819001-02

농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발

2021

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( ),발간등록번호(○)

농식품연구성과후속지원사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-003591-01

농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발

2021.07.16.

주관연구기관 / 마이크로솔루션(주)

농 림 축 산 식 품 부

(전문기관)농림식품기술기획평가원

< 요 약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="3">농식품연구성과후속지원</td><td>총괄연구개발 식별번호
(해당 시 작성)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명
(해당 시 작성)</td><td colspan="3"></td><td>연구개발과제번호</td><td colspan="3">819001-02</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술분류</td><td>국가과학기술 표준분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td>농림식품 과학기술분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="6">농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="6">2019.05.10. - 2021.01.09. (21개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="6">총 200,000 천원
(정부지원연구개발비: 150,000 천원, 기관부담연구개발비 : 50,000 천원,
지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="2">기초[ ] 응용[√] 개발[ ]
기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]</td><td>기술성숙도
(해당 시 기재)</td><td colspan="2">착수시점 기준( )
종료시점 목표( )</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성
(해당 시 작성)</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">연구개발
목표 및 내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="6">사료 효율 증대 효과를 위한 미생물 첨가제 효능 규명을 통한 농가 수익 창출</td></tr>
<tr><td>전체 내용</td><td colspan="6">● 연구 내용 : - 특허 미생물 3종,
Bacillus licheniformis SF5-1(특허 10-1278617호) Saccharomyces cerevisiae(특허 10-1157461)
Bacillus subtilis(주관 기관 보유)
1차년도
- 자돈 비육돈 사양 시험
2차년도
- 육계 사양 시험
● 경제 산업적 효과 :
- 사료 효율 증대 홍보를 통한 제품 매출액 증대
- 사료구입비 절감으로 농가 수익 구조 개선
- 저가 사료의 효율 증대로 사료 제조사 판로 확보
- 악취저감 효능과 사료효율 증대 제품 공급을 통한 친환경 축산 환경 조성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(해당 시 작성)</td><td>목표</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">n단계
(해당 시 작성)</td><td>목표</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발성과</td><td colspan="6">- Italian Journal of Animal Science에서 Effects of probiotics complex</td></tr>
</table>

	supplementation in low nutrient density diet on growth performance, nutrient digestibility, faecal microbial, and faecal noxious gas emission in growing pigs' 논문 발표 - 학술 대회에서 'Dietary supplementation of Bacillus licheniformis derived-protease increased the digestibility of dry matter and crude protein in post-weaned and growing pigs' 논문 발표
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	- 해외 저명 학술지 및 학술대회 발표를 통하여 시험 첨가제가 가축의 생선성에 미치는 효과에 대한 학술적 검증. 이러한 검증을 바탕으로 시험 제품의 사업화에 신뢰성 확보 및 농가에 보급함으로써 농가 생산성 발전에 기여.
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	1											

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	이유자돈	비육돈	육계	미생물	생산성
영문핵심어 (5개 이내)	Weaning pig	Finishing pig	Broiler	Microbe	Growth performance

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

‘농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발’(연구개발 기간 : 2019.05.10. ~ 2021.01.09.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021.07.16.

주관연구기관명 : (주)마이크로솔루션 (대표자) 하병덕

주관연구기관책임자: 하병덕

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발의 개요

- 국내 축산업은 현재 2011년 7월 배합사료 내 성장증진용 항생제의 사용이 전면 금지됨에 따라 난황을 겪고 있음
- 이에따라 항생제를 대체할 수많은 대체 물질들이 수면위로 떠올라 활발히 연구 및 개발중인데, 대표적으로는 유기산제, 생균제, 식물 추출물, 에센셜 오일 등이 있음
- 배합사료용 항생제는 농가의 생산성에 크게 기여를 함으로써 비약적인 발전을 일으켰지만, 이로 인해 사육규모가 커지면서 밀집 사육과 같은 문제를 일으켜 스트레스 및 질병발생률 또한 높아지게됨
- 모든 가축에 있어 새끼들은 항상 많은 질병과 위협에 노출되어 있고, 그 중 가장 빈번한 것은 소화기 질병임. 소화기 질병은 어린 가축에게 있어 설사를 유발하고 그로 인해 생산성 저하 뿐만아니라 심하게는 폐사에 이르기까지 절대로 무시할 수 없는 요소로써 농가의 수익에 큰 영향을 미칠 수 있음
- 생균제는 살아있는 미생물을 첨가하여 숙주의 장 내 미생뮬의 균총을 정상화 시키고 항생물질을 생산하며 유해미생물이 장 내에 흡착하는 것을 방해하여 가축의 생산성을 개선시키는 기능을 가진 첨가제임
- 양돈 농가에 사용되는 생균제는 유산균(Lactic acid bacteria), 고초균(Bacillus), 황국균(Aspergillus oryzae), 효모(Yeast)로 크게 4가지로 나눌 수 있음
- 유산균은 젖산균이라고도 불리며, 혐기성 미생물로서 장 내 정착해 젖산을 생성하여 장내 pH를 3~4로 낮춰 유해균의 증식을 막는 역할을 함
- 고쵸균은 매주 발효균으로 잘 알려져 있는데, 열에 강한 특징이 있어 위산 및 사료가공시 열에 견딜 수 있는 장점이 있다. 전분 및 단백질을 분해하는 능력이 뛰어나 사료의 이용성을 높게 만들어줌
- 황국균은 누룩 곰팡이의 일종으로 발효에 주로 쓰이는 균임. 각종 효소를 분비하여 소화율을 높여주고 섬유질 분해를 높여주며 탄수화물의 이용을 도와주는 장점이 존재함
- 효모는 맥주, 빵 등의 발효에 이용되는 균주로 기호성 증진, 장내 산소를 줄여 혐기성 박테리아의 활동을 용이하게 해주어 유해균을 억제시키는 효과가 있음
- 본 연구를 통해 가축용 생균제(Bacillus licheniformis SF5-1, Bacillus subtilis 및 Saccharomyces cerevisiae균주)를 개발하여 이유자돈, 비육돈 및 육계에게 첨가 급이시 생산성의 개선효과를 검증하고자 함

1-2. 연구개발 대상의 국내 · 외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 항생제 대체제는 국내에서 동물용의약품으로 허가되거나 보조사료로서 등록되어 국내에

판매되고 있음

- 프로바이오틱스는 꾸준한 연구개발을 통해 설사, 소화와 같은 장 질환, 호흡기 질환 및 알러지 질환등에 임상학적으로 효과가 검증되고 있으며, 이를 함유한 다양한 기능성 제품들이 높은 시장 성장률을 보이고 있음
- 항생제를 가축사료내 첨가할 수 없게됨에 따라 항생제 대체제의 급여는 권장이 아닌 필수로써 인식이 바뀌는 추세이며, 그 중 가장 보편적이고 효과가 인증된 생균제를 항생제 대체제로서 수요가 계속됨

○ 시장현황

- 2019년 국내 첨가제 시장 규모 3,176억원(추정)
- 국내 사료 첨가제 산업은 약 130여개의 회사가 각축하고 있으며, 2013년 기준 약 2,587억의 규모로 전 세계 사료 첨가제 시장의 약 2%를 차지하고 있음
- 생산품이 거의 전량 국내 축산업에 소화되는 전형적인 내수시장 경향의 성격을 띠고 있음
- 일부 가공된 원료만을 수출하고 있는 상태이므로 아직까지 국제경쟁력이 낮은 산업분야임

○ 경쟁기관현황

- 배합사료 프로바이오틱스 첨가제 시장은 Chr. Hansen, Novozymes, Koninklijke DSM 등 글로벌 기업이 시장 상위권에 자리매김하고 있고, 국내에서는 CJ, 이지바이오, CTC바이오 등 다양한 기업에서 생균제를 포함한 가축성장증진용 첨가제를 생산 및 판매하고 있음

○ 지식재산권현황

- *Bacillus licheniformis* SF5-1(특허 10-1278617호)
- *Saccharomyces cerevisiae*(특허 10-1157461)
- *Bacillus subtilis* (주관 기관 보유)

○ 표준화현황

- 해당없음

○ 기타현황

- 해당없음

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 2010년까지 유럽시장이 가장 큰 시장규모를 자랑했지만, 지속적인 육류소비증가와 더불

어 아시아태평양 시장이 확대됨으로써 이후부터 아시아태평양 시장이 가장 큰 규모를 유지하고 있음

- 현재 프로바이오틱스를 직접 생산 및 일차 가공하여 다양한 제품 회사에 납품 가능한 업체는 Chr. Hansen Holdings(덴마크), Dadone(프랑스), Nestle S.A.(스위스), Dupont de Nemours(미국)등이 있음
- 프로바이오틱스 제품군은 크게 1.기능성 식음료, 2.식품 보조제, 3.가축 사료로 나누어져 있으며 소비자들의 프로바이오틱스에 대한 기대와 긍정적 인식으로 인해 상품의 부가가치를 높일 수 있는 재료원으로 각광받고 있음

○ 시장현황

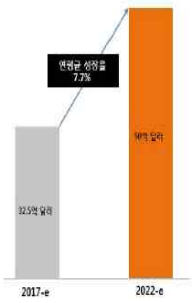
- 2019년 전 세계 사료 첨가제 시장은 172.8억 달러 규모(추정)
- 세계 3대 시장인 미국, 유럽, 아시아가 전 세계 시장의 85% 이상을 차지하고 있으며, 아시아의 소득 수준과 육류 소비량이 계속적으로 증가함에 따라 아시아 국가의 사료 첨가제 시장은 계속 성장할 것으로 예측됨
- 가축용 배합사료에서 프로바이오틱스의 시장규모는 2016년에 32억 5천만달러에서 연평균 성장률 7.7%로 증가하여, 2022년에는 50억달러에 달할 것으로 전망

[표] 배합사료 프로바이오틱스 첨가제 시장의 글로벌 Top5 기업

기업	순위
Chr. Hansen A/S(덴마크)	1
Novozymes A/S(덴마크)	2
Koninklijke DSM N.V.(네덜란드)	3
E.I du Pont de Nemours and Company(미국)	4
Evonik Industries AG(독일)	5

※ 자료 : Marketsandmarkets, Probiotics in Animal Feed Market, 2017

[그림] 배합사료 중 프로바이오틱스 시장규모 전망



※ 자료 : Marketsandmarkets, Probiotics in Animal Feed Market, 2017

○ 경쟁기관현황

- 배합사료 프로바이오틱스 첨가제 시장은 Chr. Hansen, Novozymes, Koninklijke DSM 등 글로벌 기업이 시장 상위권에 자리매김하고 있음

○ 지식재산권현황

- 상위 기업들을 중심으로 활발한 지식재산권 활동
- Lactic acid bacteria, Bifidobacteria, Yeasts등 많은 수의 미생물들이 지속적인 연구를 통해 밝혀지고 있으며, 이를 이용한 생균제의 제품화로 인해 축산사료용 첨가제 산업은 매년 꾸준한 성장률을 보이고 있음

○ 표준화현황

- 해당없음

○ 기타현황

- 해당없음

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

○1년차-이유자돈

2-1. 연구개발의 목표 및 내용

가. 최종목표

○ 생산성의 개선 및 사료 효율 증대 효과를 위한 미생물 첨가제 효능 규명을 통한 농가 수익 창출

나. 세부목표

○ 이유자돈 구간 사료 내 미생물첨가제의 급여를 통한 생산성의 개선

○ 비육돈 구간 사료 내 미생물첨가제의 급여를 통한 생산성의 개선

○ 육계 사료 내 미생물첨가제를 급여했을 때 생산성에 미치는 영향 검증

다. 연차별 개발목표 및 내용

<1차년도>

○ 연구개발 목표

- 협동연구기관(단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단) :

- 이유자돈 및 비육돈 구간 사료 내 미생물첨가제를 급여했을 때 생산성에 미치는 영향 검증
- 사양시험을 통한 생산성, 영양소소화율, 분 내 미생물, 분 내 악취물질, 분변지수, *육질특성 및 *도체성적(비육돈 구간에 한함)
- 시험 처리 :

1) PC : Basal diet (high price)

2) NC : Basal diet (low price)

3) NC1 : NC diet + 미생물제제 첨가수준1

4) NC2 : NC diet + 미생물제제 첨가수준2

5) NC3 : NC diet + 미생물제제 첨가수준2 + 유산균

○ 개발 내용 및 범위

– 협동연구기관(단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단) :

- 생산성 : 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 시험개시 및 종료 시에 각 개체별로 체중을 측정한다. 사료섭취량은 체중 측정 시 사료급여량에서 잔량을 제하여 계산하고, 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어 산출한다.
- 영양소 소화율 : 영양소 소화율은 시험 종료 시 7일 전 산화크롬(Cr2O3)을 표시물로써 사료 내 0.2% 첨가하여 7일간 급여 후 분을 채취한다. 채취한 분은 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용한다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(2000)의 방법에 준하여 분석한다.
- 분 내 미생물 : 분 내 미생물은 종료 시 항문 마사지법으로 분을 채취한 뒤, 실험시까지 -20℃에서 냉동보관 하며, 이 후 멸균된 생리식염수에 현탁하여 균질화 시킨 다음 10^{-3}에서 10^{-7}까지 계단 희석하여 생균 수 측정용 시료로 사용한다. 실험처리에 의한 돈 분내의 *Lactobacillus* 및 *E.coli*의 균 수를 측정하기 위해 *Lactobacillus*에는 MRS agar(Difco, USA), *E.coli*에는 MacConkey agar(Difco, USA)를 사용하고, 37℃에서 38시간 배양 후 균 수를 측정한다.
- 분 내 악취물질 : 이유자돈 및 비육돈의 분 내 악취 물질 분석을 위해 시험 종료 시 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 채취한 후, 신선한 분 300g을 취하여 2,600mL의 밀봉된 플라스틱 용기에 넣고 실온에서 1일동안 발효 및 7일간 보관한 후 복합가스 측정기(MultiRAE Lite model PGM-6208, RAE, USA)를 사용하여 분으로부터 발생하는 NH_3, H_2S, CO_2, Methyl mercaptan 및 Acetic acid를 측정한다.
- 육질특성 및 도체성적 : 육질 분석에 사용된 돈육은 도축 후 4℃ 냉장고에 24시간 저장 후 반도체 등심 부위 (M.longissimusdorsi)를 분할 정형하여 분석에 이용한다. 육색은 Chromameter (Model CR-410, Minolta Co., Japan)를 사용하여 각 sample 당 5회 반복하여 측정한 뒤 평균값을 산출한다. 이때 표준색판은 L* (lightness)=89.2, a* (redness)=0.921, b* (yellowness)=0.783으로한다. 보수력은 Hofmann 등 (1982)의 방법으로 측정하여 planimeter (X-plan, Ushikata 360dⅡ, Japan)로 면적을 구하고 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 표시한다. 육의 pH 값은 도살 후 모든 시료를 pH meter (Istek, Model 77p)를 사용하여 측정한다. 등심단면적은 등심의 단면적을 OHP 필름을 이용하여 등심의 둘레를 측정하고, 구적기 (MT-10S, MT precision, Japan)를 이용하여 면적을 측정한다. 가열감량 (cooking loss)은 시료를 일정한 모양으로 정형하여 무게를 측정한 후, polyethylene bag에 넣고 항온수조 (75℃)에서 30 분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 시료의 무게를 측정한다. 관능적 평가는 근내지방도에 의한 등급기준 및 육색기준에 의해 신선육의 육색 (color: 1-5), 근내지방도(marbling: 1-5), 경도 (firmness: 1-5)를 조사한다. 저장 감량 (drop loss)은 시료를 2cm 두께의 일정한 모양으로 정형한 후 polyethylene bag에 넣어 4℃ 냉장실에서 7일간 보관하면서 1일, 3일, 5일 및 7일 후 발생되는 감량을

측정한다.

<2차년도>

○ 연구개발 목표

– 협동연구기관(단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단) :

- 육계 사료 내 미생물첨가제를 급여했을 때 생산성에 미치는 영향 검증
- 사양시험을 통한 생산성, 영양소소화율, 장 내 미생물, 분 내 악취물질, 육질특성 및 장기무게 조사
- 시험 처리 :
  1) PC : Basal diet (high price)
  2) NC : Basal diet (low price)
  3) NC1 : NC diet + 미생물제제 첨가수준1
  4) NC2 : NC diet + 미생물제제 첨가수준2
  5) NC3 : NC diet + 미생물제제 첨가수준2 + 유산균

○ 개발 내용 및 범위

– 협동연구기관(단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단) :

- 생산성 : 증체량은 시험개시, 7일차, 21일차 및 종료시(35일)에 반복별로 체중을 측정한다. 사료섭취량은 체중 측정 시 사료급여량에서 잔량을 제하여 계산하고, 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어 산출한다.
- 영양소 소화율 : 영양소 소화율은 시험 종료 시(35일) 7일 전 산화크롬(Cr2O3)을 표시물로써 사료 내 0.2% 첨가하여 7일간 급여 후 분을 채취한다. 채취한 분은 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용한다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(2000)의 방법에 준하여 분석한다.
- 장 내 미생물 : 장내 미생물은 종료 시(35일) 각 처리구에서 10수씩 임의적으로 선택해 분 내 미생물 균총을 측정한다. *Lactobacillus* 와 *E.coli*는 동일한 시간동안 배설된 신선한 분을 채취한 후, *Lactobacillus*는 MRS agar를, *E.coli*는 MacConkey agar를 사용하여 배지를 만든다. 모든 샘플은 37℃의 공기가 통하지 않는 배양기에서 뒤집은 상태로 배양시킨다. Colony Count는 log10으로 변환해서 측정한다.
- 분 내 악취물질 : 육계의 분 내 악취 물질 분석을 위해 시험 종료 시(35일) 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 채취한 후, 신선한 분 300g을 취하여 2,600mL의 밀봉된 플라스틱 용기에 넣고 실온에서 1일동안 발효 및 7일간 보관한 후 복합가스 측정기(MultiRAE Lite model PGM-6208, RAE, USA)를 사용하여 분으로부터 발생하는 NH_3, H_2S, CO_2, Methyl mercaptan 및 Acetic acid를 측정한다.
- 육질특성 및 장기무게 : 시험 종료 시(35일) 처리구별 임의로 10수씩 선별하여 경골

탈퇴 방법으로 도살한 뒤, 가슴육, 간, F낭, 복강지방, 비장 및 근위의 무게를 측정하여 생체중에 대한 비율로 계산한다. pH는 pH meter(Testo 205, Testo, Germany)를 사용하여 측정하였으며, 육색은 색차계(Model CR-410, Minolta Co., Japan)를 이용하여 각 가슴육 샘플 1개당 2회 반복하여 측정한다. 이 때 표준 색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783을 기준으로 한다. 저장감량(Drip loss)은 각 샘플당 시료를 2cm두께의 일정한 모양으로 정형한 후 Polyethylene bag에 넣어 4℃의 냉장실에서 7일간 보관하면서 1일, 3일, 5일 및 7일 후 발생되는 감량을 측정한다.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

○1년차-이유자돈

1. 생산성

이유자돈 사료 내 생균제의 급여가 이유자돈의 생산성에 미치는 영향은 Table 1에 나타내었다. 시험 종료 시 (6주) 및 전체 시험기간동안 일당증체량에 있어 NC2 처리구가 NC 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 1. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on growth performance in weaning pigs[1]

Items	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Body weight, kg						
Initial	6.56	6.56	6.56	6.56	6.55	0.004
Week 1	8.39	8.34	8.36	8.41	8.36	0.03
Week 3	14.05	13.76	13.82	14.12	13.99	0.12
Week 6	24.80	23.94	24.21	24.99	24.73	0.31
Week 1						
ADG, g	262	254	257	264	259	5
ADFI, g	295	287	289	296	291	7
G:F	0.891	0.888	0.889	0.892	0.889	0.007
FCR	1.123	1.127	1.125	1.121	1.126	0.009
Week 3						

ADG, g	404	387	390	408	402	7
ADFI, g	502	497	499	509	505	9
G:F	0.804	0.780	0.782	0.802	0.797	0.008
FCR	1.246	1.283	1.279	1.248	1.255	0.013
Week 6						
ADG, g	512[ab]	485[b]	495[ab]	518[a]	511[ab]	10
ADFI, g	762	736	749	767	761	15
G:F	0.673	0.659	0.661	0.675	0.672	0.009
FCR	1.488	1.518	1.516	1.482	1.489	0.020
Overall						
ADG, g	434[ab]	414[b]	420[ab]	439[a]	433[ab]	7
ADFI, g	597	581	589	603	597	10
G:F	0.727	0.712	0.713	0.729	0.725	0.007
FCR	1.376	1.404	1.402	1.373	1.380	0.013

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

[a,b]Means in the same row with different superscript differ significantly (P<0.05).

2. 분변지수

이유자돈 사료 내 생균제의 급여가 이유자돈의 분변지수에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 분변지수에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 2. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on fecal score in weaning pigs[1]

Items	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Fecal score[3]						
Initial	3.27	3.28	3.28	3.27	3.26	0.04
Week 3	3.20	3.18	3.19	3.17	3.18	0.04
Week 6	3.15	3.17	3.15	3.16	3.15	0.05

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

[3]Fecal scores were determined using the following fecal scoring system: 1 hard, dry pellet; 2 firm, formed stool; 3 soft, moist stool that retains shape; 4 soft, unformed stool that assumes shape of container; 5 watery liquid that can be poured.

3. 분내 미생물

이유자돈 사료 내 생균제의 급여가 이유자돈의 분내 미생물에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 분내 *Lactobacillus* 및 *E.coli*의 수에 있어 처리구간 유의적 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 3. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on fecal microbial in weaning pigs[1]

Items, log_{10}cfu/g	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Finish						
Lactobacillus	7.39	7.44	7.35	7.42	7.38	0.05
E.coli	6.13	6.14	6.10	6.08	6.16	0.04

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.
[2]Standard error of means.

4. 분내 악취물질

이유자돈 사료 내 생균제의 급여가 이유자돈의 분내 악취물질에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 NH_3, H_2S, Methyl mercaptans, Acetic acid 및 CO_2에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 4. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on gas emission in weaning pigs[1]

Items, ppm	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Initial						
NH_3	1.13	1.00	0.75	1.25	1.13	0.29
H_2S	1.48	1.55	1.60	1.63	1.60	0.17
Methyl mercaptans	2.50	3.38	3.13	2.63	2.88	0.30
Acetic acid	7.00	6.88	6.13	6.75	6.13	0.45
CO_2	9825	9900	10250	9925	9875	484
Finish						
NH_3	1.63	1.50	1.38	1.25	1.50	0.21
H_2S	2.08	1.85	1.85	2.00	2.08	0.20

Methyl mercaptans	3.13	3.00	3.25	3.38	3.00	0.36
Acetic acid	6.75	6.38	6.25	6.50	7.00	0.56
CO_2	9900	10475	10825	10575	10425	507

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

5. 영양소 소화율

이유자돈 사료 내 생균제의 급여가 이유자돈의 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 전체 시험기간 동안의 Dry matter, Nitrogen 및 Energy의 소화율에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 5. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on nutrient digestibility in weaning pigs[1]

Items, %	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Week 6						
Dry matter	81.08	81.86	80.48	79.58	80.88	2.02
Nitrogen	78.93	79.01	78.78	78.08	78.80	2.86
Energy	79.79	80.08	79.01	78.49	79.70	2.10

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

○1년차-육성돈

1. 생산성

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 생산성에 미치는 영향은 Table 1에 나타내었다. 시험 종료 시 (6주) 체중 및 일당증체량에 있어 NC2 처리구가 NC 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 1. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on growth performance in growing pigs[1]

Items	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Body weight, kg						
Initial	24.39	24.38	24.38	24.37	24.37	0.02
Week 6	52.90[ab]	51.58[b]	51.77[ab]	53.08[a]	52.42[ab]	0.45
Week 6						
ADG, g	679[ab]	647[b]	652[ab]	683[a]	668[ab]	11
ADFI, g	1650	1633	1640	1653	1641	15
G:F	0.411	0.396	0.398	0.413	0.407	0.005

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

[a,b]Means in the same row with different superscripts differ (P < 0.05).

2. 등지방 및 정육율

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 등지방 두께 및 정육율에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 전체 시험기간동안 육성돈의 등지방 두께 및 정육율에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 2. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on backfat thickness & LMP in growing pigs[1]

Items	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Initial						
Backfat thickness, mm	5.5	5.4	5.5	5.5	5.4	0.2
Lean meat percentage, %	75.3	75.0	75.2	75.3	74.6	0.3
Week 6						
Backfat thickness, mm	8.5	8.3	8.5	8.7	8.5	0.2
Lean meatpercentage, %	66.3	66.6	66.4	66.2	66.0	0.3

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

3. 영양소 소화율

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 전체 시험기간 동안의 Dry matter, Nitrogen 및 Energy의 소화율에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 3. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on nutrient digestibility in

growing pigs[1]

Items, %	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Week 6						
Dry matter	77.38	77.05	77.13	77.45	77.23	0.70
Nitrogen	76.00	75.93	75.98	76.08	75.95	0.77
Energy	76.70	76.58	76.63	76.75	76.63	0.76

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.
[2]Standard error of means.

4. 분변지수

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 분변지수에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 분변지수에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 4. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on fecal score in growing pigs[1]

Items	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Fecal score[3]						
Initial	3.18	3.18	3.15	3.09	3.17	0.05
Week 6	3.09	3.15	3.09	3.16	3.11	0.05

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.
[2]Standard error of means.
[3]Fecal score = 1 hard, dry pellet; 2 firm, formed stool; 3 soft, moist stool that retains shape; 4 soft, unformed stool that assumes shape of container; 5 watery liquid that can be poured.

5. 분내 미생물

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 분내 미생물에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 시험 종료 시 (6주) 분내 *Lactobacillus* 수에 있어 NC3 처리구가 NC 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 5. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on fecal microbial in growing pigs[1]

Items, $\log_{10}$cfu/g	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]

Week 6						
Lactobacillus	7.52[ab]	7.46[b]	7.56[ab]	7.57[ab]	7.63[a]	0.04
E.coli	6.11	6.13	6.05	6.07	6.02	0.04

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

[a,b]Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

6. 분내 악취물질

육성돈 사료 내 생균제의 급여가 육성돈의 분내 악취물질에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 NH_3, H_2S, Methyl mercaptans, Acetic acid 및 CO_2에 있어 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 6. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on gas emission in growing pigs[1]

Items, ppm	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Week 6						
NH_3	1.6	1.9	1.4	1.2	1.3	0.26
H_2S	4.8	5.1	4.8	4.6	4.7	0.27
Methyl mercaptans	3.3	2.7	2.8	2.9	2.8	0.24
Acetic acid	6.8	6.6	6.6	6.8	6.5	0.42
CO_2	11000	12225	10300	10200	9600	897

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

◯2년차-육계

1. 생산성

육계 사료 내 생균제의 첨가 급여가 육계의 생산성에 미치는 영향을 Table 1 에 나타내었다. 시험 7-21 일차 증체량에 있어 PC 및 TRT3 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 전체 시험기간의 증체량에 있어 있어 PC 및 TRT3 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 또한 Contrast 통계 시 시험 7-21 일차 증체량에 있어 PC 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 전체 시험기간의 증체량에 있어 PC 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 1. The effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on growth performance in broilers[1]

Items	PC	NC	TRT1	TRT2	TRT3	SEM[2]
d 1 to 7						
BWG, g	140	136	137	139	140	1
FI, g	164	163	163	165	168	4
FCR	1.175	1.201	1.192	1.189	1.198	0.028
d 7 to 21						
BWG, g	665[a]	630[b]	653[ab]	641[ab]	662[a]	8
FI, g	897	871	880	884	895	13
FCR	1.349	1.383	1.349	1.380	1.351	0.018
d 21 to 35						
BWG, g	944	906	923	919	934	22
FI, g	1991	1957	1981	1971	1989	31
FCR	2.110	2.172	2.155	2.149	2.138	0.051
Overall						
BWG, g	1749[a]	1671[b]	1712[ab]	1699[ab]	1736[a]	19
FI, g	3052	2991	3024	3020	3052	33
FCR	1.745	1.792	1.767	1.779	1.759	0.024
Mortality	4.17	4.86	4.86	5.56	6.25	-

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); TRT1, NC + 0.05% 솔루션 F; TRT2, NC + 0.10% 솔루션 F; TRT3, NC + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.
[2]Standard error of means.
[a,b]Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

2. 분 내 유해가스

육계 사료 내 생균제의 첨가 급여가 육계의 분내 유해가스에 미치는 영향을 Table 2 에 나타내었다. 시험 종료 시 (35 일) 분 내 유해가스에 있어 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 2. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on gas emission in broilers[1]

Items, ppm	PC	NC	TRT1	TRT2	TRT3	SEM[2]
Finish						
NH_3	13.5	14.7	13.9	12.6	12.5	2.2
H_2S	1.4	1.8	1.1	0.8	0.8	0.3
Methyl mercaptans	8.5	9	7.4	3.8	6.6	2.0
Acetic acid	1650	1725	1525	1450	145	236
CO_2	4.5	4.7	3.5	2.8	2.7	0.8

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); TRT1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; TRT2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; TRT3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

3. 장 내 미생물

육계 사료 내 생균제의 첨가 급여가 육계의 장 내 미생물에 미치는 영향을 Table 3 에 나타내었다. 시험 종료 시 (35 일) 장 내 *Lactobacillus, E. coli* 및 *Salmonella* 수에 있어 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 (P > 0.05).

Table 3. Effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on fecal microbial in broilers[1]

Items, log_{10}cfu/g	PC	NC	NC1	NC2	NC3	SEM[2]
Finish						
E.coli	6.17	6.27	6.20	6.18	6.16	0.05
Lactobacillus	9.17	9.13	9.16	9.24	9.25	0.04
Salmonella	4.31	4.38	4.37	4.35	4.28	0.07

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); NC1, NC diet + 0.05% 솔루션 F; NC2, NC diet + 0.10% 솔루션 F; NC3, NC diet + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

4. 장기무게 및 육질특성

육계 사료 내 생균제의 첨가 급여가 육계의 장기무게 및 육질특성에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 시험 종료 시 (35일) 가슴육의 pH, Meat color, WHC, Cooking loss, Drip loss, organ weight에 있어 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다

Table 4. The effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on meat quality and organ weight in broilers[1]

Items	PC	NC	TRT1	TRT2	TRT3	SEM[2]
Relative organ weight, %						
Breast muscle	18.28	18.04	18.06	18.07	18.14	0.68
Liver	2.79	2.52	2.59	2.65	2.61	0.15
Spleen	0.15	0.14	0.14	0.16	0.17	0.02
Abdominal fat	0.88	0.60	0.86	0.97	1.26	0.28
Bursa of Fabricius	0.16	0.16	0.17	0.15	0.13	0.02
Gizzard	1.95	1.92	1.81	1.98	1.72	0.06
Breast muscle color						
Lightness(L*)	58.43	57.52	56.24	55.58	57.83	0.85
Redness(a*)	11.69	11.76	12.26	12.81	11.55	0.44
Yellowness(b*)	11.72	12.19	12.98	10.64	13.60	0.97
pH value	5.72	5.72	5.70	5.64	5.62	0.05
Cooking loss, %	19.00	21.02	18.90	19.14	19.98	1.89

WHC, %	55.80	54.01	52.79	53.55	54.63	3.69
Drip loss, %						
d 1	4.96	3.97	3.14	3.63	3.04	0.74
d 3	6.32	6.77	7.27	6.61	6.19	0.48
d 5	13.83	12.66	13.39	12.87	14.31	0.68
d 7	16.88	17.64	16.85	17.89	16.83	0.42

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); TRT1, NC + 0.05% 솔루션 F; TRT2, NC + 0.10% 솔루션 F; TRT3, NC + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

5 영양소 소화율

육계 사료 내 생균제의 첨가 급여가 육계의 영양소 소화율에 미치는 영향을 Table 5 나타내었다. 시험 종료 시 (35 일) 건물, 질소 및 에너지 소화율에 있어 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 5. The effect of dietary supplementation of '솔루션 F' additive on nutrient digestibility in broilers[1]

Items, %	PC	NC	TRT1	TRT2	TRT3	SEM[2]
Finish						
Dry matter	72.79	71.98	72.13	72.48	73.50	1.06
Nitrogen	70.76	69.94	70.28	70.31	70.64	1.04
Digestible energy	71.88	70.95	70.98	71.43	72.12	1.04

[1]Abbreviation: PC, Basal diet(high price); NC, Basal diet(low price); TRT1, NC + 0.05% 솔루션 F; TRT2, NC + 0.10% 솔루션 F; TRT3, NC + 0.10% 솔루션 F + 0.10% 유산균.

[2]Standard error of means.

○경제성 분석

돼지: 이유자돈과 육성돈에서 생균제 첨가수준이 0.10% 일 때 가장 좋은 일당증체량과 FCR (사료요구율) 을 보였으며, 저가사료 대비 키로 당 생산비를 3% 가량 절감 가능하다.
- 이유자돈: NC 대비 NC2의 FCR 0.03감소
- 육성돈: NC 대비 NC2의 FCR 0.1감소

육계: 생균제 첨가수준 0.10% + 효소제일 때 가장 좋은 증체량과 FCR (사료요구율) 을 보였으며, 저가사료 대비 키로 당 생산비를 2% 가량 절감 가능하다. NC 대비 NC3 생산성이 4% 이상 증가하였다.

○결론

-저가 사료 (저단백질 사료)에서 단백질 분해능력이 우수한 미생물 첨가제 사용 시 단위

○ 이유자돈, 육성돈 사료 비용
- PC(High price) : 500원, kg; 430원, kg
- NC2(Low price with 0.10% 솔루션F) : 485원, kg; 417원, kg

◎ 사료비 절감
- PC : [(1.488(사료요구율)*500(사료비)*17.5(평균증체량)*3,000두(규모)] + [(2.434(사료요구율)*430(사료비)*28.61(평균증체량)*3,000두(규모)] = 128,891천원
- NC : [(1.518(사료요구율)*485(사료비)*17.5(평균증체량)*3,000두(규모)] + [(2.524(사료요구율)*417(사료비)*28.61(평균증체량)*3,000두(규모)] = 128,989천원
- NC2 : [(1.481(사료요구율)*485(사료비)*17.5(평균증체량)*3,000두(규모)] + [(2.422(사료요구율)*417(사료비)*28.61(평균증체량)*3,000두(규모)] = 124,395천원

● 추정수익액1 : PC-NC2 = 4,496천원
● 추정수익액2 : NC-NC2 = 4,593천원

○ 육계 사료 비용
- PC(High price) : 468원
- NC3(Low price with 0.10% 솔루션F + 생균제) : 454원

◎ 사료비 절감
- PC : [(1.488(사료요구율)*468(사료비)*1.8 (평균증체량)*10,000두(규모)] = 12,551천원
- NC : [(1.792(사료요구율)*454(사료비)*1.8 (평균증체량)*10,000두(규모)] = 14,644천원
- NC3 : [(1.481(사료요구율)*454(사료비)*1.8 (평균증체량)*10,000두(규모)] = 12,339천원

● 추정수익액1 : PC-NC3 = 212천원
● 추정수익액2 : NC-NC3 = 2,245천원

동물에서의 생산성이 향상되었음을 볼 수 있다. 단백질 소화율에서는 통계적인 유의적인 차이는 나지 않았지만, 저단백질 사료를 이용했음에도 불구하고 일반 사료와 비교하였을 때의 차이가 없는 것과 미생물을 첨가하지 않은 사료와의 생산성 차이로 보아 단백질 분해 능력이 우수한 미생물 첨가제가 앞으로 저가 사료 내 성장 증진용 첨가제로 농가의 수익 증대에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표(예시) >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명 \ 연도			1단계 (2019~2021)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표[1]		목표(단계별)	SCI(E) 논문 1편	SCI(E) 논문 1편	
		실적(누적)	SCI(E) 논문 1편	SCI(E) 논문 1편	
		목표(단계별)	해외 학술 발표 1건	해외 학술 발표 1건	
		실적(누적)	해외 학술 발표 1건	해외 학술 발표 1건	
연구개발과제 특성 반영 지표[2]		목표(단계별)			
		실적(누적)			
		목표(단계별)			
		실적(누적)			
계					

* 1」전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신품종 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.
* 2」연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다
(연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표(예시) >

평가 항목 (주요성능[1])		단위	전체 항목에서 차지하는 비중[2] (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
				보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1									
2									

* 1」 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.
* 2」 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Effects of probiotics complex supplementation in low nutrient density diet on growth performance, nutrient digestibility, faecal microbial, and faecal noxious gas emission in growing pigs	Italian Journal of Animal Science	Huan Wang	20	영국	TAYLOR & FRANCIS LTD	SCIE	2021.01	1594-4077	100

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	Dietary supplementation of Bacillus licheniformis derived-protease increased the digestibility of dry matter and crude protein in post-weaned and growing pigs	석우정	20.07.14	Omaha, Nebraska	미국

□ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1											
2											
3											

ㅇ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

□ 표준화

ㅇ 국내표준

번호	인증구분[1]	인증여부[2]	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류[3]	제안/인증일자

* 1」 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

ㅇ 국제표준

번호	표준화단계구분[1]	표준명	표준기구명[2]	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식[3]	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1」 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식[1]	사업화 형태[2]	지역[3]	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
	자가실시	기존 제품 개선	국내	사료효율 개선 미생물 사료 첨가제	연구 개발 내용을 바탕으로 미생물 투입 비율 확대	㈜마이클로솔루션	42,430		2020	

* 1」 기술이전 또는 자기실시
* 2」 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
* 3」 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
사료효율 개선 미생물 사료 첨가제	2020	42,430		42,430	세금계산서 발행내역
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
		국외			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	사료효율 개선 미생물 사료 첨가제	㈜마이크로솔루션	1		1
합계					

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	1
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	사료효율 개선 미생물 사료 첨가제			42,430		1	
기대 목표				200,000		3	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

(20쪽 중 10쪽)

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설・장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설・장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 이유자돈 구간 사료 내 미생물첨가제의 급여를 통한 생산성의 개선	○ 이유자돈의 생산성에서 미생물첨가제 급여 시 일당증체량이 유의적으로 증가하는 효과를 확인 할 수 있었다.	○ 100%
○비육돈 구간 사료 내 미생물첨가제의 급여를 통한 생산성의 개선	○ 비육돈의 생산성에서 미생물첨가제 급여 시 체중, 일당 증체량 및 분 내 *Lactobacillus*의 수치가 유의적으로 증가하는 효과를 확인 할 수 있었다.	○ 100%
○육계 사료 내 미생물첨가제를 급여했을 때 생산성에 미치는 영향 검증	○ 육계의 생산성에서 미생물첨가제 급여 시 증체량이 유의적으로 증가하는 효과를 확인 할 수 있었다.	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당 없음

2) 자체 보완활동

해당 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 육계, 이유자돈 및 비육돈 구간 미생물제제의 효과 검증시험을 통한 생산성의 개선을 토대로 국내뿐만 아닌 글로벌 사료 첨가제 제품으로 상품화 가능

○ 사양시험 결과를 통하여 국내 또는 국제 학술 발표를 통한 제품의 홍보효과 및 신뢰성 확보

○ 사양시험 결과를 활용하여 국제 저명 SCI(E)급 논문 게재

○ 참여대학원생들의 적극적인 연구 및 개발 참여로 인해 산업체에 대한 이해도 증진효과

○ 본 연구를 통하여 석사이상의 동물자원 전문인력의 양성 및 배출

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)			연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE		1
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내		
	국외		
	계		
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	상품출시		
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

[별첨 1]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		819001-02	
사업구분	농식품연구성과후속지원사업				
연구분야			과제구분	단위	
사 업 명	농식품연구성과후속지원사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과 제 명	농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발		과제유형	응용	
연구개발기관	㈜마이크로솔루션		연구책임자	하병덕	
연구기간 연 구 비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2019	75,000	25,000	100,000
	2차년도	2020	75,000	25,000	100,000
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계		150,000	50,000	200,000
참여기업	단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단				
상 대 국		상대국연구개발기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.07.16

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)마이크로솔루션	대표	하병덕

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	하병덕

Ⅰ. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 연구개발의 목표인 이유자돈, 비육돈 및 육계 구간에서의 미생물 첨가제를 첨가급여 하였을 때 생산성에 미치는 영향에 대한 효과를 사양시험을 통하여 통계적, 학술적 검증을 하였으며, 실질적인 축산 농가의 생산성, 경제성 증진에 대한 기여가 가능할 것으로 보임.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 기술적 측면에서 육계의 생산성 향상으로 인한 증체량 증가 및 출하일령의 단축. 이유자돈 및 비육돈의 장내 균총 정상화로 인한 면역력의 증가 및 생산성의 개선. 비육돈의 증체량 향상을 토대로 출하일령의 단축 및 육질의 향상, 친환경 안전축산물의 생산 가능, 기존의 생균제와 차별성 있는 양돈 및 육계 사료 첨가제의 개발.

- 경제적·산업적 측면에서는 사양시험 결과를 통한 결과를 토대로 사료비의 절감으로 농가의 수익 구조 개선. 저가 사료의 효율 증대로 사료 제조사 판로 확보를 가능. 뿐만 아니라 악취저감 효능과 사료효율 증대 제품 공급을 통한 친환경 축산 환경을 조성.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

○ 육계, 이유자돈 및 비육돈 구간 미생물제제의 효과 검증시험을 통한 생산성의 개선을 토대로 국내뿐만 아닌 글로벌 사료 첨가제 제품으로 상품화 가능

○ 사양시험 결과를 통하여 국내 또는 국제 학술 발표를 통한 제품의 홍보효과 및 신뢰성 확보

○ 사양시험 결과를 활용하여 국제 저명 SCI(E)급 논문 게재

○ 참여대학원생들의 적극적인 연구 및 개발 참여로 인해 산업체에 대한 이해도 증진효과

○ 본 연구를 통하여 석사이상의 동물자원 전문인력의 양성 및 배출

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

자돈, 비육돈 및 육계 구간에서 사양 평가시험을 차질 없이 진행, 사양 시험 결과를 토대로 국제 저명 SCI(E)급 논문 게재 및 학술 발표 등의 실질적 성과를 달성 하였으므로 연구개발 수행에 대해 최선을 다해 성실히 임했음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

Italian Journal of Animal Science에서 ‘Effects of probiotics complex supplementation in low nutrient density diet on growth performance, nutrient digestibility, faecal microbial, and faecal noxious gas emission in growing pigs’ 논문이 발표, 2020 ASAS Midwest Section / ADSA Midwest Branch 2020 Joint Meeting 학술 대회에서 ‘Dietary supplementation of Bacillus licheniformis derived-protease increased the digestibility of dry matter and crude protein in post-weaned and growing pigs 논문 발표.

Ⅱ. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
이유자돈, 육성돈 및 비육돈 구간 사료 내 개발 미생물제제를 급여 후 사양시험을 통한 생산성 개선 효과 검증	50	50	생산성 내 일당증체량 항목에 있어 단일 미생물을 첨가급여한 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났음, 분내 미생물또한 유의적으로 높게 나타났음
육계 사료 내 미생물첨가제를 급여했을 때 생산성에 미치는 영향 검증	50	50	생산성 내 증체량 항목에 있어 단일 미생물을 첨가급여한 처리구가 NC 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났음
합계	100점	100점	

Ⅲ. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

Ⅳ. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

[별첨 2]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	□자유응모과제 □지정공모과제		분 야	
연 구 과 제 명	농후 배합사료의 효율 증대를 위한 단백질 분해력이 우수한 미생물 첨가제의 효능 규명 및 적용 방법 개발			
주관연구개발기관	㈜ 마이크로솔루션		주관연구책임자	하병덕
연 구 개 발 비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구개발기관부담금	총연구개발비
	150,000	50,000		200,000
연구개발기간	2019.05.10. ~ 2021.01.09. (21개월)			
주요활용유형	□산업체이전 □교육 및 지도 □정책자료 □기타( ) □미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①	
②	
③	

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표												연구기반지표									
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용등)
													논문								
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	건	평균등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		건		명	건	건	
가중치								30		20						30				20	
최종목표								100		1			1			1				1	
당해년도 목표								50		1			1			1				0	
당해년도 실적								300		1			1			1				0	
달성률(%)								600		100			100			100				100	

4. 핵심기술

구분	핵 심 기 술 명
①	- Bacillus licheniformis SF5-1
②	- Bacillus subtilis
③	- Saccharomyces cerevisiae

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계최초	국내최초	외국기술복제	외국기술소화·흡수	외국기술개선·개량	특허출원	산업체이전(상품화)	현장애로해결	정책자료	기타
①의 기술						v				
②의 기술						v				
③의 기술						v				
· ·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	
②의 기술	
③의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표												연구기반지표								
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용등)
													논문								
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART평균등급	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	건		건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		건		명	건	건	
가중치								30		20						30				20	
최종목표								100		1			1			1				1	
연구기간내 달성실적								400		1			1			1				1	
연구종료후 성과창출 계획																					

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명[1]			
이전형태	□무상 □유상	기술료 예정액	천원
이전방식[2]	□소유권이전 □전용실시권 □통상실시권 □협의결정 □기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기[3]	
기술이전시 선행조건[4]			

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과후속지원 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과후속지원 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.