213010-05-5-CG100

국산종축 산업화 소재 육종전략수립 및 지원

2022

농림식품기술기획평가원
농촌진흥청
농림축산식품부

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

Golden Seed 프로젝트사업 2단계 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-003983-01

국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원

2022. 3. 25

프로젝트연구기관 / 국립축산과학원
세부프로젝트연구기관 / 국립축산과학원
세부프로젝트연구기관 / 정P&C연구소

농림축산식품부 · 농촌진흥청
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부장관 · 농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 사업”(기간 : 2017.01.01. ~ 2021.12.31.) “**국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원**” 프로젝트의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25.

프로젝트연구기관명: 국립축산과학원 종축사업단 강 희 설 (인)

세부프로젝트연구기관명: 정P&C연구소 정 영 철 (인)

1세부프로젝트연구책임자: 국립축산과원 강희설
참여기관책임자: (주)소래축산 김연수
2세부프로젝트연구책임자: 정P&C연구소 정영철

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>213010-05-5-CG100</td><td>해당단계 연구기간</td><td>2017～2021</td><td>단계구분</td><td>(2단계)/ (총 2단계)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>단위사업</td><td colspan="4">Golden Seed 프로젝트사업</td></tr>
<tr><td>사 업 명</td><td colspan="4">GSP종축사업단</td></tr>
<tr><td rowspan="3">프로젝트명</td><td>프로젝트명</td><td colspan="4">국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원(GSP종축사업단)
Establishment and support of breeding strategy for the industrial material of domestic breeding stock(GSP Breeder Business Group)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">세부프로젝트명</td><td colspan="4">토종닭 신규 유전자원 유전능력 평가 및 육종지원(GSP종축사업단)</td></tr>
<tr><td colspan="4">제주흑돈 유전적 특성 구명 및 육종지원(정피엔씨연구소)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">프로젝트책임자</td><td rowspan="2">강희설</td><td>해당단계 참여연구원 수</td><td>총: 113 명
내부: 77 명
외부: 36 명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부: 860,000천원
민간: 254,000천원
계: 1,114,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총: 176 명
내부: 112 명
외부: 64 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:1,570,000천원
민간:314,000천원
계:1,884,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속부서명</td><td colspan="3">국립축산과학원
GSP종축사업단</td><td colspan="2">참여기업명
㈜정피엔씨연구소</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
</table>

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁번호								4			

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요 약

민간기업 소래축산 보유 토종닭 유전적 특성 분석 및 계통별 체중, 산란성적 등 경제형질 관련 자료를 수집하고 분석하여 기술지원을 실시하였다.

5~52주령까지 체중변화에 있어서 암수 같이 B계통이 가장 성장속도가 빠르고 A, C, D 순인데, 이는 기초 계군 중 A는 암수 범용계통, B는 수탉계통, C와 D는 암탉계통의 특성을 잘 나타내고 있다.

'17~'20년 입식계군의 헨데이 산란수를 비교해 보면 암탉 계군인 C계군이 가장 많았으며 D, B. A 순이었다.

암컷의 경우 5년('17~'21) 평균 선발율을 보면 암탉계통인 C, D계통이 각각 64.2%, 61.8% 수준임, 수탉계통인 B계통은 47.7%로써 가장 낮았으며, 암수 범용형인 A는 56.5% 수준이었다.

종계(PS)의 교배조합별 주령별 사료섭취량, 체중, 산란율 등의 생산성을 지속적으로 조사하여 표준 생산곡선을 작성하고 비교 지표로 활용하고 있음.

실용계의 일당증체량, 육성율을 비교해 보면 년도간 큰 차이는 나타나지 않았다. 전기간 사료요구율에 있어서도 2019년 2.733인데 비해 2020년도에는 2.698로써 2021년도에는 2.73으로 큰 차이는 없었다.

제주흑돼지의 유전적 특성을 구명하고 유전능력개량시스템을 개발하는 것을 목적으로 수행하였음. 분석이 활용한 번식자료는 8,555복이었으며, 검정자료는 5년간 3,895두를 이용하였음. 산육형질에서 등지방두께의 유전력은 0.634, 일당증체량의 유전력은 0.271, 90kg 도달일령의 유전력은 0.300이었음. 번식형질로는 총산자수의 유전력이 0.072로 나타났다.

제주흑돈 519두로부터 Illumina Porcine80K를 이용하여 유전체 자료를 생산하였으며, 베이지안 모델을 이용하여 유전체 육종가를 추정하였으며 산육 및 번식형질에 대한 GWAS를 분석하였음. 종돈장에서 후보돈의 선발에 활용할 수 있도록 JBS solution breeding program으로 주간단위 육종가와 선발지수를 생성하였다.

면수

136면

<요약문>

<table>
<tr><td>연구의
목적 및 내용</td><td>○ 토종닭 인정 신규 유전자원 육종체계 확립
-「4원교배 국산종계」 개발에 필요한 육종소재 부족문제 해결
- 기술지원을 통하여 육종체계 구축과 기업 역량강화 도모
○ 제주흑돈의 산육형질의 개량
- 110~115kg도달일령 현재 200~210일→190일로 단축
- 평균 도체중 74kg→80~85kg, 평균 등지방두께 20mm이상→15mm이하
○ 복당 평균총산자수 9두→10~11두, 복당 이유두수 9두→10두
○ 제주재래돈 육질관련 특이 유전자 2% 고정, 흑모유전자 100% 고정
○ 제주흑돈의 경제형질에 대한 검정형질 표준화 및 데이터베이스 구축
○ 제주 흑돈 유전자원 활용을 활용한 흑돈 개량시스템 구축</td></tr>
<tr><td>연구개발성과</td><td>○ 정량성과
<table><tr><th rowspan="2">구분</th><th>논문
비SCI</th><th>FAO
등재</th><th colspan="2">품종 및
브랜드</th><th>농가기술
지도
현장기술
지원</th><th>DB구축
및 활용</th><th>자료
발간</th><th>홍보
성과</th><th>국내보급
(만마리)</th><th>기술
이전</th></tr><tr><th>출원</th><th>등록</th></tr><tr><td>목표</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>40</td><td></td><td>10</td><td>10</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>실적</td><td>2</td><td>5</td><td>1</td><td></td><td>74</td><td>5</td><td>7</td><td>89</td><td>30</td><td>1</td></tr><tr><td>달성율(%)</td><td>40</td><td>166.7</td><td>100</td><td></td><td>185</td><td></td><td>70</td><td>890</td><td>600</td><td>순증</td></tr></table>
○ 정성성과
- 소래축산의 육종관련 자료수집 및 육종체계 구축으로 기업 역량 강화
- 길갈축산을 중심으로 육종 피라미드 구축
- 2013년부터 혈통, 검정 및 번식 자료에 대한 데이터베이스 구축
- GGP 돈군의 계통 조성 및 계통교배
- 선발지수 개발을 통한 선발 기준의 정립
- 제주 흑돈의 전장유전체 분석
- 제주 흑돈의 도체 분석 실시: 일반 비육돈에 비해 육색, pH 등이 우수함과 다가불포화지방산 함량이 높음.</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의
활용계획
(기대효과)</td><td>○ 국내 토종닭 다양성 확보를 통한 생산 및 소비시장 확대
○ 토종닭 신품종 개발을 위한 계통 확보
○ 토종닭의 체계화된 개량시스템 적용을 통한 개량 기반 구축
○ 제주흑돈 품종의 우수핵군 및 신계통 육성을 통한 정체정 정립
○ 체계화된 개량시스템을 통한 균일한 제주흑돈육 생산의 기반 구축
○ 소비자의 기호에 적합한 제주흑돈육의 대량생산체계 구축
○ 제주 흑돈의 우수브랜드 인증을 위한 방향 제시</td></tr>
<tr><td>국문핵심어
(5개 이내)</td><td>토종닭</td><td>제주흑돈</td><td>유전능력평가</td><td>선발지수</td><td>유전자마커</td></tr>
<tr><td>영문핵심어
(5개 이내)</td><td>korean native chicken</td><td>jeju black pig</td><td>genetic evaluation</td><td>selection index,</td><td>genetic marker</td></tr>
</table>

SUMMARY

Technical support was provided by collecting and analyzing the genetic characteristics of native chickens owned by a private company, Sorae-chuksan, as well as economic characteristics such as body weight and laying eggs performance by line.

In terms of body weight change from 5 to 52 weeks of age, line B, regardless of sex, has the fastest growth rate and is in the order of A, C, and D. Among the basic flocks, A has the characteristic for both cock and hen line, B has the characteristic for cock line, and C and D have the characteristic for hen line.

Comparing the number of hen-day egg production in the farm flocks from 2017 to 2020, the hen line, C flock, was the largest, followed by D, B. A.

In the case of hens, when looking at the average selection rate for 5 years(2017-2021), hen genealogy, C and D were 64.2% and 61.8%, respectively, and rooster genealogy, B, had the lowest at 47.7%, and the general-purpose line for hen and rooster, A was 56.5%.

A standard production curve drew up and used as a comparative indicator by continuously investigating the productivity of feed intake, body weight, and egg laying rate by week of age by crossing combination of breeding stock(PS).

Comparing the daily weight gain and the growth rate in the commercial flock, there was no significant difference between the years. In terms of feed intake over period, compared to 2.733 in 2019, it was 2.698 and 2.730 in 2020 and 2021 respectively, and there were no significant difference.

The purpose of this study was to investigate the genetic characteristics of Jeju black pigs and to develop a genetic ability improvement system. The reproductive data used in the analysis was 8,555 litters, and the test data used 3,895 heads for 5 years. In the live meat trait, the heritability of back fat thickness was 0.634, the heritability of daily weight gain was 0.271, and the heritability at the age of 90 kg was 0.300. As for the reproductive trait, the heritability of the total number of live births was 0.072.

Genome data were produced from 519 Jeju black pigs using Illumina Porcine80K, genome breeding value was estimated using Bayesian model, and GWAS for wild meat and reproductive traits were analyzed. Weekly breeding value and selection index were created with the JBS solution breeding program to be used for selection of candidate pigs in the breeding farm.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction and Goals of the Project ····· 1

Section 1. Necessity and Scope of the Project ····· 1

Section 2. The Purpose of the Project ····· 1

Section 3. Achievements Against the Targets ····· 2

Chapter 2. Current Status of Domestic and Foreign Technology Development 3

Section 1. Current Status of Domestic Technology Development ····· 3

Section 2. Current Status of Foreign Technology Development ····· 4

Chapter 3. Results of the Project ····· 11

Section 1. Genetic ability of the Novel Genetic Resource, Korean (native) chicken, and Support of Breeding 11

Section 2. Characterization of Genetic Traits of Jeju black Pigs and Support for Breeding 42

Chapter 4. Goal Achievement Rate and Contribution on Related Field 105

Section 1. Goals and Goal Achievement Rate by Year ····· 105

Section 2. Contribution on Technology Development in Related Field · 107

Chapter 5. Achievements and Plan for Application ····· 108

Section 1. Achievements ····· 108

Section 2. Plan for Application ····· 115

Chapter 6. Collected Foreign Science and Technology Information During the Project 116

Chapter 7. References ····· 124

목 차

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표 ····· 1

제 1 절 연구개발의 필요성 및 연구범위 ····· 1

제 2 절 연구개발의 목적 ····· 1

제 3 절 연구성과 목표 대비 실적 ····· 2

제 2 장 국내·외 기술개발 현황 ····· 3

제 1 절 국내 기술개발 현황 ····· 3

제 2 절 국외 기술개발 현황 ····· 4

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과 ····· 11

제 1 절 토종닭 신규 유전자원 유전능력 평가 및 육종지원 ····· 11

제 2 절 제주흑돈 유전적 특성 구명 및 육종지원 ····· 42

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야의 기여도 ····· 105

제 1 절 연도별 연구목표 및 달성도 ····· 105

제 2 절 관련 분야의 기술발전 기여도 ····· 107

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 ····· 108

제 1 절 연구개발 성과 ····· 108

제 2 절 연구개발 성과 활용 계획 ····· 115

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 116

제 7 장 참고문헌 ····· 124

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

제 1 절 연구개발의 필요성 및 연구범위

1. 연구개발의 필요성

○ 육용전용종 종계 전수를 다국적 기업에서 수입하고 있는 현실에서 닭 종자의 해외 종속문제 해결, 국산종계 개발로 순수 국산 종자를 이용한 차별화된 가금산물의 생산이 가능 하기 때문에 토종닭은 지속적인 도태와 선발 등의 계통조성으로 표현형을 완전 고정함은 물론 분자유전학적 특이성을 찾아내게 되어 순계로서의 가치를 충분히 지니고 있다. 따라서, 토종닭 산업발전을 도모하고 소비자와 생산자의 신뢰를 얻기 위해서 신규 유전자원 유전능력 평가 및 육종지원이 필요하다.

○ 제주흑돼지에 대해 체계적으로 개량할 수 있는 전문종돈장 부재로 인하여 일반 비육농가에서 출하하는 제주흑돼지 비육돈의 출하체중(출하일령), 등지방두께 등의 균일성이 떨어지고, 또한 출하체중이 다양하다 보니 품질이 다양한 흑돼지를 생산하고 있는 실정임. 무엇보다도 가장 시급한 과제는 제주흑돼지의 대한 품종정립을 통한 개량·사양 및 유통체계 확립이 시급함

2. 연구개발의 범위

○ 계통별 산육 및 산란능력 검정
○ 이모색, 강건성 등 외모를 고려한 도태 실시
○ 개체 및 가계별 능력을 고려한 선발에 의한 배웅표 작성
○ PS 생산 및 실용계 능력검정
○ 선발 및 형질별 측정 결과 해석 시스템 확립
○ 제주흑돈 개량을 위한 기관별 기초돈군 조성
○ 제주흑돈 개량을 위한 GGP 농장의 검정, 선발 및 교배체계 구축
○ 제주흑돈 개량을 위한 유전능력평가 시스템 구축
○ 국립축산과학원 난지축산시험장 육질마커 및 흑모돈 마커 분석
○ 제주흑돈의 육질평가

제 2 절 연구개발의 목적

1. 연구목적

민간기업 보유 신규 유전적의 특성 분석 및 계통별 경제형질 관련 자료를 수집하고 분석하여 육종체계를 구축할 수 있도록 기술지원을 통한 기업 역량 강화

2. 연구개발 최종목표

○ 민간기업 보유 신규토종닭의 유전적 특성 분석
○ 국내외 수집 가금유전자원 유전적 특성분석 및 집단 조성
○ 제주재래돈 육질관련 특이 유전자 2% 고정, 흑모유전자 100% 고정
○ 제주흑돈의 경제형질에 대한 검정형질 표준화 및 데이터베이스 구축
○ 제주 흑돈 유전자원 활용을 활용한 흑돈 개량시스템 구축
- 산육형질 개량: 110~115kg도달일령 현재 200~210일→190일로 단축 및 평균 도체중 71kg→80~85kg, 평균 등지방두께 20mm이상→20mm유지
- 번식형질의 개량: 복당 평균총산자수 9두→10~11두, 복당 이유두수 9두→10두
○ 제주 흑돈 보유기관의 특성을 고려한 교배시스템 구축

제 3 절 연구성과 목표 대비 실적

(단위 : 건 수)

구분		품종개발		논문 비SCI	농가기술지도 현장기술지원	FAO 등재	국내 매출액 (백만원)	국내보급 (만마리)	DB구축 및 활용	기술이전	마케팅 전략수립 보고서	자료발간	고용창출
		출원	등록										
최종목표		1	1	5	40	3		5			10	10	
최종실적		1		2	74	5	1,093	30	5	1	89	7	4
달성률(%)		100		40	185	166.7	순증	600	순증	순증	890	70	순증
1차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				8			3.38	1		33	2	
	달성률				100			338	순증		1,650	100	
2차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				12	4	265.4	4.33	1		31	1	2
	달성률				150	순증	순증	433	순증		1,550	50	순증
3차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				24		324.6	7.42	1	1	5	2	1
	달성률				300		순증	742	순증	순증	250	100	순증
4차 년도	목표	1		1	8	1		1			2	2	
	실적	1		1	24	1	130.6	6.53	2		6	2	
	달성률	100		100	300	100	순증	653	순증		300	100	
5차 년도	목표		1	1	8	2		1			2	2	
	실적			1	6		372.1	8.49			14		1
	달성률			100	75		순증	849			700		순증

* 유전자원등록은 FAO 등재 건 수 임

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내 기술개발 현황

국내 종계 사육수수는 GPS 기준으로 약 15만수로 추정되고 있으며, 전체 시장 규모는 약 75억원 규모이며, 종계 종자규모까지 합산할 경우 3,741억원 수준의 시장규모로 15만수의 원종계가 627만 7천수의 종계를 생산하여 종계 1수 당 시장 파급효과는 매우 크다. 국내 종계 사육수수는 지속적으로 증가하고 있는 추세이며 국내 닭 사육수수 및 시장 공급량은 종계 수입의 조절을 통해 이루어지고 있는데, 종계 수입량 조절을 통하여 국내 생산량을 조절하고 있음에도 불구하고, 종계의 병아리 생산성 변이가 커 물량조절이 쉽지 않은 상황이다.

국립축산과학원에서는 토종 종자 5품종 12계통, ㈜한협에서는 13계통을 보유하고 있으며, 이외에 재래종을 사육하는 농가들이 있으나 그 규모는 매우 제한적이다. ㈜한협은 한국전쟁 이후 외국원조기관인 ECA에서 White Leghorn, New Hampshire, Rhode Island Red 등의 종란 20만개가 도입되며 Canada에서 Shaver, 건국대학교에서 White Rock, 미네소타 대학에서 K,E 원종, 호주에서 Australia 원종계 2종, Peterson 농장에서 Cornish의 원종계인 Perdue종과 Cobb, Ross종을 도입하여 한협은 천호부화장과 함께 설립되었다. 1956년 가금개량증식과 기술향상을 위한 가금시험기관으로 대전지원이 설치되었고 민간업체로 (주)한협축산의 전신인 동신종축장이 가금육종을 시작하였으며, 1960년 이후 외국으로부터 종계가 수입되기 시작하였고, 수입종계는 암수 2원 교잡종으로 실용계는 4원 교잡이나 3원 교잡으로 생산성 있는 병아리를 생산하여, '70년대 국내 품종을 보호하고자 하는 정책이 폐지됨에 따라 외국의 글로벌 기업에서 개량된 도입종이 들어오게 되고 국산품종의 선호도는 낮아지게 되었다.

결국 국내에는 ㈜한협만이 국산 종계 회사로 그 명맥을 유지하고 있으며, 1962년을 시작으로 1970년대에 9종의 품종을 개량하였으며, 현재는 11개 품종을 확보하고 있으며, 토종닭은 1980년대가 되기까지 거의 잊혀진 상태로 지내왔으며, 근래에 오면서 양보다는 질을 찾는 성향이 높아지면서 토종닭에 대한 선호도가 증가되어 고유가축의 유지보존에 대한 의미가 강조되면서 토종닭 품종의 순수성 확립과 토종닭을 이용한 실용화 및 산업화를 위한 연구가 추진되어 국내에 토착화된 품종으로는 로드아일랜드레드종, 육용형으로 코니쉬종, 플리머스록종 등의 종자가 있으며 토착토종닭의 형태로 산업화되었다.

제주흑돼지의 대표 생산자단체인 (사)제주흑돼지 생산자회 13개 농장의 흑돼지 상시 모돈수 합계는 3,530두로 평균 275,5두로 어느정도 규모가가 이루어졌고 평균성적을 살펴보면, 평균 주간분만복수는 15.54복, 평균 모돈회전율 2.28회전, 평균 발정지귀일령은 5.35일, 평균 초종부일령 223.08일, 평균 모돈교체율 34.42%, 평균분만율은 86.04%이었으며, 평균 총산자수는 10.72두, 평균 생존자돈수 9.89두, 평균 포유개시두수 9.45두, 평균 복당이유두수 8.57두, 평균 포유기간 24.85일로 조사되었다.

특히, 제주도 흑돼지 산업화를 위한 문제점으로는 일반백돼지(삼원교잡종)에 비해 성장능력과 번식능력이 떨어져 생산비와 생산성이 낮고, 품질의 균일도가 떨어진다는 한계를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서는 현재 생산되는 제주 흑돼지의 합성종돈의 우수성은 육성하고 단점을 보완해야하며, 제주흑돼지의 단점을 보완하기 위해서는 제주 흑돼지 개량을 위한 맞춤형 육종시

스템을 구축하여 꾸준한 개량과 공급기반 조성을 통한 품질의 균일성을 유지할 수 있는 생산기반 조성이 필요하다.

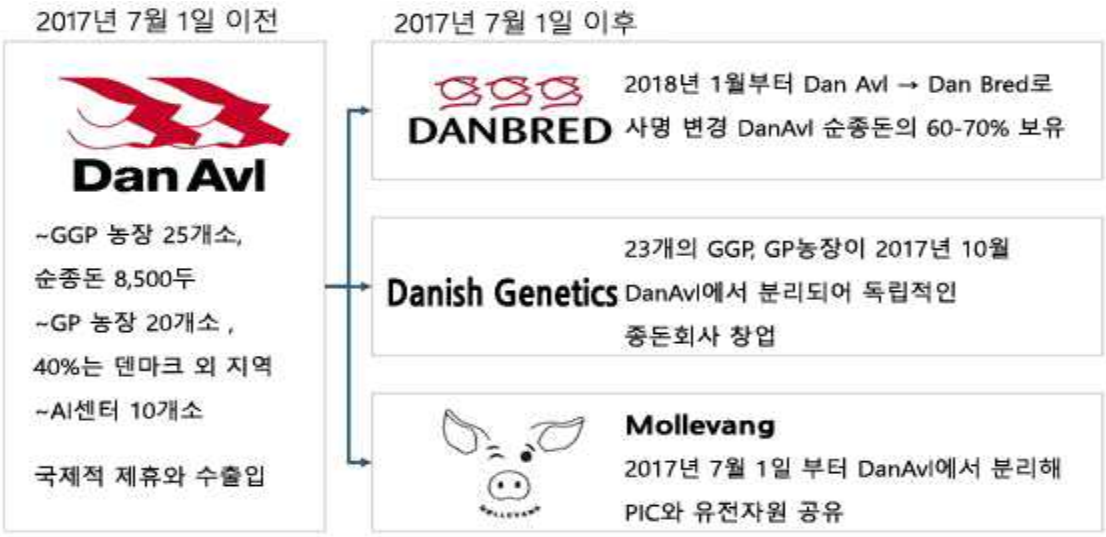
제 2 절 국외 기술개발 현황

세계 가금 육종산업의 추세는 기업의 인수·합병으로 거대 육종기업들은 자신의 상품을 전 세계에 보급하는 전략으로 육종사업을 추진하고 있으며, 세계 가금 육용종 육종기업은 3기업으로 통폐합되었고, 세계 육용종계 시장의 95% 이상을 공급하고 있으며, 해외 주요 종계기업으로는 Hubbard(Grimud 그룹), Aviagen, Hybrid Hydro, Hendrix Genetics, Tyson 등이 있다.

종계 육종방향은 많은 수의 계통과 계통 당 기초계군의 크기가 점점 커지며 선발과 교배조합의 효율성을 높이기위한 방대한 검정사업과 다양한 유전적 정보를 활용하기 위한 소프트웨어 개발, 통계와 전산인력의 전문화, 생명공학을 육종에 접목하기 위한 분자유전학 실험실 시설과 유전학자의 고용 등 R&D 비용이 점점 높아지는 추세이며, 반면 지금 세계 종계시장은 정체되어 있고, 제한된 시장을 둔 종계회사들의 경쟁은 더욱더 치열해지고, 육종회사의 R&D투자는 곧 회사의 경쟁력 제고로 나타나기 때문에 전 세계적으로 육종회사들이 합병되는 추세는 피할 수 없다.

일본은 양질의 양계산물 요구가 증가하면서 토종닭을 이용한 산물 생산, 37종의 토종 순계 보유, 신품종 작출의 경우 일본닭 그 자체를 이용하거나, 일본닭과 외국의 상용품종의 잡종을 이용, 일본닭의 순수 품종 고정화를 시도하였고, 대만은 재래닭 복원사업으로 닭고기 50% 이상 국내 개발종으로 충당, 프랑스는 고유종자 점유율 약 40%, 외래종 육계 2배 수준의 가격형성, 이력추적시스템 신뢰성 높다. 특히 다국적 기업은 원할한 유통망 형성 및 분산보존, 연구개발을 이유로 미국, EU, 아시아 국가를 중심으로 거점을 확보하여 사업을 확장하고 있다.

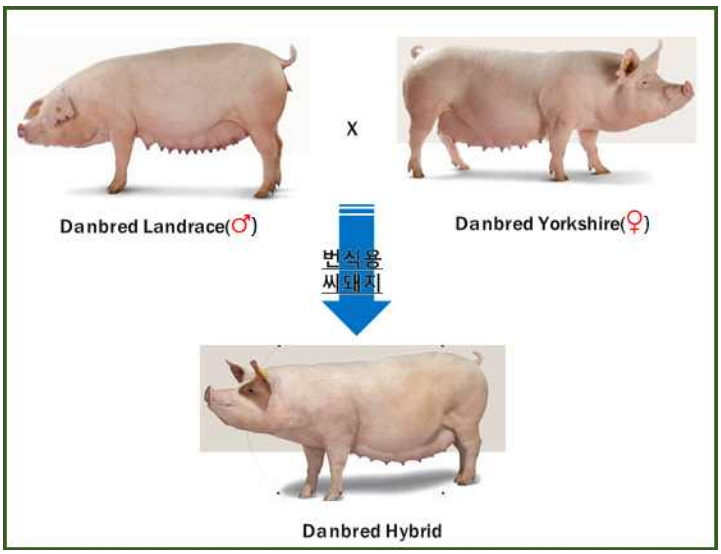
종돈의 경우는 약 100년의 종돈 개량 역사를 지닌 덴마크의 국가적 단일 종돈 개량시스템이 큰 변화를 보였다. 즉, Dan Avl이라는 단일 육종시스템을 2017년 6월까지 지속하였으나 7월부터 DanBred, Danish Genetics, Mollevang의 3개 개량조직으로 분리되었다. DanBred사는 Dan Avl조직의 순종돈 60-70% 주축으로 사명을 변경한 독립조직이 되었고 Danish Genetics는 Dan Avl 소속이었던 23개의 GGP, GP농장이 2017년 10월자로 독립적인 기업 종돈회사로 창업하였다. 한편, DanAvl에서 GGP 모돈 1,250두, GP 모돈 1,250두 규모로 운용되어 왔던 Mollevang사는 PIC와 유전자원 공유를 선언해 국가 개량시스템에서 독립하였음. 국가적 개량조직을 승계하고 재정비한 DanBred는 AI 업체인 Hatting-KS를 운영하는 Danish Agro사가 주식의 24.5%, 또한 DanBred International은 GGP와 GP를 총괄하는 기업으로 DanBred 주식의 24.5%를 보유하고 있다. 그러나 국가 연구기관인 SEGES가 주식의 51%를 보유하고 있어서 사실상 국가기관의 역할을 하고 있다.



[그림 2-1] 덴마크 종돈회사의 분리(Dan Avl) - Danbred사, Danish Genetics, Mollevang

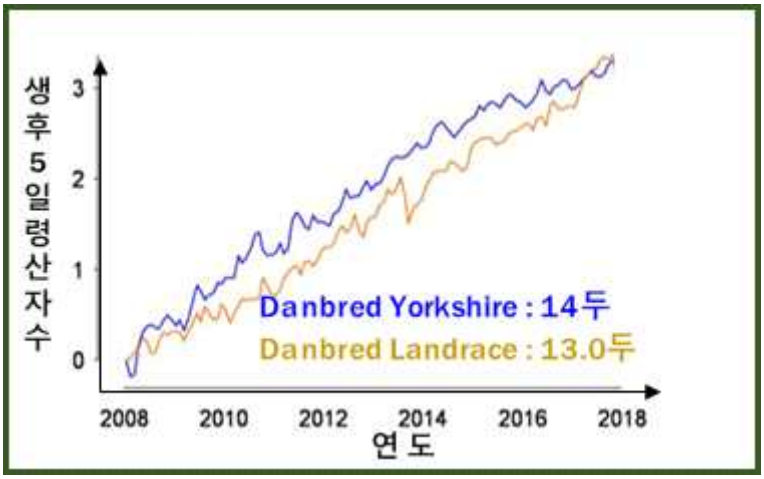
☐ DanBred사

Dan Avl에서 이름을 바꾼 DanBred사는 23개의 GGP 농장에 약 2,200두의 랜드레이스, 대요크셔 모돈과 약 1,800두의 두록 모돈을 보유하고 있다. 그러나 분리 후 빈자리를 메우기 위해 GGP 농장에 관심 있는 양돈가를 브리더로 끌어올렸다. Danbred사는 계약 GP 농장을 포함해 세계적으로 76,000두의 순종 모돈으로 연간 75만 두의 종돈(F1, 순종돈 포함)을 판매할 수 있다.



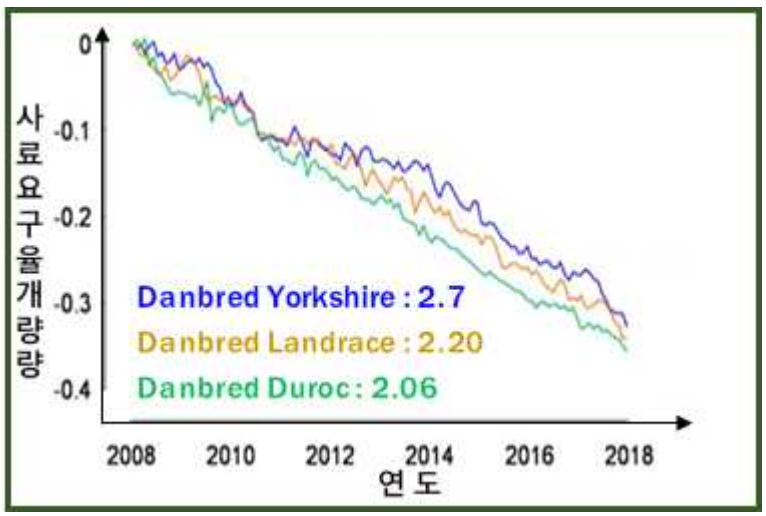
▪ 모계능력이 우수, 모돈 수명이 우수, 모돈 일생동안 생산성 우수
▪ 자손의 성장능력이 우수, 강건한 지제, 한배새끼의 생존율이 높음

[그림 2-2] Danbred사의 다산성 모계라인



[그림 2-3] 모계라인 생후 5일령 생존자돈수

지난 10년간의 덴마크 순종돈의 생후 5일령(L5) 산자수의 개량도는 복당 약 3두 수준으로 이것은 산자수 자체의 유전적 개량 외에 생시 사산율 등 자돈 사고율 8%를 낮춘 결과이기도 하다. 2018년의 덴마크 요크셔의 L5 산자수는 14.0두, 랜드레이스는 13.0두였다

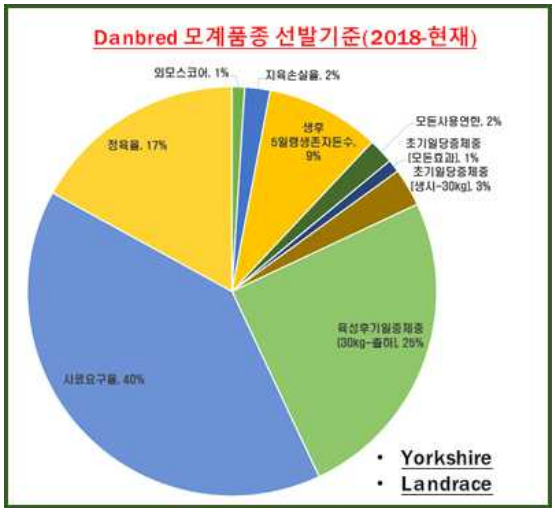


[그림 2-4] 부계 및 모계품종별 사료요구율 변화추이

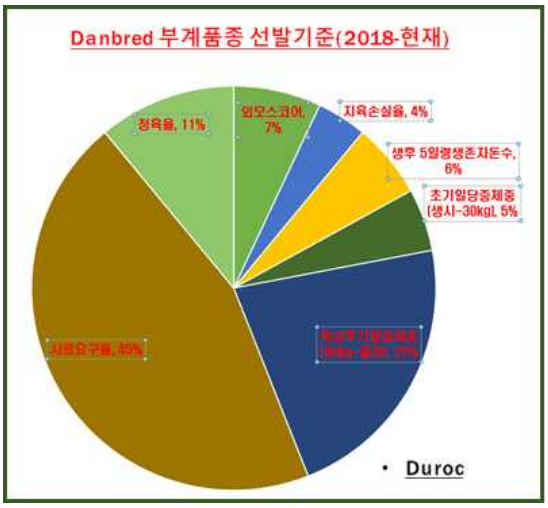
최근 발표한 SEGES의 2019년 보고서는 지난 10년간의 덴마크 순종돈의 사료요구율(30kg-95kg) 개량 추세를 분석한 결과 10년간 요크셔와 랜드레이스는 약 0.3, 듀록은 0.4의 개량도를 보였다. 사료 요구율 0.1 개선은 증체kg당 사료 0.1kg이 적게 소요되고 이것은 비육돈 1두당 7.5kg의 사료 절감을 의미한다. 두록 웅돈의 2018년 산육 검정성적은 평균 사료 요구율이 2.06이지만 상위 25%는 1.93, 상위 10%는 1.88이었기 때문에 더욱 낮은 사료 요구율 개량이 가능하다고 분석하였다

부계 및 모계라인 선발기준 : 덴마크는 전통적으로 매 3년마다 선발지수의 형질별 가중치를 바꾸고 있다. 지난 2015년에 이어 2018년에 적용된 형질별 가중치는 요크셔와 랜드레이스의 경우 여전히 사료 요구율이 40%로 가장 높고 육성 후기 일당증체량이 25%로 두 번째로 높았다. 그러나 5일령 산자수는 9%로 가중치가 현저히 낮았다. 두록의 경우 사료 요구율이 45%로 가장 높았고, 육성 후기 일당증체량이 22%, 정육율 11% 순이었다. 주목할 만한 것은 두록의 선

발지수에도 번식성적과 자돈 사고율 형질, 현실적으로 LP5가 6% 적용되었다.



[그림 2-5] DanBred모계라인 선발기준



[그림 2-6] DanBred부계라인 선발기준

DanBred사의 비육돈 두당 경제적 효과는 5.57유로(7,225원)로 분석하였다. 가장 많은 효과는 사료요구율로 두당 2.13유로(2,763원)의 사료비를 낮추었고, 산자수는 1.58유로(2049원), 일당증체중은 0.99유로(1,284원), 정육율은 0.43유로(557원), 부계 웅돈의 산자수 증가는 0.32유로(415원)등으로 분석하였다[표 2-1].

[표 2-1] DanBred사의 연간 유전적 개량도와 비육돈 두당 경제적 효과 추정(2017)

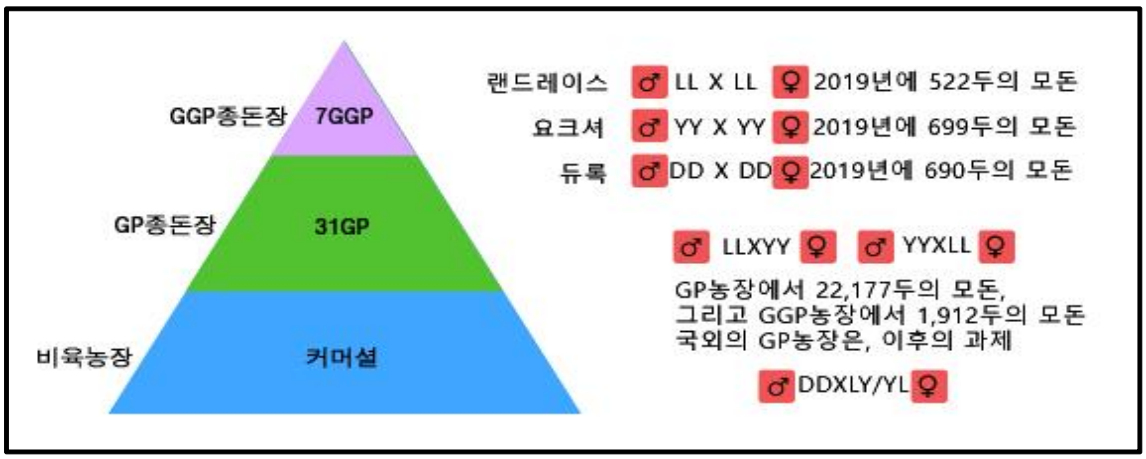
	유전적 개량		두당 경제적 효과 (유로)
	2013년~2016년	2017년	(2013년~2016년)
일당증체(g) (0-30kg)	9g	3.0g	0.64 (822원)
일당증체(g) (30-100kg)	57g	1.9g	0.99 (1,272원)
사료효율	0.71	-0.036	-2.13 (2,738원)
정육율	0.33%	0.11%	0.43 (552원)
도체율	-0.09%	-	0.29 (372원)
5일령 생존자돈수	1.2두	0.4두	1.58 (2,031원)
체형스코어	0.09	0.03	0.15 (192원)
연산성	-0.03	0.01	0.17 (218원)
산자수의 부계웅돈 요인		0.09두	

☐ Danish Gentics사

Danish Genetics사를 구성하는 사람들은 7개의 GGP농장, 31명의 GP농장, 그리고 2개사의 종돈 판매 회사이다. 판매와 수출은 브리더즈오프 덴마크를 통해 이루어짐. 사육 품종은 3개 품종으로, 약 모돈 2,000두 정도로, 이 두수는 분리전 GGP 순종돈의 약 30% 수준이다.

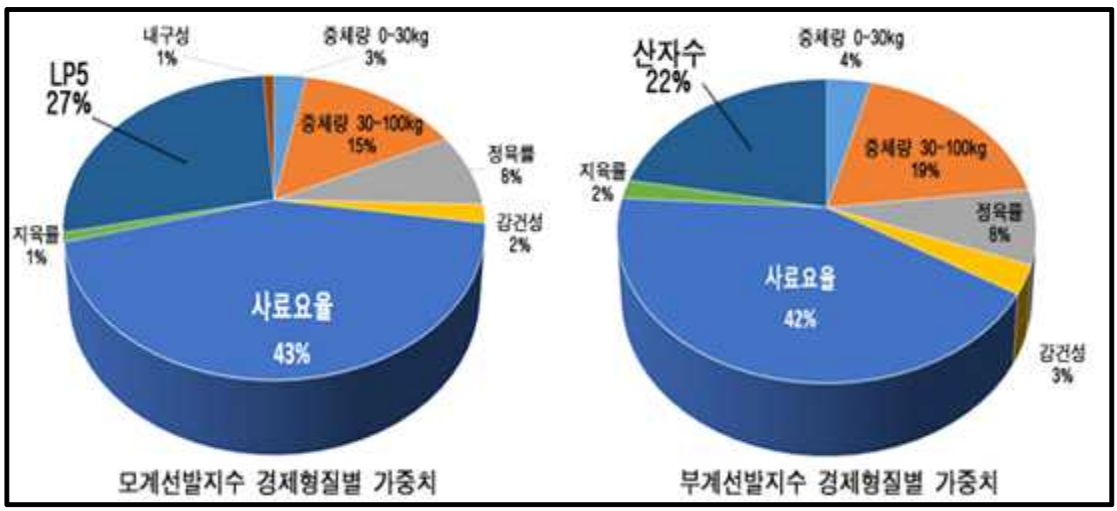
Danish Genetics는 덴마크 외에 독일, 벨기에, 프랑스 그리고 러시아 각국에서 합계 6개소의 계약 GP를 가지고 있으며 독일, 벨기에, 네덜란드, 체코 그리고 프랑스로 합계 8개소의 인공수정소를 보유하고 있다.

지금까지 덴마크에서 육종개선의 중요점이 된 것은 인공수정소에 맡겨져 있던 웅돈이었다. 웅돈은 브리더(종돈장)의 소유물이고 인공수정소는 사육관리비를 받으면서 그 종돈을 보살펴온 것이다. 독립한 종돈장의 웅돈은 인공수정소에서 회수되어 Danish Genetics사의 새롭게 설립된 인공수정소에 집결되었다. 이들 웅돈의 육종지수는 상당히 높은 것이었기 때문에 기존 인공수정소에 남은 수컷의 전체적 선발지수는 예전보다 낮아졌다.



[그림 2-7] Danish Genetics사의 육종피라미드

Danish Genetics사의 부계 라인의 개량형질로서 산자수 형질이 포함되었다. 예를 들면 지금까지 덴마크의 종돈의 유두는 7-7(총 14개)이 최소 조건으로, 이것 이상에 관해서는 특별한 노력을 하지 않았다. 그러나 지금 덴마크의 웅돈은 산자수 형질이 22%로 높은 가중치를 주고 있기 때문에, 8-8(16개)의 유두로 바뀌어 갈 것으로 보인다. 육질에 영향을 주는 부계 두록에 관해서 지방교잡이 들어간 두록 수컷을 만드는 것에 대해 논의되고 있다.



[그림 2-8] Danish Genetics사의 부계 및 모계 선발기준

미국 NSR(National Swine Registry's)은 미국 순종돈의 유전능력 평가시스템인 STAGES(Swine Testing and Genetic Evaluation System)를 운영하고 있다. NSR은 6년간(2010년~2015년)의 번식기록 중 순종돈군(요크셔와 랜드레이스)의 순종돈 생산분만 30,355복과 F1 자돈 생산 순종돈의 분만기록 20,304복, 또한 혈연연결 비육농장의 F1 모돈(요크셔X랜드레이스) 분만기록 31,915복의 기록을 가지고 유전적 능력을 평가 비교했다[표 2-2].

[표 2-2] 미국 육종 피라미드, GGP, GP, PS번식 데이터

	품종	조사복수	복당실산자수 (NBA)(두)	복당이유두수 (NW)(두)	복당이유체중 (kg)
순종돈	랜드레이스생산	11,199	11.28	11.37	66.3
	요크셔생산	19,156	11.25	11.80	64.4
	F1생산	20,304	11.59	11.66	69.2
잡종	PS모돈	31,915	11.92	10.77	71.5

순종돈의 순종돈 생산 복당실산자수(NBA)는 랜드레이스는 11.28두, 요크셔는 11.25두, 순종돈의 F1 자돈 생산 복당실산자수는 11.59두, 비육농장의 F1모돈의 NBA는 11.92두였다. 한편, GP 종돈장에 F1 생산을 위해 공급된 웅돈정액은 요크셔 웅돈 2,363두, 랜드레이스웅돈 5951두로 각각 후보돈 8,479두와 5,951두에 각각 교배되었다[표2-3].

[표2-3] 미국 순종 등록 협회(NSR)의 일별 유전능력 평가대상부돈 및 평가두수

평가품종	부돈두수	복수/부돈	최소	최고	총평가복수
순종 생산	9,311	23.6	1	1,690	219,740
F1 생산	1,486	30.0	1	1,759	44,580
PS 생산	327	175.6	1	4,201	57,421

□ 번식형질의 유전력과 유전적 상관도 비교

순종돈과 비육돈군의 NBA의 유전력은 0.10으로 동일했으나, 유전적 상관도는 0.85로 1.0보다 낮았다. 순종돈군의 복당이유두수는 0.06, 비육돈군은 0.03으로 낮았고 유전적 상관도는 0.56으로 낮았다[표 2-4].

[표2-4] 순종돈군과 비육돈군간의 모계지수와 유전적 상관도 비교

		순종돈군			잡종돈군		
		복당 실산자수 (NBA)	복당 이유두수 (NW)	복당 이유체중 (kg)	복당 실산자수 (NBA)	복당 이유두수 (NW)	복당 이유체중 (kg)
순종돈군	복당실산자수 (NBA)	0.10	0.29	0.18	0.85	0.04	0.08
	복당이유두수 (NW)		0.06	0.53	0.15	0.56	0.38
	복당이유체중 (kg)			0.12	-0.11	0.47	0.86
잡종돈군	복당실산자수 (NBA)				0.10	-0.4	-0.25
	복당이유두수 (NW)					0.03	0.59
	복당이유체중 (kg)						0.06

***대각선 수치(노란 바탕색)는 유전력, 대각선 상단부는 유전적 상관도**

요크셔 웅돈의 검정두수는 2,363두였고, 선발된 5% 검정돈의 평균모계지수는 순종돈만의 평가는 117.96이었고, 비육돈군의 기록과 함께 평가한 모계선발지수는 평균 121.0이었다. 두 선발지수간의 순위기준 랭킹 상관도는 0.77이었다. 랜드레이스 웅돈 검정두수 1,797두 중 선발된 5% 검정돈의 평균 모계지수는 순종돈만의 평가는 119.95였고, 비육돈군의 가록과 함께 평가한 모계선발지수는 평균 121.85였다. 두 선발지수간의 순위기준 랭킹 상관도는 0.81이었다[표2-5].

[표2-5] 순종 및 잡종 평가시 모계지수와 랭킹 상관도 비교

품종	성별	검정두수	선발율	선발지수1 (순종)	선발지수2 (순종+잡종)	랭크상관도
요크셔	웅돈	2363	5%	117.96	121.00	0.77
요크셔	암컷	8479	25%	116.10	117.33	0.83
랜드레이스	웅돈	1797	5%	119.95	121.85	0.81
랜드레이스	암컷	5951	25%	115.60	116.61	0.85

주목할 만한 것은 요크셔 웅돈의 순종돈군과 순종돈+비육돈군 모계 선발지수 간 차이는 약 3.0, 랜드레이스 웅돈의 모계 선발지수 차이는 2.0 수준이다. NSR은 모계 선발지수 1단위의 경제적 가치는 1.25달러로 추산하고 이번 분석데이터의 경우 웅돈 1두당 후보 암퇘지 평균 175두였으므로 비육돈군 데이터를 순종돈과 함께 분석한 모계지수의 웅돈 1두당 가치는 요크셔는 656.25달러, 랜드레이스는 437.5달러의 부가가치가 더 높다고 분석했다. 그러나 NSR은 웅돈 1두가 일생 약 20,000복을 생산하므로, 요크셔 웅돈은 약 75,000달러, 랜드레이스는 50,000달러의 부가가치를 높일 수 있다고 분석했다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 토종닭 신규 유전자원 유전능력 평가 및 육종지원

1. 소래토종닭 육종 방향 및 목표

소래토종닭은 2025년까지 종계 68주령에 HH산란수 220개 이상, 실용계 10주령 체중 2350g 전후, 사료요구율 2.60 이하의 생산성을 목표로 하고, 적갈/흑갈색의 다양한 우모색 등 토종닭 고유의 외모 특성 유지와 난계대 질병 위험을 최소화하고, 실용계 자동 성감별 제품 개발, 난용 토종닭 제품 개발 및 닭고기의 쫄깃한 식감과 풍부한 향미를 가지고 있는 육질 개발 그리고 해외 시장에 적합한 제품 개발을 중장기 방향으로 정하여 육종에 노력하고 있다.

2. 소래 토종닭 순계의 선발 및 생산성

가. 연도별 선발내역

본 과제에서 조사 대상으로 하는 4개 기초계통 A, B, C, D 중 A는 암수 범용계통(부계), B는 수탉(부계)계통, C와 D는 암탉(모계)계통으로 분류할 수 있다.

〔표 3-1〕의 선발내역에 있어서는 계통과 생산 목표(육량과 육질) 및 주령에 따라 기준이 다르겠으나 우선 선발방법은 크게 외모 부적격(이모색 등)과 체중 및 정강이 길이를 기준하고 있다. 이모색의 경우는 초생추부터 발견되는 것은 도태하되 주로 35일령에 1차 체중선발(수탉계통 700~1,000이상, 암탉계통 700이상). 8~10주령에서 2차 체중선발(수탉계통은 1,400~1,900g이상, 암탉계통은 600~1,400g이상 등), 17~20주령 전후에서 최종선발 체중(수탉계통은 2300g이상, 암탉계통은 1000g이상 등) 하는데, 계대선발 시 체중과 산란성(산란 상위 50%이상 등)을 고려하고 있다. 정강이 길이는 15~20주령에서 상대적 우수한 개체(A, B, 120mm이상, C, D, 105mm이상 등)를 선발하고, 추가적으로 조우성과 만우성을 고려하여 도태에 적용하고 있다.

년도별 선발내역 현황을 보면, 2017년 입식 계군의 암컷의 경우 도태율이 22.3%~46.2%로 A계통이 가장 높았으며, C계통이 가장 낮았다. 반면 수컷은 88.5~94.3%인데 A계통이 가장 높았고 B계통이 88.5%로 나타났다. 따라서 암컷의 선발율은 53.8~77.7% 수준이며 수컷은 5.7~11.5% 수준인 것으로 조사되었다.

[표 3-1] 소래토종닭 선발 내역(2017년 입식)

계통	암수구분	입추수	선발수	도태수	폐사수	도태율(%)	선발율(%)
CH-A	♀(암)	1,170	600	516	54	46.2	53.8
	♂(수)	1,420	78	1289	53	94.3	5.7
CH-B	♀(암)	630	400	192	38	32.4	67.6
	♂(수)	660	71	547	42	88.5	11.5
CH-C	♀(암)	9,300	7,000	2,019	281	22.3	77.7
	♂(수)	4,300	242	3,951	107	94.2	5.8

CH-D	♀(암)	2,500	1,800	591	109	24.7	75.3
	♂(수)	1,350	89	1,218	43	93.2	6.8

2018년에는 암컷의 경우 도태율이 41.5~62.6%로 B계통이 가장 높았으며, D계통이 가장 낮았다. 반면 수컷은 93.7%~96.5%인데 D계통이 가장 높았고 C계통이 가장 낮게 나타났다.

따라서 암컷의 선발율은 37.4~58.5% 수준이며 수컷은 3.5~6.3% 수준인 것으로 조사되었는데, 이러한 경향을 보면 2017년에 비해 2018년도에는 선발강도가 높았음을 알 수 있다.

[표 3-2] 소래토종닭 선발 내역(2018년 입식)

계통	암수구분	입추수	선발수	도태수	폐사수	도태율(%)	선발율(%)
A	♀(암)	979	500	415	64	45.4	54.6
	♂(수)	1083	60	962	61	94.1	5.9
B	♀(암)	1729	600	1005	124	62.6	37.4
	♂(수)	1603	60	1440	103	96.0	4.0
C	♀(암)	3100	1500	1397	203	48.2	51.8
	♂(수)	3220	110	3017	93	93.7	6.3
D	♀(암)	2175	1200	853	122	41.5	58.5
	♂(수)	2075	70	1911	94	96.5	3.5

2019년에는 암컷의 경우 도태율이 24.3~75.2%로 B계통이 가장 높았으며, D계통이 가장 낮았다. 반면 수컷은 86.4~93.5%인데 D계통이 가장 높았고 C계통이 가장 낮게 나타났다. 2020년도에는 16.9~60.6%로 D계통이 가장 높았으며, C계통이 가장 낮았다.

따라서 2019년 암컷 선발율의 경우 24.8~75.7% 수준이며 수컷은 6.5~13.6% 수준인 반면 2020년에는 암컷 선발율은 39.4~83.1%, 수컷은 12.8~17.5% 수준인 것으로 조사되었다.

이러한 경향을 보면 2019년에 비해 2020년도에는 선발강도가 상대적으로 조금 낮았는데, 전체적으로 보면 암컷의 경우 2019년 A, B(24.8~31.6%)계통이 암탉계통인 C, D(72.7~75.7%)에 비해 선발강도가 높았다. 2020년의 경우에는 수컷의 경우 12.8~17.5%로 크게 차이는 없었지만 암컷은 [표 3-3, 3-4] 에서 본 바와 같이 성장이 가장 낮은 암탉계통 D계통의 경우 39.5%로 다른 계통(61.9~83.1%)에 비해 선발율이 낮으나 이는 입추수수가 781수로 많았기 때문인 것으로 사료된다.

[표 3-3] 소래토종닭 선발 내역(2019년 입식)

계 통	암수	입추수	선발수	도태수	폐사수	도태율(%)	선발율(%)
A	♀(암)	1,475	443	969	73	69.1	31.6

	♂(수)	1,543	100	1,347	96	93.1	6.9
B	♀(암)	1,657	390	1,181	86	75.2	24.8
	♂(수)	1,612	102	1,466	44	93.5	6.5
C	♀(암)	932	654	246	32	27.3	72.7
	♂(수)	925	125	792	8	86.4	13.6
D	♀(암)	973	708	227	38	24.3	75.7
	♂(수)	950	98	843	9	89.6	10.4

[표 3-4] 소래토종닭 선발 내역(2020년 입식)

계 통	암수	입추수	선발수	도태수	폐사수	도태율(%)	선발율(%)
A	♀(암)	452	311	121	20	28.0	72.0
	♂(수)	466	60	383	23	86.5	13.5
B	♀(암)	542	319	196	27	38.1	61.9
	♂(수)	599	73	499	27	87.2	12.8
C	♀(암)	374	294	60	20	16.9	83.1
	♂(수)	304	50	235	19	82.5	17.5
D	♀(암)	781	292	449	40	60.6	39.4
	♂(수)	404	65	320	19	83.1	16.9

2021년에는 A계통은 조우성과 만우성으로 분리하여 선발에 활용하고 있다. 암컷의 경우 선발율이 47.4~85.3%로 A계통 만우성에서 가장 높았으며, C계통이 가장 낮았다. 반면 수컷은 6.2~46.2%인데 B계통이 가장 높았고 C계통이 가장 낮게 나타났다.

[표 3-5] 소래토종닭 선발 내역(2021년 입식)

계통	암수구분	입추수	선발수	도태수	폐사수	도태율(%)	선발율(%)
A(조우성)	♀(암)	325	224	74	27	24.8	75.2
	♂(수)	68	18	40	10	69.0	31.0
A(만우성)	♀(암)	353	278	48	27	14.7	85.3
	♂(수)	368	50	212	106	80.9	19.1
B	♀(암)	424	231	79	114	25.5	74.5
	♂(수)	161	55	64	42	53.8	46.2
C	♀(암)	695	297	330	68	52.6	47.4
	♂(수)	698	40	601	57	93.8	6.2
D	♀(암)	628	405	134	89	24.9	75.1
	♂(수)	307	51	222	34	81.3	18.7

이상의 년도별 **선발내역을 정리하면, [표 3-6]과 같이 암컷의 경우 5년(2017~2021) 평균 선발율을 보면 암탉계통인 C, D계통이 각각 64.2%, 61.8%인 반면 수탉계통인 B계통은 47.7%로써 가장 낮았으며, 암수 범용형인 A는 56.5% 수준이었다.**
수컷의 5년(2017~2021) 평균 선발율을 보면 암탉계통인 C, D계통이 각각 9.5%, 10.6%인 반면 수탁계통인 B계통은 12.9%로써 가장 높았으며, 암수 범용형인 A는 8.5% 수준이었다.
이를 보면 보유 계통의 특성과 목적을 고려하여 원활하게 잘 활용하고 있는 것으로 판단된다.

[표 3-6] 소래토종닭 선발율(%) 내역(2017~2021년)

계 통	암수	2017	2018	2019	2020	2021	평균
A	♀(암)	53.8	54.6	33.7	66.4	74.0	56.5
	♂(수)	5.7	5.9	3.5	12	15.6	8.5
B	♀(암)	67.6	37.4	24.3	54.8	54.5	47.7
	♂(수)	11.5	4	3.4	11.5	34.2	12.9
C	♀(암)	77.7	51.8	72.7	75.9	42.7	64.2
	♂(수)	5.8	6.3	13.6	16.1	5.7	9.5
D	♀(암)	75.3	58.5	75.7	35	64.5	61.8
	♂(수)	6.8	3.5	10.4	15.6	16.6	10.6

나. 주령별 체중 변화

주령별 체중에 있어서는 측정 주령이 현장 작업 여건에 따라 약간씩 차이는 나지만, 2017년도 입식된 순계는 4주령에서 암컷의 경우 200~389g 으로 A계통이 가장 높았으나 8주령에서는 B계통이 1,187.4g으로 가장 성장이 높았다. D계통이 413.5g으로 가장 적었고, 수컷의 경우도 암컷과 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 17주령에서는 암컷의 경우 B계통이 2,213.4g으로 A계통보다 무거웠으며 수컷의 경우도 암컷과 동일한 경향치를 보이고 있다.

[표 3-7] 소래토종닭 주령별 체중(2017년 입식)

계 통	암수구분	체중(g)				
		4주령	8주령	17주령	40주령	52주령
A	♀(암)	389	960.8	1,837.5	4349	4592
	♂(수)	390	1,187.4	2,310.8		
B	♀(암)	384	1,173.3	2,213.4	4062	4383
	♂(수)	412	1,471.0	2,767.2		
C	♀(암)	318	684.0	1,702.3	3172	3423
	♂(수)	349	791.5	2,123.9		
D	♀(암)	200	413.5	1,181.2	2402	2603
	♂(수)	230.5	474.7	1,487.7		

2018년도 입추계군의 7주령에서는 범용계통인 A계통이 1,278g으로 가장 높았으며 암탉계통인 D계통이 499g으로 가장 적었으나, 17주령에서는 암컷의 경우 B계통이 2,073g으로 A계통보다 무거웠으며 수컷의 경우도 암컷과 동일한 경향치를 보이고 있으며, 40주령에서도 수탉계통인 B계통이 4,000g으로 가장 높았으며 암탉계통인 D계통이 2,150g으로 가장 적어 17주령과 유사한 경향을 보였고, 52주령까지도 지속되었다. 따라서 수탉계열인 B계통의 성장이 다른 계통보다 우세하였다.

[표 3-8] 소래토종닭 주령별 체중(2018년 입식)

계 통	암수 구분	체 중(g)					
		5주령	7주령	10주령	17주령	40주령	52주령
A	♀(암)	682	1,278	1,224	2,059	3,860	3.987
	♂(수)	766	1,525		2,430	4,600	
B	♀(암)	804	1,254	1,341	2,073	4,000	4,089
	♂(수)	869	1,376		2,406	4,900	
C	♀(암)	477	828	897	1,555	2,863	2,883
	♂(수)	529	964		1,870	3,480	
D	♀(암)		499		1,158	2,150	2,242
	♂(수)		610		1,626	3,110	

또한 2019년도 입추계군에는 수탉계통인 B계통이 1,259g(6주령)으로 가장 높았으며 암탉계통인 D계통이 655g(7.7주)으로 가장 적은 것으로 조사되었으며, 48~49주량에서는 D, C, A, B계통 순서로 적었다. [표 3-9]

[표 3-9] 소래토종닭 주령별 체중(2019년 입식)

계 통	암수 구분	체 중(g)						
		6주령	9주령	20주령	25주령	30주령	40주령	48~49주령
A	♀(암)	998	1,503	2,785	3,331	3,694	3,851	(49) 3.993
	♂(수)	747(4.6주)	1,532	3,549	4,055	4,383		
B	♀(암)	1,259	1,679	3,270	3,782	3,854	3,970	(49) 4,075
	♂(수)	877(4.6주)	1,815	3,944	4,543	4,875		
C	♀(암)	945(7.6주)	1,311	2,225	2,643	2,849	2,988	(48) 3,113
	♂(수)	940(6.6주)	1,416	2,686	3,236	3,468		
D	♀(암)	655(7.6주)	820	1,848	2,164	2,339	2,440	(48) 2,531
	♂(수)	635(6.6주)	918	2,433	2,801	2,783		

2020년도 입추계군 5주령에서는 B계통이 806g(5주)으로 가장 높았으며 D계통이 387g으로 가장 적었고, 수컷의 경우도 암컷과 유사한 경향을 나타내었다.〔표 3-10〕

[표 3-10] 소래토종닭 주령별 체중(2020년 입식)

계 통	암수 구분	체 중(g)					
		5주령	9주령	20주령	25주령	30주령	40주령
A	♀(암)	796	1,507	2,638	3,496	3,847	4,195
	♂(수)	905	1,829	3,329	4,209	4,536	5,120
B	♀(암)	806	1,534(8)	2,696	3,535	3,874	4,346
	♂(수)	948	1,885(8)	3,571	4,351	4,685	5,259
C	♀(암)	567	1,032(8)	1,936	2,521	2,601	2,783
	♂(수)	687	1,326(8)	2,621	3,632	3,797	4,024
D	♀(암)	387	753(10)	1,553	2,029	2,262	2,370
	♂(수)	437	951(10)	2,047	2,688	2,769	3,501

2021년도 입식계군에서도 위에서 고찰한 바와 같이 수탉계열인 B계통의 성장이 다른 계통에 비해 우수하였다.〔표 3-11〕

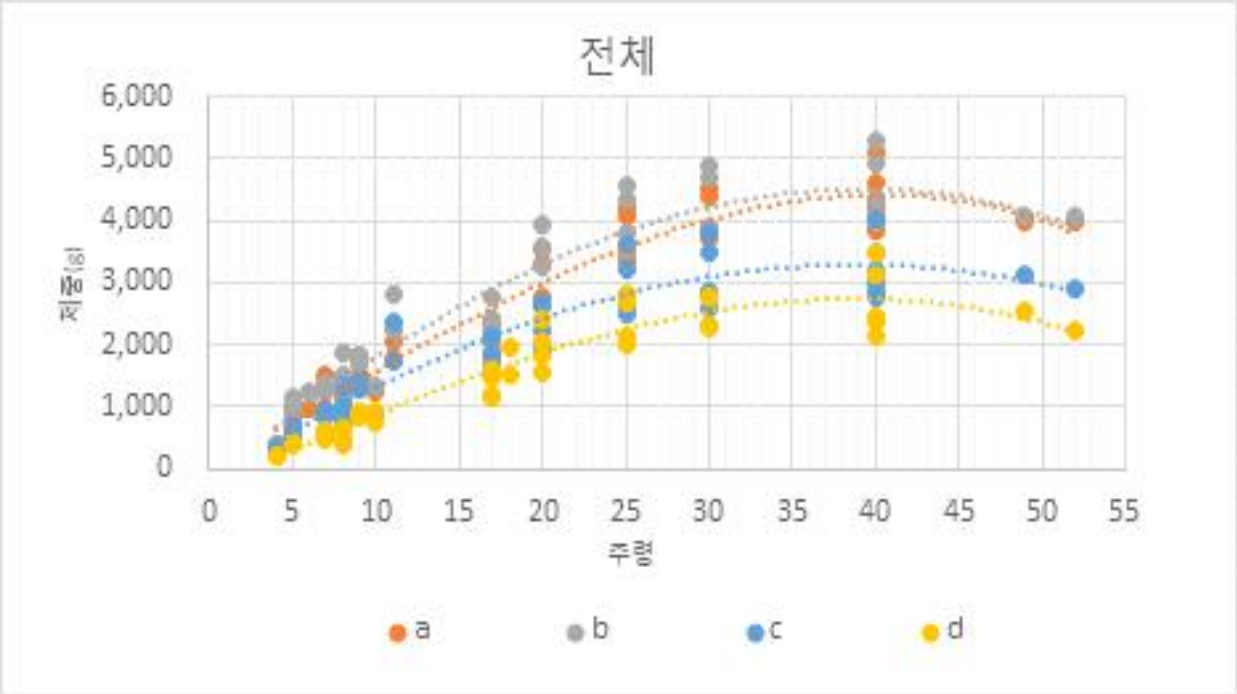
[표 3-11] 소래토종닭 주령별 체중(2021년 입식)

계 통	암수구분	체중(g)		
		5주령	11주령	18주령
A(조우성)	♀(암)	812	1,795	
	♂(수)	911	2,010	
A(만우성)	♀(암)	812	1,766	
	♂(수)	911	2,116	
B	♀(암)	1,002	2,217	
	♂(수)	1,169	2,797	
C	♀(암)	695	1,746	
	♂(수)	698	2,384	
D	♀(암)			1,495
	♂(수)			1,961

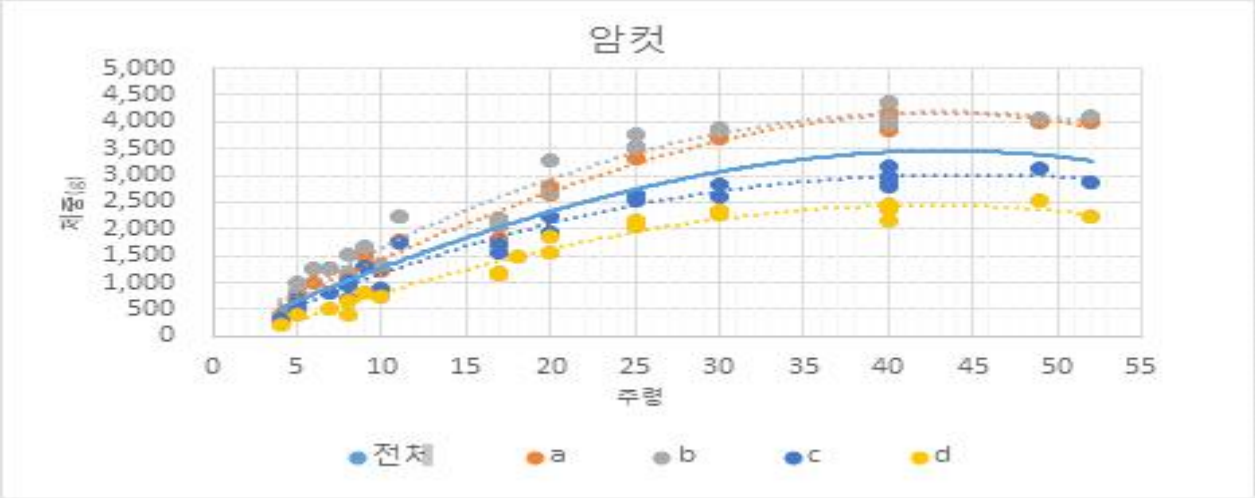
이상을 종합하여 **계통별 성장곡선을 산출한** 결과 다음 **[표 3-12] 및 <그림 3-1> ~ <그림 3-3>** 과 같다. 전체적으로 보면 5~**52주령까지 체중변화에 있어서 암수 같이 B계통이 가장 성장속도가 빠르고 A, C, D 순인데, 이는 기초 계군 중 A는 암수 범용계통, B는 수탉계통, C와 D는 암탉계통의 특성을 잘 나타내고 있어 소래축산에서 효율적으로 계통관리를 하고있다고 판단된다.**

[표 3-12] 계통별 성장곡선

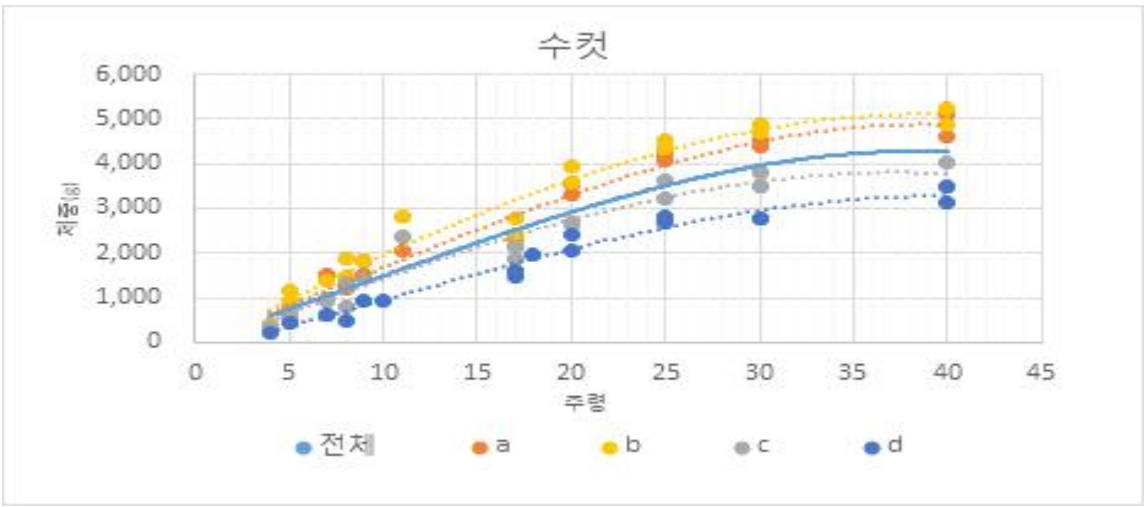
계통	암컷	수컷
전체	$y = -0.0122x^3 - 0.795x^2 + 137.2x - 4.0648$ $R^2=0.7865$	$y = -0.059x^3 + 1.6198x^2 + 135.02x + 39.766$ $R^2=0.8374$
A	$y = -0.0266x^3 + 0.0912x^2 + 141.01x + 49.448$ $R^2=0.976$	$y = -0.0664x^3 + 1.8783x^2 + 151.84x + 41.789$ $R^2=0.9756$
B	$y = -0.0016x^3 - 2.1381x^2 + 193.68x - 66.468$ $R^2=0.967$	$y = -0.034x^3 - 0.8228x^2 + 217.52x - 106.86$ $R^2=0.9654$
C	$y = 0.0042x^3 - 1.9553x^2 + 149.7x - 139.71$ $R^2=0.9641$	$y = -0.0347x^3 - 0.2719x^2 + 164.76x - 159.51$ $R^2=0.9464$
D	$y = -0.0063x^3 - 0.9936x^2 + 117.77x - 275.78$ $R^2=0.9685$	$y = -0.0426x^3 + 1.1413x^2 + 110.08x - 223.45$ $R^2=0.9739$



<그림 3-1> 계통별 성장곡선(전체)



<그림 3-2> 계통별 성장곡선(암컷)



<그림 3-3> 계통별 성장곡선(수컷)

다. 순계(암컷) 생산성 내역

<표 3-13> 소래천금계 순계능력(암컷, 2017년 입식)

조사일	품종(계통)	주령	수수	체중(g)	산란수	
2018-04-21	A	40	744	4,349	53,518	(72개/수)
"	B	40	673	4,062	48,855	(73)
"	C	40	2,573	3,172	246,875	(96)
"	D	40	733	2,402	70,009	(96)
2018-07-14	A	52	710	4,592	89,315	(126)
"	B	52	667	4,383	71,715	(108)
"	C	52	2,549	3,423	380,887	(149)
"	D	52	715	2,603	99,278	(139)

2017년도 입식하여 2018년도까지 사육된 순계(암컷)의 40주령 수당 헨데이 산란수(Hen day eggs)는 A계통은 72 개, B계통 73개, C계통과 D계통은 96 개인 반면 52주령에는 C와 D계통이 149~139 개, A계통은 126 개인 반면 B계통은 108 개로 가장 적게 생산하였다.

〔표 3-14〕에서 보는 바와 같이 2018년도 입식된 순계(암컷) 능력 중 40주령 기준 수당 헨데이 산란수는 D계통이 79 개, C계통은 78 개인 반면 A계통이 62 개, B계통은 55 개로 가장 낮게 생산하였다. 52주령을 기준하면 C계통이 135개, D계통은 126개, B계통은 114 개인 반면 A계통이 112 개로 가장 적게 조사되었다. 반면 2019년도 입식 계통에는 39~40주령에서 A계통이 73개로 가장 적었고 D계통이 94개로 조사된 반면 48~49주령을 기준하면 A계통이 109개로 가장 적은 반면 C계통이 123개로 가장 많은 것으로 평가된다.

[표 3-14] 소래토종닭 순계능력(암컷, 2018년 입식)

조사일	품종(계통)	주령	수수(수)	체중(g)	산란수(개)	
2019-03-16	A	40	358	3,860	22,028	(62개/수)
"	B	40	545	4,000	30,049	(55)
"	C	40	1,092	2,863	85,176	(78)
"	D	40	862	2,150	67,701	(79)
2019-06-08	A	52	354	3,860	39,752	(112)
"	B	52	516	4,000	58,599	(114)
"	C	52	1,051	2,915	142,160	(135)
"	D	52	849	2,150	107,303	(126)

[표 3-15] 소래토종닭 순계능력(암컷, 2019년 입식)

조사일	품종(계통)	주령	수수(수)	체중(g)	산란수(개)	
2020-05-09	A	40	423	3,857	30,825	(73개/수)
"	B	40	341	3,971	29,438	(86)
"	C	39	472	2,991	42,012	(89)
"	D	39	593	2,447	55,494	(94)
2020-07-11	A	49	408	3,993	44,606	(109)
"	B	49	339	4,075	41,107	(122)
"	C	48	466	3,113	57,087	(123)
"	D	48	585	2,531	68,692	(117)

또한 2020년도 입식된 순계(암컷) 능력 중 40주령기준 수당 산란수는 D계통이 100 개, C계통은 96 개인 반면 B계통은 80 개, A계통이 76 개로 가장 낮게 생산하였다. 56주령을 기준하면 D계통은 218개, C계통이 170개, A계통이 162 개인 반면 B계통은 135 개로 가장 낮게 조사되었다.

2017~2020년 입식계군의 헨데이 산란수를 비교해 보면 암탉 계군인 C계군이 가장 많았으며 D, B. A 순이었다. 따라서 증체량과 산란수로 볼 때 계군의 특성과 관리의 효율성을 잘 나타내고 있다고 판단된다.

[표 3-16] 소래토종닭 순계능력(암컷, 2020년 입식)

조사일	품종(계통)	주령	수수(수)	체중(g)	산란수(개)	
2021-03-20	A	40	279	4,195	21,087	(76개/수)
"	B	40	241	4,346	19,181	(80)
"	C	40	194	3,527	18,535	(96)
"	D	40	272	2,370	27,143	(100)
2021-07-10	A	56	221	4,387	35,809	(162)
"	B	56	235	4,392	31,618	(135)
"	C	56	192	3,735	32,571	(170)
"	D	56	182	2,498	39,638	(218)

라. 질병검사 내역

순계군에서 난계대전염병의 감염이 있는지를 확인하기 위하여 채혈하여 닭에 감염할 수 있는 난계대전염병인 Mycoplasma gallicepticum(MG), Mycoplasma synoviae(MS), 세망내피증(RE), 닭전염성빈혈(CIAV), 레오바이러스감염증(REO), 닭뇌척수염(AE), 조류백혈병(ALL), 추백리(SP), 가금티푸스(SG) 등 9개 항목에 대한 항체검사를 실시하였다. 2017년도 검사결과 세망내피증(RE)과 레오바이러스감염증(REO)을 제외한 7개 질병 모두에 대하여 항체가가 음성이었으나 일부 개체에서 양성으로 나타난 세망내피증(RE)에 대하여는 도태처리 하였다. 2021년도에는 REO만 일부개체에서 양성으로 나타나 전체적으로 볼 때 질병 방역 상태는 양호하였다. 분석비 여건에 따라 항체검사 실적이 차이가 있으나 주요 질병에 대해서 소래축산에서 자체예산(수천만원)을 난계대전염병 방지 작업을 수행하고 있음.

[표 3-17] 소래 토종닭 난계대전염병에 대한 항체검사 결과

검사 질병	검사 방법	양성수/검사수			
		2017	2018	2019	2021
MG	ELISA 항체	0/180	0/40	0/30	0/15
MS	ELISA 항체	0/180	0/40	0/30	0/15
RE	ELISA 항체	40/180			
CIAV	ELISA 항체	0/180			
Reovirus	ELISA 항체	84/180			7/15
AE	ELISA 항체	0/180			

ALL	ELISA 항체	0/180			0/5
SP	평판응집	0/180	0/90	0/60	0/90
SG	평판응집	0/180	0/90	0/60	0/90

3. 소래 토종닭 PS와 실용계 비교

가. PS의 생산 능력 비교

2017년도 입식 종계(PS)에 대한 생산성 조사에서는 모계의 경우 4주령 체중이 327.3g 에서 16주령 1,398g, 40주령 2,748.4g으로 조사되었으며 사료섭취량에 있어서는 각각 35g, 66g, 138g인 것으로 조사되었다. 부계의 경우는 4주령 체중이 662g 에서 16주령 2,236g, 40주령 4,207g으로 조사되었으며 사료섭취량에 있어서는 각각 47g, 94g, 130g인 것으로 조사되었다.

<표 3-18> PS 주령별 생산성 조사(평사 기준, 2017년 입식)

구분		주 령								
		4	8	12	16	20	30	40	50	60
모계	조사 수수(수)	200	200	100	100		60	60		
	체중(g)	327.3	708.7	1117	1398		2478.4	2748.4		
	사료섭취량(g/수/일)	35	44	52	66		140	138		
	산란수(개)						51	50	44	37
부계	조사 수수(수)	120	100		70	50		20		
	체중(g/수/일)	662	1243		2236	2850		4207		
	사료섭취량(g/수/일)	47	67		94	112		130		

2018년도 입식 종계(PS)에 대한 생산성 조사에서는 [표 3-19] 에서 보는 바와 같이 모계의 경우 4주령 체중이 321g, 16주령 1,395g, 40주령 2,860g으로 조사되었으며 사료섭취량(g/수/일)에 있어서는 각각 39g일, 75g, 145g인 것으로 조사되었다. 2019년도에는 체중이 각각 386g, 1,418g, 2,748g 으로 큰 변화는 없었고, 사료섭취량(g/수/일)에 있어서도 10주령, 16주령, 40주령 각각 68g, 82g, 138g로 조사되었다.

그러나 모계의 수당 산란수는 2018년도에는 20주령, 30주령, 40주령 각각 0.03개/수, 0.86, 0.79개인 반면 2019년도에는 각각 0.09개/수, 0.93, 0.82개로써 전년도에 비해 산란능력이 104~300% 증가한 것으로 조사되었다.

부계의 경우는 2018년도에는 4주령 체중이 434g에서 16주령 2,232g, 40주령 3,900g으로 조사되었는데, 2019년도에는 각각 667g, 2,232g, 4,212g으로 전년에 비해 증가한 것으로 조사되었다. 1일 수당 사료섭취량에 있어서는 2018년도에서 4주령, 16주령, 40주령 각각 49g/수/일, 92g, 130g인 것인 반면 2019년에는 각각 52g/수/일, 120g, 140g으로 요구량이 늘어났는데 이는 증체량이 증가한 것에 기인하는 것으로 판단된다.

[표 3-19] PS 주령별 생산성 조사(평사 기준, 2018년 입식)

구 분		주 령								
		4	8	12	16	20	30	40	50	60
모계	조사 수수(수)	200	200	200	200	100	100	100	100	100
	체중(g)	321	625	1,012	1,395	1,831	2,492	2,860	3,020	3,215
	사료섭취량(g/수/일)	39	52	63	75	96	149	145	143	141
	산란수(개)					3	86	79	72	58
	산란수(개/수)					0.03	0.86	0.79	0.72	0.58
부계	조사 수수(수)	60	60	60	60	40	20	20	20	20
	체중(g/수/일)	434	937	1,560	2,232	2,710	3,690	3,900	4,100	4,300
	사료섭취량(g/수/일)	49	65	78	92	108	129	130	133	135

[표 3-20] PS 주령별 생산성 조사(케이지 기준, 2019년 입식)

구 분		주 령								
		4	6	10	16	20	30	40	50	60
모계	조사 수수(수)	581	578	566	564	563	555	543		
	체중(g)	386	590	1,323	1,418	2,067	2,642	2,748		
	사료섭취량(g/수/일)	무	무	68	82	101	139	138		
	산란수(개)					50.7	516.2	445.3		
	산란수(개/수)					0.09	0.93	0.82		
부계	조사 수수(수)	50	50	50	30	20	20	20		
	체중(g/수/일)	667	1,311	1,640	2,232	3,055	4,059	4,212		
	사료섭취량(g/수/일)	52	60	80	120	135	140	140		

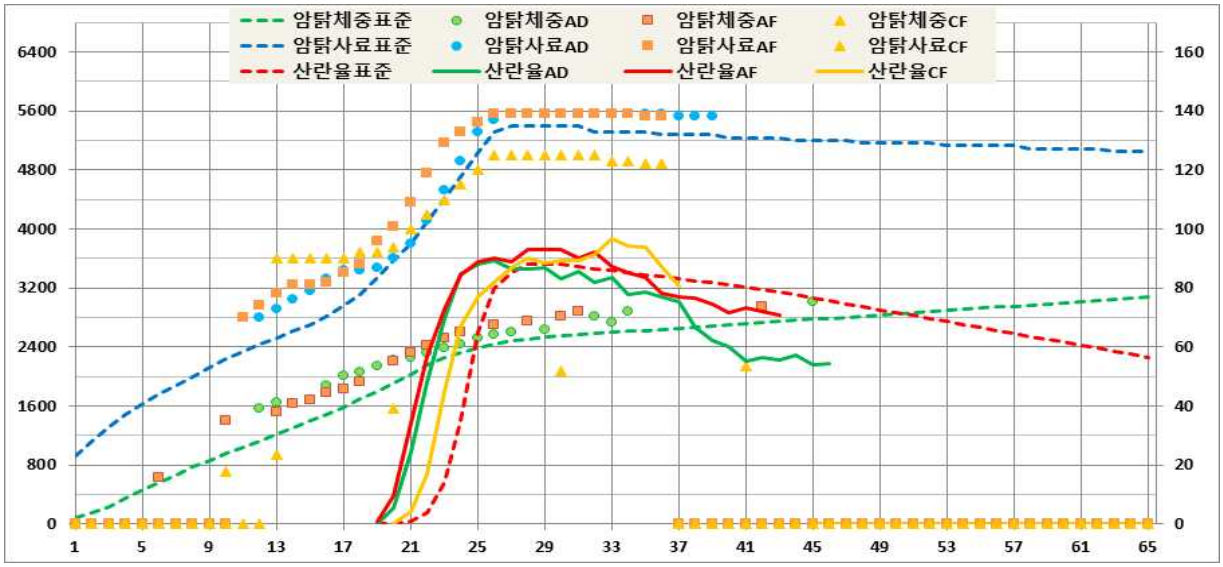
2020년도 입식 종계(PS)에 대한 생산성 조사에서는 모계의 경우 6주령 체중이 816g 에서 16주령 1,369g, 40주령 2,781g으로 조사되었으며 사료섭취량에 있어서는 각각 44g, 70g, 136g인 것으로 조사되었고, 부계의 경우는 6주령 체중이 979g 에서 16주령 1,766g, 40주령 3,949g으로 조사되었으며 사료섭취량에 있어서는 각각 56g, 82g, 145g인 것으로 조사되었다.

[표 3-21] PS 주령별 생산성 조사(케이지 기준, 2020년 입식)

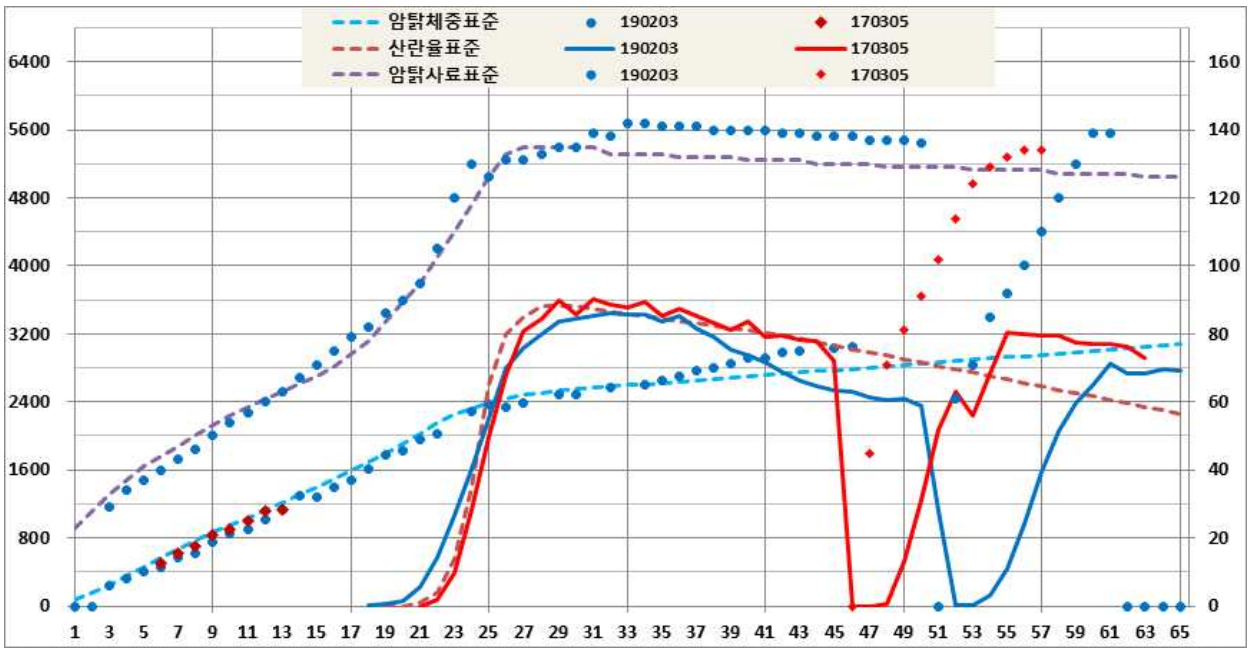
구분		주 령							
		4	6	10	16	20	30	40	50
모계	조사 수수(수)		1,900	1,900	1,700	1,700	1,640	1,600	1,550
	체중(g)		816	1,173	1,369	2,000	2,624	2,781	2,901
	사료섭취량(g/수/일)		44	56	70	88	136	136	134
	산란수(개)					98	1,428	1,221	1,096
	산란수(개/수)					0.06	0.87	0.76	0.71

부계	조사 수수(수)		100	100	84	80	78	75	72
	체중(g/수/일)		979	1,419	1,766	2,640	3,512	39,49	4,515
	사료섭취량(g/수/일)		56	67	82	123	145	145	145

이상과 같이 소래축산에서는 **종계(PS)의 교배조합별 주령별 사료섭취량, 체중, 산란율 등의 생산성을 지속적으로 조사하여 표준 생산곡선을 작성하고 비교 지표로 활용하고 있는 것을 보면 종계 육종관리 체계가 더욱 발전되어 가고 있어 기대가 된다.** [그림 3-4, 3-5]



<그림 3-4> 교배조합별 주령별 사료요구량, 체중, 산란율과 표준곡선 작성 및 비교



<그림 3-5> 종계(AD)의 연도별 사료요구량, 체중, 산란율과 표준곡선 작성 및 비교

나. 실용계의 생산성 능력 비교

2019년도 실용계 생산성 조사 [표 3-22] 에서는 암컷의 경우 12일령 체중이 186g에서 44일령 1,084g, 65일령 1,803g으로 조사되었으며 사료섭취량은 사육 종료 시에 일괄 산정하고 있다. 반면, 수컷의 경우는 12일령 247g 에서 44일령 1,442g, 65일령 2,373g으로 조사되었다.

2020년도에는 암컷의 경우 12일령 체중이 205g 에서 44일령 1,307g, 71일령 2,044g으로 조사되었으며 수컷의 경우는 12일령 225g 에서 44일령 1,525g, 71일령 2,540g으로 조사되었다.

2019년도 실용계의 초기단계(12일), 중기단계(32일), 후기단계(27일)를 거치면서 사료요구율(FCR)은 1.68, 2.59, 3.17로 증가하는 반면 일당증체량 또한 각각 14.2g, 32.7g, 38.4g으로 증가함을 알 수 있고, 2020년도에는 초기단계(14일), 중기단계(34일), 후기단계(22일) 기준으로 사료요구율(FCR)은 2.00, 2.66, 3.02로 증가하는 반면 일당증체량 또한 각각 16.1g, 33.9g, 39.7g으로 증가함을 알 수 있다.

[표 3-22] 실용계 생산성 조사(2019)

구 분			일 령								
			12일령			44일령			65일령	71일령	
암컷	조사 수수(수)		1000			1000			1000	1000	
	체중(g)		186			1,084			1,803	1,963	
수컷	조사 수수(수)		1000			1000			1000	1000	
	체중(g)		247			1,442			2373.4	2,637	
평체			216			1,262			2,088	2,300	
기초 체중	일당 증체	육성 율	초기단계(12일)			전기단계(32일)			후기단계(27일)		
			사료량	FCR	증체량	사료량	FCR	증체량	사료량	FCR	증체량
45.6	32.2	98%	286	1.68	170.4 (14.2)**	2,714	2.59	1,046 (32.7)	3,286	3.17	1,038 (38.4)

* 사료급이량/체중-기초체중

* 전체 사료효율 사료량/체중=효율 6,286/2,300=2.733

[표 3-23] 실용계 생산성 조사(2020)

구 분			일 령			
			12일령	44일령	65일령	71일령
암컷	조사 수수(수)		430	420		415
	체중(g)		205	1,307		2,044
	사료섭취량(g)		79	3,194		5,436
수컷	조사 수수(수)		400	395		390
	체중(g)		225	1,525		2,540
	사료섭취량(g)		103	3,882		7,033
평체			259	1,410		2,283
기초	일당	육성	초기단계(14일)	전기단계(34일)		후기단계(22일)

체중	증체	율	사료량	FCR	증체량	사료량	FCR	증체량	사료량	FCR	증체량
33	31.7	97%	452	2.00	226 (16.1)	3,067	2.66	1,151 (33.9)	2,640	3.02	873 (39.7)

* 사료급이량/체중-기초체중

* 전체 사료효율 사료량/체중=효율 6,159/2,283=2.698

2021년도 실용계 생산성 조사에서는 암컷의 경우 12일령 체중이 248g 에서 42일령 1,032g, 70일령 10,930g으로 조사되었으며 반면, 수컷의 경우는 12일령 274g 에서 42일령 1,238g, 70일령 2,619g으로 분석되었다. 사료요구율(FCR)은 초기단계 14일령에서는 1.97인 반면 전기단계에서는 2.50, 후기단계는 3.13으로 급속히 증가하고 있음을 볼 수 있다.

[표 3-24] 실용계 생산성 조사(2021)

구분			주 령					
			12일령	42일령	63일령	70일령		
암컷	조사 수수(수)		100	50	50	50		
	체중(g)		248	1,032	1,717	1,930		
	사료섭취량(g)		428	2,468	4,560	5,550		
	산란수(개)							
수컷	조사 수수(수)		100	50	50	50		
	체중(g)		274	1,238	2,244	2,619		
	사료섭취량(g)		465	2,803	5,656	6,853		
평체			261	1,135	1,980	2,274		
기초 체중	일당 증체	육성율	초기단계(14일)			전기단계(28일)		
			사료량	FCR	증체량	사료량	FCR	증체량
36	32	96.8	447	1.97	225	2,189	2.50	874

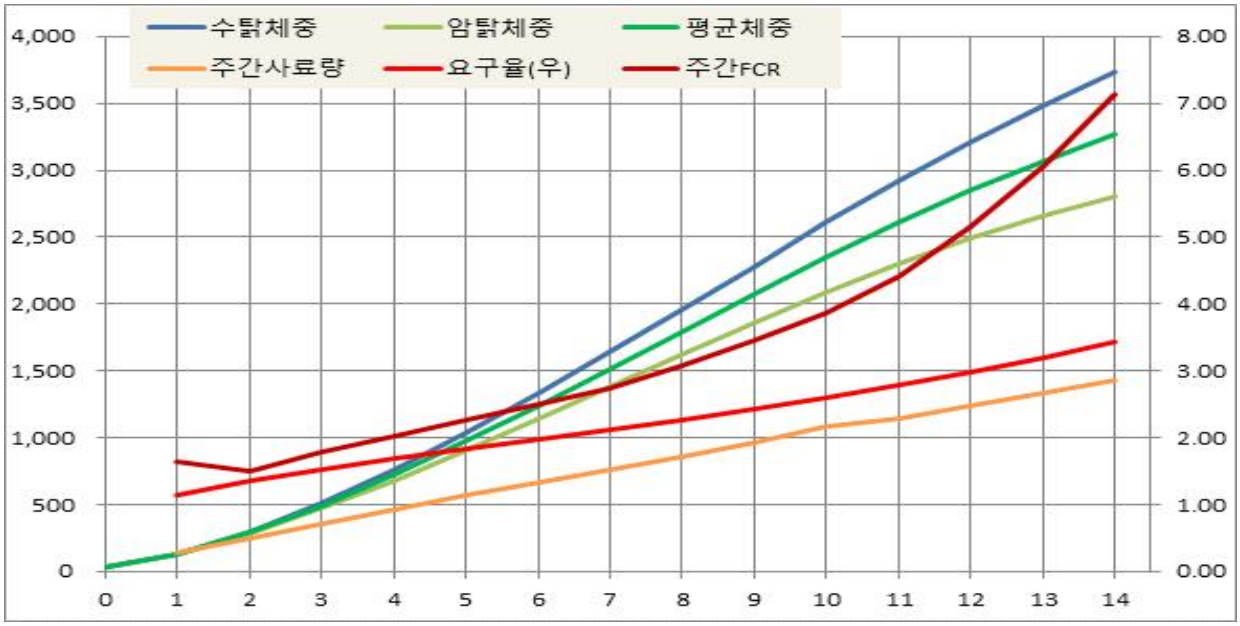
후기단계(28일)		
사료량	FCR	증체량
3,566	3.13	1,140

* 사료급이량/체중-기초체중

* 전체 사료효율 사료량/체중=효율 6,202/2,274=2.73

이상에서 본 바와 같이 기록의 신뢰성이 확보된 2019년부터 2021년 3개년의 실용계 증체량을 비교해 보면 초기단계(12~14일)에서는 170.4~225g, 전기단계(34~28일) 874~1,151g, 후기단계(22~28일) 873~1,140g 으로 2021년도 실용계가 가장 높았으나, 일당증체량, 육성율을 종합적으로 비교해 보면 년도간 큰 차이는 나타나지 않았다. 전기간 사료요구율에 있어서도 2019년 2.733인데 비해 2020년도에는 2.698로써 2021년도에는 2.73으로 큰 차이는 없었다.

<그림 3-6>는 실용계 주령별 표준능력 그래프로써 소래축산에서 능력조사 결과와 비교하는 지표로 활용하고 있다.



<그림 3-6> 실용계 주령별 표준 능력

다. 실용계 육질분석

소래토종닭 실용계의 생산성 조사에 이어 5주령(암컷 20수, '21.03.19.)과 10주령(수컷 20수, '21.04.27.)에 대한 육질 검사를 순천대학교에 의뢰한 바, 그 결과는 아래와 같다.

(1) 5주령 소래닭 가슴살 및 다리살의 육질특성 비교 분석

(가) pH, 지방, dipeptide

pH는 식육의 품질을 결정하는 중요한 요인으로 pH에 따라 신선도, 보수성, 연도, 조직감, 육색 등이 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 이전의 연구에 따르면 토종닭 가슴육의 pH는 일반육계보다 pH가 낮은 것으로 보고되어 있다. 5주령 소래닭 가슴살 및 다리살은 5주령 GSP 2계통(C, D) 보다 높은 pH 값을 나타내었다. 지방함량은 가슴살의 경우 소래닭과 GSP 2계통과는 유의적인 차이는 없었으나, 소래닭 가슴살의 지방함량이 다소 낮게 측정되었다. 다리살의 경우 소래닭이 GSP D 보다 유의적으로 높은 지방함량을 나타내었다.

항산화성 기능성 펩타이드로 알려진 carnosine(β-alanyl-L-histidine)과 anserine(β-alanyl-L-1-methylhistidine)은 소, 돼지, 닭과 같은 척추동물의 골격근과 신경 조직에 주로 분포하고 있으며, 금속 킬레이터와 유리 라디칼 소거제로 작용한다(Chan and Decker, 1994). 또한 세포막을 보호하고, 유리 라디칼과 같은 신체 독소를 제거하고 완충효과와 면역작용을 하는 대식세포 조절 기능을 지니고 있다(Boldyrev and Severin, 1990). 가슴살의 경우 소래닭의 carnosine과 anserine 함량이 GSP 2계통에 비해 낮았고, 다리살의 경우 anserine 함량에서만 소래닭이 GSP 2계통에 비해 낮았다.

[표 3-25] 5주령 소래닭과 GSP 2계통 가슴살 및 다리살의 pH, 지방함량, 항산화성 펩타이드 성분 비교

5주령 암컷		소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
가슴살	pH	6.33[a]	5.83[b]	5.88[b]	0.02
	Fat (%)	0.81	1.14	1.15	0.12

	Carnosine (mg/100g)	193.53[b]	248.19[a]	242.47[a]	7.33
	Anserine (mg/100g)	539.47[c]	638.31[a]	607.79[b]	6.49
다리살	pH	7.08[a]	6.54[b]	6.54[b]	0.21
	Fat (%)	4.93[a]	4.16[ab]	3.35[b]	0.39
	Carnosine (mg/100g)	103.31	111.89	109.52	3.81
	Anserine (mg/100g)	227.73[b]	256.07[a]	259.45[a]	5.03

(나) 지방산

지방산 조성의 결과는 가슴살(표 1.3)과 다리살(표 1.4)로 나누어 나타내었다. 개별 지방산은 고기의 맛뿐만 아니라, 조리 중 열에 의한 지방 분해나 휘발성 물질을 만듦으로써 풍미 형성에 중요한 역할을 한다. Oleic acid(18:1)는 계육의 지방산 함량 중 가장 높은 함량을 차지하는 단일 불포화 지방산으로서 식육의 맛과 향에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 또한, 일부 다가 불포화 지방산의 경우 식육의 감칠맛(umami)에 관여하고, 특히 arachidonic acid(20:4)는 육계보다 토종닭에서 특징적으로 높은 함량을 지닌 지방산으로 알려져 있다.

가슴살의 주요 지방산 조성은 올레산(18:1), 팔미트산(16:0), 리놀레산(18:2), 스테아르산(18:0), 아라키돈산(20:4) 순으로 나타났다. 혈중 지질함량 및 콜레스테롤 함량을 낮춘다고 보고된 n-6 지방산인 리놀레산(18:2)은 소래닭에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며, 대표적인 n-3 지방산인 리놀렌산(18:3)도 역시 소래닭에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈다. 토종닭에서 특징적으로 나타나는 아라키돈산(20:4) 비율은 소래닭에서 GSP 2계통 보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 감칠맛과 깊은 맛과 향미에 관여하는 다가불포화지방산(PUFA)은 소래닭에서 GSP 2계통 보다 유의적으로 높게 나타났다. 다리살도 가슴살과 마찬가지로, 소래닭의 불포화 지방산(PUFA) 비율이 GSP 계통에 비해 높은 유사한 패턴의 지방산 조성을 나타내었다.

[표 3-26] 5주령 소래닭 및 GSP 2계통 가슴살의 지방산 조성

Fatty acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
14:0	0.43	0.39	0.43	0.03
16:0	20.80[b]	21.81[a]	21.91[a]	0.25
16:1	2.31	2.69	2.43	0.23
18:0	9.89	10.12	10.16	0.3
18:1	29.76	28.42	27.81	0.94
18:2	19.38[a]	17.67[b]	17.92[b]	0.14
18:3	0.36[a]	0.29[b]	0.30[b]	0.01
20:2	0.53	0.43	0.43	0.03
20:3	1.37	0.38	1.40	0.08
20:4	7.94	7.17	7.18	0.41
20:5	0.25	0.24	0.23	0.02
22:6	0.69[b]	0.83[ab]	0.88[a]	0.05
24:1	1.78	1.58	1.58	0.08
SFA	31.11[b]	32.32[a]	32.50[a]	0.15

UFA	64.37[a]	60.69[b]	60.17[b]	0.51
MUFA	33.84	32.69	31.83	1.08
PUFA	30.52[a]	27.99[b]	28.35[b]	0.63
UFA/SFA	2.07[a]	1.88[b]	1.85[b]	0.02
n-6/n-3	10.52	9.25	9.27	0.39

SFA: 포화지방산, 탄소간 이중결합이 없는 지방산, UFA: 불포화지방산, 탄소간 이중결합이 있는 지방산
MUFA: 단가불포화지방산, 이중결합 갯수가 하나인 지방산
PUFA: 다가불포화지방산, 이중결합 갯수가 두 개 이상인 지방산

[표 3-24] 5주령 소래닭 및 GSP 2계통 다리살의 지방산 조성

Fatty acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
12:0	0.04	0.04	0.03	0.01
14:0	0.74	0.77	0.77	0.01
16:0	21.80[b]	22.61[a]	22.48[a]	0.16
16:1	4.24[b]	5.35[a]	5.01[a]	0.13
18:0	7.90[a]	7.26[b]	7.58[ab]	0.16
18:1	38.44	38.15	37.10	0.60
18:2	20.34[a]	17.97[b]	18.08[b]	0.22
18:3	0.46[a]	0.34[b]	0.34[b]	0.01
20:2	0.23[a]	0.17[c]	0.20[b]	0.01
20:3	0.38	0.40	0.46	0.02
20:4	3.22	2.61	3.05	0.23
20:5	0.06	0.05	0.04	0.00
22:6	0.25	0.23	0.30	0.03
24:1	0.69	0.58	0.68	0.05
SFA	30.49	30.88	30.85	0.17
UFA	68.30[a]	65.84[b]	65.26[b]	0.26
MUFA	43.37	44.08	42.79	0.62
PUFA	24.93[a]	21.77[b]	22.47[b]	0.44
UFA/SFA	2.24[a]	2.13[b]	2.12[b]	0.02
n-6/n-3	20.83[a]	20.26[ab]	18.81[b]	0.50

SFA: 포화지방산, 탄소간 이중결합이 없는 지방산, UFA: 불포화지방산, 탄소간 이중결합이 있는 지방산
MUFA: 단가불포화지방산, 이중결합 갯수가 하나인 지방산
PUFA: 다가불포화지방산, 이중결합 갯수가 두 개 이상인 지방산

(다) 유리아미노산

유리아미노산은 수용성 물질로서 고기의 풍미에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있고, 각각의 아미노산은 단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛 및 MSG와 같은 맛으로 구분된다. 시중 조미료로 판매되는 MSG와 같은 감칠맛을 가지는 것으로 알려진 glutamic acid는 정미에 가장 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 가슴살의 유리아미노산 조성은 표 1.4에 나타내었다.

감칠맛(Umami)과 관련 있는 glutamic acid의 함량은 GSP 2계통보다 소래닭에서 유의적으로

높게 나타났다. 단맛, 짠맛, 신맛이나 감칠맛을 나타내는 아미노산으로 알려진 threonine, serine, asparagine, glycine, alanine, lysine 등은 소래닭에서 높게 나타났고, 쓴맛 계열의 맛을 나타내는 아미노산인 valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine 등은 GSP 2계통에서 낮게 나타났다. Non-bitter A.A./bitter A.A. 비율은 소래닭보다 GSP 2계통에서 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 소래닭이 GSP 닭보다 상대적으로 쓴맛 계열의 유리아미노산 비율이 많다는 것을 의미한다.

[표 3-28] 5주령 소래닭 및 GSP 2계통 가슴살의 유리아미노산 조성

Free amino acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
Taurine	3.71[b]	9.12[a]	8.85[a]	0.41
Aspartic acid	5.51	5.70	5.66	0.26
Threonine	6.98[a]	6.01[b]	6.59[a]	0.19
Serine	9.89[b]	10.72[a]	10.68[a]	0.14
Asparagine	1.28	1.26	1.35	0.05
Glutamic acid	10.38[a]	7.78[b]	7.84[b]	0.14
Glycine	9.12[a]	8.50[b]	8.87[ab]	0.15
Alanine	13.86[c]	17.66[a]	16.90[b]	0.24
Valine	6.52[a]	4.71[b]	4.15[b]	0.54
Methionine	2.93[b]	4.06[a]	3.82[a]	0.09
lsoleucine	4.10[a]	3.63[b]	3.51[b]	0.09
Leucine	7.94	8.00	7.89	0.10
Tyrosin	3.72	3.52	4.11	0.19
Phenyalanine	3.35[a]	2.94[b]	2.84[b]	0.08
Histidine	3.23[a]	1.92[b]	2.07[b]	0.10
Lysine	7.50[a]	4.51[b]	4.86[b]	0.25
Non-bitter A.A.	57.54[a]	56.11[b]	56.16[b]	0.23
Bitter A.A.	28.06[a]	25.26[b]	24.28[b]	0.60
Non-bitter/Bitter A.A.	2.05[b]	2.22[a]	2.33[a]	0.06

(2) 10주령 소래닭 가슴살 및 다리살의 육질특성 비교 분석

(가) pH, 지방, dipeptide

pH는 식육의 품질을 결정하는 중요한 요인으로 pH에 따라 신선도, 보수성, 연도, 조직감, 육색 등이 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 이전의 연구에 따르면 토종닭 가슴육의 pH는 일반육계보다 pH가 낮은 것으로 보고되어 있다. 10주령 소래닭 가슴살 및 다리살은 10주령 GSP 2계통(C, D) 보다 높은 pH 값을 나타내었고, 5주령과 10주령 모두 소래닭에서 높은 pH를 나타내었다. 지방함량의 경우 소래닭과 GSP 2계통의 가슴살, 다리살 모두 유의적인 차이가 없었다.

항산화성 기능성 펩타이드로 알려진 carnosine(β-alanyl-L-histidine)과 anserine(β-alanyl-L-1-methylhistidine)은 소, 돼지, 닭과 같은 척추동물의 골격근과 신경 조직에 주로 분포하고 있으며, 금속 킬레이터와 유리 라디칼 소거제로 작용한다(Chan and Decker, 1994). 또한 세포막을 보호하고, 유리 라디칼과 같은 신체 독소를 제거하고 완충효과와 면역작용을 하는 대식세포 조절 기능을 지니고 있다(Boldyrev and Severin, 1990). 가슴살의 carnosine은 소래닭이 GSP 2계통에 비해 낮았고, anserine은 품종간 유의적인 차이가 없었다. 다리살의 carnosine은 소래닭이 GSP D계통보다 유의적으로 낮았고, anserine은 소래닭이 GSP 2계통에 비해 낮았다.

[표 3-29] 10주령 소래닭과 GSP 2계통 가슴살 및 다리살의 pH, 지방함량, 항산화성 펩타이드 성분 비교

10주령 수컷		소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
가슴살	pH	5.97[a]	5.75[b]	5.73[b]	0.02
	Fat (%)	1.17	1.18	1.29	0.08
	Carnosine (mg/100g)	191.76[ab]	177.23[b]	210.46[a]	8.95
	Anserine (mg/100g)	679.84	693.89	681.30	9.96
다리살	pH	6.69[a]	6.34[b]	6.30[b]	0.03
	Fat (%)	3.03	3.13	3.02	0.30
	Carnosine (mg/100g)	98.38[b]	97.67[b]	119.20[a]	5.20
	Anserine (mg/100g)	264.98[b]	309.90[a]	316.04[a]	9.46

(나) 지방산

지방산 조성의 결과는 가슴살(표 2.2)과 다리살(표 2.3)로 나누어 표에 나타내었다. 개별 지방산은 고기의 맛뿐만 아니라, 조리 중 열에 의한 지방 분해나 휘발성 물질을 만듦으로써 풍미 형성에 중요한 역할을 한다. Oleic acid(18:1)는 계육의 지방산 함량 중 가장 높은 함량을 차지하는 단일 불포화 지방산으로서 식육의 맛과 향에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 또한, 일부 다가 불포화 지방산의 경우 식육의 감칠맛(umami)에 관여하고, 특히 arachidonic acid(20:4)는 육계보다 토종닭에서 특징적으로 높은 함량을 가진다고 알려져 있다.

가슴살의 주요 지방산 조성은 올레산(18:1), 팔미트산(16:0), 리놀레산(18:2), 스테아르산(18:0), 아라키돈산(20:4) 순으로 나타났다. 혈중 지질함량 및 콜레스테롤 함량을 낮춘다고 보고된 n-6 지방산인 리놀레산(18:2)은 소래닭에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며, 대표적인 n-3 지방산인 리놀렌산(18:3)은 소래닭에서 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 토종닭에서 특징적으로 나타나는 아라키돈산(20:4)은 소래닭에서 GSP 2계통보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 감칠맛과 깊은 맛과 향미에 관여하는 다가불포화지방산(PUFA)은 소래닭에서 GSP 2계통보다 유의적으로 높게 나타났다.

[표 3-30] 10주령 소래닭 및 GSP 2계통 가슴살의 지방산 조성

Fatty acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]

14:0	0.52[a]	0.50[a]	0.40[b]	0.28
16:0	20.42[b]	22.35[a]	22.13[a]	0.22
16:1	1.94	2.54	2.14	0.20
18:0	9.41	9.30	9.84	0.21
18:1	28.62	28.10	26.52	0.85
18:2	17.75[a]	15.49[b]	15.28[b]	0.33
18:3	0.26	0.23	0.22	0.01
20:2	0.37[a]	0.30[b]	0.36[a]	0.01
20:3	0.89[b]	1.00[b]	1.19[a]	0.05
20:4	9.28	8.81	9.70	0.55
20:5	0.12[b]	0.17[a]	0.18[a]	0.01
22:6	0.96	1.00	1.07	0.07
24:1	2.34	2.05	2.38	0.12
SFA	30.35[b]	32.16[a]	32.37[a]	0.24
UFA	62.52[a]	59.68[b]	59.03[b]	0.50
MUFA	32.89	32.69	31.04	0.93
PUFA	29.63[a]	26.99[b]	27.99[b]	0.50
UFA/SFA	2.06[a]	1.86[b]	1.82[b]	0.03
n-6/n-3	12.35[a]	10.36[b]	9.61[b]	0.30

SFA: 포화지방산, 탄소간 이중결합이 없는 지방산, UFA: 불포화지방산, 탄소간 이중결합이 있는 지방산
MUFA: 단가불포화지방산, 이중결합갯수가 하나인 지방산
PUFA: 다가불포화지방산, 이중결합갯수가 두 개 이상인 지방산

다리살의 주요지방산 조성은 올레산(18:1), 팔미트산(16:0), 리놀레산(18:2), 스테아르산(18:0), 아라키돈산(20:4) 순으로 나타났고, 식육의 맛과 향에 큰 영향을 미치는 올레산(18:1)은 소래닭에서 GSP 계통보다 낮게 나타났다. 혈중 지질함량 및 콜레스테롤 함량을 낮춘다고 보고된 n-6 지방산인 리놀레산(18:2)은 소래닭에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며, 대표적인 n-3 지방산인 리놀렌산(18:3)은 소래닭에서 GSP 계통보다 유의적으로 높은 함량을 나타냈다. 토종닭에서 특징적으로 나타나는 아라키돈산(20:4)은 소래닭에서 GSP D보다 높게 나타났다. 감칠맛과 깊은 맛과 향미에 관여하는 다가불포화지방산(PUFA)은 소래닭에서 GSP 2계통(C, D)보다 유의적으로 높게 나타났다.

[표 3-31] 10주령 소래닭 및 GSP 2계통 다리살의 지방산 조성

Fatty acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
12:0	0.04[b]	0.05[a]	0.04[b]	0.00
14:0	0.77	0.80	0.82	0.02
16:0	20.88[b]	22.17[a]	22.36[a]	0.22
16:1	3.29[c]	4.88[b]	5.36[a]	0.15
18:0	8.81[a]	7.99[b]	7.53[b]	0.16
18:1	33.93[b]	35.05[ab]	35.81[a]	0.43
18:2	22.10[a]	18.02[b]	18.00[b]	0.25
18:3	0.37[b]	0.39[ab]	0.42[a]	0.01
20:2	0.28[a]	0.22[b]	0.23[b]	0.01

20:3	0.40	0.43	0.45	0.01
20:4	4.95[a]	4.49[ab]	4.00[b]	0.19
20:5	0.05[b]	0.06[ab]	0.06[a]	0.00
22:6	0.49[a]	0.44[b]	0.34[c]	0.02
24:1	1.09	1.12	1.03	0.05
SFA	30.50[b]	31.01[a]	30.75[a]	0.19
UFA	66.96[a]	65.09[c]	65.68[b]	0.19
MUFA	38.32[b]	41.05[a]	42.20[a]	0.49
PUFA	28.64[a]	24.04[b]	23.48[b]	0.42
UFA/SFA	2.20[a]	2.10[b]	2.14[b]	0.02
n-6/n-3	20.95[a]	17.30[b]	17.64[b]	0.24

SFA: 포화지방산, 탄소간 이중결합이 없는 지방산, UFA: 불포화지방산, 탄소간 이중결합이 있는 지방산
MUFA: 단가불포화지방산, 이중결합갯수가 하나인 지방산
PUFA: 다가불포화지방산, 이중결합갯수가 두 개 이상인 지방산

(다) 유리아미노산

유리아미노산은 수용성 물질로서 고기의 풍미에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있고, 각각의 아미노산인 단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛 및 MSG와 같은 맛으로 구분된다. 시중 조미료로 판매되는 MSG와 같은 맛을 가지는 것으로 알려진 glutamic acid는 정미에 가장 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 가슴살의 유리아미노산 조성은 표 2.4에 나타내었다.

감칠맛과 관련 있는 glutamic acid의 조성은 소래닭보다 GSP 2계통(C, D) 에서 유의적으로 높게 나타났다. 단맛, 짠맛, 신맛이나 감칠맛을 나타내는 아미노산으로 알려진 threonine, serine, asparagine, glycine, alanine 등은 소래닭에서 높게 나타났고, 쓴맛 계열의 맛을 나타내는 아미노산인 valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine 등은 소래닭에서 GSP 2계통 보다 낮게 나타났다. Non-bitter A.A./bitter A.A. 비율은 소래닭과 GSP 2계통은 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

[표 3-32] 10주령 소래닭 및 GSP 2계통 가슴살의 유리아미노산 조성

Free amino acid (%)	소래닭	GSP C	GSP D	SEM[1]
Taurine	9.39[b]	12.37[a]	9.86[b]	0.61
Aspartic acid	2.68[b]	5.05[a]	4.83[a]	0.22
Threonine	3.64[b]	6.97[a]	7.39[a]	0.28
Serine	7.04[b]	11.72[a]	11.66[a]	0.21
Asparagine	0.85[b]	1.78[a]	1.81[a]	0.04
Glutamic acid	5.81[b]	8.04[a]	8.36[a]	0.18
Glycine	5.44[b]	8.74[a]	8.76[a]	0.14
Alanine	10.54[b]	14.92[a]	14.91[a]	0.19
Valine	3.31[b]	5.06[a]	5.26[a]	0.15
Methionine	1.98[b]	3.40[a]	3.65[a]	0.09
lsoleucine	2.09[b]	3.10[a]	3.48[a]	0.15

Leucine	4.60[b]	6.70[a]	7.58[a]	0.41
Tyrosin	2.44[b]	3.39[a]	3.50[a]	0.08
Phenyalanine	2.13[b]	2.57[a]	2.84[a]	0.10
Histidine	1.73	1.87	1.76	0.09
Lysine	3.73[b]	4.34[a]	4.37[a]	0.06
Non-bitter A.A.	36.08[b]	54.58[a]	54.70[a]	0.51
Bitter A.A.	15.83[c]	22.69[b]	24.56[a]	0.58
Non-bitter/Bitter A.A.	2.29	2.42	2.23	0.06

(3) 5주령 및 10주령 소래닭의 품질특성 비교

(가) 일반성분(수분, 조단백질, 지방, 조회분) 및 보수력

Baek et al.(2017)은 닭의 주령이 높을수록 수분함량이 낮음을 보고하였으며, 보수력은 식육의 연도, 조직감, 육색, 다즙성에 영향을 미치고 단백질 구조변화 및 이온강도 등에 따라 보수력이 향상하는 것으로 알려져 있다.

가슴살에서 수분함량은 5주령 소래닭이 10주령 소래닭보다 유의적으로 높았고, 보수력도 5주령 소래닭에서 10주령보다 유의적으로 높았다. 다리살에서 수분함량은 주령에 따른 유의적인 차이가 없었고, 보수력은 5주령 소래닭에서 10주령보다 유의적으로 높았다. 지방함량은 주령별 유의적 차이가 없었다.

[표 3-33] 5주령 및 10주령 소래닭의 육질 특성

		5주령 소래닭	10주령 소래닭	SEM
가슴살	수분	76.72[a]	75.97[b]	0.10
	조단백질	24.85[b]	25.24[a]	0.00
	조회분	0.84[a]	0.75[b]	0.00
	지방	0.82	1.18	0.14
	보수력	87.97[a]	82.17[b]	1.24
다리살	수분	76.00	76.86	0.44
	조단백질	21.79[b]	22.82[a]	0.00
	조회분	0.89[a]	0.80[b]	0.00
	지방	4.93	3.04	0.69
	보수력	93.11[a]	87.37[b]	0.92

(나) 육색

육색은 소비자들의 식육 및 육가공품 구매시 신선도를 판단하는 데 영향을 끼치는 중요한 요인이며, 일반적으로 소비자들은 적색도가 높고 부드러운 백색지방을 선호하는

것으로 알려져 있다. 육계의 사육일령이 증가할수록 가슴살과 다리살의 명도(L*)값은 높아지고, 적색도(b*)는 감소하는 경향을 나타내었다. 가슴살에서 황색도(b*)는 사육일령이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 다리살은 유의적인 차이가 없었다.

[표 3-34] 5주령 및 10주령 소래닭의 육색

		5주령 소래닭	10주령 소래닭	SEM
가슴살	L^*	51.88^b	56.59^a	0.94
	a^*	2.57^a	1.13^b	0.28
	b^*	8.52^a	6.16^b	0.58
다리살	L^*	49.49^b	55.36^a	1.43
	a^*	5.90^b	3.04^a	0.42
	b^*	8.21	8.92	0.47

4. 소래토종닭의 유전자원 등록

가축생명자원의 지속가능한 이용을 통한 다양성 확보 및 경쟁력 강화와 국내 보존·육성 품종(계통)의 권리보호 및 국제사회에 정보를 제공하기 위하여 국립축산과학원에서는『가축생명자원 관리 업무 규정(국립축산과학원 훈령제143호)』에 따른 국제식량농업기구(FAO) 가축유전자원정보시스템(DAD-IS)에 등재 신청을 공고 하였다.

이에 의거 소래축산의 코니쉬(2계통), 햄프셔(1계통), 로드아일랜드(1계통) 3품종 4계통을 신청하여 지역적응품종[1]으로 인정받아 등재 결정되었다.(2017. 12. 22.).

▷ **특징**
· 외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색

▷ **생산형질**
· 연간산란수수 : 약 135개
· 시산월령 : 평균 4.5개월령

▷ **성축 평균 체중**
· 암 3.6kg, 수 4.5kg

▷ **기타**
· 대한양계협회 순계(PL)로 등록
· 사육목적 : 육용

○ 소래코니쉬 A계통

1) 지역적응품종: 초기에는 외래자원이였지만, 오랜 기간 자연선택 등에 의해 해당 지역의 환경조건에 적응한 품종으로 초기 집단과는 유전적으로 차이를 보임.

	▷ **특징** · 외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색에 흑색빛 ▷ **생산형질** · 연간산란수수 : 약 105개 · 시산월령 : 평균 4.5개월령 ▷ **성축 평균 체중** · 암 4kg, 수 5kg ▷ **기타** · 대한양계협회 순계(PL)로 등록 · 사육목적 : 육용

○ 소래코니쉬 B계통

	▷ **특징** · 외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색 ▷ **생산형질** · 연간산란수수 : 약 162개 · 시산월령 : 평균 4.5개월령 ▷ **성축 평균 체중** · 암 2.8kg, 수 3.6kg ▷ **기타** · 대한양계협회 순계(PL)로 등록 · 사육목적 : 육용

○ 소래뉴햄프셔 C계통

	▷ **특징** · 외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색 ▷ **생산형질** · 연간산란수수 : 약 150개 · 시산월령 : 평균 4.5개월령 ▷ **성축 평균 체중** · 암 2.0kg, 수 2.5kg ▷ **기타** · 대한양계협회 순계(PL)로 등록 · 사육목적 : 육용

○ 소래로드아일랜드 D계통

<그림 3-7> DAD-IS 등록 순계

5. 순계 산란 계수 자동화 장치 개발 및 실용화 지원

가. RFID 산란 계수 시스템(2018)

○ 개발 목적

종계의 선발을 위해서는 산란계수가 중요하나 현장에서는 인력에 의해 수기 작업을 하고 있어, 노동력이 많이 소요될 뿐만 아니라 자료수집 등에 있어서 정확도를 높이는 것이 중요하므로, 종계사의 케이지별 산란데이터 수집 시 케이지별 고정코드 부여를 통해 자동 입력되도록 하고 그 결과를 엑셀파일로 제공할 수 있는 시스템을 개발하여 활용코자 하였음.

○ 시스템 개요

- 종계사의 각 케이지에 카드 형태의 RF ID tag를 부착
- 스마트폰에 설치된 어플을 사용하여, 산란한 케이지의 tag에 스마트폰을 접촉하여 산란수를 카운트
- 최종적으로 스마트폰에 저장된 자료를 PC의 database에 저장
- PC의 프로그램을 사용하여 저장된 산란기록을 검색하고, 엑셀파일로 출력함.

○ 스마트폰 어플

- RFID를 사용한 산란 카운트용 어플 제작
- 각 버튼은 오동작 방지를 위해 길게 눌러야 작동하도록 제작
- 잘못 카운트한 경우 정정 기능 제공
- TAG 정보 등록하기(카드 교체시)
- 케이지 일괄 정보를 PC로부터 가져오기
- 케이지 일괄 정보를 PC로 내보내기
- 수집한 산란정보를 PC로 내보내기
- 어플은 안드로이드 운영체제에 작동하도록 제작함.

○ PC용 프로그램

- TAG 정보 등록하기
- TAG 정보 스마트폰으로 내보내기
- TAG 정보 스마트폰에서 가져오기
- 산란정보 스마트폰에서 가져오기
- 수집한 산란정보를 엑셀파일로 내보내기
- 프로그램은 Windows 7 이상의 버전에서 사용

<그림 3-8> RFID 설치 및 스마트용 데이터 관리 앱

산란 테그관리 시스템

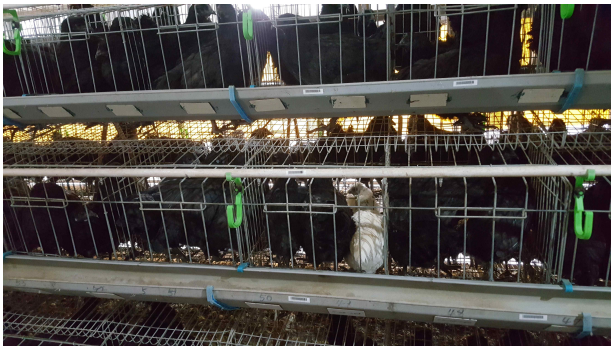
일일 산란 현황 조회

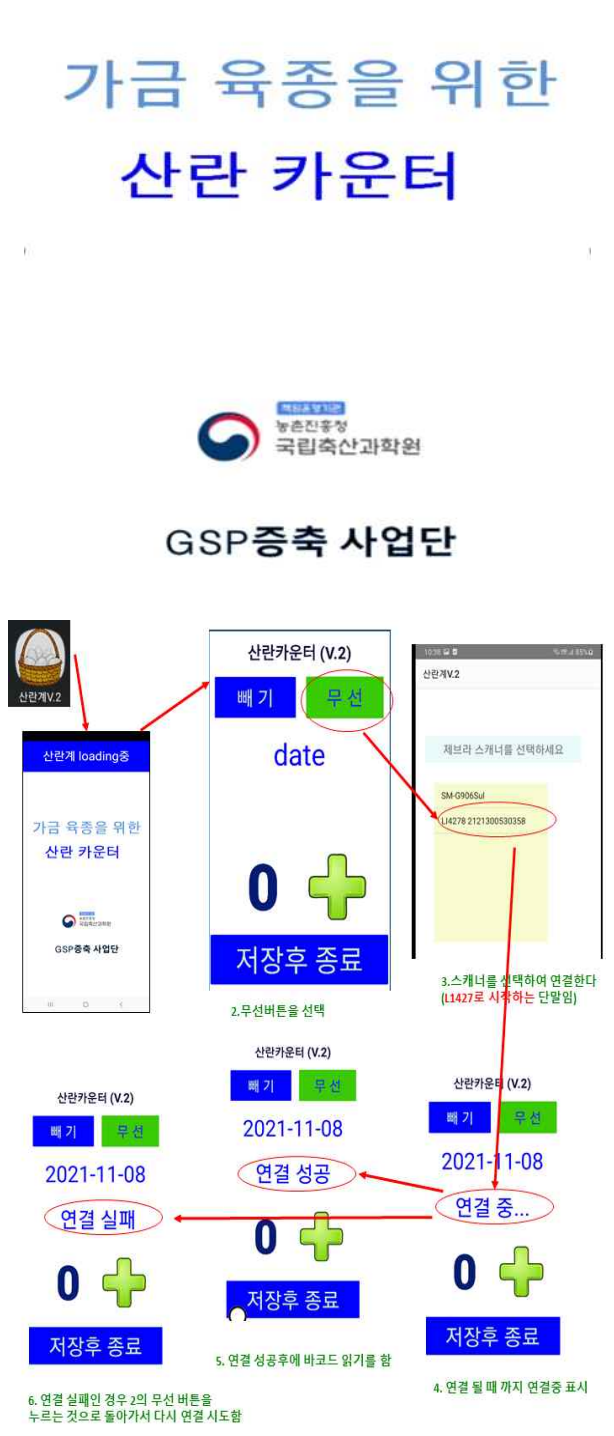
<그림 3-9> 산란 계수 시스템

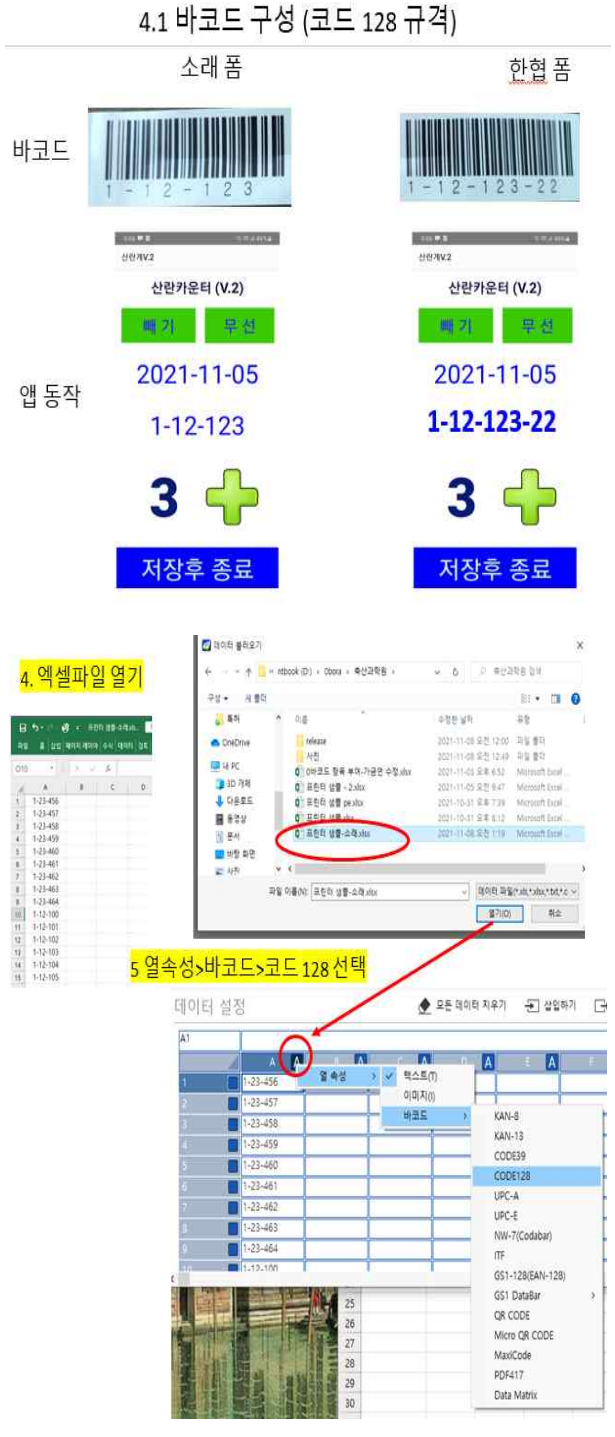
나. 바코드 산란 계수 시스템(2021)

2018년도 개발하여 현장에 실용화한 기존 RFID 시스템은 RFID tag의 잦은 탈락과 분실로 신규 등록번호 발급에 어려움이 있고, 계체별 고유번호와 케이지 번호, Tag정보와의 일치여부를 확인해야 하며 많은 수의 태그관리를 해야 할 경우 관리 시간 소요가 많았다. 또한 산란수 집계 앱 이용 시 조작 오류에 따른 부정확한 산란 정보가 수집 되거나 정보가 생성되지 않는 경우 발생하고 휴대폰이 안전 모드로 전환 될 시 카운트 기능이 정지한다던지 계군별 고유번호 부여 및 등록 시 번거로움이 상존하여 개선이 요구되었다.

이를 개선하기 위하여 기존의 산란 계수 DB 체계는 그대로 유지하되 RFID tag를 바코드 시스템로 변경하여 케이지 부착의 안정성과 계측의 용이성을 검토하고 산란계수를 위한 시스템 유지·보수의 효율성을 제고토록 개선하여 활용할 수 있도록 기술지원 하였다.







<그림 3-10> 산란 계수 시스템 (바코드 이용)

6. 해외수집 유전자원의 관리

가. 보존 내역

닭 유전자원은 2014년부터 국내 및 국외에 소재하고 있는 육종소재를 관련 정부 유관기관 1개소 및 민간기업 등을 통해 확보 추진하였으며, 수집된 실적은 국내 1종 및 국외 5종으로 총 6종의 종계와 종란을 수집하여 충남대학교 부속농장에서 외모 균일성, 체중, 산란성을 기반으로 3종은 도태, 나머지 3종은 보존 및 관리 중이었으나 1종은 번식성적 저하 등으로 최종 도태처리 되었다.

[표 3-35] 국외 닭육종소재 수집·보존 내역

구 분	2017년			2018년		
	계	암	수	계	암	수
해외 2호	76	28	48	81	56	25
해외 4호	84	44	40	93	43	50

그러나, 현재 보존되고 있는 해외 유전자원 2품종 역시 개체수가 적어 계대교체에 한계가 있으며, 근친의 영향에 따른 산란율(표 8) 저하 등 개체의 능력 퇴화가 현저히 나타나고 있다.

[표 3-36] 국외 닭육종소재 수집 유전자의 산란율(2018년)

조사기간	해외 2호	해외 4호
2/22~3/14	15.4	26.6
3/15~4/4	16	26.5
4/17~5/7	13.9	22.2
8/2~8/22	9.9	16

나. 해외수집 유전자원 질병검사 내역

해외수집 유전자원 계군에서 난계대전염병의 감염이 있는지를 확인하기 위하여 채혈하여 닭에 감염할 수 있는 난계대전염병인 Mycoplasma gallicepticum(MG), Mycoplasma synoviae(MS), 세망내피증(RE), 닭전염성빈혈(CIAV), 레오바이러스감염증(REO), 닭뇌척수염(AE), 조류백혈병(ALL), 추백리(SP), 가금티푸스(SG) 등 9개 항목에 대한 항체검사를 실시하였다. 검사결과 Mycoplasma gallicepticum(MG), Mycoplasma synoviae(MS), 세망내피증(RE) 등 백신접종으로 예방할 수 없는 난계대질병이 많은 개체에서 양성으로 나타나 청정계군을 유지하기 위해서는 철저한 사양관리와 오염계군의 도태처리를 통하여 새로운 계군을 조성하기 위한 노력이 필요한 것으로 판단되었다.

[표 3-37] 해외수집 유전자원 난계대전염병에 대한 항체검사 결과

검사질병	검사방법	양성수/검사수(양성율%)	비고
MG	ELISA 항체검사	5/160(3.1%)	
MS	ELISA 항체검사	140/160(87.5%)	
RE	ELISA 항체검사	40/160(25.0%)	
CIAV	ELISA 항체검사	68/160(42.5%)	백신접종
Reovirus	ELISA 항체검사	136/160(85.0%)	백신접종
AE	ELISA 항체검사	134/160(83.8%)	백신접종
ALL	ELISA 항체검사	0/160	
SP	평판응집	0/160	
SG	평판응집	0/160	

다. 해외수집 유전자원의 처리

위에서 검토되었던 바와 같이 보유 중인 해외유전자원 2품종에 대한 보존관리 상에 나타나는 문제점들은 크게 몇 가지로 정리된다.

첫째, 원산지 측면에서 나고야 의정서 발효('18.8.17 개시)에 따른 유전자원으로 활용 시 원산지 공개 및 해당국으로부터 사용 승인을 받아야 하며, 학술적으로는 활용할 수 있으나 상업화 시 종자권리에 대한 국가 간 분쟁의 소지가 있다. 둘째, 유전자원의 가치유지 측면에서 현재 주령이 높아(103주~73주) 부화율이 현저히 떨어지고 있으며, 균일도가 고정되지 않기 때문에 세대교체를 위한 후대 유전자원을 확보하기가 어렵다. 셋째, 질병관리 측면에서 난계대 질병이 만연되어 청정화가 곤란하다.

이러한 문제점들에 대해 보존 유전자원의 향후 관리방안에 대해 2차(1차 2018. 8. 30, 충남대, 2차 2018.11.15., 충남대)에 걸쳐 검토 회의를 가진 바, 주요 검토의견은 다음과 같았다.

○ 계통 확립에 계종당 100~300수 그리고 10년 정도의 기간 소요되나 확립이 되더라도 실용화가 곤란 할 것임. 육종소재로서 사용하기에 문제점이 있음.

○ 질병검사 결과 REO, RE, MS, CAV 등(검사일시 : '15.11.19, '16.12.02, '17.09.21, 총 3회) 난계대 질병의 감염이 제거되지 않고, 유전자원 활용 시 후대 계군의 난계대 질병의 문제가 근원적으로 해결되지 않고 있음.

○ 해외 유전자원을 활용하여 육종활동을 할 경우 제도적으로 자원원산지국 사전승인통보, 물질이전협정, 이행현황 보고 및 이익공유가 필요하며, 사전승인통보 및 물질이전 협정 없는 현 자원을 사용할 경우 "유전자원의 접근 및 이익 공유에 관한 나고야의정서"의 국제적 분쟁소지가 있음.

○ 따라서, 보존 보다는 도태하는 것이 바람직하다는 결론을 내렸다.

이상에서와 같이 4원교배 국산종계 개발에 필요한 육종소재 부족문제를 해결하고, 닭 육종소재를 최대한 확보하여 미래수요에 대비한다는 목적을 가지고 2014년도부터 GSP사업으로 추진해 왔던 해외유전자원의 수집 및 특성분석은 수집된 유전자원의 증식과 기초능력 검정 및 질병검진을 통하여 최종적으로 해외2호와 해외4호 각각 1계통이 유전자원으로서 가치가 있는 것으로 판단하였다. 따라서 체계적인 사양관리와 증식 과정을 통해 충분한 증식(계통별 200수 이상 확보)과 질병 청정화를 통해 유전자원보존기관에 위탁 이관 및 중복보존을 실시코자 하였으나, 위에서 지적된 이유들에 의해 도태하여 종결하는 것으로 결론이 도출됨으로써 2018년 12월 04일 그동안 보존 사육 중이던 충남대학교 동물자원연구센터(청양)에서 2품종 174수(프리머스록 93수, 코친 81수)에 대해 도태하여 매몰처리 하였다.

<그림 3-10> 해외 도입 유전자원 도태, 매몰처리

[표 3-38] 국외 닭육종소재 수집 유전자 도태 결과

도입일자	구분	종란수집지역	품종(추정)	검정결과	도태일
2014. 6.27	해외 1호	태국	샤모(소)	도태	2015. 1.19
2014. 7.13	국내 1호	한국(진주)	샤모(대)	도태	2016.10.15
2014. 9.26	해외 2호	중 국	프리머스록	도태	**2018.12.04**
2014. 9.26	해외 3호	중 국	품종미상	도태	2015. 1.19
2015. 4. 3	해외 4호	일 본	코친	도태	**2018.12.04**
2015. 4. 9	해외 5호	베트남	동타오	도태	2017. 3.20

제 2 절 제주흑돈 유전적 특성 구명 및 육종지원

1. 기초돈군 조성 및 연혁

제주 1992년에 농장을 설립하면서 제주축산진흥청 등 제주 전역에서 제주 재래돼지 자원을 수집하여 여기에 버크셔종을 일부 교잡해 제주길갈흑돈의 기초축군 조성되었다. 초기에는 주로 외모 선발하다가 2008년부터 (사)한국종축개량협회에 혈통부를 등록하기 시작하면서 본격적으로 혈통관리를 시작되었다. 2012년에는 마커도움선발(marker assisted selection)을 기반으로 흑모색 등 길갈흑돈의 외형적 기틀이 되었다.

[표 3-41] (사)제주흑돼지 생산자회 회원명부

구분	농장명	소재지	모돈두수(두)	비 고
1	**길갈축산**	**서귀포 남원**	721	
2	동축산업	제주 조천	300	
3	제일농장	제주 해안	204	
4	승광농장	제주 구좌	205	
5	명성농장	제주 한림	201	
6	향나무농장	제주 해안	270	
7	태흥축산	제주 해안	220	
8	EF축산	제주 애월	215	
9	태연농장	제주 구좌	211	
10	신제주농장	제주 한림	280	
11	승하농장	서귀포 안덕	146	
12	가시악축산	서귀포 대정	239	
13	돈마축산	제주 애월	340	
14	상용돈사	제주 한림	380	
15	성신농장	제주 애월	91	
16	새천년축산	제주 한림	210	
17	제주양돈	제주 애월	135	
18	거부양돈	서귀포 남원	471	
19	망오름농장	제주 한림	215	
20	금석농장	제주 한림	152	
21	영축산업	제주 조천	329	
22	동진팜	서귀포 대정	217	
23	대현농장	제주 한림	120	
24	현수농장	제주 한림	142	
25	신천영농	제주 애월	230	

제주흑돼지 전문종돈장 : 길갈축산영농조합법인
모돈규모 : 670두
품종 : 흑돼지 합성종

<그림 3-11> 길갈축산영농조합법인 현황

<그림 3-12> 길갈축산영농조합법인 연력

<그림 3-13> 길갈축산영농조합법인- 가축건강농장(PRRS음성 돈군)

<그림 3-14> 길갈축산영농조합법인 - 입구 전경

교배, 분만기록 현황 점검

임신돈

포유돈, 포유자돈

<그림 3-15> 길갈축산영농조합법인 현황-1

이유자돈

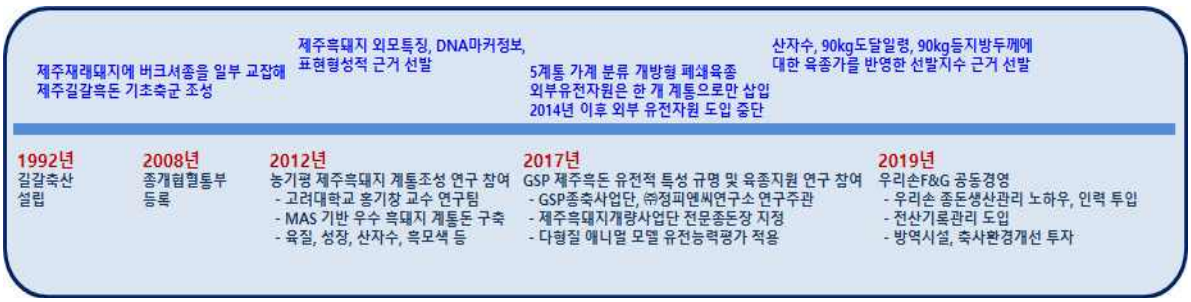
종모돈

쿨링시스템

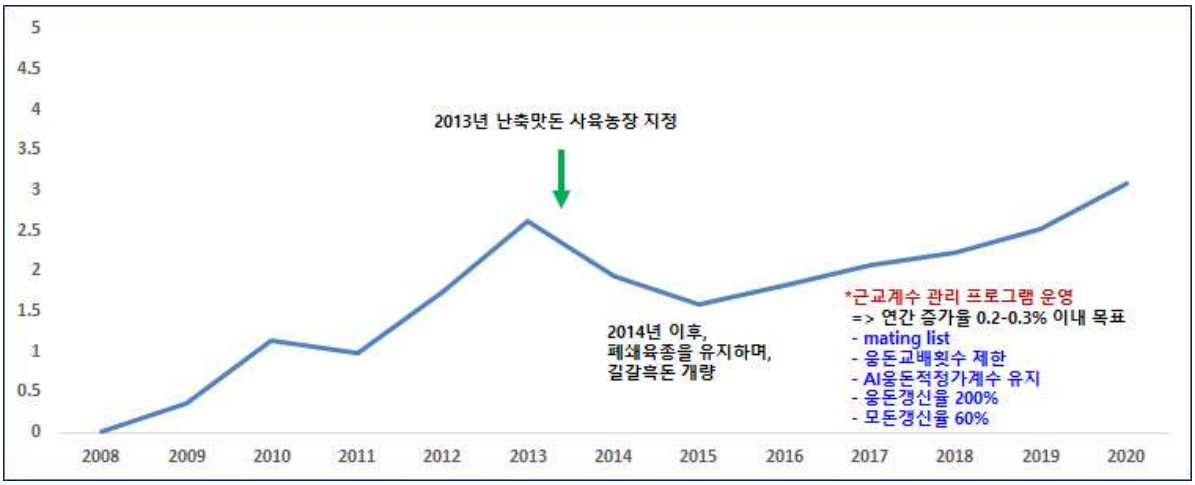
육성·비육돈

임신돈

<그림 3-16> 길갈축산영농조합법인 현황-2



<그림 3-17> 유전자원 조성 연혁

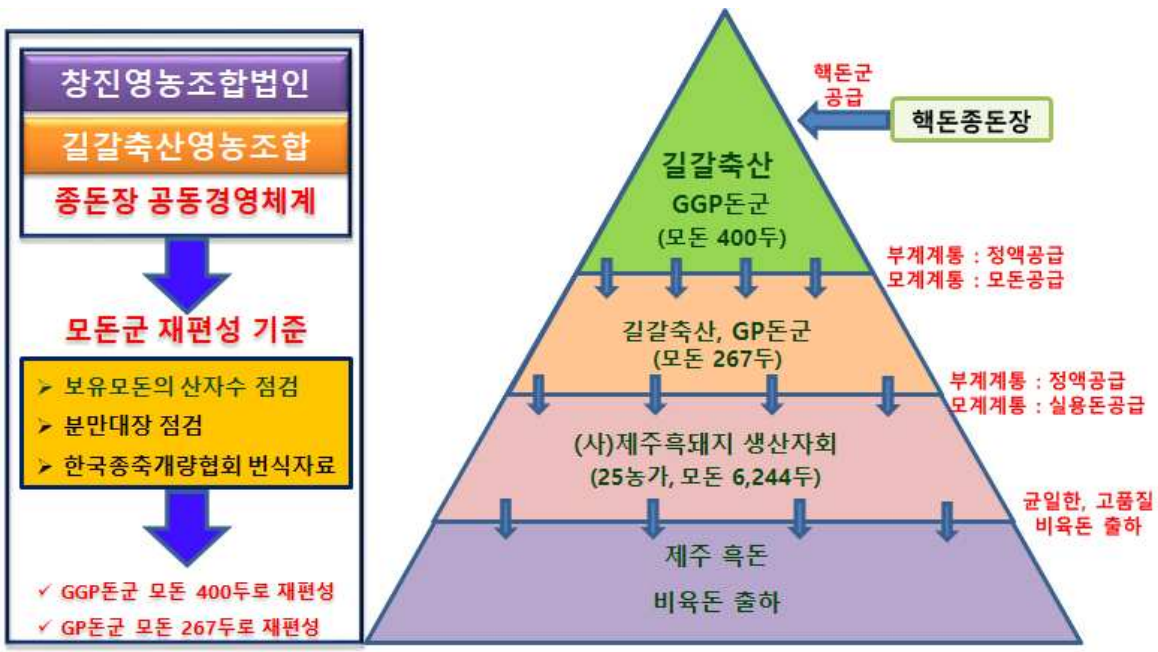


<그림 3-18> 연도별 근교계수 변화 추세

혈통기록을 기반으로 연도별 평균 근교계수 변화를 추정한 것이다. 기초축군을 조성한 이후에도 간헐적으로 외부 유전자 도입이 있었는데, 2013년에는 난축맛돈을 도입하면서 제주재래돼지 유전자를 보강하였고, 이후에는 완전한 폐쇄육종을 유지하였다.

2. 제주흑돼지 육종 피라미드 구축

제주흑돼지 핵군종돈장인 길갈축산의 운영 주체가 단일법인체계에서 합작법인 체계로 변경되었다. 지분의 구제는 50:50 체계이면서 기존 길갈축산의 대표는 유통·판매경영을 담당하고, 새로운 창진 영농조합법인(이지바이오 계열)의 대표가 농장경영의 주체가 되었다. 농장에서 보유하고 있는 돈군의 특성, 혈통점검, 검정자료 점검 및 번식자료 점검을 시행하였다. 번식자료의 경우 현재 포유모돈의 포유중인 자돈 두수를 점검하고, 이유모돈 및 임심돈의 경우에는 주차별 생산한 이유자돈, 육성돈 두수를 점검하여 전산상의 기록, 분만대장 및 (사)한국종축개량협에서 보유하고 있는 혈통기록 상의 번식성적을 점검하여 모돈군을 재편성하였다.
제주 흑돼지 개량을 위한 기초돈군 조성의 목적은 제주흑돼지의 유전적인 특성을 유지하면서 현재 보유하고 있는 유전자원을 최대한 활용하는 방향으로 조성하였다. 제주를 대표하는 제주재래흑돼지 유전자원의 고유성을 유지하고, 생산성과 균일성이 향상된 고품질의 제주흑돼지 생산을 위한 관계기관의 협업체계를 구축하는 것이 필요하다. 현재 제주도에 흑돼지 전문종돈장은 (사)제주흑돼지생산자회 소속의 길갈축산 영농조합법인에서 모돈 667두 규모(흑돼지 합성종). 제주흑돼지 개량을 위해서는 무엇보다도 산업체의 전문종돈장에서 기초돈군을 조성하고 공공기관의 돈군을 핵돈군으로 개량에 활용하는 체계가 가장 현실적인 방법이 될 수 있다.

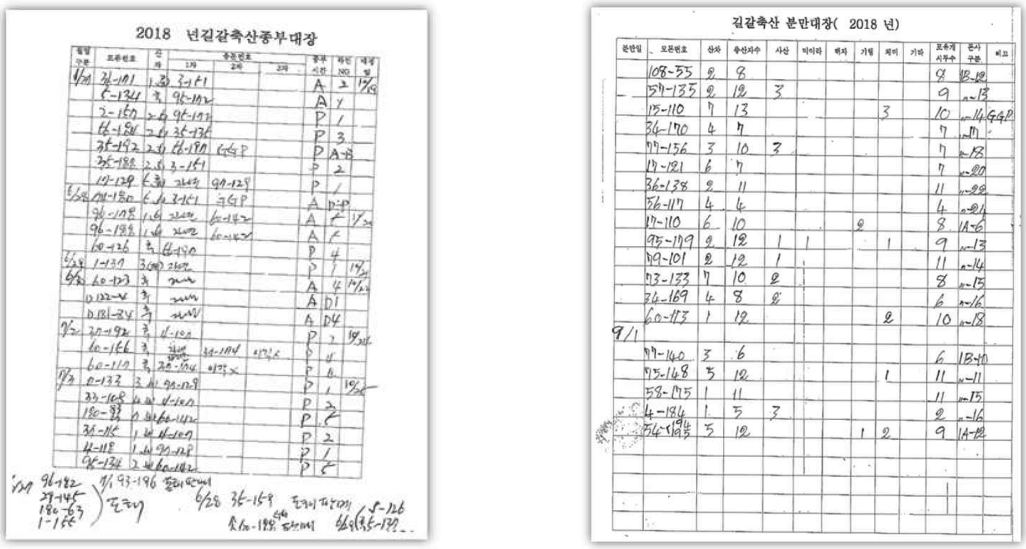


<그림 3-19> 제주흑돼지 모돈군 재편성 및 육종 피라미드

3. 제주흑돼지 자료 데이터베이스 통합 구축

제주흑돼지 개량체계 구축을 위해 선행되어야 하는 것은 제주흑돼지 전문종돈장(GGP 농장, great grand parents)을 지정하여 기초돈군을 조성하고 기초돈군의 선발과 교배의 육종 체계를 확립하여 우수한 제주흑돼지 종돈을 (사)제주흑돼지생산자회에 공급함으로써 최고 품질의 제주흑돼지 생산 체계를 확립할 수 있다.

길갈축산 영농조합법인의 혈통자료, 번식자료 및 검정자료는 모두 분리하여 관리하고 있어서 모든 자료를 데이터베이스에 저장하였다. 특히 번식자료의 경우 컴퓨터에 저장되어 있지 않아서, 과거 5년간의 교배대장, 분만대장을 수집하여 직접 입력해야만 했다. 또한 (사)한국종축개량협회 등록자료, 종돈장 관리프로그램(피그플랜)에 입력된 자료를 통합하여 혈통, 검정 및 번식자료를 모두 점검하였다. 그 결과 2013년부터 2017년 7월까지의 자료를 확보하게 되었다. 또한 주간단위 검정, 선발, 교배 및 이유기록을 ㈜정피엔씨연구소의 종돈장관리프로그램에 입력할 수 있는 체계를 구축하기 위하여 길갈축산의 농장장(강태문농장장)에게 검정 및 종돈장관리프로그램에 교육을 실시하였다.



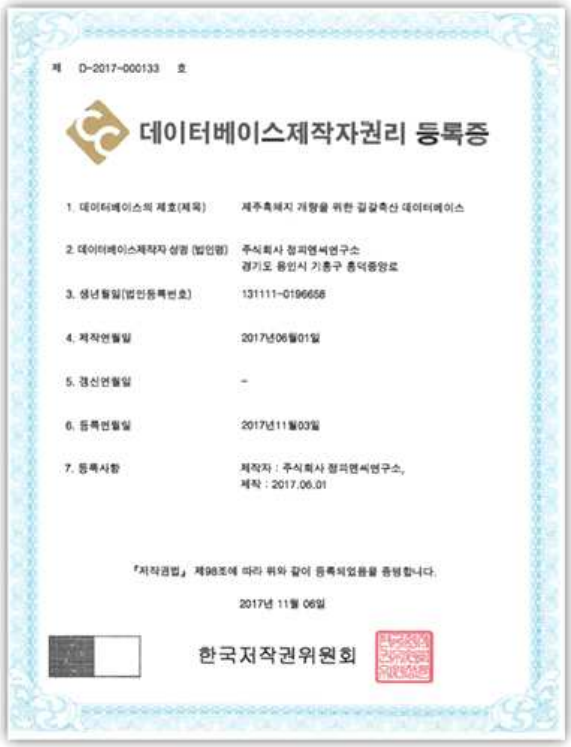
<그림 3-20> 길갈축산의 종부대장과 분만대장

종돈장 관리프로그램-PigPlan

<그림 3-21> 길갈축산 자료관리

길갈축산영농조합의 모돈는 현재 667두이고, 보유하고 있는 모돈의 특징(품종)은 두록, 버크셔 및 제주흑돼지의 교잡종, 난축맛돈(국립축산과학원 난지축산연구소)등이 혼재되어 있는 형태이다. 그러므로 과거 교배대장, 분만대장, 종돈장 관리프로그램에 등록된 교배기록, (사)한국종축개량협회에 등록된 자료를 최대한으로 활용하여 혈통자료를 확보하여 보유모돈의 유전적 그룹을 분류하는 것이 중요하다. 그래서 ㈜정피엔씨연구소에서 운영하고 있는 종돈장 관리프로그램인 피그디자이너프로그램(웹기반)에 전체 자료를 입력하여 모돈, 웅돈 및 유전적 그룹으로 분류하였다.

<그림 3-22> 혈통, 산육 및 번식자료 DB화[종돈장관리프로그램 : 피그디자이너]



<그림 3-23> 제주흑돼지 데이터베이스 등록증

4. 유전자원 구성 및 혈통등록 현황

현재 길갈축산의 유전적 조성을 살펴보기 위해서, 혈통부 기록을 근거로 유전적 근원별 기여도를 추정하였다. 현재 보유모돈 667두와 보유웅돈 17두에 대해 선조기록을 거꾸로 1~5대까지 추적하여 개체당 32개의 오리진으로 쪼개서 각각의 기여도를 계산하였다. 길갈축산의 세대간격이 약 2년 정도기 때문에 1~5대까지 보면 거의 혈통부 기록 시작점까지 기록을 확인할 수 있었다. 그 결과 제주흑돼지가 약 60%, 버크셔가 약 35% 난축맛돈이 약 3% 정도 차지하는 것으로 나타났다, 여기에서 제주흑돼지는 (사)한국종축개량협회 등록을 하기 전의 기초축군 전체를 총칭한 것으로, 이 기초축군도 제주재래돼지와 버크셔를 교잡한 것이기 때문에, 종합하면, 현재 길갈흑돈의 버크셔 유전자 기여도는 사실상 약 60~70%, 제주재래돼지가 약 30~40% 정도이다.

[표 3-42] 길갈축산 유전적 기여도 분석 결과

유전적 근원	기여도(%)		
	모돈	웅돈	전체
제주흑돼지*	61.6%	63.8%	61.7%
버크셔	35.4%	34.1%	35.3%
난축맛돈	3.0%	2.2%	3.0%
전체	100%	100%	100%

*2008년 종개협 혈통부 등록 전 기초축군은 '제주흑돼지'로 총칭

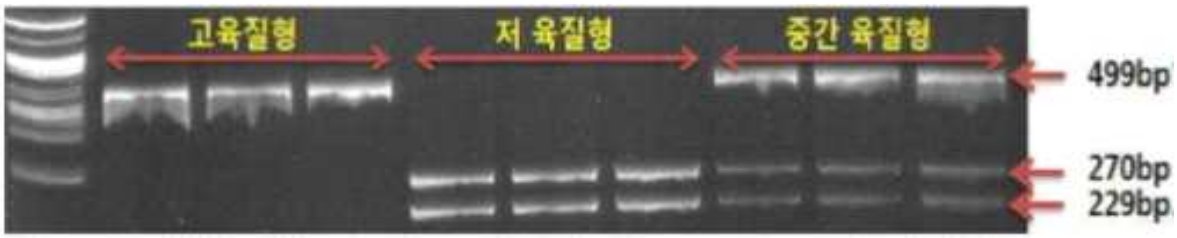
[표 3-43] 길갈축산의 연도별 등록두수(단위 : 두)

연도	전체	암	수
2008년	2,869	2,611	258
2009년	1,094	973	121
2010년	1,167	1,103	64
2011년	844	796	48
2012년	673	634	39
2013년	3,913	3,596	317
2014년	2,352	1,665	687
2015년	1,754	1,229	525
2016년	1,988	1,769	219
2017년	945	857	88
2018년	1,639	1,473	166
2019년	2,226	2,036	190
2020년	1,394	1,251	143
2021년	1,672	1,542	130
총합계	24,530	21,535	2,995

5. 제주흑돼지 이모색 유전자 분석 결과

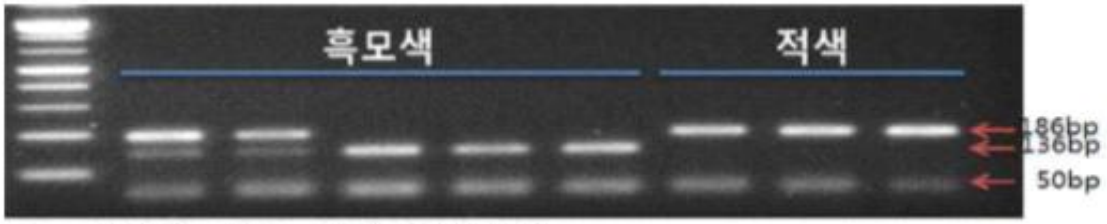
<그림 3-24> 제주흑돼지 포유자돈(이모색)

제주흑돼지는 여러 품종의 교잡으로 이루어진 잡종이므로 기초돈군 조성 시 이모색이 발생할 수 있는 비율을 최소화할 필요가 있다. 이모색은 질적형질이므로 현재 모색관련 유전자를 국립축산과학원 난지축산연구소에서 개발하여 농업실용화재단에서 분석을 실시하고 있는 이모색 유전자에 대하여 분석을 실시하였다. 또한 육질관련 유전자를 동시에 판별하여 기초돈군 조성 시 참조사항으로 고려하였다. 육질형질 연관 유전자(ALGA0067099) 유래 폴리뉴클레오티드에서 499번째 염기가 G또는 A인 499번째 염기를 포함하는 5~1000개의 연속적인 염기로 구성되는 폴리뉴클레오티드 또는 상보적인 폴리뉴클레오티드인 SNP 마커를 분석하였다. 돼지 육질관련 유전자마커는 근내지방함량, 육색, 보수력, 및 전단력 관련 마커를 선별하여 분석을 실시하였다.



<고육질(AA)> <저육질(GG)> <중간육질(GA)>

<그림 3-25> 제주흑돼지 육질 관련 유전자마커 판별



<흑모(GA)> <흑모(GG)> <적모(AA)>

<그림 3-26> 제주흑돼지 흑모색 유전자마커 판별

MC1R 유전자 유래 폴리뉴클레오티드에서 727번째 염기가 G또는 A인 727번째 염기를 포함하는 5~200개의 연속적인 염기로 구성되는 폴리뉴클레오티드 또는 상보적인 폴리뉴클레오티드인 SNP 마커를 분석하였다.

[표 3-44] 육질형질과 흑모색 유전자분석 동시 PCR 위한 primer

Primer Name	Forward Sequence	Reverse Sequence
육질분석	CATAGCTGACTCCCACACTG	GCCCTTTCTTCTCAAGTAGCTG
MC1R	GCTCCACAAGACGCAGCACCC	GCCAGAAAGAGGTTGACGTTCTT

[표 3-45]와 [표 3-46]과 같이 PCR mixture를 만든 뒤 PCR 반응 조건을 진행하였다.

[표 3-45] PCR mixture 조건

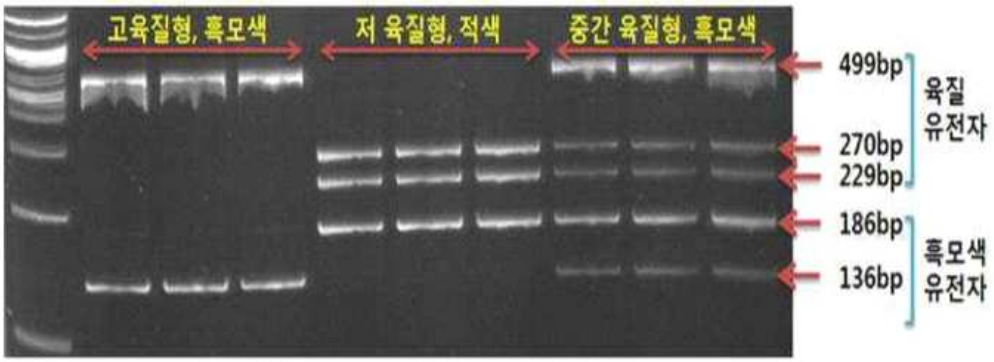
Reagent Mix	Final vol
2X pcr premix	10ul
10pmol Primer (F,R)	각 0.5ul x4
gDNA template(10ng/ul)	2 ul
dw	-
Total volume	20 μL

[표 3-46] PCR 반응조건 설정

Step	Temp	Time	Cycles
Polymerase activation	94 ℃	5 min	1
Denaturation	94 ℃	1 min	35
Annealing	60 ℃	45 sec	
Extension	72 ℃	45 sec	
Cool down and storage	4 ℃	Hold	1

생성된 PCR산물에 제한효소 Hha1을 처리한 후 최소 2시간 이상 반응시켜 절단 시킨 후 전기영동 실행하였다.

- **절단형**(136bp + 50bp **표현형: 흑모색**)
- **비절단형**(186bp **표현형: 적색**)
- **중간형**(186bp + 136bp+ 50bp **표현형: 흑모색**)



<그림 3-27> 전기영동 결과

[표 3-47] 길갈축산 GGP돈군의 육질 및 흑모색관련 유전자마커 분석 결과-1

순번	이각 번호	유전마형		순번	이각 번호	유전마형		순번	이각 번호	유전마형	
		육질	흑모			육질	흑모			육질	흑모
1	79-174	GG	GG	41	35-159	GG	GG	81	29-165	GG	GG
2	77-152	GG	GG	42	97-144	GA	GG	82	34-169	GG	GG
3	93-114	GG	GG	43	27-149	GG	GG	83	107-10	GA	GG
4	91-154	GG	GG	44	58-168	GG	GG	84	37-133	GG	GG
5	33-143	GG	GG	45	73-165	GG	GG	85	55-121	GG	GG
6	58-127	GG	GG	46	58-155	GG	GG	86	79-190	GG	GG
7	77-168	GG	GG	47	4-175	GG	GG	87	97-146	GG	GG
8	180-49	GA	GG	48	56-112	GG	GG	88	18-180	GG	GG
9	4-137	GA	GG	49	71-144	GG	GG	89	30-139	GG	GG
10	4-132	GG	GG	50	4-159	GG	GG	90	88-186	GG	GG
11	181-25	GA	GG	51	75-150	GG	GG	91	58-172	GG	GG
12	97-115	GG	GG	52	29-151	GG	GG	92	97-126	GA	GG
13	4-146	GG	GG	53	29-163	GG	GG	93	15-136	GG	GG
14	79-175	GG	GG	54	89-121	GG	GG	94	75-125	GG	GG
15	19-171	GG	GG	55	4-180	GG	GG	95	4-113	GG	GG
16	37-136	GG	GG	56	15-110	GG	GG	96	4-160	GG	GG
17	87-159	GA	GG	57	58-176	GG	GG	97	97-132	GG	GG
18	1-182	GG	GG	58	77-156	GG	GG	98	15-103	GG	GG
19	31-176	GG	GG	59	97-129	GA	GG	99	97-127	GA	GG
20	35-170	GG	GA	60	3-151	GG	GG	100	93-176	GG	GG
21	77-151	GG	GG	61	35-191	GG	GG	101	35-192	GA	GG
22	93-140	GG	GG	62	79-115	GG	GG	102	31-153	GG	GG
23	57-102	GG	GG	63	79-169	GG	GG	103	31-154	GG	GG
24	4-150	GG	GG	64	97-103	GG	GG	104	34-190	GA	GG
25	4-141	GG	GG	65	79-184	GG	GG	105	34-154	GG	GG
26	58-152	GG	GG	66	58-153	GG	GG	106	33-109	GG	GG
27	60-100	GG	GG	67	4-107	GG	GG	107	32-123	GG	GG
28	56-164	GG	GG	68	17-137	GG	GG	108	34-121	GG	GG
29	79-186	GG	GG	69	18-132	GG	GG	109	32-183	GG	GG
30	4-114	GG	GG	70	16-168	GG	GG	110	32-101	GG	GG
31	35-138	GG	GG	71	18-177	GG	GG	111	33-115	GG	GG
32	35-160	GG	GG	72	19-197	GG	GG	112	4-151	GG	GG
33	33-151	GG	GG	73	14-157	GG	GG	113	4-138	GG	GG
34	18-185	GG	GG	74	14-182	GG	GG	114	46-127	GG	GG
35	34-170	GG	GG	75	18-179	GG	GG	115	48-108	GG	GG
36	60-112	GG	GG	76	10-137	GG	GG	116	49-171	GG	GG
37	17-121	GG	GG	77	17-188	GG	GG	117	48-111	GG	GG
38	50-166	GG	GG	78	29-154	GG	GG	118	4-188	GG	GG
39	94-154	GG	GA	79	28-126	GG	GG	119	58-140	GG	GG
40	35-151	GG	GG	80	28-157	GG	GG	120	56-172	GG	GG

[표 3-48] 길갈축산 GGP돈군의 육질 및 흑모색관련 유전자마커 분석 결과-2

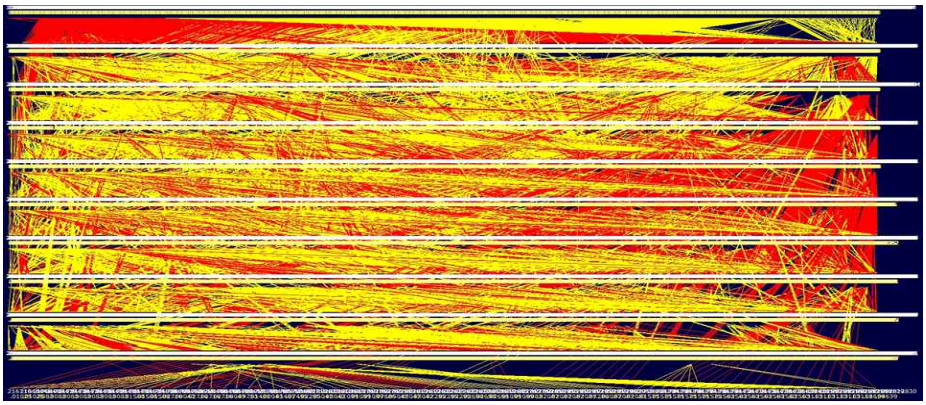
순번	이각 번호	유전마형		순번	이각 번호	유전마형		순번	이각 번호	유전마형	
		육질	흑모			육질	흑모			육질	흑모
121	51-156	GG	GG	150	13-139	GG	GG0	179	53-184	GG	GG
122	54-119	GG	GG	151	16-165	GG	GG	180	55-164	GG	GG
123	55-168	GG	GG	152	19-183	GG	GG	181	53-176	GG	GG
124	68-137	GG	GA	153	13-153	GG	GG	182	73-161	GG	GG
125	75-165	GG	GG	154	16-156	GG	GG	183	75-154	GG	GG
126	79-183	GG	GG	155	16-149	GG	GG	184	74-195	GG	GG
127	79-185	GG	GG	156	13-191	GG	GG	185	74-198	GG	GG
128	74-151	GG	GG	157	181-26	GA	GG	186	75-166	GG	GG
129	76-157	GG	GG	158	181-31	GG	GG	187	71-142	GG	GG
130	74-174	GG	GG	159	18-120	GG	GG	188	77-159	GG	GG
131	73-179	GG	GG	160	19-181	GG	GG	189	74-177	GG	GG
132	74-178	GG	GG	161	17-198	GG	GG	190	74-180	GG	GG
133	70-143	GG	GG	162	181-21	GA	GG	191	73-162	GG	GG
134	89-135	GG	GG	163	18-190	GG	GG	192	75-177	GG	GG
135	92-197	GG	GG	164	106-33	GA	GG	193	92-182	GG	GG
136	93-120	GG	GG	165	18-184	GG	GG	194	93-182	GG	GG
137	97-138	GA	GG	166	16-132	GG	GG	195	95-120	GA	GG
138	93-126	GG	GG	167	19-174	GG	GG	196	92-185	GG	GG
139	97-139	GA	GG	168	34-112	GG	GG	197	93-189	GG	GG
140	92-143	GG	GG	169	35-166	GG	GA	198	93-163	GG	GG
141	93-188	GG	GG	170	34-198	GG	GG	199	93-156	GG	GG
142	92-121	GG	GG	171	33-163	GG	GG	200	93-157	GG	GG
143	93-142	GG	GG	172	34-184	GG	GG	201	92-195	GG	GG
144	13-115	GG	GG	173	35-165	GG	GG	202	92-196	GG	GG
145	19-180	GG	GG	174	34-195	GG	GG	203	93-137	GG	GG
146	19-152	GG	GG	175	35-155	GG	GG	204	92-105	GG	GG
147	16-150	GG	GG	176	56-171	GG	GG	205	93-141	GG	GG
148	121-88	AA	GG	177	56-137	GG	GG	206	90-171	GG	GG
149	18-137	GG	GG	178	54-186	GG	GG	-	-	-	-

분석결과에서 흑모색 관련 유전자형이 헤테로인 개체인 35-170, 95-154, 68-137 및 35-166개체는 기초돈군 조성이 GGP 돈군으로 포함시켰지만 2세대 선발 시 도태하였다.

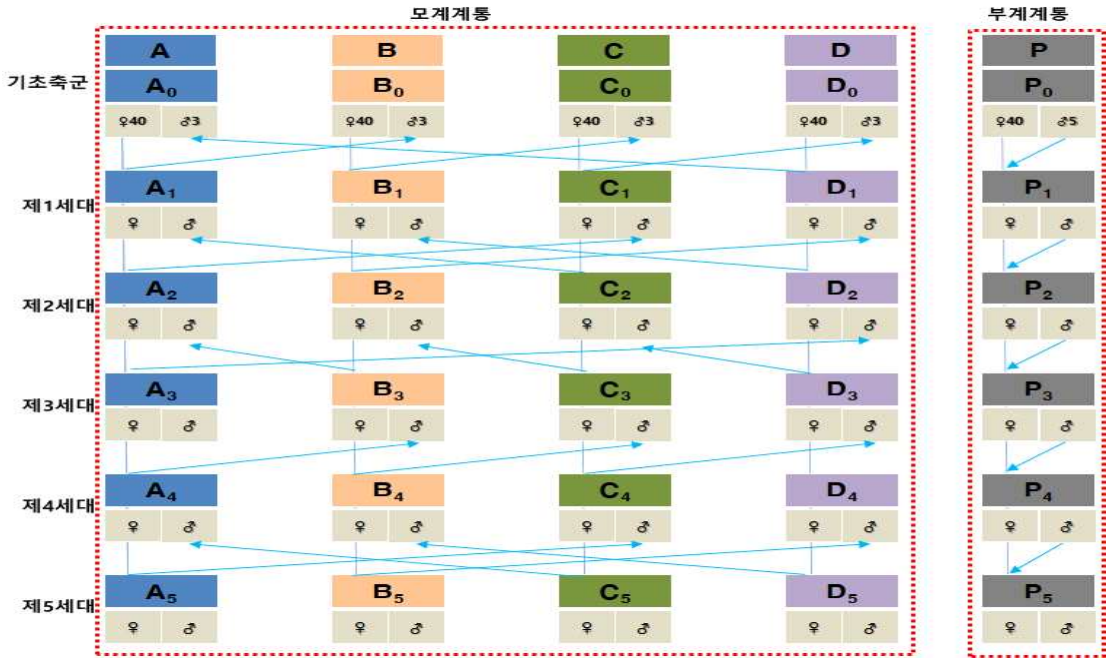
6. 제주흑돼지 GGP 돈군의 계통조성 및 계획교배

가. 계통조성

제주흑돼지의 기초돈군은 모돈 400두, 종모돈 17두 규모로 조성되었고, GP농장은 300두규모로 유지되고 있다. 모계계통은 A, B, C, D계통으로 각 계통은 모돈 80두, 웅돈 4~5두씩 분류하였고 앞에서 언급하였듯이 각 유전적그룹은 과거 교배기록을 활용하여 분류하였고, 선발은 생존산자수, 90kg도달일령 및 등지방두께를 유전적특성을 고려한 제주흑돼지 모계지수(MLI, maternal line index)를 활용하여 상위그룹을 선발하였다. 부계계통은 P계통으로 모돈 40두, 웅돈 5두씩 분류하고, 제주흑돼지 부계지수를 활용하여 상위그룹을 선발하였다. 하지만 부계계통의 웅돈의 경우 모계계통에서도 부계지수(TSI, terminal sire index)가 우수한 웅돈을 선발하여 부계계통의 웅돈으로 활용할 계획이다. 다음은 각 계통별 선발된 모돈 개체들이다.



<그림 3-28> 길갈축산 세대별 혈연연결도



<그림 3-29> 제주흑돼지 개량을 위한 기초돈군, 계통조성 및 계통교배 방법

[표 3-49] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) 가계별 보유 웅돈

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
1	21901005953	18060070	A	21708060438	21602033965	0.039	147	141
2	21901005914	18040080	A	21704034711	21510023002	0.058	125	118
3	21805033157	18182036	A	21704034711	21412015847	0.025	131	112
4	21901005980	18060078	A	21708060437	21605035170	0.082	138	98
5	21901005945	18080035	B	21704034596	21609010742	0.057	154	126
6	21810025439	18100079	B	21704034631	21704034438	0.055	157	126
7	21901005738	18080025	B	21704034596	21605035289	0.034	147	122
8	21904024899	19099141	B	21611046366	21708060321	0.008	126	98
9	21810025702	18099103	B	21611046366	21605035175	0.053	115	62
10	21810025475	18039140	C	21708060674	21708060692	0.032	121	126
11	21810025718	18008112	C	21611046641	21510024487	0.034	142	98
12	21901005789	18020038	C	21708060674	21412015843	0.044	136	96
13	21903041075	18041012	C	21611046641	21605035233	0.034	121	93
14	21901005988	18001049	D	21704034268	21609010778	0.029	126	130
15	21901006006	18080052	D	21802012656	21704034308	0.014	141	117
16	21901005992	18040143	D	21611046648	21708060550	0.054	129	115
17	21901005855	18001025	D	21704034268	21609011045	0.013	108	111

[표 3-50] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) A 가계(1)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
1	21708060528	17003172	A	21609010843	21510024501	0.023	151	166
2	21802026101	17079185	A	21611046398	21602033965	0.022	109	164
3	21805033158	18182037	A	21704034711	21506009047	0.015	125	157
4	21805033161	18182040	A	21704034711	21506009047	0.015	136	156
5	21803029849	17060112	A	21611046322	21603017416	0.019	112	154
6	21802026102	17079186	A	21611046398	21602033965	0.022	120	153
7	21803029850	17060113	A	21611046322	21603017416	0.019	107	151
8	21810025375	18039118	A	21708060437	21704034454	0.022	120	147
9	21602033965	15074180	A	21412015804	21306017821	0.021	126	147
10	21803029847	17060110	A	21611046322	21603017416	0.019	102	143
11	21904024879	19061053	A	21708060438	21802026102	0.028	141	143
12	21810025667	18039173	A	21708060437	21704034603	0.023	121	142
13	21609010924	16055192	A	21504005041	21506008940	0.024	127	140
14	21611046564	16077129	A	21506009130	21506009515	0.020	118	140
15	21810025406	18039122	A	21708060438	21704034444	0.025	112	138
16	21704034347	16002124	A	21603017515	21510024501	0.017	124	138
17	21704034273	16077162	A	21506009130	21603017416	0.012	107	138
18	21904024881	19061055	A	21708060438	21802026102	0.028	131	137
19	21802012958	17005162	A	21609010843	21704034348	0.021	149	136
20	21609010777	16019180	A	21506009406	21506009143	0.018	140	135
21	21802012762	17004188	A	21609010843	21609010777	0.026	149	134
22	21901005948	18060065	A	21708060438	21602033965	0.039	132	133
23	21704034275	16077164	A	21506009130	21603017416	0.012	103	133
24	21805032704	18060184	A	21704034268	21602033965	0.044	104	133
25	21802012955	17005159	A	21609010843	21704034348	0.021	128	133
26	21810025867	18062189	A	21704034739	21704034273	0.050	135	132
27	21810025746	18060002	A	21708060437	21609010821	0.052	131	132
28	21901005794	18099128	A	21704034711	21708060511	0.012	142	131
29	21901005879	18060044	A	21708060438	21609010764	0.050	142	131
30	21802012957	17005161	A	21609010843	21704034348	0.021	140	130
31	21708060463	17003154	A	21609010748	21412015883	0.006	120	128
32	21904024730	19020118	A	21708060438	21510023035	0.010	131	126
33	21901005880	18060045	A	21708060438	21609010764	0.050	133	126
34	21901005878	18060043	A	21708060438	21609010764	0.050	133	125
35	21708060354	17078167	A	21506009130	21603017420	0.012	78	125
36	21805033151	18039106	A	21708060438	21510023102	0.008	143	124
37	21901005881	18060046	A	21708060438	21609010764	0.050	128	123
38	21806035012	17005166	A	21609010843	21704034404	0.041	130	123
39	21510024390	15054101	A	21401026174	21308025483	0.000	107	122
40	21904024733	19020121	A	21708060438	21510023035	0.010	124	122

[표 3-51] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) A 가계(2)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
41	21901005999	18060080	A	21708060438	21602034112	0.049	132	122
42	21901005877	18060042	A	21708060438	21609010764	0.050	128	122
43	21802012760	17004186	A	21609010843	21609010777	0.026	131	122
44	21708060434	17003147	A	21609010843	21609010777	0.026	148	121
45	21802012959	17005155	A	21609010843	21704034436	0.053	128	120
46	21611046675	16094192	A	21506009205	21504005355	0.000	94	119
47	21506008913	15029163	A	21401026174	21301008822	0.000	141	119
48	21901005862	18040055	A	21704034711	21603017493	0.030	114	119
49	21708060349	17078162	A	21506009130	21603017420	0.012	77	119
50	21903041096	18061038	A	21708060438	21802012700	0.044	137	119
51	21903041093	18061035	A	21708060438	21802012700	0.044	135	118
52	21611046563	16077128	A	21506009130	21506009515	0.020	103	117
53	21903041091	18061033	A	21708060438	21802012700	0.044	133	117
54	21412015690	14013139	A	21401027567	21107002047	0.000	96	117
55	21901005913	18040079	A	21704034711	21510023002	0.058	121	116
56	21810025958	18060019	A	21708060438	21605035152	0.013	133	116
57	21810025617	18039160	A	21708060437	21704034528	0.030	105	115
58	21602033963	15074178	A	21412015804	21306017821	0.021	115	115
59	21803029844	17060107	A	21611046322	21412003827	0.010	100	115
60	21901006116	18061011	A	21708060438	21611046320	0.021	133	114
61	21802012646	17004132	A	21609010843	21412015912	0.006	115	114
62	21901006113	18061008	A	21708060438	21611046320	0.021	132	114
63	21704034342	16002119	A	21603017515	21510024501	0.017	147	113
64	21510023137	15053145	A	21401026174	21308025269	0.000	96	113
65	21805033146	18039101	A	21708060438	21704034408	0.031	129	113
66	21708060716	17004118	A	21609010843	21602034136	0.075	113	113
67	21901006117	18061012	A	21708060438	21611046320	0.021	128	113
68	21708060361	17078174	A	21602034078	21602033962	0.035	92	113
69	21704034344	16002121	A	21603017515	21510024501	0.017	117	112
70	21802012840	17005147	A	21609010843	21605035092	0.017	113	112
71	21810025775	18039186	A	21708060437	21609010899	0.016	125	112
72	21901005897	18040072	A	21704034711	21603017407	0.012	122	111
73	21901005708	18040025	A	21704034711	21609010826	0.016	113	111
74	21810025975	18060031	A	21708060438	21605035321	0.015	108	111
75	21810025972	18060028	A	21708060438	21605035321	0.015	106	110
76	21810025870	18062192	A	21704034739	21704034273	0.050	102	110
77	21901006036	18060098	A	21708060437	21611046441	0.024	110	110
78	21901005731	18060038	A	21802012599	21605035254	0.023	121	110
79	21901005892	18040067	A	21704034711	21603017407	0.012	119	110
80	21506009003	15014157	A	21401027566	21306017836	0.000	107	110

[표 3-52] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) B 가계(1)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
1	21805033085	18006178	B	21704034476	21708060484	0.034	145	181
2	21708060340	17003130	B	21609010748	21510024500	0.014	135	179
3	21805033073	18006171	B	21704034476	21609011102	0.019	145	172
4	21708060486	17003158	B	21609010748	21602034135	0.027	130	170
5	21901005748	18008151	B	21704034596	21708060528	0.027	161	169
6	21810025518	18007149	B	21704034596	21704034378	0.028	146	164
7	21708060489	17003161	B	21609010748	21602034135	0.027	118	162
8	21802012734	17004180	B	21602034000	21510024497	0.014	126	159
9	21810025380	18007105	B	21704034596	21708060486	0.048	151	158
10	21901005781	18008160	B	21704034596	21708060488	0.048	133	157
11	21708060488	17003160	B	21609010748	21602034135	0.027	110	154
12	21901005784	18008163	B	21704034596	21609011102	0.019	135	154
13	21901005783	18008162	B	21704034596	21609011102	0.019	130	151
14	21805032910	18006147	B	21704034596	21609010821	0.038	127	149
15	21802012784	17005102	B	21602034000	21609010821	0.024	144	149
16	21805032714	18005182	B	21704034476	21704034342	0.025	135	148
17	21704034438	16002155	B	21602034000	21406030389	0.029	146	148
18	21805032801	18006112	B	21704034476	21510024497	0.017	125	148
19	21805032802	18006113	B	21704034476	21510024497	0.017	124	148
20	21802012732	17004178	B	21602034000	21510024497	0.014	114	148
21	21810025387	18007108	B	21704034476	21704034342	0.025	151	147
22	21805032810	18006121	B	21704034476	21412015690	0.027	120	146
23	21802012938	17097154	B	21603017475	21609010746	0.001	132	146
24	21704034608	17002193	B	21602034000	21603017590	0.015	134	145
25	21802012735	17004181	B	21602034000	21510024497	0.014	134	143
26	21603017416	15074195	B	21412003815	21306017775	0.000	109	141
27	21802012782	17005100	B	21602034000	21609010821	0.024	143	140
28	21802012922	17004141	B	21602034000	21506009040	0.012	128	140
29	21802012919	17004138	B	21602034000	21506009040	0.012	131	139
30	21810025523	18098179	B	21708060446	21704034588	0.066	145	138
31	21805032809	18006120	B	21704034476	21605035102	0.029	130	138
32	21805032711	18005179	B	21704034476	21704034342	0.025	135	137
33	21805032973	18006161	B	21704034476	21506008983	0.014	120	136
34	21810025848	18008131	B	21704034596	21802012646	0.038	134	135
35	21903041065	18021005	B	21611046366	21510024500	0.009	122	135
36	21704034593	17095169	B	21605035139	21310044815	0.043	120	134
37	21802012939	17097155	B	21603017475	21609010746	0.001	134	134
38	21810025588	18007168	B	21704034596	21611046487	0.033	129	134
39	21810025391	18007112	B	21704034476	21704034342	0.025	154	133
40	21810025595	18007175	B	21704034596	21611046487	0.033	126	133

[표 3-53] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) B 가계(2)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
41	21611046548	16001173	B	21602034000	21412015690	0.033	153	132
42	21704034609	17002194	B	21602034000	21603017590	0.015	127	132
43	21901006061	18080062	B	21704034596	21609011350	0.023	153	132
44	21810025433	18100073	B	21704034631	21704034438	0.055	148	132
45	21704034437	17002154	B	21602034000	21406030389	0.029	144	131
46	21810025434	18100074	B	21704034631	21704034438	0.055	150	130
47	21805032975	18006163	B	21704034476	21506008983	0.014	116	129
48	21901005702	18080019	B	21704034596	21611046660	0.011	150	129
49	21802012940	17097156	B	21603017475	21609010746	0.001	138	129
50	21802012787	17005105	B	21602034000	21609010821	0.024	146	129
51	21810025593	18007173	B	21704034596	21611046487	0.033	133	129
52	21903041081	18041018	B	21708060446	21603017416	0.137	123	129
53	21810025388	18007109	B	21704034476	21704034342	0.025	148	126
54	21805033118	18006185	B	21704034596	21506008984	0.024	129	126
55	21704034588	17095164	B	21605035139	21310044815	0.043	131	125
56	21802012888	17097172	B	21611046366	21506009047	0.014	119	124
57	21704034686	17003111	B	21602034000	21510024540	0.015	128	124
58	21901005699	18080016	B	21704034596	21611046660	0.011	136	122
59	21704034404	16002145	B	21602034000	21510024472	0.018	135	120
60	21810025466	18098170	B	21708060446	21704034511	0.048	114	120
61	21704034475	17095124	B	21605035139	21510023052	0.046	125	120
62	21901005966	18080049	B	21704034596	21609010747	0.057	141	119
63	21901005944	18080034	B	21704034596	21609010742	0.057	141	118
64	21810025435	18100075	B	21704034631	21704034438	0.055	143	118
65	21805032891	18006146	B	21704034596	21506009003	0.045	110	117
66	21901005963	18080046	B	21704034596	21609010747	0.057	135	116
67	21810025888	18080005	B	21704034596	21704034279	0.029	137	116
68	21901005964	18080047	B	21704034596	21609010747	0.057	134	116
69	21810025467	18098171	B	21708060446	21704034511	0.048	139	115
70	21903041136	18021030	B	21611046366	21802012922	0.028	126	114
71	21704034486	17002168	B	21602034000	21406030603	0.025	110	114
72	21901005941	18080031	B	21704034596	21609010742	0.057	135	114
73	21901005825	18040047	B	21708060446	21602034168	0.083	134	113
74	21802012928	17005119	B	21602034000	21510024431	0.012	139	113
75	21805032971	18006159	B	21704034476	21602034070	0.021	123	113
76	21904024793	19080076	B	21704034596	21704034298	0.032	139	112
77	21810025887	18080004	B	21704034596	21704034279	0.029	132	112
78	21611046546	16001171	B	21602034000	21412015690	0.033	108	112
79	21802012887	17097171	B	21611046366	21506009047	0.014	131	111
80	21901005736	18080023	B	21704034596	21605035289	0.034	136	111

[표 3-54] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) C 가계(1)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
1	21510024500	15016168	C	21401027566	21406030391	0.000	112	175
2	21609011102	16000168	C	21412015877	21409047221	0.032	119	163
3	21802012765	17037170	C	21605035343	21609011352	0.011	125	163
4	21602034135	15017188	C	21412015877	21409047426	0.010	107	161
5	21802012856	17037192	C	21602034017	21506009735	0.008	92	159
6	21708060593	17036196	C	21605035343	21506008913	0.003	125	157
7	21810025413	18007125	C	21704034476	21510024467	0.020	129	157
8	21609010821	16019197	C	21412015877	21306017838	0.012	131	153
9	21805032967	18038157	C	21602034017	21605035264	0.007	98	153
10	21510024497	15016165	C	21401027566	21406030391	0.000	95	148
11	21805033025	18038172	C	21605035343	21704034341	0.010	119	147
12	21803029874	17060159	C	21611046322	21611046367	0.023	104	147
13	21810025414	18007126	C	21704034476	21510024467	0.020	135	146
14	21810025410	18007122	C	21704034476	21510024467	0.020	132	145
15	21602034009	15054194	C	21504005041	21308025483	0.035	129	144
16	21708060692	17037115	C	21605035343	21506009735	0.014	99	144
17	21609011352	16034112	C	21506009119	21506009057	0.008	122	142
18	21810025473	18039128	C	21708060674	21708060692	0.032	130	141
19	21609011104	16000170	C	21412015877	21310044811	0.016	130	141
20	21803029862	17060129	C	21611046322	21605035012	0.016	89	139
21	21602034010	15054195	C	21504005041	21308025483	0.035	102	138
22	21803029879	17060164	C	21611046322	21611046367	0.023	90	138
23	21802012766	17037171	C	21605035343	21609011352	0.011	115	138
24	21807005869	17005175	C	21611046641	21506009040	0.016	110	135
25	21803029839	17060102	C	21611046322	21603017387	0.013	116	135
26	21704034585	17095161	C	21605035139	21506009047	0.025	123	133
27	21803029857	17060124	C	21611046322	21605035012	0.016	107	133
28	21810025704	18007198	C	21611046641	21704034608	0.025	129	128
29	21609011099	16000165	C	21412015877	21409047221	0.032	113	127
30	21602034012	15054197	C	21504005041	21308025483	0.035	106	126
31	21805032852	18006130	C	21704034476	21605035274	0.007	115	126
32	21802012883	17037199	C	21605035343	21611046384	0.011	126	125
33	21807005871	17005177	C	21611046641	21506009040	0.016	122	125
34	21602034112	15018120	C	21412015877	21406030477	0.023	127	125
35	21611046487	16001153	C	21603017434	21506009756	0.023	119	124
36	21605035102	16019159	C	21412015877	21310045142	0.031	95	124
37	21810025801	18020103	C	21708060674	21704034412	0.032	116	123
38	21602034195	15033122	C	21504005123	21504005216	0.002	91	121
39	21704034511	17095134	C	21605035139	21412015843	0.030	120	120
40	21810025600	18039155	C	21708060674	21609010792	0.015	148	120

[표 3-55] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) C 가계(2)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
41	21810025914	18020011	C	21708060674	21506009070	0.013	121	117
42	21810025650	18007180	C	21611046641	21609010777	0.023	136	116
43	21810025873	18040120	C	21704034447	21602034012	0.039	105	116
44	21901005816	18020043	C	21708060674	21506008984	0.010	132	116
45	21805032775	18005199	C	21611046641	21510024539	0.023	117	116
46	21704034528	17036110	C	21605035343	21306017985	0.017	92	115
47	21810025649	18007179	C	21611046641	21609010777	0.023	127	115
48	21803029861	17060128	C	21611046322	21605035012	0.016	114	115
49	21708060443	17079112	C	21602034078	21603017419	0.024	98	114
50	21803029859	17060126	C	21611046322	21605035012	0.016	95	114
51	21901005886	18020067	C	21708060674	21506009040	0.010	111	114
52	21810025707	18008101	C	21611046641	21704034608	0.025	133	114
53	21708060672	17004105	C	21609010843	21603017506	0.021	148	113
54	21810025725	18008114	C	21611046641	21409047221	0.023	117	113
55	21708060373	17057186	C	21506009529	21409047720	0.087	96	112
56	21605035301	16033143	C	21409047147	21412015963	0.021	98	112
57	21810025836	18020007	C	21708060674	21510023092	0.030	132	111
58	21609011088	16034179	C	21504005123	21412015963	0.021	101	111
59	21708060439	17079108	C	21602034078	21603017419	0.024	92	110
60	21605035281	16019119	C	21412015877	21412003992	0.038	103	110
61	21901005750	18040035	C	21708060446	21605035001	0.015	119	110
62	21802026091	17079175	C	21611046398	21406030465	0.037	103	109
63	21810025703	18007197	C	21611046641	21704034608	0.025	123	109
64	21510024467	15017132	C	21412004019	21310045315	0.008	106	109
65	21810025709	18008103	C	21611046641	21704034608	0.025	117	109
66	21903041047	18021002	C	21708060674	21506009003	0.018	128	108
67	21708060477	17036171	C	21605035343	21506009056	0.008	114	107
68	21901005922	18020069	C	21708060674	21510024541	0.020	125	107
69	21901005814	18020041	C	21708060674	21506008984	0.010	117	107
70	21810025785	18039189	C	21708060674	21510023035	0.031	116	107
71	21605035259	16033180	C	21504005123	21409047726	0.005	90	107
72	21901005813	18020040	C	21708060674	21506008984	0.010	116	106
73	21605035321	16033151	C	21504005123	21506008916	0.004	83	106
74	21810025787	18039191	C	21708060674	21510023035	0.031	119	105
75	21802012810	17005128	C	21611046641	21510024472	0.021	113	104
76	21708060481	17036175	C	21605035343	21506009056	0.008	107	103
77	21708060403	17036151	C	21605035343	21605035034	0.075	116	103
78	21903041049	18021004	C	21708060674	21506009003	0.018	117	103
79	21901005873	18020060	C	21708060674	21412015912	0.005	118	102
80	21810025558	18039143	C	21708060674	21605035114	0.019	120	102

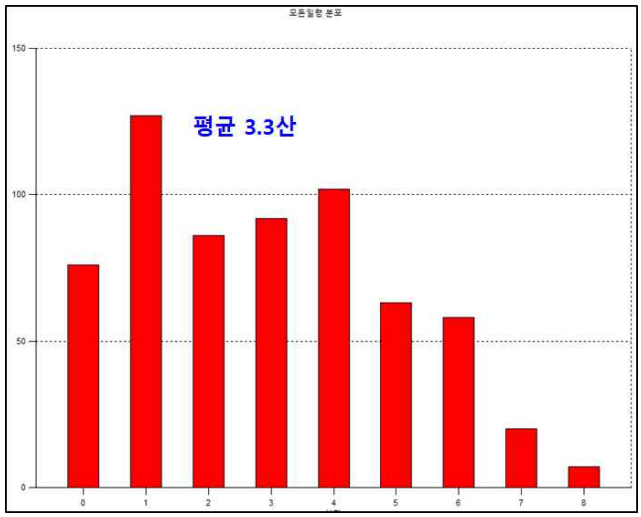
[표 3-56] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) D 가계(1)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
1	21805032867	18038138	D	21602034017	21609011352	0.007	115	192
2	21802012969	17038109	D	21602034017	21704034308	0.005	138	191
3	21704034604	17036117	D	21602034017	21510023102	0.006	119	191
4	21704034454	17035193	D	21602034017	21506008950	0.002	110	183
5	21805032699	17038115	D	21602034017	21609011077	0.003	126	182
6	21802012968	17038108	D	21602034017	21704034308	0.005	130	182
7	21802012630	17037138	D	21602034017	21609011090	0.003	97	180
8	21802012970	17038110	D	21602034017	21704034308	0.005	120	179
9	21805032864	18038135	D	21602034017	21609011352	0.007	107	175
10	21704034430	17035181	D	21602034017	21605035003	0.012	84	174
11	21708060618	17037106	D	21602034017	21603017524	0.013	88	172
12	21802012874	17037198	D	21602034017	21609011361	0.005	117	171
13	21708060568	17036190	D	21602034017	21510023112	0.001	88	168
14	21704034603	17036116	D	21602034017	21510023102	0.006	109	167
15	21611046643	16035130	D	21602034017	21601008970	0.002	131	167
16	21805032847	18038133	D	21602034017	21506009057	0.006	93	164
17	21704034431	17035182	D	21602034017	21605035003	0.012	80	164
18	21704034684	17036127	D	21602034017	21603017495	0.014	97	164
19	21807005874	17038121	D	21602034017	21510023102	0.006	109	162
20	21704034444	17035188	D	21602034017	21406030439	0.009	88	162
21	21704034374	16035170	D	21510024308	21510023092	0.010	135	155
22	21704034378	16002136	D	21506009406	21506009070	0.015	121	155
23	21805032933	18038153	D	21602034017	21609011309	0.004	82	154
24	21802012899	17038126	D	21602034017	21609010738	0.005	79	154
25	21704034434	17035185	D	21602034017	21605035003	0.012	84	153
26	21802012902	17038129	D	21602034017	21609010738	0.005	87	150
27	21802012900	17038127	D	21602034017	21609010738	0.005	96	149
28	21805032861	18006139	D	21704034476	21609010777	0.025	149	149
29	21810025918	18040128	D	21611046648	21510024390	0.015	121	146
30	21806035011	17037193	D	21602034017	21506009051	0.006	109	145
31	21807005865	17058194	D	21611046648	21504005280	0.000	128	145
32	21611046494	16108022	D	21506009406	21306018742	0.050	117	145
33	21704034386	16035175	D	21602034017	21301009312	0.004	77	144
34	21810025806	18040113	D	21611046648	21510023065	0.011	116	143
35	21704034622	17002198	D	21506009406	21504005273	0.017	122	141
36	21609011127	16000182	D	21506009406	21506009070	0.015	113	141
37	21810025636	18059194	D	21611046648	21704034661	0.029	115	140
38	21903041109	18001079	D	21704034268	21611046597	0.006	105	138
39	21810025809	18040116	D	21611046648	21609011342	0.015	131	138
40	21510024540	15016150	D	21401027568	21406030531	0.000	114	138

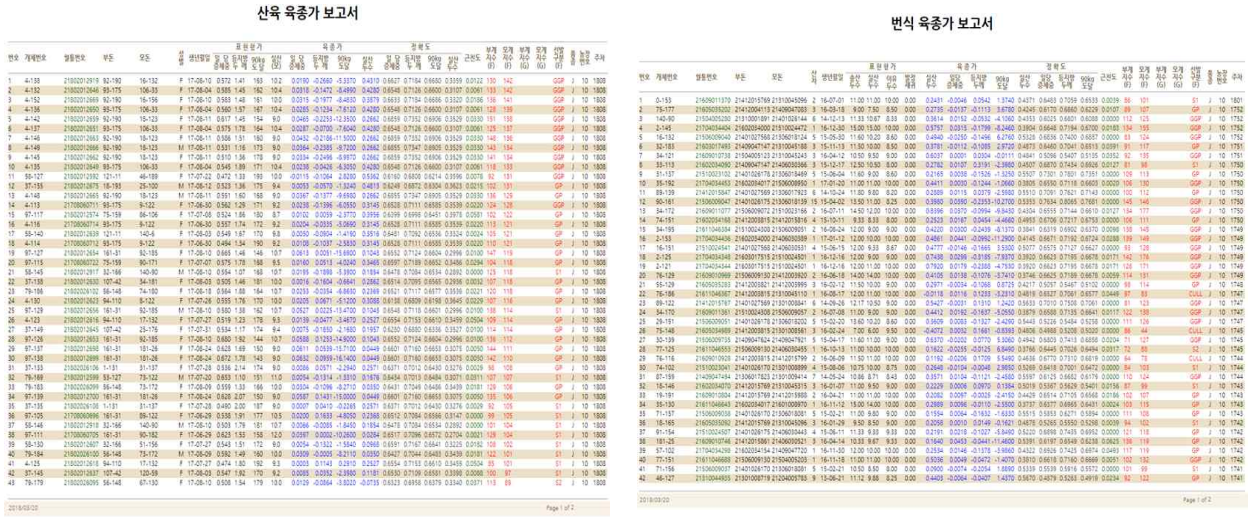
[표 3-57] 제주흑돼지 GGP(중핵돈군) D 가계(2)

순번	혈통번호	개체번호	가계	부돈	모돈	근친도	부계지수	모계지수
41	21805033164	18059139	D	21611046648	21708060373	0.021	120	135
42	21804008889	17037186	D	21609011138	21611046643	0.013	117	135
43	21609010778	16019181	D	21506009406	21506009143	0.018	114	133
44	21510024539	15016149	D	21401027568	21406030531	0.000	107	132
45	21810025802	18040109	D	21611046648	21510023065	0.011	124	131
46	21805032917	18061134	D	21704034268	21603017387	0.023	102	131
47	21810025487	18059174	D	21611046648	21510023130	0.012	118	129
48	21805032919	18061136	D	21704034268	21603017387	0.023	116	127
49	21904024851	19064135	D	21704034268	21611046564	0.030	119	127
50	21708060706	17097112	D	21603017610	21506009112	0.002	134	127
51	21901005770	18063122	D	21704034268	21708060420	0.021	113	127
52	21805032894	18038143	D	21609011138	21602033939	0.061	109	125
53	21810025485	18059172	D	21611046648	21510023130	0.012	130	125
54	21704034369	16035165	D	21510024308	21510023092	0.010	132	125
55	21904024847	19063132	D	21704034268	21611046564	0.030	114	125
56	21802012685	17004160	D	21609011049	21611046421	0.027	117	123
57	21609010969	16076129	D	21506009130	21412003920	0.006	97	121
58	21805032796	18060191	D	21704034268	21603017416	0.022	106	120
59	21810025488	18059175	D	21611046648	21510023130	0.012	136	120
60	21901005915	18001030	D	21704034268	21704034369	0.038	125	120
61	21805033177	18062113	D	21704034268	21602034168	0.022	117	120
62	21704034306	16002109	D	21506009406	21310045320	0.014	109	119
63	21805033138	18038196	D	21708060438	21704034308	0.007	147	118
64	21903041157	18080073	D	21802012656	21802012685	0.008	128	118
65	21901006086	18080068	D	21802012656	21609010777	0.009	129	118
66	21810025494	18162037	D	21704034268	21704034270	0.013	118	118
67	21904024844	19063129	D	21704034268	21611046564	0.030	102	118
68	21611046451	16001143	D	21506009406	21406030603	0.033	101	118
69	21810025728	18040104	D	21611046648	21609010767	0.040	107	117
70	21805032924	18061141	D	21704034268	21603017468	0.002	96	117
71	21510023035	15032116	D	21401026178	21301008895	0.000	94	116
72	21901006084	18080066	D	21802012656	21609010777	0.009	125	116
73	21901005856	18001026	D	21704034268	21704034408	0.034	113	116
74	21901005919	18001034	D	21704034268	21704034369	0.038	118	115
75	21804008895	17038123	D	21609011138	21603017493	0.041	107	115
76	21704034370	16035166	D	21510024308	21510023092	0.010	132	115
77	21901006079	18001051	D	21704034447	21611046571	0.030	99	115
78	21901005713	18063112	D	21704034268	21704034275	0.021	94	114
79	21901005918	18001033	D	21704034268	21704034369	0.038	115	114
80	21810025537	18062125	D	21704034268	21611046566	0.022	102	114

2020년 9월말 기준으로 모돈수는 후보돈 포함 671두이며, 평균 산차는 3.4산으로 노산돈이 일부 있긴 하지만 산차별 비율을 적정하게 유지하고 있다.



<그림 3-30> 보유모돈의 산차별 구성



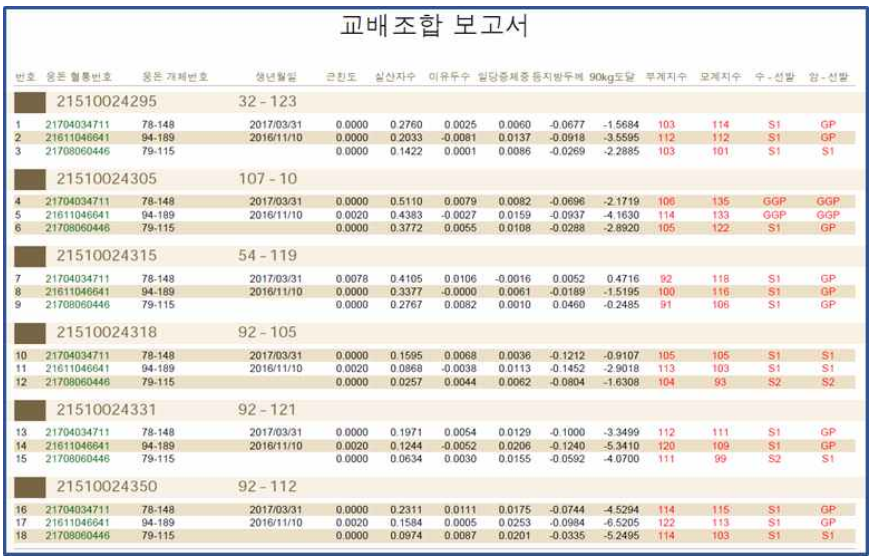
<그림 3-31> 주간단위 산육 및 번식육종가 보고서 제공

<그림 3-32> A계통과 B계통의 최적교배 보고서

교배조합 보고서

번호	웅돈 혈통번호	웅돈 개체번호	생년월일	근친도	실산자수	이유두수	일당증체중등지방두께	90kg도달	부계지수	모계지수	수-선발	암-선발
	21412004030		88-186									
1	21708060674	4-107		0.0020	0.4371	0.0091	0.0347	-0.0726	-9.0590	129	139	GGP	GGP
2	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.2399	0.0176	0.0364	-0.0388	-9.4840	128	122	S1	GP
3	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.3398	0.0124	0.0141	0.0033	-3.4675	105	119	S1	GP
	21412015690		13-139									
4	21708060674	4-107		0.0000	0.4477	0.0078	0.0270	-0.1093	-7.1205	125	139	GGP	GGP
5	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.2505	0.0163	0.0287	-0.0756	-7.5455	124	121	S1	GP
6	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.3504	0.0111	0.0065	-0.0335	-1.5290	101	116	S1	GP
	21412015703		28-126									
7	21708060674	4-107		0.0020	0.4623	0.0001	0.0192	-0.0790	-4.8795	115	135	GGP	GGP
8	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.2651	0.0086	0.0208	-0.0453	-5.3045	115	118	S1	GP
9	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.3650	0.0034	-0.0014	-0.0031	0.7120	91	114	S1	GP
	21412015766		89-121									
10	21708060674	4-107		0.0020	0.5785	0.0196	0.0366	-0.0497	-9.3950	129	151	GGP	GGP
11	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.3814	0.0281	0.0383	-0.0160	-9.8200	128	133	GGP	GGP
12	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.4812	0.0229	0.0161	0.0261	-3.8035	105	130	GP	GGP
	21412015767		89-122									
13	21708060674	4-107		0.0020	0.4876	0.0163	0.0233	-0.0297	-5.9020	116	137	GGP	GGP
14	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.2904	0.0248	0.0250	0.0041	-6.3270	115	119	S1	GP
15	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.3903	0.0196	0.0027	0.0462	-0.3105	91	116	S1	GP
	21412015794		13-153									
16	21708060674	4-107		0.0000	0.5251	0.0168	0.0204	-0.0305	-5.2720	113	139	GGP	GGP
17	21708060686	97-103	2017/06/22	0.0000	0.3279	0.0254	0.0221	0.0032	-5.6970	113	121	S1	GP
18	21802012682	58-153	2017/08/18	0.0000	0.4278	0.0202	-0.0001	0.0453	0.3195	89	118	S1	GP

<그림 3-33> B계통과 C계통의 최적교배 보고서



교배조합 보고서

번호	웅돈 혈통번호	웅돈 개체번호	생년월일	근친도	실산자수	이유두수	일당증체중등지방두께	90kg도달	부계지수	모계지수	수-선발	암-선발
	21510024295		32-123									
1	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0000	0.2760	0.0025	0.0060	-0.0677	-1.5684	103	114	S1	GP
2	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0000	0.2033	-0.0081	0.0137	-0.0918	-3.5595	112	112	S1	GP
3	21708060446	79-115		0.0000	0.1422	0.0001	0.0086	-0.0269	-2.2885	103	101	S1	S1
	21510024305		107-10									
4	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0000	0.5110	0.0079	0.0082	-0.0696	-2.1719	106	135	GGP	GGP
5	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0020	0.4383	-0.0027	0.0159	-0.0937	-4.1630	114	133	GGP	GGP
6	21708060446	79-115		0.0000	0.3772	0.0055	0.0108	-0.0288	-2.8920	105	122	S1	GP
	21510024315		54-119									
7	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0078	0.4105	0.0106	-0.0016	0.0052	0.4716	92	118	S1	GP
8	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0000	0.3377	-0.0000	0.0061	-0.0189	-1.5195	100	116	S1	GP
9	21708060446	79-115		0.0000	0.2767	0.0082	0.0010	0.0460	-0.2485	91	106	S1	GP
	21510024318		92-105									
10	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0000	0.1595	0.0068	0.0036	-0.1212	-0.9107	105	105	S1	S1
11	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0020	0.0868	-0.0038	0.0113	-0.1452	-2.9018	113	103	S1	S1
12	21708060446	79-115		0.0000	0.0257	0.0044	0.0062	-0.0804	-1.6308	104	93	S2	S2
	21510024331		92-121									
13	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0000	0.1971	0.0054	0.0129	-0.1000	-3.3499	112	111	S1	GP
14	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0020	0.1244	-0.0052	0.0206	-0.1240	-5.3410	120	109	S1	GP
15	21708060446	79-115		0.0000	0.0634	0.0030	0.0155	-0.0592	-4.0700	111	99	S2	S1
	21510024350		92-112									
16	21704034711	78-148	2017/03/31	0.0000	0.2311	0.0111	0.0175	-0.0744	-4.5294	114	115	S1	GP
17	21611046641	94-189	2016/11/10	0.0020	0.1584	0.0005	0.0253	-0.0984	-6.5205	122	113	S1	GP
18	21708060446	79-115		0.0000	0.0974	0.0087	0.0201	-0.0335	-5.2495	114	103	S1	S1

<그림 3-34> C계통과 D계통의 최적교배 보고서

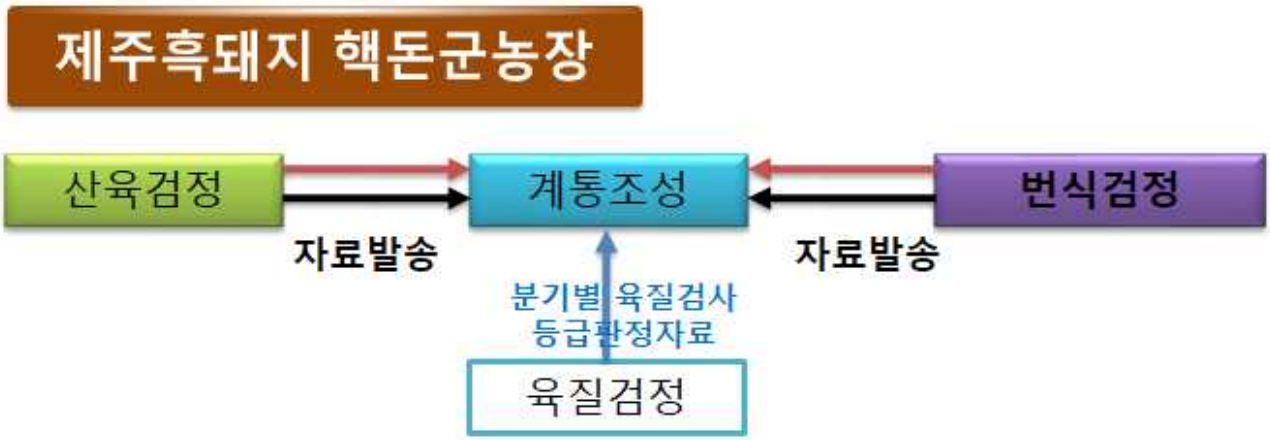
교배조합 보고서

번호	웅돈 혈통번호	웅돈 개체번호	생년월일	근친도	실산자수	이유두수	일당증체중등지방두께	90kg도달	부계지수	모계지수	수-선발	암-선발
	21602033927		161-23									
1	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.2189	-0.0008	0.0295	-0.1902	-7.7430	133	124	S1	GGP
2	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.2189	-0.0008	0.0282	-0.1449	-7.3680	128	122	S1	GP
3	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	0.0873	-0.0014	0.0045	-0.1344	-1.1891	107	100	S1	S1
	21602033939		33-115									
4	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.3460	0.0087	0.0328	-0.1267	-8.5800	131	133	GGP	GGP
5	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.3460	0.0087	0.0315	-0.0813	-8.2050	127	131	GGP	GGP
6	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	0.2145	0.0081	0.0079	-0.0708	-2.0261	105	109	S1	GP
	21602033955		54-134									
7	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.1028	0.0005	0.0322	-0.1826	-8.4645	135	115	S1	GP
8	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.1028	0.0005	0.0309	-0.1373	-8.0895	130	113	S1	GP
9	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	-0.0288	-0.0001	0.0072	-0.1268	-1.9106	109	91	S2	S2
	21602033962		74-177									
10	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.4403	0.0050	0.0361	-0.1372	-9.4040	135	143	GGP	GGP
11	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.4403	0.0050	0.0348	-0.0918	-9.0290	130	141	GGP	GGP
12	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	0.3086	0.0044	0.0111	-0.0813	-2.8501	109	119	S1	GP
	21602033963		74-178									
13	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.4448	0.0044	0.0358	-0.1945	-9.3740	138	146	GGP	GGP
14	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.4448	0.0044	0.0345	-0.1491	-8.9990	134	144	GGP	GGP
15	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	0.3133	0.0038	0.0108	-0.1387	-2.8201	112	122	S1	GP
	21602033965		74-180									
16	21708060438	3-151	2017/04/30	0.0000	0.4658	0.0056	0.0347	-0.1683	-9.0305	136	146	GGP	GGP
17	21708060437	3-150	2017/04/30	0.0000	0.4658	0.0056	0.0334	-0.1230	-8.6555	131	144	GGP	GGP
18	21802012599	79-169	2017/07/20	0.0000	0.3341	0.0050	0.0098	-0.1125	-2.4766	109	122	S1	GP

<그림 3-35> D계통과 P계통의 최적교배 보고서

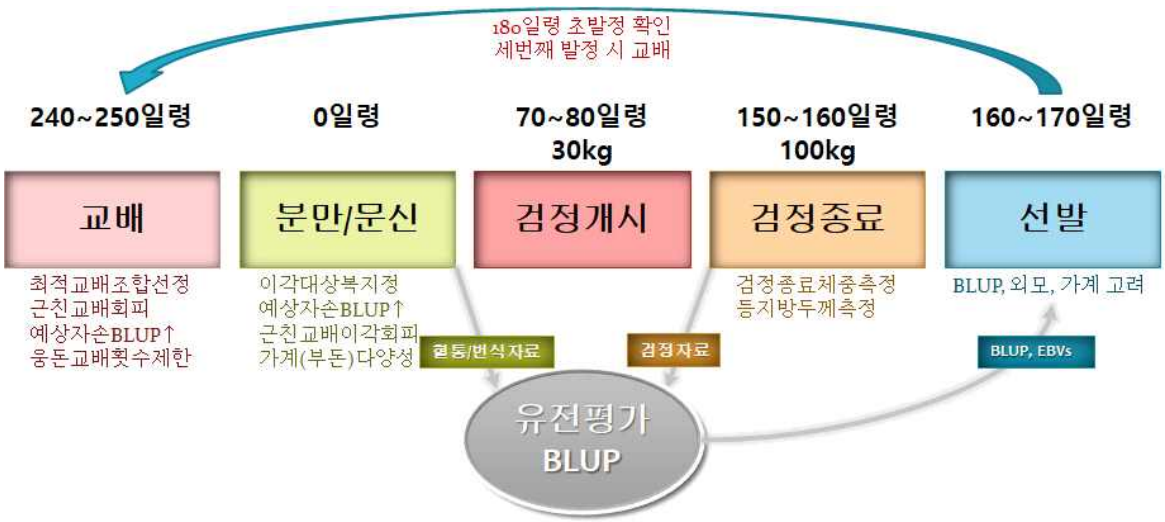
7. 제주흑돼지 개량을 위한 육종시스템

제주흑돼지 GGP 농장(핵돈군)은 농장 산육검정과 번식검정 및 분기별 육질검정의 3개 검정을 취합하여 계통조성을 원칙으로 한다.



<그림 3-36> 제주흑돼지 단계별 계통조성 시스템

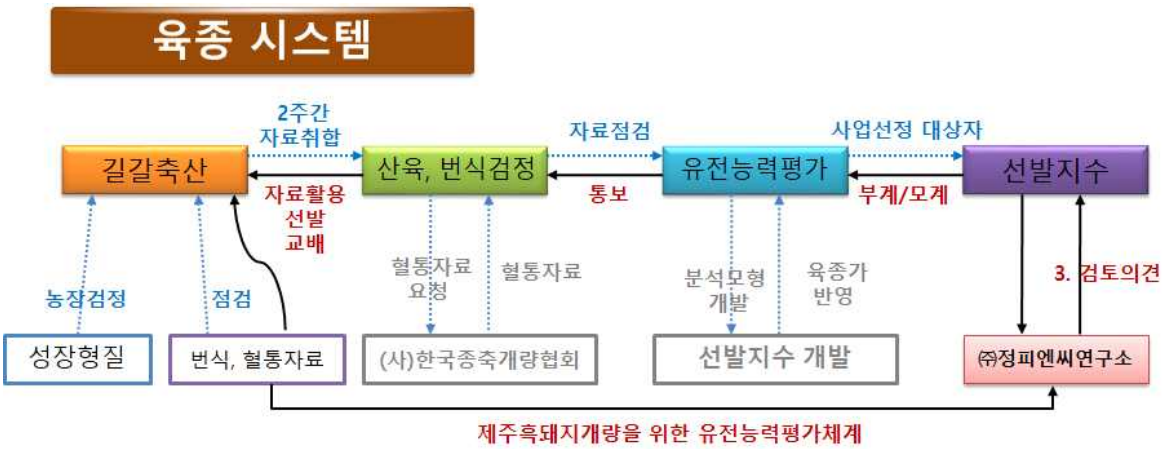
이것은 길갈축산의 교배-검정-선발 PigFlow는 먼저 분만 시 예상육종가, 근친도 등을 고려해 이각 대상복을 지정하여 이각을 실시하고, 약 70~80일령 후기자돈사에서 검정육성사로 이동하면서 검정을 시작하고, 약 150~160일경에 검정을 종료하는데 이 때 검정체중 및 PigLOG 105를 활용해 등지방두께를 측정한다. 이렇게 수집한 검정자료와 혈통, 번식자료를 기반으로 유전능력평가를 실시하고, 여기서 추정된 육종가를 바탕으로 검정 후 약 일주일 후 최종선발을 진행한다. 선발된 후보돈은 약 180일령부터 초발정을 확인하기 시작하면서 약 240~250일령에 초교배를 실시하고 있다.



<그림 3-37> 교배 - 검정-선발-교배 PigFlow

돈군 개량을 위한 육종시스템에서 가장 중요한 것은 선발과 교배의 기준을 설정하는 것이다.

선발의 주요형질은 일당증체중과 등지방두께이다. 또한 번식형질은 생존산자수를 개량하는 것이 주목적이다. 이 형질들에 대해 유전능력평가를 실시하여 산출된 육종가를 선발지수에 반영하여 선발을 실시하고 있다.



<그림 3-38> 제주흑돼지 개량을 위한 육종시스템

8. 선발강도와 세대간격 기준 및 육종프로세스

모돈은 갱신율을 60%로 설정하고 후보돈 선발강도를 30%로 설정하여 주간 이각 44두, 검정 33두, 최종선발 10두를 목표로 하고 있고, 웅돈 갱신율 200%로 설정하고 후보웅돈 선발강도를 20%로 설정하여 주간 이각 4~5두, 검정 3두, 최종선발은 2주에 1두를 목표로 하고 있다. 실제로 세대간격을 계산해보면 모돈은 2.1년, 웅돈은 1.3년으로 육종계획표에서 설정한 수치와 거의 일치하는 수준을 보이고 있다

[표 3-58] 길갈축산 세대간격 기준

구분	세대간격
모돈	2.1년
웅돈	1.3년

[표 3-59] 길갈축산 후보모돈 검정 및 선발기준

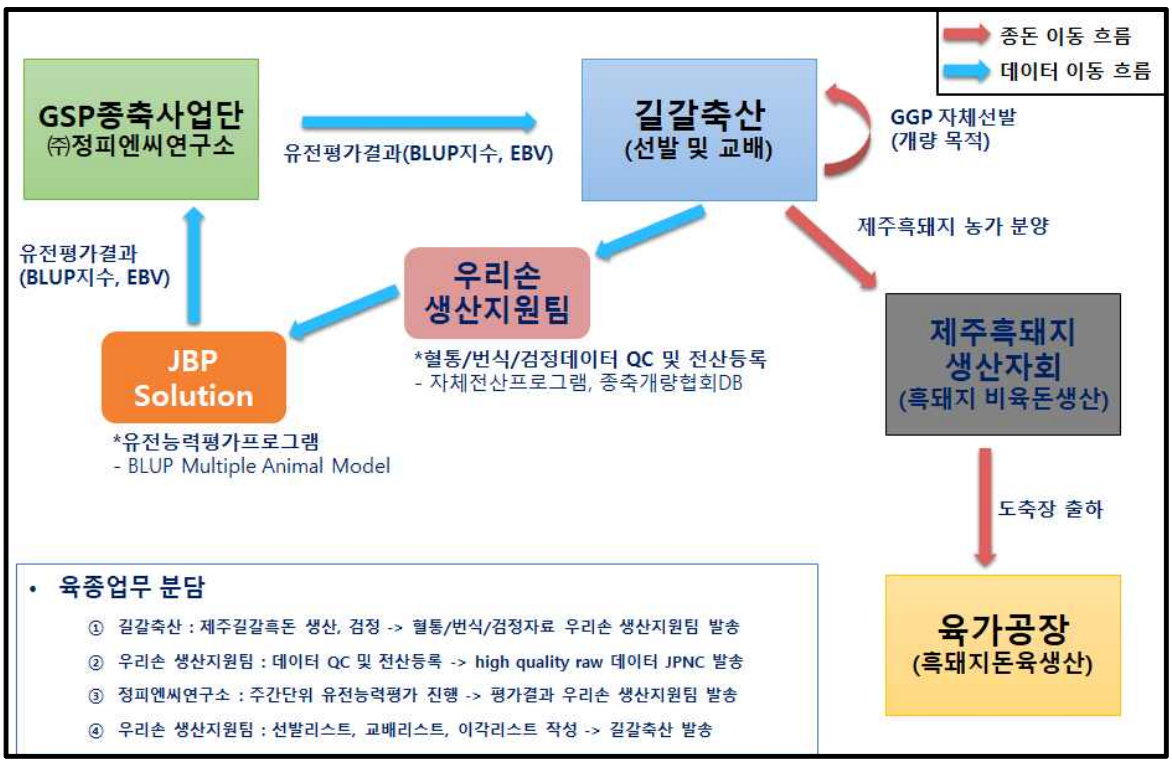
항목	후보모돈	2주간
연간 갱신율	60.0%	
후보교배	414복	
후보돈사용율	80.0%	
후보선발	518두	
주간후보교배	8.0복	
주간후보선발	10.0두	20두

선발강도	30.0%	
검정두수	33.2두	64두
이각두수	44.4두	80두

[표 3-60] 제주흑돼지 종모돈 검정 및 선발기준

항목	GGP	2주간
웅돈수	15~17두	
연간 갱신율	200.0%	
연간 웅돈선발	30두	
주간웅돈선발	0.6두	1두
선발강도	20.0%	
검정두수	2.9두	6두
이각두수	4.4두	8두

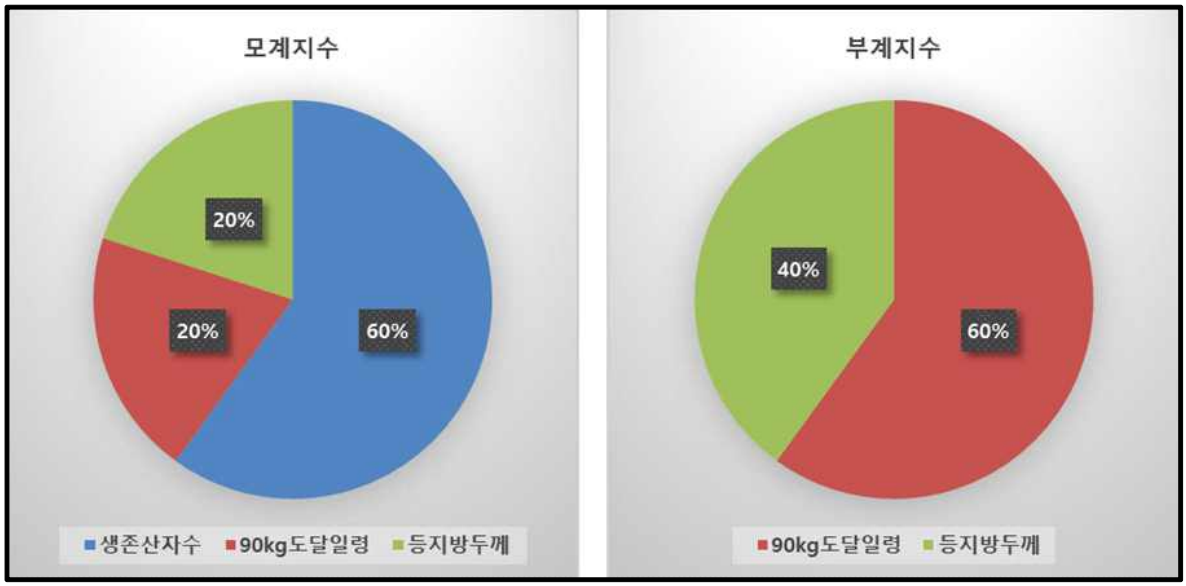
이것은 길갈축산의 전체적인 육종업무 프로세스를 <그림 3-39>에 나타내었다. 현장에서 등기, 번식, 검정 기록을 작성하면, 우리손 생산지원팀에서 데이터 QC를 진행해서 (사)한국종축개량협회 DB 및 자체전산프로그램에 등록하고, QC가 완료된 데이터를 ㈜정피엔씨연구소에 보내주면 유전능력평가를 진행한 뒤 육종가를 다시 피드백한다. 이 육종가를 바탕으로 자체선발을 진행한다. 추후 선발된 후보모돈에 대해 (사)제주흑돼지생산자회에 종돈을 분양할 계획이다.



<그림 3-39> 제주흑돼지 종돈개량을 위한 참여기관별 육종업무 프로세스

9. 제주흑돼지 선발기준

선발지수는 적용되는 경제형질에 대해 각각의 가중치를 적용한 뒤에 각 형질의 육종가의 표준편차로 지수를 나누어 표준편차 기준으로 표준화시킨 후 지수평균=100, 지수표준편차=20으로 스케일을 정해준다.



<그림 3-40> 길갈축산 선발기준

※ 제주흑돼지 모계지수(MLI)

선발지수(MLI)= 60 × 복당생존산자수 육종가/복당생존산자수 육종가 표준편차
- 20 × 90kg 도달일령육종가/90kg 도달일령육종가 표준편차
- 20 × 등지방두께/등지방두께 표준편차

※ 제주흑돼지 부계지수(MLI)

선발지수(MLI)= 60 × 90kg 도달일령육종가/90kg 도달일령육종가 표준편차
- 40 × 등지방두께/등지방두께 표준편차

㉮ 모계지수(MLI)

MLI = 84 + (84.9 × 실산자수 육종가) - (1.6 × 90kg 도달일령육종가)
- (46.1 × 등지방두께 육종가)

㉯ 부계지수(TSI)

TSI = 94 - (3.4 × 90kg 도달일령육종가) - (67.1 × 등지방두께 육종가)

10. 제주흑돈에 대한 생산 및 번식 형질에 대한 분산성분 추정

가. 기초통계량 및 유전모수 추정

[표 3-61]에는 제주흑돼지에 대한 산육 및 번식 형질 (등지방두께, 일당증체량, 90kg 도달 일령 및 총산자수, 생존산자수)에 대한 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값에 대한 기술 통계 분석 결과를 제시하였다. 생산형질에서 등지방두께는 15.63±3.36mm, 일당증체량은 543.60±57.03g, 90kg 도달일령은 167.70±11.53일으로 조사되었으며, 번식형질에서는 총산자수와 생존산자수 각각 9.95±2.83, 9.36±2.83으로 조사되었다.

[표 3-61] 산육 및 번식형질에 대한 기초통계량

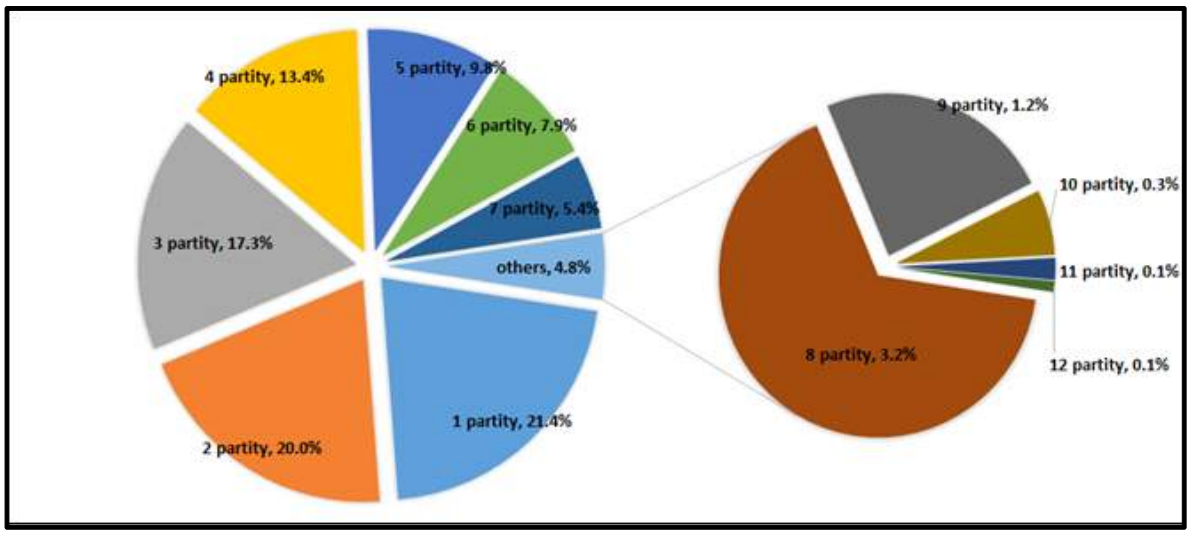
경제형질	두수(두)	평균	표준편차	최소값	최대값
생산형질					
등지방두께(mm)	2,926	15.63	3.36	6.70	28.60
일당증체중(g)	2,890	543.60	57.03	401.00	772.00
90kg도달일령(일)	2,591	167.70	11.53	129.00	190.00
번식형질					
복당 총산자수(두)	1,913	9.95	2.83	2	24
복당 생존산자수(두)	1,913	9.36	2.83	1	19

환경효과로는 성별, 산차 및 동기군 효과를 고려하였으며, 산차 효과는 1산에서 12산차까지 분포하였으며, 1산의 경우가 21.4%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 산차가 높아질수록 차지하는 비율이 점차 낮아지는 경향을 나타내었다<그림 3-41>. 본 연구에서 산체에 대한 효과를 고려할 때 9산 이상의 자료는 상대적으로 적기 때문에 9산 이상에 대한 자료는 9산으로 간주하여 분석에 이용하였다[표 3-62].

[표 3-62] 재편성한 보유모돈의 산차별 기록수와 번식형질에 대한 평균과 표준편차

산차	두수	복당 총산자수		복당 생존산자수	
		평균	표준편차	평균	표준편차
1	**409**	8.76	2.62	**8.16**	2.61
2	**382**	9.72	2.62	**9.37**	2.65
3	**330**	10.46	2.76	**9.89**	2.81
4	**257**	10.29	2.82	**9.68**	2.86
5	**187**	10.33	2.93	**9.75**	2.99

6	152	10.68	2.96	9.80	2.78
7	104	10.70	2.82	9.82	2.86
8	61	10.60	2.99	9.82	2.88
≥9	31	10.67	2.44	9.74	2.39



<그림 3-41> 제주흑돼지 번식형질를 이용한 산차별 모돈두수 및 비율

생산 및 번식 형질에 대한 분산성분 및 유전모수를 추정하기 위하여 고려되는 고정 효과들(sex, parity 및 contemporary group)에 대한 유의성 검정을 위하여 각각 생산 형질과 번식형질에 대하여 아래와 같은 선형 모형을 적용하였으며, 이를 위하여 SAS@9.4Package/PC 소프트웨어의 최소 제곱법을 이용하여 유의적 검정을 수행하였다. 생산 형질에 대한 모형은 다음과 같다.

$$y_{ij} = \mu + sex_i + c_j + e_{ij}$$

여기서, y_{ij} = observed values of productive traits, μ = overall mean, sex_i = i^{th} fixed effect of sex, $c_j = j^{th}$ fixed effect of contemporary group, e_{ij} = residual random effects

번식형질에 대한 모형은 다음과 같다.

$$y_{ij} = \mu + p_i + c_j + e_{ij}$$

여기서, y_{ij} = observed values of reproductive traits, μ = overall mean, $p_i = i^{th}$ fixed effect of parity, $c_j = j^{th}$ fixed effect of contemporary group, e_{ij} = residual random effects

생산 및 번식 형질에 대하여 고려된 고정 효과들에 대한 유의성 검정에 대한 결과는 [표 3-63]에 나타내었다. 생산 형질 중에서는 90kg 도달 일령의 성에 대한 효과를 제외하고 이외의 형질에서 성별 및 동기군 효과에 대하여 모두 고도의 유의적인 효과를 갖는 것으로 추정되었

으며, 90kg도달일령에서는 성별에 대한 효과 추정 시 동기군 효과를 고려하지 않을 경우에는 유의적인 효과가 있는 것으로 나타났으나, 동기군 효과도 같이 고려한 Type III 자승합을 통한 통계치를 이용하였을 경우에는 유의성이 나타나지 않았다. 번식 형질에서는 총산자수와 생존산자수에 대하여 산차 및 동기군에 대한 효과가 모두 유의적인 효과를 나타내는 것으로 추정되었다.

[표 3-63] 제주흑돼지의 산육 및 번식형질에 대한 고정효과 분석결과

고정 효과	자유도	생산형질			고정 효과	자유도	번식형질	
		일당증체중	등지방두께	90kg 도달일령			총산자수	생존산자수
성별	1	0.03**	17.84***	168.73ns	산차	8	116.70***	101.38***
동기군	24	0.07***	1.08***	6533.61***	동기군	6	74.13***	53.69***

*** : P<0.01; ** : P<0.05; ns : Non significant

제주흑돼지에 대하여 생산 및 번식 형질에 대한 분산 성분 및 유전모수를 추정하기 위하여 상가적 유전 효과 (additive genetic effect), 모체 유전 효과 (maternal genetic effect), 모체 환경 효과 (maternal environmental effect) 및 고정 효과 (sex, contemporary group and parity)를 포함한 선형 개체 모형 (linear animal model)을 각각 생산 및 번식 형질에 따라 다변량 모형 (multi-variate model)에 적용하였다. 분산 성분 및 유전 모수를 추정하기 위하여 개체들의 각 형질별 표현형 자료 및 4,075두의 혈통 자료를 이용하여 REML (Restricted Maximum Likelihood) 방법을 ASREML4.1 (Gilmour et al., 2015) 소프트웨어를 이용하여 분석하였으며, 분석 모형은 아래와 같이 적용하였다.

□ **Model: Animal model with a direct additive genetic effect, maternal genetic and environmental effects**

$$y = Xb + Z_d a_d + Z_m a_m + W_c + e$$

여기서, y는 관측치 (총유두수 및 생시체중)의 벡터; X, Z_d, Z_m, W는 고정 및 랜덤 효과들에 대한 incidence matrix; b는 고정 효과 (sex, contemporary group and parity)에 대한 벡터; a_d는 상가적 유전 효과에 대한 벡터; a_d는 어미의 유전 효과에 대한 벡터; c는 같은 동복내 개체들에 대한 어미의 공통적인 nongenetic 효과; e는 잔차 효과에 대한 벡터이다.

나. 유전모수 및 분산성분 추정결과

모형식 (Animal model with a direct additive genetic effect, maternal genetic and environmental effects)을 적용하여 제주 흑돈의 생산 및 번식 형질에 대하여 추정된 분산 성분 및 유전 모수 결과는 각각 [표 3-64]와 [표 3-65]에 나타내었다.

제시된 바와 같이 생산 형질 내에서 등지방두께, 일당증체량 및 90Kg도달일령에 대하여 추정된 유전력 및 표준 오차는 각각 0.364±0.052, 0.271±0.048 및 0.300±0.052로 유전력을 갖는 것으로 추정되었으며, 번식 형질 내에서 총산자수와 생존산자수에 대하여 추정된 유전력 및 표준오차는 각각 0.072±0.032, 및 0.076±0.032로 유전력을 갖는 것으로 추정되었다. 생산 형질 중에서 일당 증체량과 90Kg 도달일령 형질에서 모체의 유전적인 분산뿐만 아니라, 모체의 공통 환경 분산의 비율이 상당히 높은 것으로 추정되었다. 번식 형질인 총 산자수와 생존 산자수에 대하여 추정된 모체의 공통 환경 분산 역시 유전력 대비 상당히 높은 수준으로 추정되었다. 위와 같이 추정된 결과를 해석해보자면, 개체 및 모체의 유전적인 부분뿐만 아니라, 어미의 영양학적 상태가 동복에 대한 영양 공급들에 많은 공통적인 영향을 주며 성장 형질 (특히 일당증체량 및 90Kg 도달일령)에서 높은 분산성분이 추정되었다. 번식형질에서도 마찬가지로 총산자수 및 생존산자수 형질에 모체 공통 환경 분산 성분 (동복에 대한 어미의 동일한 태반으로부터의 받는 영향)이 높은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위와 같은 결과로 미루어보아 현재 제주 흑돈에 대한 유전 모수 추정 시 개체의 직접적인 유전효과 뿐만 아니라, 모체의 유전 또는 공통 환경효과를 고려해야 유전 모수 등이 과대 추정 (over-estimate) 되는 현상을 방지 할 수 있으며, 개체들에 대한 정확한 유전 능력 평가가 이루어질 것으로 사료된다.

또한, <그림 3-42, 3-43>에서는 각각 성장 및 번식 형질에 대하여 현재 개체의 유전 및 모체의 유전 및 공통 환경 분산을 고려한 모형식을 ASREML4.1 (Gilmour et al., 2015)에 적용한 소스 코드를 제시하였다. 분산 성분에 대한 행렬 작성시 에 corgh 옵션을 이용하여 개체 및 모체의 유전분산을 추정하였지만, corgh 옵션의 경우 많은 모수 (parameter)를 추정해야 하는 많은 소요시간이 요구되며, 양정치 행렬(positive-definite) 형성에 대한 어려움이 나타나고 있으므로 차후에는 Factor Analytic 방법을 이용하여 추정해야 할 모수의 간소화 및 위와 같은 positive-definite 행렬에 대한 문제점을 해결할 것으로 사료된다.

[표 3-64] 제주흑돼지의 산육 및 번식형질에 대한 유전분산 추정결과

경제형질	Variance component[2]				
	σ_d^2	σ_m^2	W_c	σ_e^2	σ_p^2
생산형질					
등지방두께	3.594	0.385	0.034	5.531	9.867
일당증체중	0.076	0.030	0.357	0.167	0.281
90kg도달일령	0.446	0.019	0.190	0.831	1.486
번식형질					
복당총산자수	0.529	-	0.459	6.407	7.395
복당 생존산자수	0.569	-	0.348	6.563	7.480

$^{2}\sigma_d^2$ = direct additive genetic variance, σ_m^2 = maternal genetic variance, W_c = maternal environmental variance, σ_e^2 = residual variance; σ_p^2 = phenotype variance

[표 3-65] 성장 및 산육형질에 대한 유전모수 추정

경제형질	$h_d^2 \pm SE$	$h_m^2 \pm SE$	$C^2 \pm SE$
생산형질			
등지방두께	0.364 (0.052)	0.039 (0.023)	0.036 (0.021)
일당증체중	0.271 (0.048)	0.011 (0.021)	0.122 (0.025)
90kg도달일령	0.300 (0.052)	0.013 (0.023)	0.128 (0.025)
번식형질			
복당총산자수	0.072 (0.032)	-	0.062 (0.036)
복당 생존산자수	0.076 (0.032)	-	0.047 (0.035)

```
WORKSPACE 32000
Multivariate Animal model
 cgp    !I
 animal !P
 sire   !P
 dam    !P
 sex    !A
 bornwt !M0
 endwt
 ADG    !D0 !*10 !M<4
 ABF    !D0 !*10 #!M<9
 fcr    !M0
 DAYS   !D0 !*0.1 !M>19
 PCL    !M0 #!M<=40
 L_N    !M0
 R_N    !M0
 T_N    !M0
 tweek  !I
 litter !I
 breed  !A
 tesi   !A
 farm   !A
INB.DAT.SRT !ALPHA !DIAG
CH.DAT !DOPART $A  !SUM

ADG ABF DAYS ~ Trait.cgp,
              Trait.sex,
              Trait.breed,
              !r corgh(Trait).animal,          # Addtive Genetic Effect
                 corgh(Trait).dam,             # Maternal Genetic Effect
                 us(Trait).litter              # Common Environment Effect (non-genetic)
              residual idv(units).us(Trait)    # Error term

VPREDICT !DEFINE
F VpADG corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[4] + idv(units).us(Trait);us(Trait)[1] + corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[4] + us(Trait).litter;us(Trait)[1]      # Va + Ve + Vm + Wc
F VpABF corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[5] + idv(units).us(Trait);us(Trait)[3] + corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[5] + us(Trait).litter;us(Trait)[3]
F VpDAYS corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[6] + idv(units).us(Trait);us(Trait)[6] + corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[6] + us(Trait).litter;us(Trait)[6]
F VgADG corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[4]
F VgABF corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[5]
F VgDAYS corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[6]
F VmADG corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[4]
F VmABF corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[5]
F VmDAYS corgh(Trait).dam;corgh(Trait)[6]
F WcADG us(Trait).litter;us(Trait)[1]
F WcABF us(Trait).litter;us(Trait)[3]
F WcDAYS us(Trait).litter;us(Trait)[6]
H heritADG VgADG VpADG
H heritABF VgABF VpABF
H heritDAYS VgDAYS VpDAYS
H materADG VmADG VpADG
H materABF VmABF VpABF
H materDAYS VmDAYS VpDAYS
H coEnvADG WcADG VpADG
H coEnvABF WcABF VpABF
H coEnvDAYS WcDAYS VpDAYS
```

<그림 3-42> 제주흑돼지 성장형질에 대한 모형식

ASREML4.1(Gilmour et al., 2015)에 적용한 소스 코드를 제시

```
WORKSPACE 32000
Multivariate Animal model
 cgp    !I
 animal !P
 sire   !P
 dam    !P
 parity !I
 wcgp   !I
 TNB    !M0
 NBA    !M0
 WEN    !M0
 lwt    !M0
 w2e    !M0
 breed  !A
 pure   !A
 litter !I
 farm   !A
INB.DAT.SRT !ALPHA !DIAG
CK.DAT !DOPART $A  !SUM

TNB NBA ~ Trait.cgp,
              Trait.parity,
              Trait.breed,
              !r corgh(Trait).animal,
                 us(Trait).litter
              residual idv(units).us(Trait)

VPREDICT !DEFINE
F VpNBA corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[3] + idv(units).us(Trait);us(Trait)[3] + us(Trait).litter;us(Trait)[3]
F VpTNB corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[2] + idv(units).us(Trait);us(Trait)[1] + us(Trait).litter;us(Trait)[1]
F VgNBA corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[3]
F VgTNB corgh(Trait).animal;corgh(Trait)[2]
F WcNBA us(Trait).litter;us(Trait)[3]
F WcTNB us(Trait).litter;us(Trait)[1]
H heritNBA VgNBA VpNBA
H heritTNB VgTNB VpTNB
H coEnvNBA WcNBA VpNBA
H coEnvTNB WcTNB VpTNB
```

<그림 3-43> 제주흑돼지 번식형질에 대한 모형식
ASREML4.1 (Gilmour et al., 2015)에 적용한 소스 코드를 제시2

11. 제주흑돼지 GGP 돈군(길갈축산)의 연간 유전적 개량량 분석결과

길갈축산의 혈통자료, 검정자료 및 번식자료를 점검한 결과 2013년~2020년 9월까지 자료를 입력하여 제주흑돼지 개량을 위한 기초축군확보 및 유전능력을 추정하기 위한 유전능력평가를 실시함. 이 기간중 길갈축산의 교배 및 분만기록은 8,553복, 검정기록은 3,895두이고 혈통자료에 포함된 개체수는 총 21,205두였다 [표 3-66].

[표 3-66] 길갈축산(제주흑돼지 전문종돈장)의 자료

형태	자료
혈통자료	21,205두
검정자료	3,895두
번식자료	8,553복

제주흑돼지의 지난 5년간 경제형질을 국내 A종돈장의 요크셔와 두록, 또한 B종돈장의 버크셔와 비교하였다. 일당증체중은 길갈흑돼지가 0.554kg이었고, A종돈장 요크셔는 0.635kg, 두록은

0.661kg이었다. 90kg시 등지방두께는 길갈흑돼지가 1.58cm이었고 A종돈장의 요크셔는 1.31cm, 두록은 1.24cm 였고 90kg도달일령은 길갈흑돼지는 166.1일인 반면 A 종돈장 요크셔는 143.9일, 두록은 141.4일이었다. 따라서 산육형질의 경우 길갈 흑돼지는 현재 A종돈장 요크셔나 두록보다 등지방이 0.27~0.34cm 두껍고 90kg 도달일령은 22~25일 늦었다. 번식형질의 경우 길갈 흑돼지는 복당 총산자수는 9.96두로 A 종돈장 요크셔 14.92두, 두록 10.32두로 요크셔 보다는 4.96두 적었고 두록보다는 0.36두 적었다.

[표 3-67] 제주흑돼지의 최근 5년간 경제형질별 성적과 타 종돈장과의 비교

경제형질		길갈축산	GSP A종돈장		B종돈장
		흑돼지	요크셔	듀록	버크셔
산육형질	일당증체량(kg)	0.554±0.074	0.635±0.069	0.661±0.064	
	등지방두께(cm)	1.58±0.327	1.31±0.276	1.24±0.26	
	90kg 도달일령(일)	166.1±14.81	143.9±13.36	141.4±11.35	
번식형질	총산자수	9.96±2.99	14.92±3.50	10.32±2.42	9.19±2.66
	생존산자수	9.23±2.95	13.17±2.94	9.27±2.22	8.65±2.42
	이유두수	8.70±1.36	11.25±2.77	7.88±0.94	8.89±2.28

가. 길갈축산 흑돼지의 유전력(h^2) 추정

길갈축산은 1995년 이후 20여년간 흑돼지만을 사육하여 제주도 흑돈농가에 종돈을 분양하였으며, 제주도에서 특유의 흑돼지를 생산하기 위해 제주재래흑돼지, 멧돼지의 혈통도 도입하여 개량에 활용함. 현재 길갈축산의 돈군을 형성하고 있는 기본 품종은 버크셔, 햄프셔, 듀록 등 유색 순종돈의 혈통을 기반으로 현재까지 흑돼지를 사육하고 있음. 또한 자체적으로 5개 계통을 분류하여 순차적으로 교배시키는 계통 조성방법으로 육종하였음. (사)한국종축개량협회에는 순종으로 인정을 받지 못하고 교잡종으로 혈통등록을 하고 있음. 현재 길갈축산의 흑돼지 모돈 667두 규모로 자돈들은 거의 흑모색의 특징을 보이고 있으며, 지난 20여년간 거의 폐쇄적인 육종을 해왔으므로 유전적으로 순종의 특성을 보일 수 있는지를 판단하기 위해 유전능력평가를 실시하였고 첫 단계로 유전력(h^2)을 추정하였음. 또한 길갈축산의 흑돼지에 대한 형질별 유전력을 다른 종돈장과 비교하여 설명하고자 함.

길갈 흑돼지 유전능력 분석을 위해서 BLUP 방식을 사용했으며, 성장형질에 대한 분석모형은 다음과 같은 모형을 사용하였다.

$$Y = C + S + a + l + e$$

여기서, C는 동기군 그룹(생년월-주차)의 효과, S는 성별(암, 수) 효과, a는 개체육종가 l은 동복효과 및 e는 임의 오차

번식형질에 대한 분석모형은 다음과 같은 모형을 사용하였음

$$Y = C + a + l + e$$

여기서, C는 동기군 그룹(생년월-주차)의 효과, a는 개체육종가 l은 동복효과 및 e는 임의 오차

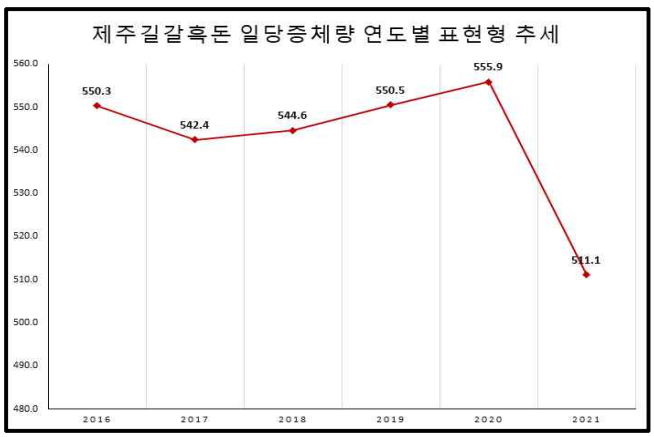
제주흑돼지의 일당증체중 유전력은 0.306로 A종돈장 요크셔의 0.380, 듀록의 0.353보다는 낮았다. 90kg도달일령 유전력은 0.334로 A종돈장 요크셔의 0.386, 듀록의 0.384로 다른 종돈장의 유전력대비 낮게 추정되었다. 제주흑돼지 등지방두께 유전력은 0.402로 A종돈장 요크셔의 0.461, 듀록의 0.361 로 추정되었다.. 번식형질인 복당총산자수 흑돼지 유전력은 0.124로 A종돈장 요크셔의 0.104, 듀록의 0.117보다 높게 추정되었다. 단일 축군으로, 타 종돈장과 교류가 없는 폐쇄육종 농장이라는 것을 감안한 결과라고 할 수 있다. 따라서 길갈축산 흑돼지는 자체 유전분산이 낮으므로 추후 제주흑돼지 개량을 위한 핵군종돈장인 국립축산과학원 난지축산연구소(난축맛돈)과 제주도 축산진흥원(버크셔)에서 유전자원을 도입하는 육종계획을 추진할 필요가 있다고 판단된다.

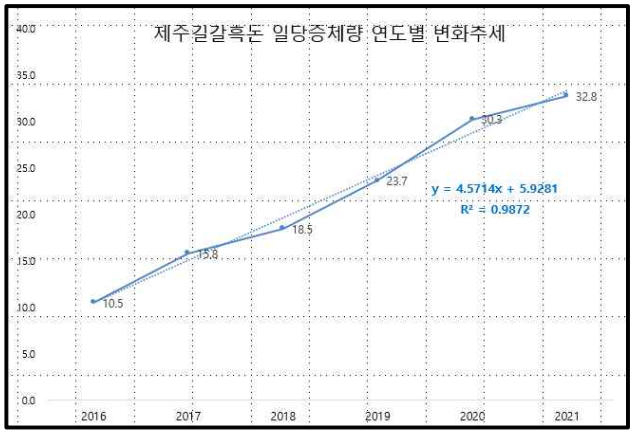
[표 3-68] 경제형질에 대한 유전력(h^2)과 타 품종과의 비교

경제형질		길갈축산	GSP A종돈장	
		흑돼지	요크셔	듀록
산육형질	일당증체중(kg)	0.306	0.380	0.353
	등지방두께(cm)	0.402	0.461	0.361
	90kg 도달일령	0.334	0.386	0.384
번식형질	총산자수	0.124	0.104	0.117
	생존산자수	0.143	0.083	0.108
	이유두수	0.009	0.007	0.006

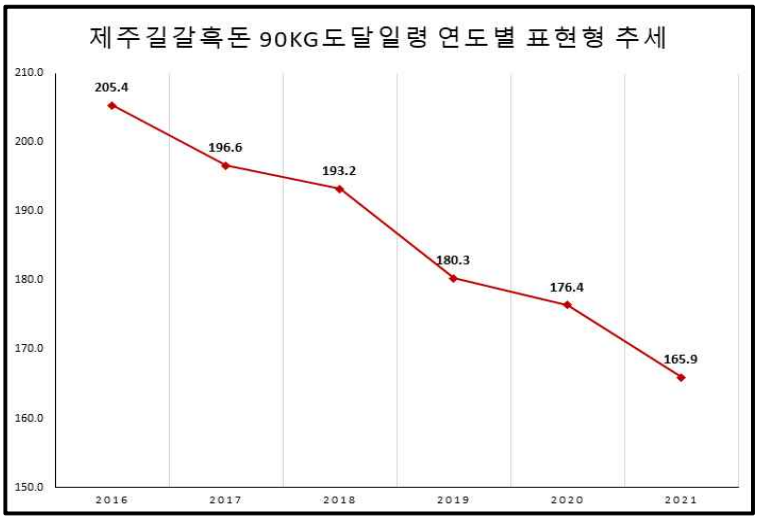
나. 길갈축산 흑돼지의 유전력 개량 추세

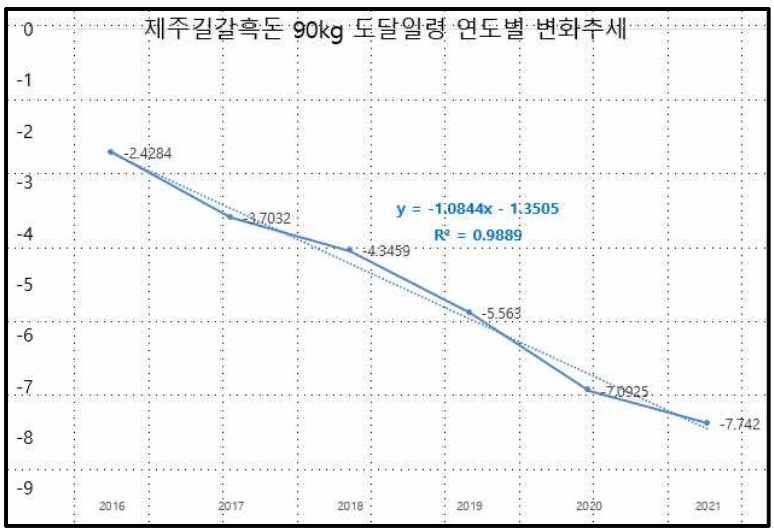
지난 6년간(2016~2021년)의 경제형질별 유전적 개량 추세를 보면 일당증체중은 매년 유전적으로 4.5714g 증가하고, 90kg 도달일령은 매년 1.08일씩 개량이 되고 있다<그림 3-44, 3-45>.





<그림 3-44> 길갈축산 흑돼지의 일당증체중에 대한 연도별 표현형 및 유전적 개량추세

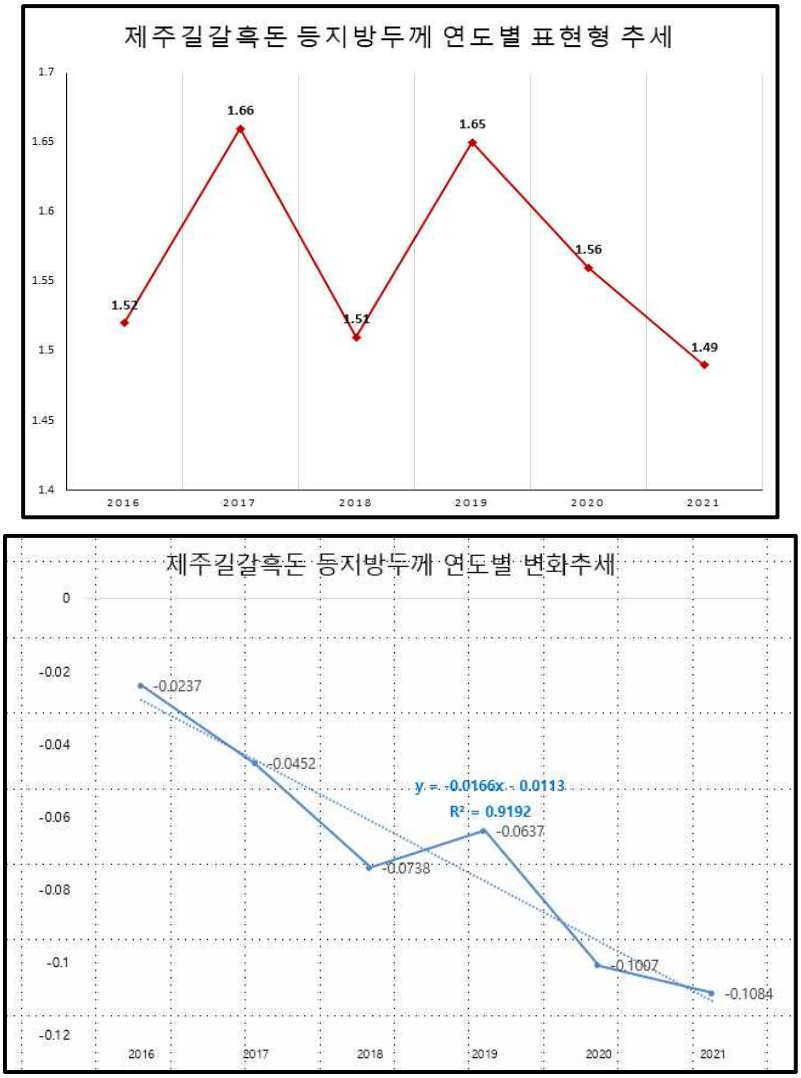




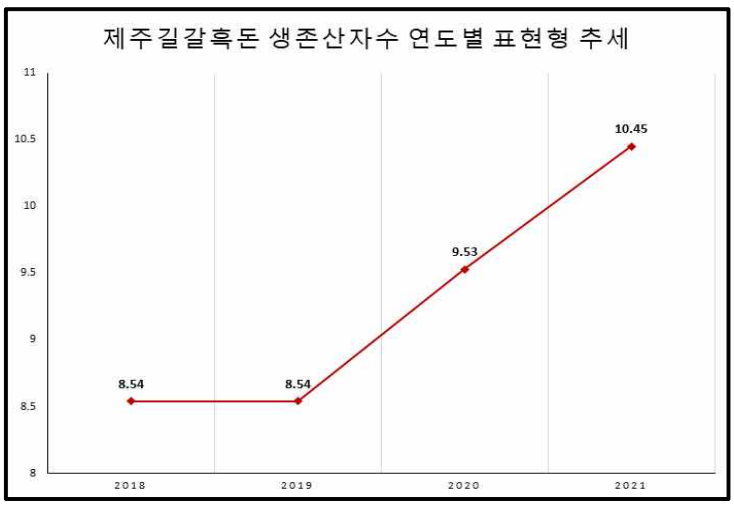
<그림 3-45> 길갈축산 흑돼지의 90kg 도달일령에 대한 연도별 표현형 및 유전적 개량추세

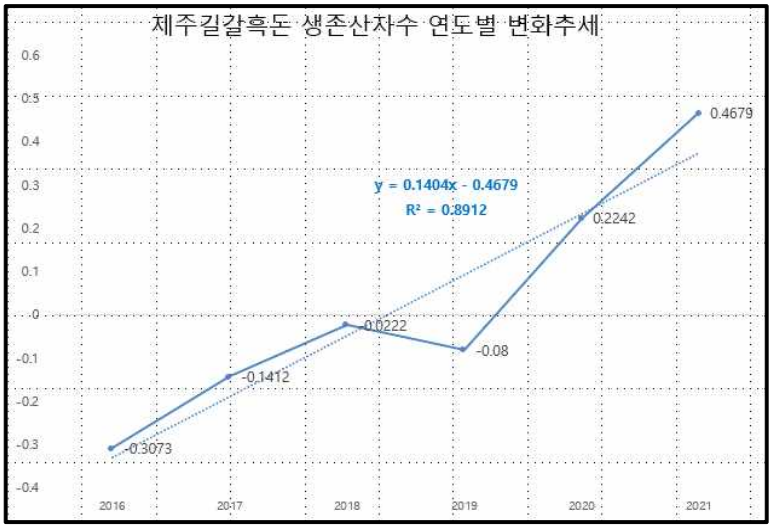
또한, 90kg에 측정하는 세 부위의 평균 등지방두께는 유전적으로 매년 0.017cm씩 얇아지고 있다<그림 3-46>. 그러나, 유전적인 개량추세는 얇아지고 있지만 표현형적인 추세는 소폭 증가한 것으로 나타났지만 2020년 들어서 다시 얇아지고 있다. 길갈축산의 번식형질에 대한 유전적 개량추세를 추정

한 결과, 복당 생존산자수는 매년 0.140두씩 증가하고 있고, 표현형 추세도 매년 0.40두씩 증가하는 것으로 조사되었다<그림 3-47>.



<그림 3-46> 길갈축산 흑돼지의 등지방두께에 대한 연도별 표현형 및 유전적 개량추세





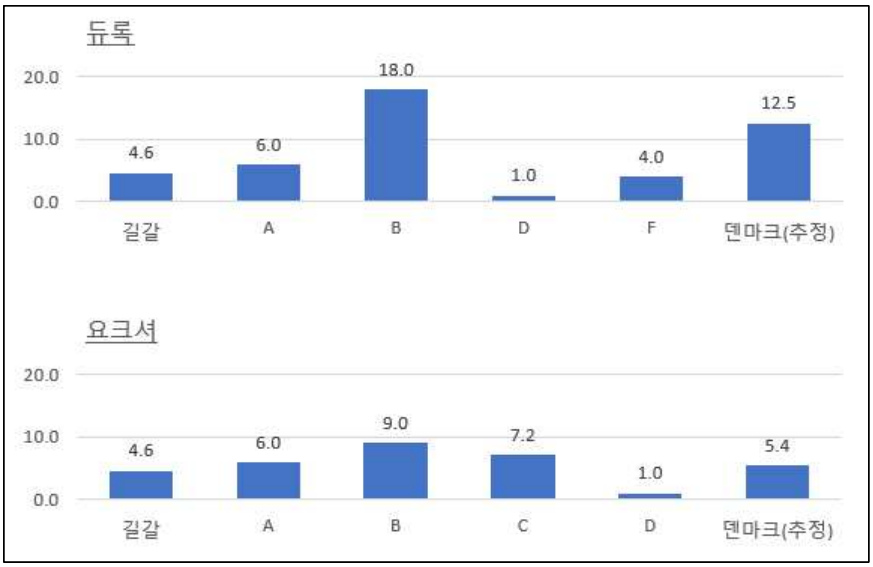
<그림 3-47> 길갈축산 흑돼지의 생존산자수에 대한 연도별 표현형 및 유전적 개량추세

제주흑돼지의 번식형질(총산자수, 생존산자수)도 산육형질과 마찬가지로 매년 개량되고 있는 것으로 나타났다. 복당 총산자수의 경우 표현형가 경향을 살펴보면 매년 0.35두씩 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 육종가의 경우 0.1 가까이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

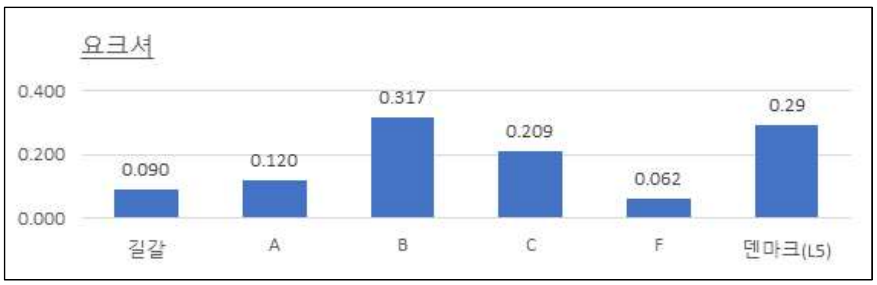
생존산자수의 경우 2016년 8.3두에 불과했으나, 2021년 10.7두로 증가하여 매년 0.6두씩 증가하는 것으로 나타났으며, 육종가의 경우에도 총산자수와 마찬가지로 매년 0.1 가까이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

길갈축산 흑돼지의 형질별 최근 5년간 유전적 개량량(육종가)을 국내 GSP참여 5개 종돈장과 덴마크의 요크셔와 듀록과 비교하면 길갈 흑돼지의 연평균 일당증체중 개량도(육종가)는 4.6g으로 요크셔의 경우 B종돈장의 9.0g, A종돈장의 6.0g, 덴마크의 5.4g, 두록의 경우 A종돈장은 6.0g, B종돈장은 18.0g, 덴마크의 12.5g보다는 큰 차이를 보이고 있다. 한편, 복당실산자수의 경우 길갈 흑돼지의 연간 개량도 0.090두인 요크셔의 경우 B종돈장의 0.317, 덴마크의 0.29두와도 큰 차이를 보이고 있다.

제주흑돼지 유전능력평가 결과를 종합하면, 지난 5년간(2015~2020년)의 길갈축산 흑돼지의 번식기록 2,845복, 검정기록 3,505두와 지난 20년간의 혈통자료 2만825두를 바탕으로 경제형질별 유전력과 유전적 개량도를 분석한 결과 요크셔와 듀록과 유사한 유전력이 산출되었고 폐쇄육종임에도 지속적인 유전적 개량이 진행되고 있음을 파악할 수 있었다. 따라서 길갈축산의 흑돼지 돈군은 순종돈군으로 간주해 체계적인 육종시스템을 갖춘다면 제주도내 흑돼지 생산자협회의 흑돈을 개량하고 후보 종돈 공급이 가능한 흑돼지 GGP 종돈장으로서의 역할이 가능하다고 판단된다.



<그림 3-48> 길갈축산 흑돼지의 일당증체중(g)의 연간 유전적 개량도(육종가) 비교



<그림 3-49> 길갈 흑돼지 산자수의 연간 유전적 개량도(육종가) 비교

12. 제주흑돼지 성장 및 번식형질에 대한 새로운 전장 유전체 분석

제주 흑돈 재래 돼지의 경우에는 다른 상용화 품종 (요크셔, 랜드레이스 및 듀록)에 비하여 상대적으로 성장 및 번식형질이 높지 않기 때문에 이에 대한 유전적인 개량이 필수적이다. 또한 최근에는 가축의 대부분의 품종에 대한 최신 기술인 유전체 선발 기법을 전 세계적으로 적용하고 있는 실정이다. 그리하여 제주 흑돈 재래 돼지에 대하여 유전적 개량 속도를 가속화하기 위한 유전체 선발 기법을 적용하여 그 가능성을 가늠하기 위한 유전체 정확도 (Accuracy of Molecular Breeding Value)를 추정하고 및 각 경제 형질들에 밀접한 연관성이 있는 유전자를 탐색하기 위한 GWAS (Genome-Wide Association Study) 분석을 수행하였다.

□ Genotype data editing

유전체 분석을 위하여 본 연구에서는 일루미나사의 새로운 유전체 지노타이핑 플랫폼인 Illumina Porcine80Kv1 (Illumina, Inc., San Diego, CA) SNP 패널을 이용하였다. 총 527에 대한 유전체 분석이 이루어졌으며, Quality control 과정을 거친 후 최종적으로 이용된 유전체 자료는 519두였으며, FImputeV3.0 프로그램 (Sargolzaei et al., 2014)을 이용하여 유전체 자료의 결측치에 대한 imputation을 수행하였다. 최종적으로 이용되어진 SNP 마커의 수는 56,426개

였으며, 80K 유전체 지노타이핑 플랫폼에서 최종적으로 이용되어진 SNP마커의 수가 적었던 이유는 아직까지 완벽한 annotation 파일이 일루미나사에서 제공되지 않았기 때문에 맵 정보 (Chromosome and Position)를 가지고 있지 않은 SNP 마커의 수가 거의 20,000개 정도 이므로, 이는 차후에 정확한 annotation 파일과의 매핑을 통하여 더욱 많은 SNP contents를 이용할 수 있는 방안을 모색해야할 필요성이 있다. 또한 annotation 정보에서도 최신 버전인 Sscrofa 11.1 버전으로 매핑을 할 수 있어야만 기존의 유전체 자료 (Axiom Pig55K genotyping Platform)와 호환하여 더욱 많은 유전체 정보를 가진 참조 축군을 구축할 수 있게 된다.

□ Response variables (DEBVexcPA and DEBVincPA)

유전모수 및 분산성분 추정과 모든 개체들에 대한 육종가 및 정확도를 추정하기 위하여 ASREML 4.1 소프트웨어 (Gilmour et al., 2015)를 이용하여 각각의 성장 (등지방두께, 일당증체량 및 90kg 도달일령) 및 번식 (생존산자수 및 총산자수) 형질에 대하여 다형질 개체 모형을 적용하였다. BLUP을 통하여 추정된 EBVs로부터 Deregreesing한 DEBVs (DEBVexcPA and DEBVincPA)를 반응 변수로 이용하여 본 연구를 수행하였으며, 각 개체별 가중치 (weighting factor: w) 계산 역시 Garrick 등 (2009)이 제안한 모형 식을 적용하여 계산하였다. 최종적으로 반응 변수들에 대한 정확도가 0.01 이하인 개체들을 제거한 후 유전체 및 표현형 자료가 확보된 518두를 유전체 선발 모형에 이용되었다.

□ Statistical method - Bayesian model (BayesB and BayesC)

유전체 선발을 위한 통계 모형은 일반적으로 사용되어 지고 있는 혼합 선형 모형 (Mixed Linear Model)을 이용하였다. SNP 마커 효과들을 추정하기 위해서 앞서 GWAS 분석을 위해서 이용되었던 BayesB 방법뿐만 아니라, BayesC 방법 (Kizilkaya et al., 2010)을 이용하여 분석 비교하였다. 이용되는 모형은 두 방법에 동일하게 아래와 같은 혼합 선형 모형을 적용하였다.

$$y_i = \mu + \sum_{j=1}^{k} Z_{ij} u_j \delta_j + \epsilon_i$$

여기서, y_i는 반응 변수 (Deregressed EBV), μ는 전체 집단 평균, k는 SNP 마커의 수, Z_{ij}는 i번째 개체의 j번째 마커의 allele state (0,1,2), u_j는 SNP 마커의 효과, δ_j는 SNP 마커가 모델 상에서 존재 유무 (0 or 1)를 나타낸다. SNP 마커의 효과 및 분산 (깁스 샘플링을 이용하여 얻어진 모수 및 효과의 사후 분포)을 추정하기 위하여 총 110,000번의 마르코프체인-몬테카를로 (Markov chain Monte Carlo: MCMC) iteration 중에 초기 10,000번의 iteration은 burn-in 구간으로 제외하였으며, SNP 마커 효과 및 매 사이클마다 5번째 iteration만을 추출하여 사후 평균으로 SNP 마커 효과 및 분산을 추정하였다. 이는 마르코프체인 상에서 자기 상관 (Auto-correlation)이 발생하기 때문에 이로 인한 편의 발생을 사전에 방지하기 위하여 위와 같은 방법으로 추정하였다.

BayesC 방법 역시 BayesB 방법과 같이 π값의 설정에 따라서 SNP 마커의 효과를 '0'으로 가정하는 mixture model을 이용한다. 그리고, SNP 마커 효과는 정규 분포 (Normal-distribution)

를 따르게 되며, SNP 마커들은 등분산 (common variance)을 갖는다는 가정으로 샘플링이 되어진다 (Haiber et al., 2011). 반면에, BayesB 방법은 SNP 마커 효과들에 대하여 사전 분포로 t 분포 (t-distribution)를 사용하며, 각각의 SNP 마커마다 다른 분산 (heterogeneous variance)을 갖는다는 사전 가정으로부터 샘플링이 되어진다. 위 모든 프로시져들은 GenSel4R 프로그램을 이용하여 수행되었다 (Garrick and Fernando, 2013).

□ GWAS for growth and reproductive traits using Illumina Porcine80K platform

본 연구에서는 GWAS 분석을 위해서 반응변수로는 EBV를 deregressing한 이후에 대시 PA를 더해준 DEBVincPA를 이용하였으며, BayesB 방법과 π(pi-value) 값은 0.99으로 고정된 값을 이용하였다. 이는 유의적인 영역 및 유전자와 informative한 SNP를 찾기 위하여 상당히 높은 π(pi-value) 값을 분석에 이용하였다.

□ 5-fold Cross Validation for the accuracy of genomic prediction

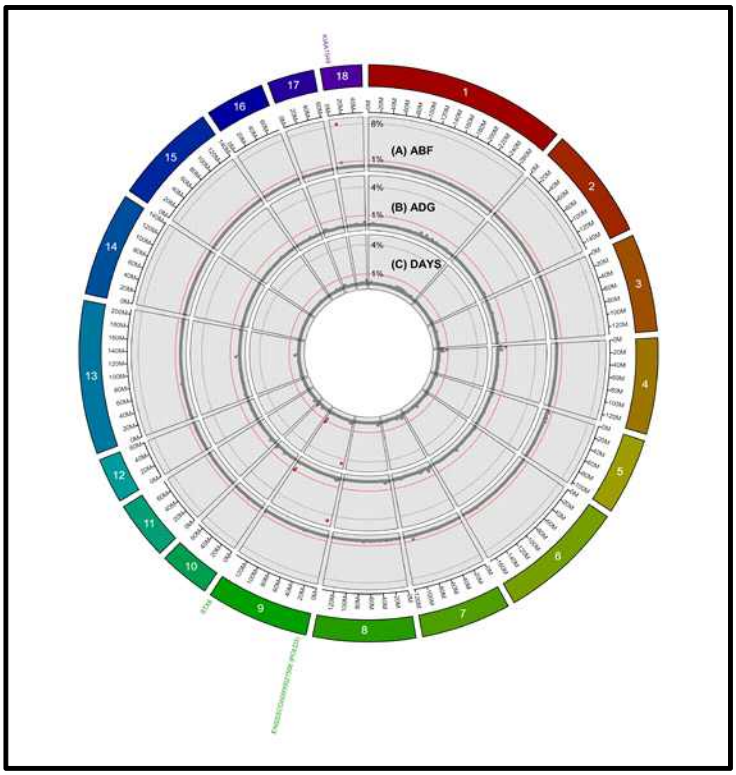
The accuracy of genomic prediction : 본 연구에서는 유전체 정확도 추정을 위하여 Random 클러스터링을 통하여 군집화된 validation 그룹으로부터 추정된 유전체 육종가 (Molecular Breeding Value : MBV)와 반응변수 (DEBVexcPA and DEBVincPA)를 이변량 개체 모형 (bivariate animal model)을 적용하여 유전적 상관을 추정하였다. 유전적 상관 추정을 위해서 ASREML version 4.1 프로그램 (Gilmour et al., 2015)을 이용하였다. 이변량 개체 모형을 위해서 유전체 육종가와 반응변수가 각각의 종속 변수로 이용되었다. 종속 변수중의 하나인 유전체 육종가 (MBV)를 위한 모형식은 회귀를 위한 고정효과, 랜덤 상가적 유전 효과와 또 하나의 반응변수는 표현형 분산을 0.0001%로 고정시킨 오차 분산을 포함하였으며, 반응변수를 위한 모형식으로는 동일한 고정 효과와 랜덤 상가적 유전 효과를 포함하고, 에러의 분산치에 가중치 ($Var(e) = w\sigma_e^2$)를 더하여 포함하였다. 여기서 이용된 가중치 역시 앞에서 설명되었던 바와 같이 개체들마다 반응변수들의 이질적인 정확도를 설명하기 위함이다. 또한, 상가적 유전 분산과 오차 분산은 앞에서 DEBVs를 추정할 때와 마찬가지로 각각 0.4와 0.6으로 가정하고 추정하였다.

□ GWAS results for growth and reproductive traits

the putative QTLs and informative SNPs : 본 연구에서는 GWAS (Genome-Wide Association Study) 분석을 통하여 각 성장 및 번식 형질에 대하여 연관성이 있는 유전자 및 영역을 탐색하였다. 이에 대한 결과는 <그림 3-50, 3-51>에 나타내었으며, 각 형질별로 (<그림 3-50>: 등지방두께, 일당증체량 및 90kg 도달일령; <그림 3-51>: 총산자수 및 생존산자수) Circous Mahattan plot으로 분석 결과를 나타내었다. Circous Manhattan plot을 통해서 각각의 성장 및 번식 형질별로 pleiotropic 효과를 지닌 유전자 (threshold : window variance ≥ 1.0%)뿐만 아니라 형질별로 가장 효과가 큰 putative QTL region역시 나타내었다. 우선 제주흑돈에서 가장 경제적으로 개량이 필요한 형질인 등지방 두께 형질에서는 8.29% (SSC18 at 11Mb region) 설명력을 지닌 영역이 발굴 되었으며, 여기에 존재하는 유전자는 KIAA1549으로써 인간에서 BRAF 유전자와 융합되어 신경아교세포 성장을 조절하는 것으로 알려져 있으며, 최근 미국의 듀록 및 crossbred 품종의 등지방 두께 형질을 이용한 GWAS 연구에서도 동일한

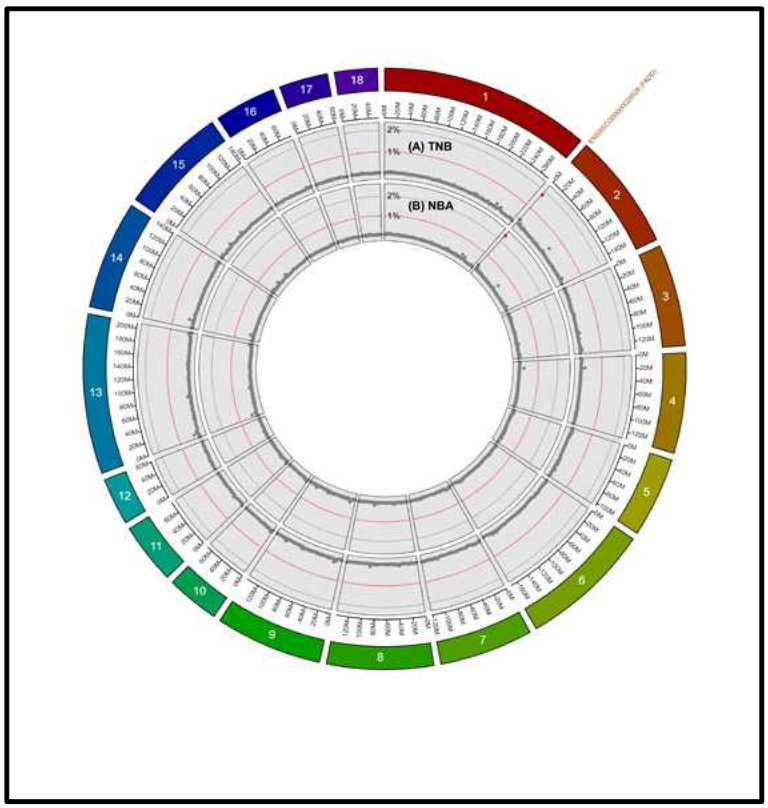
위치에 높은 순위의 window 분산(듀록: 1.35%, crossbred: 1.85%)과 함께 본 유전자가 탐지되었다 (Bergamaschi et al., 2020). 따라서 KIAA1549 유전자는 등지방 세포의 성장을 조절할 수 있는 강력한 후보유전자로 사료되며, 특히 이전 연구결과에 비해 높은 설명력(8.29%)을 가지고 있어 제주 흑돈의 높은 효과의 개량을 잠재적으로 나타내고 있다. 위와 같이 높은 설명력이 높은 유전자가 밝혀진 것은 차후에 유전체 선발 기법을 도입하였을 경우에 유전체 정확도 부분을 상승 시킬 수 있는 요인이며, 이는 결국 유전적인 개량 속도 또한 가속화 시킬 수 있는 주요 요인이 될 것으로 사료된다.

또한 성잘 형질 중에서 일당증체량과 90kg 도달일령에 공통적으로 연관성을 지닌 유전자로는 POLD3 (window variance(%): 4.64% and 4.49% for ADG and DAYS, respectively)와 STX6 gene (window variance(%): 1.01% and 1.17% for ADG and DAYS, respectively) 으로써 pleiotrpic 효과를 지니고 있음이 분석되었다. 또한 번식형질인 총산자수와 생존산자수에도 동일한 유전자가 효과를 가지고 있는 것으로 나타났다. SSC2 (at 1Mb)의 FADD gene (window variance(%): 1.81% and 2.36% for TNB and NBA, respectively)가 번식 형질인 산자수에 가장 설명력이 높은 유전자인 것으로 분석되었다.



<그림 3-50> 전장유전체(Genome-Wide Association Study) 분석을 통한 성장형질에 대한 연관 유전자 및 영역을 탐색(Circous Mahhatan plot)

(여기에서 Circous Manhattan plot을 통해서 각각의 성장형질별로 pleiotropic 효과를 지닌 유전자 (threshold : window variance ≥ 1.0%)뿐만 아니라 형질별로 가장 효과가 큰 putative QTL region; ABF: 평균등지방두께, ADG:일당증체중, DAYS:90kg도달일령)



<그림 3-51> 전장유전체(Genome-Wide Association Study) 분석을 통한 번식형질에 대한 연관 유전자 및 영역을 탐색(Circous Mahhatan plot)
(여기에서 Circous Manhattan plot을 통해서 각각의 번식형질별로 pleiotropic 효과를 지닌 유전자 (threshold : window variance ≥ 1.0%)뿐만 아니라 형질별로 가장 효과가 큰 putative QTL region; TNB: 복당 총산자수, NBA:복당 생존산자수)

☐ Results of genomic prediction for growth and reproductive traits

The accuracy of MBVs : Illumina사에서 새롭게 개발되어진 Illumina Porcine80K genotyping platform을 이용하여 제주 흑돈에 대한 유전체 정확도를 추정하였다. 우선 유전체 정확도를 추정하기 위해서 Random Clustering 방법을 이용하였으며, 성장 및 번식 형질에 대하여 5-fold Cross validation (교차 검증)을 수행하였다. 베이지안 방법 (BayesB and BayesC)을 이용하였으며, 다양한 π(pi-value) 값을 이용하여 유전체 정확도를 비교 분석하였으며, 또한 두 개의 반응변수 (DEBVexcPA and DEBVincPA) 간의 유전체 정확도 분석도 수행하였다. 이에 대한 결과는 [표 3-69~73]에 각 성장 및 번식형질에 대하여 베이지안 방법, 다양한 π (pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의를 나타내었다.

두 가지 베이지안 방법론 간에는 추정된 유전체 정확도가 번식 형질에서는 거의 차이를 나타내지 못하였으며, 성장 형질에서는 특히 등지방 두께 형질 (+1.5% in BayesB method)에서 가장 큰 차이를 나타내었다. 이는 기존의 GWAS 결과에서 나타난바와 같이 큰 효과를 가지는 유전자가 존재하기 때문에 이에 대한 설명력이 BayesB 방법이 더욱 좋은 것으로 사료된다. 그 이유는 ByaesB 방법은 BayesC 방법에서 이용되는 사전 가정 (등분산: common variance)과는 달리 각 SNP marker들이 이질적 분산 (heterogeneous variance)을 갖도록 가정하기 때문에

아주 큰 효과를 가지는 영역 및 유전자에 대한 설명력이 높아지기 때문인 것으로 사료된다. 이로 인하여 다른 성장 형질 (일당 증체량 및 90kg 도달 일령) 에서도 아주 약간의 유전체 정확도 상승폭이 나타났다.

또한 각 Bayesian 방법에서 다양한 π(pi-value) 값을 적용하여 유전체 정확도의 차이를 보이는지도 분석을 하였지만, 아주 큰 차이를 보이지는 않았다. 이는 π값에 따라서 McMC 사이클마다 효과를 가지는 SNP의 수가 한정적으로 바뀌게 되지만, SNP효과는 최종적으로 posterior mean 값을 가지고 추정되기 때문에 π값에 따라서 사이클마다 피팅 될 수 있는 SNP의 수가 달라지더라도 최종적인 SNP 효과를 추정하는데에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 반응 변수에 따른 유전체 정확도가 가장 큰 차이를 나타내었다. 이는 이미 이전의 많은 연구 결과에서도 나타난바와 동일한 결과 였으며, deregressing EBV로부터 PA를 제거한 DEBVexcPA 보다 PA를 다시 포함시킨 DEBVincPA를 반응 변수로 사용하였을 때 최대로 +20%이상의 더욱 높은 유전체 정확도가 추정되는 것으로 분석되었다. 이는 PA를 DEBV로부터 제거하였을 때 통계적인 부분이나, double counting 문제점으로부터 벗어날 수 있는 장점을 가지고 있지만, PA를 포함함으로써 family differences를 설명할 수 있는 부분이 더욱 큰 장점으로 나타난 것으로 사료된다.

그러나, 본 연구에서는 현재 약 500두 정도의 참조 축군을 이용하여 분석에 임하는 부분이기 때문에 아래의 [표 3-69~73]에서 나타난 결과와 같이 많은 편의 (bias) 나타나는 것으로 분석되어졌다. 이를 극복하기 위해서는 참조 축군에 대하여 지노타이핑 되는 마커의 수 대비 지노타이핑 되는 개체의 비율 (ratio)을 줄이는 것이 상당히 중요하다. 최소한 그 비율이 50이하로 고정될 수 있도록 많은 참조 축군이 조성되어질 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 등지방두께의 유전체 정확도가 가장 높게 추정되었으며 (0.625 when using BayseB method and DEBVincPA as a response variable), 이는 제주 흑돈에서 가장 이슈가 되고 있는 등지방두께 형질에 대한 유전적인 개량 속도를 기존의 전통적인 BLUP방법뿐만 아니라 유전체 정보를 더해줌으로써 가속화 시킬 수 있음을 알 수 있었으며, 더욱 적극적으로 유전체 선발 기법을 적용함으로써 다른 형질보다도 유전적인 개량 속도를 가속화 시킬 수 있음을 알 수 있었다. 또한 본 분석에는 Random 클러스팅 방법을 이용하여 유전체 정확도를 추정하였기 때문에 차후에는 더욱 증가된 참조 축군 (유전체 및 표현형 보유)을 이용하여 교차 검증 시 혈연관계에 의하여 상승되어진 유전체 정확도 부분이 설명될 수 있는 다른 클러스터링 방법 (Kmeans)을 이용하여 정확한 유전체 정확도를 추정할 필요성이 있을 것으로 사료된다. 더욱 정확하고 편의 발생을 줄일 수 있는 충분한 참조 축군이 조성된 이후부터는 유전체 정보를 활용한 유전체 선발 기법을 적용하여 제주 흑돈에 대한 유전적인 개량 속도를 가속화할 수 있을 것으로 사료된다.

[표 3-69] 제주흑돼지 평균 등지방두께에 대한 베이지안 방법, 다양한 π(pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의(Illumina Porcine80K genotyping platform)

Traits	Bayesian Methods	ResVars	π (value)	ACC	Bias
ABF	BayesB	DEBVexcPA	0.00	0.479	1.126
			0.50	0.482	1.128
			0.75	0.487	1.130
			0.90	0.493	1.125
			0.95	**0.497**	**1.116**
			0.99	**0.495**	**1.084**
		DEBVincPA	0.00	0.625	1.270
			0.50	0.626	1.244
			0.75	0.627	1.231
			0.90	0.626	1.215
			0.95	**0.625**	**1.198**
			0.99	0.617	1.156
	BayesC	DEBVexcPA	0.00	0.471	1.080
			0.50	0.471	1.077
			0.75	0.473	1.086
			0.90	0.473	1.079
			0.95	0.474	1.084
			0.99	**0.480**	**1.077**
		DEBVincPA	0.00	0.615	1.059
			0.50	0.616	1.053
			0.75	0.616	1.061
			0.90	0.616	1.058
			0.95	0.617	1.059
			0.99	**0.623**	**1.053**

[표 3-70] 제주흑돼지 일당증체중에 대한 베이지안 방법, 다양한 π(pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의(Illumina Porcine80K genotyping platform)

Traits	Bayesian Methods	ResVars	π (value)	ACC	Bias
ADG	BayesB	DEBVexcPA	0.00	0.285	0.990
			0.50	0.286	0.992
			0.75	0.287	0.996
			0.90	0.290	1.005
			0.95	0.293	1.017
			0.99	**0.305**	**1.063**
		DEBVincPA	0.00	0.497	1.460
			0.50	0.498	1.456
			0.75	0.499	1.451
			0.90	0.503	1.435
			0.95	0.505	1.416
			0.99	**0.510**	**1.344**
	BayesC	DEBVexcPA	0.00	0.287	1.188
			0.50	0.285	1.225
			0.75	0.286	1.214
			0.90	0.288	1.218
			0.95	0.289	1.226
			0.99	**0.296**	**1.225**
		DEBVincPA	0.00	0.499	1.088
			0.50	0.499	1.102
			0.75	0.499	1.095
			0.90	0.500	1.093
			0.95	0.502	1.096
			0.99	**0.511**	**1.102**

[표 3-71] 제주흑돼지 90kg도달일령에 대한 베이지안 방법, 다양한 π(pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의(Illumina Porcine80K genotyping platform)

Traits	Bayesian Methods	ResVars	π (value)	ACC	Bias
DAYS	BayesB	DEBVexcPA	0.00	0.284	0.988
			0.50	0.285	0.991
			0.75	0.286	0.994
			0.90	0.289	1.005
			0.95	0.292	1.016
			0.99	**0.305**	**1.063**
		DEBVincPA	0.00	0.497	1.457
			0.50	0.498	1.454
			0.75	0.500	1.446
			0.90	0.503	1.434
			0.95	0.506	1.414
			0.99	**0.510**	**1.344**
	BayesC	DEBVexcPA	0.00	0.287	1.207
			0.50	0.284	1.311
			0.75	0.285	1.242
			0.90	0.287	1.244
			0.95	0.288	1.220
			0.99	**0.296**	**1.225**
		DEBVincPA	0.00	0.499	1.092
			0.50	0.498	1.106
			0.75	0.498	1.092
			0.90	0.499	1.095
			0.95	0.502	1.095
			0.99	**0.511**	**1.102**

[표 3-72] 제주흑돼지 복당 총산자수에 대한 베이지안 방법, 다양한 π(pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의(Illumina Porcine80K genotyping platform)

Traits	Bayesian Methods	ResVars	π (value)	ACC	Bias
TNB	BayesB	DEBVexcPA	0.00	0.285	0.990
			0.50	0.286	0.992
			0.75	0.287	0.996
			0.90	0.290	1.005
			0.95	0.293	1.017
			0.99	**0.305**	**1.063**
		DEBVincPA	0.00	0.497	1.460
			0.50	0.498	1.456
			0.75	0.499	1.451
			0.90	0.503	1.435
			0.95	0.505	1.416
			0.99	**0.510**	**1.344**
	BayesC	DEBVexcPA	0.00	0.287	1.188
			0.50	0.285	1.225
			0.75	0.286	1.214
			0.90	0.288	1.218
			0.95	0.289	1.226
			0.99	**0.296**	**1.225**
		DEBVincPA	0.00	0.499	1.088
			0.50	0.499	1.102
			0.75	0.499	1.095
			0.90	0.500	1.093
			0.95	0.502	1.096
			0.99	**0.511**	**1.102**

[표 3-73] 제주흑돼지 복당 생존산자수에 대한일당증체중에 대한 베이지안 방법, 다양한 π (pi-value) 값 및 반응변수에 대한 유전체 정확도 및 편의(Illumina Porcine80K genotyping platform)

Traits	Bayesian Methods	ResVars	π (value)	ACC	Bias
NBA	BayesB	DEBVexcPA	0.00	0.198	1.087
			0.50	0.199	1.091
			0.75	0.199	1.093
			0.90	0.199	1.099
			0.95	**0.199**	**1.110**
			0.99	**0.200**	**1.168**
		DEBVincPA	0.00	0.307	1.499
			0.50	0.307	1.500
			0.75	**0.308**	**1.500**
			0.90	0.308	1.501
			0.95	0.308	1.504
			0.99	0.309	1.517
	BayesC	DEBVexcPA	0.00	0.471	1.080
			0.50	0.471	1.077
			0.75	0.473	1.086
			0.90	0.473	1.079
			0.95	0.474	1.084
			0.99	**0.480**	**1.077**
		DEBVincPA	0.00	0.615	1.059
			0.50	0.616	1.053
			0.75	0.616	1.061
			0.90	0.616	1.058
			0.95	0.617	1.059
			0.99	**0.623**	**1.053**

13. 제주흑돼지(길갈축산) 유전능력평가 결과 발송

제주흑돼지 검정돈에 대한 분석은 2주 단위로 진행되고 있으며, 분석된 결과는 바로 길갈축산에 제공되며 홈페이지를 통해서도 동일하게 내용을 확인할 수 있다.
제공되는 자료는 검정돈에 대한 산육육종가보고서, 번식 모돈에 대한 번식육종가보고서 그리고 길갈축산에서 보유중인 모돈과 웅돈에 대한 교배조합보고서 등이다.

<그림 3-52> 제주흑돼지(길갈축산)의 분석결과 발송 내용

(주)정 P&C 연구소 종돈육종, 양돈장경영, 양돈장의 전산화, 시장분석, 연구개발, 사료사업, 종돈도입

(주) 정 P & C 연 구 소

우)16950 경기도 용인시 기흥구 흥덕중앙로 120 유-타워 1504.5호/전화 031-704-8113/전송 031-705-0296

문서번호 : JPNC2020-08-22
시행일자 : 2019. 20. 22.
수 신 : 길갈축산영농조합법인
참 조 : 창진영농조합법인
제 목 : 길갈축산 2020년 35주차 검정결과 업로드 및 결과 발송

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 본 연구소는 GSP 종축사업단 제주흑돈 유전적 특성 구명 및 육종 지원 과제를 수행하고 있습니다. 길갈축산의 2020년도 35주차 검정돈 53두자료에 대한 분석결과를 완료하여 JBP Solution 분석결과를 업로드 하였습니다. 추가로 분석된 주차의 결과를 첨부합니다. 확인바랍니다.

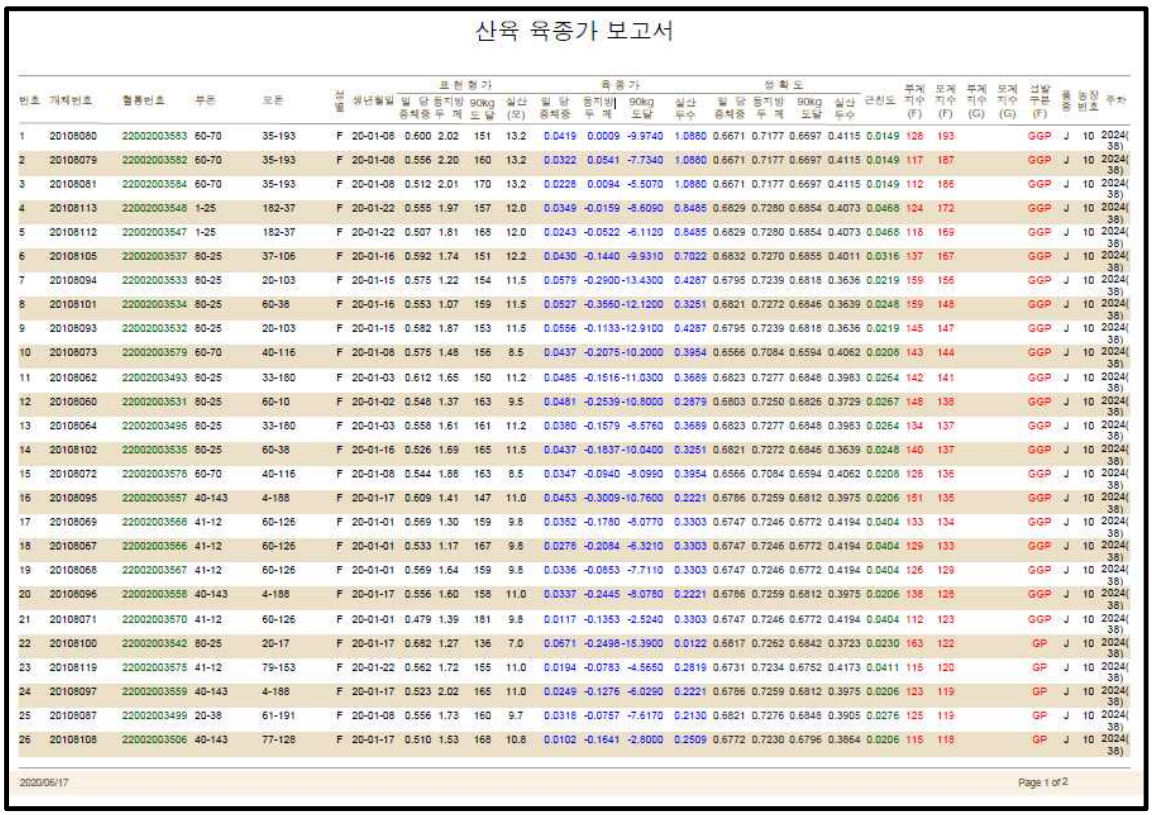
- 다 음 -

o 확인 홈페이지) http://jbp.gsp-solution.com
o 길갈축산 2020년도 35주차 산육육종가보고서

[첨부 1] : 2020년 35주차 산육육종가보고서. 1부. 끝

(주)정 P&C 연구소
소장 정 영 철

(주)정 P&C 연구소 전화031)704-8113 팩스705-0296 경기도 용인시 기흥구 영덕동 1029 U-TOWER 1504

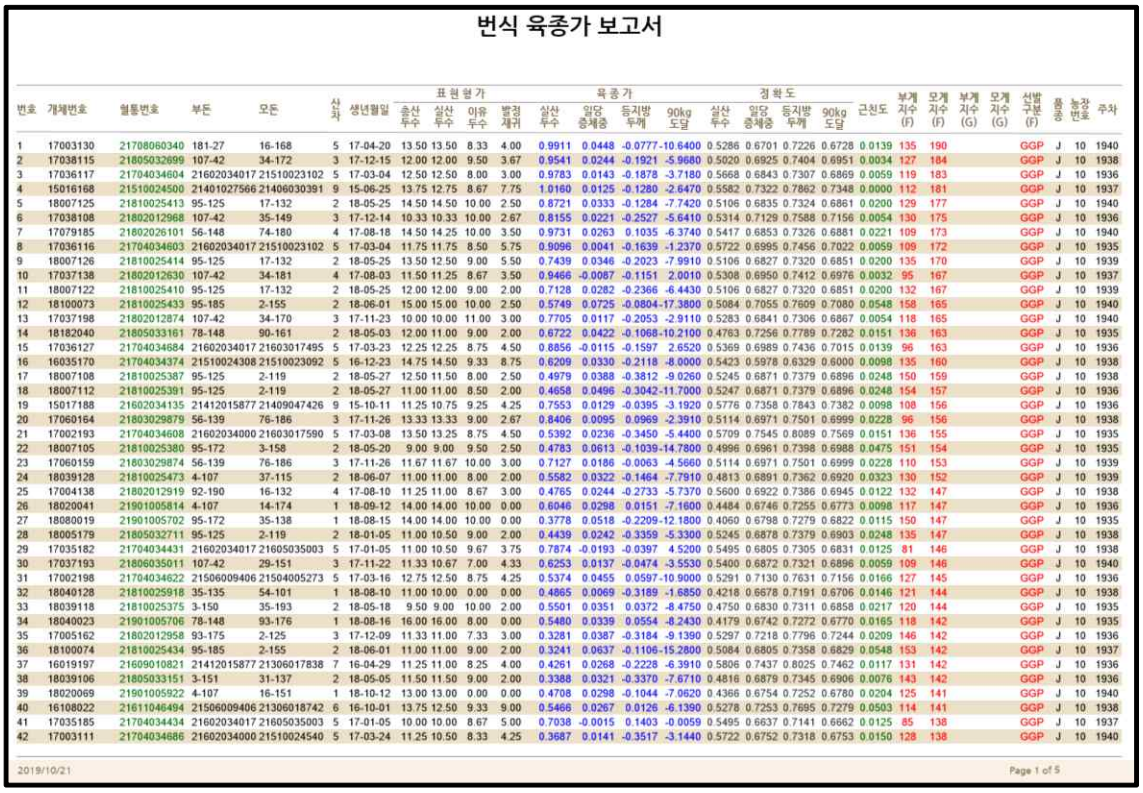


산육 육종가 보고서

번호	개체번호	혈통번호	부돈	모돈	산차	생년월일	표현형가				육종가			정확도			근친도	부계지수(F)	모계지수(F)	부계지수(G)	모계지수(G)	선발구분(F)	품종	농장번호	주차
							일당증체중	등지방두께	90kg도달	실산(모)	일당증체중	등지방두께	90kg도달	실산두수	일당증체중	등지방두께	90kg도달	실산두수								
1	20108080	22002003583	60-70	35-193	F	20-01-08	0.600	2.02	151	13.2	0.0419	0.0009	-9.9740	1.0860	0.6671	0.7177	0.6697	0.4115	0.0149	126	193			GGP	J	10	2024(38)
2	20108079	22002003582	60-70	35-193	F	20-01-08	0.556	2.20	160	13.2	0.0322	0.0541	-7.7340	1.0860	0.6671	0.7177	0.6697	0.4115	0.0149	117	187			GGP	J	10	2024(38)
3	20108081	22002003584	60-70	35-193	F	20-01-08	0.512	2.01	170	13.2	0.0228	0.0094	-5.5070	1.0860	0.6671	0.7177	0.6697	0.4115	0.0149	112	186			GGP	J	10	2024(38)
4	20108113	22002003548	1-25	182-37	F	20-01-22	0.555	1.97	157	12.0	0.0349	-0.0159	-5.6090	0.8485	0.6829	0.7280	0.6854	0.4073	0.0468	124	172			GGP	J	10	2024(38)
5	20108112	22002003547	1-25	182-37	F	20-01-22	0.507	1.81	168	12.0	0.0243	-0.0522	-6.1120	0.8485	0.6829	0.7280	0.6854	0.4073	0.0468	118	169			GGP	J	10	2024(38)
6	20108105	22002003537	60-25	37-106	F	20-01-16	0.592	1.74	151	12.2	0.0430	-0.1440	-9.9310	0.7022	0.6832	0.7270	0.6855	0.4011	0.0316	137	167			GGP	J	10	2024(38)
7	20108094	22002003533	60-25	20-103	F	20-01-15	0.575	1.22	154	11.5	0.0579	-0.2900	-13.4300	0.4267	0.6795	0.7239	0.6818	0.3636	0.0219	159	156			GGP	J	10	2024(38)
8	20108101	22002003534	60-25	60-38	F	20-01-16	0.553	1.07	159	11.5	0.0527	-0.3560	-12.1200	0.3251	0.6821	0.7272	0.6846	0.3639	0.0248	159	148			GGP	J	10	2024(38)
9	20108093	22002003532	60-25	20-103	F	20-01-15	0.582	1.87	153	11.5	0.0556	-0.1133	-12.9100	0.4287	0.6795	0.7239	0.6818	0.3636	0.0219	145	147			GGP	J	10	2024(36)
10	20108073	22002003579	60-70	40-116	F	20-01-08	0.575	1.48	156	8.5	0.0437	-0.2075	-10.2000	0.3954	0.6566	0.7084	0.6594	0.4062	0.0206	143	144			GGP	J	10	2024(38)
11	20108062	22002003493	60-25	33-160	F	20-01-03	0.612	1.65	150	11.2	0.0485	-0.1516	-11.0300	0.3689	0.6823	0.7277	0.6848	0.3983	0.0264	142	141			GGP	J	10	2024(38)
12	20108060	22002003531	60-25	60-10	F	20-01-02	0.548	1.37	163	9.5	0.0481	-0.2539	-10.8000	0.2879	0.6803	0.7250	0.6826	0.3729	0.0267	148	138			GGP	J	10	2024(38)
13	20108064	22002003495	60-25	33-160	F	20-01-03	0.558	1.61	161	11.2	0.0380	-0.1579	-8.5760	0.3689	0.6823	0.7277	0.6848	0.3983	0.0264	134	137			GGP	J	10	2024(38)
14	20108102	22002003535	60-25	60-38	F	20-01-16	0.526	1.69	165	11.5	0.0437	-0.1837	-10.0400	0.3251	0.6821	0.7272	0.6846	0.3639	0.0248	140	137			GGP	J	10	2024(38)
15	20108072	22002003578	60-70	40-116	F	20-01-08	0.544	1.88	163	8.5	0.0347	-0.0940	-8.0990	0.3954	0.6566	0.7084	0.6594	0.4062	0.0206	126	136			GGP	J	10	2024(38)
16	20108095	22002003557	40-143	4-188	F	20-01-17	0.609	1.41	147	11.0	0.0453	-0.3009	-10.7600	0.2221	0.6786	0.7259	0.6812	0.3975	0.0206	151	135			GGP	J	10	2024(38)
17	20108069	22002003566	41-12	60-126	F	20-01-01	0.569	1.30	159	9.8	0.0352	-0.1780	-8.0770	0.3303	0.6747	0.7246	0.6772	0.4194	0.0404	133	134			GGP	J	10	2024(36)
18	20108067	22002003566	41-12	60-126	F	20-01-01	0.533	1.17	167	9.8	0.0276	-0.2084	-6.3210	0.3303	0.6747	0.7246	0.6772	0.4194	0.0404	129	133			GGP	J	10	2024(36)
19	20108068	22002003567	41-12	60-126	F	20-01-01	0.569	1.64	159	9.8	0.0336	-0.0853	-7.7110	0.3303	0.6747	0.7246	0.6772	0.4194	0.0404	126	129			GGP	J	10	2024(36)
20	20108096	22002003558	40-143	4-188	F	20-01-17	0.556	1.60	158	11.0	0.0337	-0.2445	-8.0780	0.2221	0.6786	0.7259	0.6812	0.3975	0.0206	138	126			GGP	J	10	2024(38)
21	20108071	22002003570	41-12	60-126	F	20-01-01	0.479	1.39	181	9.8	0.0117	-0.1353	-2.5240	0.3303	0.6747	0.7246	0.6772	0.4194	0.0404	112	123			GGP	J	10	2024(36)
22	20108100	22002003542	60-25	20-17	F	20-01-17	0.682	1.27	136	7.0	0.0671	-0.2498	-15.3900	0.0122	0.6817	0.7262	0.6842	0.3723	0.0230	163	122			GP	J	10	2024(38)
23	20108119	22002003575	41-12	79-153	F	20-01-22	0.562	1.72	155	11.0	0.0194	-0.0783	-4.5650	0.2819	0.6731	0.7234	0.6752	0.4173	0.0411	115	120			GP	J	10	2024(38)
24	20108097	22002003559	40-143	4-188	F	20-01-17	0.523	2.02	165	11.0	0.0249	-0.1276	-6.0290	0.2221	0.6786	0.7259	0.6812	0.3975	0.0206	123	119			GP	J	10	2024(38)
25	20108087	22002003499	20-38	61-191	F	20-01-08	0.556	1.73	160	9.7	0.0318	-0.0757	-7.6170	0.2130	0.6821	0.7276	0.6848	0.3905	0.0276	125	119			GP	J	10	2024(36)
26	20108108	22002003506	40-143	77-128	F	20-01-17	0.510	1.53	168	10.8	0.0102	-0.1641	-2.8000	0.2509	0.6772	0.7230	0.6796	0.3864	0.0206	115	118			GP	J	10	2024(38)

2020/05/17 Page 1 of 2

<그림 3-53> 제주흑돼지(길갈축산) 산육 육종가 보고서 발송 내용

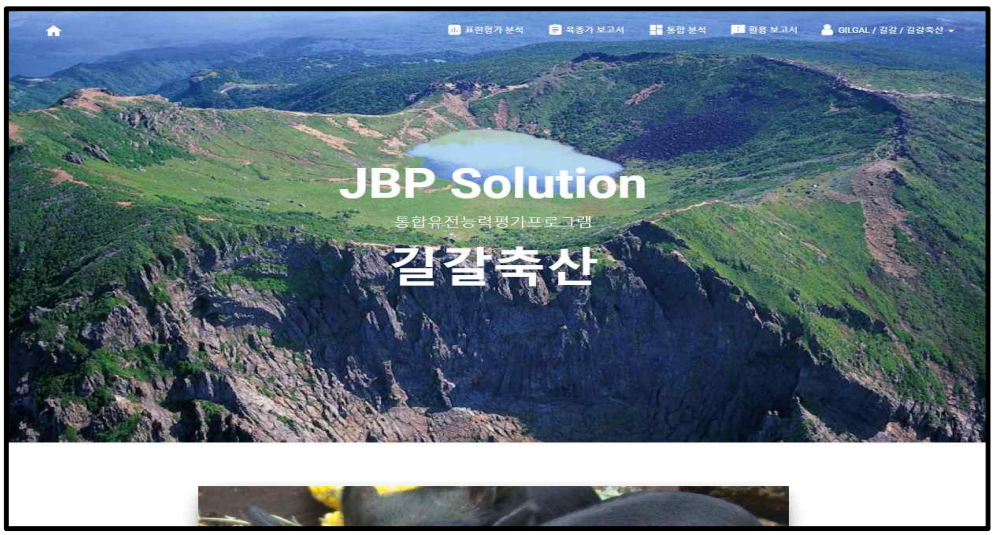


번식 육종가 보고서

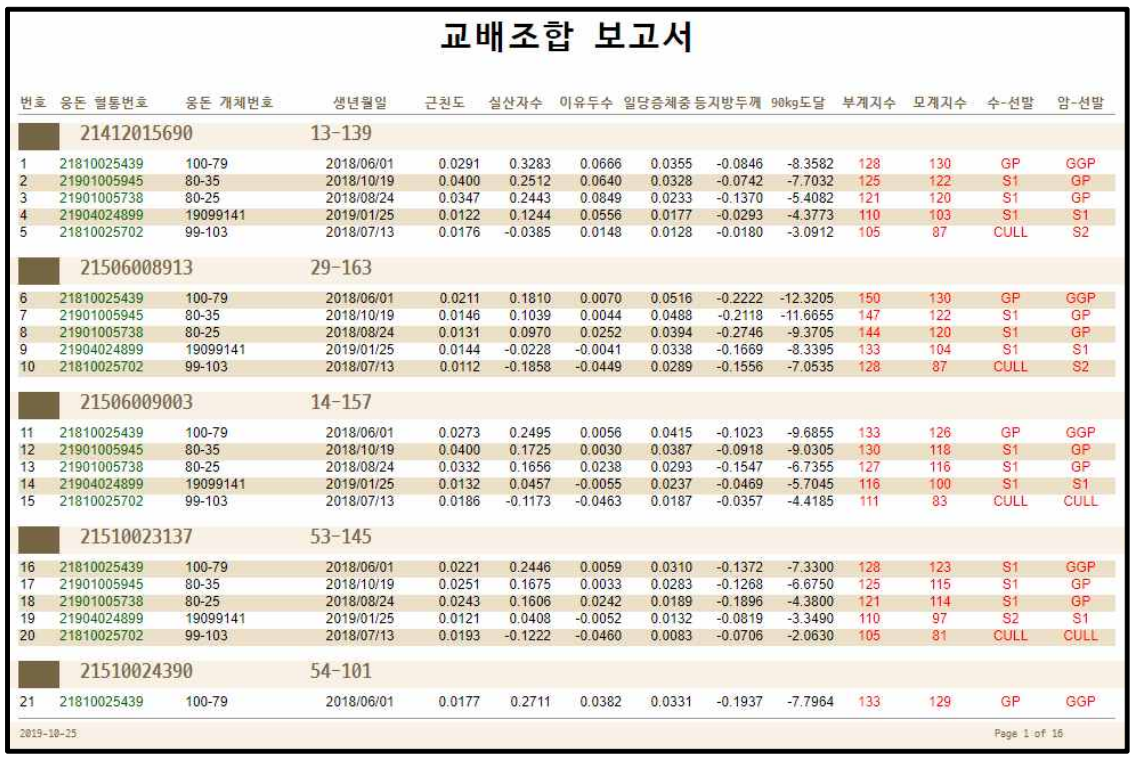
번호	개체번호	혈통번호	부돈	모돈	산차	생년월일	표현형가				육종가				정확도				근친도	부계지수(F)	모계지수(F)	부계지수(G)	모계지수(G)	선발구분(F)	품종	농장번호	주차
							총산두수	실산두수	이유두수	발정재귀	실산두수	일당증체중	등지방두께	90kg도달	실산두수	일당증체중	등지방두께	90kg도달								
1	17003130	21708060340	181-27	16-168	5	17-04-20	13.50	13.50	8.33	4.00	0.9911	0.0448	-0.0777	-10.6400	0.5286	0.6701	0.7226	0.6728	0.0139	135	190			GGP	J	10	1940
2	17038115	21805032699	107-42	34-172	3	17-12-15	12.00	12.00	9.50	3.67	0.9541	0.0244	-0.1921	-5.9680	0.5020	0.6925	0.7404	0.6951	0.0034	127	184			GGP	J	10	1938
3	17036117	21704034604	21602034017	21510023102	5	17-03-04	12.50	12.50	8.00	3.00	0.9783	0.0143	-0.1878	-3.7180	0.5668	0.6843	0.7307	0.6869	0.0059	119	183			GGP	J	10	1936
4	15016168	21510024500	21401027566	21406030391	9	15-06-25	13.75	12.75	8.67	7.75	1.0160	0.0125	-0.1280	-2.6470	0.5582	0.7322	0.7862	0.7348	0.0000	112	181			GGP	J	10	1937
5	18007125	21810025413	95-125	17-132	2	18-05-25	14.50	14.50	10.00	2.50	0.8721	0.0333	-0.1284	-7.7420	0.5106	0.6835	0.7324	0.6861	0.0200	129	177			GGP	J	10	1940
6	17038108	21802012968	107-42	35-149	3	17-12-14	10.33	10.33	10.00	2.67	0.8155	0.0221	-0.2527	-5.6410	0.5314	0.7129	0.7588	0.7156	0.0054	130	175			GGP	J	10	1936
7	17079185	21802026101	56-148	74-180	4	17-08-18	14.50	14.25	10.00	3.50	0.9731	0.0263	0.1035	-6.3740	0.5417	0.6853	0.7326	0.6881	0.0221	109	173			GGP	J	10	1940
8	17036116	21704034603	21602034017	21510023102	5	17-03-04	11.75	11.75	8.50	5.75	0.9096	0.0041	-0.1639	-1.2370	0.5722	0.6995	0.7456	0.7022	0.0059	109	172			GGP	J	10	1935
9	18007126	21810025414	95-125	17-132	2	18-05-25	13.50	12.50	9.00	5.50	0.7439	0.0346	-0.2023	-7.9910	0.5106	0.6827	0.7320	0.6851	0.0200	135	170			GGP	J	10	1939
10	17037138	21802012630	107-42	34-181	4	17-08-03	11.50	11.25	8.67	3.50	0.9466	-0.0087	-0.1151	2.0010	0.5308	0.6950	0.7412	0.6976	0.0032	95	167			GGP	J	10	1937
11	18007122	21810025410	95-125	17-132	2	18-05-25	12.00	12.00	9.00	2.00	0.7128	0.0282	-0.2366	-6.4430	0.5106	0.6827	0.7320	0.6851	0.0200	132	167			GGP	J	10	1939
12	18100073	21810025433	95-185	2-155	2	18-06-01	15.00	15.00	10.00	2.50	0.5749	0.0725	-0.0804	-17.3800	0.5084	0.7055	0.7609	0.7080	0.0548	158	165			GGP	J	10	1940
13	17037198	21802012874	107-42	34-170	3	17-11-23	10.00	10.00	11.00	3.00	0.7705	0.0117	-0.2053	-2.9110	0.5283	0.6841	0.7306	0.6867	0.0054	118	165			GGP	J	10	1940
14	18182040	21805033161	78-148	90-161	2	18-05-03	12.00	11.00	9.00	2.00	0.6722	0.0422	-0.1068	-10.2100	0.4763	0.7256	0.7789	0.7282	0.0151	136	163			GGP	J	10	1935
15	17036127	21704034684	21602034017	21603017495	5	17-03-23	12.25	12.25	8.75	4.50	0.8856	-0.0115	-0.1597	2.6520	0.5369	0.6989	0.7436	0.7015	0.0139	96	163			GGP	J	10	1936
16	16035170	21704034374	21510024308	21510023092	5	16-12-23	14.75	14.50	9.33	8.75	0.6209	0.0330	-0.2118	-8.0000	0.5423	0.5978	0.6329	0.6000	0.0098	135	160			GGP	J	10	1938
17	18007108	21810025387	95-125	2-119	2	18-05-27	12.50	11.50	8.00	2.50	0.4979	0.0388	-0.3812	-9.0260	0.5245	0.6871	0.7379	0.6896	0.0248	150	159			GGP	J	10	1938
18	18007112	21810025391	95-125	2-119	2	18-05-27	11.00	11.00	8.50	2.00	0.4658	0.0496	-0.3042	-11.7000	0.5247	0.6871	0.7379	0.6896	0.0248	154	157			GGP	J	10	1936
19	15017188	21602034135	21412015877	21409047426	9	15-10-11	11.25	10.75	9.25	4.25	0.7553	0.0129	-0.0395	-3.1920	0.5776	0.7358	0.7843	0.7382	0.0098	108	156			GGP	J	10	1936
20	17060164	21803029879	56-139	76-186	3	17-11-26	13.33	13.33	9.00	2.67	0.8406	0.0095	0.0969	-2.3910	0.5114	0.6971	0.7501	0.6999	0.0228	96	156			GGP	J	10	1938
21	17002193	21704034608	21602034000	21603017590	5	17-03-08	13.50	13.25	8.75	4.50	0.5392	0.0236	-0.3450	-5.4400	0.5709	0.7545	0.8089	0.7569	0.0151	136	155			GGP	J	10	1935
22	18007105	21810025380	95-172	3-158	2	18-05-20	9.00	9.00	9.50	2.50	0.4783	0.0613	-0.1039	-14.7800	0.4996	0.6961	0.7398	0.6988	0.0475	151	154			GGP	J	10	1935
23	17060159	21803029874	56-139	76-186	3	17-11-26	11.67	11.67	10.00	3.00	0.7127	0.0186	-0.0063	-4.5660	0.5114	0.6971	0.7501	0.6999	0.0228	110	153			GGP	J	10	1939
24	18039128	21810025473	4-107	37-115	2	18-06-07	11.00	11.00	8.00	2.00	0.5582	0.0322	-0.1464	-7.7910	0.4813	0.6891	0.7362	0.6920	0.0323	130	152			GGP	J	10	1939
25	17004138	21802012919	92-190	16-132	4	17-08-10	11.25	11.00	8.67	3.00	0.4765	0.0244	-0.2733	-5.7370	0.5600	0.6922	0.7386	0.6945	0.0122	132	147			GGP	J	10	1936
26	18020041	21901005814	4-107	14-174	1	18-09-12	14.00	14.00	10.00	0.00	0.6046	0.0298	0.0151	-7.1600	0.4484	0.6746	0.7255	0.6773	0.0098	117	147			GGP	J	10	1938
27	18080019	21901005702	95-172	35-138	1	18-08-15	14.00	14.00	10.00	0.00	0.3778	0.0518	-0.2209	-12.1800	0.4060	0.6798	0.7279	0.6822	0.0115	150	147			GGP	J	10	1935
28	18005179	21805032711	95-125	2-119	2	18-01-05	11.00	10.50	9.00	2.00	0.4439	0.0242	-0.3359	-5.3300	0.5245	0.6878	0.7379	0.6903	0.0248	135	147			GGP	J	10	1938
29	17035182	21704034431	21602034017	21605035003	5	17-01-05	11.00	10.50	9.67	3.75	0.7874	-0.0193	-0.0397	4.5200	0.5495	0.6805	0.7305	0.6831	0.0125	81	146			GGP	J	10	1938
30	17037193	21806035011	107-42	29-151	3	17-11-22	11.33	10.67	7.00	4.33	0.6253	0.0137	-0.0474	-3.5530	0.5400	0.6872	0.7321	0.6896	0.0059	109	146			GGP	J	10	1940
31	17002198	21704034622	21506009406	21504005273	5	17-03-16	12.75	12.50	8.75	4.25	0.5374	0.0455	0.0597	-10.9000	0.5291	0.7130	0.7631	0.7156	0.0166	127	145			GGP	J	10	1936
32	18040128	21810025918	35-135	54-101	1	18-08-10	11.00	10.00	0.00	0.00	0.4865	0.0069	-0.3189	-1.6850	0.4218	0.6678	0.7191	0.6706	0.0146	121	144			GGP	J	10	1938
33	18039118	21810025375	3-150	35-193	2	18-05-18	9.50	9.00	10.00	2.00	0.5501	0.0351	0.0372	-8.4750	0.4750	0.6830	0.7311	0.6858	0.0217	120	144			GGP	J	10	1935
34	18040023	21901005706	78-148	93-176	1	18-08-16	16.00	16.00	8.00	0.00	0.5480	0.0339	0.0554	-8.2430	0.4179	0.6742	0.7272	0.6770	0.0165	118	142			GGP	J	10	1935
35	17005162	21802012958	93-175	2-125	3	17-12-09	11.33	11.00	7.33	3.00	0.3281	0.0387	-0.3184	-9.1390	0.5297	0.7218	0.7796	0.7244	0.0209	146	142			GGP	J	10	1936
36	18100074	21810025434	95-185	2-155	2	18-06-01	11.00	11.00	9.00	2.00	0.3241	0.0637	-0.1106	-15.2800	0.5084	0.6805	0.7358	0.6829	0.0548	153	142			GGP	J	10	1937
37	16019197	21609010821	21412015877	21306017838	7	16-04-29	11.25	11.00	8.25	4.00	0.4261	0.0268	-0.2228	-6.3910	0.5806	0.7437	0.8025	0.7462	0.0117	131	142			GGP	J	10	1936
38	18039106	21805033151	3-151	31-137	2	18-05-05	11.50	11.50	9.00	2.00	0.3388	0.0321	-0.3370	-7.6710	0.4816	0.6879	0.7345	0.6906	0.0076	143	142			GGP	J	10	1936
39	18020069	21901005922	4-107	16-151	1	18-10-12	13.00	13.00	0.00	0.00	0.4708	0.0298	-0.1044	-7.0620	0.4366	0.6754	0.7252	0.6780	0.0204	125	141			GGP	J	10	1940
40	16108022	21611046494	21506009406	21306018742	6	16-10-01	13.75	12.50	9.33	9.00	0.5466	0.0267	0.0126	-6.1390	0.5278	0.7253	0.7695	0.7279	0.0503	114	141			GGP	J	10	1938
41	17035185	21704034434	21602034017	21605035003	5	17-01-05	10.00	10.00	8.67	5.00	0.7038	-0.0015	0.1403	-0.0059	0.5495	0.6637	0.7141	0.6662	0.0125	85	138			GGP	J	10	1937
42	17003111	21704034686	21602034000	21510024540	5	17-03-24	11.25	10.50	8.33	4.25	0.3687	0.0141	-0.3517	-3.1440	0.5722	0.6752	0.7318	0.6753	0.0150	128	138			GGP	J	10	1940

2019/10/21 Page 1 of 5

<그림 3-54> 제주흑돼지(길갈축산) 번식 육종가 보고서 발송 내용



<그림 3-55> JBP Solution 길갈축산 홈페이지 초기화면



교배조합 보고서

번호	웅돈 혈통번호	웅돈 개체번호	생년월일	근친도	실산자수	이유두수	일당증체중	등지방두께	90kg도달	부계지수	모계지수	수-선발	암-선발
	21412015690		13-139										
1	21810025439	100-79	2018/06/01	0.0291	0.3283	0.0666	0.0355	-0.0846	-8.3582	128	130	GP	GGP
2	21901005945	80-35	2018/10/19	0.0400	0.2512	0.0640	0.0328	-0.0742	-7.7032	125	122	S1	GP
3	21901005738	80-25	2018/08/24	0.0347	0.2443	0.0849	0.0233	-0.1370	-5.4082	121	120	S1	GP
4	21904024899	19099141	2019/01/25	0.0122	0.1244	0.0556	0.0177	-0.0293	-4.3773	110	103	S1	S1
5	21810025702	99-103	2018/07/13	0.0176	-0.0385	0.0148	0.0128	-0.0180	-3.0912	105	87	CULL	S2
	21506008913		29-163										
6	21810025439	100-79	2018/06/01	0.0211	0.1810	0.0070	0.0516	-0.2222	-12.3205	150	130	GP	GGP
7	21901005945	80-35	2018/10/19	0.0146	0.1039	0.0044	0.0488	-0.2118	-11.6655	147	122	S1	GP
8	21901005738	80-25	2018/08/24	0.0131	0.0970	0.0252	0.0394	-0.2746	-9.3705	144	120	S1	GP
9	21904024899	19099141	2019/01/25	0.0144	-0.0228	-0.0041	0.0338	-0.1669	-8.3395	133	104	S1	S1
10	21810025702	99-103	2018/07/13	0.0112	-0.1858	-0.0449	0.0289	-0.1556	-7.0535	128	87	CULL	S2
	21506009003		14-157										
11	21810025439	100-79	2018/06/01	0.0273	0.2495	0.0056	0.0415	-0.1023	-9.6855	133	126	GP	GGP
12	21901005945	80-35	2018/10/19	0.0400	0.1725	0.0030	0.0387	-0.0918	-9.0305	130	118	S1	GP
13	21901005738	80-25	2018/08/24	0.0332	0.1656	0.0238	0.0293	-0.1547	-6.7355	127	116	S1	GP
14	21904024899	19099141	2019/01/25	0.0132	0.0457	-0.0055	0.0237	-0.0469	-5.7045	116	100	S1	S1
15	21810025702	99-103	2018/07/13	0.0186	-0.1173	-0.0463	0.0187	-0.0357	-4.4185	111	83	CULL	CULL
	21510023137		53-145										
16	21810025439	100-79	2018/06/01	0.0221	0.2446	0.0059	0.0310	-0.1372	-7.3300	128	123	S1	GGP
17	21901005945	80-35	2018/10/19	0.0251	0.1675	0.0033	0.0283	-0.1268	-6.6750	125	115	S1	GP
18	21901005738	80-25	2018/08/24	0.0243	0.1606	0.0242	0.0189	-0.1896	-4.3800	121	114	S1	GP
19	21904024899	19099141	2019/01/25	0.0121	0.0408	-0.0052	0.0132	-0.0819	-3.3490	110	97	S2	S1
20	21810025702	99-103	2018/07/13	0.0193	-0.1222	-0.0460	0.0083	-0.0706	-2.0630	105	81	CULL	CULL
	21510024390		54-101										
21	21810025439	100-79	2018/06/01	0.0177	0.2711	0.0382	0.0331	-0.1937	-7.7964	133	129	GP	GGP

2019-10-25 Page 1 of 16

<그림 3-56> JBP Solution 길갈축산 홈페이지 교배조합 보고서 출력화면

14. 제주흑돼지(길갈축산) 도체분석 결과

제주흑돼지의 문제점, 개선방향과 개량목표를 설정하기 위하여 2017년 1월~2021년 9월까지 축산물품질평가원의 등급 판정자료를 수집하여 분석을 실시하였다[표 3-74]. 2021년도 전체 출하두수 9,322두를 분석한 결과 평균 도체중은 72.8±5.8kg, 평균 등지방두께는 18.7±4.5mm로 분석되었다[표 3-74].

[표 3-74] 길갈축산의 비육돈에 대한 도체성적에 대한 기초통계량(2017년 1월~2021년 9월)

형질		두수(두)	평균±표준편차
도체중 (kg)	'17년	5,405	70.6±4.8
	'18년	3,578	74.5±5.9
	'19년	10,914	74.8±5.8
	'20년	12,125	75.8±6.8
	'21년	9,322	72.8±5.8
등지방두께 (mm)	'17년	5,405	20.2±4.7
	'18년	3,578	20.8±4.4
	'19년	10,914	21.5±4.2
	'20년	12,125	20.3±4.7
	'21년	9,322	18.7±4.5

[표 3-75]에는 길갈축산의 성별 도체성적에 대한 기초통계량 나타내었다. 전체 거세돈의 4,724두를 분석한 결과 평균도체중은 72.5±5.4kg, 평균등지방두께는 20.2±4.3mm로 조사되었고, 암퇘지(4,483두)의 평균도체중은 73.2±6.0kg, 평균 등지방두께는 17.2±4.1로 조사되어 거세돈과 암퇘지의 평균도체중은 거의 차이가 없지만, 등지방두께는 암퇘지가 거세돈보다 다소 얇은 것으로 조사되어 암퇘지의 경우 출하체중을 증가시킬 필요가 있다.

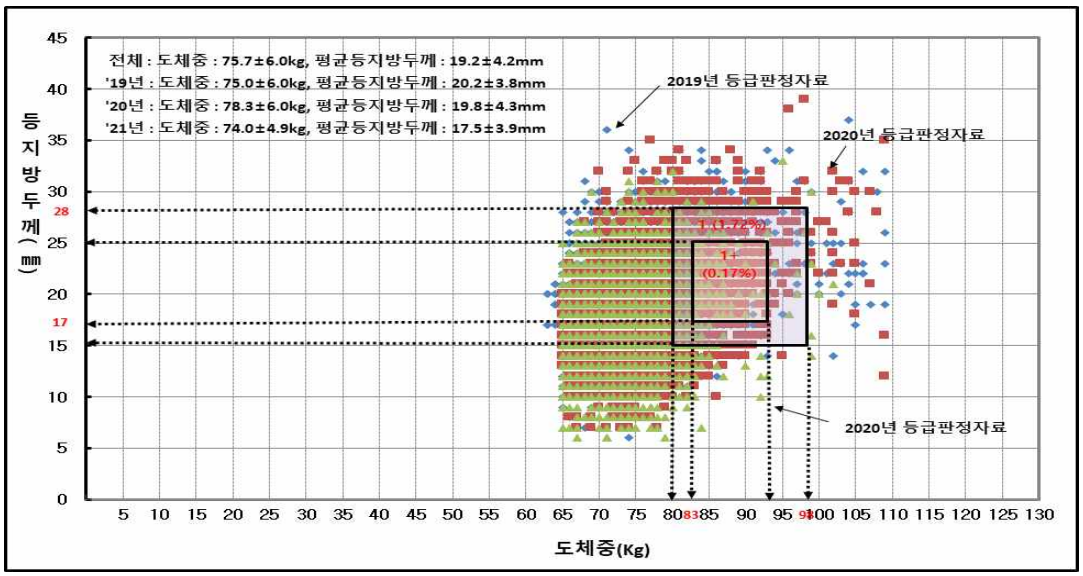
[표 3-75] 길갈축산의 비육돈에 대한 성별 도체성적에 대한 기초통계량(2021년 1월~2021년 9월)

형질		두수(두)	평균표준편차
거세	도체중(kg)	4,724	72.5±5.4
	등지방두께(mm)		20.2±4.3
암	도체중(kg)	4,483	73.2±6.0
	등지방두께(mm)		17.2±4.1

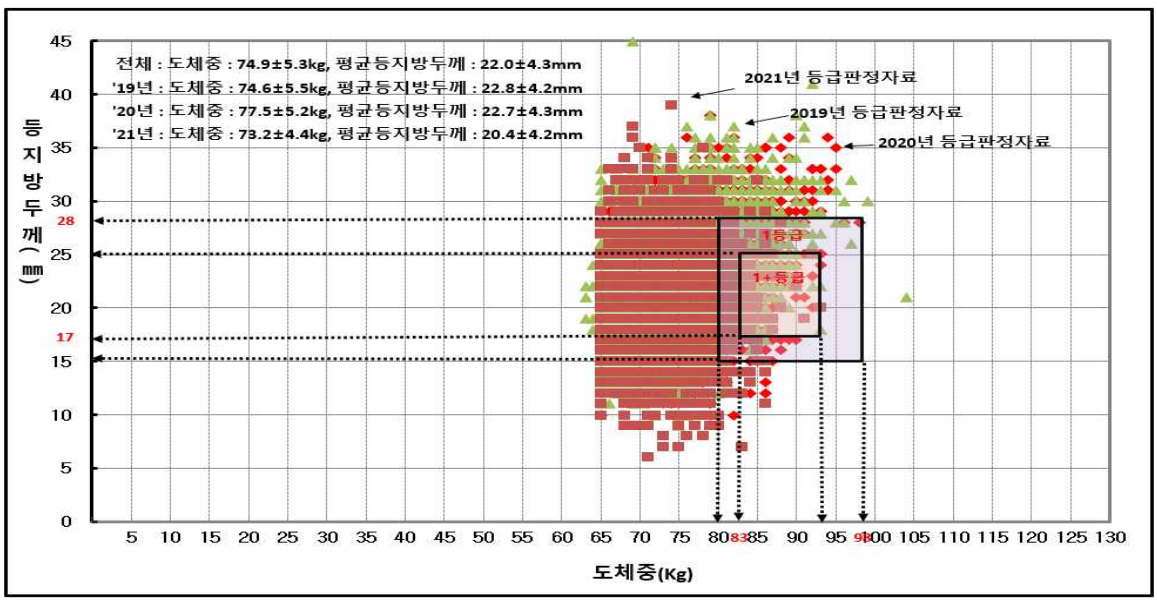
<그림 3-57>과 <그림 3-58>에는 각각 제주흑돼지(길갈축산)의 비육돈 암퇘지와 거세돈의 도체중과 등지방두께의 그래프를 나타내었다. 박스에서 전체 비육돈 암퇘지와 거세돈의 2등급 비육은 각각 85.5%, 88.4% 였다.. 도체중과 등지방두께의 단순회귀식으로 상관도를 조사하면 비육돈 암퇘지는 도체중 1kg 증가 시 등지방두께는 0.1925mm증가하고, 거세돈은 도체중 1kg 증가 시 등지방두께는 0.1928mm증가하는 것으로 조사되었다. 암퇘지의 경우 도체중이 '19년에는 75.0±6.0kg에서 '20년에는 78.3±6.0kg, 21년에는 73.2±6.0kg으로 나타났고, 등지방두께는 '19년에

는 20.2±3.8mm에서 '20년에 19.8±4.3mm, '21년에는 19.8±4.3mm로 얇아지는 경향을 보이고 있다. 거세돈의 경우 도체중이 '19년에는 74.6±5.5kg에서 '20년에는 77.5±5.2kg으로 증가하는 경향을 보였으나 '21년에는 72.5±5.5kg으로 감소하였고, 등지방두께는 비슷하게 유지되었다.

도체성적을 분석결과를 종합하면 출하체중은 현재대비 10~16kg증가(목표체중 100~105kg)시키고 등지방두께는 현재를 유지하는 방향으로 개량목표를 설정하고 반영할 계획이다. 또한 비육돈의 균일도가 떨어지는 이는 유전적인 특징과 환경적인 영향으로 구분할 수 있는 길갈축산의 경우 현재 분류된 기초돈군을 활용하여 체계적인 계통교배를 실시한다면 출하체중에 대한 범위를 충분히 감소시켜 균일한 비육돈을 생산할 수 있을 것이라고 사료된다.



<그림 3-57> 길갈축산의 비육돈 암퇘지에 대한 도체중과 등지방두께 관계



<그림 3-58> 길갈축산의 비육돈 거세돈에 대한 도체중과 등지방두께 관계

15. 육질형질관련 유전자마커 분석

가축의 개량에 있어 유전체선발(genomic selection)은 이미 폭넓게 확산이 되었고, 글로벌 종돈회사인 PIC, Hypor 등은 종돈 개량에 이미 활용 하고 있음. 그러나 종돈의 경제형질 관련 몇몇 유전자마커 효과를 개량에 활용하는 마커도움선발(MAS, maker assisted selection)은 유전체선발보다 정확도는 떨어지지만 상황에 따라 효과적일 수도 있음. 국내 종돈장의 경우 돈군의 규모가 선진국에 비해 작고, 각 종돈장마다 개량 방법 및 목표가 다르기 때문에 일률적으로 유전체 선발을 적용하는 것은 한계가 있으므로 마커도움선발(MAS)이 실용적일 수도 있음. 그러므로 국내 실정에 맞는 개량방법을 적용하는 것이 무엇보다도 중요. 제주흑돼지 대상 기존의 돈육의 품질(육질)관련 유전자마커의 유전적 특성이 어떻게 분포하고 있는지 알아보고자 실시하였음.

가. 유전자 마커

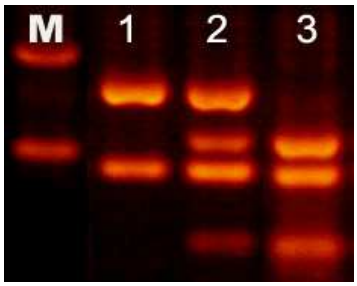
(1) PRKAG3 유전자

돼지고기의 품질을 결정하는 요인은 연도, 마블링, 보수성, 색깔 등이다. 그러나 산도(pH)는 이러한 육질 요인들을 종합적으로 대표하는 수치로서 돼지의 15번째 염색체에 위치한 PRKAG3(protein kinase adenosine- monophosphate gamma 3 subunit)유전자는 RN(Rendement Napole) 유전자로도 알려져 있음. Milan등 (2000)은 PRKAG3 유전자내에 199I 돌연변이를 보고했고, Ciabanu 등(2001)은 PRKAG3 유전자 내 199I 돌연변이로 인한 3개 유전형, 즉 11(199Ⅰ/199I), 12(199I/199Ⅴ), 22(199Ⅴ/199Ⅴ)이며, 유전자형에 따라서 육질에 유의성 있는 차이를 보였다고 함. 그 중 199Ⅰ/199I 유전자형이 다른 유전자형보다 산도도 높고 진한 육색으로 좋은 육질 특성을 보였음[표 3-76].

[표 3-76] RN(PRKAG3) 유전자형에 따른 육질형질 비교

육질형질	유전자형		
	11(199I/199I)	12(199I/199V)	22(199V/199V)
	14두(9.3%)	50두(33.3%)	86두(57.3%)
밝기(L) *	42.24[c]	44.82[b]	45.69[a]
적색도(a)	7.61[a]	6.97[ab]	6.93[b]
황색도(b)	2.51	2.82	2.87
육색(Color) *	4.14[a]	3.12[b]	2.79[c]
마블링스코어	2.87	3.13	2.99
드립로스(%)	2.08	2.30	2.82
산도(pH) *	6.40[a]	6.21[ab]	6.15[b]
가열감량(%)	19.70[a]	21.13[ab]	22.23[a]
전단력	30.27	34.65	34.89

[자료 : 농림수산식품부, 2009]

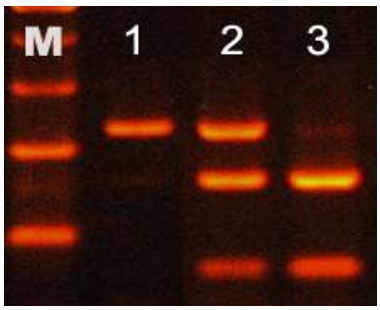


M: 100bp size marker
1: 11(199 I /199I)
2: 12(199I/199V)
3: 22(199V/199V)

<그림 3-59> PCR PRKAG3 유전자형 구분

(2) MC4R 유전자

MC4R은 식욕에 영향을 주는 렙틴(Leptin)에 영향을 끼침. 돼지 1번 염색체에 존재하는 MC4R(melanocortin 4 receptor) 유전자형 변이는 사료섭취량, 일당증체량, 등지방두께 형질에 영향을 주는 것으로 알려졌음(Seeley등 1997, Kim등 2000, Houston등 2004, Meidtner 등 2006). 미국 아이오와 주립대가 PIC 돼지 451두에 대한 TaqI 효소 이용 MC4R PCR-RFLP 변이에 조사연구에 의하면 MM, Mm, mm의 3개 유전자형으로 구분되며 MC4R 유전자형중 mm타입이 MM타입이나 Mm타입보다 등지방두께가 두꺼웠으며, 육질의 연도를 표시하는 인트론 수치도 가장 낮아서 다른 유전자형보다 부드러운 특징을 보였음.

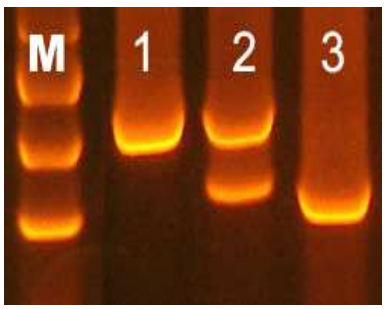


M: 100bp size marker
1: mm
2: Mm
3; MM

<그림 3-60> PCR 분석 MC4R 유전자형 구분

(3) IGF2 유전자

체내 성장호르몬에 관여하는 IGF2 유전자는 등지방두께와 정육율에 영향을 줌. F2 QQ유전자는 IGF qq 유전자보다 등지방이 얇고 정육율은 2%높다. 더구나 다른 유전자와는 달리 후손의 유전자형은 부돈의 유전자형을 그대로 물려받게 됨. 따라서 균일한 형태와 체중의 비육돈 생산이 가능.



M: 100bp size marker
1: QQ
2: Qq
3: qq

<그림 3-61> PCR IGF2 유전자형

(4) 그 외 분석 유전자

분석유전자	형질	프라이머	Enzyme
CAST	돈육의 연도, pH	Forward(5'-3') GCGTGCTCATAAAGAAAAAGC	Rsa1
		Reverse(5'-3') TGCAGATACACCAGTAACAG	

나. 제주흑돼지 유전자마커 분석 결과

최근의 분자유전학 기술(molecular genetics technology)의 발달로 인하여 종돈의 경제형질에 영향을 미치는 유전자의 효과를 산출하여 전통적인 육종가와 개체의 유전자효과를 결합하여 개체를 선발하는 방식이 마커도움선발(marker assisted selection)임. 그러나 최근 유전자 분석기술이 개선되어 비용이 저렴해지고 마커도움선발은 대량의 유전자를 분석하여 다수의 유전자마커를 대량의 종돈자료와 연계해서 분석하는 유전체 선발법을 적용하고 있음. 본 연구에서 제주흑돼지 전문종돈장인 길갈축산의 육질관련 유전자마커에 대한 빈도를 조사하여 향후 개량에 반영하고자 육질관련 유전자마커의 빈도를 조사하였음. [표 3-77]에는 분석한 유전자마커에 대한 유전자형 빈도가 나타나 있음. HMGA1과 CAST유전자의 유전자빈도는 상반된 결과를 보였고, PRKAG3, MC4R, IGF2유전자의 유전자형빈도는 유사한 결과로 조사되었음.

[표 3-77] 분석 샘플에 대한 유전자마커별 유전자형 빈도

Genetic marker	Genotypic frequency(두)		
PRKAG3	AA	AG	GG
	0.20(6)	0.60(18)	0.20(6)
CAST	EE	EF	FF
	0.33(10)	-	0.67(20)
MC4R	AA	AG	GG
	0.30(9)	0.43()	0.30(8)
HMGA1	TT	TC	CC
	0.73(22)	0.20(6)	0.07(2)
IGF2	CC	GC	GG
	0.27(8)	0.47(14)	0.27(8)

※ ESR 유전자는 요크셔종에 대한 유전자빈도

16. 2021년도 길갈 제주흑돈 육질분석 결과

본 시험은 길갈영농조합법인 제주흑돈 16두에 대한 시료를 채취하여 돈육의 등심부위를 이용하여 분석을 실시하였으며, 육질 특성을 알아보기 위해 국내에서 가장 일반적으로 널리 이용하는 삼원교잡종인 Landrace×Yorkshire×Duroc(LYD)의 육질 특성과 비교 분석을 실시하였다. 육질분석은 일반성분, pH, 보수력, 전단력 및 지방산 조성을 분석하였다.

가. 육색

육색은 소비자들이 식육 구매하는데 있어서 매우 중요한 척도이다. 육색에 영향을 미치는 근육 내 요인은 사후 해당작용, 근내지방 함량, 마이오글로빈 함량, 육색소의 산화 상태 등이 있다.

처리구간의 육색을 비교해 본 결과[표 3-78], 명도는 유의적 차이가 없었고, 적색도와 황색도는 제주흑돈에서 유의적으로 높게 나타나 제주흑돈육이 LYD육보다 붉고 진한 육색을 나타내 소비자들의 구매 욕구를 향상시킬 것으로 사료된다. 『CIE LAB색도 표현은 명도(Lightness)은 밝기를 나타내며 그 범위는 0 (흑색)~100(백색)을 기준으로 일반적인 돈육의 경우 그 범위는 40.9~56.1이다. 적색도(Redness)는 적색과 녹색을 표현하며 그 범위는 3.9~7.7이며 황색도(Yellowness)는 황색과 청색을 표현하며 그 범위는 7.2~14.4이다. 특히 명도의 경우 이상육을 판별하는 기준이 된다.』

[표 3-78] 돈육의 현장 육색 및 실험실 육색 비교

Meat color	명도 L*	적색도 a*	황색도 b*
제주흑돈 (n=16)	54.07	17.00[a]	6.17[a]
LYD (n=12)	55.68	15.68[b]	5.09[b]
SEM1	0.64	0.35	0.24

[1]SEM: standard error of the means.

[a-c]Figures with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

나. 일반성분

본 연구에서는 단백질 함량은 유의적 차이가 없었고, 제주흑돈보다 삼원교잡종 LYD의 지방함량이 높고, 회분함량은 낮게 나타났다

[표 3-79] 돈육의 일반성분 비교

	Moisture (%)	Crude protein (%)	Fat (%)	Crude ash (%)
제주흑돈 (n=16)	74.20	24.39	2.61[b]	1.22[a]
LYD (n=12)	73.28	24.53	5.04[a]	1.15[b]
SEM[1]	0.35	0.26	0.43	0.01

[1]SEM: standard error of the means.

[a-c]Figures with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

다. pH, 보수력, 가열감량, 전단력

가열감량은 가열단계에서 육즙(meat drip)이 방출되는 정도를 의미하는 것이므로 보수력과는 반대로 수치가 낮을수록 바람직한 육질 특성으로 간주한다. 본 연구에서는 pH와 보수력이 높은 제주흑돈에서 LYD보다 유의적으로 낮은 가열감량률을 나타냈다.

식육의 연도는 수분과 지방의 양, 결체조직의 양과 화학적 상태, actomyosin 형성 여부 등의 복합적 효과에 의해 변할 수 있으며 근절의 길이와도 관계가 있으나 무엇보다도 수분의 양과 관련된 보수력과 밀접한 연관을 갖는다.

[표 3-80] 돈육의 품질특성 비교

	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kgf)
제주흑돈 (n=16)	5.74[a]	76.80	18.11[b]	3.32
LYD (n=12)	5.57[b]	74.78	21.55[a]	3.37
SEM1	0.03	1.39	0.38	0.19

[1]SEM: standard error of the means.
[a-c]Figures with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

라. 돈육의 관능평가

돈육의 관능평가(본 실험에 참여한 관능평가 요원의 주관적 평가임을 밝힘)를 비교해본 결과[표 3-81], 모든항목(색, 향, 연도, 다즙성, 전체적인 기호도)에서 제주흑돈과 삼원교잡종 LYD간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.
이러한 결과는 제한된 평가요원에 의한 결과이므로 추가 소비자 조사가 필요하며, 이에 대한 직접적인 원인 (유리아미노산, 핵산 등의 풍미물질 등)에 대해 좀 더 구체적인 추가 실험연구가 필요할 것으로 판단된다.

[표 3-81] 돈육의 관능평가 비교

	Color	Flavor	Tenderness	Juiciness	Overall acceptance
제주흑돈 (n=16)	5.00	5.10	5.13	5.07	5.14
LYD (n=12)	5.00	5.06	5.15	5.17	5.10
SEM[1]	0.00	0.08	0.08	0.09	0.10

[1]SEM: standard error of the means.
[a-c]Figures with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

마. 지방산 조성

돈육의 지방산 조성을 비교해본 결과[표 3-82], 포화지방산의 주요 지방산은 palmitic acid와 stearic acid로 나타났으며, 포화지방산은 처리구간 유의적인 차이가 없었다. 식육에 가장 풍부한 단일불포화지방산으로 차별적으로 식육의 풍미에 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 oleic acid는 평균 약 40~42%의 함량을 나타냈고, 제주흑돈육에서 linoleic acid (18:2), arachidonic acid (20:4)와 같은 다가불포화지방산(PUFA) 함량이 높았다.
지방산 함량은 품종 및 부위별로 미세한 차이가 있으며 품종보다는 사양관리시 사료 성분에 의한 함량 차이가 있다고 알려져 있고, 단위동물의 경우 근육 내 지방산 조성은 식이를 통해 바꿀 수 있다고 보고되어 있다.

[표 3-82] 돈육의 지방산 조성 비교

	제주흑돈 (n=16)	LYD (n=12)	SEM[1]
10:0	0.13[a]	0.11[b]	0.00
12:0	0.14	0.13	0.00
14:0	1.49	1.59	0.06
16:0	23.15	24.31	0.50
16:1	3.99[a]	3.10[b]	0.20
18:0	10.97	11.98	0.44
18:1	40.78	42.25	0.88
18:2	12.14[a]	9.78[b]	0.58
18:3	0.59[b]	0.76[a]	0.02
20:2	0.35	0.34	0.01
20:3	0.36[a]	0.20[b]	0.02
20:4	2.62[a]	1.48[b]	0.22
20:5	0.06[a]	0.04[b]	0.00
22:6	0.05[a]	0.03[b]	0.00
24:1	0.43[a]	0.28[b]	0.03
SFA	35.86	38.12	0.90
UFA	61.37[a]	57.89[b]	0.84
MUFA	45.21	45.63	1.00
PUFA	16.16[a]	12.59[b]	0.79
UFA/SFA	1.74[a]	1.54[b]	0.07
n-6/n-3	14.24[a]	11.37[b]	0.60

[1]SEM: standard error of the means.

[a-c]Figures with different letters within the same column differ significantly ($p<0.05$).

17. 제주흑돼지 개량을 위한 유관기관 협의체 구성『제주흑돼지 개량사업단』

가. 협의체 구성 목적

제주를 대표하는 「제주재래흑돼지 유전자원의 고유성」을 유지하고 생산성과 균일성이 향상된 고품질의 제주흑돼지 생산을 위한 유관기관 협업체계 구축함으로서 제주흑돼지 전문종돈장(GGP농장, great grand parents) 지정을 통한 개량체계를 확립함과 동시에 유관기관의 협업체계를 구축하여 (사)제주흑돼지 생산자회 회원농가를 육성하여 최고품질의 제주흑돼지 생산·공급 체계를 구축하는데 있음

나. 제주흑돼지 양돈농가 현황

제주지역 양돈농가 중 제주흑돼지 생산 농가는 약 240여 개 농장이며, 이 중 흑돼지만을 전문으로 생산하는 농가는 30여 개소이고, 이 중 25개 농가가 『(사)제주흑돼지생산자회』라는 생산자 조직체를 구성하고 있음. (사)제주흑돼지 생산자회』의 번식용 모돈규모는 약 7,000두 규모이며, 비육돈 생산두수로는 연간 약 11만 두로서 전체 흑돼지 생산량의 약 65% 정도를 차지함

「제주흑돼지생산자회」의 종돈 생산체계는 각각의 개별농가에서 자체생산하는 구조이며, 때에 따라 외부로부터 버크셔(축산진흥원) 또는 제주흑돼지(길갈축산) 등을 도입하여 번식돈 및 비육돈을 생산

하는 구조로 되어 있음. 또한, 제주에서 생산되어 유통되고 있는 대부분의 제주흑돼지는 버크셔, 두록, 랜드레이스 및 제주 재래흑돼지 등의 다양한 유전자가 섞인 교잡종으로 외모 특징, 생산성(번식, 성장) 및 품질 균일성에서 일관성이 떨어지는 단점이 있음

다. 필요성

제주흑돼지 생산을 위한 제주지역 흑돼지 유전자원으로는 난축맛돈(난지축산연구소), 버크셔(제주축산진흥원) 및 제주흑돼지(길갈축산)가 이용 가능한 유전자원이라고 판단

제주흑돼지 생산농가의 수익향상을 위해서는 생산성과 품질균일성이 확보된 종돈을 이용함으로써 안정적인 농장운영이 가능함

이를 위해서는 「제주흑돼지 전문종돈장(GGP농장) 지정 및 육성을 통한 '제주흑돼지 생산·보급체계'를 구축할 필요가 있음

「제주흑돼지 전문종돈장(GGP농장)」 육성을 위해서는 농가 개인의 노력으로는 불가능하며 유관기관의 절대적인 협조체계 즉, 『제주흑돼지 개량사업단』 출범이 필요함

[표 3-83] 제주흑돼지 개량을 위한 유관기관별 역할

구 분	역 할	내 용	유관기간별 역할
난지축산연구소	핵군종돈장	난축맛돈 공급	- 연간 20두 규모 공급(가능) - 흑모유전자 및 육질인자 관련 기술지원
제주축산진흥원	핵군종돈장	버크셔 공급	- 연간 20두 규모 공급(가능)
길갈축산 영농조합법인	전문종돈장	종돈 생산 및 보급	- GGP 200, GP 500두 규모 조성
(사)제주흑돼지생산자회	생산농가	제주흑돼지 생산	- 연간 2,500두 규모 종돈 소요('21년도 이후)
㈜정피엔씨연구소	육종실무	유전능력평가	- 길갈축산 유전능력평가 및 육종실무 지원 - 흑모유전자 및 육질인자 관련 분석 - 종개협 및 국제식량기구(FAO) 등재 추진
제주대학교	품질평가	품질 분석 및 평가	- 도체 및 내부품질 비교분석 - 연구비지원 필요(별도제원)
축산물품질평가원제주지원	품질평가	빅데이터 활용	- 제주지역 도체품질 현황분석
제주특별자치도	행정지원	정책 및 홍보지원	- 간접적 지원제도 마련
GSP종축사업단	연구지원	연구비지원	- 사업기간('17~'21) 연구비 지원

라. 협의체의 역할

제주흑돼지생산자회 회원농가 대상 개량기초집단 선정

개량기초집단 유전능력 향상을 위한 외부 핵군집단 선정

개량기초집단 및 외부 핵군집단의 체계적인 검정기술 투입

유전능력평가시스템을 통한 우수종돈의 선발 및 교배체계 확립

증식농장(GP)을 통한 종돈 생산 및 보급체계 확립

빅데이터를 활용한 제주지역 양돈농가 생산성 및 품질평가

마. 유관기관 기술개발 현황

GSP사업을 통한 유전능력평가시스템 개발 완료

개량기초집단 검정자료 분석을 통한 유전능력 평가 진행
길갈축산영농조합 기초집단 700두(GGP 200, GP 500) 우선 지정
제주흑돼지생산자회 회원 25농가(모돈 7,000두) 기반 보급처 확보
육질 및 흑모유전자 발굴기술 개발을 통한 “난축맛돈” 생산기술 확보
부계 유전자원 “버크셔” 생산 및 공급기반 확보
국내유전자원(종돈) 등록기관 미등록(교잡종으로 등록된 상태)
국제연합식량농업기구(FAO) 가축다양성정보시스템(DAD-IS) 미등재

바. 기대성과

○ 제주흑돼지 육종체계 정립을 통한 고유유전자원 등록(FAO)과 종자주권 확보
○ 제주흑돼지 전문종돈장을 통한 우수종돈 생산기술 및 기반 확립
○ 제주흑돼지 육종시스템 적용을 통한 균일한 제주흑돼지 종돈 생산체계 확립
○ 제주흑돼지 유전능력 향상에 따른 사양관리기술 발전 기대
○ 제주흑돼지 생산성(번식, 성장)향상을 통한 농가소득 증대
○ 성장능력 및 품질균일도 개선을 통한 육질등급 향상 및 수출증대

사. 추진전략

○ 사업 1단계 전반기(‘17～’18) : 전문종돈장 기초축군 및 핵군종돈장 개량에 집중
○ 사업 1단계 중반기(‘19～’20) : 제주흑돼지생산자회 회원농가 대상 시범보급 및 검증
○ 사업 1단계 후반기(‘21～’22) : 제주흑돼지생산자회 회원농가 전체대상 보급 추진
○ 사업 2단계 전기간(‘23～’27) : GP농장 추가 확보 및 제주지역 확대 보급 추진

<그림 3-62> 제주흑돼지 발전을 위한 워크샵

<그림 3-63> 제주흑돼지개량사업단 출범식

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야의 기여도

제 1 절 연도별 연구목표 및 달성도

구분	연구 목표	평가 기준	달성도 (%)
1차년도 (2017)	○ 계통별 산육 및 산란능력 검정	- 순계 산육능력 검정 : 4, 8주령 체중 - 순계 산란능력 검정 : 40주령 산란능력	100
	○ 개체 및 가계의 능력 고려 선발 배웅	- 개체 능력 조사 성적 근거 선발 및 교배	100
	○ 수집집단의 집단 조성	- 수집집단의 집단조성 및 이관	100
1차년도 (2017)	○ 제주흑돼지 전문종돈장 선정 ○ 데이터베이스 구축	- GGP종돈장 선정(모돈 800두) - 혈통, 검정 및 번식기록 데이터베이스 구축 - 육질관련 및 흑모색 유전자마커 검사(800두)	100
	○ 육종시스템 구축	- 유전능력평가 보고서. 논문 1편 - 5개계통으로 구분 및 계획교배 - 선발지수 개발 및 교배계획 및 적용 - 유전적개량량 분석 - 우수종모돈 선발 10두 및 종빈돈 농가 입식	100
	○ 육질검사	- 종돈 및 비육돈 육질검사 보고서	100
2차년도 (2018)	○ 계통별 산육 및 산란능력 검정	- 순계 산육능력 검정 : 4, 8주령 체중 - 순계 산란능력 검정 : 40주령 산란능력	100
	○ 개체 및 가계의 능력 고려 선발 배웅	- 개체 능력 조사 성적 근거 선발 및 교배	100
	○ PS 및 실용계 생산성 검증	- 타 토종닭과의 생산성비교 시험	100
2차년도 (2018)	○ 핵돈군 종돈장 선정 ○ 데이터베이스 구축	- 핵돈군 종돈장 선정 2개소 - 육종전략수립 보고서 1부 - 혈통, 검정 및 번식기록 데이터베이스 구축 - 육질관련 및 흑모색 유전자마커 검사(100두)	100
	○ 육종시스템 구축 및 운영	- 유전능력평가 보고서 - GGP종돈장 선발지수 적용 및 계획교배 - 핵돈군 종돈장 선발지수 개발 및 교배계획 및 적용 - 유전적개량량 분석 - 우수종모돈 선발 10두(전문종돈장 입식) 및 종빈돈 농가 입식	100
	○ 소비자 관능평가	- 종돈 및 비육돈 육질검사 보고서	100
3차년도 (2019)	○ 계통별 산육 및 산란능력 검정	- 순계 산육능력 검정 : 4, 8주령 체중 - 순계 산란능력 검정 : 40주령 산란능력	100

	○ 개체 및 가계의 능력 고려 선발 배웅	- 개체 능력 조사 성적 근거 선발 및 교배	100
	○ PS 및 실용계 생산성 검증	- 타 토종닭과의 생산성비교 시험	100
3차년도 (2019)	○ 데이터베이스 구축	- 유전능력평가 보고서 1부. - 혈통, 검정 및 번식기록 데이터베이스 구축 - 육질관련 및 흑모색 유전자마커 검사(100두)	100
	○ 육종시스템 구축 및 운영	- 유전능력평가 보고서 - 핵돈군 및 전문종돈장 선발지수 적용 및 교배계획 및 적용 - 종돈 유전적개량량 분석 - 우수종모돈 선발 10두(전문종돈장 입식)	100
	○ 육질검사	- 종돈 및 비육돈 육질검사 보고서	100
4차년도 (2020)	○ 개체 및 가계의 능력 고려 선발 배웅	- 개체 능력 조사 성적 근거 선발 및 교배	100
	○ PS 및 실용계 생산성 검증	- 타 토종닭과의 성장 및 육질특성 차별화	100
4차년도 (2020)	○ 데이터베이스 구축	- 유전능력평가 보고서 1부. - 혈통, 검정 및 번식기록 데이터베이스 구축 - 육질관련 및 흑모색 유전자마커 검사(100두)	100
	○ 육종시스템 구축 및 운영	- 유전능력평가 보고서 - 핵돈군 및 전문종돈장 선발지수 적용 및 교배계획 및 적용 - 종돈 유전적개량량 분석 - 우수종모돈 선발 10두(전문종돈장 입식) - FAO DAD-IS 등재 추진	100
	○ 육질검사	- 종돈 및 비육돈 육질검사 보고서	100
5차년도 (2021)	○ 신품종 개발종계의 국내외 보급	- 능력검정 반영 신품종 육종체계 구축	100
5차년도 (2021)	○ 데이터베이스 구축	- 유전능력평가 보고서 1부. - 혈통, 검정 및 번식기록 데이터베이스 구축 - 육질관련 및 흑모색 유전자마커 검사(100두)	100
	○ 육종시스템 구축 및 운영	- 유전능력평가 보고서 - 핵돈군 및 전문종돈장 선발지수 적용 및 교배계획 및 적용 - 종돈 유전적개량량 분석 - 우수종모돈 선발 10두(전문종돈장 입식) - 브랜드 등록(품종등록)	100
	○ 육질검사	- 종돈 및 비육돈 육질검사 보고서	100

제 2 절 관련 분야의 기술발전 기여도

1. 기술적 측면

○ 토종닭 육종 연구기반 확보
○ 토종닭 안정적 생산을 위한 순계의 유전적 고정체계 기반 구축
○ 소규모 영세기업의 체계적 육종기술 능력 배양
○ 제주흑돈 육종 시스템 적용을 통한 유전적으로 균일한 제주 흑돈육 생산 기반 마련
○ 제주흑돼지 전문 원종돈(GGP)종돈장 육성을 통한 개량과 모니터링 시스템 구축
○ 간헐적 수입에 의존 했었던 흑돈 생산체계를 자주적 제주흑돈 개량 시스템으로 전환
○ 제주흑돈 품질 고급화를 위한 유전적 기준 제시
○ 제주흑돈의 분자육종가 통합 선발지수식 개발 및 적용을 통한 유전체 기술 개발

2. 경제, 산업적 측면

○ 국산 닭종자의 주권 확보 및 시장점유율 증대
○ 토종닭의 육종체계 구축을 통한 자원 이용의 효율화
○ 육계와 차별화된 가금산물(육량 및 육질) 생산
○ 제주흑돈육의 명품 브랜드화 사업을 위한 육질 개량및 유지 시스템 구축
○ 균일도가 우수한 제주 흑돈 생산 확대 가능 기반 마련
○ 한국형 종돈개량 시스템 구축을 통한 종돈 수입 대체 및 흑돈 종돈 수출 기반조성
○ 일본 가고시마 흑돈과 같은 글로벌 명품 “제주 흑돈” 여정의 첫 발걸음
○ 산학연 공동 연구의 시범적 프로젝트 성과 제주흑돈육의 명품 브랜드화 사업을 위한 육질 개량 및 유지 시스템 구축

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 연구개발 성과목표 대비 실적(총괄)

(단위 : 건수)

구분		품종개발		논문 비SCI	농가기술지도 현장기술지원	FAO 등재	국내 매출액 (백만원)	국내보급 (만마리)	DB구축 및 활용	기술이전	마케팅 전략수립 보고서	자료 발간	고용 창출
		출원	등록										
최종목표		1	1	5	40	3		5			10	10	
1차년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				8			3.38	1		33	2	
2차년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				12	4	265.4	4.33	1		31	1	2
3차년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				24		324.6	7.42	1	1	5	2	1
4차년도	목표	1		1	8	1		1			2	2	
	실적	1		1	24	1	130.6	6.53	2		6	2	
5차년도	목표		1	1	8	2		1			2	2	
	실적			1	6		372.1	8.49			14		1
소 계	목표	1	1	5	40	3		5			10	10	
	실적	1		2	74	5	1,093	30	5	1	89	7	4
종료 1차년도					1				1	1			
종료 2차년도					1				1				
종료 3차년도					1				1				
종료 4차년도					1				1				
종료 5차년도													
소 계					4				4	1			
합 계		1		2	78	5	1,093	30	9	2	89	7	4

* 단계별 연구성과 목표는 연차/중간/단계평가의 정량적 평가지표로 활용됨

** 연구성과는 연구개발계획에 맞춰 도출하고 예시와 같이 작성하되 사업단별로 수정하여 사용

2. 품종개발

세부적으로 전부(건별로)기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다]										
구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
상표	제주길갈흑돈	대한민국	창진영농조합법인 외 2명	2020. 10.14	40-2020-0181517				

3. 논문

논문(국내외 전문학술지) 게재							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
1	제주흑돈의 생산 및 번식형질에 대한 유전모수 추정	농업생명과학연구	이상민	54(2)	대한민국	농업생명과학연구	비SCI
2	제주흑돈 산육형질의 후보유전자 탐색을 위한 전장유전체 분석 및 유전체 육종가 정확도 평가	농업생명과학연구	김원	55(5)	대한민국	농업생명과학연구	비SCI

4. 유전자원

번호	품목	내용	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	소래코니쉬 A계통	외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색	국립축산과학원	2017.12.22	소래1-1	DAD-IS, FAO
2	소래코니쉬 B계통	외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색	국립축산과학원	2017.12.22	소래1-2	DAD-IS, FAO
3	소래뉴햄프셔 C계통	외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색	국립축산과학원	2017.12.22	소래1-3	DAD-IS, FAO
4	소래로드아일랜드 D계통	외모특징과 주요형질 유전능력에 따른 선발을 통해 계통을 조성, 볏은 단관, 정강이 노란색	국립축산과학원	2017.12.22	소래1-4	DAD-IS, FAO
5	제주 흑돼지	제주길갈흑돼지	길갈축산	2020.10.08	길갈1-1	DAD-IS, FAO

5. 국내매출액

국내 종자 판매 실적			
번호	일자	판매처	매출액
1	2018.03.15	참프레	62,000,000
2	2018.05.18	신흥종계장	41,060,000
3	2018.07.09	임상혁	27,200,000
4	2018.07.25	케이케이엔씨영농조합법인	25,200,000
5	2018.07.25	대정팜	63,000,000
6	2018.08.29	신흥종계장	46,960,000
계			265,420,000
7	2019.05.02	케이케이엔씨영농조합법인	27,200,000
8	2019.05.02	대정팜	61,200,000
9	2019.06.13	신흥부화장	125,400,000
10	2019.07.01	신흥부화장	39,800,000

11	2019.07.01	참프레	71,000,000
계			324,600,000
12	2020.05.21	㈜신흥	129,300,000
13	2020.06.25	㈜대정	1,315,000
계			130,615,000
14	2021.03.31	신흥종계장	126,760,000
15	2021.04.12	대정팜	52,400,000
16	2021.06.14	㈜신흥	46,600,000
17	2021.07.31	대정팜	39,800,000
18	2021.07.31	㈜올품	20,140,000
19	2021.08.03	㈜대농	86,400,000
계			372,100,000

6. 기술이전

기술이전					
번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)
1	노하우	종돈의 유전능력평가 프로그램을 이용한 분석결과 활용자료 제공	길갈축산영농조합법인	2019.01.01	무상

7. 마케팅 전략수립 보고서

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)			
번호	일자	활용명칭	활용내역
1	17.01.03	골든시드프로젝트추진현황	월간양계
2	17.02.20	"다큐 나는 산다"	원주MBC
3	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	한남일보
4	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	정책브리핑
5	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	㈜피디언
6	17.04.12	농진청 '골든시드프로젝트' 종축사업단 2단계 사업 연수	포커스뉴스
7	17.04.12	골든시드프로젝트 종축사업단 2단계 사업 연수	전북도민일보
8	17.04.12	농진청 'GSP종축사업단 2단계 사업 추진 위한 공동연수 실시'	연합뉴스
9	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	진주인터넷뉴스
10	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	전업농신문
11	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	한국인권신문
12	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	수원시민신문
13	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	광주일등뉴스
14	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	국토매일
15	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	데일리그리드
16	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	세종NTV
17	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	중부뉴스통신
18	17.04.12	국산 씨돼지, 씨닭 실용화 위해 전문가 모인다	전남인터넷신문
19	17.05.15	제주 흑돼지 산업화 . 종자주권 확보 방안 논의	연합뉴스
20	17.05.19	제주 흑돼지 산업화 . 종자주권 확보 최선을	축산신문

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)			
21	17.05.30	【흙과 생명이야기⑮】 사위사랑은 장모님, 씨암탉	뉴시스
22	17.06.01	2021년까지 국산 종돈 개발된다	현대양돈
23	17.06.01	GSP 종축사업단 2단계 사업 본격 가동	현대양계
24	17.06.21	등심 마블링 스코어 두배로 높여	축산신문
25	17.07.06	성진종돈장 PSY 35두 '눈앞'	양돈타임스
26	17.07.18	(흙과 생명이야기) - 복달임에 담겨 있는 조상들의 지혜	뉴시스
27	17.08.01	골든시드프로젝트 종축사업단사업 추진 현황 및 향후계획	종돈개량
28	17.09.07	카자흐스탄에서 한국 토종닭 시식회 한국 종자 주권 확보와 보급 목표	카자흐뉴스
29	17.09.20	지금은 유전자원전쟁시대	농업축산신문
30	17.11.01	FTA, R&D로 넘다	소비자TV
31	17.11.21	토종닭 맛있게 먹는 법... 신 레시피 개발	월간귀농인
32	17.11.24	'진짜 토종닭'을 위한 레시피 개발한다	조선일보
33	17.12.07	토종닭하면 질긴 백숙?. 토종닭협회장은 '오해'라고 했다	네이버
34	18.01.01	2018년 종돈사업 전망	종돈개량
35	18.02.18	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름이 등재	대한급식신문
36	18.02.18	국내 닭 4품종 , 국제기구에 이름이 등재	농축유통신문
37	18.02.19	국내닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름 올려	전민일보
38	18.02.19	'국산 닭' 4품종 8계통 국제품종으로 인정...	농어촌방송
39	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, FAO에 이름 등재	에코저널
40	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름 등재	중부뉴스통신
41	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름 등재	정책브리핑
42	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름 등재	나눔뉴스
43	18.02.19	민간 보유 닭 8계통 국제기구 등재	라이브뉴스
44	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, FAO에 이름 등재	에코타임스
45	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구 등재	식약일보
46	18.02.19	농진청, 국내닭 4품종 8계통 FAO등재	전북금강일보
47	18.02.19	농진청, FOA DAD-IS에 국내닭'4품종8계통' 등재	식품음료신문
48	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름 등재	전업농신문
49	18.02.19	국제기구에 국내 닭 4품종 8계통 이름 등재	환경일보
50	18.02.19	국내 닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름이 등재	한국경영뉴스
51	18.02.19	농진청, 국내닭 4품종 8계통 FAO등재	투데이코리아
52	18.02.19	국내닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름이 등재되다	한국영농신문
53	18.02.20	국내 재래닭 등 4품종 8계통 국제기구에 이름이 등재	세이프타임즈
54	18.02.20	국내닭 4품종 8계통, 국제기구에 이름이 등재	호남제일신문
55	18.06.05	제주흑돼지 육종피라미드 구축된다	축산신문
56	18.06.18	[현장 플러스] GSP사업 'K-SEED DAY' 개최 등 종자 수출 확대 적극지원	서울신문
57	18.07.02	유전자원 교류로 남북농업협력 물꼬 트이길	전북타임스
58	18.10.18	토종닭 종란 키르기스스탄 수출 2년여 만에 재개	뉴시스
59	18.10.18	GSP 토종닭, 키르기스스탄 수출	연합뉴스
60	18.10.18	우리 토종닭, 2년만에 키르기스스탄 수출 재개	뉴스1
61	18.10.18	농진청, 키르기스스탄에 토종닭 수출 재개	서울경제
62	18.10.19	"토종닭 종란 2만개, 키르키스스탄 수출해요"	한겨레

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)			
63	18.06.01	제주흑돼지 육종피라미드 구축된다	축산신문
64	18.07.01	스페인 이베리코 돼지고기	종돈개량
65	19.12.03	20191203_이코노믹뉴스_[포토] 강희설 농촌진흥청 GSP 종축사업단 단장 '토종닭 종자 보호 위해 법률 필요	이코노믹뉴스
66	19.12.05	현대양계_12월호_현대양계10대뉴스_토종닭4품종_DAD_IS등재[1]	현대양계
67	19.12.08	"토종닭 , 종자 전쟁서 첨병 역할할 것"	한국농정신문
68	19.03.20	이베리코의 오해와 진실	월간한돈
69	19.07.30	국산종축개발활발_종축시장의자립실현에_성큼	서울신문
70	20.04.21	[기고] 코로나19가 알려준 식량의 중요성	한국농어민신문
71	20.07.13	[기고] 토종닭, 이걸 구워 먹어 봐?	농축유통신문
72	20.07.23	진미(珍味), 사실 가까운 곳에? '토종닭 구이'	이슈!광주전남
73	20.07.23	진미(珍味), 사실 가까운 곳에? '토종닭 구이'	화순군민신문
74	20.01.02	종돈업계 현황과 2020년 경쟁력 강화 방안	월간한돈
75	20.04.01	2020년 국내외 돼지고기 가격 전망과 대처방안	월간한돈
76	21.08.19	막바지 무더위와 '연계백숙'	전라일보
77	21.12.03	식량안보와 함께하는 종축산업	한국농어민신문
78	21.04.26	GSP 사업 개발 고능력 종돈 국내 보급 확대	전업농신문
79	21.04.26	농기평 한국형 우수 돼지 개발 선진 덴마크 따라잡는다	이투데이
80	21.04.26	한국형 GSP종돈 개량 덴마크 따라 잡는다	중도일보
81	21.04.26	한국형GSP종돈개량 덴마크따라잡는다	푸드아이콘
82	21.04.26	한국형 GSP종돈 개량 덴마크 따라 잡는다	농기자재신문
83	21.04.26	한국형 GSP종돈 개량 덴마크 따라 잡는다	중소기업신문
84	21.04.27	한국형종돈개량 세계최고덴마크따라잡기	데일리안
85	21.04.27	한국형 GSP종돈 개량 선도국 따라잡아	일간이코노미
86	21.04.28	한국형 GSP 종돈개량 덴마크 따라 잡는다	축산신문
87	21.04.29	한국형 고능력 종돈 매년 10만두 보급	축산경제신문
88	21.04.30	한국형 GSP 종돈 개발 보급	농수축산신문
89	21.06.18	코로나19 사태가 알려준 소비자3의 속마음	축산신문

8. 그 외의 실적

가. DB구축 및 활용

번호	등록번호	저작권명	저작권자명	비고
1	D-2017-000133호	제주흑돼지 개량을 위한 길갈축산 데이터베이스	㈜정피엔씨연구소	
2	D-2018-000045호	제주흑돼지 개량을 위한 길갈축산 데이터베이스	㈜정피엔씨연구소	
3	D-2019-000058호	제주흑돼지 개량을 위한 길갈축산 데이터베이스	㈜정피엔씨연구소	
4	D-2020-000069	제주흑돼지 개량을 위한 길갈축산 데이터베이스	㈜정피엔씨연구소	
5	D-2020-000068	제주흑돼지 개량을 위한 고밀도 유전체 분석자료	㈜정피엔씨연구소	

나. 자료발간

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)				
번호	저작권명	저작자명	창작일	등록번호(ISBN)
1	Pig Genome Selection Workship	㈜정피엔씨연구소	2017.05.29	978-89-88683-12-5 (93520)
2	제주흑돼지 유전능력평가보고서	㈜정피엔씨연구소	2017.10.30	978-89-88683-16-3 (93520)
3	제주흑돼지 유전능력평가 보고서	㈜정피엔씨연구소	2018.10.10	978-89-88683-24-8 (93520)
4	제주흑돼지 유전능력 평가보고서	㈜정피엔씨연구소	2019.06	978-89-88683-24-8 (93520)
5	제주흑돼지 유전능력 평가보고서	㈜정피엔씨연구소	2019.10	978-89-88683-33-0 (93520)
6	제주흑돼지 유전능력 평가보고서	㈜정피엔씨연구소	2020.04.31	978-89-88683-38-5 (93520)
7	제주흑돼지 유전체 분석보고서	㈜정피엔씨연구소	2020.10.31	978-89-88683-39-2 (93520)

다. 농가컨설팅기술지원

번호	일자	교육명	교육대상
1	17.01.04	GSP 2단계 사업 추진 사전 협의	소래영농조합
2	17.06.02	GSP 종계분야 협의	소래영농조합
3	17.08.08	GSP 단장과제 참여기업 현장점검 회의	소래영농조합
4	17.10.13	종계 참여기업 물품 구매 및 질병검사 협의	소래영농조합
5	2017.09	유전능력평가 분석 지도	길갈축산영농조합법인
6	2017.10	유전능력평가 분석 지도	길갈축산영농조합법인
7	2017.11	유전능력평가 분석 지도	길갈축산영농조합법인
8	2017.12	유전능력평가 분석 지도	길갈축산영농조합법인
9	18.04.11	GSP 단장과제 참여농장 기록관리 등 기술지원	종계실무자
10	18.04.19	단장과제 소래축산 기술지원 -종계 산란 데이터 수집, 입력용 테그 설치 및 데이터 관리법	종계실무자
11	18.09.03	참여농장 기록관리 등 기술지원	종계실무자
12	18.09.19	GSP 단장과제 참여기업 기술지원 실시 -계통이나 가계의 흐름을 확인하는 실험계군 조성이 필요	종계실무자
13	18.11.29	GSP 단장과제 참여기업 기술지원 실시 -종계 산란 데이터 수집 및 테그 탈락 시 조치방법	종계실무자
14	18.02.06	제주흑돼지 GGP 기초돈군 조성 및 계통조성	현장관리자
15	18.03.21	제주흑돼지 개량을 위한 종돈 선발방안	길갈축산 직원
16	18.05.09	GSP사업 제주흑돼지 계획교배 방안	현장담당자
17	18.05.30	제주흑돼지 개량 방안	생산자 및 유관기관
18	18.07.09	제주흑돼지 이모색 유전자 분석 결과	현장담당자

번호	일자	교육명	교육대상
19	18.09.17	제주흑돼지 신규 계통조성	현장담당자
20	19.01.22	육종체계 구축 방향 교육 및 토의	소래영농조합법인
21	19.03.27	종계 산란 데이터 수집 시 애로사항 개선 방법 및 교육	소래영농조합법인
22	19.05.20	종계 선발 및 실용계 관련 자료 수집 지원	소래영농조합법인
23	19.09.18	개량을 위한 DB양식 및 익대 제작 방법 등 기술 지원	소래영농조합법인
24	19.04.16	초음파 검정체계 확립	창진영농조합법인, 길갈축산
25	19.07.01	종돈장 전산관리프로그램 활용방안	창진영농조합법인, 길갈축산
26	20.01.15	GSP 토종닭 단장과제 사업 추진 협의 및 기술지원	소래영농조합법인
27	20.05.15	단장과제 중간진도 현지점검 및 기술지원	소래영농조합법인
28	20.10.07	단장과제 시험성적 검토 및 기술지원	소래영농조합법인
29	20.12.03	GSP단장과제 시험성적 검토 및 기술지원	소래영농조합법인
30	20.04.13	유전체 선발적용 방안	창진영농조합법인, 길갈축산
31	20.08.17	B-mode초음파기계를 활용한 종돈 검정방안	창진영농조합법인, 길갈축산
32	21.01.29	소래축산(단장과제) 사업 추진 동향 점검지원 결과	김연수, 강희설
33	21.06.10	GSP단장과제 기술지원(소래축산)	정기홍, 김형용, 김재환
34	21.09.13	GSP단장과제 기술지원(소래축산)	김연수회장, 이만용이사, 국장, 팀장
35	21.10.06	깃털감별 종계 출시 설명회 참석 및 기술 지원 결과	소래축산, 한국토종닭협회, 사업단장 등 30여명
36	21.11.01	GSP단장과제 기술지원(소래축산)	이만용(소래), 추효준(가금연), 설상동(보라시스)
37	21.11.08	산란 계수 시스템 메뉴얼 검토 및 교육	이만용(소래), 추효준(가금연), 설상동(보라시스), GSP종축사업단

라. 현장분석지원

번호	일자	교육명	교육대상
1	2018	제주흑돼지 선발 및 교배를 위한 주간단위 유전능력평가 피드백	현장담당자
2~19	19.01.07 ~09.26	길갈축산 1~40주차 검정결과 업로드 및 결과발송(18건)	길갈축산
20~37	20.01.08 ~10.10	길갈축산 2020년 1~40주차 검정결과 업로드 및 결과발송(18건)	길갈축산

마. 정책제안

번호	활용구분	건의일	시책명	시행(예정)일
1	정책제안	19.11.21	제주흑돼지 돼지 도체 등급제 신설	19.11.26

바. 고용창출

번호	성명	고용기관	고용창출내용	정규직/계약직	일시
1	김재환	국립축산과학원	신규 연구원	정규직	2018.01.01
2	최유민	국립축산과학원	신규 연구원	계약직	2018.01.22
3	김예송	국립축산과학원	신규 연구원	정규직	2019.05.02
4	장환효	국립축산과학원	신규 연구원	계약직	2021.01.19

제 2 절 연구개발 성과 활용 계획

1. 토종닭 신품종 개발을 위한 유전 육종적 계통 확보
   ○ 우량 소재계를 활용한 지속적인 신품종 개발 연구 수행
   ○ 민간 육종기업의 노하우 및 산업경쟁력 제고
   ○ 우량 종자 개발에 따른 농가의 신수익 모델 창출

2. 국내 토종닭 다양성 확보를 통한 소비시장 확대
   ○ 국산종자를 이용하여 국민 기호성에 부합하는 육질 차별화 가금산물 생산 가능
   ○ 실질적인 토종닭 육종회사가 2개뿐이고 서로 시스템이 달라 연구성과를 타업체에 활용하기 어려움. 기술지원 및 연구성과는 토종닭 종계 및 실용계 품질과 능력 개선으로 나타나고 있으며 현장보급 강화
   ○ 국내 토종닭 시장에 맞도록 종계 생산성을 개선하고 실용계 성장률을 조정하고 있음.
   - 2022년 자동깃털감별 종계 분양 시작.
   - 2022년 난용 토종닭 품종 출시 계획.

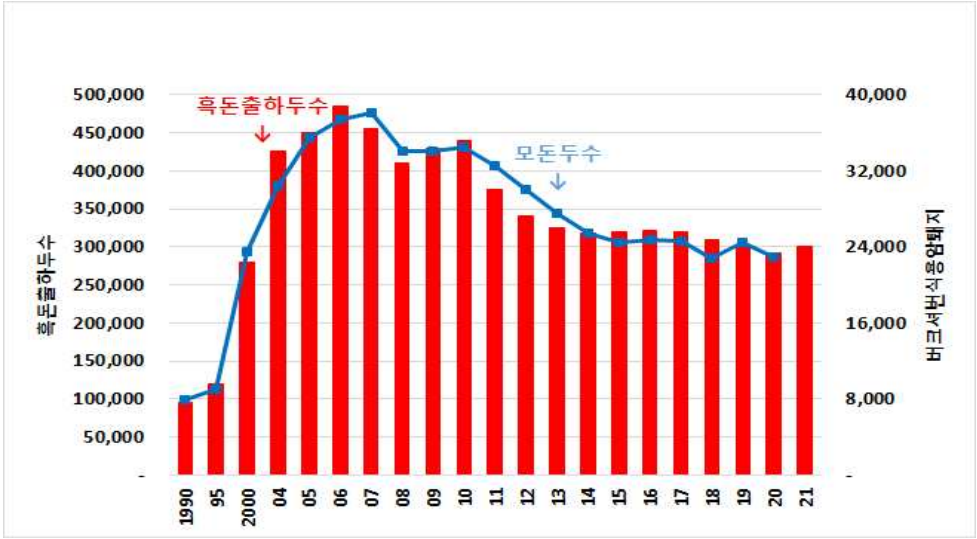
3. 제주흑돈 명품화 사업을 위한 육질개량 가속화
   ○ 제주흑돈 품종의 우수핵군 및 신계통 육성을 통한 정체정 정립
   ○ 제주흑돈의 체계화된 개량시스템 적용을 통한 균일한 흑돈육 생산의 기반 구축
   ○ 소비자의 기호에 적합한 제주흑돈육의 대량생산체계 구축
   ○ 제주 흑돈의 우수브랜드 인증을 위한 방향 제시

4. 산업적 및 학술적 성과 지속적 딜성 및 현장 적용
   ○ 현장 중심의 과제로 현장지도 등이 중심적이나 논문 및 산업재산권 등 학술적 성과 및 산업적 연구성과를 연차별로 각각 성과를 달성

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 일본 - 가고시마 흑돈 출하두수, 모돈 두수 현상유지

○ 가고시마현은 2020년 흑돈생산량(도축두수)이 전년비 증가한 약 29만 9천두로 4년 만에 전년 보다 증가했다고 발표. 고령화가 진행되는 영세농가의 폐업과 이동 등 일손부족, 더구나 유명 돈육 브랜드와의 경쟁이 격화가 현상 유지 추세를 보이고 있다. 그러나 모돈수는 전년 수준인 2만 3천두였다. 2006년의 도축두수 48만 두를 피크로 생산량은 공급과다에 의한 판매가격의 침체로 내리막의 감산 경향으로, 얼마전 생산효율이 높은 백돈으로 품종 전환 등의 이유로 13년 이후는 30만 두 수준을 경계로 소폭 증감을 계속. 그러나 최근에 코로나 사태로 돼지고기의 가정 수요가 높아지면서 프리미엄 버크셔 흑돈육 수요도 늘어나고 있다.



[그림 64] 일본 가고시마현의 연간 버크셔돈 출하두수와 모돈두수 사육두수 추세

2. 양돈장 생산성 향상을 위한 핵심지표(KPI) 이용방안

가. 서론

○ 미국의 가장 큰 양돈산업 데이터베이스 서비스업체인 Swine Management Services, LLC(SMS)는 2000년 초반부터 800개 양돈장의 모돈 141만두 규모 농장 벤치마킹 데이터베이스를 개발했다. 농장의 규모는 모돈 200두에서 10,000두 이상으로 다양하다. 데이터는 각 농장에서 사용하는 24개 이상의 전산관리 프로그램들과 16개 종돈 회사들로부터 수집하였다. 2012년 기준 성적을 <표 1>과<표 2>에 요약했다. 1년 52주간 연간 교배 모돈 1두당 이유두수가 15두 미만에서 30두를 초과하는 범위까지 다양한 생산 수준을 보여주고 있다. SMS사는 2005년부터 2012년까지 데이터베이스의 농장별 성적은 연간 평균 교배 모돈당 이유두수는 21.28에서 24.31두까지 3.03두 차이로 나타났으며, 상위 10%는 24.72두에서 28.60두였다. 모돈 1두당 이유 자돈수는 9.17두에서 10.55두로 나타났으며 상위 10%는 11.77두를 이유했다.

[표 84] 52주 평균 SMS 성적 자료(2012년)

	상위 10%	상위 25%	평균	하위 25%
농장 수	78	196	788	197
모돈 두수	110,508	334,986	1,357,975	332,525
연간 모돈 두당 이유 두수(PSY), 두	29.6	28.2	24.8	21.2
모돈회전율, 회/년	2.50	2.47	2.37	2.23
발정 재귀일령, 일	5.52	5.85	6.73	7.60
이유후 7일간 교배 비율, %	91.3	91.0	88.6	85.9
재발 교배 비율, %	3.90	5.00	7.90	11.00
분만율, %	91.1	88.8	85.0	79.8
모돈 폐사율, %	5.40	6.30	7.50	8.30
모돈 교체 비율, %	52.1	51.7	54.5	63.7

나. 연간 교배 모돈 1두당 이유자돈수(PSY)를 증가시키는 KPI는 무엇인가?

❍ SMS Farm benchmarking 데이터베이스는 연간 교배 모돈 1두당 이유 자돈수(PSY)를 개선하기 위한 주요 지표는 모돈회전율, 발정 재귀일령, 연간 모돈 두당 이유두수, 모돈 폐사율, 분만율, 복당산자수, 발정 재귀일령, 자돈 생존율, 질병, 후보돈 공급 종돈장 등을 핵심 KPI로 규정했다.

[표 85] 52주 평균 SMS 성적 자료(2012년)

	상위 10%	상위 25%	평균	하위 25%
복당 총 산자수, 두	14.46	14.26	13.42	12.66
복당 생존자돈수, 두	13.24	12.98	12.13	11.28
복당 이유두수, 두	11.77	11.38	10.55	9.67
복당 자돈 생존율*, %	82.5	81.4	79.8	77.6
사산 비율, %	6.30	6.50	7.00	7.80
이유전 사고율, %	11.2	12.1	13.8	14.5
평균 임신 기간, 일	115.7	115.8	115.8	115.7
평균 이유 일령, 일	19.14	19.24	20.12	20.48
평균 산차	2.61	2.70	2.67	2.60
도태 모돈 평균 산차	4.37	4.33	4.22	3.75

* 자돈 생존율 = (100 - (사산 비율 + 이유전 사고율))

(1) KPI - 1. 모돈 회전율

❍ 생물학적으로 모돈회전율은 2.60이 가장 높은 값으로, 분만율을 100%로 가정하였을 경우, 임신 116일 + 포유기간 19일 + 이유후 첫 교배까지 5일 = 140일로 이를 365일로 나

눈 경우 2.60을 나타낸다. 이것은 이유후 발정시 교배된 모도이 모두 수태가 되고, 도태 모돈은 이유시 즉시 도태되었을 때 가능한 기록이다. <표 1> 상위 10%는 2.50회전, 평균 2.37회전, 하위 25%는 2.23회전이다. 모돈 회전율에 영향을 주는 주요 KPI는 분만율, 이유일령, 이유후 첫 교배 간격 및 분만 간격이다.

모돈 회전율을 향상시키기 위한 조치

- 분만율 향상을 위한 교배 절차 과정의 세심한 검토
- 교배 후 14일차부터 발정 체크 지속
- 임신 후 25일까지 재발돈의 60% 이상을 찾을 수 있도록 발정 체크 및 초음파 임신진단을 실시
- 1차 발정체크 후 늦게 재발이 오는 모돈을 더 빨리 찾기 위하여 임신 70~80일경 외관으로 임신 상태를 체크

(2) KPI - 2. 발정 재귀일령

○ <표 3> 교배 모돈 1두당 20두 이상의 자돈을 이유한 602개 농장의 사례이다. 발정 재귀일령에 영향을 주는 요인 분석을 위해 발정 재귀일령에 따라서 다른 요인을 비교했다. 이유후 첫 교배 간격이 짧을수록 교배 모돈당 이유자돈수, 7일까지의 교배율, 재발율, 분만율 및 총산자수에 영향을 미쳤다. SMS 데이터베이스에서의 추세선은 2011년 초 이유모돈에 대한 평균 교배 간격 일수가 감소해 왔다. 이러한 것이 아마도 사료 자동화 시스템을 더 많은 농장이 사용하거나 하루에 사료 급이 횟수를 늘리면서 포유돈에게 더 많은 사료를 섭취하는 농가가 증가하였기 때문으로 분석했다.

[표 86] 연간 교배 모돈 1두당 20두 이상을 이유한 602개 양돈장 분석 – 발정 재귀일령 랭킹 그룹

	상위 10%	상위 25%	상위 50%	전체 농가	하위 50%	하위 25%	하위 10%
이유후 첫 교배까지의 일령	5.2	5.5	5.9	6.9	7.9	8.8	10.1
연간 교배 모돈 두당 이유두수	25.9	25.5	25.2	24.5	23.8	23.7	23.5
이유 후 7일까지의 교배율, %	93.6	92.5	90.3	85.9	81.8	78.7	75.0
재발 비율, %	6.8	6.6	7.4	8.0	8.5	8.6	9.5
분만율, %	85.7	86.1	85.4	85.1	84.8	85.3	84.6
복당 총산자수, 두	13.5	13.3	13.2	13.1	12.97	13	12.95
포유자돈 생존율, %	79.9	80.1	80.2	79.8	79.5	79.0	79.4
평균 이유일령, 일	19.8	19.9	19.7	19.8	19.9	19.9	19.8

발정 재귀일령을 단축하기 위한 관리

- 분만 후 첫 날부터 분만돈에게 더욱 공격적으로 급여량 증량
- 분만 모돈에게 개체별로 자유급식 방식 사료 급여
- 이유후 교배때 까지의 이유모돈에 대한 추가 사료 급여(플러싱)
- 모돈 이유 당일부터 매일 웅돈 접촉으로 발정 유도
- 이유 다음날부터 매일 교배시까지 발정 체크

(3) KPI - 3. 분만율

○ 분만율은 다음 세 변수로 구성 된다. 모돈 × 정액 × 교배담당자의 교배 기술

○ 각 변수가 90%라면 분만율은 약 73%쯤 될 것이다. 분만율을 4% 향상시키면 생산량은 연간 모돈 두당 1.35두의 비육돈 출하가 늘어난다. <표 4>에는 분만율이 주요 지표인지 확인하기 위해 분만율에 따른 랭킹을 603개 농장에 적용했다. 분만율이 75% 미만인 농장에서는 교배 모돈당 연간 20.40두를 이유한 반면에 90% 이상인 농장은 26.10두의 자돈을 이유한 것을 알 수 있다. 모든 농장의 분만율 개선 추세선은 2005년 79.7%에서 시작하여 2012년 85.1%로 5.4% 향상되었다. 상위 10% 농장은 2012년에 분만율이 90.4%를 보였다.

[표 87] 분만율(%)에 따른 랭킹 그룹(603개 농장)

분만율(%)	>90	85~90	80~85	75~80	<75
교배 모돈의 비생산일수	29.3	36.4	44.1	55.6	64.3
평균 분만율, %	91.60	87.20	82.50	77.80	73.00
재발 교배율, %	3.50	6.30	9.40	12.80	17.30
모돈 두당 연간 이유 자돈수	26.1	24.96	23.14	21.06	20.4
모돈회전율	2.48	2.42	2.35	2.26	2.19
연간 분만틀 분만 횟수	14.8	14.4	14.3	13.8	12.9
연간 분만틀당 이유자돈수	155.4	147.0	140.9	128.3	120.4

교배자(AI 테크니션)의 능력을 향상시키기 위한 관리

- 교배기술 교육 및 관리 감독
- 피로를 예방하기 위해 계획에 맞춘 휴식
- AI 테크니션은 교배 시간(01-24시) 및 정액 뱃치 번호를 포함한 교배 정보를 세밀하게 기록
- 교배 횟수, 이유후 첫 교배 일령, 산차, 교배 요일 및 시간, 정액 뱃치 번호로 분류한 기록에 기초하여 각 농장의 교배 방식과 절차를 미세 조정

정액 품질에 영향을 주는 요인 관리

- 정액 운반시 추후 평가를 위해 뱃치 정보를 기록
- 온도측정건을 사용하여 정액백 외부와 내부의 온도 차이를 기록과 점검
- 24시간동안 2~3도 미만의 온도 변동을 모니터링하기 위해 정액보관고의 최고/최저 온도를 매일 기록
- 정액 공급자가 이용하는 희석제에 기초하여 정액보관고의 온도를 설정
- 적어도 하루에 한번 정액을 뒤집어주기
- 오래된 정액이 먼저 사용되도록 배달 날짜별로 정액을 정리하여 보관
- 더운날씨에는 섭씨 21도(화씨 70도)의 에어컨이 설치된 방에 정액 보관고를 설치하고, 겨울에는 따듯하게 유지

(4) KPI - 4. 분만모돈 복당 총 산자수

○ 지난 8년동안 농장의 평균 총산자수에 대한 추세를 보면 11.70에서 13.37로 1.67두 증가하였으며 상위 10% 농장의 경우 12.41에서 14.47로 2.06두 더 늘었다. 농장의 평균 총산자수에 가장 영향력이 높은 숫자는 초산차의 총산자수이다. 초산차의 총 산자수는 일생의 생산성에 대한 잠재력 지표이다. 따라서 1산차 암컷이 좋은 출발을 하게 하려면 후보돈은 교배 전에 1회 이상의 발정을 건너뛰어야 하며 가능하면 교배전 임신사에서 최소 14일 이상을 보내야 한다. SMS 데이터는 적어도 1회의 발정을 건너뛴 후보돈이 초산차에서 0.2~1.0두의 산자수가 많았다.

복당 총산자수를 높이는 관리

- 유전학 : 유전적 능력이 높은 순종돈의 F1 암컷을 사용
- 후보돈 수태능력 향상 방안 : 발정 건너뛰기, 임신사에서 웅돈에 노출, 300파운드(136 kg) 이상의 사료 섭취
- 포유중 사료섭취 증가
- 이유부터 교배까지 사료 섭취 증가(1일 2파운드(0.9 kg) 이상)
- 이유후 첫 교배 간격을 줄이기
- 교배자(AI 테크니션)는 교배시 모돈에게 더 많은 자극을 준다

(5) KPI - 5. 자돈 생존율

○ SMS는 분만시 자돈 생존율을 보다 정확하게 측정하기 위하여 새로운 공식을 만들었다. 사산 비율과 이유전 사고율을 별도로 보는 대신 『100% - (사산 비율 + 이유전 사고율) = 자돈 생존율』로 추정했다. 즉 사산과 폐사된 자돈을 잠재적으로 살아있는 돼지로 보는 것이다. 52주 동안 자돈 생존율이 67% 미만인 농장도 있고, 90% 이상인 농장도 있다. <표 5>는 분만사에서 연간 30두 이상의 생존자돈수의 기록을 보유한 농장이 사산 비율 4.50%, 이유전 사고율 7.30%로 88.2%의 자돈 생존율 성과를 분석했다. 지난 8년동안 SMS 데이터베이스에 따르면 자돈 생존율은 2007년 80.2%로 상위 10%는 84.5%로 정점을 나타냈다. 그 이후로 총산자수가 증가함에 따라 자돈 생존율은 일부 감소했으며 지난 몇 년 동안 2012년 평균 79.9% 및 상위 10% 농가의 경우 82.0%로 거의 비슷했다.

자돈생존율를 향상시키기 위한 관리

- 사산을 해결하기 위해 분만 관리 시간을 연장(하루 18시간(오전 5시 ~ 오후 10시)동안 간호 분만을 한다면 전체 분만의 87.9%를 사람이 입회하게 됨
- 출생시 마른 수건으로 닦아주거나 건조제를 자돈 몸에 묻혀 자돈의 체온 감소를 줄여줘야 함. 출생시 자돈의 정상적인 직장 온도는 38.9℃(102°F)이며, 5~10분 이내에 건조시키지 않을 경우 체온은 2.2℃ 이상 감소하고 이를 정상 체온으로 회복하는데 90분 이상이 소요됨
- 한 사람이 하루동안 직무에 책임질 사항과 목표 명시
- 분만 첫 날 포유 자돈을 분리 표유시켜 자돈들이 고르게 모유 섭취하게 함
- 2~8일동안 자돈에 대한 관리 방법 명시
- 체미돈은 안락사
- 분만시 돼지 안락사를 위해 이산화탄소 챔버 이용
- “사람이 돼지를 구한다(People Save Pigs)”를 홍보

(6) KPI - 6. 모돈 폐사율

○ 2012년 SMS 데이터베이스에서 모돈 폐사율은 평균 7.5%를 나타냈으며, 상위 10% 농장은 5.4%, 하위 25% 농장은 8.3%로 나타났다. 때때로 모돈 폐사율이 생산량에 영향을 준다. 모돈폐사율이 1% 바뀌면 연간 모돈 두당 자돈 생산량이 0.25두 영향을 미칠 수 있다. 따라서 모돈의 폐사율을 4% 줄이면 연간 모돈 두당 1두의 자돈을 더 생산한다. SMS 데이터베이스는 폐사의 원인을 찾기 위해 산차별 폐사율을 확인한다. 매우 낮은 산차의 모돈의 폐사율이 높은 농장도 있다.

[표 88] SMS 493개 농가의 52주간 성적 자료 (2012년)(요약)

	30이상	28~30	26~28	24~26	22~24	20~22	평균(계)
농가 수	13	61	104	164	117	34	493
연간 교배 모돈 두당 이유두수	31.26	28.68	26.79	24.96	23.13	21.32	25.4
교배모돈 두당 총산자수	36.26	35.22	33.88	31.79	29.20	27.22	25.40
자돈 생존율, %	88.2	82.7	80.8	80.2	80.8	79.9	81.0
사산, %	4.50	6.30	6.90	6.80	7.20	7.30	7.00
이유전 폐사율, %	7.30	11.00	12.30	13.00	12.00	12.80	12.00

모돈 폐사율을 낮추기 위한 관리

- 아프거나 지제에 문제가 있는 모돈을 식별하는 방법에 대한 직원 교육
- 환돈, 지제에 문제가 있는 모돈을 다루는 방법에 대한 표준작업공정(Standard Operation Procedure)을 작성
- 수의사가 환돈을 치료할 항생제 목록을 제공하고, 중단할 시점을 확인

- 치료한 암컷에 대한 상세 정보를 기록하여 12개월동안 보관(PQA Plus)
- 치료 기록 및 문제 모돈을 안락사할 책임자를 둘 것

(7) KPI - 7. 질병 유무

○ 미국의 Pipestone 산하 번식자돈 생산 농장(A농장)은 2017년까지 마이코플라즈마 증상이 있었으나 2018년부터 청정화가 실현되었다. 청정화 소요 비용은 이유돈 한 마리당 약 $0.69 였다. 그러나 청정화 이후 폐사율과 ADG는 각각 2.4%와 6.2%씩 개선되었다. 이러한 중요한 변화로 비육돈이 3.6% 더 많이 판매되었으며, 출하체중을 늘릴 수 있었다. 사료요구율 개선효과는 두당 $ 2.16로 청정화 이후 판매 자돈당 총 $12.9의 추가 경제적 이익을 보았다.

[표 89] A 양돈장의 마이코플라즈마 청정화 이후 생산성과 경제성

	2017	2018	차이	
폐사율	6.6%	4.3%	-2.4%	
ADG(파운드)	1.59	1.69	6.2%	
도태율	3.0%	1.76%	-1.2%	
				경제적 차이
비육돈 출하비율	90.3%	93.8%	3.6%	$ 4.17
출하체중증가 (파운드)	6.8	0.5	-6.3	$ 6.57
사료요구율(파운드)	2.48	2.44	4	$ 2.16
계				$ 12.9

(8) KPI - 8. 비육농장에서의 후보돈 공급 종돈장 선택의 차이

○ 미국 Pipestone 계열 중 B 농장은 F1 후보돈을 A 종돈장 후보돈 사용 3년간(2016년~2018년)과 B 종돈장 후보돈 사용 2년간(2019~2020년)의 성적 차이를 분석했다. A 종돈장의 후보돈은 뚜렷한 증상은 없으나 PRRS 및 PED가 양성이었고, B 종돈장의 후보돈은 PRRS와 PED 모두 음성이었다. 물론 PRRS 질병 유무의 차이 때문이기는 하지만 비육 양돈농가로서는 후보돈을 공급받는 종돈장의 선택의 중요성을 인식시키는 결과이다. B 종돈장 후보돈 입식 후 폐사율은 3.3% 줄어들고, 일당증체량은 0.09파운드, 지육등급 상등급 비율은 4.2%로 높아졌고, 사료요구율은 0.03 낮아지고 평균 출하체중은 1.8파운드 증가했다. B농장은 상시 평균수준 이하였으나 2018년 이후 상위 20%내로 진입했다.

[표 90] 후보돈 공급 종돈장 선택에 따른 성적 차이

형질	A종돈장 후보돈	B종돈장 후보돈	차이(A-B)	벤치마킹 백분율에서 증가폭
폐사율(%)	8.3	5.0	-3.3%	64%
일당증체량(lb)	1.60	1.69	0.09	58%
지육등급 A등급 비율(%)	90.0	94.2	4.2	66%
보정 사료요구율	2.55	2.52	-0.03	18%
평균 출하체중(lb)	287.2	289.0	1.8	52%

다. 결론

○ 결론적으로 SMS는 전산관리 양돈장 800개의 모돈 141만두의 데이터베이스 기반 벤치마킹으로 각 양돈장의 랭킹파악과 각 양돈장 생산성 향상을 위한 핵심 지표(KPI)를 이용해 체계적인 개선을 강구하는 방안을 제시했다. 예를 들어서 KPI를 이용해 교배 모돈이 1년에 1두 더 이유할 경우 비육돈 생산비용을 두당 $1.60 낮출 수 있었다.

○ 제주흑돈의 체계적인 검정 및 유전능력평가를 결과를 활용하여 개량체계를 구축하는 기술을 이미 기술이전 실시하였고 추후 길갈축산과 육종 컨설팅을 진행해 나갈 계획이다.

제 7 장 참고문헌

1. 건국대학교, 2016, “한협 3호 종계 사양관리지침서”
2. 국립축산과학원, 2016. “우리맛닭 실용계 사양관리 지침서”
3. 국립축산과학원, 2016. “육용종계 사양관리 매뉴얼”
4. 국립축산과학원, 2017. “2017 가금육 소비실태 조사결과”
5. 김학규 2010 “우리맛닭” 사양관리. 대한양계협회 원간양계 42(5):153-155.
6. 정선부, 한성욱 1994. 한국의 재래닭. 한국동물자원과학회 특별심포지움.
7. 한국축산경제연구원 2019, “토종닭 육종계획 수립을 위한 산업실태 및 소비자 선호도 조사・분석
8. Bijma P. 2006. Estimating maternal genetic effects in livestock.J. Anim. Sci. 84: 800-806.
9. Cho CI, Ahn JK, Lee JH and Lee DH. 2012. Genetic parameterestimates for reproductive and productive traits of pigin a herd. J. Anim. Sci. Technol. 54: 9-14.
10. Gilmour AR, Gogel BJ, Cullis BR, Welham SJ and ThompsonRT. 2015. ASReml user guide release 4.1 structuralspecification. Hemel Hempstead: VSN International Ltd.
11. Kim YM, Choi TJ, Cho ES, Cho KH, Cung HJ and JeongYD. 2017. Estimation of genetic parameters for growthtraits and backfat thickness using Maternal animal modelin pigs. J. Kor. Soc. 18: 305-356.
12. Kwon OS. 2006. Symposium proceedings of preservation andutilization of Korean native black pigs. National Instituteof Animal Science. RDA 21: 3-20.
13. Lopez BI, Seo KS, Viterbo V and Song CW. 2019. Estimationof genetic parameters and accuracy of genomic predictionfor production traits in Duroc pigs. Czech J. Anim. Sci.64: 160-165.
14. Noguera JL, Ibáñez-Escriche N, Casellas J, Rosas JP and VaronaL. 2019. Genetic parameters and direct, maternal andheterosis effects on litter size in a diallel cross amongthree commercial varieties of Iberian pig. Animal. 13:2765-2772.
15. Ogawa S, Konta A, Kimata M, Ishii K, Uemoto Y and SatohM. 2019. Estimation of genetic parameters for farrowingtraits in purebred Landrace and Large White pigs. Anim.Sci. J. 90: 23-28.
16. Park HB, Han SH, Lee JB, Kim SG, Kang YJ, Shin HS, ShinSM, Kim JH, Son JK, Baek KW, Cho SR and ChoIC. 2016. SNP-based and pedigree-based estimation ofheritability and maternal effect for body weight traitsin an F 2 intercross between Landrace and Jeju nativeblack pigs. J. Embryo Trans. 31: 243-247.
17. Park JW, Kim BW, Kim SD, Jang HK, Jeon JT, Kong IK andLee JG. 2010. Estimation of environmental effect andmaternal effect for swine economic traits. J. Agric. LifeSci. 44: 17-28.

연구개발보고서 초록

과 제 명	국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원				
	Support and establishmant of breeding strategy of industrialization resource of breed stock				
주관연구기관	국립축산과학원		사업단장	국립축산과학원	
참 여 기 업	소래영농조합, 정P&C연구소			강희설	
총연구개발비 (1,114,000천원)	계	1,114,000	총 연 구 기 간	2017.1.1. ~ 2021.12.31. (5년 월)	
	정부출연 연구개발비	860,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	113
	기업부담금	254,000		내부인원	77
	연구기관부담금			외부인원	36

○ **연구개발 목표 및 성과**

- 민간기업 소래축산 보유 토종닭 유전적 특성 분석 및 계통별 체중, 산란성적 등 경제형질 관련 자료를 수집하고 분석하여 기술지원을 실시하므로서 육종체계를 구축과 기엄 역량강화를 도모함.
- 제주흑돈의 경제형질에 대한 검정형질 표준화 및 데이터베이스 구축과 제주흑돈 유전자원 활용을 통한 개량시스템 구축
- 성과 목표 대비 실적

구분	논문 비SCI	FAO 등재	품종 및 브랜드		농가기술지도 현장기술지원	DB구축 및 활용	자료 발간	홍보 성과	국내보급 (만마리)	기술 이전
			출원	등록						
목표	5	3	1	1	40		10	10	5	
실적	2	5	1		74	5	7	89	30	1
달성율(%)	40	166.7	100		185	순증	70	890	600	순증

○ **연구내용 및 결과**

- **계통별 산육 및 산란능력 검정:** 5~52주령까지 체중변화는 암수 같이 B계통이 가장 빠르고 A, C, D 순인데, A는 암수 범용계통, B는 수탉계통, C와 D는 암탉계통의 특성을 잘 나타내고, 헨데이산란수는 암탉 계통인 C계군이 가장 많았으며 D, B. A 순이었음.
- **이모색, 강건성 등 외모를 고려한 도태와 선발:** 5년(2017~2021) 평균 선발율은 암탉계통인 C, D계통이 각각 64.2%, 61.8%이며, 수탉계통인 B는은 47.7%로써 가장 낮고, A는 56.5% 수준이었음.
- **PS 생산 및 실용계 능력검정:** 주령별 사료섭취량, 체중, 산란율 등의 생산성을 지속적으로 조사하여 표준 생산곡선을 작성하고 비교 지표로 활용하고, 실용계의 일당증체량, 육성율은 년도간 큰 차이는 나타나지 않으며. 사료요구율도 큰 차이는 없었음.
- **참여기업 기술지원:** 산란 계수 시스템(RFID형, 2018), 바코드형, 2021)을 개발 지원함.
- **길갈축산 흑돼지 유전적 개량(2016~2021년)**: 일당증체량 : 4.5714g/년, 90kg 도달일령 : 1.08일/년, 등지방두께 : -0.017cm /년, 복당생존산자수 0.14두/년 (표현형 추세는 0.40두/년)
- **제주흑돼지(길갈축산) 도체분석**: 매년 도체중은 증가하는 추세를 나타내며, 등지방두께는 약간 얇아지는 경향

- **제주흑돈 육질분석 결과:** 제주흑돈과 일반비육돈(LYD)과의 육질을 비교한 결과 육색 부분에서 적색도가 높아 소비자의 구매 욕구를 향상시킬 것으로 사료되며, pH와 보수력이 제주흑돈이 높아, 가열감량도 유의성있게 낮게 나타남.
- **제주흑돼지 개량사업단 구성:** 유전자원의 고유성을 유지하고 생산성과 균일성이 향상된 고품질 제주흑돼지 생산을 위한 유관기관 협업체계 구축

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 종계 유전능력 평가 및 육종지원으로 참여기업 자체 표준 성장곡선과 산란곡선을 작성하여 육종 및 생산성의 비교 지표로 활용함.
- 산란 자동 계수시스템의 개발 지원으로 현장 노동력 절감 및 자료 신뢰성 확보에 기여함.
- 참여기업에 대한 육종체계 확립과 역량 강화를 위해 지속적인 기술 지원이 필요함.
- 제주흑돈 품종의 우수핵군 및 신계통 육성을 통한 정체성 정립
- 제주흑돈의 체계화된 개량시스템 적용을 통한 균일한 흑돈육 생산의 기반 구축
- 소비자의 기호에 적합한 제주흑돈육의 대량생산체계 구축
- 제주 흑돈의 우수브랜드 인증을 위한 방향 제시
- 국산종축 산업화소재에 대한 지속적인 기술지원체계 구축 등 필요

자체평가의견서

사업단명	GSP종축사업단			과제번호	213010-05-5-CG100
프로젝트명	국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원				
프로젝트연구기관	국립축산과학원				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	강희설			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	국립축산과학원	성 명	강희설
		기관(부서)	㈜정피엔씨연구소	성 명	정영철
		기관(부서)		성 명	
		기관(부서)		성 명	
연구기간	총 기 간	2017.01.01. ~ 2021.12.31		당해 연도 기간	2021.01.01. ~2021.12.31
연구비(천원)	총 규 모	1,114,000		당해 연도 규모	254,000

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

□ 당초계획 이상으로 진행 ▣ 계획대로 진행 □ 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

□ 예상외 성과 얻음 ▣ 어느 정도 얻음 □ 얻지 못함

구 분	품종 및 브랜드		FAO 등재	농가기술지도 현장기술지원	논문		특허		유전자원확보/증식평가	DB 구축 및 활용	홍보성과	국내보급(만마리)	기술이전	자료발간
	출원	등록			SCI	비SCI	출원	등록						
최종목표	1	1	3	40		5					10	5		10
실 적	1		5	74		2				5	89	30	1	7
달성율(%)	100		167	185		40					890	600	순증	70

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 토종닭 육종체계 기반 확보
- 토종닭 안정적 생산을 위한 순계의 유전적 고정체계 기반 구축
- 소규모 영세기업의 체계적 육종기술 능력 배양
- 제주흑돈 개량을 위한 육종시스템 적용을 통한 균일한 제주 흑돈육 생산을 위한 기반 마련
- 제주흑돼지 전문종돈장 육성을 통한 개량체계 기반 구축
- 수입에 의존하고 있던 종돈 생산체계에서 체계적 개량시스템 적용을 통한 제주흑돈의 개량효과 기대
- 제주흑돈 품질 고급화를 위한 과학적 기준 제시
- 제주흑돼지 특유의 분자육종가를 조합한 선발지수식 개발 및 적용을 통한 분자육종체계 구축

3-2 과학적 성과

- 이모색의 유전자 분석을 통한 흑모색 고정
- 성장 및 번식형질에 대한 전장유전체분석(GWAS)을 통해 유전적 개량 속도의 가속화

3-3 경제적 성과

- 국산 닭종자의 주권 확보 및 시장점유율 증대
- 토종닭의 육종체계 구축을 통한 자원 이용의 효율화
- 수입 육계와 차별화된 가금산물(육량 및 육질) 생산
- 제주흑돈 명품화 사업을 위한 육질개량 가속화
- 균일도가 우수한 제주 흑돈 생산 기준 마련
- 한국형 종돈개량 시스템 구축을 통한 종돈 수입대체 및 종돈 수출 기반 조성 가능

3-4 사회적 성과

- 제주흑돈 품종의 우수핵군 및 신계통 육성을 통한 정체성 정립
- 제주흑돈의 체계화된 개량시스템 적용을 통한 균일한 흑돈육 생산의 기반 구축
- 소비자의 기호에 적합한 제주흑돈육의 대량생산체계 구축
- 제주흑돈의 우수브랜드 인증을 위한 방향 제시

3-5 인프라 성과

- 「제주흑돼지 개량사업단」이라는 핵군종돈장, 생산농가, 연구기관, 품질평가기관, 행정기관을 포괄하는 개량을 목적으로한 유관기관 협의체 구성을 통해 생산농가의 생산성과 품질 균일성을 기대
- 2027년까지 제주흑돈 GP 농장의 확대 등으로 제주지역 확대 보급 발판 마련

4. 연구과정 및 성과가 농림어업기술의 발전·진보에 공헌했다고 보는가?

▣ 공헌했음 □ 현재로서 불투명함 □ 그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

▣ 공헌했음 □ 현재로서 불투명함 □ 그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

□ 기술료 등 수익 수 익 :

▣ 기업 등에의 기술이전 기업명 : 길갈축산영농조합법인

□ 기술지도 등 기업명 : 소래축산, 길갈축산영농조합법인

6-2 산업·지식재산권 등

▣ 국내출원/등록 출원 1건, 등록 건

□ 해외출원/등록 출원 건, 등록 건

6-3 논문게재·발표 등

▣ 국내 학술지 게재 2 건

□ 해외 학술지 게재 건

□ 국내 학·협회 발표 건

□ 국내 세미나 발표 건

□ 기 타 건

6-4 인력양성효과

□ 석 사 명

□ 박 사 명

□ 기 타 명

6-5 수상 등

□ 있다 상 명칭 및 일시 :

▣ 없다

6-6 매스컴 등의 PR

▣ 있다 89 건

□ 없다

7. 연구개발 착수 이후 국내 다른 기관에서 유사한 기술이 개발되거나 또는 기술 도입함으로 연구의 필요성을 감소시킨 경우가 있습니까?

▣ 없다 □ 약간 감소되었다 □ 크게 감소되었다

○ 감소되었을 경우 구체적인 원인을 기술하여 주십시오.

8. 관련된 기술의 발전속도나 추세를 감안할 때 연구계획을 조정할 필요가 있다고 생각하십니까?

▣ 없다 □ 약간 조정필요 □ 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

○ 국내 ASF와 코로나-19 발생에 따라 참여기업 관리를 위한 접근이 쉽지 않고, 원거리 자료 확보에 어려움이 있음. ○ 소래축산은 '19년도부터 육종전문가를 고문으로 영입하여 종계 가계관리에서 개체관리로 전환하기 위하여 '21년도 종계시설을 경기도 연천에 신규로 신축하고 있어 향후 체계적인 육종을 지속적으로 추진 발전할 수 있도록 지속인 기술지원이 요구됨. ○ 제주 흑돈을 개량해서 흑돈 생산자들에게 공급할 수 있는 시스템 개발이 목표인바 27개 흑돈 생산자 들의 단합과 공인을 받을 수 있는 관계기관과의 합의가 어려웠음. ○ 연구 수행 기간 중 GGP 종돈장의 소유권자가 바뀌어서 조정 시간이 소요되었음. ○ 생산자들의 가장 큰 애로사항은 두꺼운 지방두께로 출하 체중이 작다는 것과 적은 산자수인바 개량 시스템이 정착되어 지금부터 빠르게 문제가 해결 될 것임. 따라서 본 연구는 지속 되어야 함. ○ 제주 흑돈 돼지고기에 제주 유래 재래돼지의 유전자와 맛이 전래된 토산 명품 흑돼지 고기라는 것을 홍보 할 수 있음.

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

▣ 만족 □ 보통 □ 미흡

(근거 : 육종 시스템의 정립과 실제 그 성과가 나오고 있음)

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

▣ 충분 □ 보통 □ 불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

▣ 충분 □ 보통 □ 불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

▣ 충분 □ 보통 □ 불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

▣ 충분 □ 고려 중 □ 중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (※중간·단계평가에 한함)

▣ 확대 □ 동일 □ 축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

▣ 즉시 기업화 가능 □ 수년 내 기업화 가능 □ 기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	국립축산과학원 (GSP종축사업단)	단 장	강 희 설 (인)

연구결과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업단명	GSP 종축사업단		품 목	종계, 종돈
프로젝트명	국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원			
프로젝트연구기관	국립축산과학원		프로젝트 책임자	강 희 설
연 구 개 발 비 (천원)	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총 연구개발비
	860,000	254,000		1,114,000
연구개발 기간	2017.01.01. ~ 2021.12.31.			
주요활용유형	▣산업체이전 ▣교육 및 지도 □정책자료 □기타( ) □미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
○ 계통별 산육 및 산란능력 검정	○ 전체적으로 보면 5~52주령까지 체중변화에 있어서 암수 같이 B계통이 가장 성장속도가 빠르고 A, C, D 순인데, 이는 기초 계군 중 A는 암수 범용계통, B는 수탉계통, C와 D는 암탉계통의 특성을 잘 나타내고 있어 소래축산에서 효율적으로 계통관리를 하고 있음. ○ 2017~2020년 입식계군의 헨데이 산란수를 비교해 보면 암탉 계군인 C계군이 가장 많았으며 D, B. A 순이었음.
○ 이모색, 강건성 등 외모를 고려한 도태 실시 ○ 개체 및 가계별 능력을 고려한 선발에 의한 배우표 작성	○ 암컷의 경우 5년(2017~2021) 평균 선발율을 보면 암탉계통인 C, D계통이 각각 64.2%, 61.8%인 반면 수탉계통인 B계통은 47.7%로써 가장 낮았으며, 암수 범용형인 A는 56.5% 수준이었음..
○ PS 생산 및 실용계 능력검정	○ 종계(PS)의 교배조합별 주령별 사료섭취량, 체중, 산란율 등의 생산성을 지속적으로 조사하여 표준 생산곡선을 작성하고 비교 지표로 활용하고 있음. ○ 일당증체량, 육성율을 종합적으로 비교해 보면 년도간 큰 차이는 나타나지 않았다. 전기간 사료요구율에 있어서도 2019년 2.733인데 비해 2020년도에는 2.698로써 2021년도에는 2.73으로 큰 차이는 없었음.

○ 기술컨설팅	○ 총 23회('17～'21년 목표 20회)
○ 신품종 개발종계의 생산 및 국내외 보급체계 구축	○ 총 22만 수 보급('17～'21년 목표 5만 수)
○ 110~115kg 도달일령 190일	○ 지난 3년간 90kg 도달일령이 167일로 과제 시작전 171일보다 4일 단축되었으며, 2021년의 경우 농장 사정에 의해 밀사 등으로 도달일령이 증가하여 170일령으로 늘어났으나 지속적으로 감소하는 추세를 나타내었음.
○ 평균 도체중 80kg, 평균 등지방두께 20mm	○ 도체중은 2017년 70.6kg에서 2020년 75.8kg으로 5.2kg 증가하였으나 2021년 72.8kg으로 감소 ○ 등지방두께의 경우 매년 20mm를 유지하고 있으나, 2021년 18.7mm로 감소하였음
○ 복당평균 총산자수 10~11두	○ 2021년 총산자수는 평균 11.1두/복으로 매년 증가하는 추세를 나타내고 있음 ○ 참고로 복당평균 생존산자수는 10.7두에 이름
○ 복당 이유두수 10두	○ 2021년 현재 이유두수는 평균 10.4두/복으로 2019년 1월 8.0두/복보다 2.4두 증가하였음
○ 흑모유전자 100% 고정	○ 흑모색 헤테로의 판별 및 다음산차 도태를 통해 흑모유전자 고정
○ 검정형질 표준화 및 데이터베이스 구축	○ 검정형질을 표준화하여 D/B 구축 완료
○ 개량시스템 구축	○ 선발강도 및 세대간격을 설정하여 체계적인 개량시스템을 구축하였으며, 농가가 원하는 산자수, 증체량 증가 및 과지방 감소를 위한 선발지수를 모계와 부계로 나누어 실시하고 있음. ○ 육종업무에 대한 분담을 통해 체계적인 개량 프로세스를 수립하여 실시하고 있음
○ 교배시스템 구축	○ 4개의 모계 계통과 1개의 부계계통을 설정하여 계통 교배를 통해 근친도를 낮추는 교배시스템을 채택하여 실시 ○ 각 계통별 교배조합 보고서를 작성하여 농장과 정보를 공유하는 시스템 구축

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구비 집행실적 (2017~2021)

구분	금액 / 세부프로젝트명	계획금액	사용액	잔액	비고
종돈, 종계	종계(토종닭 신규 유전자원 유전능력 평가 및 육종지원)	534,637	513,258	21,379	
	종돈(제주흑돈 유전적 특성 구명 및 육종지원)	571,643	500,593	71,050	
총계		1,106,280	1,013,851	92,429	

4. 연구목표 대비 성과

구분		품종개발		논문 비SCI	농가기술지도 현장기술지원	FAO 등재	국내 매출액 (백만원)	국내보급 (만마리)	DB구축 및 활용	기술이전	마케팅 전략수립 보고서	자료발간	고용창출
		출원	등록										
최종목표		1	1	5	40	3		5			10	10	
최종실적		1		2	74	5	1,093	30	5	1	89	7	4
달성률(%)		100		40	185	166.7	순증	600	순증	순증	890	70	순증
1차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				8			3.38	1		33	2	
	달성률				100			338	순증		1,650	100	
2차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				12	4	265.4	4.33	1		31	1	2
	달성률				150	순증	순증	433	순증		1,550	50	순증
3차 년도	목표			1	8			1			2	2	
	실적				24		324.6	7.42	1	1	5	2	1
	달성률				300		순증	742	순증	순증	250	100	순증
4차 년도	목표	1		1	8	1		1			2	2	
	실적	1		1	24	1	130.6	6.53	2		6	2	
	달성률	100		100	300	100	순증	653	순증		300	100	
5차 년도	목표		1	1	8	2		1			2	2	
	실적			1	6		372.1	8.49			14		1
	달성률			100	75		순증	849			700		순증

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	종계 유전능력 개량 시스템 구축 - 개량 기반 자료 수집 및 DB구축
②	가축 유전능력 개량 시스템 구축(교잡돈에 대한 개량 시스템의 확립 및 유전체 육종가를 접목한 유전능력평가 가능한 시스템의 확립)

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술								v		
②의 기술		v					v	v		

* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과 활용계획 및 기대효과
①의 기술	향후 소래축산 등 소규모 종계 사육 농가 및 기업에 접목하여 개량 속도 및 선발의 정확도를 높여, 품질의 균일성 및 생산성을 향상 시킴.
②의 기술	향후 제주길갈축산 유전체 육종가를 접목하여 개량 속도 및 선발의 정확도를 높여, 제주흑돈의 품질의 균일성 및 생산성을 비육돈 수준까지 확장할 계획임

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	논문 비SCI	FAO 등재	품종 및 브랜드		농가기술 지도 현장기술 지원	DB구축 및 활용	자료 발간	홍보 성과	국내보급 (만마리)	기술 이전
			출원	등록						
최종목표	5	3	1	1	40		10	10	5	
연구기간 내 달성실적	2	5	1		74	5	7	89	30	1
연구종료 후 성과창출 계획					4	4				1

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	가축 유전능력 개량 시스템 구축(교잡돈에 대한 개량 시스템의 확립 및 유전체 육종가를 접목한 유전능력평가 가능한 시스템의 확립)		
이전형태	□무상 ▣유상	기술료 예정액	13,200천원/년
이전방식	□소유권이전 □전용실시권 ▣통상실시권 □협의결정 □기타( )		
이전소요기간	-	실용화예상시기	2022년부터
기술이전 시 선행조건	농장 컨설팅 포함		

* 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

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

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

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부, 농촌진흥청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트사업 국산종축 산업화소재 육종전략 수립 및 지원 연구개발과제 최종 보고서이다.

2. 이 연구개발 내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·농촌진흥청(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 결과임을 밝혀둔다..

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개해서는 안 된다.