

(옆면)

(앞면)

120051-2

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
유용농생명자원산업화 기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003992-01

셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료개발 및 기능성 축산물 생산

2021

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료 개발 및 기능성 축산물 생산

2022.04.06.

주관연구기관 / 서울대학교
협동연구기관 / 충남대학교

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

최종보고서							보안등급				
							일반[○], 보안[]				
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명	유용농생명자원산업화 기술개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)							
광고번호	농축 2020-64호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
				연구개발과제번호	120051-2						
기술분류	국가과학기술표준분류	LB06	70%	LB16	20%	LB99	10%				
	농림식품과학기술분류	AB0201	70%	AB0299	20%	AB0203	10%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문								영문		
연구개발과제명	국문	셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료 개발 및 기능성 축산물 생산							영문	Development of high quality feed and production of functional animal products by supplementing dietary selenium	
주관연구개발기관	기관명	서울대학교 산학협력단			사업자등록번호	119-82-03684					
	주소	(08826) 서울특별시 관악구 관악로1 서울대학교 연구광원 942동 5층 분묘본부			법인등록번호	114371-0009224					
연구책임자	성명	김유용			직위	교수					
	연락처	직장전화	02-880-4801			휴대전화	010-5418-2936				
		전자우편	yooykim@snu.ac.kr			국가연구자번호	1008-4282				
연구개발기간	전체	2020. 04. 29 - 2021. 12. 31 (21개월)									
	1년차	2020. 04. 29 - 2020. 12. 31 (09개월)									
	2년차	2021. 01. 01 - 2021. 12. 31 (12개월)									
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담	그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
	연구개발비	연구개발비	지방자치단체	기타(-)							
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계			
총계	528,000					528,000		528,000			
1차년도	226,000					226,000		226,000			
2차년도	302,000					302,000		302,000			
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고					
공동연구개발기관	충남대학교 산학협력단	송민호	부교수	042-821-5776		역할 기관유형					
연구개발담당자 실무담당자	성명	김홍준			직위	박사과정					
	연락처	직장전화				휴대전화	010-7711-1044				
		전자우편	chriskim11@naver.com			국가연구자번호	1183-5889				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 1월 31일

연구책임자: 김 유 용

주관연구개발기관의 장: 서울대학교 산학협력단장 (직인)

공동연구개발기관의 장: 충남대학교 산학협력단장 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료 개발 및 기능성 축산물 생산”(개발기간 : 2020. 04. 29 ~ 2021. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 4. 6.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단장 (최해천) (인)

협동연구기관명 : 충남대학교 산학협력단장 (정종율) (인)

주관연구책임자 : 서울대학교 김유용

협동연구책임자 : 충남대학교 송민호

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		유용농생명자원산업화 기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		120051-2
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB06	70%	LB16	20%	LB99	10%
	농림식품 과학기술분류	AB0201	70%	AB0299	20%	AB0203	10%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료 개발 및 기능성 축산물 생산					
전체 연구개발기간		2020. 04. 29 - 2021. 12. 31 (21개월)					
총 연구개발비		총 528,000 천원 (정부지원연구개발비: 528,000천원)					
연구개발단계		기초[○] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용		최종 목표			<ul style="list-style-type: none"> ○ 셀레늄의 분석방법 확립을 통해 사료내 첨가형태 및 첨가 수준 규명 ○ 대상 축종에 최적화된 셀레늄 첨가사료 개발 및 활용방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 모든 사료에 셀레늄을 첨가함으로써 번식능력 개선하는 고품질 모든 사료 개발 - 육성비육돈 사료에 셀레늄을 첨가함으로써 고품질 돈육 생산을 위한 사료 개발 ○ 모든의 번식능력 및 연산성을 높일 수 있는 고품질 셀레늄 함유 사료개발 ○ 이유자돈 사료에 셀레늄을 첨가함으로써 장건강 증진 방안 제시 		
		전체 내용			<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 유기태 셀레늄 및 무기태 셀레늄을 비교하였을 때 셀레늄의 첨가 형태에 따른 영양학적 가치를 비교함으로써 셀레늄 첨가 형태의 장단점을 비교함 ○ 셀레늄을 첨가하였을 때 모든의 번식능력, 포유능력 및 연산성에 대한 개선 가능성을 바탕으로 고품질 사료에 대한 평가를 함 ○ 육성비육돈 사료 내 셀레늄을 첨가할 시 셀레늄의 첨가형태 및 첨가수준에 대한 평가 및 이후 육성비육기에 미치는 효과를 규명함 ○ 이유자돈 사료 내 셀레늄을 첨가할 시 장건강 증진에 미치는 효과를 규명함 ○ 셀레늄 첨가 사료를 통한 현장 실증을 통해 그 효과를 규명하고 현장 적용 및 시판 사료 개발 가능성을 평가함 		

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모든, 이유자돈 및 육성비육돈 사료 내 셀레늄 물질의 첨가가 가공 형태와 수준에 따라 모든, 이유자돈 뿐만 아니라 육성/비육돈에게 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구를 바탕으로 그 효과에 대한 연구 결과를 논문화 할 수 있음 ○ 사료 내 셀레늄의 정확한 양을 분석하여 가축사료에 첨가함으로써 셀레늄함유 고품질 사료 배합 및 고품질 축산물을 개발하여 농가들에게 보급 <p><예상되는 연구개발성과 유형></p>											
	구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
	예상성과 (N/Y)	Y	N	Y	N	Y	N	N	생명 정보	생물 자원	정보	실물

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 셀레늄 형태 및 수준에 따른 비교 및 이를 일반적인 사료에 적용할 수 있는 기준과 방법을 제시 ○ 국내 부존자원 중 셀레늄 함유물질을 이용한 고품질 모돈 사료 및 육성비육돈 사료를 개발 ○ 사료 내 셀레늄첨가를 통한 이유자돈의 장건강 방안 제시 ○ 셀레늄 물질 첨가 고품질 사료 개발 및 효과 분석에 따른 논문, 제품 등의 실용화
---------------------	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호
	3								

국문핵심어 (5개 이내)	셀레늄	모돈	육성비육돈	돈육 품질	고품질 사료
영문핵심어 (5개 이내)	Selenium	Sows	Growing-finishing pigs	Pork quality	High-quality feed

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	5
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	10
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	46
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	55
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	55

별첨 자료

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발의 개요

- 최근 외국과의 FTA 협정으로 사료원료의 공급상황이 악화되고 있으며 이는 국내 사료가격의 상승으로 국내 축산업 경쟁력 제고에 큰 어려움을 겪고 있음.
- 국내 축산농가의 어려움에 대한 대응책의 일환으로, 양돈농가는 고부가 가치의 기능성 생리활성물질이 강화된 고기생산에 관심이 증가함.
- **가축사료내 첨가되는 기능성물질 중에는 동물체내에서 항산화능력이 검증된 비타민 C, E뿐만 아니라 셀레늄(selenium, Se)이 집중 조명을 받고 있음.**
- 가축사료 내 필수 미량원소인 셀레늄(Se)은 세포질 내에서 항산화적 생리활성작용을 하는 GSH-Px의 구성성분으로 항산화와 면역증강 측면에서 중요한 역할을 함.
- Se은 최근 들어 가장 강력한 항산화제로 꼽히며, **세포막에서는 비타민 E가, 세포안에서는 Se을 함유한 GSH-Px의 구성성분으로 간접적으로 항산화작용을 함.** Se은 비타민E와 항산화능력에서 상보작용 (sparing effect)을 하는 것으로 알려짐.
- 자돈은 생후 1주일간 돈유를 통해서만 Se을 공급받을 수 있으며 셀레늄을 모돈에게 급여하는 것은 이유자돈의 셀레늄 요구량에 영향을 미치므로 자돈의 Se농도는 모돈의 체내 Se축적량에 따라 결정됨 (Kim, 1996).
- 모돈 사료 내에 Se이 결핍될 경우 사산돈 발생 비율의 증가, 복당산자수가 감소 등 번식장애가 발생한 선행연구 결과가 있음.
- 토양의 Se이 낮은 지역에서 원료사료가 생산될 경우, 원료 내 Se함량이 낮아 사료 내에 추가적으로 Se을 첨가하지 않으면 Se 결핍증이 유발될 수 있음.
- 유기태 Se이 무기태 Se에 비하여 더 높은 흡수율을 가지며, 생체 이용률이 높고, 독성이 낮기 때문에 최근에는 종래의 무기태 Se을 유기태 Se으로 대체하는 것에 대해 산업계와 소비자들의 관심이 높음 (Kim, 2001a,b,c).
- 모돈사료에 셀레나이트 및 셀레늄 강화 효모 첨가 시 사산돈 발생 비율 감소 (Yoon and Mcmillan, 2006).
- 무기태 Se에 비해 유기태 Se을 첨가한 사료를 섭취한 모돈의 초유와 상유에 Se의 농도가 높으며, 복당 산자수가 많고, 사산 발생비율이 적음 (Peter et al., 2010).
- 모돈사료 내 Se을 첨가하였을 때 모돈의 혈청 내 Se함유 단백질 농도가 증가하고 (박명순 등, 2015), 초유 내 IgM의 농도 증가 (Hayek MG et al. 1998).
- 모돈 사료 내 Se 첨가수준을 증가하였을 때 초유 및 상유의 항산화 상태 및 자돈 성적이 개선되었음 (Chen et al., 2019).
- **국내에서 Se 분석에 어려움이 있어서 신뢰받는 Se함유 기능성 축산물의 생산에 차질이 있었던 것으로 추측됨. Se 닭고기, Se돈육, Se우유 등이 모두 유명무실해짐.**

○ WHO 일일 셀레늄 권장섭취량은 50~200 μ g이며, 우리나라 사람은 하루에 약 40 μ g의 셀레늄을 주로 곡류로부터 얻고 있는 것으로 추정되고 있음. 이는 WHO의 1일 섭취 권장량에 못 미치는 수준임. 따라서 우리나라 사람들은 추가적인 섭취가 필요한 실정임.

○ 셀레늄의 일일 상한섭취량은 400 μ g이며, 과다하게 섭취할 경우 탈모, 황달, 현기증, 설사 등의 증상이 나타남. 장기 과잉 섭취 시 콜레스테롤 증가 및 암도 유발할 수 있음.

○ 돼지의 셀레늄 독성은 육성돈 사료 내 5 ppm 미만으로 첨가하였을 때는 독성이 나타나지 않았지만 경우에 따라 5 ppm 및 7.5~10 ppm 까지 첨가하였을 때는 독성이 나타나는 경우도 있음. 독성 증세로는 식욕감퇴, 탈모, 간의 지방 축적 등이 있음 (NRC, 2012).

○ 핵심기술

- Se은 일반적으로 semi-metal로 알려져 있어서 광물질분석처럼 (AAS) Atomic absorption spectrophotometer나 ICP (inductive coupled plasma)를 사용하면 Se 분석시 어려움이 많이 발생할 수 있음.
- Se은 250°C이상 가열하면 광물질이던 Se이 기체로 변환되어 사라지는 특성이 있어 고열의 불꽃을 이용하는 AAS나 ICP로는 분석하는 것은 옳은 분석법이 아님.
- Se함유 기능성 축산물을 생산한 국내 업체들도 국내에서 Se분석을 못해 매년 독일로 고기, 우유 sample들을 보내서 분석비가 1점당 US\$ 50까지 지불하였던 적이 있었음.
- 따라서 Se의 분석은 번거롭지만, DAN (diaminonaphthalene)을 이용하여 형광분도계 (spectrofluorophotometer)를 이용하여 분석하는 것이 가장 정확한 측정법임.



그림 1. Se을 측정하는 형광분도계

- Se을 함유한 시료 (사료, 조직, 혈액, 돈유)를 digestion block에서 소화를 시킨 후 여러 단계를 거쳐 추출물을 형광분도계에서 측정하는 것임.

- 국내에서 Se 함량이 많다고 알려진 홍삼박, 마늘부산물, 효모추출물 등의 사료첨가제도 정확한 Se의 함량을 제시하지 못함. 가축사료에 첨가한다면 Se함유 기능성축산물로 일반 소비자들에게 소개할 수 없을 것임.

1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 국내에서 양돈 사료 내 Se에 대한 연구는 지금까지 서울대학교와 축산과학원을 중심으로 주로 이루어짐. Se함유 첨가제는 주로 외국에서 수입된 제품이 주류를 이룸.
- 국내에서 Se의 연구는 먼저 채소나 전작물에서 이루어졌으며 현재는 Se강화 축산물 생산에 대한 연구를 진행하고 있지만, 안정적인 Se함유 축산물의 생산은 요원함.
- 국내에서 Se함유량이 높다고 알려진 홍삼박, 마늘부산물, 효모분말 등이 소개되고 있지만, Se 함량분석과 효능을 검증시 Se함량이나 유기태 Se함량의 비율은 현격한 차이가 있음.

○ 시장현황

- 동물체내에서 무기태 Se에 비해 상대적으로 이용성이 높은 유기태 Se제품들이 사료 첨가제의 형태로 2000년대 초기에 많이 소개되었지만, 가격경쟁력이 떨어져서 점차 시장이 축소됨.
- 2000년 6월부터 국내에 Se 함유 기능성 축산물생산에 대한 관심이 높아지면서 (주)하림에서 셀렌치킨을 출시하였으나 2000년대 중반에 사라짐.
- 도드람양돈조합에서 마늘과 Se을 혼합하여 돼지사료에 첨가하여 식품개발개발원 분석 결과 콜레스테롤을 반으로 줄이고 육즙손실을 줄이는 제품을 개발하였음.
- Se, 카르니틴, 비타민E 등 생화학적으로 효능이 검증된 물질들의 함량을 높인 기능성 돼지고기가 국내에서는 브랜드 돼지고기로 소개되어지고 있음.
- 출하하기 60일 전에 사료에 Se을 첨가하여 일반 돼지고기보다 Se함량이 20% 이상 많고 맛이 부드럽고 쫄깃하며, 특히 시간이 지나도 육즙이 흐르지 않는 '셀렌포크' 브랜드육도 특허출원 되었음.
- 대상팜스코는 돼지고기 브랜드 하이포크에 비타민E와 셀레늄을 추가해 돈육의 육질을 부드럽게 한 '하이포크 然 34'를 출시해 然은 연한 육질을 뜻하여 34는 Se 원자 번호와 국내 1인당 연간 육류소비량을 의미함.
- 국내 사료회사 팜스코는 양돈 사료에 Se과 비타민E가 상호 작용하면 돼지 세포 조직이 파손되는 것을 막아주며 스키포장을 하기 때문에 유통기한이 7일 이상 유지된다고 밝힌 바 있음.

○ 경쟁기관현황

- 국내에서 셀레늄함유 제품을 판매하고 있는 첨가제회사들은 거의 외국산 수입 제품을 국내 사료시장에 소개하고 있음.

- 국내 시장이 좁고, 중국산 무기태 Se이 저렴한 가격에 판매되고 있으므로 국내에서 셀레늄제품을 개발하는 것은 큰 수익성이 없는 실정.
- 외국산 Se제품은 저가의 무기태 Se과 고가의 유기태 Se시장으로 양분되어 있는데, 유기태 Se은 외국에서 전량 수입되고 있는 실정.

○ 지식재산권현황

- 2000년초에 “Se을 0.05ppm에서 5ppm을 함유한 모든 사료와 축산물”에 대한 국내 특허등록이 허가되었지만, 2002년에 이의제기로 특허가 취소됨.
- 사료내 Se 0.05ppm은 결핍수준이며, 5.0 ppm은 중독수준인데, 결핍수준에서 중독수준까지의 모든 사료와 축산물에 대한 특허가 승인된 것은 특허로 통용될 수 없는 것이므로 서울대에서 이의제기로 특허가 취소됨.
- 국내에 Se에 대한 제품특허라고 있지만, 별다른 규정없이 특허를 허락하던 2000년대 초반까지의 특허이고, 실제로 살펴보면 현재 기준으로는 특허가 될 수 없음.

○ 표준화현황

- 2000년에 농림부의 고시에 국내에서 사료내 Se허용량은 단위동물은 4ppm, 반추동물은 2ppm까지 허용된 적이 있었음. 반추동물은 단위동물에 비해 Se의 중독성(selenosis)에 강하므로, 서울대에서 이의를 제기하여 반추동물에는 4 ppm, 단위동물에는 2ppm까지 허용했다가, 현재는 전 축종에서 Se첨가시 허용수준은 사료 kg당 0.3ppm이하로 정리됨.
- 국내의 사료회사들은 무기태 Se, 유기태 Se 중에서 회사의 방침에 따라 선택적으로 사용하고 있음. 일본은 정부에 의해 가축사료에 첨가되는 광물질들은 유기태 광물질만 사용하도록 권장되고 있음.

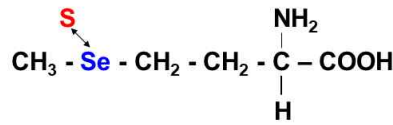
○ 기타현황

- 해외에서 수입되는 Se의 특성에도 차이가 있어 유기태 Se이라고 수입되어 시판되지만, 실제 가축의 체내 축적을 통해 규명해보면, 품질별로 상당한 차이가 있음.
- 본 연구진은 국내에서 사용되는 첨가제형 Se제품들의 bioavailability를 규명할 수 있는 능력을 가지고 있음.

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 외국산 Se제품들은 중국산들은 대부분 무기태 Se이며, 미국산 유기태 Se도 여러 가지가 있지만, 유기태 Se의 특징을 갖는 것은 한 회사의 제품밖에 없는 실정.
- 무기태 Se을 배지 (media)로 놓고, 특정 효모 (yeast)를 배양하면, 화학적으로 황 (S)과 유사한 특성을 갖는 Se이 아미노산 구조속의 황을 Se로 치환하게 되는 것은 잘 알려져 있음. 그러나 효모는 일정 수준 이상의 Se이 축적되면 Se중독증으로 인해 죽게 되므로 가능한 효모에 S대신 Se을 많이 축적시키는 것이 핵심기술임.



Selenomethionine

그림 2. 유기태 Se인 selenomethionine의 구조식

- 유기태 Se과 무기태 Se의 효능을 비교하면, **항산화 능력을 나타내는 GSH-Px를 높이는 데는 무기태 Se이, 체내 축척을 및 이용률에서는 selenomethionine으로 대표 되는 유기태 Se이 훨씬 유리한 것으로 알려짐** (Kim and Mahan, 2001).
- 시장현황
- 해외에서는 동물체내에서 이용성이 높은 유기태 광물질보다 무기태 광물질을 가축사료에 사용하면 더 많은 양을 첨가해야 하므로 환경보호 측면에서 유기태 광물질을 선호.
 - 미국, 일본, 유럽의 사료회사들은 가축사료 내 첨가하는 광물질은 가격이 비싸지만 유기태 광물질을 더 사용하고 있는 추세임.
 - 유기태 Se을 전 세계에서 가장 많이 시판하고 있는 미국의 Alltech사 제품은 연매출액이 3억달러가 넘고 있고, Se뿐만 아니라 Cu, Cr등도 유기태제품을 개발하여 시판중임.
- 경쟁기관현황
- 유기태 Se을 시판하고 있는 회사는 **미국의 Alltech, Diamond, Zinpro, ADM, 유럽의 Pancosma 등으로 전 세계 시장에서 경쟁**하고 있고, 무기태 Se은 중국의 다양한 회사들이 가격을 무기로 세계 시장에서 경쟁하고 있음.
 - 해외업체들이 국내에 지점, 대리점을 두거나 국내 판권을 독점적으로 받은 업체들이 유기태 Se제품을 판매하고 있으나 모두 해외에서 직수입한 제품들임.
- 지식재산권현황
- Se은 무기태 Se의 형태로 철이나 구리를 제련하는 과정중에 분리할 수 있지만, **유기태 Se은 무기태 Se을 이용해 효모 (yeast)의 구성물인 황함유아미노산속의 황(S)을 Se으로 많이 치환시키는 것이 핵심기술**이므로, selenite의 독성에 저항성을 갖는 효모 균의 선발 및 배양기술이 특허로 등록되어 Se에 대한 지적재산권은 미국 Alltech사가 가장 많이 보유하고 있는 실정. 다른 외국 회사들은 strain이 다른 효모를 이용하여 유기태 Se을 생산하는 기술을 보유하고 있는 실정.
 - 유기태 Se을 대량으로 생산하는 기술은 특허권 출원으로 어느정도 알려져 있지만, 핵심기술 몇가지는 각 회사별로 비밀로 취급되어 유기태Se을 효율적으로 생산하는데는 한계가 있는 상황임.
- 표준화현황
- 미국의 Alltech사의 유기태 Se은 무기태 Se (sodium selenite)을 배지로 특정 strain의 효모를 배양하여 고농도의 유기태 Se을 생산한 후, 일반 효모를 부형제로 섞어서 사료회사가 원하는 농도로 배합하여 시판함.

- 회사별로 10,000~15,000ppm의 제품도 소개가 되는데, 이는 유기태 Se에 무기태 Se을 섞어서 판매하는 것으로 추정되고 있음.

○ 기타현황

- 해외에서는 Se을 강화한 계란이 주로 시판되고 있으며, 일부에서는 돈육 및 쇠고기에도 Se강화 축산물이 출시되지만, 규모는 미미한 실정임.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

2-1. 연구개발의 목표 및 내용

가. 최종목표

- Se의 분석기술을 확립하고, 기존 Se 첨가제들의 Se 함량 정밀분석
 - Se총량 뿐만 아니라, 동물체내에 축적되는 Se을 분석하여 체내 이용률까지 조사
- 대상 축종에 최적화된 Se 첨가사료 개발 및 활용방안 제시
 - 임신돈 사료에 Se을 첨가함으로써 번식능력 개선하는 고품질 모돈 사료 개발
 - 포유돈 사료에 Se을 첨가함으로써 포유능력 및 재귀발정일 개선을 위한 사료 개발
 - Se함유 사료를 섭취한 모돈의 돈유로 모돈에서 자돈에게 전이되는 Se의 효율을 규명
- 이유자돈 사료에 Se을 첨가함으로써 장건강 및 면역증진 방안 제시
 - Se강화사료를 이유자돈에게 급여했을 때, 성장 뿐만 아니라 건강상태도 조사
- 육성/비육돈사료에 Se을 첨가하여 고품질 Se함유 기능성 돈육의 생산
 - 소비자들에게 기능성 돈육내에 Se이 얼마나 들어있는지 일정기간별로 Se함량 제시

나. 세부목표

- 정확한 Se분석기법을 통해 Se함유 원료사료들을 분석하고 data base 기반구축
 - 국내에서 Se함유량이 많은 물질로 알려진 원료사료들을 분석하여 정리
 - 국내 사료업계에 소개되고 있는 Se함유 첨가제들의 Se함량분석
- Se을 첨가하였을 때 모돈의 번식능력, 포유능력 및 연산성에 대한 개선 가능성을 바탕으로 고품질 사료에 대한 평가를 함
 - Se강화 사료가 임신돈, 포유돈 및 포유자돈에게 미치는 영향을 규명
- 육성/비육돈에게 Se강화사료를 급여하여 기능성 돈육을 생산하도록 함
 - Se 첨가 사료를 육성/비육돈에게 급여하여 Se의 체내축적을 규명
- Se 첨가 사료를 이유자돈에게 급여하여 장건강 증진 효과 규명

다. 연차별 개발목표 및 내용

주관연구기관 (서울대학교) :

<1차년도, 2020년>

- 연구개발 목표
 - 국내에서 Se을 분석할 수 있는 기술 및 기반을 완성
 - 사료에 Se을 첨가하여 임신돈 및 포유돈 사료내 Se이 태아, 돈육, 돈유 등에 축적되는 양상을 규명

실험 1. Se 분석기술 및 분석장치 확립

1) 연구목표

Se 물질을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se의 분석 기술을 확립할 필요가 있음. 셀레늄의 총량, Se제품별 동물체내 이용효율을 비교평가

2) 연구방법

a) 실험대상

- 유기태 및 무기태 셀레늄 등 여러 가지 Se함유 첨가물, Se함량이 높은 것으로 원료 및 부원료의 분석
- Se분석을 위해 시료에 DAN 시약을 사용하여 digestion block을 이용해 시료를 소화시킨 후 spectrofluorophotometer를 이용하여 측정 (형광비색법)

b) 분석항목

- 원료사료, Se첨가제, 배합사료, 돈유, 도체 sample (등심, 간, 신장, 혈액 등)
- 국내산 농업부산물들의 실제 셀레늄함량을 분석

실험 2. 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 임신모돈에 미치는 영향을 규명

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se을 첨가한 사료의 급여형태에 따른 이용성을 규명할 필요가 있음. 따라서 유기태 및 무기태 Se 첨가형태에 따른 이용성을 규명하여 임신모돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- F1 경산돈 50두를 선발하여 5처리 10반복 반복당 1두씩, completely randomized design (CRD) 으로 배치

b) 실험설계

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.3ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.5ppm
- 처리 4 - 무기태 Se 0.3ppm
- 처리 5 - 무기태 Se 0.5ppm

c) 분석항목

- 35, 70, 90, 110일령에 체중 및 등지방 두께를 측정
- 체중 측정 시 혈액을 채취하여 모돈의 생리 변화를 관찰
- 분만 시 산자수 및 기타 분만성적에 미치는 영향 규명
- 분만후 신생자돈이 모유를 섭취하기 전에 안락사 후 간, 신장, 근육을 채취하여 Se

함량측정

표 1. 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 임신기 모돈의 체형변화

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
No. of sows ²⁾	10	11	11	11	12					
Body weight, kg										
At mating	235.00	234.83	233.33	233.40	234.83	4.36	1.00	0.99	0.99	0.89
35 day	236.33	238.33	236.83	237.17	238.17	5.09	1.00	0.99	0.98	0.92
70 day	247.69	249.83	242.00	241.33	249.83	4.96	0.95	0.97	0.97	0.49
90 day	260.67	259.00	258.68	262.33	263.00	4.77	1.00	0.71	0.99	0.97
110 day	273.53	272.83	273.73	276.00	278.00	4.61	1.00	0.74	0.90	0.96
Change(0-110d)	38.53	38.00	40.40	42.60	43.17	2.00	0.99	0.69	0.94	0.92
24 hrs postpartum	252.36	249.43	251.23	253.47	256.40	5.96	1.00	0.75	0.87	0.97
21 day of lactation	245.98	245.33	243.80	244.83	246.80	6.28	1.00	0.93	0.99	0.91
Change(0-21d)	-6.83	-4.10	-7.43	-8.63	-9.60	1.05	0.87	0.13	0.31	0.57
Backfat thickness, mm										
At mating	19.67	19.83	20.03	19.89	19.69	0.28	1.00	0.83	1.00	0.77
35 day	20.33	21.00	20.83	20.83	23.17	0.70	0.94	0.49	0.49	0.43
70 day	20.67	22.87	22.33	21.33	23.83	0.44	0.72	0.98	0.26	0.10
90 day	22.33	24.17	23.83	22.50	23.50	0.58	0.96	0.46	0.80	0.62
110 day	23.70	23.87	24.00	24.39	25.53	0.87	0.98	0.62	0.76	0.81
BF gain(0-110d)	4.03	4.04	3.97	4.50	5.85	0.82	0.95	0.54	0.74	0.71
24 hrs postpartum	21.95	22.50	23.08	23.61	23.71	0.74	0.96	0.62	0.84	0.89
21 day of lactation	19.72	20.72	20.37	20.10	19.46	0.43	0.96	0.44	0.61	0.88
BF change(0-21d)	-2.23	-1.78	-2.71	-3.51	-4.25	0.55	0.48	0.18	0.47	0.93

¹⁾ Standard error of mean

²⁾ A total of 60 multiparous sows were inseminated, only 55 sows were successful of pregnancy.

표 2. 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 포유기 모돈의 체형변화

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
Body weight, kg										
24 hrs postpartum	252.36	249.43	251.23	253.47	256.40	5.96	1.00	0.75	0.87	0.97
21 day of lactation	245.98	245.33	243.80	244.83	246.80	6.28	1.00	0.93	0.99	0.91
BW change(0-21d)	-6.83	-4.10	-7.43	-8.63	-9.60	1.05	0.87	0.13	0.31	0.57
Backfat thickness, mm										
24 hrs postpartum	21.95	22.50	23.08	23.61	23.71	0.74	0.96	0.62	0.84	0.89
21 day of lactation	19.72	20.72	20.37	20.10	19.46	0.43	0.96	0.44	0.61	0.88
BF change(0-21d)	-2.23	-1.78	-2.71	-3.51	-4.25	0.55	0.48	0.18	0.47	0.93
ADFI, kg/d	5.95	5.86	5.92	6.03	6.04	0.32	1.00	0.85	0.96	0.97
WEI ²⁾ , day	4.87	4.79	5.07	4.87	4.97	0.11	0.25	0.26	0.34	0.42

¹⁾ Standard error of mean.

²⁾ Weaning to estrus interval.

· 임신기 및 포유기 모돈 체형변화 (Body weight and backfat thickness)

임신돈 사료 내 셀레늄 함량 및 첨가수준이 임신 35일령, 임신 70일령, 임신 90일령, 임신 110일령 모돈의 체중, 등지방 및 각각의 변화량에 미치는 영향을 표 1에 나타내었다. 사양 실험결과, 임신 35일령에서 임신 110일령까지 모돈의 체중, 등지방두께 및 체중과 등지방두께 변화량에 있어 실험 처리 간 통계적인 유의차는 발견되지 않았다 ($P>0.05$). 임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유기 모돈의 체중, 등지방 변화, 사료섭취량, 재귀발정일에 미치는 영향을 표 2에 나타내었다. 분만 24시간 이내 및 분만 21일의 모돈의 체중, 등지방두께, 포유기 사료섭취량에 있어서 통계적인 유의차가 나타나지 않았다 ($P>0.05$).

표 3. 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 포유기 모돈의 번식성적

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
No. of piglets										
Total born	13.0	13.0	13.3	12.3	12.7	0.32	0.86	0.37	0.65	1.00
Stillbirth	0.9	0.5	0.4	0.5	0.4	0.15	0.65	0.63	0.61	0.63
Mummy	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.12	0.56	0.75	0.36	0.58
Born alive	12.0	12.3	12.3	11.6	12.0	0.25	0.81	0.24	1.00	1.00
After cross-foster ²⁾	12.0	12.3	12.0	12.0	12.0	0.15	0.96	0.63	0.64	0.58
21 day of lactation	10.6	10.6	10.3	10.6	10.4	0.23	0.97	1.00	0.54	1.00
Litter weight, kg										
Total litter weight	18.43	17.04	19.03	16.60	17.74	0.70	0.71	0.58	0.33	0.78
Alive litter weight	17.29	16.33	18.18	16.00	17.05	0.63	0.75	0.61	0.31	0.77
After cross-foster ²⁾	17.29	16.33	17.69	16.87	17.47	0.48	0.80	0.88	0.38	0.73
21 days of lactation	58.32	55.79	58.05	59.52	60.70	1.46	0.87	0.35	0.60	0.87
Litter weight gain (0-21d)	41.03	39.47	40.36	42.65	43.27	1.24	0.86	0.30	0.79	0.96
Piglet weight, kg										
Piglet birth weight	1.44	1.32	1.47	1.37	1.46	0.04	0.47	0.83	0.13	0.67
After cross-foster ²⁾	1.44	1.32	1.47	1.41	1.46	0.04	0.53	0.64	0.20	0.49
21 day of lactation	5.46	5.23	5.62	5.58	5.87	0.08	0.29	0.01	0.01	0.57
Piglet weight gain (0-21d)	4.02	3.91	4.14	4.17	4.41	0.07	0.54	0.03	0.05	0.93

¹⁾ Standard error of mean.

²⁾ After cross-fostering day within 24 hours postpartum.

· 모돈의 번식능력 및 포유 자돈의 성장성적 (reproductive performance and piglet growth performance)

임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 분만성적 및 포유기의 자돈 성장에 미치는 영향을 표 3에 나타내었다. 실험결과, 산자수, 사산두수, 미라수, 생존 자돈 수, 포유개시 두수, 이유두수 및 복당 생시체중 및 복당 이유체중 등에서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 하지만 자돈 21일령 체중과 증체량에서는 셀레늄 형태요인에 따라 각각 유기태 처리구에서 높게 나타났고 ($P=0.01$; $P=0.03$) 첨가수준 요인에서도 셀레늄 0.5 ppm 처리구에서 각각 높게 나타났다 ($P=0.01$; $P=0.05$).

표 4. 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 포유기 모돈의 돈유성분

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
Casein, %										
Colostrum	7.75	7.78	7.73	7.76	8.12	0.19	0.96	0.68	0.73	0.65
Milk (21d)	3.94	3.93	4.02	4.01	4.01	0.07	0.99	0.83	0.77	0.75
Fat, %										
Colostrum	5.64	5.65	5.64	5.62	5.72	0.25	1.00	0.97	0.94	0.92
Milk (21d)	7.05	6.42	7.53	7.01	6.94	0.28	0.70	1.00	0.40	0.34
Protein, %										
Colostrum	11.88	11.86	11.89	11.86	12.04	0.14	0.99	0.83	0.75	0.83
Milk (21d)	4.86	4.77	4.92	4.86	4.86	0.08	0.99	0.93	0.70	0.71
Lactose, %										
Colostrum	3.51	3.50	3.51	3.47	3.42	0.04	0.95	0.53	0.83	0.75
Milk (21d)	5.62	5.78	5.60	5.70	5.79	0.04	0.51	0.44	0.55	0.09
Total solid, %										
Colostrum	23.38	23.37	23.38	23.40	23.99	0.27	0.94	0.62	0.64	0.65
Milk (21d) ^d	19.11	18.49	19.89	19.12	19.11	0.35	0.75	0.92	0.37	0.37
Solid not fat, %										
Colostrum	17.01	17.06	17.05	17.10	17.10	0.32	1.00	0.95	1.00	0.99
Milk (21d)	11.13	11.22	11.20	11.23	11.37	0.08	0.94	0.61	0.73	0.65
Selenium, ppm										
Colostrum ²⁾	0.051 ^a	0.071 ^b	0.099 ^c	0.136 ^d	0.200 ^e	0.015	0.001	0.001	0.001	0.018
Milk (21d) ³⁾	0.026 ^a	0.043 ^{ab}	0.052 ^{ab}	0.079 ^b	0.106 ^c	0.010	0.022	0.031	0.306	0.612

1) Standard error of mean.

2) ^{a,b,c,d,e} means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.001).

3) ^{a,b,c} means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.022).

· 유성분 분석(Milk composition)

임신돈 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유 모돈의 돈유 성분에 미치는 영향을 표4에 나타내었다. 일반적으로 포유 모돈의 돈유성분은 품종, 포유 모돈의 건강상태, 사료의 영양수준에 따라 변화하고 (Daza 등, 2004; Jackson 등, 1995; Klaver 등, 1981), 돈유 성분은 포유 자돈 성적에 영향을 미친다고 보고되어 있다 (Daza 등, 2004). 본 실험결과, 임신돈 셀레늄 형태 및 수준별로 첨가시에 분만 24시간 이내 초유 내 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따라 각각 농도가 증가하는 것으로 유의적인 차이가 나타났고(P=0.001; P=0.001) 두 요인의 상호작용도 나타났(P=0.018). 포유 21일령차 유기태 셀레늄 첨가시 돈유 셀레늄 농도가 높게 나타났(P=0.03). 전 처리구 간 초유 및 돈유 중 셀레늄 농도는 각각 유기태 셀레늄 0.5 ppm 첨가한 처리구에서 제일 높게 나타났(P=0.001; P=0.022).

표 5. 임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 임신돈의 임신기 및 포유기 혈액성상에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet ²⁾	Source	Level	S×L
Serum selenium, mg/L										
At mating										
35 day	0.125 ^a	0.133 ^a	0.149 ^a	0.177 ^{ab}	0.212 ^c	0.012	0.028	0.017	0.197	0.613
70 day	0.144 ^a	0.175 ^a	0.223 ^a	0.157 ^b	0.229 ^b	0.011	0.005	0.718	0.005	0.474
90 day	0.081	0.087	0.099	0.106	0.138	0.008	0.138	0.084	0.184	0.527
110 day	0.174 ^a	0.199 ^{ab}	0.234 ^{bc}	0.225 ^{ab}	0.276 ^c	0.010	0.007	0.034	0.012	0.597
24 hrs postpartum	0.146 ^a	0.165 ^{ab}	0.197 ^b	0.162 ^{ab}	0.247 ^c	0.012	0.001	0.097	0.002	0.070
21 day of lactation	0.177 ^a	0.230 ^{ab}	0.257 ^{ab}	0.304 ^b	0.309 ^b	0.015	0.001	0.981	0.002	0.001

¹⁾ Standard error of mean.

²⁾ ^{abc} means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

· 모든 혈액성상 (Blood profiles of sows)

임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 임신 35일령, 임신 90일령, 임신 110일령 모든 의 혈액 내 셀레늄 농도가 형태요인에 따라 유기태 처리구에서 높은 셀레늄 농도가 나타났다 (P=0.017; P=0.008; P=0.034). 셀레늄 첨가수준 요인에 따라 임신 70일령, 임신110일령, 분만 24시간 이내, 포유 21일차 임신돈 혈액 내 셀레늄 농도에서 첨가수준이 0.5 ppm 일 때 셀레늄 농도가 높게 나타났다(P=0.005; P= 0.013; P=0.002; P=0.002). 또한 셀레늄 형태 및 첨가수준 요인에 의해 포유 21일차 상호작용도 나타났다 (P=0.001). 전 처리구 간 모든 혈중 셀레늄 농도 측정 시 유기태 셀레늄 0.5 ppm 첨가한 처리구에서 다른 처리구에 비해 높은 농도가 나타났다(P=0.028; P= 0.005; P=0.007; P=0.001; P=0.001).

표 6. 임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유기 자돈 혈액성상에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet ²⁾	Source	Level	S×L
Serum selenium, mg/L										
24 hrs postpartum ²⁾	0.025 ^a	0.039 ^{ab}	0.044 ^b	0.075 ^c	0.115 ^d	0.010	0.001	0.002	0.087	0.159
21 day of lactation ³⁾	0.014 ^a	0.037 ^{ab}	0.063 ^{ab}	0.124 ^b	0.142 ^b	0.018	0.033	0.027	0.492	0.886

¹⁾ Standard error of mean.

²⁾ ^{a,b,c,d} means with different superscripts in the same row significantly differ (P =0.001).

³⁾ ^{ab} means with different superscripts in the same row significantly differ (P =0.033).

· 자돈 혈액성상 (Blood profiles of piglets)

임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 자돈의 혈액 성상에 미치는 영향을 표6에 나타 내었다. 본 실험결과, 분만 24시간 내 및 포유 21일령 때 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도가 유기 태 첨가한 처리구에서 각각 높게 나타났다(P=0.002; P=0.027). 자돈 혈 중 셀레늄 농도 측 정 시 유기태 셀레늄 0.5ppm 처리구에서 높은 셀레늄 농도가 보였다 (P=0.001; P=0.033).

실험 3. 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 포유모돈에 미치는 영향을 규명

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se을 첨가형태에 따른 이용성을 규명할 필요가 있음. 따라서 유기태 및 무기태 Se 첨가형태에 따른 이용성을 규명하여 포유모돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- F1 경산돈 50두를 선발하여 5처리 10반복 반복당 1두씩, CRD로 배치

b) 실험설계

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.3ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.5ppm
- 처리 4 - 무기태 Se 0.3ppm
- 처리 5 - 무기태 Se 0.5ppm

c) 분석항목

- 분만직후 및 포유 1, 3주령에 체중 및 등지방 두께를 측정
- 체중 측정 시 혈액을 채취하여 모돈의 생리 변화를 관찰
- 분만직후 초유 및 포유 1, 3주령에 돈유를 채취하여 Se 및 유성분 분석
- Se강화 사료의 포유돈 사료섭취량을 통해 기호성 분석
- 포유자돈을 안락사 후 근육, 간, 신장을 채취하여 Se 함량측정
- 포유자돈의 성장능력 평가

표 7. 셀레늄 형태 및 첨가수준이 모돈의 체중, 등지방 및 사료섭취량에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
Body weight, kg										
24 hrs postpartum	255.13	254.63	256.97	256.40	254.90	4.43	1.00	0.98	0.84	0.96
7 day of lactation	249.00	250.13	251.00	255.83	249.17	4.40	0.95	0.98	0.85	0.61
21 day of lactation	244.17	244.63	242.50	246.50	248.00	4.74	1.00	0.88	0.98	0.92
BW changes (0-21d)	-10.96	-10.00	-14.47	-9.90	-6.90	1.56	0.89	0.59	0.52	0.82
Backfat thickness, mm										
24 hrs postpartum	24.67	25.50	25.17	24.37	25.00	0.47	0.29	0.14	0.19	0.51
7 day of lactation	23.67	23.50	23.17	23.00	24.00	0.27	0.80	0.77	0.25	0.56
21 day of lactation	22.33	22.13	22.00	21.83	22.83	0.32	0.90	0.69	0.42	0.53

BF changes (0-21d)	-2.66	-3.07	-3.06	-2.17	-2.53	0.19	0.32	0.06	0.62	0.60
ADFI, kg	5.99	6.07	6.03	6.22	6.20	0.42	0.96	0.07	0.76	0.87
WEI, day	4.50	4.75	4.64	4.62	4.50	0.07	0.18	0.69	0.71	0.15

¹⁾Standard error of mean.

· 포유기 모든 체형변화 (Body weight and backfat thickness)

포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 모돈의 체중, 등지방두께, 사료섭취량 및 각각의 변화량에 미치는 영향을 표 7에 나타내었다. 사양 실험 결과, 분만 24 시간 이내 및 분만 7일령과 21일령의 모돈의 체중, 등지방두께 및 체귀발정일에서는 처리구 간 통계적인 유의차가 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 하지만 등지방두께 변화에서 셀레늄 형태요인에 따라 유기태 셀레늄 급여한 처리구 등지방두께 변화가 적은 경향 나타났다 ($P=0.06$). 사료섭취량을 보면 통계적인 유의차가 나타나지 않았지만 유기태 셀레늄 급여한 처리구 사료섭취량은 무기태 첨가한 처리구보다 높은 경향이 나타났다($P=0.07$).

표8. 포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유모돈 포유성적에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
No. of sows	10	10	10	10	10					
No. of piglets										
Total born	13.00	13.00	13.50	13.00	13.00	0.22	0.96	0.68	0.68	0.68
Born alive	11.50	11.33	11.25	11.50	11.50	0.20	0.99	0.64	0.93	0.92
After cross-foster ²⁾	11.50	11.33	11.00	11.75	11.50	0.22	0.63	0.34	0.54	0.93
21 day of lactation	10.25	10.67	10.25	11.00	10.75	0.17	0.11	0.26	0.37	0.82
Litter weight, kg										
Total litter weight	18.61	17.25	17.50	17.01	17.56	0.44	0.77	0.93	0.68	0.87
Litter birth weight	17.72	16.17	15.84	16.27	16.85	0.41	0.61	0.54	0.89	0.61
After cross-foster ²⁾	16.47	16.17	15.84	16.37	16.85	0.41	0.49	0.54	0.97	0.63
7 day of lactation	28.30	25.39	24.57	28.70	29.22	1.21	0.30	0.68	0.14	0.19
21 day of lactation	56.10	60.08	56.95	65.90	65.41	1.93	0.28	0.08	0.73	0.64
Weight gain (0-7d)	11.86	9.21	8.73	12.33	12.37	1.13	0.30	0.50	0.48	0.16
Weight gain (0-21d)	39.63	43.91	41.12	49.51	48.56	1.78	0.21	0.09	0.60	0.79
Piglet weight, kg										
Piglet birth weight	1.54	1.42	1.43	1.43	1.47	0.05	0.26	0.86	0.85	0.83
After cross-foster ²⁾	1.43	1.43	1.45	1.41	1.47	0.05	0.88	0.94	0.70	0.84
7 day of lactation	2.59	2.24	2.35	2.56	2.55	0.11	0.75	0.98	0.36	0.38
21 day of lactation	5.50	5.60	5.58	6.00	6.09	0.15	0.71	0.18	0.92	0.86
Weight gain (0-7d)	1.15	0.81	0.90	1.15	1.08	0.08	0.39	1.00	0.14	0.29
Weight gain (0-21d)	4.07	4.17	4.13	4.59	4.62	0.14	0.53	0.14	0.97	0.91

¹⁾ Standard error of mean

²⁾ After cross-fostering day within 24 hours postpartum.

· 포유기 모든 포유성적 (Litter performance)

포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유돈 번식성적에 미치는 영향을 표 8에 나타내었다. 사양 실험결과, 이유두수, 자돈체중 및 증체량 등에서 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$). 하지만 21일령 복당체중과 증체량이 유기태 셀레늄 첨가한 처리구는 무기태 처리구 보다 높은 경향이 나타났다 ($P=0.08$; $P=0.07$).

표 9. 포유돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유돈과 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
Sow serum selenium, mg/L										
Initial	-----	0.167		-----						
7d lactation ²⁾	0.116 ^a	0.200 ^{ab}	0.196 ^{ab}	0.251 ^b	0.294 ^c	0.017	0.001	0.001	0.175	0.106
21d lactation ³⁾	0.172 ^a	0.203 ^{ab}	0.201 ^{ab}	0.258 ^b	0.277 ^c	0.012	0.009	0.001	0.158	0.298
Piglet serum selenium, mg/L										
Initial	-----	0.100		-----						
7d lactation ⁴⁾	0.059 ^a	0.067 ^{ab}	0.069 ^{ab}	0.086 ^b	0.102 ^c	0.005	0.026	0.018	0.157	0.215
21d lactation ⁵⁾	0.062 ^a	0.073 ^a	0.074 ^a	0.092 ^a	0.124 ^b	0.014	0.008	0.013	0.183	0.149

¹⁾Standard error of mean.

²⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ ($P=0.001$).

³⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ ($P=0.009$).

⁴⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ ($P=0.026$).

⁵⁾ a,b means with different superscripts in the same row significantly differ ($P=0.008$).

· 혈액성상 (Blood profiles)

포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 포유모돈과 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 9에 나타내었다. 모든 결과보면 포유 7일령 및 21일령 때 모돈 혈장 내 셀레늄의 농도에서는 유기태 셀레늄 첨가시 높게 나타났다($P=0.001$; $P=0.001$). 포유자돈 7일령과 21일령 때 유기태 셀레늄 첨가한 처리구에서 각각 혈중 셀레늄 농도가 높게 나타났다($P=0.05$; $P=0.03$). 또한 전 처리구 간 비교 했을 때 유기태 셀레늄 0.5 ppm 첨가한 처리구에서 모돈 및 자돈 혈 중 셀레늄 농도가 제일 높게 나타났다 ($P=0.001$; $P=0.001$; $P=0.026$; $P=0.008$). 무기태 셀레늄 0.3 ppm 과 0.5 ppm 첨가시 포유 7일 및 21일 때 모돈 혈중 농도가 비슷하게 나왔고 자돈에서는 무기태 셀레늄 0.3 ppm 과 0.5 ppm 첨가시 똑같은 결과가 나타났다.

표 10. 포유돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 자돈 조직 (간, 신장, 근육) 중 셀레늄 농도에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
No. of piglets	3	3	3	3	3					
Kidney Se, mg/kg										
Initial	-----		0.465	-----						
21 day ²⁾	0.341 ^a	0.444 ^{ab}	0.453 ^b	0.675 ^{bc}	0.772 ^c	0.063	0.009	0.001	0.121	0.189
Liver Se, mg/kg										
Initial	-----		0.285	-----						
21 day ³⁾	0.223 ^a	0.321 ^b	0.318 ^b	0.373 ^b	0.564 ^c	0.051	0.001	0.002	0.006	0.005
Loin Se, mg/kg										
Initial	-----		0.011	-----						
21 day ⁴⁾	0.018 ^a	0.027 ^a _b	0.025 ^a _b	0.030 ^b	0.036 ^c	0.002	0.018	0.047	0.105	0.217

¹⁾Standard error of mean.

²⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.009).

³⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.002).

⁴⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.047).

· 조직 내 셀레늄 농도 (Se Concentration of organs)

포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 자돈 조직(간, 신장, 근육) 중 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 10에 나타내었다. 결과 보면 신장 중 셀레늄 농도는 유기태 셀레늄 급여한 처리구에서 무기태 셀레늄보다 농도가 높게 나타났다(P=0.001). 간 중 셀레늄 농도는 형태 및 첨가수준 따라 유기태 및 첨가수준이 높을수록 셀레늄 농도도 높게 나타났고(P=0.002; P=0.006) 두 요인에 의한 상호작용도 나타났다 (P=0.005). 근육 중 셀레늄 농도는 유기태 셀레늄 급여한 처리구에서 무기태 셀레늄보다 농도가 높게 나타났다(P=0.047). 각 처리구간 통계적인 유의차가 나타났으며 유기태 셀레늄 0.5 ppm 첨가한 처리구에서 Se retention이 제일 높다.

표 11. 포유돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 돈유성분에 미치는 영향

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ¹⁾	P-value			
		0.3	0.5	0.3	0.5		Diet	Source	Level	S×L
Casein, %										
Colostrum	-----	8.23		-----						
Milk (7d)	3.66	3.78	3.63	3.65	3.65	0.10	0.75	0.522	0.392	0.445
Milk (21d)	3.68	3.86	3.84	3.83	3.79	0.04	0.65	0.691	0.796	0.924
Fat, %										
Colostrum	-----	5.79		-----						
Milk (7d)	6.53	6.38	6.26	6.37	6.36	0.58	1.00	0.95	0.92	0.93
Milk (21d)	6.06	6.28	6.20	6.15	6.39	0.19	0.97	0.93	0.82	0.63
Protein, %										
Colostrum	-----	12.15		-----						
Milk (7d)	4.57	4.71	4.53	4.56	4.56	0.19	0.94	0.72	0.58	0.58
Milk (21d)	4.50	4.70	4.68	4.67	4.65	0.06	0.79	0.79	0.87	0.99
Lactose, %										
Colostrum	-----	3.46		-----						
Milk (7d)	5.47	5.57	5.51	5.40	5.47	0.09	0.81	0.35	0.97	0.58
Milk (21d)	5.67	5.62	5.76	5.76	5.77	0.02	0.59	0.34	0.32	0.41
Total solid, %										
Colostrum	-----	23.95		-----						
Milk (7d)	17.06	17.12	17.03	17.27	17.12	0.85	1.00	0.83	0.83	0.96
Milk (21d)	17.61	18.52	18.24	18.06	18.59	0.21	0.39	0.87	0.72	0.27
Solid not fat, %										
Colostrum	-----	16.83		-----						
Milk (7d)	10.67	10.82	10.78	10.54	10.74	0.20	0.85	0.41	0.68	0.55
Milk (21d)	10.92	11.00	11.17	11.17	11.06	0.05	0.89	0.90	0.90	0.51
Selenium, ppm										
Colostrum	-----	0.063		-----						
Milk (7d) ²⁾	0.042 ^a	0.060 ^a _b	0.054 ^{ab}	0.065 ^{bc}	0.081 ^c	0.004	0.005	0.026	0.183	0.115
Milk (21d) ³⁾	0.050 ^a	0.059 ^a _b	0.060 ^{ab}	0.085 ^b	0.130 ^c	0.009	0.006	0.006	0.113	0.132

¹⁾ Standard error of mean.

²⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.005).

³⁾ a,b,c means with different superscripts in the same row significantly differ (P=0.006).

· 유성분 (Milk composition)

포유모돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 돈유성분에 미치는 영향을 표 11에 나타내었다. 실험결과 돈유 중 지방, 단백질, 유당 등 성분에 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P>0.10). 하지만 유성분 중 포유 7일령과 포유 21일령 때 유기태 셀레늄 첨가시 셀레늄 농도가 증가하였고 (P=0.026; P<0.006). 전 처리구간 비교했을 때 유기태 셀레늄 0.5 ppm 첨가시 돈유 중 셀레늄 농도가 제일 높게 나타났으며 (P=0.005; P=0.006) 무기태 셀레늄 0.3 ppm과 0.5 ppm 첨가시 통계적으로 보면 비슷한 농도가 나타났다.

실험 1-2. 사료내 유기태 및 무기태 Se 첨가가 육성-비육돈의 소화율에 미치는 영향

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해 유기태 및 무기태Se의 소화율을 분석

2) 연구방법

a) 실험동물

- 총 15두의 삼원교잡종 육성돈을 선발하여 5처리 3반복으로 공시
- 대사틀에 육성돈을 1두씩 수용한 후, 사육시설과 사료에 적응할 수 있도록 5일동안의 예비실험기간을 갖는다.
- 사료는 매일 급여하기 전에 신선한 실험사료와 물을 첨가하여 급여하고, 사료급여는 08:00, 17:00에 1일 2회 급여하는 것으로 한다.
- 예비실험을 마치고, 본 실험에 들어갈 때에는 사료에 chromic oxide (Cr₂O₇)을 첨가하여 08:00에 급여한다. 본 실험은 4일동안 실시하며, 분과 뇨를 오전 10시경에 채취하고 뇨는 하루에 50ml만 채취하여 300ml로 희석하여 냉동보관한다.
- 본 실험 3일째 되는날 아침 08:00에 사료에 빨간색의 carmine을 0.5% 첨가하여, 분 샘플에서 빨간색이 나올 때까지 분과 뇨를 채취한다.
- 실험에 사용한 사료, 분, 뇨 sample은 냉동보관후 일반성분을 분석하여 장내 소화율을 계산한다.

3) 분석항목

- 영양소 소화율(이용률)을 계산하기 위해 사료, 분, 뇨에 들어있는 Se분석

표 12. 육성돈 사료 내 유기태 및 무기태 셀레늄의 첨가가 육성돈의 영양소 소화율에 미치는 영향¹

Criteria	Control	Inorganic Se		Organic Se		SEM ²	P-value
		0.3	0.5	0.3	0.5		
Nutrient digestibility, %							
Dry matter	91.03	88.51	88.68	92.51	89.37	0.813	0.37
Crude protein	86.03	80.61	82.46	90.67	83.16	1.550	0.11
Crude ash	70.49	69.70	55.08	78.30	65.01	3.002	0.11
Crude fat	80.79	65.87	69.92	83.85	81.48	2.757	0.11
Nitrogen retention, g/d							
N intake	25.02	24.24	26.11	25.94	24.28	-	-
Fecal N	3.50	4.70	4.58	2.42	4.09	0.384	0.15
Urinary N	0.35	0.34	0.22	0.24	0.26	0.015	0.77
Total N excretion	3.85	5.04	4.80	2.66	4.35	0.346	0.23
N retention ³	21.18	19.20	21.31	23.28	19.93	0.487	0.11
N retention, % ⁴	84.63	79.20	81.60	89.75	82.08	1.570	0.26

¹ Least squares means for 3 pigs per treatment. Initial BW : 27.19kg

² Standard error of mean.

³ N retention=N intake - Fecal N - Urinary N

⁴ N retention (%) = N retention / N intake × 100

· 영양소 소화율 (Nutrient digestibility)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 영양소소화율에 미치는 영향을 표 12에 나타내었다. 실험결과 분 중 단백질, 조회분, 조지방 등 영양소 소화율에서 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$). 또한 뇨 중 질소함량, 분 중 질소함량 및 질소축적량에서도 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$).

<2차년도, 2021년>

○ 연구개발 목표

- 임신돈 및 포유돈 사료 내 적합한 Se 첨가형태 및 수준 규명
- 모돈사료내 Se 첨가에 의한 돈유 및 포유자돈 조직내 Se 함량분석

실험 1. 임신모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준 규명

1) 연구목표

1차년도 연구결과를 바탕으로, 유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서 유기태 및 무기태 Se 혼합 형태에 따른 임신모돈에 미치는 영향을 규명. 국내 사료회사들이 유기태 Se의 가격이 높아 가축사료내 Se공급원으로 사용하는데 부담을 느낌. 따라서 무기태와 유기태 Se을 혼합해서 사용하는 방법을 모색하고자 함.

2) 연구방법

a) 실험동물

- F1 경산돈 45두를 선발하여 3처리 15반복 반복당 1두씩, CRD로 배치

b) 실험설계 : 1차년도 연구결과를 바탕으로 셀레늄 첨가수준 결정

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.15ppm + 무기태 Se 0.15ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.25ppm + 무기태 Se 0.25ppm

c) 분석항목

- 35, 70, 90, 110일령에 체중 및 등지방 두께를 측정
- 체중 측정 시 혈액을 채취하여 모돈의 생리 변화를 관찰
- 분만 시 산자수 및 기타 분만성적에 미치는 영향 규명
- 분만후 신생자돈이 모유를 섭취하기 전에 안락사 후 간, 신장, 근육을 채취하여 Se 함량측정

표 13. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 임신기 모돈의 체형변화

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Body weight, kg					
At mating	222.83	221.83	222.83	5.96	0.99
35 day	226.67	225.33	230.50	4.68	0.92
70 day	237.63	235.83	239.17	5.24	0.97
90 day	245.83	244.17	244.67	4.55	0.99
110 day	257.20	262.57	258.13	4.88	0.92
BW gain (0-110d)	34.37	40.73	35.30	4.41	0.86
Backfat thickness, mm					
At mating	18.83	18.32	18.68	1.31	0.99
35 day	18.87	18.32	18.75	1.33	0.98
70 day	19.82	19.36	19.95	1.31	0.99
90 day	22.50	22.00	21.35	0.86	0.89
110 day	22.32	22.31	22.94	1.05	0.97
BF gain (0-110d)	3.50	3.97	4.27	0.56	0.88

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

표 14. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 포유기 모돈의 체형변화

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Body weight, kg					
24 hr postpartum	238.41	240.27	239.47	3.31	0.98
21 st day of lactation	230.89	236.10	232.00	3.61	0.86
Changes (0-21d)	-7.52	-4.17	-7.47	3.29	0.92
Backfat thickness, mm					
24 hr postpartum	20.19	21.67	20.71	1.13	0.89
21 st day of lactation	18.97	19.71	20.07	1.06	0.93
Changes (0-21d)	-1.22	-1.96	-0.63	0.34	0.31
ADFI, kg	5.82	5.62	5.73	0.46	0.40
WEI, day	4.50	4.50	3.75	0.25	0.41

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 임신기 및 포유기 모든 체형변화 (Body weight and backfat thickness)

임신돈 사료 내 셀레늄 혼합형태 및 첨가수준이 임신 35일령, 임신 70일령, 임신 90일령, 임신 110일령 모든의 체중, 등지방 및 각각의 변화량에 미치는 영향을 표 13에 나타내었고, 임신돈 사료 내 셀레늄 혼합형태 및 첨가수준이 포유기 모든의 체중, 등지방 변화, 사료섭취량, 제귀발정일에 미치는 영향을 표 14에 나타내었다. 사양 실험결과, 임신 35일령부터 임신 110일령까지 모든의 체중, 등지방두께나 체중 및 등지방두께의 변화량에 있어 실험 처리 간 통계적인 유의차는 발견되지 않았다 ($P>0.05$). 또한, 분만 24시간 이내 및 분만 21일의 모든의 체중, 등지방두께, 포유기 사료섭취량, 제귀발정일에 있어서 통계적인 유의차가 나타나지 않았다 ($P>0.05$).

표 15. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 모든의 포유성적에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	IS15	OS25		
No. of piglets					
Total born	13.25	13.25	13.25	0.18	1.00
Born alive	12.25	12.25	12.00	0.11	0.62
Stillbirth	1.00	1.00	1.00	0.15	1.00
After cross-foster ³⁾	12.00	12.00	12.25	0.08	0.41
21 day of lactation	11.00	11.00	11.00	0.25	1.00
Litter weight, kg					
Total litter weight	19.32	18.97	19.05	0.50	0.95
Litter birth weight	18.43	18.08	18.15	0.43	0.94
After cross-foster ³⁾	18.08	18.05	18.21	0.36	0.98
21 day of lactation	60.67	61.42	62.85	3.00	0.35
Litter weight gain	42.59	43.37	44.39	1.70	0.93
Piglet weight, kg					
Piglet birth weight	1.51	1.49	1.51	0.04	0.94
After cross-foster ³⁾	1.50	1.50	1.49	0.04	0.99
21 day of lactation	5.52	5.58	5.71	0.14	0.74
Piglet weight gain	4.01	4.13	4.24	0.11	0.80

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm , ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

³⁾ After cross-fostering day within 24 hrs postpartum.

· 모돈의 번식능력 및 포유 자돈의 성장성적 (reproductive performance and piglet growth performance)

임신돈 사료 내 셀레늄 혼합형태 및 첨가수준이 분만성적 및 포유기의 자돈 성장에 미치는 영향을 표 15에 나타내었다. 실험결과, 산자수, 사산두수, 미라수, 생존 자돈 수, 포유개시 두수, 이유두수 및 복당 생시체중 및 복당 이유체중 등에서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.05$).

표 16. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 돈유성분에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
	Casein, %				
Colostrum	7.74	7.77	7.72	0.16	0.99
Milk (21d)	3.97	3.96	4.02	0.08	0.95
	Fat, %				
Colostrum	5.64	5.65	5.64	0.33	1.00
Milk (21d)	7.05	6.85	7.53	0.21	0.46
	Protein, %				
Colostrum	11.91	11.86	11.88	0.17	0.99
Milk (21d)	4.84	4.77	4.89	0.12	0.94
	Lactose, %				
Colostrum	3.50	3.50	3.51	0.05	1.00
Milk (21d)	5.62	5.78	5.60	0.06	0.51
	Total solid, %				
Colostrum	23.38	23.40	23.38	0.37	1.00
Milk (21d)	19.11	18.49	19.56	0.33	0.48
	Solid not fat, %				
Colostrum	17.08	17.06	17.13	0.36	1.00
Milk (21d)	11.13	11.22	11.20	0.10	0.95
	Selenium, ppm				
Colostrum	0.126 ^b	0.169 ^{ab}	0.260 ^a	0.025	0.06
Milk (21d)	0.098	0.104	0.114	0.007	0.69

¹⁾ Treatment: Con: corn-*soybean meal*(SBM) based diet, ISOS15: corn-*soybean meal* based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm , ISOS25: corn-*soybean meal* based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 유성분 (Milk composition)

임신돈 셀레늄 혼합형태 및 첨가수준이 포유 모돈의 돈유 성분에 미치는 영향을 표 16에 나타내었다. 일반적으로 포유 모돈의 돈유성분은 품종, 포유 모돈의 건강상태, 사료의 영양수준에 따라 변화하고 (Daza 등, 2004; Jackson 등, 1995; Klaver 등, 1981), 돈유 성분은 포유자돈 성적에 영향을 미친다고 보고되어 있다 (Daza 등, 2004). 본 실험결과, 임신돈 셀레늄 혼합형태 및 수준별로 첨가하여도 모돈의 돈유 중 지방, 단백질, 유당, 셀레늄 등 성분에서 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$). 분만 24시간 이내 셀레늄 혼합형태 ISOS25 처리구에서는 다른 처리구 량 비교했을 때 초유 중 셀레늄 농도가 높은 경향이 나타났다($P=0.06$). 유기태 및 무기태 셀레늄을 0.15ppm 혼합 급여시 모돈 돈유 중 셀레늄 농도는 무기태 0.15ppm 첨가한 처리구보다는 높았으며, 셀레늄 첨가수준이 증가할수록 모돈 돈유 내 셀레늄 농도가 증가하였고(Mahan, 2000; Mahan and Peter, 2004) 본 실험은 선행연구 결과랑 비슷하게 나타났다.

표 17. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 임신기 및 포유기 혈중 셀레늄 농도에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
	Selenium, ppm				
At mating		0.249			
35 day	0.162	0.173	0.197	0.016	0.74
70 day	0.219	0.232	0.215	0.005	0.51
90 day	0.125 ^{ab}	0.134 ^b	0.176 ^a	0.018	0.02
110 day	0.204 ^b	0.223 ^{ab}	0.265 ^a	0.010	0.02
24 hrs postpartum	0.172 ^b	0.211 ^{ab}	0.239 ^{ab}	0.011	0.01
21 day of lactation	0.217	0.257	0.248	0.009	0.21

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm , ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 모돈 혈액성상 (Blood profiles)

임신돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 모돈의 혈액 성상에 미치는 영향을 표 17에 나타내었다. 실험결과 임신 90일령, 임신 110일령 및 분만직 후 모돈 혈액 내 셀레늄 농도에서 처리구 간 유의적인 차이가 나타났고 ($P=0.02$; $P=0.02$; $P=0.01$), ISOS25 처리구 농도가 제일 높게 나타났다. 포유 21일령 모돈 혈액 내 셀레늄 농도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$).

표 18. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 자돈 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Selenium, ppm					
24 hr postpartum	0.126 ^a	0.169 ^{ab}	0.260 ^a	0.006	0.05
21 st day of lactation	0.098	0.104	0.114	0.005	0.26

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 자돈 혈액성상 (Blood profiles)

임신돈 사료 내 셀레늄 혼합형태 및 첨가수준이 자돈의 혈액 성상에 미치는 영향을 표 18에 나타내었다. 본 실험결과, 분만직 후 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도가 처리구 별 유의적인 차이가 나타났고(P=0.05) ISOS25 처리구에서 제일 높게 나타났다.

표 19. 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 자돈 조직 내 셀레늄 농도에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Selenium, ppm					
Liver					
21 st day of lactation	0.317 ^b	0.409 ^{ab}	0.490 ^a	0.032	0.06
Kidney					
21 st day of lactation	0.739 ^b	0.813 ^{ab}	0.837 ^a	0.022	0.01
Muscle					
21 st day of lactation	0.152 ^b	0.166 ^{ab}	0.178 ^a	0.005	0.09

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 조직 내 셀레늄 농도 (Se Concentration of organs)

임신돈 사료 내 셀레늄의 혼합형태 및 첨가수준이 자돈 조직 내 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 19에 나타내었다. 실험결과 포유 21일령 자돈의 신장 내 셀레늄 농도에서 유의적인 차이가 나타났고(P=0.01). 포유 21일령 자돈의 간 및 근육 내 셀레늄의 첨가수준이 증가할수록 자돈의 간 및 근육 내 셀레늄 농도가 증가하는 경향이 나타났다(P=0.06; P=0.09).

실험 2. 포유모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준 규명

1) 연구목표

1차년도 연구결과를 바탕으로, 유기태 및 무기태 Se을 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해 유기태 및 무기태 Se 혼합 형태에 따른 포유돈 및 포유자돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- F1 경산돈 45두를 선발하여 3처리 15반복 반복당 1두씩, CRD로 배치

b) 실험설계 : 무기태 Se과 유기태 Se을 50%씩 혼합하여 생체축적량을 규명

처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료

처리 2 - 유기태 Se 0.15ppm + 무기태 Se 0.15ppm

처리 3 - 유기태 Se 0.25ppm + 무기태 Se 0.25ppm

c) 분석항목

- 분만직후 및 포유 1, 3주령에 체중 및 등지방 두께를 측정
- 체중 측정 시 혈액을 채취하여 모돈의 생리 변화를 관찰
- 분만직후 초유 및 포유 1, 3주령에 돈유를 채취하여 Se 및 유성분 분석
- 포유돈 사료섭취량을 통해 기호성 분석
- 포유자돈을 안락사 후 근육, 간, 신장을 채취하여 Se 함량측정
- 포유자돈의 성장능력 평가

표 20. 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모돈의 체중, 등지방 두께 및 사료섭취량에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Body weight, kg					
24 hr postpartum	239.85	246.00	239.78	5.266	0.86
7 th day of lactation	248.10	254.76	248.98	5.265	0.82
21 st day of lactation	234.33	240.86	235.00	5.668	0.79
Changes (21-0d)	-5.51	-5.13	-4.78	2.496	0.99
Backfat thickness, mm					
24 hr postpartum	19.08	20.58	17.25	1.051	0.39
7 th day of lactation	18.41	20.25	17.66	0.983	0.55
21 st day of lactation	17.41	18.33	17.41	0.910	0.89
Changes (21-0d)	-1.66	-2.25	0.16	0.689	0.30
ADFI, kg	5.40	5.87	6.00	0.212	0.41

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 포유기 모든 체형변화 (Body weight and backfat thickness)

포유돈 사료 내 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모든의 체중, 등지방 두께 및 사료섭취량에 미치는 영향을 표 20에 나타내었다. 사양실험 결과, 분만 24 시간 이내, 포유 7일 및 21일 쯤의 모든의 체중, 등지방두께 및 사료섭취량에서 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$). 유기태 셀레늄과 무기태 셀레늄을 혼합 급여한 선행 연구에서도 셀레늄의 형태 및 첨가수준은 모든의 체중, 등지방 두께, 사료 섭취량에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다 (Mahan, 2000; Mahan과 Peters, 2004).

표 21. 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모든의 포유성적에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
No. of piglets					
After cross-fostering ³⁾	-----12.00-----			-	-
7 ^h day of lactation	11.50	11.66	11.50	0.120	0.75
21 st day of lactation	11.16	11.16	11.33	0.206	0.94
Litter weight, kg					
After cross-foster	16.93	18.58	15.69	0.700	0.29
7 th day of lactation	29.63	29.81	28.97	1.128	0.95
21 st day of lactation	63.73	59.30	61.90	1.857	0.66
Litter weight gain	46.79	40.72	46.20	1.675	0.32
Piglet weight, kg					
After cross-foster	1.40	1.54	1.30	0.058	0.29
7 th day of lactation	2.58	2.55	2.51	0.091	0.96
21 st day of lactation	5.74	5.38	5.47	0.168	0.70
Piglet weight gain	4.33	3.84	4.16	0.150	0.41

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

³⁾ After cross-fostering day within 24 hrs postpartum.

· 포유기 모든 포유성적 (Litter performance)

포유돈 사료 내 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모든의 포유성적에 미치는 영향을 표 21에 나타내었다. 실험결과 이유두수, 자돈체중 및 증체량 등에서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.10$). 유기태 셀레늄과 무기태 셀레늄을 혼합 급여한 선행 연구에서도 셀레늄의 형태 및 첨가수준은 포유자돈 성장성적에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다 (Mahan, 2000; Mahan과 Peters, 2004).

표 22. 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모돈 및 자돈 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Sow					
Selenium, ppm					
24 hr postpartum	-----	0.128	-----	-	-
7 th day of lactation	0.112 ^a	0.261 ^b	0.208 ^b	0.0207	<0.01
21 st day of lactation	0.243	0.288	0.267	0.0130	0.52
Piglet					
Selenium, ppm					
24 hr postpartum	-----	0.030	-----	-	-
7 th day of lactation	0.063 ^a	0.112 ^b	0.990 ^b	0.0078	<0.01
21 st day of lactation	0.126	0.144	0.181	0.0106	0.08

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm, ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

^{ab}Means with different superscripts within the same row significantly differ

· 혈액성상 (Blood profiles)

포유돈 사료 내 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 모돈 및 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 22에 나타내었다. 실험결과 포유 7일령 모돈 및 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도에서 유의적인 차이가 나타났지만 (P<0.01), 포유 21일령 모돈 및 자돈의 혈액 내 셀레늄 농도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P>0.10).

표 23. 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 돈유성분에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Casein, %					
Colostrum	-----	8.43	-----	-	-
7 th day of lactation	4.12	4.09	4.15	0.022	0.62
21 st day of lactation	4.18	4.15	4.20	0.065	0.73
Fat, %					
Colostrum	-----	8.14	-----	-	-
7 th day of lactation	6.82	6.91	6.77	0.028	0.52
21 st day of lactation	6.75	6.83	6.75	0.026	0.66
Protein, %					
Colostrum	-----	11.86	-----	-	-
7 th day of lactation	4.42	4.57	4.46	0.178	0.51
21 st day of lactation	4.38	4.44	4.47	0.459	0.27
Lactose, %					
Colostrum	-----	3.98	-----	-	-
7 th day of lactation	5.98	5.68	5.75	0.032	0.48
21 st day of lactation	5.94	5.75	5.63	0.132	0.26
Total solid, %					
Colostrum	-----	26.50	-----	-	-
7 th day of lactation	17.25	17.38	17.19	0.258	0.45
21 st day of lactation	17.65	17.53	17.43	0.543	0.58
Solid not fat, %					

Colostrum	-----	15.46	-----	-	-
7 th day of lactation	10.55	10.68	10.64	0.058	0.58
21 st day of lactation	10.49	10.54	10.61	0.081	0.25
Selenium, ppm					
Colostrum	-----	0.106	-----	-	-
7 th day of lactation	0.067	0.068	0.075	0.0028	0.58
21 st day of lactation	0.074	0.066	0.079	0.0044	0.50

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm , ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

· 유성분 (Milk composition)

포유돈 사료 내 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 돈유성분에 미치는 영향을 표 23에 나타내었다. 실험결과 포유 7일령 및 포유 21일령 모두의 돈유 중 지방, 단백질, 유당, 셀레늄 등 성분에서 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P>0.10).

표 24. 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 자돈 조직 내 셀레늄 농도에 미치는 영향

	Treatment ¹⁾			SEM ²⁾	P-value
	Con	ISOS15	ISOS25		
Selenium, ppm					
Liver					
24 hr postpartum	-----	0.373	-----	-	-
21 st day of lactation	0.414	0.460	0.528	0.0628	0.84
Kidney					
24 hr postpartum	-----	0.334	-----	-	-
21 st day of lactation	0.337 ^a	0.381 ^a	1.120 ^b	0.1556	0.03
Muscle					
24 hr postpartum	-----	0.310	-----	-	-
21 st day of lactation	0.133 ^a	0.337 ^a	0.830 ^b	0.1203	0.04

¹⁾ Treatment: Con: corn-soybean meal(SBM) based diet, ISOS15: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.15 ppm + Organic selenium 0.15 ppm , ISOS25: corn-soybean meal based diet with Inorganic selenium 0.25 ppm + Organic selenium 0.25 ppm

²⁾ Standard error of means.

^{ab}Means with different superscripts within the same row significantly differ

· 조직 내 셀레늄 농도 (Se Concentration of organs)

포유돈 사료 내 셀레늄의 형태 및 첨가수준이 자돈 조직 내 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 24에 나타내었다. 실험결과 포유 21일령 자돈의 신장 및 근육 내 셀레늄 농도에서 유의적인 차이가 나타났다 (P=0.03; P=0.04). 포유 21일령 자돈의 간 내 셀레늄 농도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 (P>0.10), 셀레늄의 첨가수준이 증가할수록 자돈의 간 내 셀레늄 농도가 수치상으로 증가하였다.

실험 3. Se강화사료 및 돈육 내 Se 물질 분석

1) 연구목표

1차년도에 확립된 유기태 및 무기태 Se의 분석기술을 이용하여 Se 첨가사료 및 돈육 내 Se 분석. Se 물질을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 실제 사료 및 돈육 내 Se 물질의 함량을 규명할 필요가 있음. 따라서 사료 및 돈육 내 Se 물질의 함량을 규명하고 고품질 사료 및 고품질 돈육을 생산하기 위한 가능성에 대한 검증.

2) 연구방법

a) 실험대상

- 주관과제 및 협동과제에서 채취된 모든 Se sample의 분석

b) 분석항목

- 사료 일반 성분 분석
- 사료 및 돈육(근육, 간, 신장)과 혈액내 Se 함량분석
- 출하돈의 돈육의 도체분석 및 육질평가
- 출하돈의 돈육에 대한 일반성분 분석

실험 4. Se강화 사료를 섭취한 육성/비육돈을 이용한 기능성 돈육의 생산

1) 연구목표

체내에서 항산화작용을 하는 Se함유 GSH-Px의 activity를 최적으로 하는 무기태 Se 0.1 ppm에 Se의 체내축적을 최대로 할 수 있는 유기태 Se을 혼합한 Se첨가제를 이용한 Se 강화 기능성 돈육의 생산

2) 연구방법

a) 실험동물

- 체중 30kg 내외의 육성돈 140두를 공시하여 사양실험을 위해 4처리 5반복, 돈방당 7 두씩을 공시, randomized complete block (RCB) design으로 배치

b) 실험설계 :

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 무기태 Se 0.10 ppm + 유기태 Se 0.15ppm
- 처리 3 - 무기태 Se 0.10 ppm + 유기태 Se 0.30ppm
- 처리 4 - 무기태 Se 0.10 ppm + 유기태 Se 0.45ppm

c) 분석항목

- 사료의 일반성분 분석/ 출하돈 돈육의 일반성분 분석
- 사료 및 돈육(근육, 간, 신장)과 혈액내 Se 함량분석
- 출하돈의 돈육의 도체분석 및 육질평가

표 25. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 성장성적에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
Body weight, kg						
Initial	39.85	39.85	39.85	39.86		
4 week	57.62	57.41	58.31	56.72	0.746	0.24
7 week	74.03	75.65	74.03	74.33	0.921	0.61
11 week	96.85	100.77	97.76	97.44	1.229	0.36
13 week	101.37	105.42	101.93	102.02	0.857	0.23
ADG, g						
0-4 week	635.16	629.14	659.81	602.01	13.133	0.25
4-7 week	759.45	868.71	745.30	819.89	23.572	0.27
7-11 week	815.20	897.00	847.60	825.80	18.654	0.50
11-13 week	738.58	828.79	720.00	786.82	29.923	0.58
0-13 week	702.10	722.30	691.22	694.59	7.500	0.53
ADFI, g						
0-4 week	1,486.83	1,593.27	1,596.94	1,579.90	17.065	0.08
4-7 week	1,871.43	1,933.33	1,705.85	1,979.18	50.233	0.33
7-11 week	2,047.35	2,143.98	2,072.76	2,023.98	19.367	0.15
11-13 week	2,124.29	2,080.00	1,949.80	1,839.79	76.656	0.28
0-13 week	1,882.41	1,937.64	1,831.37	1,855.57	19.716	0.24
G:F ratio						
0-4 week	0.428	0.396	0.413	0.383	0.009	0.16
4-7 week	0.406	0.449	0.442	0.414	0.008	0.16
7-11 week	0.408	0.445	0.426	0.446	0.007	0.65
11-13 week	0.361	0.402	0.376	0.426	0.015	0.48
0-13 week	0.374	0.373	0.377	0.375	0.004	0.70

· 성장성적 (Growth performance)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 성장성적에 미치는 영향을 표 25에 나타내었다. 실험결과 체중, 평균일당증체량, 평균일당사료섭취량 및 사료효율에서 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 통계적인 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (P>0.10).

표 26. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 체내 셀레늄 농도에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
Se in serum, ppm						
Initial	-----0.181-----					
4 week	0.203 ^d	0.243 ^c	0.285 ^b	0.399 ^a	0.023	<0.01
7 week	0.116 ^c	0.155 ^c	0.224 ^b	0.356 ^a	0.028	<0.01
11 week	0.093 ^c	0.149 ^b	0.180 ^b	0.231 ^a	0.016	<0.01
13 week	0.102 ^d	0.153 ^c	0.224 ^b	0.303 ^a	0.195	<0.01
Se in muscle, ppm						
13 week	0.258	0.172	0.182	0.181	0.008	0.70

· 셀레늄 농도 (Se concentrations)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈 혈액 내 셀레늄 농도에 미치는 영향을 표 26에 나타내었다. 실험결과 4주, 7주, 11주 및 13주 육성비육돈 혈액 내 셀레늄 농도에서 유기태 셀레늄 첨가수준이 증가함에 따라 고도의 통계적인 유의적 차이가 나타났다 ($P < 0.01$). 하지만, 돈육 내 셀레늄 농도에서는 통계적인 유의적 차이가 나타나지 않았다. 본 실험에서 가장 높은 돈육 내 셀레늄 농도는 0.258 ppm으로, 이는 μg 으로 환산하였을 때 258 μg 이다. 돈육 1kg을 섭취하였을 때 셀레늄 258 μg 을 섭취하게 된다. 또한, 성인 1명이 돈육 200g을 섭취한다면 셀레늄 51.6 μg 을 섭취하게 된다. 이것은 WHO 셀레늄 일일 권장 섭취량인 50~200 μg 에 해당이 되며, 셀레늄 상한섭취량인 400 μg 보다 적으므로 셀레늄 첨가된 고품질 기능성 사료를 섭취한 육성비육돈의 돈육을 섭취하였을 때 WHO 일일 셀레늄 권장섭취량을 충족할 수 있다.

표 27. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 돈육의 지질산패도 분석에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
TBARS, mg MDA/kg meat						
0 day	0.19	0.15	0.15	0.15	0.031	0.78
14 day	0.18	0.13	0.16	0.15	0.017	0.18

· 지질산패도 (TBARS)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈 돈육의 지질산패도에 미치는 영향을 표 27에 나타내었다. 실험결과 도축 후 0일차 및 14일차에 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 통계적인 유의차가 나타나지 않았다 ($P > 0.01$).

표 28. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 돈육의 일반성분 및 이화학적 분석에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
Proximate analysis, %						
Moisture	72.89	74.06	74.34	74.53	0.450	0.68
Crude protein	22.73	23.70	21.64	23.57	0.413	0.05
Crude fat	2.85 ^c	3.49 ^b	3.74 ^b	4.88 ^a	0.199	<0.01
Crude ash	1.36 ^b	0.48 ^c	1.83 ^a	0.52 ^c	0.135	<0.01
Physiochemical property						
WHC, %	58.99	59.07	52.51	56.56	2.177	0.11
Cooking loss, %	30.98	30.32	30.68	29.28	1.117	0.92
Shear force, kg	36.27	20.33	26.08	19.81	4.507	0.08

· 일반성분 및 이화학적 분석 (Proximate analysis and physiochemical property)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈 돈육의 일반성분 및 이화학적 분석에 미치는 영향을 표 28에 나타내었다. 실험결과 돈육 일반성분 중 조지방과 조회분에서 통계적 유의적 차이가 나타났다 (P<0.01). 돈육의 조지방에서 무기태 셀레늄 0.1ppm과 유기태 셀레늄 0.45ppm을 첨가한 처리구가 가장 높은 것으로 나타났다. 돈육의 조회분에서는 무기태 셀레늄 0.1ppm과 유기태 셀레늄 0.30ppm 첨가한 처리구가 가장 높은 것으로 나타났다. 돈육의 이화학적 분석에서는 셀레늄 형태 및 첨가수준에 따른 통계적 유의차가 나타나지 않았다 (P>0.01).

표 29. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈의 도축 후 육색 변화에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
Hunter value, L³⁾						
0 hour	44.03	42.39	41.53	43.22	0.847	0.82
3 hour	43.89	43.66	45.91	45.89	0.896	0.77
6 hour	45.99	45.94	44.88	45.02	0.706	0.94
12 hour	47.65	48.15	47.23	45.78	0.742	0.79
24 hour	49.90	48.74	47.23	45.78	0.586	0.81
Hunter value, a⁴⁾						
0 hour	2.97	2.36	1.76	2.80	0.193	0.10
3 hour	3.16	3.68	3.70	3.40	2.778	0.88
6 hour	3.66	3.68	3.69	3.69	0.178	0.92
12 hour	5.33	5.43	4.27	5.21	0.245	0.37
24 hour	5.73	5.42	5.01	5.89	0.236	0.52
Hunter value, b⁵⁾						
0 hour	5.56	5.17	4.46	5.14	0.204	0.35
3 hour	5.26	5.86	6.01	5.90	0.185	0.43
6 hour	6.26	6.43	5.79	5.88	0.147	0.45
12 hour	7.44	7.68	6.69	6.77	0.235	0.43
24 hour	7.66	7.54	7.14	7.44	0.173	0.79

· 육색 (Hunter value L,a,b)

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈 도축 후 육색 변화에 미치는 영향을 표 29에 나타내었다. 실험결과 육성비육돈의 도축 후 육색 변화에서는 통계적 유의적 차이가 나타나지 않았다 (P>0.01).

표 30. 육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈의 도축 후 pH 변화에 미치는 영향

Criteria	CON	Inorganic Se 0.1 ppm			SEM ¹⁾	P-value
	0 ppm	Organic Se 0.15 ppm	Organic Se 0.30 ppm	Organic Se 0.45 ppm		
Time after slaughter						
0 hour	5.84	5.91	5.70	5.71	0.038	0.18
3 hour	5.66	5.69	5.70	5.64	0.017	0.28
6 hour	5.66	5.66	5.54	5.64	0.018	0.09
12 hour	5.60	5.62	5.52	5.56	0.019	0.27
24 hour	5.61	5.62	5.56	5.57	0.020	0.69

· pH

육성비육돈 사료 내 셀레늄 형태 및 첨가수준이 육성비육돈 도축 후 pH 변화에 미치는 영향을 표 30에 나타내었다. 실험결과 육성비육돈의 도축 후 pH 변화에서는 통계적 유의적 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.01$).

제1협동연구기관 (충남대학교) :

<1차년도, 2020년>

○ 연구개발 목표

- 육성비육돈 사료 내 Se을 첨가하였을 때 Se 첨가 형태에 따른 돈육의 품질 비교

실험 1. 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 육성-비육돈에 미치는 영향 규명

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se을 첨가형태에 따른 이용성을 규명할 필요가 있음. 따라서 유기태 및 무기태 Se 첨가형태에 따른 이용성을 규명하여 육성비육돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- 동 일령의 육성돈 160두를 공시하여 사양실험을 위해 5처리 8반복에 각 4두씩, randomized complete block (RCB) design으로 배치

b) 실험설계 :

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.3ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.5ppm
- 처리 4 - 무기태 Se 0.3ppm
- 처리 5 - 무기태 Se 0.5ppm

c) 분석항목

- 일당증체량(ADG), 일당사료섭취량(ADFI), 사료효율(G:F) 측정
- 경정맥에서 혈액을 채취하여 BUN(혈중요소태질소) 및 Insulin like Growth Factor-1 (IGF-1) 측정

d) 데이터 수집 및 샘플채취

- 실험사료 채취
- 출하돈 도축 후 도체특성 데이터 수집
- 출하돈의 혈액 및 도축 후 등심, 간, 신장 채취

표 31. Se의 급여 형태 및 수준이 육성 - 비육돈에 미치는 영향

Item	Treatments					SEM	P-value
	CON	Organic Se		Inorganic Se			
		0.3	0.5	0.3	0.5		
Growing							
Initial BW, kg	28.90	28.76	28.75	28.95	28.86	1.26	0.999
Final BW, kg	66.65	67.96	68.37	67.81	68.77	2.73	0.986
ADG, kg/d	0.772	0.802	0.808	0.789	0.813	0.036	0.933
ADFI, kg/d	1.708	1.863	1.821	1.942	1.946	0.092	0.354
G:F ratio, kg/kg	0.453	0.435	0.444	0.410	0.418	0.013	0.125
Finishing							
Initial BW, kg	66.65	67.96	68.37	67.81	68.77	2.73	0.986
Final BW, kg	112.27	114.95	114.30	114.67	115.96	3.65	0.967
ADG, kg/d	0.971	1.004	0.977	0.997	1.004	0.040	0.962
ADFI, kg/d	2.344	2.638	2.450	2.456	2.784	0.217	0.629
G:F ratio, kg/kg	0.447	0.391	0.484	0.435	0.364	0.059	0.632

· 육성비육돈의 성장성적

유기태 및 무기태 Se 첨가가 육성비육돈의 성장성적에 미치는 영향을 표 31에 나타내었다. 육성-비육기간의 사료 내 Se 종류 및 첨가 수준에 따른 육성돈의 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율의 유의적 차이는 없었다 (linear 및 quadratic response 없음). 하지만 육성-비육돈의 일당증체량 및 일당사료섭취량은 대조구에 비교하여 처리구가 높은 경향을 보였다.

표 32. Se의 급여 형태 및 수준이 돼지의 도체특성에 미치는 영향

Item	Treatments					SEM	P-value
	CON	Organic Se		Inorganic Se			
		0.3	0.5	0.3	0.5		
Final live BW, kg	114.15	111.20	111.17	114.76	112.32	1.15	0.103
Hot carcass BW, kg	88.16	85.80	85.97	88.68	86.80	0.89	0.104
Dressing percentage, %	77.23	77.16	77.33	77.27	77.28	0.06	0.346
Backfat thickness, mm	21.83	20.97	21.74	21.18	20.45	1.06	0.881
Carcass grade ¹	2.39	2.40	1.97	2.39	2.38	0.18	0.395

¹Carcass grade = 1~3 (1점 = 2등급, 2점 = 1등급, 3점 = 1+등급).

· 비육돈의 도체성적

유기태 및 무기태 Se 첨가가 비육돈의 도체특성에 미치는 영향을 표 32에 나타내었다. 비육기간의 사료 내 Se 종류 및 첨가 수준에 따른 비육돈의 온도체 무게, 도체율, 등지방두께 및 도체등급의 유의적 차이는 없었다 (linear 및 quadratic response 없음).

표 33. Se의 급여 형태 및 수준이 장기 및 등심의 Se농도에 미치는 영향

Item	Treatments					SEM	P-value
	0	Organic Se		Inorganic Se			
		0.3	0.5	0.3	0.5		
Liver, ppm	0.440	0.475	0.570	0.545	0.716	0.047	0.017
Kidney, ppm	1.184	2.033	2.088	2.131	2.266	0.164	0.002
Blood, ppm	0.135	0.228	0.225	0.186	0.277	0.039	0.177
Loin, ppm	0.099	0.179	0.259	0.129	0.233	0.027	0.003

- 장기, 혈액 및 등심의 Se농도는 표33에 나타내었다. 간과 혈액의 Se농도는 무기태셀레늄 0.5ppm을 급여하였을 때 유의적으로 높았으며 ($P < 0.05$), 등심에서의 Se농도는 Se 급여량이 높아질수록 Se 농도가 높아지는 모습을 보였다 ($P < 0.05$). 또한, 유기태셀레늄을 급여할

때 등심 및 간의 Se 농도는 급여량이 늘어날수록 축적되는 Se농도가 지속적으로 증가하는 모습을 보였다. 본 실험에서 가장 높은 돈육 내 셀레늄 농도는 0.259 ppm으로, 이는 μg 으로 환산하였을 때 $259 \mu g$ 이다. 돈육 1kg을 섭취하였을 때 셀레늄 $259 \mu g$ 을 섭취하게 된다. 또한, 성인 1명이 돈육 200g을 섭취한다면 셀레늄 $51.8 \mu g$ 을 섭취하게 된다. 이것은 WHO 권장량인 50~200 μg 에 해당이되며 셀레늄 상한섭취량인 400 μg 보다 적으므로 셀레늄 첨가된 고품질 기능성 사료를 섭취한 육성비육돈의 돈육을 섭취하였을 때 WHO 일일 셀레늄 권장섭취량을 충족할 수 있다.

<2차년도, 2021년>

○ 연구개발의 목표

- 이유자돈 사료 내 Se을 첨가할 시 장건강 증진에 미치는 효과를 규명함
- Se첨가 육성비육돈 사료를 통한 현장 실증을 통해 그 효과를 규명하고 현장 적용 및 시판사료개발 가능성을 평가함

실험 1. 이유자돈 사료에 적합한 Se첨가 형태 및 수준 규명

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se을 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se을 첨가한 사료의 급여형태에 따른 이용성을 규명할 필요가 있음. 따라서 유기태 및 무기태 Se첨가사료의 급여형태 및 수준에 따른 이용성을 규명하여 이유자돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- 동 일령의 이유자돈 156두를 공시하여 사양실험을 위해 3처리 13반복에 각 4두씩, randomized complete block (RCB) design으로 배치

b) 실험설계 : 1차년도 연구결과를 바탕으로 셀레늄 첨가수준 결정

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.15ppm + 무기태 Se 0.15ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.25ppm + 무기태 Se 0.25ppm

c) 분석항목

- 일당증체량(ADG), 일당사료섭취량(ADFI), 사료효율(G:F) 측정
- 이유후 2주간 이유자돈 개체별 설사지수 확인후 설사율 측정
- 경정맥에서 혈액을 채취하여 스트레스 및 면역지표 측정
- 장건강 확인을 위한 분 샘플을 채취하여 장내미생물 균총 측정

표 34. Se 급여수준이 이유자돈의 성장에 미치는 영향

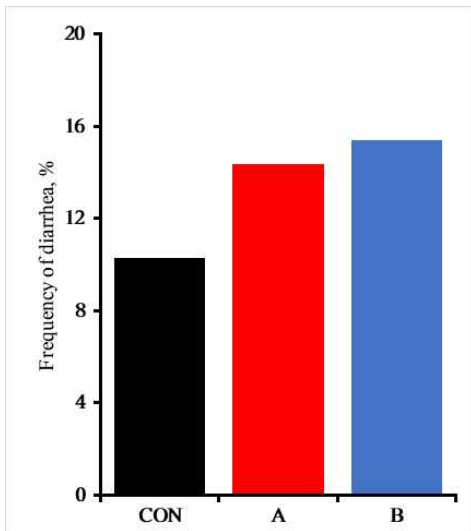
Item	Treatments ¹⁾			SEM	P-value
	CON	A	B		
Initial BW, kg	7.85	7.86	7.85	0.317	0.9993
Final BW, kg	18.77	18.31	18.27	0.897	0.9079

ADG, kg/d	0.260	0.249	0.248	0.017	0.8476
ADFI, kg/d	0.582	0.573	0.544	0.040	0.7904
G:F ratio, kg/kg	0.459	0.449	0.469	0.028	0.8835

[†]CON = corn-soybean meal based diet; A = CON + inorganic Se 0.15 ppm + organic Se 0.15 ppm; B = CON + inorganic Se 0.25 ppm + organic Se 0.25 ppm

· Se의 첨가가 이유자돈의 성장성적에 미치는 영향을 표 34에 나타내었다. 이유기간의 사료 내 Se 종류 및 첨가 수준에 따른 이유자돈의 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율의 유의적 차이는 없었다.

그림 3. Se 급여수준이 이유자돈의 설사빈도에 미치는 영향



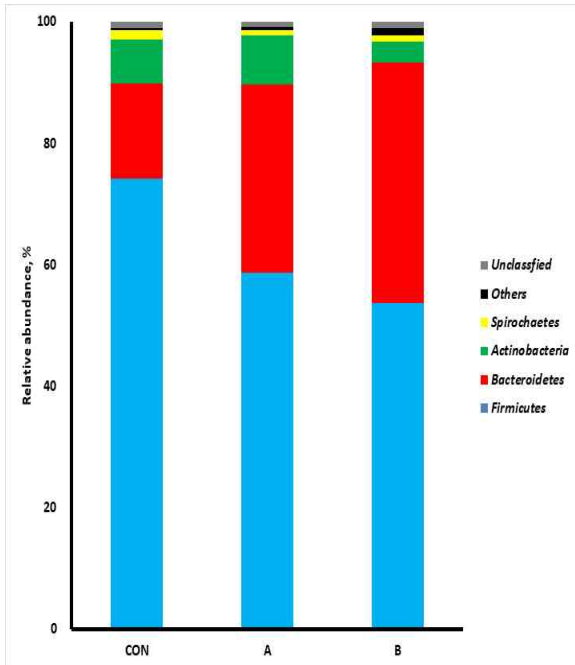
· Se의 첨가가 이유자돈의 설사지수에 미치는 영향을 그림3에 나타내었다. 이유기간의 사료 내 Se 첨가 수준에 따른 설사율의 유의적 차이는 없었다.

표 35. Se 급여수준이 이유자돈의 면역 및 스트레스지표에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Cortisol, ng/mL					
Day 7	55.41	56.32	57.14	2.19	0.8571
Day 14	59.97	57.63	58.33	2.07	0.7182
TNF- α , pg/mL					
Day 7	161.88	187.86	150.61	31.71	0.7015
Day 14	167.57	135.31	181.29	34.91	0.6417
TGF- β 1, pg/mL					
Day 7	555.12	561.66	555.52	19.22	0.9644
Day 14	524.27	586.14	580.41	33.98	0.3868
IL-1 β , pg/mL					
Day 7	393.37	375.37	380.37	15.04	0.6892
Day 14	381.20	385.20	373.70	11.55	0.7777
IL-6, pg/mL					
Day 7	142.26	164.22	163.63	5.54	0.0204
Day 14	162.84	163.24	167.45	5.04	0.7771

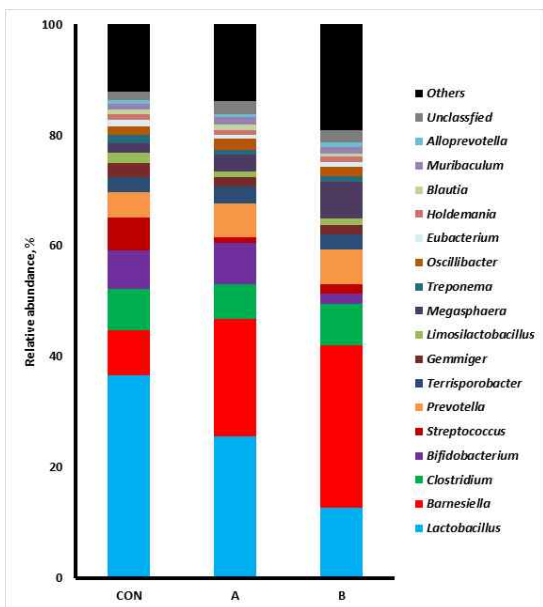
· Se의 첨가가 이유자돈의 이유자돈의 면역 및 스트레스지표에 미치는 영향을 표35에 나타내었다. 7일차 IL-6 수치는 대조구와 실험구를 비교하였을 때, Se를 첨가한 실험구에서 유의적으로 높은 모습을 보였다($P < 0.05$). 하지만, 나머지 항목에 대해서는 통계적 차이가 나타나지 않았다. 또한, 14일차 면역 및 스트레스지표는 실험구와 처리구간 유의적 차이가 나타나지 않았다.

그림 4. Se 급여 수준이 이유자돈 장내 미생물의 문 수준 분류학적 풍부도에 미치는 영향



· Se의 첨가가 이유자돈의 장내미생물의 분류학적 풍부도에 미치는 영향을 그림4에 나타내었다. 이유자돈의 장내미생물은 *Firmicutes*문이 가장 많았고 *Bacteroidetes*문이 뒤를 이었다. 사료 내 Se의 첨가량이 늘어날수록 *Bacteroidetes*문의 수가 많아짐을 볼 수 있었다($P < 0.05$).

그림 5. Se 급여 수준이 이유자돈 장내 미생물의 속 수준의 분류학적 풍부도에 미치는 영향



· Se의 첨가가 이유자돈의 장내미생물의 분류학적 풍부도에 미치는 영향을 그림5에 나타내었다. 이유자돈의 장내미생물은 CON과 B처리구를 비교하였을 때, *Lactobacillus*속은 CON에

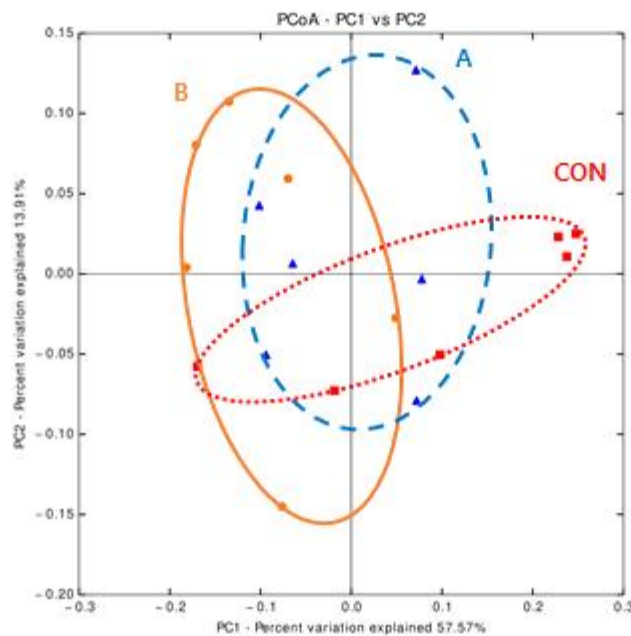
서 가장 많았고($P < 0.05$) Se 첨가량이 많아질수록 *Barnesiella*속이 점진적으로 늘어났다 ($0.05 \leq P < 0.10$).

표 36. Se 급여 수준이 이유자돈의 장내미생물 알파 다양성에 미치는 영향

Item	Treatments			P-value
	CON	A	B	
Number of sequence reads	13360±4568	11754±2473	11716±1733	0.6001
OTUs	285.00±50.99	289.17±59.66	302.83±33.14	0.8083
Chao1	333.83±51.99	351.66±69.78	347.80±38.89	0.8417
Shannon	4.05±1.35	4.30±1.12	4.55±0.91	0.7573
Inverse Simpson	0.79±0.15	0.84±0.10	0.85±0.09	0.6244

· Se의 첨가가 이유자돈의 장내미생물의 알파 다양성에 미치는 영향을 표36에 나타내었다. 이유자돈 미생물의 알파 다양성에는 처리구별 차이가 나타나지 않았다.

그림6. Se 급여 수준이 이유자돈의 장내미생물 베타 다양성에 미치는 영향



· Se의 첨가가 이유자돈의 장내미생물의 베타 다양성에 미치는 영향을 그림6에 나타내었다. 이유자돈 장내미생물의 구분에서 처리구별 미생물의 분포가 시각적으로 겹치는 모습을 보였다.

실험 2. 육성비육돈 사료에 적합한 Se 첨가 형태 및 수준 규명

1) 연구목표

유기태 및 무기태 Se를 첨가한 양돈용 고품질사료를 생산하기 위해서는 유기태 및 무기태 Se를 첨가한 사료의 급여형태에 따른 이용성을 규명할 필요가 있음. 따라서 유기태 및 무기태 Se 첨가사료의 급여형태 및 수준에 따른 이용성을 규명하여 육성비육돈에 미치는 영향을 규명

2) 연구방법

a) 실험동물

- 동 일령의 육성돈 156두를 공시하여 사양실험을 위해 3처리 13반복에 각 4두씩, randomized complete block (RCB) design으로 배치

b) 실험설계 : 1차년도 연구결과를 바탕으로 Se 첨가수준 결정

- 처리 1 - 옥수수-대두박 위주의 기초사료
- 처리 2 - 유기태 Se 0.15ppm + 무기태 Se 0.15ppm
- 처리 3 - 유기태 Se 0.25ppm + 무기태 Se 0.25ppm

c) 분석항목

- 일당증체량(ADG), 일당사료섭취량(ADFI), 사료효율(G:F) 측정
- 경정맥에서 혈액을 채취, BUN(혈중요소태질소) 및 insulin like growth factor-1 (IGF-1) 측정

d) 데이터 수집 및 샘플채취

- 실험사료 채취 및 Se분석
- 출하돈 도축 후 도체특성 데이터 수집
- 출하돈의 혈액 및 도축 후 등심, 간, 신장 채취 Se분석

표 37. 실험에 사용된 사료의 Se 농도

Item	Treatments ¹⁾			SEM	P-value
	CON	A	B		
Growing					
Se, ppm	0.0950	0.2517	0.3530	0.0066	<0.001
Finishing					
Se, ppm	0.1003	0.2403	0.3427	0.0115	<0.001

¹⁾CON = corn-soybean meal based diet; A = CON + inorganic Se 0.15 ppm + organic Se 0.15 ppm; B = CON + inorganic Se 0.25 ppm + organic Se 0.25 ppm

· 실험사료의 Se농도를 표37에 나타내었다. 실험에 사용된 Se의 농도는 처리구간 비교했을 때, 유의적으로 차이나는 것을 확인할 수 있었다.

표 38. Se 급여수준이 육성 - 비육돈의 성장에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Growing					
Initial BW, kg	18.77	18.31	18.27	0.897	0.9079
Final BW, kg	43.89	44.02	44.20	1.521	0.9892
ADG, kg/d	0.598	0.612	0.617	0.021	0.7988
ADFI, kg/d	1.381	1.460	1.379	0.069	0.6462
G:F ratio, kg/kg	0.437	0.431	0.460	0.020	0.5622
Finishing					
Initial BW, kg	43.89	44.02	44.20	1.521	0.9892
Final BW, kg	77.29	76.16	80.10	1.760	0.2857
ADG, kg/d	0.795	0.765	0.854	0.025	0.0547
ADFI, kg/d	2.743	2.694	2.778	0.076	0.7389
G:F ratio, kg/kg	0.292	0.286	0.308	0.009	0.2416

· Se의 첨가가 육성·비육돈의 성장성적에 미치는 영향을 표38에 나타내었다. 육성·비육기간의 사료 내 Se 첨가 수준에 따른 육성·비육돈의 일당 증체량, 일당 섭취량, 사료 효율에서 대부분 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 비육시기에서 높은 농도의 Se의 급여가 일당 증체량이 높아지는 경향($0.05 \leq P < 0.1$)을 보였다.

표 39. Se 급여수준이 육성-비육돈의 혈액 내 BUN농도에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Growing					
BUN, mg/dL	3.583	3.210	4.512	0.5375	0.2401
Finishing					
BUN, mg/dL	5.358	6.325	7.291	0.9899	0.4075

· Se의 첨가가 육성-비육돈의 BUN수치에 미치는 영향을 표39에 나타내었다. 육성-비육돈의 BUN수치에서 처리구별 차이는 통계적으로 나타나지 않았다.

표 40. Se 급여수준이 육성 - 비육돈의 혈액 내 IGF-1 농도에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
IGF-1, ng/mL					
Day 84	93.906	155.900	57.709	44.584	0.3173
Day 126	33.672	72.263	78.742	24.867	0.4051

· Se의 첨가가 육성-비육돈의 혈액 내 IGF-1농도에 미치는 영향을 표40에 나타내었다. 육성-비육돈의 혈액 내 IGF-1농도에 대해서 처리구별로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표41. Se 급여수준이 육성 - 비육돈의 혈액 내 Se 농도에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Serum, ppm					
Day 84	0.1715	0.1727	0.1810	0.007	0.6089
Day 126	0.1183	0.1335	0.1378	0.003	0.0025

· Se의 첨가가 육성-비육돈의 혈액 내 셀레늄농도에 미치는 영향을 표41에 나타내었다. 육성-비육돈의 혈액 내 셀레늄농도에 대해서 84일차에는 처리구별 차이는 통계적으로 나타나지 않았지만, 126일차에 실험구와 대조구를 비교하였을 때 Se를 급여한 실험구에서 유의적으로 높았다($P < 0.05$).

표42. Se 급여수준이 비육돈의 조직 내 Se 농도에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Loin, ppm	0.0968	0.1233	0.1422	0.004	<0.001
Liver, ppm	0.2190	0.4225	0.5397	0.008	<0.001
Kidney, ppm	1.3958	1.9498	2.3537	0.035	<0.001

· Se의 첨가가 비육돈의 조직 내 셀레늄농도에 미치는 영향을 표42에 나타내었다. 비육돈의 조직 내 셀레늄농도 수치는 모든 조직에 대해 셀레늄 급여량이 많아질수록 통계적으로 유의하게 높은($P < 0.05$) 모습을 확인할 수 있었다.

표 43. Se 급여수준이 돼지의 도체특성에 미치는 영향

Item	Treatments	SEM	P-value
------	------------	-----	---------

	CON	A	B		
Hot live carcass, kg	115.85	110.30	110.67	2.399	0.2413
Carcass weight, kg	89.50	85.25	85.50	1.847	0.2420
Dressing percentage, %	77.26	77.29	77.25	0.03	0.6252
Backfat thickness, mm	22.75	19.75	21.25	1.60	0.4484

· Se의 첨가가 도체특성에 미치는 영향을 표43에 나타내었다. 도체특성은 Se 첨가 수준에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

표44. Se 급여수준이 식육의 품질에 미치는 영향

Item	Treatments			SEM	P-value
	CON	A	B		
Hunter value					
L*	55.43	52.50	55.25	1.06	0.1458
a*	5.95	6.51	5.38	0.22	0.0184
b*	15.41	14.91	15.07	0.34	0.5997
pH	5.72	5.74	5.83	0.07	0.4964
Cooking loss, %	33.44	35.01	33.61	0.70	0.2738
WHC, %	58.54	64.06	64.62	1.98	0.1091

· Se의 첨가가 도체의 육질에 미치는 영향을 표44에 나타내었다. 육질의 a-value는 0.3 ppm의 셀레늄을 첨가했을 때 유의적으로 가장 높았고($P < 0.05$), 0.5 ppm을 급여하였을 때 유의적으로 낮은 모습을 나타냈지만, 다른 항목에 있어서는 처리구에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

연차	책임자 (소속기관)	평가의 착안점 및 기준	가중치	개발내용	달성도
1차년도 (2020)	서울대학교	1) Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)	20%	1) Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)	100%
		2) 사료내 유기태 무기태 Se 첨가가 Se 소화율에 미치는 영향	20%	2) 사료내 유기태 무기태 Se 첨가가 Se소화율에 미 치는 영향	100%
		3) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 임신 모돈에 미치는 영향	30%	3) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 임신모돈에 미 치는 영향	100%
		4) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 포유 모돈에 미치는 영향	30%	4) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 포유모돈에 미 치는 영향	100%
	충남대학교	1) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 육성-비육돈에 미치는 영향	100%	1) 유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 육성-비육돈에 미치는 영향	100%
2차년도 (2021)	서울대학교	1) 임신모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준을 규명	30%	1) 임신모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준을 규명	100%
		2) 포유모돈 사료에 적합한 Se 첨가 형 태 및 수준 규명	30%	2) 포유모돈 사료에 적합한 Se 첨가 형태 및 수 준 규명	100%
		3) Se 첨가 사료 및 돈육 내 Se 물질 분 석	10%	3) Se 첨가 사료 및 돈육 내 Se 물질 분석	100%
		4) 육성,비육돈을 이용한 Se 강화 기 능성 돈육생산	30%	4) 육성,비육돈을 이용한 Se 강화 기능성 돈육 생산	100%
	충남대학교	1) 이유자돈사료에 적합한 Se 형태 및 수 준 및 장건강을 위한 장내미생물 분석	50%	1) 이유자돈사료에 적합한 Se 형태 및 수준 및 장 건강을 위한 장내미생물 분석	100%
		2) 육성비육돈 사료에 적합한 셀레늄 첨 가 형태 및 수준 규명	50%	2) 육성비육돈 사료에 적합한 셀레늄 첨가 형태 및 수준 규명	100%

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

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2020-2021)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	논문 (SCI)	목표(단계별)	3	3	-
		실적(누적)	3	3	-
	학술발표	목표(단계별)	3	3	5
		실적(누적)	5	5	5
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	인력양성	목표(단계별)	4	4	5
		실적(누적)	4	4	5
	매출액	목표(단계별)	10,000	10,000	10
		실적(누적)	0	0	10
	기술인증	목표(단계별)	1	1	10
		실적(누적)	0	0	10
	정책활용	목표(단계별)	2	2	-
		실적(누적)	0	0	-
	기술이전	목표(단계별)	1	1	50
		실적(누적)	0	0	50
	제품화	목표(단계별)	1	1	20
		실적(누적)	0	0	20
계		목표(단계별)	15 / 10,000	15 / 10,000	100
		실적(누적)	12 / 0	12 / 0	100

* 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, 신물질 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).

* 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	Dietary Glutamic Acid Modulates Immune Responses and Gut Health of Weaned Pigs responses of weaned pigs	Animals	경현진, 이정재, 조진호, 최재환, 강주원, 이한배, 김영훈, 김현범, 송민호	11(2)	스위스	MDPI	SCI	2021.02.15.	2076-2615	100
2	Effects of Dietary Inactivated Probiotics on Growth Performance and Immune Responses of Weaned Pigs	Journal of Animal Science and Technology	강주원, 이정재, 조진호, 최재환, 경현진, 김성훈, 김현범, 송민호	63(3)	대한민국	Korean Society of Animal Science and Technology	SCI	2021.05.31.	2055-0391	100
3	Dietary spray-dried plasma supplementation in late-gestation and lactation enhanced productive performance and immune responses of lactating sows and their litters	Journal of Animal Science and Technology	김광욱, 김병현, 경현진, 송민호	63(5)	대한민국	Korean Society of Animal Science and Technology	SCI	2021.05.31.	2055-0391	100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국축산학회	경현진	20. 08. 29	대한민국	대한민국
2	한국축산학회	경현진	20. 08. 29	대한민국	대한민국
3	한국축산학회	박경일	21. 07. 08	충북대학교	대한민국
4	한국축산학회	박경일	21. 07. 08	충북대학교	대한민국
5	한국축산학회	김홍준	21. 07. 08	충북대학교	대한민국

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, 신제품, 프로그램)

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

○ 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

○ 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.

○ 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)		

* 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)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)			
	소요예산(천원)			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		단위(%)	현재까지	3년 후
	시장 점유율	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
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		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							
기대 목표							

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

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	구분 (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
1		2021	1	3			3	1	4				

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)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

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

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)
(22쪽 중 12쪽)]

2) 목표 달성 수준

연차	세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	달성 내용
1차년도 (2020)	Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)	10	100%	Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)
	사료 내 유기태 무기태 Se 첨가가 Se소화율에 미치는 영향	10	100%	유기태 및 무기태 셀레늄의 육성비육돈 영양소 소화율 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 임신모돈에 미치는 영향	30	100%	임신돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 포유모돈에 미치는 영향	30	100%	포유돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 육성-비육돈에 미치는 영향	20	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
2차년도 (2021)	임신모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준을 규명	20	100%	임신돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
	포유모돈 사료에 적합한 Se 첨가 형태 및 수준 규명	20	100%	포유돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
	Se 첨가 사료 및 돈육 내 Se 물질 분석	10	100%	추가적으로 사료 내 셀레늄을 급여하였을 때 조직 및 돈육 내 셀레늄 농도 차이 규명
	육성,비육돈을 이용한 Se 강화 기능성 돈육생산	20	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 셀레늄 혼합수준 규명 및 조직 및 돈육 특성 제시
	이유자돈사료에 적합한 Se 형태 및 수준 및 장건강을 위한 장내미생물 분석	20	100%	이유자돈의 성장성적 및 건강상태를 개선할 수 있는 적합한 셀레늄 형태 및 수준 제시
	육성비육돈 사료에 적합한 셀레늄 첨가 형태 및 수준 규명	10	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
합계		100점	100%	- 사육단계별 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 배합비 개발 및 조직 내 셀레늄 농도 차이 규명 - 기능성 축산물 생산을 위한 최적의 유기태 및 무기태 혼합 수준 규명

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

본 연구팀은 연구기간 동안 성실하게 연구과제를 수행하였음.

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

본 연구의 결과를 기반으로 SCI 논문 목표치 대비 100% 달성, 학술발표 목표치 대비 167% 달성 등의 우수한 성과를 달성하였으며, 현재 추가로 SCI 논문 게재 절차 진행 중임.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

본 실험의 연구결과를 기반으로 향후 국내 사료/사료첨가제 내 적정 유기태 및 무기태 셀레늄을 첨가하면 기능성 축산물 생산을 통해 사람의 건강상태 개선을 기대할 수 있음. 또한, 과다하게 첨가하여 배출되는 셀레늄 양을 감소하여 토양 오염 등 환경에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함. 또한, 사육단계별 (자돈, 육성비육돈, 임신돈, 포유돈) 적정 유기태 및 무기태 수준과 혼합수준에 맞게 사료/사료첨가제를 생산한다면 양돈 농가 생산성 증대, 셀레늄 배출량 감소 등에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함. 구제역, 아프리카돼지열병 등과 같은 가축전염병으로 인해 감소된 축산물 소비도 기능성 축산물 생산으로 인해 소비 증대효과를 일으킬 수 있을 것임. 더 나아가면, 이를 통해 국내 양돈농가들의 경쟁력을 강화하고 관련업체 (사료, 식육, 유통)들의 동반성장 시너지 효과를 유발하여 우리나라의 양돈산업이 성장하고 국가 경쟁력을 갖추 수 있음.

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
논문	SCIE	3
	비SCIE	
	계	3
학술발표	국내	3
	국외	
	계	3
기술실시(이전)	건수	2
	기술료	
	계	2
인력양성	학사	
	석사	2
	박사	
	계	2
사업화	제품화	
	매출액	20
정책활용		2

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 농림식품기술기획평가원 (IPET)	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
	3) 연구성과 실적 증빙자료 (논문)

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		120051-2	
사업구분	유용농생명자원산업화기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	유용농생명자원산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	셀레늄 첨가에 의한 고품질 사료 개발 및 기능성 축산물 생산			과제유형	(기초,응용,개발)
연구개발기관	서울대학교 산학협력단			연구책임자	김 유 용
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	20.04.01-20.12.31	226,000		226,000
	2차년도	21.01.01-21.12.31	302,000		302,000
	계	20.04.01-21.12.31	528,000		528,000
참여기업					
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2022 년 2 월 24 일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
서울대학교	교수	김유용

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.

확약	
----	--

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

우수

본 연구를 통하여 이유자돈, 육성비육돈, 임신돈 및 포유돈 사료 내 유기태와 무기태 셀레늄 첨가 수준이 이유자돈 및 육성비육돈 성장성적, 임신돈 번식성적 및 포유성적, 포유돈 포유성적 등에 미치는 영향을 규명하였으며 이를 통해 양돈 사료 내 적정 유기태 및 무기태 셀레늄 수준을 새로이 제시하였음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

우수

본 연구결과, 사람에게도 긍정적인 영향을 미치는 셀레늄을 양돈 사료에 추가적으로 급여하였을 때 돼지 조직 내에 셀레늄이 축적되어 사람에게도 셀레늄이 전달되는 것으로 사료됨. 현재 도출된 결과를 기반으로 향후 양돈 사료 내 적정 유기태 및 무기태 셀레늄을 첨가한다면 기능성 축산물의 생산을 기대할 수 있음. 또한, 적정량을 첨가하여 배출되는 셀레늄의 양을 감소하여 토양 오염 등 환경에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함. FTA, 사료원료 가격 상승, 아프리카돼지열병 발생 등에 따라 향후 사료비 상승 및 축산물 소비 감소가 예상되는 와중 본 연구 내 유기태 및 무기태 셀레늄 적정 수준을 첨가하여 기능성 축산물 생산을 통한 축산물 소비 증대 효과를 일으킬 수 있을 것임. 더 나아가면, 이를 통해 국내 양돈농가들의 경쟁력을 강화하고 관련업계(사료, 식육 유통)들의 동반성장 시너지 효과를 유발하여 우리나라의 양돈산업이 성장하고 국가 경쟁력을 갖출 수 있음.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

우수

적정 유기태 및 무기태 셀레늄이 포함된 사료배합비 기술 이전 및 시중 배합사료에 적용, 셀레늄을 이용한 사료첨가제 개발 및 기술이전/시판, 개발된 연구결과들에 대해 양돈농가를 대상으로 한 강연 및 지도 실시 등의 활용이 가능함.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

우수

본 연구팀은 연구기간 동안 성실하게 연구과제를 수행하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

우수

본 연구의 결과를 기반으로 SCI 논문 목표치 대비 100% 달성, 학술발표 목표치 대비 167% 달성 등의 우수한 성과를 달성하였으며, 현재 추가로 SCI 논문 게재 절차 진행 중임.

II. 연구목표 달성도

연차	세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체 평가
1차년도 (2020)	Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)	10	100%	Se 분석기술 및 분석장치 확립 (selemomethionine 분석도 준비)
	사료 내 유기태 무기태 Se 첨가가 Se소화율에 미치는 영향	10	100%	유기태 및 무기태 셀레늄의 육성비육돈 영양소 소화율 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 임신모돈에 미치는 영향	30	100%	임신돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 포유모돈에 미치는 영향	30	100%	포유돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
	유기태 및 무기태 Se 첨가사료가 육성-비육돈에 미치는 영향	20	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 수준 규명
2차년도 (2021)	임신모돈 사료에 적합한 Se 첨가형태 및 수준을 규명	20	100%	임신돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
	포유모돈 사료에 적합한 Se 첨가 형태 및 수준 규명	20	100%	포유돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
	Se 첨가 사료 및 돈육 내 Se 물질 분석	10	100%	추가적으로 사료 내 셀레늄을 급여하였을 때 조직 및 돈육 내 셀레늄 농도 차이 규명
	육성,비육돈을 이용한 Se 강화 기능성 돈육생산	20	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 셀레늄 혼합수준 규명 및 조직 및 돈육 특성 제시
	이유자돈사료에 적합한 Se 형태 및 수준 및 장건강을 위한 장내미생물 분석	20	100%	이유자돈의 성장성적 및 건강상태를 개선할 수 있는 적합한 셀레늄 형태 및 수준 제시
	육성비육돈 사료에 적합한 셀레늄 첨가 형태 및 수준 규명	10	100%	육성비육돈 사료 내 적절한 유기태와 무기태 셀레늄 혼합수준 규명
합계		100점	100%	- 사육단계별 적절한 유기태 및 무기태 셀레늄 배합비 개발 및 조직 내 셀레늄 농도 차이 규명 - 기능성 축산물 생산을 위한 최적의 유기태 및 무기태 혼합 수준 규명

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

전반적인 연구들이 잘 수행되었으며 국내 실정에 적합한 양돈사료 내 유기태 및 무기태 셀레늄 첨가 수준과 관련한 결과가 고무적인. 연구성과 또한 SCI 논문 목표치 달성 및 학술발표 초과달성하는 우수한 성과를 도출함.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 사육단계별 유기태 셀레늄과 무기태 셀레늄의 첨가 효과 및 차이에 대한 연구가 진행되었는지에 대한 평가
- 사육단계별 유기태 셀레늄과 무기태 셀레늄의 적정 혼합수준 및 첨가효과 관련 연구가 진행되었는가에 대한 평가

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 실험의 연구결과를 기반으로 향후 국내 사료/사료첨가제 내 적정 유기태 및 무기태 셀레늄을 첨가하면 기능성 축산물 생산을 통해 사람의 건강상태 개선을 기대할 수 있음. 또한, 과다하게 첨가하여 배출되는 셀레늄 양을 감소하여 토양 오염 등 환경에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함. 또한, 사육단계별 (자돈, 육성비육돈, 임신돈, 포유돈) 적정 유기태 및 무기태 수준과 혼합수준에 맞게 사료/사료첨가제를 생산한다면 양돈 농가 생산성 증대, 셀레늄 배출량 감소 등에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함. 구제역, 아프리카돼지열병 등과 같은 가축전염병으로 인해 감소된 축산물 소비도 기능성 축산물 생산으로 인해 소비 증대효과를 일으킬 수 있을 것임. 더 나아가면, 이를 통해 국내 양돈농가들의 경쟁력을 강화하고 관련업계 (사료, 식육, 유통)들의 동반성장 시너지 효과를 유발하여 우리나라의 양돈산업이 성장하고 국가 경쟁력을 갖출 수 있음.

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당 없음

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논 문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											S C I		비 S C I	논 문 평 관 I F					
단위	건	건	건	평 년 건 수	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건		
가중치					50		20	10			10								
최종 목표					1		1	10			1	3		3		4	2	2	
당해 년도	목표				1		1	10				3		3		4	2	2	
	실적				0		0	0				3		5		5	0	0	
달성률 (%)					0		0	0				100		167		125	0	0	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	
②	
③	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술										
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 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)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구활용등)		
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논 문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시	
											SCI		비 SCI	논 문 평 관 I F							
단위	건	건	건	평년건수	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	SCI	건	비SCI	건	건	명	건	건	
가중치					50		20	10			10										
최종목표					2								3			3		2	2		1
연구기간내 달성실적													3			5		4			
연구종료후 성과창출 계획					3		1	30			1		3			3		2	2		1

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 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)