 관련 법규의 강화 및 시장에서의 성능 검증 강화로 지속적인 시장 점유율 향상이 기대됨.

- 예상 경쟁사 및 유사제품과 비교하여 제품경쟁력

○ 아직 명확한 예상 경쟁사는 없음. 물론 추후 나타날 수도 있지만 본 기관이 세계 최고의 기술력을 갖고 있으므로 잘 대처할 수 있음.

○ 다양한 항생제 대체제들이 경쟁제품이 될 수 있는데, 이들에 비하여 명확한 작용기전을 갖고 있고 의약품 수준의 항균 효능을 제공할 수 있기에 충분한 경쟁력을 보유하고 있다고 생각함.

○ 특히 biofilm 형태의 세균에도 항균력을 제공할 수 있는 점이 큰 경쟁력이라 생각함.

- 판매 유통 방안과 유사제품 (현존시) 유통망 비교, 현존 유사제품이 없는 경우 해당 산업군의 유통망 비교

- 기존의 세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제와 거의 유사한 방식으로 판매를 추진할 생각임.
- 세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제의 경우에는 사료회사로의 판매가 주이며, 개별 농장으로도 일부 판매되고 있음.
- 호흡기 질환 대응 박테리오파지 제제를 대상 동물에 효과적으로 전달하고 환경정화제 제로의 활용도 고려하여 향후 다공질체 바이오필터, 폭기 장치 관련 전문가들과 연계하여 공동 연구 및 사업화 추진도 가능함.

(4) 사업화를 위한 투자계획

후속 과제 수행을 고려하여 투자비용을 R&D, 양산준비 및 기타 시설 투자 부문으로 나눠 아래 근거에 기반하여 산출하였음.

(가) R&D 투자계획

(단위: 천원)

구 분		기술사업화지원사업 2단계 추진시 연구수행기간(기간: 3년)				
		1차년 (2017년)	2차년 (2018년)	3차년 (2019년)	4차년 (-년)	5차년 (-년)
연구개발비(계)		330,000	330,000	330,000	-	-
인건비	인원수	10	10	10	-	-
	평균급여	3,000	3,000	3,000	-	-
	소계	30,000	30,000	30,000	-	-
연구기자재비		-	-	-	-	-
기타 연구개발비		300,000	300,000	300,000	-	-
기 타		-	-	-	-	-
합계		330,000	330,000	330,000	-	-



상세근거

1. 연구개발비 (인건비는 연구개발인력 확보계획을 고려하여 작성)
  - 제형개발, 과학적 근거 확보, 생산공정 구축, 농장적용시험 등에 연간 10명 정도가 필요할 것으로 생각함. 이는 현재 보유 인력도 활용하고 신규 인력 (연간 2명 수준 정도)도 활용할 계획임.
  - 기타 연구개발비가 소요될 부분은 제형개발, 과학적 근거 확보, 생산공정 구축, 농장 적용시험 등임.
2. 기타
  - 기타 비용은 해당 없음.

(나) 양산준비 단계의 투자계획

(단위: 천원)

구 분	양산준비 단계(기간: 1년)				
	1차년 (2020년)	2차년 (-년)	3차년 (-년)	4차년 (-년)	5차년 (-년)
시설자금(계)	-	-	-	-	-
시설 자금	토지	-	-	-	-
	건물, 구축물	-	-	-	-
	기계장치	-	-	-	-
	기타 자본적 지출	-	-	-	-
운전자금(계)	-	-	-	-	-
운 전 자 금	인원수	5	-	-	-
	평균급여	3,000	-	-	-
	소계	15,000	-	-	-
	기타	10,000	-	-	-
합계	25,000	-	-	-	-

상세근거

1. 시설자금
  - 기존 시설을 그대로 활용하면 되므로 추가 투자가 필요 없음.
2. 운전자금
  - 전기/수도 비용 및 폐기물 처리 비용임.

(다) 기타 시설 등 투자계획

○ 기존 시설을 그대로 활용하므로 기타 시설 필요 없으며 이에 관련된 추가 투자 필요 없음.

(단위: 천원)

구 분		1차년도 (-년)	2차년도 (-년)	3차년도 (-년)	4차년도 (-년)	5차년도 (-년)	합계
시 설 자 금	토지	-	-	-	-	-	-
	건물, 구축물	-	-	-	-	-	-
	기계장치	-	-	-	-	-	-
	기타	-	-	-	-	-	-
	계	-	-	-	-	-	-
운 전 자 금	인건 비	인원수	-	-	-	-	-
		평균급 여	-	-	-	-	-
		소계	-	-	-	-	-
	원재료비	-	-	-	-	-	-
	기타	-	-	-	-	-	-
	계	-	-	-	-	-	-
	총 계	-	-	-	-	-	-
타인자금	-	-	-	-	-	-	
자기자금	-	-	-	-	-	-	

상세근거

1. 시설자금

○ 해당사항 없음.

2. 운전자금

○ 해당사항 없음.

3. 타인자금 확보방안

○ 해당사항 없음.

4. 자기자금 확보방안

○ 해당사항 없음.

**나. 국외 사업화 추진 전략**

- 국외의 경우 박테리오파지는 식육 가공 과정에 오염 세균 제거 및 환경 정화 목적으로 분무할 수 있는 액상 제제 형태로 제품이 출시되어 판매되고 있음. 하지만 박테리오파지 기반의 사료첨가제 형태로의 판매는 한국이 유일함.
- 본 기관은 러시아 Darleks社와 함께 러시아 현지에서 박테리오파지를 축산용 사료 첨가제로의 사업화를 추진 중에 있음. 현재 박테리오파지 제제 등록 추진과 함께 러시아 현지에 적합한 박테리오파지 제제 개발 업무를 수행 중에 있음. 또한 중국 Phagelux社, 미국 Ampliphi社와도 인체, 축산 및 수산 분야에서 박테리오파지 제제 개발 및 사업화를 공동으로 추진 중에 있음.
- 본 기관이 보유하고 있는 호흡기 질환 대응 박테리오파지는 전세계적으로 아직 보고되지 않은 신규한 것으로, 다양한 국외 기업에서 많은 관심을 가지고 있음.
- 호흡기 질환 대응 박테리오파지 제제의 국외 사업화 추진은 국내 사업화 추진 전략과 동일한 방식으로 진행할 계획임. 본 기관은 박테리오파지 원제 제조하여 (주)CTC바이오社에 공급하고, 국외 대상국에 (주)CTC바이오社가 박테리오파지 완제품을 수출하는 형태로 추진될 것임.
- 국외 사업화 추진과 관련한 상세 사항 (제반 사항, 기존자원의 활용정도, 투자 계획 등)은 국내 사업화 추진 전략 및 계획과 거의 유사하며, 현지 상황에 맞게 대상 기업과 협의하여 조율을 할 생각임.

**다. 국내의 판매 및 마케팅 추진 전략**

- 앞서 기술한 사업화 추진 전략과 기존 박테리오파지 기반 소화기 질환 대응 제제의 판매 규모를 고려하여 호흡기 질환 대응 제제의 판매 계획 및 마케팅 추진 전략을 아래와 같이 수립하였음.

(1) 판매 계획

(단위: 천원)

연도별		매출발생 1차년도	매출발생 2차년도	매출발생 3차년도	매출발생 4차년도	매출발생 5차년도
주 제품	국내	2,000,000	2,200,000	2,420,000	2,904,000	3,775,200
	성장률*	-	10%	10%	20%	30%
	해외	1,000,000	1,100,000	1,210,000	1,331,000	1,597,200
	성장율	-	10%	10%	10%	20%
합계		3,000,000	3,300,000	3,630,000	4,235,000	5,372,400

### 추정근거

※ 연도별 매출액 추정근거를 명확하게 제시

#### <1차년도>

- 현재 판매되고 있는 세균성 소화기 질환 대응 제제의 판매 규모의 50%로 설정.

#### <2차년도>

- 국내외 시장 모두 10% 성장률로 계산.

#### <3차년도>

- 국내외 시장 모두 10% 성장률로 계산.

#### <4차년도>

- 국내 시장은 20% 성장률, 국외 시장은 10% 성장률로 계산.

#### <5차년도>

- 국내 시장은 30% 성장률, 국외 시장은 20% 성장률로 계산.

## (2) 마케팅 추진 전략

### (가) 판로확대 등 시장개척 계획

- 판매는 기본적으로 사료회사를 통한 판매를 가장 중시할 것이며, 부수적으로 농장 직접 판매를 추진할 계획임. 이는 기존 세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제와 같음.
- 판매확대를 위해서는 축종을 돼지 외로 확대하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 다양한 축종을 대상으로 한 유효성 입증 시험이 필요함.
- 또한, 판매확대를 위해 급이 구간의 확대를 유도하고자 함. 이도 다양한 유효성 입증 시험이 필요함.
- 판로확대를 위해서는 더 많은 사료회사에 납품되게 하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 다양한 과학적 근거자료의 확보가 필요함.
- 또한, 국외 시장 진출도 중요하며, 우선적으로 중국, 러시아 시장 진출을 추진하고, 또한 남미 및 북미 시장 진출을 추진할 계획임.

(나) 마케팅 계획

- 마케팅은 최종 제품을 판매하는 (주)CTC바이오社가 담당할 것임. 그렇지만 본 기관은 유용성을 입증하는 데에 도움이 되는 다양한 과학적 근거 자료들을 확보하여 (주)CTC바이오社에 제공할 생각임.

(다) 기타 판매전략(광고 등)

- 단순 홍보를 지양하고, 의미있는 과학적 근거에 기반한 마케팅 활동을 (주)CTC바이오社가 추진할 수 있도록 유도할 계획임. 이러한 측면에서 후속 사업화 연구 과제가 중요함.

(3) 추정요약 손익계산서

(단위: 백만원)

구 분	1차년도 (2020년)	2차년도 (2021년)	3차년도 (2022년)	4차년도 (2023년)	5차년도 (2024년)
매출액	3,000	3,300	3,630	4,235	5,372
매출원가	300	330	363	424	538
매출총이익	2,700	2,970	3,267	3,811	4,834
판매및관리비	300	330	363	424	538
영업이익	2,400	2,640	2,904	3,387	4,296

추정근거

<매출액>

- 앞의 매출계획에 근거하여 작성.

<매출원가>

- 본 기관 및 (주)CTC바이오社의 총 매출원가를 기재. 통상적으로 기존 제품 (세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제)의 경우에 매출원가는 매출액의 10% 이하이지만 10%를 적용.

<판매 및 관리비>

- 본 기관 및 (주)CTC바이오社의 총 판매 및 관리비를 기재. 판매 및 마케팅을 (주)CTC바이오社가 담당하기 때문에 (주)CTC바이오社의 판매 및 관리비가 대부분임. 통상적으로 기존 제품 (세균성 소화기 질환 대응 박테리오파지 제제)의 경우에 판매

및 관리비는 매출액의 10% 이하이지만 10%를 적용.

## 제 2절. 박테리오파지 형광 표지 및 검출 기술 개발

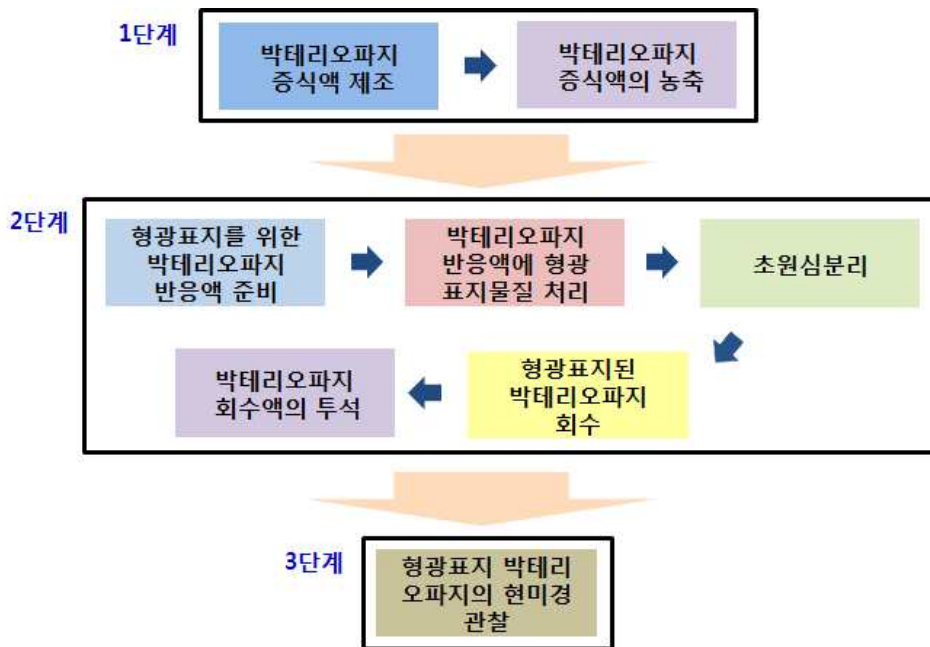
### 1. *Bordetella bronchiseptica* 및 *Pasteurella multocida* 박테리오파지의 형광 표지 및 검출에 대한 타당성 조사

#### 가. 박테리오파지 형광 표지 물질 선정

박테리오파지의 형광 표지를 위해 일반적으로 사용되는 물질로는 Alexa Fluor 647 carboxylic acid, succinimidyl ester fluorophores, Fluorescein isothiocyanate (FITC), Rhodamine isothiocyanate (RITC), SYBR Gold 등이 있음. 추후 시험 동물 및 목적 동물에서의 조직 분포도 조사 시험에 활용과 대량 제조 시 단가 부분을 고려하여 박테리오파지 형광 표지 물질로 FITC를 선정하였음.

#### 나. 박테리오파지 형광 표지 시험법 설정

박테리오파지의 형광 표지 시험법을 확립하기 위해 기존 보고된 문헌들을 참조하여 아래 그림과 같이 형광 표지 시험법을 설정하여 각 단계별로 시험을 실시하였음.



형광 표지 박테리오파지 시료 준비 과정

#### (1) 박테리오파지 증식액 제조

형광 표지 대상이 되는 *Bordetella bronchiseptica*에 항균력을 갖는 박테리오파지 Bor-BRP-1과 *Pasteurella multocida*에 항균력을 갖는 박테리오파지 Pas-MUP-1의 증식액은 개별 박테리오파지에 적합한 증식 공정 조건 하에 제조되어야 함. 본 연구기관은 다른 균종에 항균력을 갖는 다양한 박테리오파지들의 증식 공정 개발 전략 및 경험을 보유하고 있으며 이와 관련한 상세 사항을 제시하면 아래와 같음.

박테리오파지 증식 공정 개발 전략

※ 박테리오파지 증식 공정 최적화는 순수분리가 완료된 박테리오파지를 대상으로 함

※ Flask 수준의 증식은 250 ml flask에 50 ml working volume으로 실시

단계 1. 적합 온도 선정 <Flask 수준>

→ 25°C, 30°C, 37°C를 대상 온도로 하여 증식에 적합한 온도를 선정  
→ 이 때는 박테리오파지 isolation에 사용한 균주를 대상으로 함

단계 2. 증식 적합 균주 선정

→ Top agar assay를 통하여 가장 많은 plaque 수를 제공할 수 있는 균주를 1차 선정 (5개 이하)  
→ Flask 수준의 증식을 통해 가장 적합한 하나의 균주를 2차 선정

단계 3. 적합 배지 선정 <Flask 수준>

→ 적합 배지를 선정 (증식 시간은 박테리오파지 infection 후 5 시간 적용)

단계 4. 적합 배양 방식 선정 (정치 배양 vs 진탕 배양)

→ Flask 수준의 증식을 통한 적합 배양 방식의 선정 (증식 시간은 박테리오파지 infection 후 5 시간 적용)

단계 5. 박테리오파지 infection 시의 적합 Cell OD<sub>600</sub> 및 MOI 선정

→ Flask 수준의 증식을 통한 적합 Cell OD<sub>600</sub> 및 MOI 선정 (하기와 같은 2차원 최적화 experiment 적용하여 일차적인 조건을 설정하고, 후속하여 세부 조건 조율)

	MOI=0.1	MOI=1	MOI=10
OD <sub>600</sub> =0.5			
OD <sub>600</sub> =1.0			
OD <sub>600</sub> =1.5			
OD <sub>600</sub> =2.0			

단계 6. 적합 Salt 선정 <Flask 수준>

→ 해당 박테리오파지 증식에 효과적인 적합 Salt 종류 및 Salt 농도 선정 (CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>를 대상으로 함)

단계 7. 적합 증식 기간 결정 <Flask 수준>

→ 가장 높은 박테리오파지 titer의 확보가 가능한 적합 증식 기간 결정 (O/N 이내에서 결정하며, 시간별 sampling을 통한 증식 박테리오파지 titer 분석을 통하여 결정)

단계 8. Scale-up

→ 2 L flask에 500 ml working volume으로 scale-up 1차 실시. Scale-up이 무난히 달성되면 (flask 수준 증식에서 달성된 박테리오파지 titer 이상의 titer가 확보되는 것을 의미) 5 L jar에 1 L working volume으로 scale-up 2차 실시



**단계 9. Agitation 최적화 <Fermenter 수준>**

→ 최적 rpm 선정

→ 박테리오파지 infection 후 잠시 (약 10-20분) 동안 agitation을 멈추는 것이 효과적인지 개별 박테리오파지별로 조사

박테리오파지 Bor-BRP-1과 Pas-MUP-1의 증식 공정 개발 결과에 관련된 상세 내용을 하기에 요약 제시함.

**박테리오파지 증식 공정 개발 결과**

박테리오파지	최종 박테리오파지 titer (pfu/ml)	주요 공정 변수			
		증식온도 (°C)	37	적합배지	TSB
Bor-BRP-1	2.2 × 10 <sup>9</sup>	적합 host OD <sub>600</sub>	1.5	MOI	0.1
		증식시간 (hr)	4	배양방식	Shaking
		Salts	-		
Pas-MUP-1	1.2 × 10 <sup>9</sup>	증식온도 (°C)	37	적합배지	TSB
		적합 host OD <sub>600</sub>	1.0	MOI	1
		증식시간 (hr)	6	배양방식	Shaking
		Salts	MgCl <sub>2</sub> 10 mM		

상기 제시된 수준의 박테리오파지 증식 공정은 5회 반복 제조를 통해 얻어진 결과의 평균치이며 향후의 과제 수행이나 산업화 측면에서 충분한 수준이라 할 수 있음.

**(2) 박테리오파지 증식액의 농축**

일반적으로 박테리오파지 증식액의 농축은 polyethylene glycol (PEG)을 이용하여 아래 제시한 방법에 따라 실시하였음.

- 1** 원심분리 박테리오파지 배양액을 20분간 8,000 rpm 조건에서 원심분리 하여 상층액 회수
- 2** Filtration 상층액을 0.45µm로 filtration
- 3** PEG 첨가 Filtrate에 1/6 부피만큼의 20% PEG 8000/2.5M NaCl 용액 첨가
- 4** 침전 4°C에서 overnight 동안 정치하여 박테리오파지 침전
- 5** 원심분리 박테리오파지 침전액을 20분간 8,000 rpm 조건으로 원심분리 하여 박테리오파지 펠렛 확보
- 6** PEG 첨가 상층액 제거 후 박테리오파지 펠렛을 Tris buffer로 문 후, 3번 과정과 동일 방식으로 PEG 첨가
- 7** 침전 4°C에서 1 시간 동안 정치하여 박테리오파지 침전
- 8** 원심분리 박테리오파지 배양액을 10분간 14,000 rpm 조건으로 원심분리
- 9** 회수 상층액 제거 후 박테리오파지 펠렛을 적절한 부피의 Tris buffer에 풀어서 박테리오파지액 확보

**박테리오파지 증식액의 농축**

상기 방법에 따라 개별 박테리오파지 증식액의 농축은 5회 반복 수행하였고 이렇게 얻어진 박테리오파지 농축액을 top agar assay를 통해 titer를 측정된 결과의 평균치는 아래와 같음.

박테리오파지 증식액의 농축 결과

박테리오파지	박테리오파지 titer (pfu/ml)	
	증식액	농축액
Bor-BRP-1	$2.2 \times 10^9$	$1.2 \times 10^{11}$
Pas-MUP-1	$1.2 \times 10^9$	$1.1 \times 10^{11}$

농축액의 titer는 증식액에 비해 약 100배 이상 높아짐을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 형광 표지에 사용될 고농도 박테리오파지 시료를 확보할 수 있었음.

(3) 형광 용액 및 박테리오파지 반응액 준비

형광 용액 및 박테리오파지 반응액을 아래 방법과 같이 제조 및 보관함.

<형광 용액 준비>

- ① FITC isotype I (Sigma Cat. No., F7250)를 0.1M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (pH 9.0)버퍼로 0.2 mg/ml 수준으로 잘 녹임.
- ② 원심분리 후 상등액을 amber e-tube에 넣은 후 냉장 보관

<박테리오파지 반응액 준비>

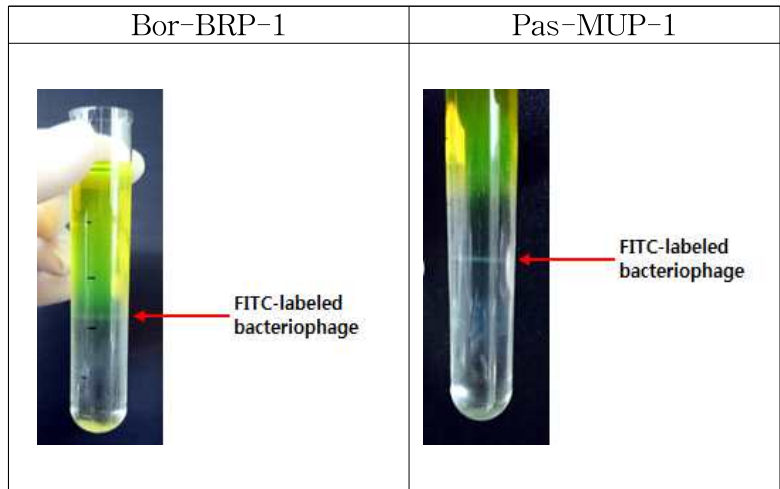
- ① PEG 농축액 1 ml에 1M KCl을 처리한 후 4°C에서 30분간 방치
- ② 원심분리 (13,000 rpm, 30 min, 4°C)한 후 상등액을 회수
- ③ e-tube에 소형 magnetic stir를 넣고 ②의 상등액 400  $\mu\text{l}$  넣고 0.2M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (pH 9.0) 100  $\mu\text{l}$ 를 dropwise로 첨가

(4) 박테리오파지 반응액에 형광 용액 처리 및 형광 표지 박테리오파지 시료의 확보

상기 방법에 따라 준비된 박테리오파지 반응액을 아래와 같이 형광 용액을 처리한 후 초원심분리와 투석을 통해 최종 형광 표지된 박테리오파지 액을 확보하였음.

- ① 교반 중인 박테리오파지 반응액 500  $\mu\text{l}$ 에 FITC 200  $\mu\text{l}$ 를 dropwise로 첨가
- ② FITC 첨가 후 25°C에서 1시간 반응
- ③ 20~70% CsCl density gradient (20, 30, 50, 70%) 형성
- ④ 박테리오파지 반응액을 ultracentrifuge tube에 loading한 후 초원심분리 (150,000  $\times g$ , 20°C, overnight) 실시
- ⑤ 초원심분리 후 ultracentrifuge tube 내 형광 밴드를 회수한 후 EB buffer (50 mM Tris-HCl, pH 8.0)를 이용해 7,000 MWCO dialysis tube로 투석 후 박테리오파지 용액 회수

참고로 초원심분리후 형광 표지된 박테리오파지 band의 대표적 결과는 아래와 같음.



초원심분리 후 형광 표지 박테리오파지 band의 모습

(5) 형광 표지 박테리오파지의 titer 측정

확보한 형광 표지 박테리오파지 액의 titer 측정은 통상적인 top agar assay로 조사하였으며, 3회 실시한 결과의 평균치는 아래와 같음.

형광 표지 박테리오파지의 titer 측정 결과

박테리오파지	박테리오파지 titer (pfu/ml)
Bor-BRP-1	$1.3 \times 10^{10}$
Pas-MUP-1	$7.8 \times 10^9$

형광 표지 박테리오파지 액의 titer는 형광 표지 전 농축액의 titer와 비교하였을 때 약 10배 정도 감소되었음을 확인할 수 있었음. 이는 FITC가 박테리오파지의 세균 숙주에 감염에 관련된 구조물 (tail fiber, tip 등)에 붙어 숙주 감염에 영향을 준 것이라고 판단됨. 하지만 형광 표지 전과 후의 titer 차이가 크지는 않았기 때문에 추후 동물 시험용으로도 충분히 활용될 수 있을 것이라고 생각됨.

(6) 형광 표지 박테리오파지의 현미경 관찰

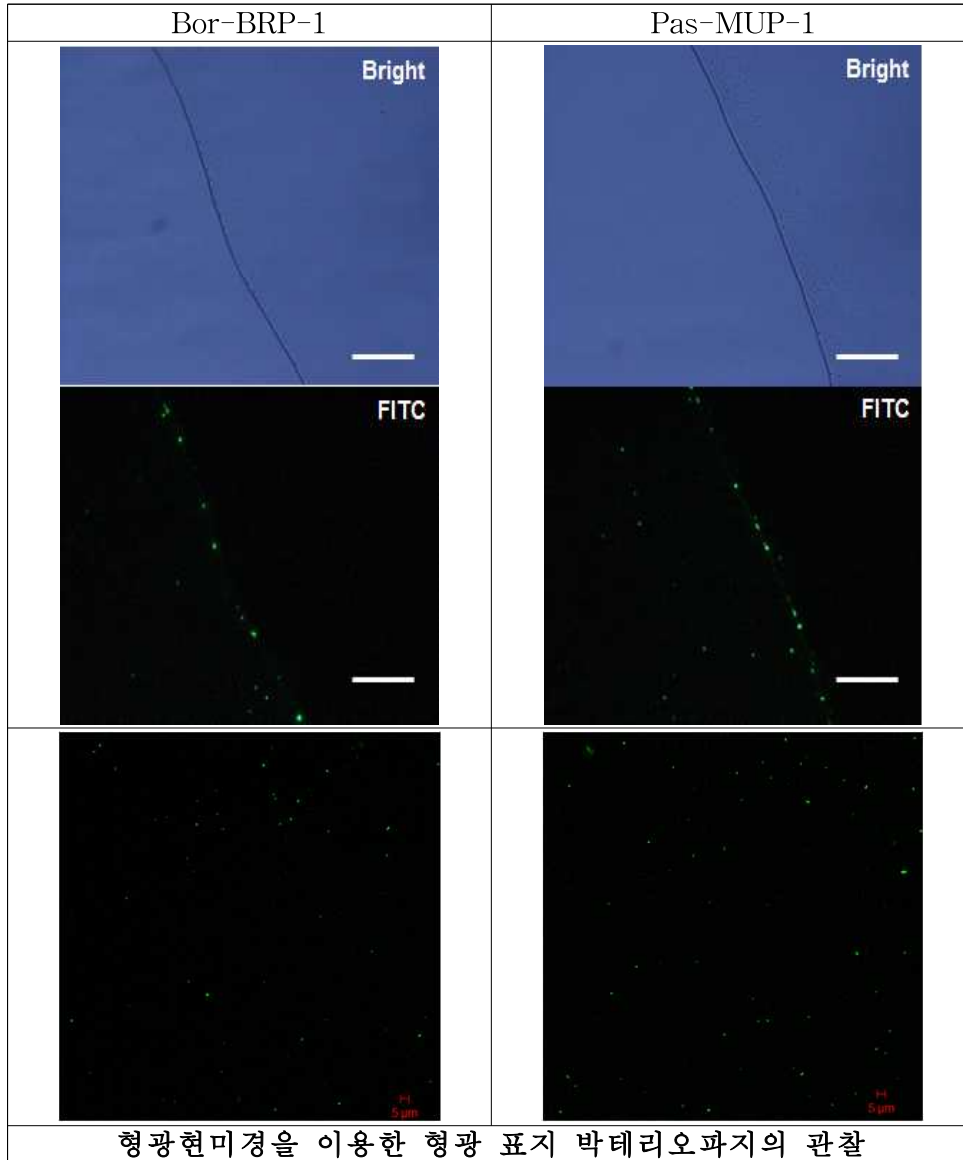
(가) 형광현미경 (fluorescent microscopy)을 이용한 박테리오파지의 관찰

준비된 형광 표지 박테리오파지 액을 아래 제시한 방법과 같이 전처리하여 형광현미경을 이용해 관찰하였음.

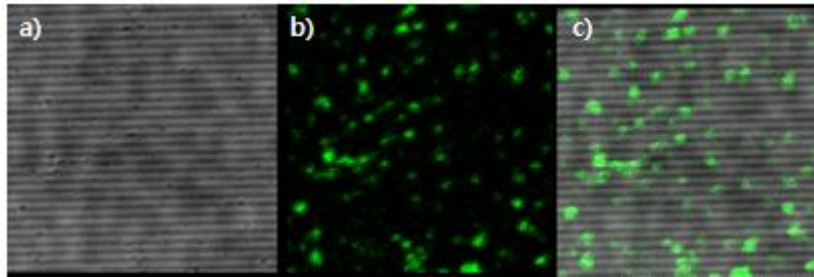
- ① 형광표지 박테리오파지 액을 슬라이드 글라스(MARIENFELD, Cat. No. 27-00175-01)에 10  $\mu$ l 점적
- ② 30분간 상온 건조
- ③ 커버 슬라이드(MARIENFELD, Cat. No. 27-00026-01)를 건조된 박테리오파지 부분에 올려 놓음
- ④ 형광현미경(Carl Zeiss, Axio Observer.Z1) 관찰

상기 방법에 따라 준비한 형광 표지 박테리오파지 시료를 형광현미경으로 관찰한 결과

fluorescent spot을 확인할 수 있었음. 대표 결과 사진을 제시하면 아래와 같음.



또한 상기 방법에 따라 준비한 시료를 공초점 주사 레이저 현미경 (confocal laser scanning microscopy)으로 관찰하였음. 형광현미경으로 관찰한 결과와 같이 fluorescent spot을 확인할 수 있었으며, 대표 결과 사진을 제시하면 아래와 같음.



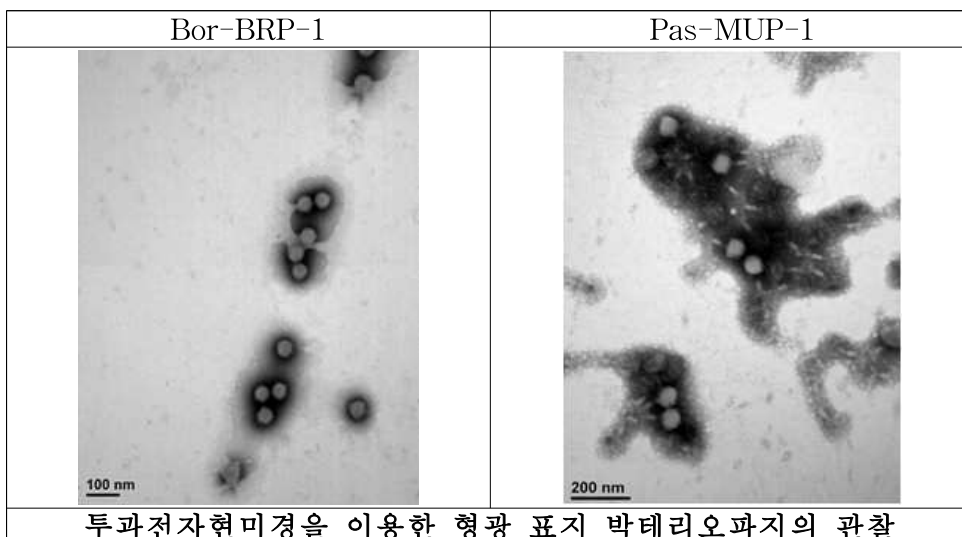
(a: light image, b: fluorescence image, c: merge image)

**Confocal laser scanning microscopy를 이용한 형광 표지 박테리오파지의 관찰**

(나) 투과전자현미경 (transmission electron microscopy)을 이용한 박테리오파지의 관찰  
 준비된 형광 표지 박테리오파지 액을 아래 제시한 방법과 같이 전처리하여 투과전자현미경을 이용해 관찰하였음.

- ① 파라필름 위에 형광표지 박테리오파지 액, 멸균증류수, 2% uranyl acetate를 20  $\mu$ l씩 점적
- ② 구리 격자 (copper grid)를 파라필름 위에 점적한 형광표지 박테리오파지 액에 묻힌 다음 파라필름 위에 점적한 멸균증류수에 가볍게 적셔 줌
- ③ 파라필름 위에 점적한 2% uranyl acetate에 구리 격자를 올려 놓고 20초간 방치
- ④ 파라필름 위에 점적한 멸균증류수에 구리 격자를 가볍게 2회 적셔 줌
- ⑤ 구리 격자를 Watman paper 위에 올려놓은 후 20분간 상온 방치하여 건조
- ⑥ 투과전자현미경 관찰

상기 방법에 따라 준비한 형광 표지 박테리오파지 시료를 전자현미경으로 관찰한 결과 박테리오파지 morphology를 확인할 수 있었음.



### 제 3절. 결론

본 과제를 통해 양돈 호흡기 질환 대응 박테리오파지인 Bor-BRP-1과 Pas-MUP-1에 대하여 형광 표지 기술을 개발하였으며, 형광 표지된 박테리오파지에 대하여 top agar assay를 통해 viable bacteriophage titer를 조사함으로써 검출에 대한 타당성을 확인하였음. 향후 사업화를 고려하여 추진되어야 할 추가 연구 및 방향에 대해 요약 제시하면 아래와 같음.

- 박테리오파지 형광 표지법의 개발은 박테리오파지의 동물 체내 분포 조사에 활용될 수 있으며 박테리오파지의 축산분야 활용에 대한 과학적 근거 자료를 확보할 수 있는 기반 기술을 확립했다는 점에서 큰 의의가 있음.
- 향후 본 개발 기술을 시험 동물 및 목적 동물에 적용하여 표적 기관에서의 분포 양상을 파악할 계획임.
- 아울러 개별 박테리오파지에 특이적인 항체를 제작하여 박테리오파지의 체내 분포 및 체내 증식 조사 시험에 활용할 생각임.
- 세균성 질환 예방 및 치료를 위해 주로 사용되는 기존 항생제와는 다른 작용기전 및 효능입증 규명 등의 과학적 근거자료 확보를 통해 차별화된 제품을 도출할 계획임.
- 세균성 호흡기 질환 대응 보조사료로 사용될 수 있도록, 박테리오파지의 유효성 및 안전성 조사 시험 등을 수행할 것이며 원료사료등재 이후 제품화를 추진할 계획임. 또한, 제품화를 위한 대량 생산기술개발, 생산관리체계 수립 등의 산업화 연구도 수행할 예정임.
- 기본적으로 박테리오파지는 안전하다고 알려져 있지만, 향후 안전성 측면에서의 면밀한 조사 및 연구를 수행할 예정임
- 사료첨가제외에 환경정화제 활용을 고려하여 생산기술개발 및 생산관리체계 수립과 관련한 연구를 수행할 예정임
- 호흡기 질환 대응 보조사료로 사용가능하도록 원료사료등재 후 제품화를 추진할 계획임

## 제 4장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

### 제 1절. 목표달성도

세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균 박테리오파지의 축산활용을 위한 사업화 기획 (1세부)	산업 분야 여러 상황을 고려한 business model 수립 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)	100	- 국내외 사료 및 사료첨가제 시장 및 업체 동향 파악과 관련하여 전문컨설팅 기관인 (주)기술과가치社로부터 컨설팅 수행 - 축산 분야로의 활용 (사료첨가제 및 환경정화제제) 관점에서 박테리오파지의 국내외 사업화 추진과 관련하여 (주)CTC바이오社 및 러시아 Darleks社의 자문을 받아 business model 및 structure 수립
	인허가 상황 등을 고려한 사업화 전략 수립 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)	100	- 전문컨설팅 기관인 (주)기술과가치社와 협조하여 인허가 상황을 고려하여 사료첨가제 및 환경정화제제의 박테리오파지 사업화 전략 수립 - 제품 등록과 향후 산업화에 있어 협업할 (주)CTC바이오社의 자문을 받아 인허가에 필요한 사항 파악
	관련 시장 조사 및 분석을 통한 마케팅 전략 도출 (환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제)	100	- 전문컨설팅 기관인 (주)기술과가치社와 협조하여 관련 시장 조사 및 분석 - (주)CTC바이오社의 자문을 받아 마케팅 전략 도출
	<i>Bordetella bronchiseptica</i> 박테리오파지 형광 표지 및 검출에 대한 타당성 조사	100	- FITC-labeling 기술을 이용한 박테리오파지 Pas-MUP-1의 형광 표지 - FITC-labeled bacteriophage Pas-MUP-1의 viable bacteriophage 분석
	<i>Pasteurella multocida</i> 박테리오파지 형광 표지 및 검출에 대한 타당성 조사	100	- FITC-labeling 기술을 이용한 박테리오파지 Pas-MUP-1의 형광 표지 - FITC-labeled bacteriophage Pas-MUP-1의 viable bacteriophage 분석

### 제 2절. 관련분야 기여도

세부 과제명	세부연구항목	국내·외 기술개발현황	우월성	기여도
양돈 호흡기 질환 원인균 대응 용균	세균성 호흡기 질환 원인균에	- 국내·외로 세균성 질환에 대응할	- 세균성 호흡기 질환에 유용한 박테리오파지	- 전문 컨설팅 기관과 (주)CTC바이오社, Darleks

	<p>대하여 항균력을 갖는 박테리오파지를 유효성분으로 하는 환경친화적 항생제 대체 사료첨가제 및 자가증식 특성을 갖는 환경정화제제의 사업 모델 및 산업화 전략 수립</p>	<p>수 있는 박테리오파지 기반 제제의 개발 및 연구가 이뤄지고 있으나 대상 세균은 주로 소화기 질환 유발 세균임. 국내·외로 판매되고 있는 박테리오파지 기반 제품의 제형은 액상임. 전세계적으로 본 기관이 유일하게 세균성 호흡기 질환 대응 박테리오파지 기반 사료 첨가제 제품의 사업화를 추진하고 있는 상황임.</p>	<p>파지의 확보 사례가 없기 때문에 다른 국가와 비교하여 기술경제적으로 많은 우월성을 가지게 되었다고 할 수 있음. 후속 연구를 통해 호흡기 질환 대응 박테리오파지에 대한 과학적 근거 자료 및 안정성 자료를 확보하고 원료사 등재 승인을 받게 되면 세계 최초로 호흡기 전용 신제품의 출시가 가능함.</p>	<p>社와의 협업 및 자문을 바탕으로 확립한 사업 모델은 추후 국내·외로 성공적인 박테리오파지 사업화가 가능하리라 기대하고 있음. 이를 계기로, 박테리오파지를 연구 및 개발하는 유수의 기업들과도 공동 연구, 조인트 벤처 설립도 가능하리라 생각됨.</p>
<p>박테리오파지의 축산활용을 위한 사업화 기획 (1세부)</p>	<p>호흡기 질환 대응 박테리오파지의 증식 및 농축 기술 개발</p>	<p>- 소화기 질환 유발 세균에 대한 박테리오파지 증식 및 농축과 관련한 연구는 국내·외로 활발히 수행되고 있으며, 문헌 보고 건수 또한 높음. 하지만 호흡기 질환 유발 세균에 대한 박테리오파지의 문헌 보고 건수는 전무한 수준임.</p>	<p>- 본 과제를 통해 형광 표지의 대상이 되는 호흡기 대응 박테리오파지에 대한 증식 및 농축 기술의 확보는 다른 국가와 비교하여 기술경제적으로 많은 우월성을 가지게 되었다고 할 수 있음.</p>	<p>- 형광 표지 기술 도입에 적합한 박테리오파지의 전처리 기술의 확보는 후속 단계 연구 수행에 있어 기반이 되어야 하기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있음.</p>
	<p>호흡기 질환 대응 박테리오파지의 형광 표지 및 검출 기술 개발</p>	<p>- 박테리오파지의 형광 표지 기술과 관련한 연구는 국내에서는 본 기관이 유일함. 국내·외에서 환경, 검체를 대상으로 병원성 세균 검출을 목적으로 박테</p>	<p>- 국내·외에서 형광 유전자 발현 시스템 도입한 engineered 박테리오파지와 관련한 연구는 주로 살모넬라, 대장균 특이 박테리오파지를 대상으로 수행되어 왔음. 본 과제에서는</p>	<p>- 박테리오파지의 형광 표지 기술이 개발되었다는 것은 박테리오파지의 산업적 활용 및 안정성 검증을 위한 기반 기술이 마련되었다는 점에서 국가 및 경제적 기여도가 크다고 할 수 있음</p>



		<p>리오파지 유전체 내에 형광 유전자를 발현시킬 수 있는 연구 및 시스템 개발이 진행되고 있으나 대상 균종이 극히 제한적임. 사업화되어 판매 활성화까지 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.</p>	<p>호흡기 질환의 주요 원인 세균에 대응할 수 있는 박테리오파지를 대상으로 한 점과 박테리오파지 표면 단백질에 형광 물질을 표지한 점에서 상기 소개한 기술과는 다르다고 할 수 있음. 또한, 본 과제를 통해 확보된 형광 표지 기술은 동물 체내에서의 박테리오파지 분포 양상을 파악하는데 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 생각됨. 결과적으로 본 기술은 박테리오파지 사용에 대한 과학적 근거 자료를 확보할 수 있는 기반 기술을 확립했다는 점에서 다른 국가와 비교하여 기술경제적으로 많은 우월성을 가지게 되었다고 할 수 있음</p>	
--	--	--	---	--

## 제 5장. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

### 1. 사업화를 위한 관련 시장 조사, 분석 및 사업화/마케팅 전략 수립

가. 양돈 호흡기 질환 원인균 대응 박테리오파지의 상품화 추진

(1) 양돈 호흡기 전용 박테리오파지의 제품화

→ 국내 출시를 우선으로 하고 해외 시장으로의 확대 모색

(2) 기확립된 산업적 제조공정에 따라 다양한 제제 (소독제, 첨가제 등)로 상품화

나. 호흡기 질환 원인균 대응 박테리오파지의 적용분야 확대

(1) 본 과제의 대상 세균에 의해 문제시되는 돼지 이외의 다른 축종 (닭, 소, 개 등)으로의 적용분야를 확대

다. 해외 시장 개척을 위한 마케팅 실시

(1) 본 과제 및 후속 연구를 통해 박테리오파지 사용에 대한 과학적 근거 자료 및 안정성 데이터를 마케팅 자료로 활용

→ 러시아, 중국, 동남아, 남미 순으로 진행 예정

### 2. 박테리오파지 형광 표지 및 검출 기술 개발

가. 호흡기 질환 원인균 대응 박테리오파지 제제 개발

(1) 박테리오파지 사용에 대한 과학적 근거 자료 확보

→ 급이 방식에 따른 박테리오파지의 체내 분포 양상 파악과 관련된 추가 연구가 필요함. 관련 실험 결과 자료는 박테리오파지 사용에 대한 과학적 근거 자료를 확보하게 되는 점에서 큰 의의가 있음. 이에 더하여 관련 자료는 추후 제품 마케팅에 유용하게 활용될 수 있을 것이라고 생각됨

(2) 박테리오파지에 대한 안정성 자료 확보

→ 숙주, 세균 및 박테리오파지 간의 분자생물학 및 면역학적 기전 규명 필요

→ 단회/반복 투여에 따른 *in vitro*, *in vivo* 독성 여부 조사

(3) 적합 박테리오파지 제형 선정

→ 사료첨가제 및 환경정화제로서의 효과를 극대화시킬 수 있는 최적 제형 개발

(4) 농장 시험을 통한 유효성 평가

→ 박테리오파지의 농장 적용 후 효과 입증

(5) 신규 박테리오파지 확보

→ 호흡기 질환을 일으키는 다른 균종 (*Actinobacillus pleuropneumonia*, *Haemophilus parasuis*, *Streptococcus suis* 등)에 항균력을 갖는 신규 박테리오파지의 확보

나. 호흡기 질환 원인균 대응 박테리오파지의 유전자 기능 연구

(1) 기확보한 박테리오파지들의 genome 서열을 바탕으로 다양한 유용 유전자원에 대한

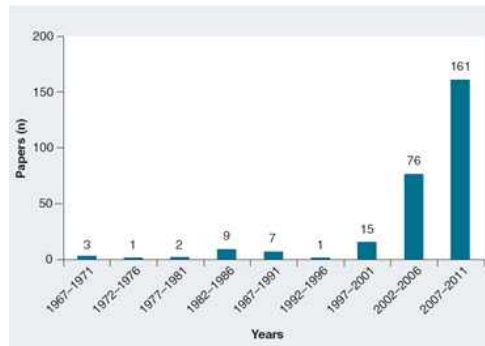
기능 연구가 추후 필요함

## 제 6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
------	------

### ○ 박테리오파지 연구의 발전 추세 및 동향

프랑스-캐나다계 미생물학자 Felix d’Herelle (1873-1949)이 파스퇴르 연구소에서 1917년에 박테리오파지를 발견 (d’Hérelle, 1917)한 후에 관련 연구는 크게 발전하였음. 초기에 d’Herelle은 다양한 실험과 현장실험들을 통하여 그 당시 알려진 어떠한 agent들에 비교하여서도 박테리오파지가 antimicrobial agent로 수천배 이상 유용함을 입증하였음 (d’Hérelle, 1921). 이러한 과정을 통하여 d’Herelle은 사람이나 동물에 감염한 pathogenic bacteria를 선택적으로 파괴하는 박테리오파지의 특징을 이용하여 세균 감염의 치료나 세균 감염에 대한 예방적 처치에 박테리오파지를 활용하는 ‘phage therapy’의 개념을 제안하였고, 이를 Ehrlich는 ‘magic bullet’으로 묘사하며 공중보건의 혁명으로 평가한 지가 90년 정도가 흐른 지금의 발전 추세는 매우 급격하다 할 수 있음.



‘phage therapy’ 또는 ‘bacteriophage therapy’에 대한 PubMed 검색 결과 (Pirnay, 2012)

1940년대까지 박테리오파지는 유럽을 중심으로 인체용으로 개발되어 병원에서 적용되었으며 (Chibani-Chennoufi, 2004; d’Herelle, 1931; Merrill, 2003; Smith, 1982), Eli Lilly, Squibb & Sons (현재의 Bristol-Myers Squibb) 등 다수의 대기업들이 박테리오파지 제품들을 시장에서 판매하였음. 그러나 항생제 보급의 일반화로 항생제의 시대가 도래하면서 박테리오파지 연구 및 의학 분야 적용은 동유럽 일부 국가에서만 지속되었음 (Kutateladze, 2008). 그렇지만, 2000년대에 들어서며 항생제 내성균 문제로 그 가치가 새롭게 조명 받고 있음. 특히 1980년대에 Smith 등에 의해 실시된 실험에서 박테리오파지의 우수한 효과가 증명되고 항생제에 비교하여 우수했던 결과가 도출되었던 것이 중요한 역할을 하였음 (Smith, 1982, 1983 & 1987).

박테리오파지 기반 제품은 다양하게 상업화 되고 있음. 2006년 미국 식약청은 리스테리아 박테리오파지의 식품 적용을 허용 하였고 (ListShield), 2010년에는 미국의 Organic Materials Review Institute (OMRI)에서 리스테리아 박테리오파지를 유기농으로 판정하였음. 2011년 미국 식약청은 대장균 박테리오파지의 식품 적용도 허용하였으며 (EcoShield), 최근 살모넬라 박테리오파지의 식품첨가제로의 허가되었음 (SalmoShield). 또한 동물용의약품으로 INT-401 (*Clostridium perfringens* 감염 처치용 제제)과 PLSV-1 (살모넬라 감염 처치용 제

제)을 허가하기도 하였음.

또한, 박테리오파지의 농업분야에서의 활용도 보고되고 있음. 일부 사례를 제시하면 apple blossom의 *Erwinia amylovora* 감염 처치에도 활용되었으며 (Schnabel, 2001), tomato의 *Ralstonia solanacearum* 및 *Xanthomonas campestris* 감염 처치에도 활용되었음 (Fox, 2000). 관련하여 미국의 Omnilytics사에서는 biocontrol product인 AgriPhage 제품을 출시하였음. 이 제품은 처음에는 tomato와 pepper의 세균성점무늬병 (bacterial spot)을 처치하는 목적으로 개발되었지만 다양한 작물들에도 효과가 있다고 알려져 있음. 이 제품은 북아메리카와 남아메리카에서 먼저 상업화되었으며 최근에는 아시아에서도 상업화에 성공하였음. 특히, 2006년에는 Organic Material Review Institute (MRI)로부터 유기농에 적합한 제품으로도 인정을 받았음.



The graphic is a vertical informational sheet for AgriPhage. At the top left is the AgriPhage logo, a stylized green leaf with the text 'AgriPhage™'. To the right is a photograph of fresh green and red tomatoes. Below the logo and photo is the tagline 'Safe, Natural, Bacteria Control For Tomato & Pepper'. The main body of the graphic is divided into several sections of text. On the left side, there are sections titled 'ABOUT AGRIPHAGE™', 'AgriPhage is available for the control of bacterial spot or bacterial speck...', 'AgriPhage is extremely selective and completely safe...', and 'INCREASED YIELD'. On the right side, there are sections titled 'AgriPhage is delivered in concentrated liquid form...', 'WHY IT WORKS', 'Over four billion phage are included as the active ingredient...', 'WORKING AGAINST RESISTANCE', and 'Our patented technology...'. At the bottom right, there is a small inset image of a green leaf with the text 'MSU August 2008'.

AgriPhage 제품 설명서 (출처: <http://www.omnilytics.com/home1.html>)

그 밖에 다수의 인체 의약품으로의 개발을 위한 임상시험들이 진행 중에 있음. 사람 대상 활용을 위해서는 안전성 입증에 매우 중요한데 이에 관련된 노력들이 많이 있음. 관련 사례로는 다수가 있는데, 미국 Delmont Laboratories에서 실시된 Staphage lysate 시험이 그 중 하나임 (Sulakvelidze, 2005). 이 시험에서는 고농도의 antistaphylococcal bacteriophage를 포함한 시험물질을 비강투여, 국소투여, 경구투여, 피하투여, 정맥투여 방식으로 사람에게 투여하였는데, 12년 이상의 사용에서도 아주 경미한 부작용만이 관찰되었음. 보다 공식적인 시험으로는 지원자를 대상으로 Nestle Research Center에서 실시한 대장균 특이 박테리오파지 투여 시험이 있는데, 시험 결과 안전성에 관련된 이슈가 없었음 (Bruttin, 2005). 미국 Texas의 Lubbock에 위치한 Wound care center에서 실시했던 *Pseudomonas aeruginosa* 박테리오파지, *Staphylococcus aureus* 박테리오파지, *E. coli* 박테리오파지 혼합물을 사용한 FDA가 승인한 임상1상 시험에서도 안전성에 관련하여 문제가 없었음 (Rhoads, 2009).

안전성에 대한 시험의 수준을 넘어 박테리오파지의 효능을 평가한 임상 2상 시험 (fully regulated, placebo-controlled, double-blind, randomized)이 2007년 완료된 바가 있는데, 이

시험에서 소량의 단일투여였음에도 불구하고 *Pseudomonas aeruginosa* 감염에 대하여 우수한 치료 효과가 확인된 바 있음 (Wright, 2009). 이러한 사례들은 박테리오파지의 활용 가능성을 충분히 입증한다 할 수 있다. 참고로, 현재도 다수의 임상시험들이 추진되고 있음.

2016년 6월 프랑스 파리에서 개최되었던 박테리오파지 학회 (Phage therapy, 2016)에서는 박테리오파지 및 엔도리신을 연구하는 다양한 나라의 대학 및 연구기관에서 36명의 대학 교수 및 관련 전문가들이 그들의 연구결과를 발표하였음. 주로 세균 감염 질환의 처치를 위한 박테리오파지 활용 사례 및 전망에 대한 발표가 있었으며, 숙주와 장내미생물과의 상호작용 및 임상/의학 분야에서 박테리오파지와 엔도리신의 활용과 관련한 연구 결과들이 소개되었음. 아울러 인체, 축산 및 수산 분야에서 병원성 세균에 의해 야기되는 질환의 처치를 목적으로 박테리오파지 연구를 활발히 수행하고 있었음. 박테리오파지 및 엔도리신 연구개발의 대상이 되는 주요 균종 및 연구 내용을 정리하면 아래와 같음.

### 박테리오파지 및 엔도리신 관련 연구의 대상 균종 및 연구 내용

대상 균종	연구 내용
<i>Staphylococcus aureus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 황색포도상구균을 박테리오파지로 감염시켜 얻은 용균액을 인체 및 동물용 백신으로 활용 가능성을 보여줌. 백신 효과를 나타내는 구체적인 기전에 대해서는 추가 연구가 필요하다고 언급함.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biofilm 제거에 박테리오파지가 효과적이며, 젖소유방염의 제어를 위해서도 박테리오파지의 활용 가치가 클 것이라고 기대하고 있음.</li> <li>• 참고로, 젖소유방염에 대한 박테리오파지 및 엔도리신 활용 연구도 다수 보고되었음.</li> </ul>
<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원내감염 균으로 인체에 감염하여 다양한 질환을 일으키고 다양한 항생제에 대한 내성을 가지는 것으로 보고되어, 많은 연구팀들에서 이들 세균들을 대상으로 박테리오파지 연구를 수행하고 있음을 확인 (항균력 조사, biofilm 제거능 조사, 쥐를 대상으로 균에 대한 처치 효과 및 cytotoxicity 조사 등의 연구 결과들이 소개됨).</li> </ul>
<i>Proteus mirabilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urinary infection 혹은 catheter에 biofilm을 형성하여 문제를 일으키는 균으로, 박테리오파지를 이용한 균 제거 및 biofilm 제거 효과를 소개함.</li> </ul>
<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Pseudomonase aeruginosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인체 폐질환을 유발하는 원인균으로, 이의 처치를 위해 박테리오파지 및 엔도리신 연구를 수행하고 있음. 주목할 것은 박테리오파지를 이용한 임상시험 사례와 결과를 소개하였고, phage therapy에 대해 긍정적 전망을 소개함.</li> </ul>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해삼 양식에 피해를 주는 균으로, 이에 감염능을 갖는 박테리오파지를 이용해 효과를 입증한 실험 결과를 소개함.</li> </ul>

## 제 7장. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
○ 일반과제임.	

## 제 8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)		



## 제 9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행 실적

코드번호	D-11
○ 해당사항 없음.	

## 제 10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1							yyyy.mm.dd		
2							yyyy.mm.dd		
3							yyyy.mm.dd		
4							yyyy.mm.dd		
5							yyyy.mm.dd		

## 제 11장. 기타사항

코드번호	D-13
<input type="radio"/> 없음.	

## 제 12장. 참고문헌

	코드번호	D-14
1. Barrow P.A., Soothill J.S. (1997) "Bacteriophage therapy and prophylaxis: rediscovery and renewed assessment of potential." <u>Trends Microbiol</u> <b>5</b> : 268-271.		
2. Bone MA, Wilk AJ, Perault AI, Marlatt SA, Scheller EV, Anthouard R, Chen Q, Stibitz S, Cotter PA, Julio SM. (2017) " <i>Bordetella</i> PlrSR regulatory system controls BvgAS activity and virulence in the lower respiratory tract." <u>Proc Natl Acad Sci U S A</u> . <b>114</b> (8):E1519-E1527.		
3. Boyd J.S.K., Portnoy B. (1944) "Bacteriophage therapy in bacillary dysentery." <u>Trans R Soc Trop Med Hyg</u> <b>37</b> : 243-262.		
4. Brickman TJ, Suhadolc RJ, McKelvey PJ, Armstrong SK. (2017) "Essential role of <i>Bordetella</i> NadC in a quinolinate salvage pathway for NAD biosynthesis." <u>Mol Microbiol</u> . <b>103</b> (3):423-438.		
5. Brussow H. (2005) "Phage therapy: the <i>Escherichia coli</i> experience." <u>Microbiology</u> <b>151</b> : 2133-2140.		
6. Bruttin A., Brüssow H. (2005) "Human volunteers receiving <i>Escherichia coli</i> phage T4 orally: a safety test of phage therapy." <u>Antimicrob Agents Chemother</u> <b>49</b> : 2874-2878.		
7. Burrowes B., Harper D.R., Anderson J., McConville M., Enright M.C. (2011) "Bacteriophage therapy: potential uses in the control of antibiotic-resistant pathogens." <u>Expert Rev Anti Infect Ther</u> <b>9</b> : 775-785.		
8. Chakraborty S., Kloos B., Harre U., Schett G., Kubatzky KF. (2017) " <i>Pasteurella multocida</i> Toxin Triggers RANKL-Independent Osteoclastogenesis." <u>Front Immunol</u> . <b>8</b> : 185.		
9. Chibani-Chennoufi S., Sidoti J., Bruttin A., Kutter E., Sarker S., Brüssow H. (2004) "In vitro and in vivo bacteriolytic activities of <i>Escherichia coli</i> phages: implications for phage therapy." <u>Antimicrob Agents Chemother</u> <b>48</b> : 2558-2569.		
10. d'Hérelle F. (1917) "Sur un microbe invisible antagoniste des bacilles dysentériques." <u>Acad Sci Paris</u> <b>165</b> : 373-375.		
11. d'Hérelle F. (1921) "Le bacteriophage." <u>La Nature (Paris)</u> <b>49</b> : 219-222.		
12. d'Herelle F. (1931) "Bacteriophage as a treatment in acute medical and surgical infections." <u>Bull N Y Acad Med</u> <b>7</b> : 329-348.		
13. Doolittle MM, Cooney JJ, Caldwell DE. (1996) "Tracing the interaction of bacteriophage with bacterial biofilms using fluorescent and chromogenic probes." <u>J Ind Microbiol</u> . <b>16</b> (6): 331-341.		

14. Dorey L., Hobson S., Lees P. (2016) "Potency of marbofloxacin for pig pneumonia pathogens *Actinobacillus pleuropneumoniae* and *Pasteurella multocida*: Comparison of growth media." Res Vet Sci. **111**: 43–48.
15. Dorey L., Hobson S., Lees P. (2016) "Factors influencing the potency of marbofloxacin for pig pneumonia pathogens *Actinobacillus pleuropneumoniae* and *Pasteurella multocida*." Res Vet Sci. **111**: 93–98.
16. Fazil M.H., Singh D.V. (2011) "*Vibrio cholerae* infection, novel drug targets and phage therapy." Future Microbiol **6**: 1199–1208.
17. Fox J. (2000) "Phage treatments yield healthier tomato, pepper plants." ASM News **66**: 455–456.
18. Furukawa H, Kuroiwa T, Mizushima S. (1983) "DNA injection during bacteriophage T4 infection of *Escherichia coli*." J Bacteriol. **154**(2): 938–945.
19. Goodridge L, Chen J, Griffiths M. (1999) "Development and characterization of a fluorescent-bacteriophage assay for detection of *Escherichia coli* O157:H7." Appl Environ Microbiol. **65**(4): 1397–1404.
20. Hamidou Soumana I, Linz B, Harvill ET. (2017) "Environmental Origin of the Genus *Bordetella*." Front Microbiol. **8**:28.
21. Hoffman C, Eby J, Gray M, Heath Damron F, Melvin J, Cotter P, Hewlett E. (2017) "*Bordetella* adenylate cyclase toxin interacts with filamentous haemagglutinin to inhibit biofilm formation in vitro." Mol Microbiol. **103**(2):214–228.
22. Jado I, López R., García E., Fenoll A., Casal J., García P.; Spanish Pneumococcal Infection Study Network. (2003) "Phage lytic enzymes as therapy for antibiotic-resistant *Streptococcus pneumoniae* infection in a murine sepsis model." J Antimicrob Chemother **52**: 967–973.
23. Jaiswal A., Koley H., Ghosh A., Palit A., Sarkar B. (2013) "Efficacy of cocktail phage therapy in treating *Vibrio cholerae* infection in rabbit model." Microbes Infect **15**: 152–156.
24. Kutateladze M., Adamia R. (2008) "Phage therapy experience at the Eliava Institute." Med Mal Infect **38**: 426–430.
25. Linz B, Ivanov YV, Preston A, Brinkac L, Parkhill J, Kim M, Harris SR, Goodfield LL, Fry NK, Gorringer AR, Nicholson TL, Register KB, Losada L, Harvill ET. (2016) "Acquisition and loss of virulence-associated factors during genome evolution and speciation in three clades of *Bordetella* species." BMC Genomics. **17**(1):767.
26. Marza AD., Jesse Abdullah FF., Ahmed IM., Teik Chung EL., Ibrahim HH.,

- Zamri-Saad M., Omar AR., Abu Bakar MZ., Saharee AA., Haron AW., Alwan MJ., Mohd Lila MA. (2017) "The ability of lipopolysaccharide (LPS) of *Pasteurella multocida* B:2 to induce clinical and pathological lesions in the nervous system of buffalo calves following experimental inoculation." Microb Pathog. **104**: 340-347.
27. McVay C.S., Velásquez M., Fralick J.A. (2007) "Phage therapy of *Pseudomonas aeruginosa* infection in a mouse burn wound model." Antimicrob Agents Chemother **51**: 1934-1938.
28. Merril C.R., Scholl D., Adhya S.L. (2003) "The prospect for bacteriophage therapy in Western medicine." Nat Rev Drug Discov **2**: 489-497.
29. Miliutina L.N., Vorotyntseva N.V. (1993) "Current strategy and tactics of etiotropic therapy of acute intestinal infections in children." Antibiot Khimioter **38**: 46-53.
30. Moustafa AM, Bennett MD. (2017) "Development of loop-mediated isothermal amplification-based diagnostic assays for detection of *Pasteurella multocida* and hemorrhagic septicemia-associated *P. multocida* serotype B:2." Am J Vet Res. **78**(2): 134-143.
31. Nefedchenko AV., Glotova TI., Glotov AG., Ternovoy VA., Sementsova AO. (2017) "Prevalence of different OmpH-types among *Pasteurella multocida* isolated from lungs of calves with respiratory problems." Microb Pathog. **104**: 184-189.
32. Nguyen AW, Wagner EK, Posada L, Liu X, Connelly S, Papin JF, Wolf RF, Kaleko M, Maynard JA. (2017) "Prior exposure to *Bordetella* species as an exclusion criterion in the baboon model of pertussis." J Vet Med Sci. **79**(1):60-64.
33. Peng Z., Liang W., Wang Y., Liu W., Zhang H., Yu T., Zhang A., Chen H., Wu B. (2017) "Experimental pathogenicity and complete genome characterization of a pig origin *Pasteurella multocida* serogroup F isolate HN07." Vet Microbiol. **198**: 23-33.
34. Petrovic A, Kostanjsek R, Rakhely G, Knezevic P. (2017) "The First *Siphoviridae* Family Bacteriophages Infecting *Bordetella bronchiseptica* Isolated from Environment." Microb Ecol. **73**(2):368-377.
35. Pirnay J.P., Verbeken G., Rose T., Jennes S., Zizi M., Huys I., Lavigne R. Merabishvili M., Vaneechoutte M., Buckling A., de Vos D. (2012) "Introducing yesterday's phage therapy in today's medicine." Future Virol **7**: 379-390.
36. Raja KS, Wang Q, Gonzalez MJ, Manchester M, Johnson JE, Finn MG. (2003) "Hybrid Virus-Polymer Materials. 1. Synthesis and Properties of PEG-Decorated Cowpea Mosaic Virus." Biomacromolecules. **4**(3): 472-476.
37. Rhoads D.D., Wolcott R.D., Kuskowski M.A., Wolcott B.M., Ward L.S., Sulakvelidze A. (2009) "Bacteriophage therapy of venous leg ulcers in humans: results of a phase I

safety trial.” J Wound Care **18**: 237–243.

38. Schnabel E.L., Jones A.L. (2001) “Isolation and characterization of five *Erwinia amylovora* bacteriophages and assessment of phage resistance in strains of *Erwinia amylovora*.” Appl Environ Microbiol **67**: 59–64.
39. Shirzad-Aski H., Tabatabaei M. (2016) “Molecular characterization of *Pasteurella multocida* isolates obtained from poultry, ruminant, cats and dogs using RAPD and REP-PCR analysis.” Mol Biol Res Commun. **5**(3): 123–132.
40. Sisti F, Fernández J, Cordero A, Casabuono A, Couto A, Hozbor D. (2017) “Modifications of *Bordetella bronchiseptica* core lipopolysaccharide influence immune response without affecting protective activity.” Bioorg Med Chem Lett. **27**(3):432–436.
41. Smith H.W., Huggins M.B. (1982) “Successful treatment of experimental *Escherichia coli* infections in mice using phage: its general superiority over antibiotics.” J Gen Microbiol **128**: 307–318.
42. Smith H.W., Huggins M.B. (1983) “Effectiveness of phages in treating experimental *Escherichia coli* diarrhoea in calves, piglets and lambs.” J Gen Microbiol **129**: 2659–2675.
43. Smith H.W., Huggins M.B., Shaw K.M. (1987) “The control of experimental *Escherichia coli* diarrhoea in calves by means of bacteriophages.” J Gen Microbiol **133**: 1111–1126.
44. Sulakvelidze A., Alavidze Z., Morris J.G.Jr. (2001) “Bacteriophage therapy.” Antimicrob Agents Chemother **45**: 649–659.
45. Sulakvelidze A., Barrow P. (2005) “Phage therapy in animals and agribusiness.” In *Bacteriophages: Biology and Application*. pp. 335–380. Boca Raton: CRC Press.
46. Summers W.C. (2001) “Bacteriophage therapy.” Annu Rev Microbiol **55**: 437–451.
47. Vonasek E, Le P, Nitin N. (2014) “Encapsulation of bacteriophages in whey protein films for extended storage and release.” Food Hydrocolloids **37**: 7–13.
48. Wang X, Stapleton JA, Klesmith JR, Hewlett EL, Whitehead TA, Maynard JA. (2017) “Fine Epitope Mapping of Two Antibodies Neutralizing the *Bordetella* Adenylate Cyclase Toxin.” Biochemistry. **56**(9):1324–1336.
49. Wei X., Wang Y., Luo R., Qian W., Sizhu S., Zhou H. (2017) “Identification and characterization of a protective antigen, PlpB of bovine *Pasteurella multocida* strain LZ-PM.” Dev Comp Immunol. **71**: 1–7.
50. Wright A., Hawkins C.H., Anggård E.E., Harper D.R. (2009) “A controlled clinical trial of a therapeutic bacteriophage preparation in chronic otitis due to antibiotic-resistant

*Pseudomonas aeruginosa*; a preliminary report of efficacy." Clin Otolaryngol **34**: 349-357.

51. Yang H., Yu J., Wei H. (2014) "Engineered bacteriophage lysins as novel anti-infectives." Front Microbiol. **16;5**: 542.
52. Yim SH, Hahn TW, Joo HG. (2016) "*Bordetella bronchiseptica* antigen enhances the production of *Mycoplasma hyopneumoniae* antigen-specific immunoglobulin G in mice." J Vet Sci. [Epub ahead of print].
53. Young I., Wang I., Roof WD. (2000) "Phages will out: strategies of host cell lysis." Trends Microbiol. **8(3)**: 120-128.
54. Yuji D., Tanaka M., Katayama, Kenichirou Noguchi I. (2015) "*Pasteurella multocida* Infective Endocarditis." J Heart Valve Dis. **24(6)**: 778-779.
55. Zabezhinsky L.M., Gorstkina-Shevandronova L.A. (1946) "Phage therapy of typhoid." Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. **4**: 25-27.
56. <http://www.ebifoodsafety.com>
57. <http://www.intralytix.com>
58. <http://www.micreos.com>



## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.