

(사)한국종축개량협회

돼지 개량 네트워크구축사업 육질검정 방법 등에 대한 연구

2025. 12.

수행기관명
(주)정피엔씨연구소

제 출 문

(사)한국종축개량협회 회장 귀하

본 보고서를 「돼지 개량 네트워크구축사업 육질검정 방법 등에 대한 연구」 최종 결과보고서로 제출합니다.

2025. 12.

연구수행기관명 :
총괄연구책임자 :
참 여 연 구 원 :

(주)정피엔씨연구소
정 종 현
정 영 철
김 태 훈
김 응 상
박 재 호
권 태 은

목 차

I. 사업 필요성	1
1. 추진 배경	1
가. 산업적 측면 - 생산 및 소비 측면	1
나. 종돈 산업적 측면	6
다. 돼지개량네트워크 사업	8
라. 육질 검정의 한계	13
2. 국내·외 양돈산업의 최신 이슈	16
가. 국제 곡물 가격 동향	16
나. 스마트팜	18
다. 축산분야 온실가스 30% 감축	20
라. 동물복지 정책	21
마. 국내 가축 질병	21
3. 국내 양돈산업의 경쟁력 확보 방안	23
4. 사업의 필요성	24
II. 사업 목적 및 추진 내용	25
1. 사업 목적	25
2. 사업 추진 내용	26
III. 사업 추진 결과	28
1. 해외 양돈 선진국 종돈개량	28

1. 추진 배경

가. 한돈 산업적 측면 – 생산 및 소비 측면

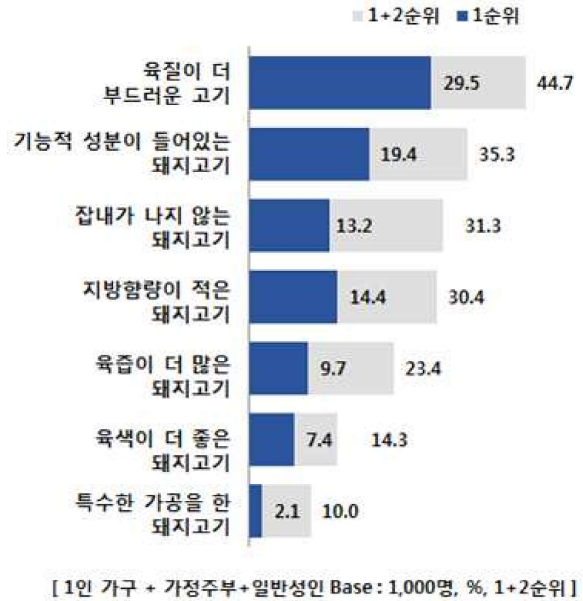
- 국내 돼지 사육두수는 21년 1,121만 6천 두에서 25년 1,200만 2천 두로 7.0% 증가할 것으로 전망. 도축두수는 21년 1,838만 2천 두에서 25년 1,860만 두로 1.2% 증가, 국산 돼지고기 정육 생산량은 21년 109만 7천 톤에서 25년 111만 3천 톤으로 1.5% 동반 상승할 것으로 예측함



[그림 1-1] 21년 대비 24년 돼지 사육두수, 도축두수 및 정육 생산량 추세

(자료 : 축산물품질평가원)

- 돼지고기 총 공급량은 21년 157만 4천 톤에서 25년 171만 7천 톤으로 9.1% 증가할 것으로 전망. 돼지고기 총소비량은 21년 146만 1천 톤에서 25년 154만 7천 톤으로 5.9% 증가할 전망이다. 하지만 돼지고기 자급률은 21년 75.1%에서 25년 71.9%로 3.2%p 감소할 것으로 예상됨
- 이처럼 정육 생산량이 증가함에도 불구하고 자급률이 낮아지는 이유는 돼지고기 수입량이 21년 33만 2,757톤에서 25년 11월까지 41만 598톤으로 23.4%나 증가했기 때문임
- 부위별로 살펴보면 삼겹살 수입량은 21년 16만 6,279톤이었으나 25년은 11월까지 16만 3천 톤으로 1개월 부족하지만 고작 2.0%밖에 감소하지 않음. 두당 11kg의 삼겹살을 생산한다고 가정할 경우 21년 1,517만 1천 마리 분의 삼겹살을 수



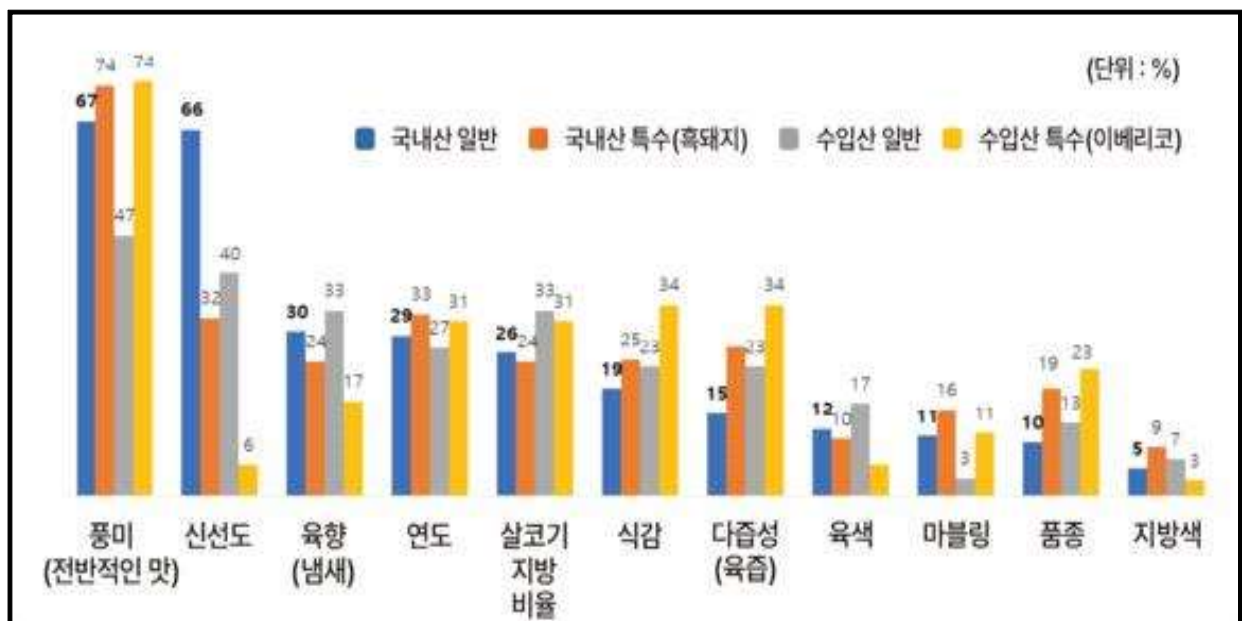
국산 돼지고기에 대한 항목의 중요도 및 만족도

돼지고기 품질 개발 방향

[그림 1-3] 국내산 돼지고기 고려 사항

(자료 : 국립축산과학원 소비자의 소비패턴)

- 축산물품질평가원의 소비정보분석사업에서 조사한 결과에 따르면 국내산 돼지고기 품질이 가장 우수하다고 인식한 이유는 풍미(맛)(67%)와 신선도(66%)가 대부분을 차지하였으며, 육향(냄새)(30%), 연도(29%) 순으로 나타남



[그림 1-4] 돼지고기 특성별 품질에 대한 설문조사 결과

(자료 : 축산물품질평가원 소비정보분석)

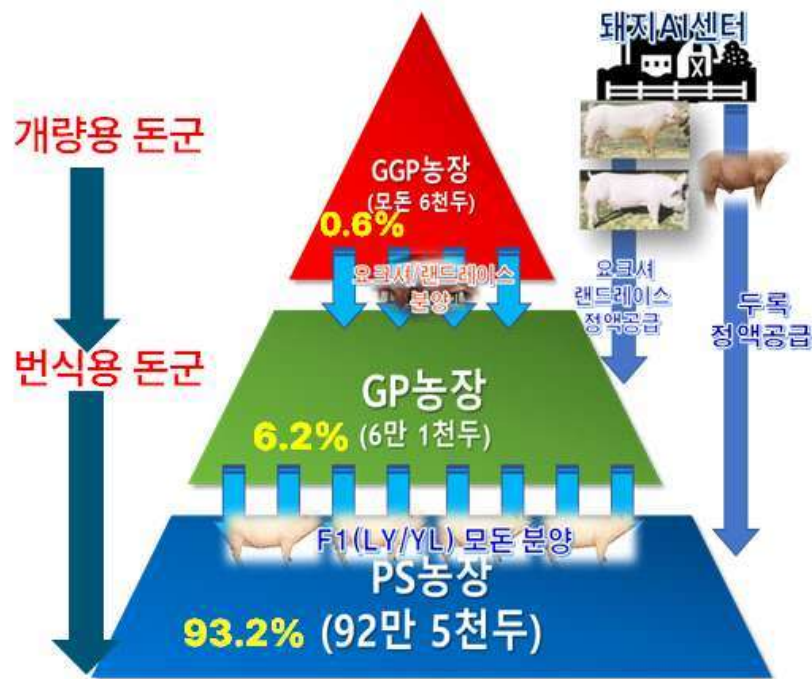
이며, 보수성은 돼지고기 가공 시 제품 수율과 제품의 조직에 커다란 영향을 미치기 때문에 가공업자, 식육상 및 소비자들은 보수성이 좋은 돼지고기를 구매하고 싶어 함

- ③ **화학적 특성** : 단백질 함량과 지방 함량 역시 적정 가공 제품 수율을 보장하는 중요한 요인. 단백질 함량은 고기의 영양적 가치에서도 매우 중요. 근내지방도 (marbling)는 식육의 관능검사 품질에 지대한 영향을 미침. 그러나 육류 소비량이 많은 나라에서 낮은 수준의 근내 지방을 선호하는 나라도 있음
- ④ **관능적 특성(eating quality)** : 관능적 품질은 소비자가 섭취할 때 미각, 청각, 시각, 후각 등 감각적으로 전체적인 느낌을 표현하는 종합적인 결과를 의미. 관능적 품질은 풍미(맛) 뿐만 아니라 다른 특징적인 요소들이 포함되는데 그 요인들로서는 냄새, 외관, 다즙성, 연도(근섬유구조/고기조직구성) 등이 모두 중요한 요소가 됨

	항목	품질 ← → 고기능성									
물리적 특성	도체특성	육량등급 육질등급 마블링지수									
	일반성분	수분		회분			지방	단백질	콜레스테롤		
	육색, pH	백색도	적색도	황색도	전단력	pH					
화학적 특성	수분	보수력 드립감량 가열감량									
	단백질	유리아미노산					Creatinine	Creatine	Anserine	Carnosine	
	지방	SFA		올레인산	UFA	PUFA	n-3 FA	CLA			
	핵산	AMP		IMP	inosine	hypoxanthine					
관능적 특성	관능평가	기호도	육색	풍미	연도	다즙성					

[그림 1-6] 돼지고기 품질(맛)을 평가하는 지표

- ⑤ **위생적 품질** : 미생물은 자연환경 어디에나 존재. 미생물은 부분적으로 식품을 분해하는 원인이 되며 또 일부 미생물은 병원성의 원인으로, 항상 식품의 안전성을 위협함. 양돈산업에서 중요한 당면 과제는 미생물 성장을 억제함으로써 육



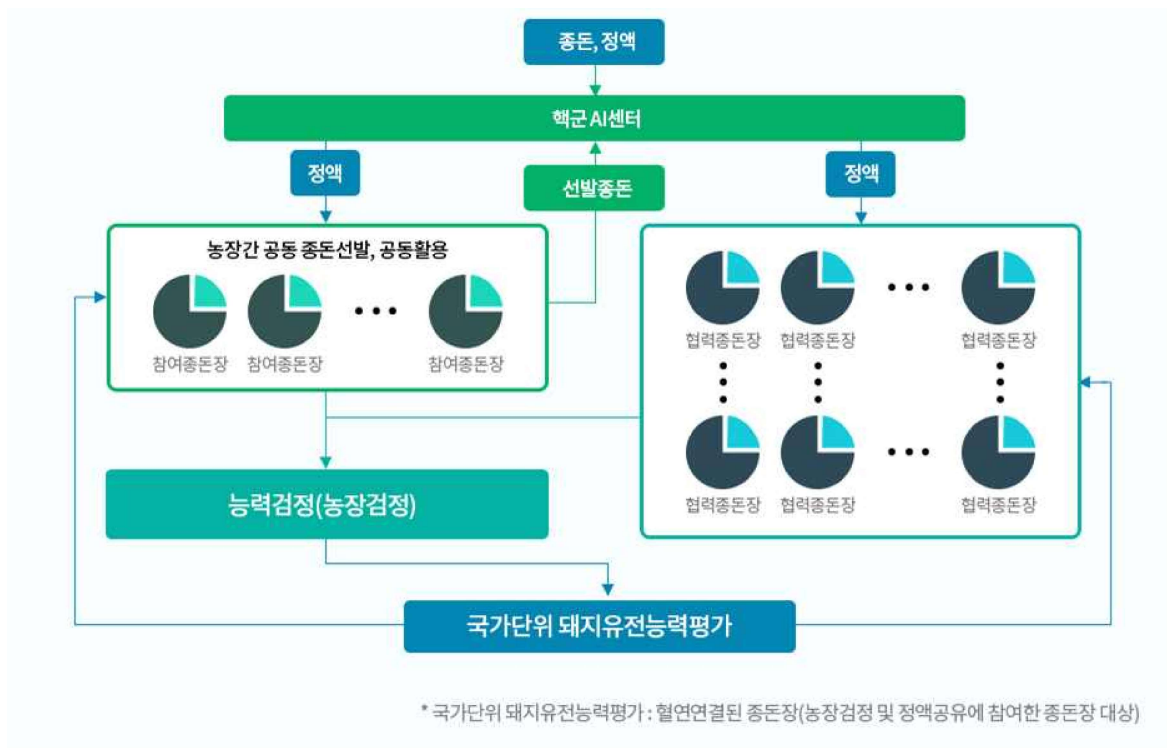
[그림 1-기] 육종 피라미드

- 종돈 수입은 2023년 약 3천 두를 수입하여 역대 최대치를 갱신함. 전체 수입 두수의 약 78%를 캐나다에서 수입했으며, 수입 품종은 요크셔(72%), 두록(21%), 랜드레이스(7%) 순임

[표 1-2] 연도별 종돈 수입 추세

연도	수입두수	국가별 수입두수	비고
2021	1,378	캐나다(968), 미국(331), 프랑스(79)	종돈장 갱신 수요
2022	1,546	캐나다(1,231), 덴마크(218), 미국(97)	캐나다 비중 심화 덴마크 다산성 도입
2023	2,996	캐나다(2,228), 미국(403), 덴마크(265)	역대 최대치
2024	1,223	캐나다(808), 미국(252), 덴마크(138)	수입 안정세, 육질 개량용 두록 수입 지속

- ③ **핵군 AI 센터** : 참여종돈장의 우수 종돈을 활용하여 계획적으로 정액을 참여 및 협력종돈장에 공급할 수 있는 AI 센터로 돼지개량네트워크의 허브 역할을 담당. 종돈 및 생산 정액을 개체 단위로 관리하는 정액 등 처리업체로서 혼합정액 생산은 사업 취지상 제외하고 있음. 25년 현재 6곳의 AI 센터가 돼지개량네트워크 사업에 참여하고 있음



[그림 1-9] 돼지개량네트워크 구축 사업 체계도

○ 참여 업체의 의무

- ☞ 참여종돈장은 정액 공유를 위한 우수 종돈 후보를 분기당 제공
- ☞ 참여 및 협력종돈장은 선발한 핵군 종모돈 정액을 참여 모돈 두수의 10% 이상 교배 실시
- ☞ 참여 및 협력종돈장의 모돈이 생산한 자돈 중 일정 두수 이상 검정 참여
- ☞ 참여 및 협력종돈장, 핵군 AI 센터의 질병 검사 결과 확인
- ☞ 참여업체에 질병 등의 문제가 발생할 경우 주관기관(국립축산과학원)에 즉시 알림

[표 1-4] 사업 참여시 지원 사항

지원항목	지원대상	지원내용	지원기준
수태지검정지원	참여종돈장 협력종돈장	검정완료 수태지 중 선발 탈락된 돼지를 대상으로 검정 지원비 지급	두당 120천 원
우수종돈개량지원비	참여종돈장	유전능력평가를 바탕으로 선발된 정액 공유용 우수 종돈을 생산한 참여종돈장에 개량지원비 지급	두당 1,000만 원
육질검사비	참여종돈장 협력종돈장	육질검사기관은 검사결과서(보고서 및 분석 전체 data)를 가축개량총괄기관에 제출하고 주관기관은 적정성 확인 후 보조금 지급	100% 보조
산자검정 자료수집비	참여종돈장 협력종돈장	본 사업에서 정한 필수 입력항목을 모두 수행한 경우 지원비 지급	복당 3,200원
육질검정 자료수집비	참여종돈장 협력종돈장	두록 암돼지 검정종료돈 중 IMF를 측정하고 주관기관에서 개체 판독을 완료한 참여, 협력종돈장에 지급	100% 보조
우수종돈구입비	핵군AI센터	유전능력평가를 바탕으로 선발된 정액 공유용 우수종돈 구입에 대한 지원비 지급	두당 300만 원 이내
질병검사비	핵군AI센터	본 사업에서 지정한 질병 검사를 수행한 경우	100% 보조
물품구매·건설비	참여종돈장 협력종돈장 핵군AI센터	육질검정 초음파기, 사료효율 측정기, 정자 분석기, 돈형기 등 본사업을 위해 필요한 장비 구입	50% 보조

- 돼지개량네트워크 구축 관련 25년 기준 사업비는 16억 9백만 원으로 물품구매·건설비를 제외한 모든 사업비는 국비 100% 지원으로 구성됨

라. 육질 검정의 한계

(1) 종돈 개량 단계 : 우량 유전자 선발

- 종돈 개량 단계에서 우량 유전자를 선발하는 것은 종돈의 유전능력을 평가하여 우수 종돈을 선발하는 것을 목적으로 함. 이는 국립축산과학원, 한국종축개량협회 및 종돈장이 주체가 되어 실시함
- 육질 개량을 위한 선발 방식은 후대 또는 형매를 도축 후 검정하는 후대검정 방식을 통해 그 정보를 당대의 유전능력평가(BLUP) 방식으로 적용함. 최근에는 유전체 정보를 축적함으로써 살아있는 상태에서 육질 유전능력을 정확하게 예측하는 체계를 구축함
- 최근에는 근내지방도를 개량에 활용하는 등 육질을 선발에 이용하는 종돈장도 있으나, 종돈장별로 육질의 기준이 다름

(2) 도축 후 시장 출하 단계 : 돼지 도체 등급 기준

- 지육 거래의 공정성 확보 및 소비자 품질 정보 제공을 위해 도축 후 시장 출하 단계에서 돼지의 지육별 도체 등급을 제공하고 있음.
- 돼지의 도체 등급은 축산물 등급판정 세부 기준 시행령에 따라 1+, 1, 2등급 등 세 단계와 등외 등급으로 구분

[표 1-6] 돼지 도체 중량과 등지방두께 등에 따른 1차 등급판정 기준

1차 등급	탕박 도체		박피 도체	
	도체중(kg)	등지방두께(mm)	도체중(kg)	등지방두께(mm)
1+ 등급	이상 미만 83 - 93	이상 미만 17 - 25	이상 미만 74 - 83	이상 미만 12 - 20
	80 - 83	15 - 28	71 - 74	10 - 23
1등급	83 - 93	15 - 17	74 - 83	10 - 12
	83 - 93	25 - 28	74 - 83	20 - 23
	93 - 98	15 - 28	83 - 88	10 - 23
2등급	1+·1등급에 속하지 않는 것		1+·1등급에 속하지 않는 것	

[자료 : 축산물 등급판정 세부 기준 별표 7]

(3) 육질 개량 ≠ 시장 가격

○ 시장 시그널 부재

- ☞ 현행 등급판정 제도는 '육질'을 반영하지 않으며, 결국 육질에 대한 충분한 경제적 보상을 해주지 못함

○ 개량 동기 약화

- ☞ 종돈장 및 농가는 '육질' 개량에 따른 보상이 없음
- ☞ 결국 농가의 수익 증대를 위해서는 생산성에 집중한 개량이 이루어지며, 육질에 대한 개량의 동기는 약화함

○ 정보 단절

- ☞ 종돈의 육질 개량 관련 정보가 소비자나 도축장 등 시장 단계와 연결되지 못하여 육질 개량을 소비자가 인식하지 못함



[그림 1-12] 축종별 배합사료 가격 추이

[자료 : Bloomberg, NH투자증권 리서치본부]

- ☞ **환율 변수** : 하지만 국제 곡물 가격이 내려가더라도 원/달러 환율이 높게 유지될 경우, 실제 수입 단가 하락 폭은 제한적임.
- ☞ 농협사료의 경우 내년 1분기 평균 환율을 1,420원으로 전망하고 있으며, 이는 11월 평균 (1,460원) 대비 2.7% 낮아질 것으로 내다보고 있음.
- * 환율 하락 전망을 고려할 경우, 1분기 배합사료 가격은 현 수준보다 낮을 것으로 보임. 다만, 환율이 예상과 달리 현 수준보다 상승할 경우 배합사료 가격의 하락은 제한될 것으로 전망

	환율 : 1,400원	환율 : 1,420원	환율 : 1,500원	환율 : 1,550원
26년 2월 배합사료가격	25년 10월 대비 -3.1%	25년 10월 대비 -3.0%	25년 10월 대비 -2.6%	25년 10월 대비 -2.3%
26년 3월 배합사료가격	25년 10월 대비 -1.3%	25년 10월 대비 -1.2%	25년 10월 대비 -0.8%	25년 10월 대비 -0.5%

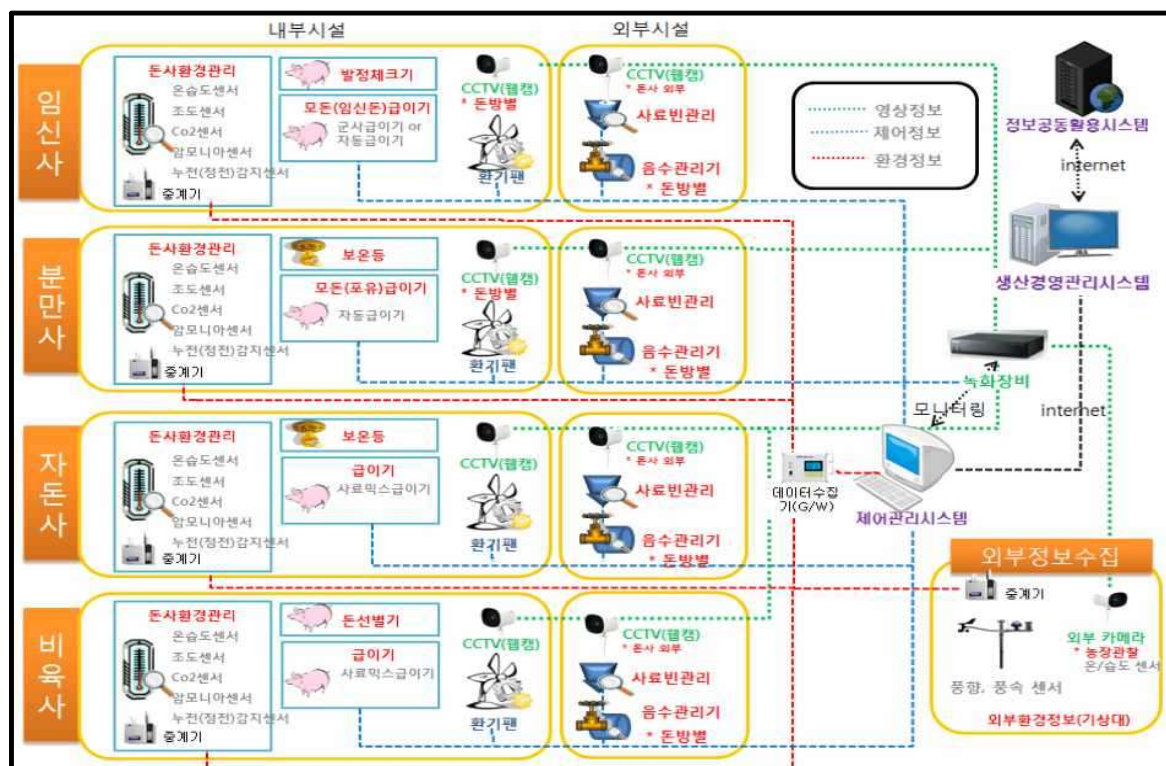
[그림 1-13] 환율 변화에 따른 배합사료 가격 시나리오

[자료 : 농협사료, NH투자증권 리서치본부]

[표 1-7] 스마트팜의 세대별 구분

구분	1세대	2세대	3세대
목표시기	현재	2025년	2030년
목표효과	편의성 향상	생산성 향상	지속가능성 향상
주요기능	원격 시설제어	정밀 생육관리	전주기 지능·자동관리
핵심정보	환경정보	환경정보, 생육정보	환경정보, 생육정보, 생산정보
핵심기술	통신기술	통신기술, 빅데이터/AI	통신기술, 빅데이터/AI, 로봇
의사결정/제어	사람	사람/컴퓨터	컴퓨터
대표 예시	스마트폰 제이시스템	데이터기반 생육관리 소프트웨어	지능형 로봇농장

[자료 : 농림축산식품부]



[그림 1-15] 양돈 사육 단계별 스마트팜 시설장비 구성흐름도

[자료: 농림수산물교육문화정보원]

- 국내 스마트농업 시장은 '20년 2.4억 달러에서 '25년에는 4.9억 달러로 성장 전망(연평균 15.5% 증가)함
- 국내 축산업에서 ICT 기자재 보급현황은 '14~21년까지 총 4,785호에 보급함

- 농축산분야 온실가스 직접 배출량 저감방안에 대해 2021년 10월에는 부문별 세부전략 마련을 위한 「2050 탄소중립 시나리오」에서 농축수산(경종, 축산, 수산) 부문 온실가스 배출량은 2050년까지 2018년 24.7백만 톤-CO₂eq. 대비 37.7% 감소한 15.4백만 톤-CO₂eq.으로 전망하였으며, 농축수산 부문 온실가스 배출량을 2050년까지 2018년 22.2백만 톤 대비 30.9% 감축 방안 제시함

라. 동물복지 정책

- 국내 축산업은 생산성을 높이기 위해 규모화를 추구하는 방식으로 발전해 왔으며, 규모화를 생산은 소비자들이 비교적 저렴한 가격으로 축산물을 소비할 수 있게 하였지만, 집약적 사육 방식으로 인한 가축의 면역력 저하와 가축분뇨 및 악취로 인한 환경오염 등 많은 문제를 일으키게 되었음.
- 1991년 우리나라의 동물 복지와 관련된 법안인 “동물보호법”을 처음 제정하였고, 제정 이후 2011년 동물보호단체의 제안을 바탕으로 개정 추진해 옴
- 집약식 사육 방식에서는 동물 복지 수준이 매우 열악하거나 동물 복지가 고려되지 않아 동물의 육체적 건강뿐만 아니라 정신적 건강까지 위협할 수 있다는 인식이 팽배해졌고, 동물 복지가 사회적 이슈로 부각 되면서 정부는 “동물 복지 축산농가 인증제”를 도입하게 되었음.

마. 국내 가축 질병

- 아프리카돼지열병(ASF), 조류인플루엔자(AI)에 대한 위기 단계 ‘심각’. 구제역과 럼피스킨은 ‘관심’ 단계로 설정됨
- 올해 여섯 차례나 돼지농장에 ASF 확진함
 - ☞ 7월 경기도 파주시 소재 돼지농장(2,465마리 사육)에 이어 9월 경기도 연천군 돼지농장(847마리 사육)에서 아프리카돼지열병(ASF) 확진. 11월에는 충남 당진 소재 돼지 농장(463마리 사육)에서 ASF 확진
- 9월 경기 파주시 소재 토종닭 농장에서 고병원성 조류인플루엔자가 첫 발생한 이후, 현재까지 국내 가금농장에서 7건, 야생조류 13건이 발생함
- 2030년까지 돼지열병(CSF) 청정화와 돼지 소모성 질병(PED, PRRS) 발생 최소화를 목표로 한 양돈 질병 방역관리 강화 대책을 추진 중임

3. 국내 양돈산업의 경쟁력 확보 방안

- 국내 양돈산업은 대내외 사업 환경의 급속한 변화에 따라 불확실성을 극복하고 지속적인 생존을 위한 변화가 요구되고 있음. 원자재 가격 급등, 사료 원료 급상승, 사육 환경의 변화 등 시장 환경 변화로부터 직격탄을 맞고 있는 상황임
- 한돈 산업의 미래 경쟁력 확보를 위한 전략으로 한돈 산업에 내재되어 있는 강점과 약점, 외부에서 기인하고 있는 기회와 위협 요인들에 대해 SWOT 분석을 시행함

■ 전·후방 연관산업의 치열한 경쟁 ■ 고돈가와 용이한 판로 확보 ■ 한돈인 2세 등 청년층 유입과 변화 ■ 국내산 돈육(한돈)의 긍정적 이미지 ■ 한돈 자조금 소비 친화적 역할 ■ 높은 진입장벽이 주는 혜택	■ 분뇨, 냄새 등 환경 민원 문제 ■ 고령화와 노동력 부족 심화 ■ 낮은 생산성과 높은 생산비 ■ 소모성 질병의 피해지속 ■ 높은 시설투자비용과 부채 ■ 한돈 품질·가격 경쟁력 약화
Strength(강점)	Weakness(약점)
Opportunity(기회)	Treats(위협)
■ 사양(사육)기술의 발달(냄새저감, ICT등) ■ 디지털 산업으로의 전환 ■ 생산성 향상에 따른 경쟁력 강화 ■ 생산비 절감을 통한 국제 경쟁력 강화 ■ 종돈개량을 통한 우수종돈 공급 ■ 소비자 선호 고품질 돈육 생산체계 확립	■ 양돈산업의 부정적 인식과 규제 증가 ■ 동물 복지 요구 증가 ■ 대기업의 무분별한 시장 진입 ■ 수입육과 대체육 시장의 성장 ■ 식품 안전 및 악성전염병 위협 ■ 기후 변화와 애그플레이션

[그림 1-18] 한돈산업의 경쟁력 확보를 위한 SWOT 분석

[자료 : 한돈산업의 미래 성장 전략]

1. 사업 목적

- 본 사업은 국내외 종돈 육질 검정·개량 체계를 종합적으로 분석하여, 국내 실정에 적합한 돼지 육질 검정 표준 매뉴얼과 평가 체계를 확립하는데 목적이 있음
- 이를 통해 객관적·과학적 육질 데이터 기반의 개량 방향을 정립하고, 해외 선진 사례를 반영한 국산 종돈의 품질 경쟁력과 한돈산업 전반의 시장 대응력을 강화하고자 함

종돈 육질 검정·개량 체계 확립 및 한돈산업 경쟁력 강화

- 첫째, 해외 국가단위 or 다국적 기업의 종돈 육질 검정 및 개량에 대한 사례 조사 → 벤치마킹
- 둘째, 국내 종돈 육질 검정방법 분석 및 문제점 도출 → 개선방안 도출
- 돼지 육질 검정 방법 표준 매뉴얼 개발 - 육질검사 표준화
- 해외 돼지 산자 형질에 대한 조사 및 활용방안 → 벤치마킹 및 신규 개량형질 도입

해외 선진국의 육질검정 시스템조사	국내 육질검정체계 분석, 문제점 도출	돼지 육질검정 표준 매뉴얼 개발	해외 번식 형질 조사 및 활용방안
• 국가별 육질 검정 기관 및 시스템 운영 현황 정리(3개국이상) • 주요 육질 검정항목 측정 방법 정리 • 데이터 수집·분석·활용 체계 파악 • 육질 검정 결과가 개량 사업에 연계된 사례 도출 • 해외 육질검정 매뉴얼 및 관련 규정 수집 및 분석	• 돼지개량네트워크 구축사업의 육질검정 검정 체계 조사·분석 • 기존 육질검정 데이터 분석을 통한 성과 정리 • 해외 사례와의 비교를 통해 국내 육질검정 방법 한계점 도출 • 개선 필요사항 구체적으로 제시	• 육질검정 항목, 측정방법, 평가 기준을 구체적으로 제시 • 매뉴얼 구성 항목 • 문신방법, 도축장 개체 매칭 • 이론적 배경 및 용어 정의 • 육질검정 장비 및 사용법 • 측정 절차 및 유의사항 • 데이터 기록 및 관리 양식	• 해외 주요 국가의 산자 형질 조사 및 개량 활용 현황 정리 • 국내 산자 형질 조사 및 현황 분석 • 산자 형질 정보를 육질검정 데이터와 연계한 개량 활용 방안 제안

[그림 2-1] 사업 목적

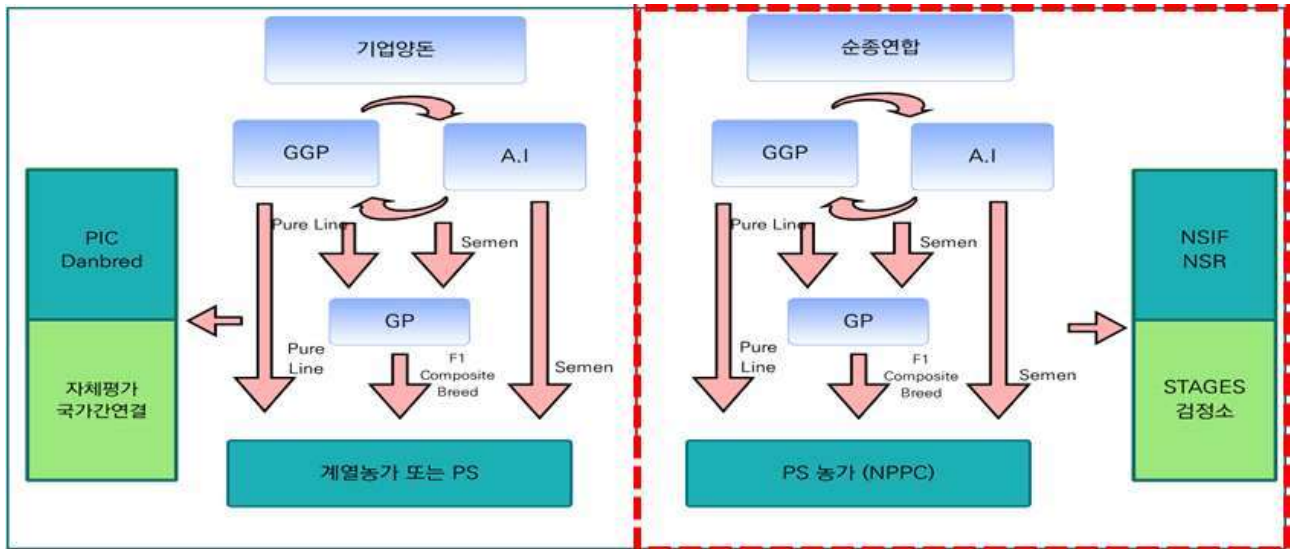
(4) 해외 산자형질 조사 및 분석을 통한 신규 개량 형질 도입 방안 마련

- 해외 선진국에서 활용 중인 '산자형질'에 대한 조사·분석을 수행하여, 국내 개량 체계에 적용 가능한 신규 개량 형질을 발굴함
- 해외에서 축적된 산자형질 정보와 육질 데이터의 활용 사례를 분석하고 이를 국내 육질 검정 데이터와 연계할 수 있는 방안 검토함



[그림 2-2] 사업 추진 내용

- ☞ 사료효율은 직접 측정하지 않는데 일당증체량, 등지방두께, 등심단면적이 사료효율에 대해서 75%를 대변하고 있다는 상관관계를 고려하여 추정 결과를 활용



[그림 3-1] 미국의 종돈 산업 구조

(나) STAGES(Swine Testing And Genetic Evaluation System)

- 1986년에 전국 단위의 평가를 위한 프로그램을 개발
- 혈통 자료는 NSR에 있는 것을 사용하고 검정 성적은 종돈장에서 보내 주는 것을 사용. EBV의 분석은 NSR에서 매일 수집된 자료를 분석하고 결과를 다음 날 아침에 종돈장에 제공하는 방식으로 운영
- Iowa(3명), North Carolina(1명), Michigan(1명), Purdue(1명) 대학 등 총 6명의 교수가 자문위원회를 구성하여 연간 1회 자문 실시
- 분석 방법 및 과정
 - ☞ 검정 기록을 접수하는 농장(주로 NSR 회원)의 요구에 의해 분석
 - ☞ STAGES에 참여하고 있는 종돈장의 90-95%가 유전적으로 혈연 연결이 되어 있어서 분석에 어려움이 없음
 - ☞ 수태지 공유비율이 10%면 상당히 정확도가 높다고 판단하고 있음
 - ☞ 혈연 연결성에 대해서는 여러 가지 분석 방법이 있지만 공유 비율로 사용하고 있고 최소 공유 비율에 대해서는 아직 연구 중임
 - ☞ 정액은 주로 Swine genetics International(SGI)을 통해서 공유되고 있음

(라) Iowa State Testing Station(검정소)

- 순종 수태지의 육질에 대한 후대검정
 - ☞ 수태지 당 세 복에서 8두(거세 4, 암4)를 한방에서 검정하고 모두 도축하여 평가
 - ☞ 최근에는 지방 조성, 관능검사까지 추가
 - ☞ 돈방(총 48방)에 여유가 있으면 F1을 검정

(마) NPB(National Pork Board)

- 의무 자조금의 운영을 위해서 만들어진 위원회
- 각 주별 조직에 연구/마케팅에 대한 자금 지원
- NSR은 경매 등으로 자조금을 내기 때문에 NPB의 회원
- 돼지고기 소비 촉진을 위한 다양한 캠페인을 실시

(바) NPPC (National Pork Producers Council)

- 자발적 자조금 등을 통하여 양돈업계에 영향을 미치는 정책 등에 관여하는 조직
- 전미돈육생산자협회(NPPC) 유전프로그램 위원회는 종돈 모계 라인에 대한 번식, 산육, 도체, 육질, 맛 형질들을 평가하기 위한 국가 유전평가 프로그램의 가이드 라인을 개발하고 생산자와 관련 기업에 제공함
- 모계 종돈 유전능력평가 목적
 - ☞ 4산차 동안의 생애 종돈 회사별 모돈 생산성측정
 - ☞ 모계 라인 50% 유전에 따른 비육돈 산육능력 평가
 - ☞ 연간 모계 라인의 생산을 요구하는 교배시스템의 경우 모돈 교체 비율이 40-80%이며, 교체 비율이 높으면 집단에서 생산성이 높은 산차의 비율이 감소하기 때문에 이를 위하여 4산차까지의 번식 효율성을 측정
 - ☞ 번식효율 평가형질 – 복당 산자수, 복당체중, 발정재귀일령, 사료이용률, 산차별 도태율
- NPPC Pork Alliance Group : 돼지를 출하하지 않아 자조금을 내지 않지만 회비(연간 US \$5,000)를 내고 정보 등을 공유함
- NSR은 NPPC Pork Alliance Group의 회원
- NPB 물량의 80% 정도를 담당하는 양돈업자들이 NPPC의 회원
- 큰 종돈장/양돈장은 NPPC가 정치적으로 도움이 된다고 판단하고 다수가 참여

※ 경제적 가치(economic value)

- 정육 1 lb당 가격 : \$0.45/파운드 = 시간 가격 / 생체중의 48%(정육중량, lb)
- 시설 및 노동비 : \$0.17/일; 사료비 : \$0.07/lb ; 이유자돈 가격 : \$22.45
- 신생자돈 가격 : \$15.5; 신생자돈 생산비 : \$0.33
- 모돈의 포유기간 일일 생산비 : \$1.5; 돼지 두당 추가 사료비 : \$0.035
- 평균 사료요구율 : 3.5; 평균 이유일령 : 22.61일
- 평균 복당 총산자수 : 10.4두; 평균 이유전 폐사율 : 13%
- 평균 이유두수 : 9.048두; 이유시 체중(목표) : 15 lb(6.8kg)
- 생시체중(평균) : 3 lb(1.36kg); 21일령 평균 복당체중 : 128 lb(약 58.1kg)
- 모돈 생산성지수 상수 : 62.052465(SPI의 평균 : 100)
- 모계지수 상수 : 62.052465(MLI의 평균 : 100)
- 이유후 모계지수의 평균 : 6.928 ;이유후 부계 지수의 평균 : 4.80
- 평균 250 lb(113.4 kg) : 170일령
- 평균 정육중량 : 모계 라인 91 lb(41.3kg), 부계 라인 86 lb(39kg),
- ※ 등지방두께 0.1in(2.54mm)당 정육은 2.03 lb(0.92kg) 증가

○ 모돈 생산성 지수(SPI)

- ☞ 오로지 '번식능력'으로만 평가
- ☞ 생존산자수(Number born alive), 21일령 복당 체중(Litter weight)을 포함
- ☞ 성장이 빠른 것과는 상관없이 '새끼를 많이 낳고 젖을 잘 먹여서 크게 키우는가'만을 평가. 순수하게 모돈으로서의 포유 능력과 다산 능력을 개량할 때 사용

※ 모돈생산성지수(SPI, Sow productivity Index)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{평균 이유두수} + \text{이유두수의 EPD}) \times \text{이유자돈의 경제적 가치} \\
 &\quad + (\text{신생자돈의 경제적 가치} - \text{신생자돈의 생산비}) \times \text{생존산자수의 EPD} \\
 &\quad - (\text{평균 이유일령} + \text{이유일에 대한 EPD}) \times [\text{모돈의 포유기간 일일 생산비} \\
 &\quad + \text{이유두수의 EPD} \times (\text{평균 이유두수} + \text{이유두수의 EPD})] - \text{모계지수 상수}
 \end{aligned}$$

→ 이유후 모계지수 = [250 lb(출하 목표체중) × 정육 1 lb당 가격 × (VI × 1.0324)] - 시설 및 노동비/일 × (170일 + 250 lb 도달일령의 EPD) - (이유 ~도축시까지 증체량(106.6kg)) × 사료비(\$/lb) × (평균 사료요구율 + 사료 요구율의 EPD) - (이유자돈 가격(\$/두) + 이유후 모계지수의 평균)

여기에서 모계계통의 평균 정육량은 91 lb(41.2kg)이고

X = 평균 정육중량 + 부정 정육중량(250lb)의 EPD

VI 계산은 정육중량(X) 기준으로

① $X < 76.2$ 이면 $VI = .918507 + .0068621 \times (X - 76.2)$;

② $X > 94$ 이면 $x = 94$

③ $(76.2 < X < 94)$ 이면 $VI = 3.433454 - (.112831 \times X) + (.001572 \times X^2) - (.000006882 \times X^3)$

(3) NSR - Duroc®Pork

- Certified Duroc®Pork(또는 Duroc®Pork)는 미국 종돈 등록 기관인 NSR(National Swine Registry)이 주도하여 만든 순종 두록 돼지고기 인증 브랜드이자 품질보증체계
- 인증 절차는 까다로운 기준을 바탕으로 유전능력기반 선발, DNA 검사 및 육질 평가를 실시
- Duroc®Pork의 특징은 근내지방도(IMF) 수치가 높아 육즙, 풍미 및 기호성이 우수하며, 높은 pH 수준으로 육색과 보수력이 향상되고, 이에 따라 조리 시 육즙 손실이 적음



[그림 3-3] Duroc®Pork

(나) STAGES™ 프로그램을 통한 유전능력 평가

- NSR은 STAGES™라는 돼지 유전능력 평가 시스템을 운영
- 이 시스템은 순종 종돈의 생산 및 품질 예측을 위해 다양한 능력 자료를 기록하고 분석
- Certified Duroc®Pork 프로그램에 참여하는 두록 종돈 역시 STAGES™을 통해 성장률, 사료 효율 등과 함께 육질 관련 형질에 대한 유전능력을 평가
- 이러한 검정 프로토콜을 통해 NSR은 우수한 유전적 특성을 가진 두록 종돈을 선별하고, 소비자에게 일관된 품질의 돼지고기를 제공하는 것을 목표로 함

두록의 능력 검정

1. 미국 두록의 능력 검정(Performance Testing)

- 검정 기간 : 체중 70~100 lbs(32~45kg)에 시작, 250~280lb(113~127kg)에 종료
- 측정 항목
 - * ADG(일당증체량) : 종료 체중 도달 일수 계산
 - * FCR(사료요구율) : 개별 급이기(Fire system)를 통해 사료 효율 측정
 - * 초음파 측정 : 종료 시점에 10~11번째 갈비뼈 지점에서 등지방두께와 등심단면적 측정
 - * 근내지방(IMF%) : 실시간 초음파(Real-time Ultrasound) 영상 분석 소프트웨어를 통해 살아있는 상태에서 지방 함량을 예측

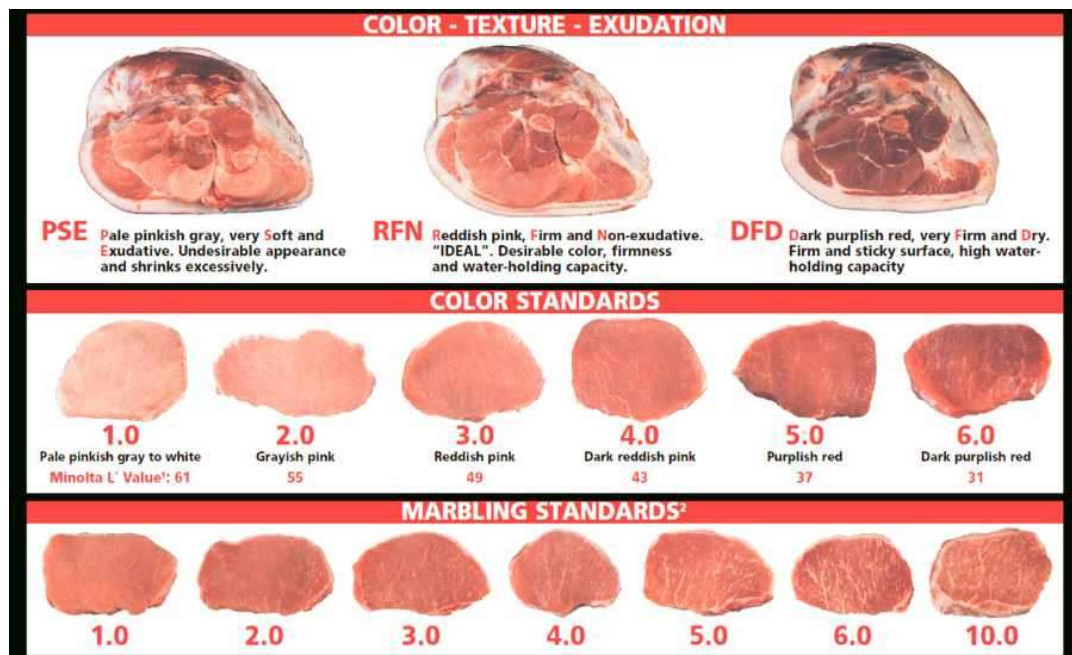
2. 출하 체중 (Market Weight)

- 미국은 한국보다 훨씬 무거운 '대형돈' 체계를 유지. 이는 육질과 경제성 때문
- 표준 출하 체중 : 127~136kg (280~300lbs)
 - * 이유: 지방 성숙도:체중이 늘어날수록 근내지방(마블링)이 축적될 확률이 높아져 '맛'이 완성
 - * 가공 효율 : 도축 비용은 마리당 발생. 한 마리당 얻는 정육량을 극대화하여 단가 감소

3. 상세 검사 방법

- ① 시각적 스코어링 (Visual Scoring)
 - * NPB Marbling Score: 1.0(지방 거의 없음) ~ 10.0(극단적 마블링)까지의 사진 보고 판정. (목표: 3.0 이상)
 - * NPB Color Score: 1.0(창백함) ~ 6.0(암적색) 차트 활용. (목표: 3.0~4.0의 밝은 선홍색)
- ② 기기 분석 (Instrumental Analysis)

- ☞ **근내지방도(IMF)** : 돼지고기의 풍미와 다즙성을 결정하는 중요한 요소로 두록 품종은 높은 근내지방도를 가지고 있어 맛있는 돼지고기를 생산하는데 유리함. 기준은 NPB 2.0 이상
- ☞ **육색(Color)** : 너무 창백하거나 너무 어둡지 않은 신선한 선홍색을 유지함. NPB 2.0~4.0 점 기준
- ☞ **산도(pH)** : pH는 돼지고기의 보수력과 육색에 영향을 미침. NSR은 높은 pH 수준의 돼지고기를 선호하는데 이는 보수력과 육즙이 우수함. 기준은 5.6~5.9 수준
- ☞ **드립로스(Drip loss)** : 조리 과정에서 수분 손실이 적을수록 육즙이 풍부하고 부드러운 고기가 됨. 두록 품종은 드립로스가 적은 특성이 있음
- ☞ **전단력 테스트(Shear Force)** : 고기를 일정하게 익힌 후 기계로 잘라낼 때 드는 힘을 측정
- ☞ **결함 금지** : PSE 또는 DFD는 철저히 배제



[그림 3-5] 미국의 돈육 품질 기준

- 종돈장은 NSR 지침을 바탕으로 육질이 우수한 '엘리트 개체'를 선발하기 위해 실시간 초음파 검정(Ultrasound Scanning)을 실시. 이는 생축의 등지방두께 뿐만 아니라 근내지방도와 등심단면적을 고성능 초음파로 측정하며, 이 데이터는 NSR의 STAGES 시스템으로 전송되어 선발지수 계산의 기초가 됨

- ☞ 100% 순종 버크셔 돈육 프로그램에 참여한 모든 참여 농가 종사자들은 모두 National Pork Board의 Pork Quality Assurance Program의 Level III 자격자
- ☞ 모든 버크셔 종모돈은 HAL1843과 RN유전자 검사를 해야 하며, 음성인 개체만이 이용돼야 함
- ☞ 모든 종돈과 비육돈은 모두 ABA에서 인정하는 개체식별을 위한 이각을 해야 함
- ☞ 모든 종돈은 ABA에서 인정하는 이표 태그를 부착해 개체 식별
- ☞ 본 프로그램에 참여하는 모든 버크셔 농장들은 각 농장별 고유 번호를 부여받아야 함
- ☞ 본 프로그램으로 인증된 모든 돈육은 농장 추적이 가능한 버크셔 출하돈에 의해 생산된 것이라야 함
- ☞ '100% 순종 버크셔 돈육 프로그램'의 기준이 미달한 모든 돼지들은 자주색 태그를 부착해 분류해야 하며, 최종적으로 어떻게 처분되었는지에 대한 기록을 남겨야 함
- ☞ 100% 순종 버크셔 돈육 프로그램과 연관된 모든 지식재산권 (트레이드마크, 인증마크, 라벨)의 소유는 ABA에 있으며, 지식재산권의 사용은 사용권 계약 협정을 맺은 업체나 자 업체에 한함
- ☞ 취급 허가를 받은 식품포장업자들은 인증된 돈육과 인증되지 않은 돈육을 분리해 표기해야 함
- ☞ 취급 허가를 받은 식품포장업자들은 '100% 순종 버크셔 돈육 프로그램'의 인증 마크와 라벨, 마케팅 자료 사용에 대한 준수사항을 성실히 이행해야 함
- ☞ 취급 허가를 받은 가공업자와 유통업자, 식품판매업자, 소매업자들은 100% 순종 버크셔 돈육 프로그램의 인증마크와 라벨, 마케팅 자료 사용에 대한 준수사항을 성실히 이행해야 함
- ☞ 농장 인증 담당자와 프로그램의 허가 발급자는 관련 자료들을 최소 3년간 보유하고 있어야 함



[그림 3-7] 미국 버크셔 협회의 버크셔 순종 브랜드 아이덴티티

○ 100% 순종 버크셔 돼지고기 프로그램 진행 절차

- ☞ 농장이 인증을 받기 전이나 식품 포장업자, 가공업자, 유통업자 또는 소매업자들이 허가를 받기 전에 프로그램 매니저나 마케팅 책임자는 업자들이 계약에 의거한 요구에 부합하는지 검증
- ☞ 프로그램 매니저나 마케팅 책임자는 반드시 농장 인증과 계약 그리고 취급허가 요구조

- * 검정 종료/출하 체중 (Market Weight) : 최소 220파운드(약 100kg)를 넘어야 공식 기록으로 인정
- * 데이터 보정 기준: 최종 결과 보고서에서는 모든 데이터를 290파운드(약 132kg) 생체 체중을 기준으로 표준화(Adjusted)하여 비교. 이는 두록과 마찬가지로 버크셔 역시 충분한 체중이 나갈 때 최상의 마블링과 육질이 형성되기 때문

2. 상세 검사 방법 (Inspection Methods)

- ABA는 단순한 육안 판정을 넘어, 정밀 기기 분석과 숙련된 전문가 패널의 관능 평가를 결합
- pH 측정 (Ultimate pH) : 도축 48시간 후 등심의 pH를 측정. ABA의 목표치는 5.6~5.9
- 육색 측정 (Color) : 미놀타(Minolta) 색차계를 사용하여 L*(명도) 값을 측정. 버크셔 특유의 진한 선홍색을 유지하는지 수치로 확인
- 기계적 연도 (Instron Tenderness) : '인스트론(Instron)'이라는 정밀 기기로 조리된 고기를 뚫는 데 필요한 압력을 측정. 4.5kg 이하를 우수 등급으로 판정
- 관능 평가 (Sensory Panel) : 전문 평가단이 직접 맛을 보고 연도(Tenderness), 다즙성(Juiciness)을 1~10점 척도로 점수화
- 근내지방 함량 (IMF %) : 등심 내 지방 함량을 화학적 또는 초음파 분석을 통해 백분율로 산출
- 드립 로스 및 조리 감량 (Cooking Loss) : 가열 시 빠져나가는 수분의 양을 %로 측정하여 보수력을 평가

3. 데이터 활용 방법 (Application)

- ① 100% 버크셔 성능 부계 지수 (Performance Sire Index):
 - * 성장률과 살코기 생산량(Lean Gain)에 90%, 육질에 10% 비중
 - * 활용: 생산 효율성을 중시하는 일반 상업 농가용 씨수돼지 선발에 사용
- ② 100% 버크셔 프라임 포크 지수 (Prime Pork Index):
 - * 육질에 90%, 성장률에 10% 비중을 두는 파격적인 지수
 - * 활용: 최상급 프리미엄 브랜드육(High-end 식당, 수출용)을 생산하려는 농가에서 핵심 지표
- ③ 소비자 수용도 지수 (Consumer Acceptance Factor):
 - * pH(43%), 연도(30%), 근내지방(10%), 관능평가(10%) 등을 합산하여 소비자가 실제로 느끼는 '맛의 가치'를 수치화
- ④ EPD(기대수준차) 데이터베이스:
 - * 지난 30여 년간 쌓인 육질 데이터를 바탕으로, 특정 종돈을 썼을 때 자손의 육질이 얼마나 좋아질지 미리 예측하여 종돈 매매 가격의 기준

○ 후대검정

- ☞ ABA의 후대검정(progeny test)은 유전 데이터와 버크셔 품종 개량을 결합한 오래된 전통
- ☞ 버크셔 사육농가에서 가장 광범위하고 편향되지 않은 방법으로 후대의 능력을 평가할

- ☞ 검정 코디네이터가 운송 조정을 지원
- ② 소유권
 - ☞ 검정기간 내내 출품자 소유로 유지
- ③ 건강 모니터링
 - ☞ 모든 개체들의 상태는 항상 모니터링 실시
 - ☞ 필요에 따라 소유자에게 업데이트 제공
- ④ 낮은 성적 및 위험 개체 관리
 - ☞ 능력이 저조하거나, 병약한 개체는 수의사 감독하에 치료
 - ☞ 치료가 안되는 개체는 안락사 실시, 검정에서 제외
- ⑤ 검정 개시
 - ☞ 각 종돈 그룹은 평균 체중이 약 90파운드(41kg)에 도달하면 검정 시작
 - ☞ 검정 시작 전 최소 5일 이상 적응기간 부여
- ⑥ 중간 점검
 - ☞ 검정 중간 시점(검정 후 55~65일 경과)에 돼지 체중을 측정
 - ☞ 참가자에게 진행 보고서 제공
- ⑦ 지제 평가
 - ☞ 두 명의 독립 평가자가 앞다리/뒷다리 상태를 평가(1~5점)
 - ☞ 지제 점수가 1.5 미만인 개체는 실격 처리
- ⑧ 도축 및 데이터 조정
 - ☞ 체중 220lb 이상인 돼지는 도축 후 평가. 최종 판매일까지 220lb(약 100kg)에 도달해야 '자격(qualified)'을 획득
 - ☞ 최종 데이터는 공통 종료 체중 290lb로 환산하며, 성별 및 '검정 중'/'검정 종료' 시점 체중 차이를 보정하여 산출
- ⑨ 평가 형질
 - ☞ **성장/도체 형질** : 일당증체량, 10번째 늑골의 등지방두께, 등심단면적
 - ☞ **육질** : 등심 pH, 미놀타Y, 미놀타 L*, 기계적 연도, 근내지방도
 - ☞ **시각적 평가** : 등심 색상, 탄력, 마블링
 - ☞ **기타** : 경도, 가열감량, 관능평가, 다즙성, 연도
- ⑩ 유전능력평가 및 선발지수
 - ☞ 유전능력평가 후 선발지수는 두 가지 범주로 나누어 시상함

Breeder	Sire	ADG	BF10	LEA	Soundness	Prime Pork Index	Performance Index
Fly'n K Berkshires	FKB2 SEAL Team 6 26-8 (A)	2.03	1.24	7.77	5.90	106.9	109.0
Fly'n K Berkshires	FKB2 SEAL Team 6 26-8 (B)	2.15	1.31	8.27	5.22	101.6	107.0
Fly'n K Berkshires	DKNS3 Django 7-3 (B)	2.03	1.17	8.42	2.95	100.4	105.6
Fly'n K Berkshires	DKNS3 Django 7-3 (A)	1.96	1.14	8.37	4.55	98.9	102.5
AJC Berkshires	JBM2 Machine 30-1	1.81	1.10	9.09	7.38	99.2	102.1
Fly'n K Berkshires	KURO1 Rumbolds Peter Lad 14 15-9	2.04	1.30	8.01	7.48	99.6	101.6
KJR Berkshires	KURO2 Black Stallion 58-9	1.75	1.20	8.30	6.41	100.6	97.0
KJR Berkshires	KURO3 Rosette Count 11-9	1.74	1.13	8.36	5.35	97.1	94.0
Fly'n K Berkshires	FKB1 Lakota 17-4	1.68	1.23	8.53	4.80	99.1	92.3
Fly'n K Berkshires	KURO0 Saki II 95-9	1.84	1.38	7.69	6.18	98.8	91.8
2024 Berkshire Test Averages		1.90	1.22	8.29	5.61	100.0	100.0

Breeder	Sire	Ultimate pH	Minolta Y	Minolta L*	IMF, %	Instron Tenderness	Cooking Loss	Sensory Juiciness	Sensory Tenderness	Performance Index	Prime Pork Index
Fly'n K Berkshires	FKB2 SEAL Team 6 26-8 (A)	6.07	17.77	49.07	2.32	5.15	13.25	4.69	5.90	109.0	106.9
Fly'n K Berkshires	FKB2 SEAL Team 6 26-8 (B)	5.86	18.84	50.17	1.89	5.74	16.20	4.38	5.19	107.0	101.6
KJR Berkshires	KURO2 Black Stallion 58-9	5.56	23.88	55.68	2.81	5.50	21.53	3.13	4.39	97.0	100.6
Fly'n K Berkshires	DKNS3 Django 7-3 (B)	5.74	18.77	50.27	1.49	5.45	19.76	3.73	5.19	105.6	100.4
Fly'n K Berkshires	KURO1 Rumbolds Peter Lad 14 15-9	5.79	20.18	51.74	2.09	5.82	19.33	3.88	4.48	101.6	99.6
AJC Berkshires	JBM2 Machine 30-1	5.54	25.90	57.87	2.08	5.70	21.57	2.87	4.81	102.1	99.2
Fly'n K Berkshires	FKB1 Lakota 17-4	5.69	19.01	50.50	2.08	5.79	17.93	3.49	4.49	92.3	99.1
Fly'n K Berkshires	DKNS3 Django 7-3 (A)	5.66	21.74	53.58	1.93	5.72	21.98	3.32	4.57	102.5	98.9
Fly'n K Berkshires	KURO0 Saki II 95-9	5.59	23.16	54.85	2.27	5.78	17.76	2.80	4.20	91.8	98.8
KJR Berkshires	KURO3 Rosette Count 11-9	5.55	23.34	55.14	1.54	5.73	21.66	2.86	3.86	94.0	97.1
2024 Berkshire Test Averages		5.70	21.35	52.99	2.03	5.65	19.26	3.48	4.67	100.0	100.0

[그림 3-10] 2024년 후대검정 Performance index 랭킹 및 Prime pork index 랭킹

○ 후대 검정 시 요구사항

- ☞ 종모군 등록 시 400달러의 등록비 필요. 이는 검사 비용을 충당하기 위함이며, 검사 비용 지급 후 잔여 이익은 균등하게 참가자들에게 분배함. 등록비를 초과하는 검사비가 나올 경우 ABA가 추가 검사 비용을 부담
- ☞ 후대검정의 모든 출품자는 유효한 PQA+ 인증을 보유해야 함(PQA+ 인증은 미국 양돈산업에서 식품안전과 동물복지 수준을 보장하고 지속적으로 개선하기 위해 만든 핵심 교육 및 인증 프로그램)
- ☞ 후대검정 참가자는 모두 돼지가 출하된 장소의 시설 ID 번호를 부여받게 되며, 돼지 등록 당일 함께 제공하는 건강증명서에 반드시 기재되어야 함
- ☞ 후대검정에 참여하는 모든 동물은 미국에서 태어나서 미국에서 사육된 원산지 기준을 따라야 함
- ☞ Prop 12 인증은 필수 사항은 아니지만 사육자가 인증받은 경우 훨씬 유리함
- ☞ 25년 기준 후대검정 돼지는 6월 1일부터 7월 15일 사이에 출생한 것을 권장(교배일은 2월 7일부터 3월 23일까지임)
- ☞ 등록 시 체중 범위는 30lb 이상 90lb 미만

○ 건강 요건

- ☞ 검정소에 인도하는 돼지는 거세돈이어야 하며, 이 및 움이 없어야 함. 단미는 권장되나 필수사항은 아님
- ☞ 모든 참가자는 8월 15일까지 농장별 담당 수의사의 연락처를 제공해야 함

나. 덴마크

(1) 국가 단위 종돈개량 체계(~2017년)

- 2017년 7월 DanBred가 민간 기업 체제로 재편되고, Danish Genetics 등이 떨어져 나오기 전까지, 덴마크의 종돈 개량은 국가 단위의 단일 협동조합 시스템이라는 강력한 구조를 가지고 있었음
- 이 시스템은 '덴마크 양돈 농가 전체의 이익을 극대화 한다'는 목표 아래 운영

(가) 지배구조 : SEGES와 DanAvish(현 DanBred)

- 2017년 이전 체계의 핵심은 'SEGES(덴마크 농식품위원회 산하 연구소)'와 그 산하의 'VSP(양돈연구센터)'가 주축



[그림 3-12] 덴마크 SEGES(좌) 본부 및 VSP(우)

- ☞ 비영리 협동조합 모델 : 종돈 개량의 주체가 개별 회사가 아니라 덴마크 양돈 농가 전체를 대변하는 협동조합. 모든 연구 데이터와 개량 성과는 농가에 공유
- ☞ 통합 관리 : 종돈 등록, 유전 평가, 연구 개발, 마케팅이 모두 SEGES라는 하나의 우산 아래에서 실시. 당시 브랜드 명이 바로 **DanAvish**

(나) 피라미드형 개량 체계

- 덴마크 개량의 효율성을 극대화한 핵심 구조로 유전적 진보가 최상층에서 바닥까지 가장 빠르게 전달되도록 설계
- 랜드레이스, 요크셔, 두록 3개 품종으로 구성
- 핵군돈군(Nucleus Farms)
 - ☞ 순종(Landrace, Yorkshire, Duroc)의 유전적 개량이 일어나는 최상위 농장으로 모든 개체의 성적이 중앙 데이터베이스에 기록
 - ☞ 45개 핵돈군(GGP 농장)으로 순종 모돈 총 6,300두로 구성

일당증체량(30~100kg), 정육률, 외모 체형 스코어, 산자수, 연산성 등을 검정

☞ 검정소와 농장 검정의 결과는 중앙능력검정소로 통합되어 분석



[그림 3-14] 덴마크의 중앙검정소(Bøgildgård)

(2) 2017년 7월 이후 덴마크의 종돈 산업 변화

- 2017년 이전까지 완벽한 종돈 개량 시스템을 갖추었던 덴마크는 역설적으로 ‘**성공적인 시스템**’ 때문에 쪼개지게 됨
- ☞ 수익 배분 문제 : DanBred의 유전자가 세계적으로 팔려나가면서 발생한 로열티 수익을 놓고, 씨돼지를 직접 키운 종돈장들과 시스템을 운영하는 협동조합(SEGES) 간에 갈등이 발생
- ☞ 민영화의 압박 : 글로벌 시장에서 네덜란드의 Hypor나 미국의 PIC와 경쟁하기 위해선 비영리 협동조합 형태보다 공격적인 민간 기업 형태가 유리하다는 판단이 섰고, 이 과정에서 합의하지 못한 종돈장들이 이탈하여 Danish Genetics와 Mollevang으로 분리 창업



[그림 3-15] 덴마크 종돈 회사의 분리

- DanBred사는 DanAvl조직의 순종돈 60-70% 주축으로 사명을 변경한 독립 조직이 되

- ☞ 5단계(건강 검진, Health Screening) : PRRS, Mycoplasma hyopneumoniae, APP 등 주요 질병에 대한 검사 결과를 바탕으로 질병 음성 여부를 확인. 모든 검사는 국립 수의학 검사 체계에 준하여 수행되며, 질병 전파 위험을 사전에 차단
- ☞ 6단계(검역 기간, Quarantine Period) : 약 30일간의 격리를 통해 개체의 건강 상태를 지속적으로 관찰. 이 기간에 이중 혈청검사(double serology test)와 환경 적응 평가를 병행하여, 인공수정 용 수태지로서의 안정성을 재확인
- ☞ 7단계(정액 품질 검사, Semen Quality Test) : 인공수정소 정액실에서 정액량, 정자 운동성(70% 이상), 비정상 정자 비율(20% 이하) 등을 기준으로 정액의 품질을 평가. 이는 실제 현장 활용 가능성을 판단하는 최종 기술적 검증 단계
- ☞ 8단계(최종 승인, Final Approval) : 상기 모든 검정을 통과한 개체에 한해 공식적으로 수태지로 승인되며, 'DanBred AI Boars'로 등록되어 인공수정 용 종돈으로 활용

1. 입식 단계

- ☞ 입식 일령 : 약 70~80일령
- ☞ 입식 체중 : 평균 30kg(25~35kg)
- ☞ 검정소 입구에서 엄격한 방역절차 및 임상 검사 실시
- ☞ 각 개체별로 RFID 귀표 부착

2. 검정 단계

- ☞ 검정 기간 : 30kg에서 115kg도달시까지
- ☞ 사료 급이 : 자동급이기(FIRE system), RFID를 인식하여 FCR 산출
- ☞ 사양관리 : 동일한 고단백/고에너지 표준 사료 제공

3. 검정 종료

- ☞ 체중 측정 : 115kg 도달 일령 기록후 ADG 계산
- ☞ 초음파 측정 : 등지방두께, 등심 깊이 측정
- ☞ 외모심사 : 지제, 체형 등을 전문가가 심사

3-1. 후대 및 형매 검정

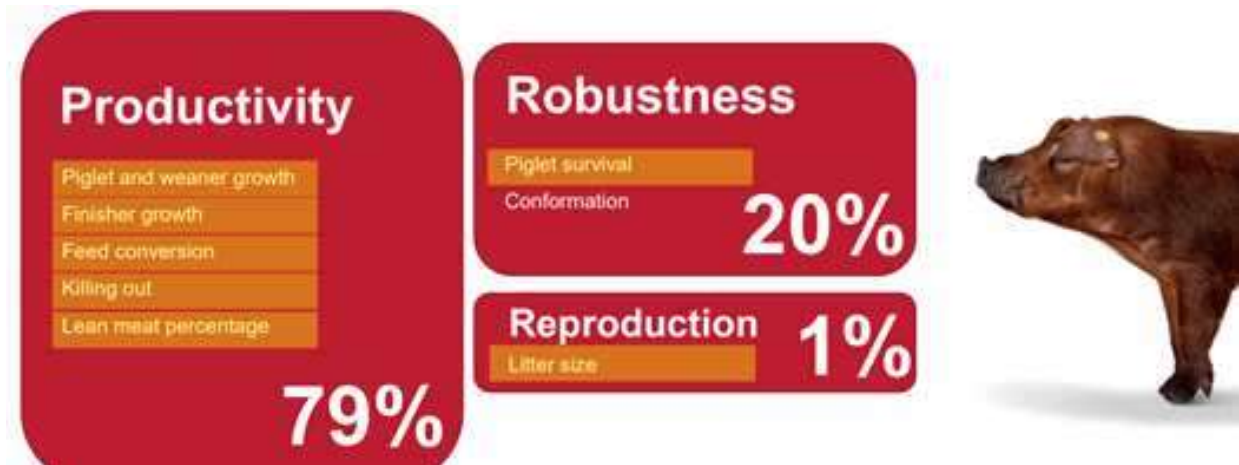
- ☞ 동일한 환경에서 자란 후대 검정용 개체(형제, 자매)는 도축장으로 이송
- ☞ 도축후 육질 데이터(pH, 육색, 보수력, IMF) 등의 자료 수집
- ☞ 환류 : 유전체 선발에 활용

4. 선발

- ☞ 검정소 검정 단계에서의 성적과 후대검정 성적을 통해 유전능력 평가(BLUP)
- ☞ 유전체 자료와 함께 유전체 선발 실시

[그림 3-17] DanBred의 육질 검정을 위한 중앙검정소 검정 절차

- 번식성(Reproduction) : 산자수(litter size)를 중심으로 1%의 낮은 가중치를 부여 받음. 부계는 수태지 중심으로 번식형질보다는 생산성과 강건성에 중점을 두고 있음을 보여줌



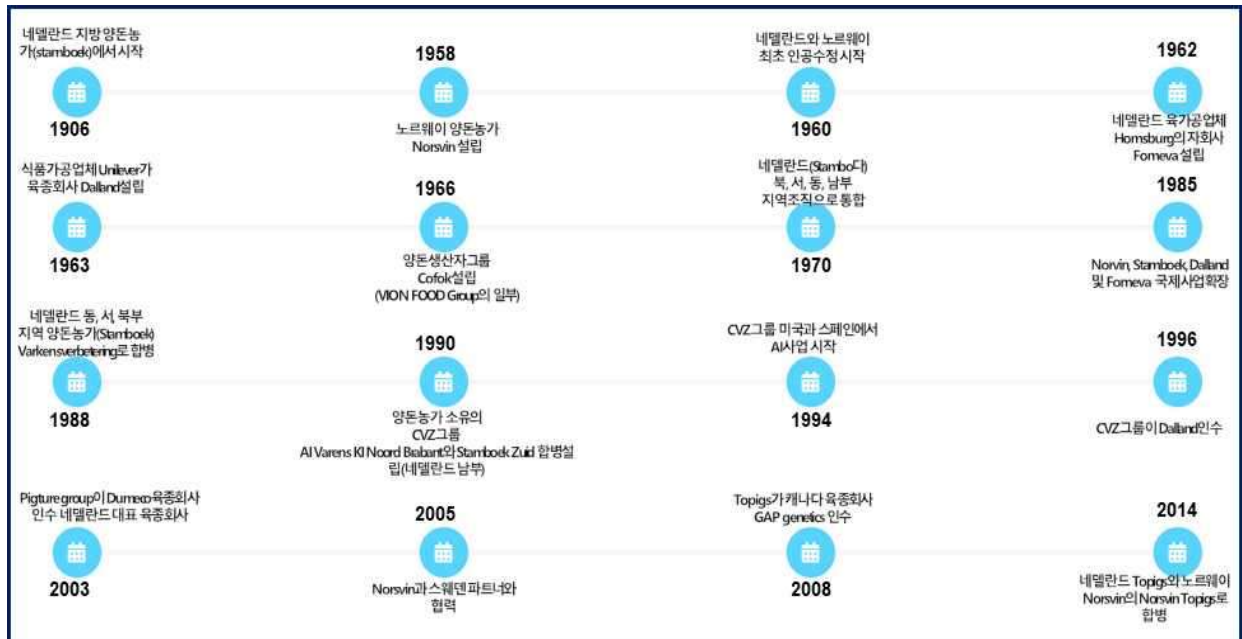
[그림 3-18] DanBred Duroc의 육종 목표

(다) DanBred Duroc의 우수 육질 개량

- DanBred는 풍미가 더 좋고 육즙이 풍부한 돼지고기와 관련이 있는 높은 근내 지방 함량을 목표로 함
- **pH 수준** : DanBred에서는 할로테인 유전자를 제거하여 생산 수율에 영향을 미치지 않아 번식 프로그램에서 제거되었음에도 불구하고, 높은 pH 수준(도축 후 24~48시간 pH)은 육질을 유지하기 위한 목표
 - ☞ 도축 후 pH는 5.6~5.9 기준.
 - ☞ 가장 핵심적인 지표로 5.5 이하는 PSE 위험이 있음.
 - ☞ 육즙 보전과도 관련이 있음
- **관능평가 형질**로 '연도', '육즙', '풍미'와 같은 감각적 속성을 선발하여 섭취 경험(eating experience)을 향상하는 데 중점을 둠
- **정육률** : DanBred의 육질 개량 프로그램은 높은 정육률을 선발함과 동시에 원하는 등지방두께 수준을 달성할 수 있도록 보장하며, 다양한 시장 요구 사항을 충족시킬 수 있도록 함
 - ☞ 특히 덴마크의 경우 높은 Lean Meat percentage에 대한 선호도가 높아서 근내지방도보다는 정육률에 중점을 둠
- **첨단 기술의 활용** : DanBred는 사료 효율성 및 육질과 같이 측정하기 어려운 형

다. 네덜란드 (Topigs Norsvin)

- Topigs Norsvin은 네덜란드와 노르웨이의 양돈농가들의 소유이며 100년의 역사를 기록하고 있음. 또한 육가공회사와 매우 사업적으로 밀접하게 연결이 되어 있음



[그림 3-20] Topigs Norsvin의 역사

- 세계 2위의 종돈회사인 Topigs Norsvin 사는 네덜란드와 노르웨이의 양돈농가들이 주주이며, Coöperatie Topigs UA(조합)가 77.5%의 지분을 가지고 있고 나머지 22.5% 지분은 유럽 최대 도축가공업체인 Vion Food Group이 가지고 있음. 이러한 지분 구조로 기업의 이익보다 '농가 현장에 실질적으로 도움이 되는 돼지'를 만드는데 집중하는 경향이 있음
- Topigs 사는 전 세계 54개국 이상에 진출해 있으며, 20개국 이상의 현지 자회사(subsidiaries)를 운영 중에 있음. 매년 전 세계적으로 150만 마리 이상의 후보돈과 800만 도스 이상의 정액을 판매함
- 연 매출액은 약 2억 유로(한화 약 3천 억 원) 이상의 매출을 기록하고 있으며, 매년 3천만 유로(한화 약 450억 원) 이상을 육종 연구에만 투자하고 있음. 이는 하루 평균 1억 원 이상을 돼지 개량에 투자하는 셈임

[표 3-2] Topigs Norsvin의 육종의 역사

연도	구분
1994	▶ CCPS(Combined Crossbred and Purebred Selection) 프로그램 시작 ▶ 순종의 유전능력평가에 교잡종의 능력과 환경(상업적 환경)을 반영하여 평가 
2001	▶ [결과] : 질병저항성이 향상되고 환경 적응성이 우수함(강건함) ▶ 자돈의 생존율 증가를 위한 육종 ▶ 신생자돈의 개체별 생시체중 및 21일령 체중 측정 ▶ 유두수, 대리모, 일자, 자돈의 폐사 이유에 대한 자료 측정 
2006	▶ [결과] : 생시체중, 모계 능력(포유), 유두(유량) 개량, 자돈의 활력 개량 ▶ 돈육 품질 평가에 NIRS(근적외선 분광법)  ▶ 근내지방도(IMF) 개량에 정확도 향상 ▶ 지방 품질과 지방산 조성 등 새로운 형질 측정

(1) Topigs Norsvin 검정소

○ 캐나다 델타 검정소 : 모계 Z 라인과 부계 Tempo 라인 검정

☞ 2,600두 규모, 연간 7,500두 검정 CT 스캐너기 장착



[그림 3-22] Topigs Norsvin의 캐나다 델타 검정소

☞ 7개의 SPF(specific pathogen free) 핵군농장(nucleus herd)에서 생후 4~6주령에 입식

☞ 모든 개체에 대해 유전체분석 실시, 이중 유전능력이 우수한 50%는 검정소 검정

☞ 수태지 : 사료섭취량 측정기를 활용한 사료효율에 대한 검정, CT 촬영

○ 노르웨이 델타 검정소 : Norsvin Landrace(모계 라인)와 Norsvin Duroc(부계 라인) 검정

☞ 연간 3천~5천 두 검정



[그림 3-23] Topigs Norsvin의 노르웨이 델타 검정소

☞ 모든 개체에 대해 유전체분석 실시, 이중 유전능력이 우수한 50%는 검정소 검정

☞ 수태지 : 사료섭취량 측정기를 활용한 사료효율에 대한 검정, CT 촬영

두
록



- 100% 북유럽 두록
- 강건하고 사료효율이 뛰어남
- 생산 효율성과 고품질 돼지고기 시장에 대응
- 특히 고기 품질을 중시하는 시장에 적합



- 100% 스페인 원산 두록
- 우수한 식감의 프리미엄 돼지고기 생산자를 위한 품종
- 덩치가 크고 다리가 튼튼하며 아름다운 황금빛 갈색 털과 검은 발굽이 특징

[그림 3-25] 두록 계열 부계 라인

[표 3-3] 부계 계열의 육질 중심 비교 테이블

구분	주요 개량목표	IMF	육색/pH	성장 속도	주요 용도 및 시장
TN Tempo	강건성, 폐사율 최소화	1.5~2.0% (표준)	표준/양호	최상	대량생산 농가 열악한 환경 대응
TN Rex	지육 수율 근육 발달	1.5~2.0% (낮음)	표준/양호	상(빠름)	신선육 수율 극대화 정육점 형
TN Select	극한의 정육률 (LMP)	1.5% 미만 (매우 낮음)	표준/보통	상(빠름)	가공육 원료, 저지방육 시장
TN Duroc	육질과 경제성의 조화	2.5~3.5% (우수)	선홍색/우수	상(빠름)	프리미엄 브랜드, 범용 두록
Iberduroc	극한의 마블링과 풍미	4.0~8.0% (압도적)	진한선홍색 /최상	중상(안정적)	최고급 브랜드육 이베리코 하몽용

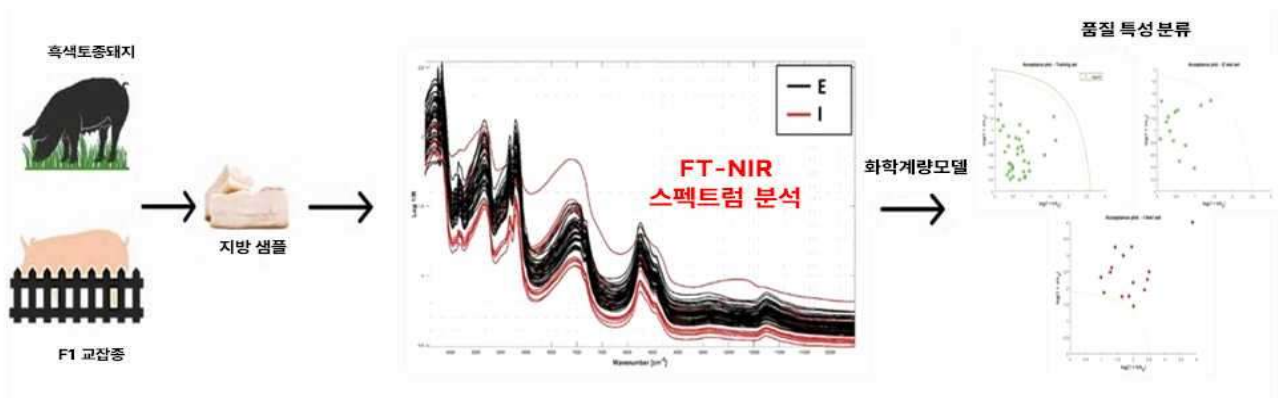
○ TN Duroc은 CT scan 자료를 통해 근내 지방도를 정밀하게 개량한 품종으로 2.5~3.5%의 근내지방도를 안정적으로 구현하는 것을 목표로 함

주요 육질 개량 항목(Post-Slaughter)

1. 근내지방(IMF) : 화학적 분석 및 근육 단면 분석
2. pH 측정 : 도축 직후 24시간 후 측정
3. 육색(color) : Minolta 및 시각적 평가
4. 지방의 질(Fat Quality) : Iodine value 측정
5. 드립로스(Drip loss) : EZ-DripLoss 방법 등 활용

(가) NIR(근적외선 분광법) 기반 예측

- 목적 : 근내지방도(IMF) 측정
- 돼지고기 시료를 신속하고 정확하게 분석하여 IMF 함량을 측정하고 이를 선별 지수에 반영



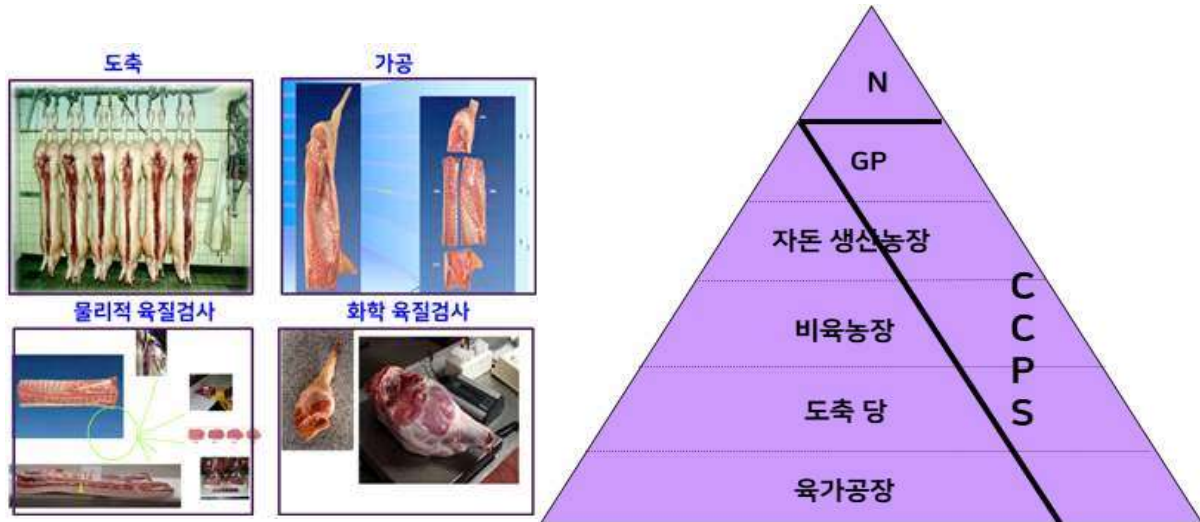
[그림 3-26] NIR을 통한 근내지방 함량 측정

(나) 표현형의 정확도 향상

- 표현형의 정확도 향상을 위해 카메라를 활용하여 돼지의 체중을 측정하는 방법이나 CT 촬영을 통한 척추의 수나 유두 수를 측정할 수 있는 신기술을 도입
- 카메라 : 비디오 이미징 기반 정밀 페노타이핑(phenotyping)은 카메라를 활용하여 인간의 눈을 대체하고 돼지의 특성 및 행동을 모니터링, 등록 및 해석할 수 있는 기술

(다) CCPS(combined crossbred and purebred selection) 활용

- 핵돈군(nucleus herd)의 선발에 있어 GP농장, commercial herd 및 도축장 및 가공공장의 생산하는 자료를 활용하여 핵돈군의 선발에 활용



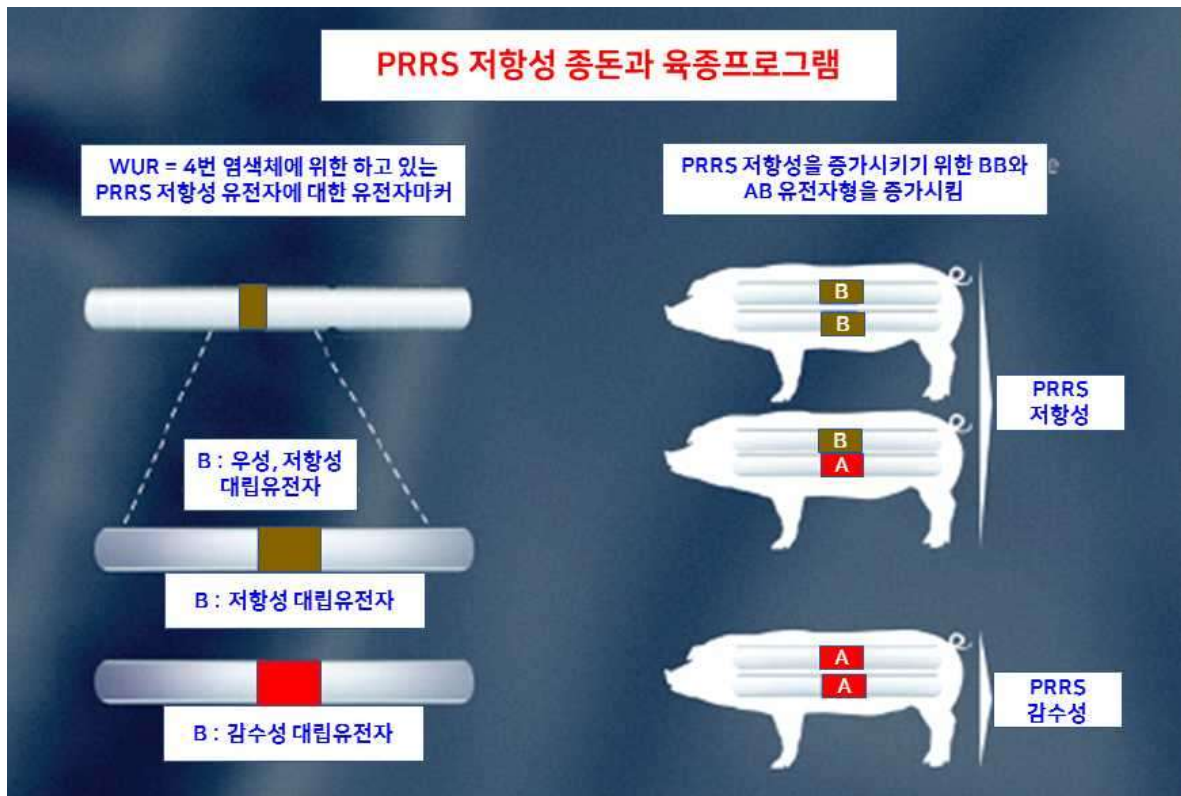
[그림 3-28] CCPS법 활용

(라) 유전체 선발(Genomic Selection)

- 목적 : 모든 육질 형질의 개량 속도 증진
- Duroc 개량 프로그램에 2014년에 도입하여, IMF와 같이 측정이 어렵거나 비육 후기 늦게 나타나는 형질의 유전적 진보를 가속화

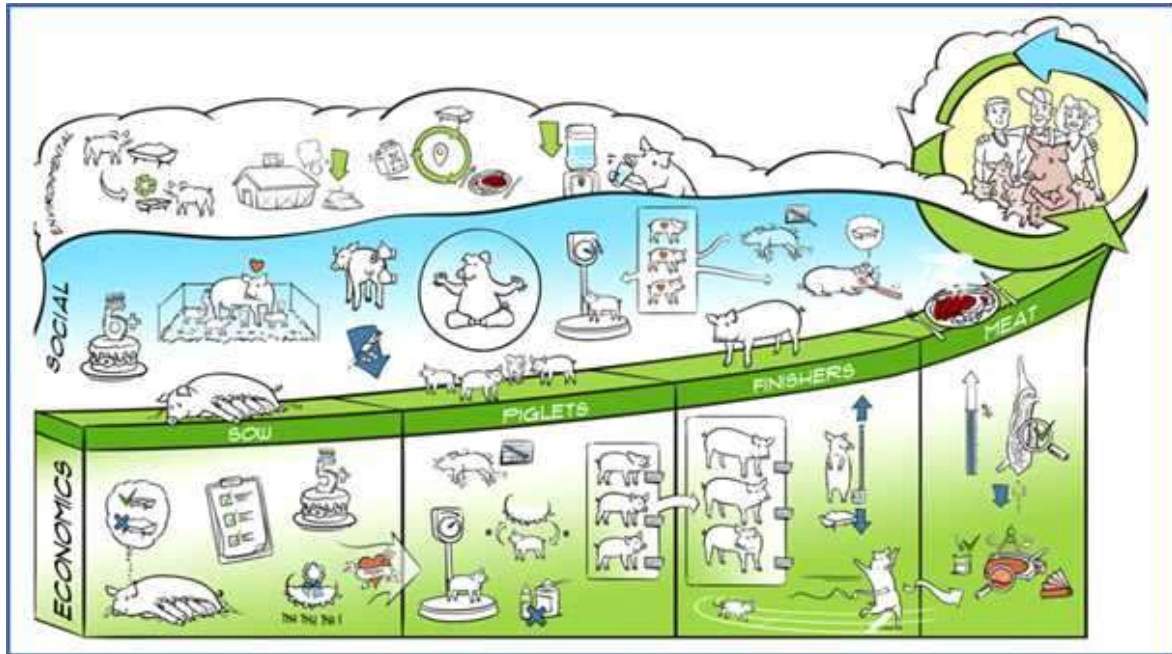
(마) 저응취 웅돈 개발

- 새로운 유전자 발견 : Topigs Norsvin 연구원들은 수컷 냄새 발생에 영향을 주는 새로운 유전자를 확인하였으며, 특히 수컷의 웅취 요인 호르몬 중 하나인 스카톨의 농도에 영향을 미치는 유전자에 중점을 두고 연구를 수행
- 2012년에 Topigs Norsvin은 웅취 호르몬 농도를 감소시키기 위한 육종프로그램을 최초의 시작하였음 이 프로그램은 돼지코 점수, 생체 사 및 유전 정보를 활용하여 수퇘지의 웅취 호르몬 농도가 낮은 수퇘지를 선발하는 것
- Topigs Norsvin은 웅취가 낮은 유전자를 보유한 개체를 선발하여 유전적 개량량을 개선하였음 또한 웅취가 낮은 유전자를 보유한 암퇘지와 수퇘지의 교배프로그램도 육종 과정에 포함을 시켰음. 그 결과 웅취를 50%까지 감소시킬 수 있었음



[그림 3-30] PRRS 저항성 종돈 개발을 위한 육종프로그램

- 자원 사용을 최소화하고, 온실가스 배출을 감소시키며, 윤리적으로 동물 복지를 고려한 사육관리 방법을 도입하고, 지속 가능하게 제품에 대한 소비자 요구를 충족시키는 노력을 포함. 돈육 생산에 있어 경제, 환경 및 사회적 측면에서 균형 있게 고려하여 장기적으로 지속 가능하며, 사회적으로 부정적인 영향을 최소화 하기 위한 종합적인 접근 방식을 수행

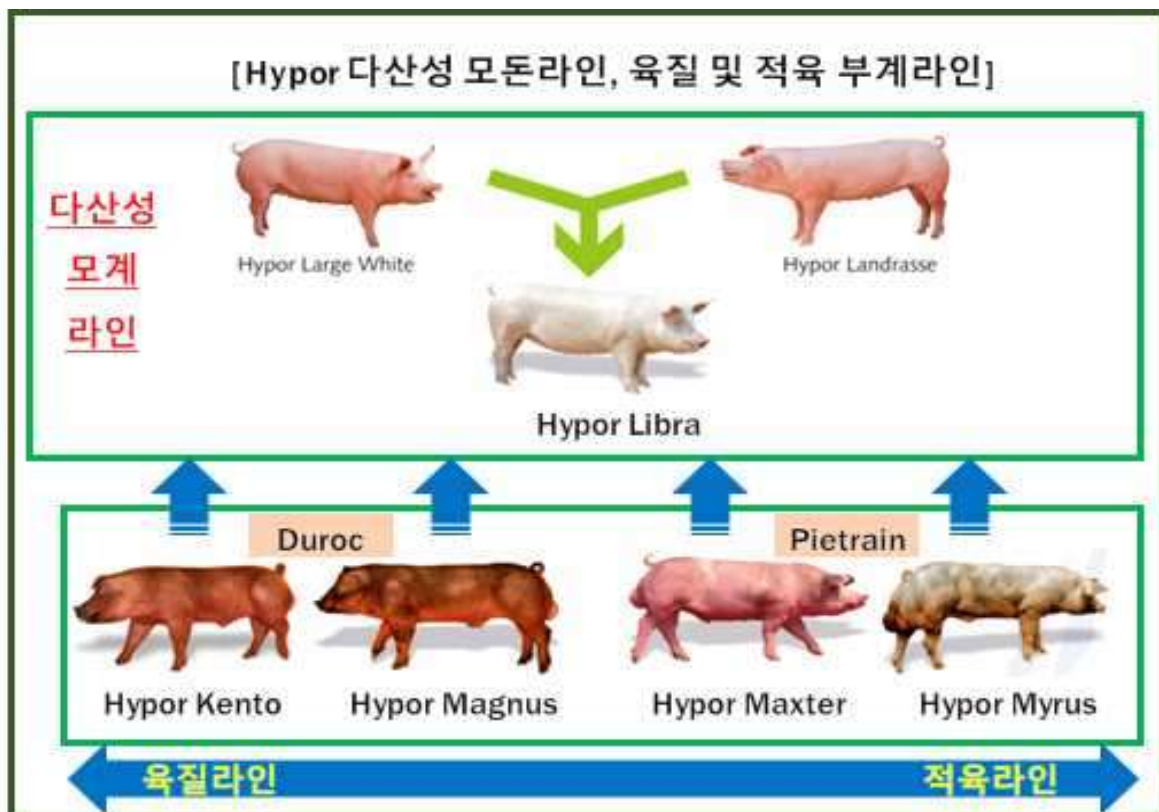


[그림 3-32] Hypor 사의 ESG 경영체계(Sustainable Pork Journey)



[그림 3-33] Hypor 사의 육종 목표

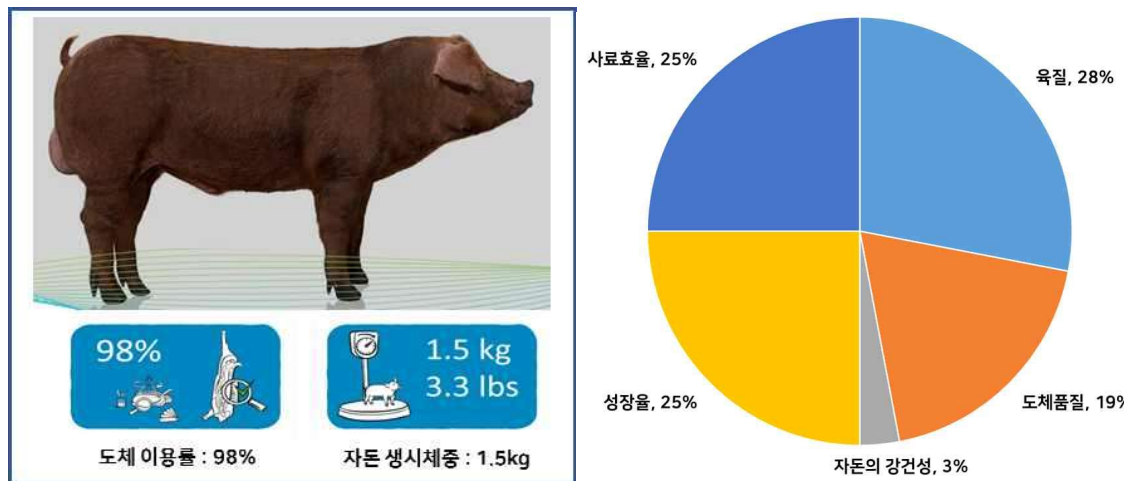
- 유전체선발법 도입(Genomic selection) : Hypor는 기존의 표현형 혈통 기반의 유전능력 평가에서 유전체 분석을 실시한 유전체 기반 육종프로그램을 실시
- CCPS법(combined crossbred and purebred selection) 도입 : 모돈의 번식 과정에서 동일 산차에서 유전적 다양성이 존재함. 교잡종과 순종의 정보를 조합하여 유전적 잠재력을 최대한으로 실현하기 위하여 CCPS법을 도입
- Hypor 사는 다양한 웅돈 라인을 개발하여 시장에 맞춰 부계 라인을 공급하는 체계를 갖추고 있음



[그림 3-35] Hypor사의 비육돈 생산체계(부계 및 모계 라인)

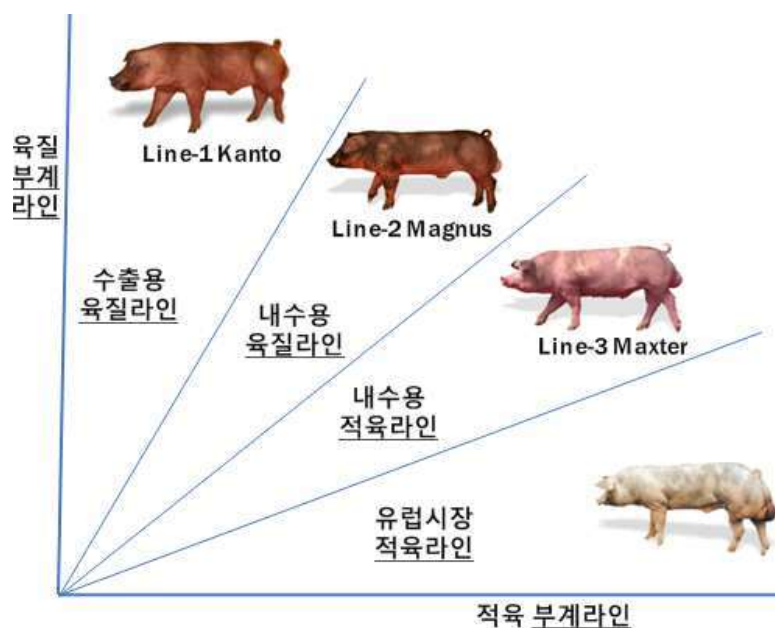
(2) 부계 종돈

- Hypor Maxter(Piétrain)
 - ☞ Hypor Maxter는 Piétrain 품종으로, 고품질의 자돈을 생산하며, 더 가치 있는 생산자를 양산하며, 균일한 도체와 돈육의 품질을 제공하여 돈육시장에 매우 적합한 부계 계통



[그림 3-38] Hypor사의 부계 라인 Kanto(Duroc)의 선발기준

- ☞ 탁월한 근내지방(Exceptional marbling(IMF)) : Kanto의 평균 근내지방은 2.8%이며, 2.5% 이상은 수출 시장에 이상적인 것으로 간주, 이러한 수준의 근내 지방은 낮은 드립손실(drip loss)과 향상된 풍미(taste) 및 연도(tenderness)를 가져옴
- Hypor사의 부계 라인은 육질 라인과 정육 생산라인으로 구분하여 판매하고 있음. 육질 라인으로는 두록으로 수출용과 내수용으로 구분하여 Kanto 계통과 Magnus 계통으로 구분할 수 있음. 특히 국내에서는 Hypor사와 W사가 독점 계약을 체결하여 Kanto 라인을 도입하여 부계 라인으로 활용
- 정육 라인으로는 피어트레인 품종으로 내수용과 유럽시장용으로 구분하여 각각 Maxter 계통과 Myrus 계통을 공급



[그림 3-39] Hypor사의 부계 라인별 특징



[그림 3-41] Hypor사 검정소(사료섭취량 측정, 프랑스 Sichamps 위치)



[그림 3-42] Hypor사 Sichamps의 검정소 내부 모습

Hypor 사의 육질 검정

1. BioQStation을 통한 생체 데이터 수집(Live Phase)

- ① 비육돈 측정 최적화 : CT의 경우 최대 220lb 미만의 돼지에만 사용할 수 있지만 초음파장비는 290lb(129kg)까지 측정 가능하여 출하 직전까지 측정
- ② 실시간 초음파 장치로 마블링, 근육 대비 지방 비율을 생체에서 측정

마. 프랑스

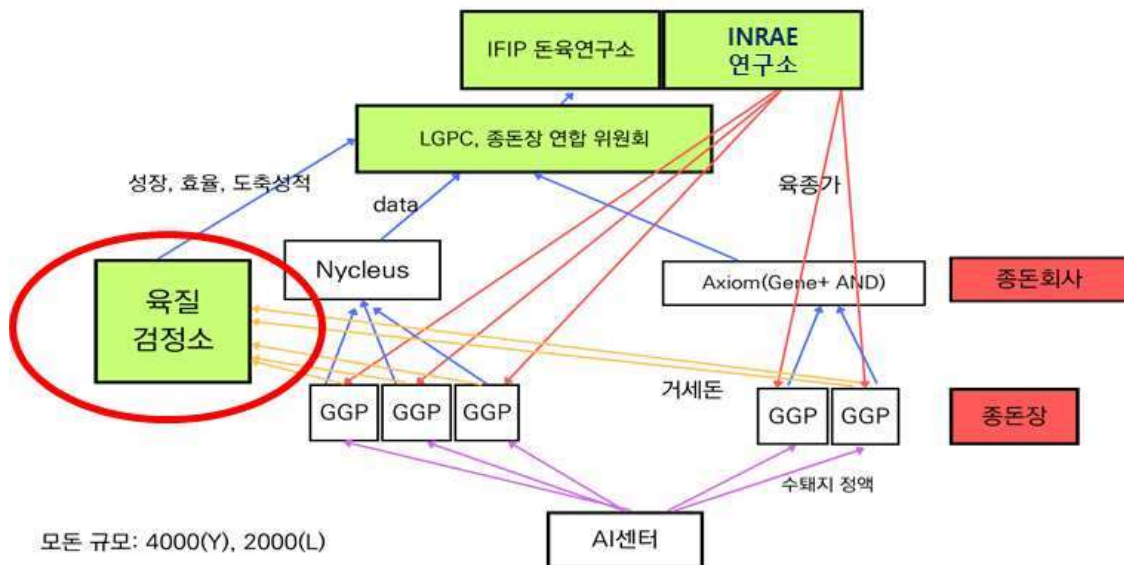
- 프랑스 종돈 개량 시스템은 덴마크나 네덜란드와 다른 독특한 색채를 띄고 있음. 프랑스는 유럽 내에서 '미식(Gastronomy)'과 '정밀함'을 동시에 추구하는 국가답게 종돈개량에서도 살코기 수율(LMP)과 육질 사이에 균형을 맞추는데 초점을 두고 있음
- 과거 프랑스는 여러 협동조합이 난립했으나 글로벌 경쟁력을 위한 대대적인 구조조정을 거쳐 'Axiom'과 뉴클리어스(Nucleus) 두 기업을 중심으로 재편됨
 - ☞ Axiom : 프랑스 최대 종돈회사로 2023년 세계적인 종돈 기업인 Choice Genetics를 인수하여 세계 시장 점유율을 대폭으로 끌어올림. 프랑스 양돈 농가의 50% 이상이 이 계통을 사용함
 - ☞ Nucleus : 세계적인 축산 그룹인 Cooperl 산하의 종돈 회사. '질병 없는 깨끗한 돼지 (High Health Status)'와 '농가의 편의성'에 개량의 초점을 맞춤
- INRAE(국립 농업식품환경연구원)은 프랑스 농업의 '두뇌'이자, 세계 최대 규모의 공공 연구기관으로 종돈 개량 측면에서 INRAE는 '프랑스 종돈 산업의 유전적, 과학적 설계도를 그리는 곳'임



[그림 3-43] 프랑스 INRAE, 2020년 INRA가 IRSTEA와 합병하면서 명칭 변경됨

○ 프랑스 국가 단위 종돈 개량 파트너십은 민간의 경쟁을 허용하면서도 '유전적 주권'과 '데이터 표준화'는 국가 차원에서 통합 관리하는 것이 핵심

- ☞ INRAE : 기초 과학 및 유전 모델 설계
- ☞ IFIP(Institut du Porc) : 기술 서비스 및 데이터 허브
- ☞ 종돈 기업(Axiom, Nucleus) : 육종 및 시장 보급



[그림 3-44] 프랑스 국가 단위 종돈 개량 체계

(1) 프랑스의 돼지 검정 체계

(가) 시스템의 심장 : BNP(Base Nationale Porcine, Base de Données Porcine)

○ 프랑스 돼지 데이터베이스 시스템으로 산업, 행정, 연구용으로 사용되며, 돼지 개체, 농장, 이동, 식별 정보를 통합 관리하는 시스템

- ☞ **돼지 개체 및 농장 식별 정보 관리** : 프랑스 정부는 돼지 사육 농장과 돼지 개체에 대해 고유 식별 번호를 부여하고, 이를 국가 데이터베이스에 등록하도록 의무화. 프랑스 농업 식품부(DGAL)가 감독하며, 농장, 도축장, 유통 등 단계별 정보를 등록·관리
- ☞ **이동 이력 데이터 추적** : 농장에서 도축장, 농장 간 이동 정보는 일괄적인 체계로 수집되어, 돼지 이동 추적 및 질병 감시·방역 관리에 활용. 이러한 이동 데이터는 네트워크 분석이나 질병 전파 모델링 같은 응용 연구에도 중요
- ☞ **축산 산업 통계·분석** : 등록된 데이터를 기반으로 농장 특성, 사육 규모, 질병 위험도, 생산성 지표 등을 집계할 수 있어 산업정책·위기 대응에 중요한 근거 자료로 활용
- ☞ **공공·연구기관 협업 인프라** : 국가기관 뿐 아니라 연구기관, 통계분석 그룹 등이 데이터에 접근하여 연구와 정책 제언에 활용하며, 능동적인 데이터 활용이 가능

(나) 평가의 엔진 : ssGBLUP(Single-Step Genomic BLUP)

- 현재 프랑스가 사용하는 가장 앞선 유전 평가 방식. 과거에는 혈통 따로, 성적 따로 계산했다면 이제는 이를 한 번에(single-step) 처리함
- ssGBLUP이 종돈 개량에서의 장점
 - ☞ '유전체+혈통+표현형'을 한 모델에서 동시에 쓰는 구조 : ssGBLUP은 '표현형(검정 기록) + 혈통(A) + 유전체(G)'를 한꺼번에 통합해서 모든 개체(유전형 있는 개체/없는 개체)의 (G)EBV를 산출. 그래서 "유전자형을 찍은 일부 개체만" 좋아지는 게 아니라 비유전형 개체의 EBV도 함께 개선되는 것이 큰 강점
 - ☞ 유전체 선발로 생기는 평가 편향을 감소시키기 유리 : 현대 종돈은 어린 후보를 유전체로 미리 거르고 선발. 다단계(GBLUP→PBLUP)로 나누면 선발 편향이 생기기 쉬운데, ssGBLUP은 이 편향을 줄이는 쪽으로 설계·운영되는 장점
 - ☞ 돼지처럼 '대규모·다계통·부분 유전형' 환경에서 높은 효율 : 돼지 개량은 보통 핵군/증식군/상업군으로 층이 있고, 유전형은 핵군 중심으로만 찍는 경우가 많음. ssGBLUP은 이런 부분 유전형 + 대규모 혈통 환경에서 효과가 좋음
- ssGBLUP은 유전력이 낮거나 측정 비용이 큰 형질에서 정확도를 높이며, '핵군'만 유전체 검사를 진행했어도 전체 집단의 개량 속도를 높이는 효과가 있음

(다) 평가의 결과물 : gISU(genomic Index Standard Unit, Total Merit Index)

- 모든 계산이 완료되면 돼지 한 마리당 하나의 점수가 매겨지는데, 이를 'gISU(유전체 통합 선발 지수)'라고 함
 - ☞ 모계지수(Maternal Index) : 산자수, 생시체중 균일도, 포유 능력 등에 가중치를 부여
 - ☞ 부계지수(Sire Index) : 일당증체량, 사료 효율, 지육률, 육질(pH, 육색, 근내지방도)에 가중치 부여
 - ☞ 최근에는 강건성, 질병 저항성도 포함
- gISU는 유전체 기반 종합지수를 표준화 단위로 표현한 값
 - ☞ gl(genomic Index) : 유전체 정보를 포함해 계산한 종합 육종지수
 - ☞ SU(Standard Unit) : 그 지수를 표준화한 단위(표준화 기반 점수)
- 경제적 가치 환산 : 점수가 높고 낮음만을 제시하지 않고, 이 용돈을 사용했을 때 수익이 몇 유로 증가한다는 경제적 가치로 환산하여 농가에 제시
- gISU 장점
 - ☞ 조기 선발이 가능 : 후보돈을 어린 나이에 걸러 세대간격을 줄이고, 같은 시간에 더 큰 개량량(특히 AI 센터 용돈 선발 시)

- 입식 체중 : 20~25kg(약 65~70일령) 사이로 검정소로 이동
- 방역 및 격리 : 입식 전 건강 상태(SPF 등급 등)를 엄격히 확인하며, 입식 후 2~3주 간 적응 및 격리 기간을 거침

(나) 본 검정 시작

- 본격적인 데이터 측정이 시작되는 단계
- 시작 체중 : 돼지들이 적응을 마치고 평균 35.kg에 도달하면 공식 검정을 시작
- 환경 통제 : 모든 돼지는 동일한 사료, 동일한 온도, 습도, 동일한 면적의 돈방에서 사육됨. 이는 환경에 의한 오차는 줄이고 오직 '유전적 차이'만 보기 위함임

(다) 핵심 형질 측정

- 검정소에서는 개별 사료 효율 측정
- 사료요구율 (FCR) : ACEMA(자동 사료급이기)를 사용하며 RFID를 인식하여 각 돼지가 하루에 몇 번, 얼마나 사료를 섭취했는지 실시간으로 기록
- 일당증체량(ADG) : 35kg부터 종료 시점까지 매일 평균 몇 g씩 자랐는지를 자동 체중계를 통해 측정
- 초음파 측정(*in-vivo*) : 검정 종료 시점에 초음파 장비로 등지방두께(Backfat thickness), 등심 근육 두께(Muscle depth)를 측정하여 살코기 비율을 추정

(라) 육질 및 지육 검정(Sib-testing)

- 후보 웅돈과 유전적으로 가장 가까운 형제(거세돈 또는 암돼지)를 함께 검정소에서 키운 뒤 똑같은 조건에서 도축
- 도축 및 도체 검정(Carcass assessment)
 - ☞ 도축 직후 또는 냉각 후 도체중, 등지방두께, 근육 면적 등의 도체 형질 측정
- 측정 항목
 - ☞ pH 측정 : 도축 직후(pH1)와 24시간 후(pH24) 측정하여 고기의 보수력을 체크
 - ☞ 육색(L, a, b*) : 분광광도계를 사용하여 소비자가 선호하는 선홍색인지 정밀 측정
 - ☞ 드립로스(Drip loss) : 일정 시간 후 고기에서 흘러나오는 육즙의 양을 재어 신선도 평가
 - ☞ 근내지방(IMF) : 등심 단면의 마블링 상태를 분석

pH 측정(초기 pH/최종 pH)

1. 의미/목적 : 근육의 산성도는 단백질 변성, 육색, 수분 보유 능력에 직접적인 영향. PSE육 판정에 필수
2. 측정법/실무절차
 - ✓ 측정 시점
 - pH45(약 45분 후) – 초기 응급 산성도(급격한 pH 하강 관찰)
 - pHu (ultimate pH, 일반적으로 24시간 후) – 사후 완전 안정화된 pH, 육질 최종 지표
 - ✓ 측정 장비 : 고체용 pH 전극(침투식 pH probe) 사용. 전극은 근육 내부(심부)에 삽입하여 측정
 - ✓ 교정 : 측정 전 pH 4.0/7.0 표준 버퍼로 교정, 교정은 매일(또는 매시) 수행 권장
 - ✓ 시료 부위 : M. longissimus(등심) 중심부 권장, 동일 부위, 일관성 필수
 - ✓ 주의 : 전극 손상, 온도, 보정 필요(측정값은 온도에 민감), 생체/도체 표면 건조 시 표면 값 왜곡 가능 → 깊이 삽입하여 측정
3. 표준화 포인트
 - ✓ pH45는 도축 후 45분 내에 측정, pHu는 24시간(± 2 시간) 후 측정
 - ✓ 전극 교정(2점 이상), 계측 온도 기록, 동일 근육, 위치에서 측정

육색 측정(CIE L*/a*/b*)

1. 의미/목적 : 소비자 관점의 시각적 품질 지표(밝기, 적색도 등). 가공 판매 등급 결정에 영향
2. 측정법/실무절차
 - ✓ 장비 : Minolta Chroma Meter(또는 Hunter) 등 표준 색차계 사용
 - ✓ 측정 조건
 - Blooming time(공기 접촉 산화 시간) : 절단 후 30분 정도 표면 산화 시간을 준 후 측정
 - 측정 횟수 : 샘플당 최소 3회 이상
 - Aperture(측정창 크기) : 샘플 크기에 맞는 큰 aperture 선택
 - 광원/표준 조명 : D65 표준광원 모드 권장
 - ✓ 결과 표시 : L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)
 - ✓ 주의 : 표면 수분, 근섬유 방향, 광원 등이 값에 큰 영향. 측정 환경(조명, 배경) 표준화 중요



Minolta Chroma Meter

검정소에서의 육질 검정 절차

1. 사양 및 도축 준비

- 시험장에서 선정한 돼지가 표준화된 환경하에서 사육
- 도축 시험은 일정 체중 또는 연령에 근접했을 때로, 시험 조건을 통제하여 환경 요인의 영향을 최소화 함

2. 도축 및 도체 검정(Carcass assessment)

- 도축 직후 또는 냉각 후 도체중, 등지방두께, 근육 면적 등의 도체 형질을 측정
- 이후 근육 표본이 채취되어 육질 검정을 위한 분석 진행

3. 육질 검정(Meat quality testing)

- 근육에서 pH, 육색(L*, a*, b*), 수분 보유 능력(drip loss, cooking loss), 근내지방(IMF) 등을 측정
- 검정소에서 통제된 조건에서 반복성 유전성을 분석할 수 있도록 설계

4. 데이터 분석 및 유전능력 평가(Genetic evaluation)

검정소의 주요 평가 항목

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| • 도체중(Carcass weight) | • 수분 보유 능력(Drip loss, Cooking loss) |
| • 등지방두께(backfat thickness) | • 근내지방도(IMF) |
| • 근육 단면적(muscle area) | • 경우에 따라 경도(Tenderness) 또는 가공성 지표 |
| • 최종 pH(pHu) | |
| • 육색(L*, a*, b*) | |

(3) 농장 검정(On-Farm Test)

- 프랑스에서 검정소 검정이 정밀도를 담당한다면 농장 검정은 많은 데이터를 생산하고, 모계 라인의 개량을 담당하는 거대한 축
- 검정소 검정의 후보돈은 소수의 선택된 엘리트만 가지만, 농장 검정은 각 종돈 회사의 핵군에서 태어나는 모든 후보돈(암/수)을 대상으로 함

(라) IFIP의 표준화 및 검정원 시스템

- 농장 검정이 개별 민간 농장에서 이루어짐에도 불구하고 국가 데이터로 인정
- **공인검정원** : IFIP에서 교육받고 자격을 부여받은 '공인검정원'이 농장을 방문하여 측정하거나, 농장 직원이 측정하더라도 IFIP의 엄격한 감사를 받음
- **장비의 표준화** : IFIP가 승인한 특정 초음파 기기와 소프트웨어만을 사용해야 하며, 측정 데이터는 조작 불가능한 형태로 BNP에 자동 전송

프랑스의 농장 검정과 검정소 검정 비교

1. 농장 검정

- 종돈 회사 검정으로 많은 데이터를 생산하고, 모계 라인 개량을 담당하는 축
- 검정 개시 : 30kg 전후
- 종료 및 측정 시점 : 100~110kg
- **주요 측정 항목** : 성장률(일당증체량), 초음파 측정(등지방두께, 등심 근육 깊이), 외모심사 및 강건성(지제 점수, 유두수), 유전체 샘플링

2. 검정소 검정

- IFIP가 관리하며, 육종가 상위 10~20% 이내 후보 수태지 입식 : 부계 라인 개량
- 입식 체중 : 20~25kg, 검정 개시 : 35kg
- 종료 및 측정 시점 : 115~120kg
- **주요 측정 항목** : FCR, ADG, 등지방두께, 등심 두께, 도축 후 pH1 및 pH24, 드립로스, 근내지방(IMF)

(4) Axiom

- Axiom 사는 프랑스 육종회사인 Gene+, ADN이 2016년 10월에 통합하여 만든 회사
- Agrial, La Coop, TERRENA 등 8개의 조합이 주주임. 종돈 판매 두수는 200천 두/년(프랑스 내 103천 두), 정액 매출량은 연간 250만 도스, 종돈 및 정액은 40개 나라에 수출
- 2개의 검정소 운영, 연간 9,000두의 수태지를 검정하고 네답 시스템(Nedap System)을 사용

(5) Nucleus

(가) 육종 체계 : 유전체 선발법 활용

- 프랑스 내 8개 양돈조합이 주주인 Nucleus 사는 GGP농장에서 4개 품종(GGP농장:Large White 모돈 1,600두, Landrace 모돈 1,000두, Duroc 부계 라인 모돈 1,000두, Pietrain 모돈 900두 규모)에 대해 선발을 하고 있고, 연간 14만 두의 후보돈 양돈장에 분양하고 있고, 1,100두의 웅돈을 AI 센터로 판매



[그림 3-49] Nucleus 사의 모계 육종피라미드



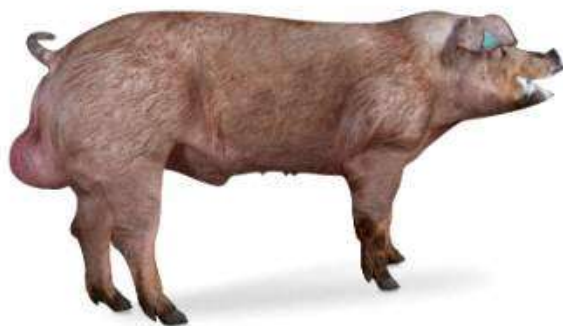
[그림 3-50] Nucleus 사의 부계 육종피라미드

[표 3-5] Nucleus의 피어트레인 검정 성적

구 분	검정성적
☆ 수돼지 검정성적(18~105kg)	
사료이용률(FCR)	2.09
일당증체량	1,065g/일
☆ 비육농장	
사료이용률(FCR)	2.29
일당증체량	805g/일
☆ 평균 검정 성적	
100kg 도달일령	128일
정육률	67.8%

Nucleus 두록

○ GGP농장의 두록 모돈 규모는 1,000두로서 육질, 성장률에 중점을 두고 선발



[그림 3-53] Nucleus 두록

※ Nucleus 두록 육종목표

- 성장률
- 육질
- 근내지방도
- 등지방두께
- 적육률

2. 국내 육질검정체계 분석 및 개선 방안 도출

가. 돼지개량네트워크 사업 육질검정

- 돼지개량네트워크는 주로 생산성 형질(등지방두께, 산자수 등) 위주로 개량이 이루어져 왔으며, 육질 개량은 상대적으로 소수의 개체만 검사
- 2009년~2024년 돼지개량네트워크 육질 검사 두수는 1,435두로 주요 검정 대상은 두록 순종 및 암돼지 검정 탈락돈

(1) 돼지개량네트워크의 육질 검사 추진 과정

- 도축장에서 채취한 시료를 이용하여 이화학적 분석 및 관능 평가 실시
- 지방산 조성, 육색, 전단력, 가열감량, 일반성분(수분, 조단백, 지방, 조회분), pH, 보수력, 관능검사(색, 연도, 향, 다즙성, 기호도) 측정을 위해 좌등심을 채취하여 시료를 냉장 상태에서 실험실로 신속히 이동 후 분석
- 수집된 시료를 동일 조건 아래 지방산 조성(팔미트산, 올레산, 스테아르산, 리놀레산 등), 육색(명도, 적색도, 황색도), 전단력, 가열감량, 일반성분(수분, 조단백, 지방, 조회분), pH, 보수력, 관능검사(색, 연도, 향, 다즙성, 기호도) 등 분석 평가
- 실험실에서 이화학적 검사는 AOAC 검사법, 일반적인 육질 평가 지침 및 당 실험실에 적합한 변형된 방법을 기준으로 하여, 시료 처리 및 분석항목 별로 전담 연구원과 보조원을 구축하여 진행
- 하지만 표준화 미비, 표본 수 부족, 개량 지표화 미진의 한계점이 존재

(2) 2025년 육질검사 주요 추진 사항

- 육질 검정 항목 확대 : pH, 근내지방도(IMF), 지방산 조성(특히 올레인산 함량에 기준), 육색, 보수력 등
- 검정 체계 표준화 : 종돈장의 초음파 측정(B-mode, IMF), 도축장별 냉도체 판정 및 자동 등급 판정기(VCS2000, 오토폼) 등을 통해 검정 형질과 함께 도축 형질 데이터 표준화
- 올레인산 형질 도입 : 25년 6월부터 국내 최초로 도축 후 24시간 내 올레인산 함량 측정 장비를 도입·운용 중

나. B-mode 초음파 검정을 통한 육질 개량

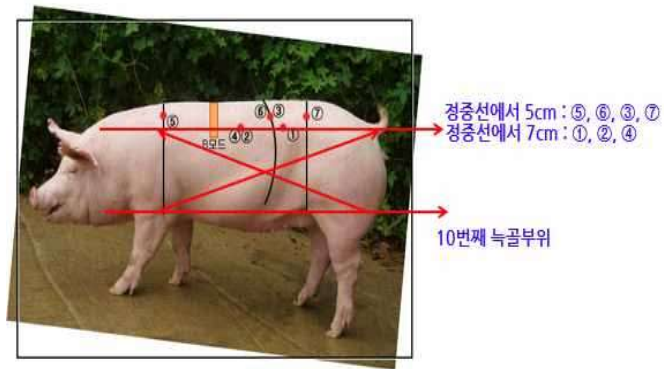
(1) 초음파 측정

(가) B-mode 초음파 기기 : EXAGO

- B-mode(Brightness mode) 초음파는 2차원 영상 형태로 조직의 단면 이미지를 보여주는 방식으로, 각 조직에서 반사된 초음파 신호의 강도에 따라 화면의 밝기(Brightness)로 표시
- 검정돈의 등 부위에 프로브(초음파 탐촉자)를 대고, 근육과 지방층의 경계를 이미지로 확인



[그림 3-55] Exago(B-mode)



[그림 3-56] B-mode 초음파를 이용한 검정

(나) 초음파 검정을 통한 육질 개량

- B-mode 초음파 검정은 정중선에 수직으로 측정할 경우와 정중선에 수평인 상태로 측정할 경우로 나누어 살펴볼 수 있음
- B-mode 초음파 기기로 IMF를 측정
 - ☞ 근내지방도를 측정하기 위해서는 10번째 늑골 부위 기준 정중선에 수평인 상태로 5cm 하단 부위에 프로브를 대고 측정
 - ☞ 측정 부위를 면도하고 측정할 경우 측정이 더 쉬워질 수 있으며, 측정 면과 프로브가 밀착되도록 힘껏 누르고 측정
 - ☞ 삼각근(등세모근)이 일부 나오는 위치에서 갈비뼈가 4개 정도 보이는 위치에 촬영

다. 냉도체 판정

(1) 냉도체 판정이란?

- 냉도체(cold carcass)란 도축된 돼지의 지육을 일정 시간(18~24시간) 동안 냉각시켜 등심 부위 내부 온도가 5℃ 이하인 도체를 말함
- 냉각된 냉도체 상태에서 도체의 상품성과 육질을 평가하는 절차를 '냉도체 판정'이라 함. 반면에 고기 온도가 아직 따뜻한 상태에서 등급을 매기는 것을 온도체 판정이라 함. 현재 우리나라는 소(한우)의 경우 100% 냉도체 판정을 하지만, 돼지의 경우 거의 모든 도축장에서 반도체 상태로 냉각 창고에 들어가기 직전에 등지방과 도체중 정보로 등급을 판정하는 온도체 판정을 실시
- 돼지를 냉도체 판정 하지 않는 이유는 현실적 한계 때문임. 돼지는 하루 도축 물량이 너무 많아 모든 지육을 24시간 냉장고에 보관하기엔 공간과 비용이 많이 들고 이에 따라 유통 속도 저하가 문제점으로 드러남
- 돼지 냉도체 육질 측정과 관련한 법령은 농림축산부 고시 축산물 등급판정 세부 기준에 나와 있으며, 냉도체 등급판정은 종돈개량, 학술 연구 등의 목적으로 희망할 경우 측정하도록 하고 있음

(2) 냉도체 판정의 중요성

- 냉도체 판정이 중요한 이유는 고기가 차갑게 식어야 지방이 굳고(응고), 고기 속의 단백질이 숙성되면서 진짜 육색과 마블링(근내지방)이 나타나기 때문임
- 또한 냉도체에서 pH가 안정화되고 경직이 완료되어 육질 평가가 가능해 짐
- 냉도체의 경우 등지방두께와 정육률 등의 측정 오차가 줄어들어 더 정확한 등급 판정이 가능
- 모든 돼지는 못하더라도 '육질 개량'을 하기 위해서라면 일정 부분 냉도체 판정을 통해 피드백되어야 육질 개량에 한 발 더 다가설 수 있음

(3) 냉도체 판정 형질

- 냉도체 판정 관련 법령은 축산물 등급판정 세부 기준(시행 25.2.24)에 나타나 있음

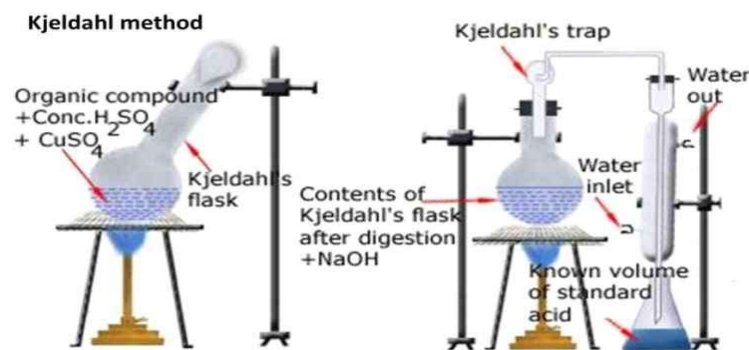
라. 이화학적 검사

(1) 수분

- 정의 : 시료(근육·도체)의 전체 중량 대비 수분 비율(%). 고기 조직의 신선도·조리성·질감에 직접 영향.
- 측정법(일반) : 건조법(oven drying, loss on drying): 일정량을 오븐(105°C 등)에서 건조한 후 무게 감소로 수분을 계산. 식품분석에서 표준으로 많이 쓰임(다양한 변형 존재).
- 대체법/현장 : 수분 분석기(비중·마이크로웨이브/가열식 수분 측정기) 사용 가능

(2) 조단백질(Crude Protein)

- 정의 : 시료 내 총질소를 단백질로 환산한 값(일반 환산계수 6.25 사용).
- 측정법(일반) : Kjeldahl법(질소 정량 후 환산) 또는 Dumas(연소-질소검출)법(빠르고 자동화 가능). AOAC 표준 방법으로 널리 채택.



[그림 3-59] 질소 정량을 위한 Kjeldahl법

(3) 지질(Lipid)

- 정의 : 시료 내 총지방(또는 추출 가능한 지질)의 질량비(%) — 근내지방(IMF)을 따로 측정할 수도 있음.
- 측정법(일반) : Soxhlet 추출법(용매 추출)이 전통 표준. Bligh & Dyer(또는 Folch) 용매분해법은 특히 조직 시료에 널리 쓰임. 각 방법 간 값 차이 존재하므로 동일법 사용 권장.

표준 프로토콜을 따름

(7) 지방산 조성

- 정의 : 지방산은 조직 내 지질을 구성하는 주요 성분으로, 사료조성·유전형질에 따라 달라지는 **지방산 조성(fatty acid composition)**은 육질(풍미, 건강도, 산화안정성)에 큰 영향을 줌.
- 주요 평가지표 : 포화(SFA) / 불포화(UFA) 비율, MUFA, PUFA 함량, n-6/n-3 비율
- 측정법(일반) :
 - ☞ 추출: Folch(1957) 또는 Bligh & Dyer(1959) 용매법으로 총지질 추출
 - ☞ 메틸화: 지방산을 FAME(fatty acid methyl esters) 형태로 전환
 - ☞ 분석: GC-FID (Gas Chromatography – Flame Ionization Detector)로 개별 지방산 정량
 - * 컬럼: CP-Sil 88 또는 DB-23
 - * 내부표준: C19:0 또는 C17:0

(8) 아미노산 조성(%)

- 정의 : 단백질 가수분해 후 구성하는 아미노산의 조성 및 함량은 풍미·영양가가 열반응(Maillard reaction) 등에 직접적 영향.
- 평가 지표: 총필수/비필수 아미노산 함량, 맛 관련 아미노산(글루탐산, 알라닌 등)
- 측정법(일반) :
 - ☞ 가수분해: 6 N HCl, 110°C, 24 h
 - ☞ 전처리: 여과 및 건조
 - ☞ 분석: Amino Acid Analyzer (이온교환 크로마토그래피 + ninhydrin 검출) 또는 HPLC (PITC, OPA derivatization)
 - ☞

(9) 지방 산화도

- 정의 : 지방산이 산소에 의해 산화되어 생성되는 과산화물·알데하이드 등의 축적 정도를 나타내며, 육색·향·보존성을 결정하는 핵심 품질 지표.
- 측정법(일반) :
 - ☞ TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substances) 값

MDA(malondialdehyde) × TBA → 분홍색 복합체 → 530 nm 흡광

- 돼지개량네트워크에 참여하는 두록의 암돼지를 중심으로 육질 개량에 참여하는 종돈장에는 인센티브를 적용하는 방안이 필요

(2) 분석 항목의 표준화 및 단순화

- 육질을 개량하기 위해서 기본적으로 육질을 측정해야 함
- 측정할 육질 항목은 이화학적 분석 항목을 비롯해 다양한 항목들이 있으며, 이들 모두를 분석하게 되면, 많은 시간과 비용을 소모
- 검정 단계에서부터 도축 후 샘플링하여 분석할 때까지의 과정에서 수집해야 할 육질 항목과 분석 방법을 육질 개량 목표에 맞게 추출하여 표준화 단순화 할 필요가 있음
- 이는 소비자의 니즈와 종돈장의 요구, 도축 분석 방법을 모두 고려하여 결정해야 하며, 소비자 및 전문가들과의 협의가 수반되어야 할 것임

(3) 종돈 데이터 센터 구축(신규 사업)

- 종돈장, 축산물품질평가원, 도축장 등 육질과 관련된 개량 형질 데이터를 통합할 데이터베이스가 필요
- 참조 돈군 조성을 통해 이미 수집한 유전체 데이터로 유전능력평가를 실시하고 이를 통합 데이터베이스에 업데이트
- 데이터베이스에 있는 자료를 정밀 측정하고 이러한 사항을 축적하면서 딥러닝 방식으로 검정 형질을 유추할 수 있는 시스템을 갖춘 데이터 센터가 필요- 프랑스의 BNP 역할
- 데이터 센터 구축은 국가 단위 신규 사업으로 실시하며, 종축 데이터와 연계하여 시너지를 기대

(4) 삼겹살 개량을 위한 신규 육질 형질 개발

- 삼겹살은 약 15종 내외의 근육과 근간지방으로 형성된 복합 조직으로, 돼지 부분육 중 경제적 가치가 가장 높고 소비자 선호도가 매우 높은 부위. 최근에는 단순히 지방이 많은 삼겹살보다는, 적절한 지방 분포와 균형 잡힌 구조를 가진 삼겹살에 대한 소비자 요구가 증가하고 있으며, 일부 개체에서는 특정 부위에

- 한돈의 품질 제고를 위해서는 산(종돈장, 대한한돈협회), 학(학계), 연(종축개량협회, 축산과학원) 및 농림축산식품부 등이 모두 협력체계를 구축해야 함



(6) 단계별 육질 검정의 문제점 파악 및 개선 사항 제안

[표 3-8] 육질 검정의 문제점 및 개선 방안

구분	문제점	개선방안
농장 단계	검정체중 : 근내지방도 측정 시 검정 체중이 낮으면 충분히 마블링이 되지 않은 상태로 측정하여 활용도가 떨어짐	육질 개량을 위한 부계 종돈의 근내지방도 측정은 생체중 110~115kg 전후에 실시토록 함
	두록의 암돼지만 육질 검정에 이용하고, 수돼지에 대한 검정은 거의 하지 않음	암·수돼지 모두에 대한 초음파 및 육질 검정 실시
	농장별 환경 차이로 인하여 육질에 대한 상대 비교 검사가 어려움	표준화 사양관리(사료 급여프로그램) 대책 마련

(나) [미래 중심] 디지털 정밀 검정 및 AI 데이터 통합 모델

- 벤치마킹 대상 : 덴마크(SEGES), 네덜란드(Vion)
- 핵심 목표 : 신규 형질(삼겹살) 개발 및 딥러닝 기반의 자동화된 개량 체계 구축
- 생체 정밀 스캔 : 살아있는 돼지에서 삼겹살의 층(지방/살코기)을 투시할 수 있는 B-mode 초음파 측정법을 표준 검정 방법으로 채택
- 종돈 데이터 센터 연동 : 도축장의 자동 등급 판정기(VCS2000 등)와 종돈장의 유전체 데이터를 실시간 클라우드로 통합
- AI 기반 유전능력 예측 : 축적된 빅데이터를 딥러닝으로 분석하여, 자돈 때 이미 최종 육질 성적을 90% 이상 예측하는 시스템을 구축
- 삼겹살 특화 지수 개발 : 과지방 삼겹살을 방지하고 최적의 층 형성을 유도하는 '삼겹살 품질 지수'를 표준화
- 장점 : 수입육 대비 압도적 품질 차별화, 장기적 개량 속도 극대화, 프리미엄 브랜드화 유리

(다) 모돈의 자율성 및 포유 지표(Sow Autonomy & Nursing)

- 프랑스 개량 체계나 Topigs Norsvin에서 강조하는 지표로, 사람의 도움 없이 모돈 스스로 키워낼 수 있는 능력
- **유효 유두 수(Number of Functional Teats)** : 단순히 젖꼭지 수가 아니라, 실제로 젖이 잘 나오는 유능한 유두의 개수입니다.
 - ☞ 해외 추세 - 최근에는 산자수가 많아짐에 따라 16개 이상(8쌍)을 기본으로 개량
 - ☞ 맹유두(Blind teats/inverted teats)나 부유두(supernumerary teats)는 제외
- **포유 능력 (Mothering Ability)**: 모돈의 젖 분비량과 모성애를 종합적으로 평가
- **자돈 생존율 (Piglet Survival Rate)**: 태어나서 이유할 때까지 살아남는 비율
 - ☞ 총 자돈 생존율(Total Piglet Survival Rate / Livability) = (이유두수/총산자수) × 100
 - ☞ 이유 전 육성률(Pre-weaning Survival Rate) = (이유두수/생존산자수) × 100

(라)효율성 및 회전 지표(Efficiency)

- 모돈이 얼마나 낭비 없이 생산을 지속하는지를 나타냄
- **재발정일수(Weaning to Estrus Interval, WEI)** : 이유 후 다시 발정이 올 때까지의 기간. 이 기간이 짧고 일정해야 회전율이 높아짐
- **비생산일수(Non-Productive Days, NPD)** : 임신도 아니고 포유도 하지 않는 날수를 최소화 하는 지표
 - ☞ $NPD = \text{총 사육일수} - (\text{임신일수} + \text{포유일수})$

(2) 해외 종돈 개량의 최신 트렌드

- Quantity to Quality

과거(Quantity Focus)	현재(Balance & Quality Focus)
총산자수(TB) 극대화	생존자돈수(BA)와 생시 체중의 균형
무조건 많이 낳는 돼지	이유전 폐사율을 낮추는 돼지
양자 보내기 등 사람의 관리가 필수	모돈 자율성(Autonomy) 강화(스스로 포유)
PSY 40두 목표 경쟁	수명(Longevity) 및 산차별 균일성 강조

[표 3-9] 미국의 산자수 개량 및 활용

구분	핵심 내용
목표	번식 성적을 경제성과(ROI, Return on Investment)와 직접 연결하여 관리
KPI	총산자수, 이유두수, 이유전 폐사율, 분만율
개량 방향	많이 낳는 돼지 → 균일하게 태어나고 잘 자라는 돼지
활용 방식	번식 지표를 경영지표로 통합 → 투자·시설 개선 우선순위 결정
주요 육종회사 (PIC 등)	생시체중 균일도, 모성 능력, 자돈 생존성 중심의 선발지수 개발

다. PIC

(1) PIC가 집중하는 산자 형질

○ 분만 사이클 회전 능력

☞ 재발정이 빠른 모돈 = 산차/년(모돈회전율) 증가 = 모돈 1두당 출하두수 증가

○ 이유자돈수

☞ 미국 상업 농장의 KPI로 사용하는 지표

☞ 단순한 다산이 아니라 “살아남은 자돈 수” 를 반영

○ 초기 회복력 / 균일한 생시 체중

☞ 평균 산자수 보다 “균일하고 건강하게 태어난 자돈”을 선발 목표로 함

(2) PIC 개량 목표

○ PIC는 유전체 기반 균형 개량을 통해

☞ 총산자수 + 생시 체중 동시 향상

☞ 생존성 + 균일성 개선

☞ 모돈회전율, 수익성 강화를 달성

○ PIC 개량은 ‘많이 낳는 모돈’이 아니라 ‘살아서 이유까지 가는 자돈을 더 많이’, ‘반복적으로 생산을 하는 모돈’을 만드는데 초점을 두고 있음

라. 덴마크 – DanBred

- 덴마크 DanBred사는 전세계에서 '산자수'와 '양돈 경제성'이라는 분야에서 독보적인 1위를 차지하고 있는 브랜드
- 2024년 DanBred 성적
 - ☞ 생존산자수 : 19.2두 (상위 10% 20.0두)
 - ☞ 이유두수 : 16.5두 (상위 10% 18.0두)
 - ☞ PSY : 37.3두 (상위 10% 41.9두)
 - ☞ 모돈회전율 : 2.25회 (상위 10% 2.33회 이상)
 - ☞ 자돈 폐사율 : 약 21% 수준↓, 상위 농장은 18% 미만

(1) 산자형질의 핵심 특징(Hyper-Prolificacy)

- DanBred의 가장 큰 특징은 '다산성' 그 자체. 하지만 최근에는 단순히 많이 낳는 것을 넘어서 '살아남는 것'에 집중
- LP5(Live Piglets on day 5) : DanBred 개량의 상징적인 지표
 - ☞ 단순히 태어난 숫자가 아니라 분만 후 5일째에 살아있는 자돈 수를 측정
 - ☞ 측정 이유 : 산자수가 20두를 넘어가면서 분만 직후 폐사가 많아지자, 생존력과 모돈의 포유 능력을 결합한 이 지표를 핵심 선발 지수로 삼음
- 폭발적인 PSY : 덴마크 상위 농가들은 이미 PSY 35~40두 수준에 도달해 있음. 이는 전 세계에서 가장 높은 수치
- 높은 균일도와 활력 : 새끼를 많이 낳으면서도 생시 체중이 급격히 떨어지지 않도록 유전적으로 관리하여, 자돈의 초기 활력이 매우 훌륭함

[표 3-14] DanBred 산자형질 개량 목표의 트렌드

핵심 개량 지표		비고
~2004년	총산자수(TB)	무조건 많이 낳는 것이 최고
2004~2021년	LP5(5일령 생존 자돈수)	많이 낳는 것보다 살아남는 것이 중요
2022년~	LP5 + 모돈 수명 + 사료효율	많이 낳고, 잘 키우고, 모돈도 오래 살아야 함

- 결국 많이 낳는다(19~20두) + 많이 살린다(이유까지 16~18두) + 모돈회전율 (2.25 이상) → **PSY 35~42두/년 달성**

마. 네덜란드 Topigs Norsvin

- EU(특히 네덜란드, 북유럽 쪽)는 동물복지 규제가 매우 강함
 - ☞ EFSA(유럽식품안전청)에서는 18두 이상의 다산은 동물복지에 문제가 있다고 지적
- Topigs Norsvin은 목표 생존산자수(NBA)를 12~14두로 하여 복지형 균형을 유지하는 방향으로 개량



[그림 3-66] TN70 모돈의 연도별 유전적 개량 추세

바. 네덜란드 - Hypor

(1) Hypor의 산자형질 목표

○ "16 - 15 - 14"

- ☞ 총산자수 16두를 낳고 그중 15두가 살아 태어나고 최종적으로 14두를 건강하게 이유
- ☞ 많이 낳는 것보다, 살릴 수 있는 만큼 낳아 효율적으로 기르는 것
- ☞ 지속 가능한(livable) 다산의 표준

○ 기능 유두수

- ☞ 목표 : 최소 16개 유두 = 실제 키울 수 있는 자돈 수

○ 자돈 균일성 & 생시 체중

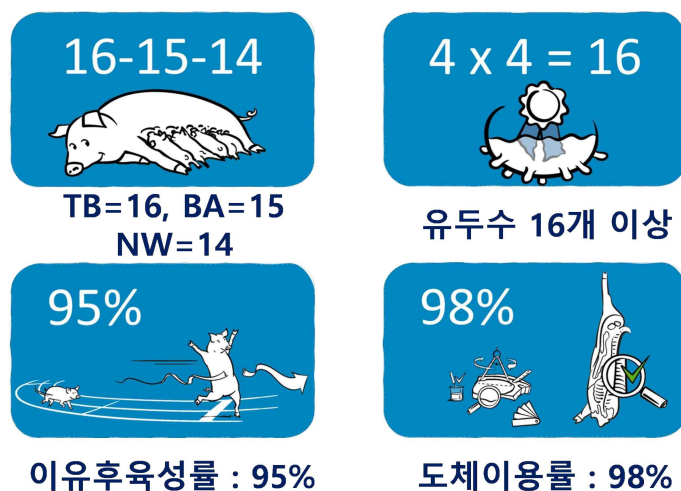
- ☞ 개별 자돈의 생시 체중과 14일령 체중까지 추적
- ☞ 균일하고 적정 무게의 자돈 → 도태/치료/인력 투입 감소 → 비용/노동 절감 = 농장 이익

○ 모돈 수명성

- ☞ 연간 약 2.5회 분만, 6산 이상 안정적으로 유지할 수 있도록 선발

○ 연간 생산성(≈ PSY 개념)

- ☞ 모돈 두당 연간 30두 이상, 3주령 체중 6.3kg 수준으로 이유



[그림 3-65] Hypor의 모계 개량 목표

사. 국내 산자 형질

(1) 국내 데이터 관리

○ 한돈팜스(2024, 약 2,900 농가)

- ☞ 모돈 두당 연간 이유두수 : 22.3두
- ☞ 모돈 회전율(산차/년) : 약 2.14
- ☞ 모돈 두당 연간 출하두수 : 약 19두 전후

○ 피그플랜(2024, 479 농가)

- ☞ 평균 PSY : 24.9두
- ☞ 상위 10% PSY : 32.0두
- ☞ 상위 1% 농가 : 34.5두
- ☞ 일부 상위 농가는 덴마크 국가 평균(35.6두)에 근접하는 수준까지 도달했지만, 전체 평균은 20대 중후반

○ 현재 개량 활용 방식

- ☞ 현재 국내 개량/컨설팅은 여전히 총산자수, 생존산자수, 이유두수 등 전통적인 번식 지표를 중심으로 상위 농장을 발굴 컨설팅을 진행
- ☞ 산업 전반의 KPI로는 아직 PSY, MSY 위주로 발표
- ☞ 자돈 폐사율(포유기 폐사, 압사 등), 모돈 수명(탈락률) 등 세부 KPI 부재

○ 한국 활용 과제

- ☞ 번식 성적 평가(KPI)에 자돈 생존성(이유전 폐사율), 모돈 생존성(탈락률), 비생산일수(재발정 지연)를 포함해야 함
- ☞ 상위 농가(PSY 30~34두)의 사양/유전/인프라 모델을 표준화/매뉴얼화해서 보급 모델로 확산할 필요
- ☞ PSY, MSY 등 단순 수치 목표보다 특정 원인을 쪼개서 관리하는 덴마크식 접근이 필요

○ 한국형 개량 활용 전략

- ☞ 국가 단위 KPI 표준화 : PSY, MSY, 이유두수, 폐사율, 회전율 정기 발표
- ☞ 생존성 중심 개량 지표 도입 : 자돈 생존율, 모돈 수명 반영
- ☞ 상위 농가 기술 표준화 및 확산 : PSY ≥30두 농가의 사양관리 모델화
- ☞ 방역 복지 지표 통합 관리 체계 구축 : 생산성과 복지를 동시에
- ☞ 국제 수준 대응 : 균형 육종, 지속 가능한 생산성

아. 산자형질 데이터 수집 과정

(1) 수집 단계

단계	내용	예시
현장 측정	분만/이유 시점에 농장 직원 또는 자동 장비가 기록	분만일, 산차, 총산자수, 생존산자수, 사산수, 미이라 수, 이유일, 이유두수, 모돈 체중, 자돈 체중, 유두수
전산 입력	현장 입력을 태블릿/터미널/스캐너/RFID로 실시간 저장	PIC : Farm Data Link DanBred : Danish Herd Recording System Topigs : PigVision Hypor : Libra Data Hub
중앙 통합 DB 및 유전평가 시스템	수집된 모든 표현형 자료는 중앙 서버로 송신되어 정제 →QC→분석→BLUP/GBLUP	SEGES Pig Research Centre(Denmark) Topigs Norsvin Herdbook PIC Genetic Improvement Platform

(2) 수집 항목

단계	세부 항목	측정 시기	측정 방식
분만관련	- 총산자수(Total born) - 생존산자수(Born Alive) - 사산 수(Stillborn) - 미라 수(Mummified fetuses) - 분만일, 분만 시간 - 보조 분만 횟수	분만 직후	육안 계수 + 태블릿 입력 + 센서 알림
자돈관련	- 생시체중(Birth weight) - 자돈 균일도(Litter uniformity = SD or birth weight) 14일령 체중(Weight at 14 days) - 이유체중(weaning weight) - 이유일(weaning date) - 이유두수(weaned piglets)	출생/14일령/이유	개체별 전자 체중계 또는 비전 카메라 작동 계측
모돈관련	- 산차(parity) - 유두수(Functional teats/Teat number) - 체형점수(Body Condition Score) - 다리 상태(Leg Score) - 이유후 재발정 간격(Wean-to-Estrus Interval) - 번식간격(Lactation Length, Gestation Length) - 생존율(Sow Survivability)	분만, 이유, 교배 주기별	육안 평가 +사진 기록 +전산입력 +RFID 연동

1. 기대효과

- ☐ 국가 단위 종돈 육질 개량을 위한 검정 및 평가 시스템 체계 구축
- ☐ 국내 양돈 산업의 현실을 고려한 과학적 기반의 개량 사업 추진
- ☐ 우수종돈 보급을 통한 농가 생산성 및 수익성 증대
- ☐ 한국형 고품질 종돈 개량을 통한 소비자 신뢰 제고

2. 활용방안

- ☐ 국내 여건에 맞는 한국형 종돈 선발 및 보급
- ☐ 신규 개량 형질 도입 및 활용 : 산자 형질
- ☐ 표준 매뉴얼 배포 및 교육
- ☐ 데이터베이스 구축 및 활용
- ☐ 정책 수립 기초 자료

I. 목적 및 적용 범위

1. 목적

본 매뉴얼은 돼지의 검정부터, 도축, 육질 분석에 이르는 모든 단계의 표준 작업 지침을 제공함으로써 다음과 같은 목적을 달성하고자 한다.

가. 검사 절차의 표준화

검사자나 장소에 상관없이 동일한 기준과 방법을 제공하여 검사를 수행함에 있어 데이터의 재현성을 확보

나. 데이터의 신뢰성 및 객관성 확보

과학적 근거에 기반한 측정 방법과 유의 사항을 준수함으로써 분석 결과의 오차를 최소화

다. 육질 향상을 위한 피드백 체계 구축

개체별 생체 데이터와 도축 후 육질 데이터를 정밀하게 매칭하여, 유전적 개량 및 사양관리 개선의 기초 자료로 활용

라. 업무 효율성 증대

복잡한 육질 검사 과정을 단계별로 시각화하여 현장 실무자가 쉽고 정확하게 업무를 수행할 수 있도록 도움

2. 적용 범위

가. 적용 대상

나. 검정 체중

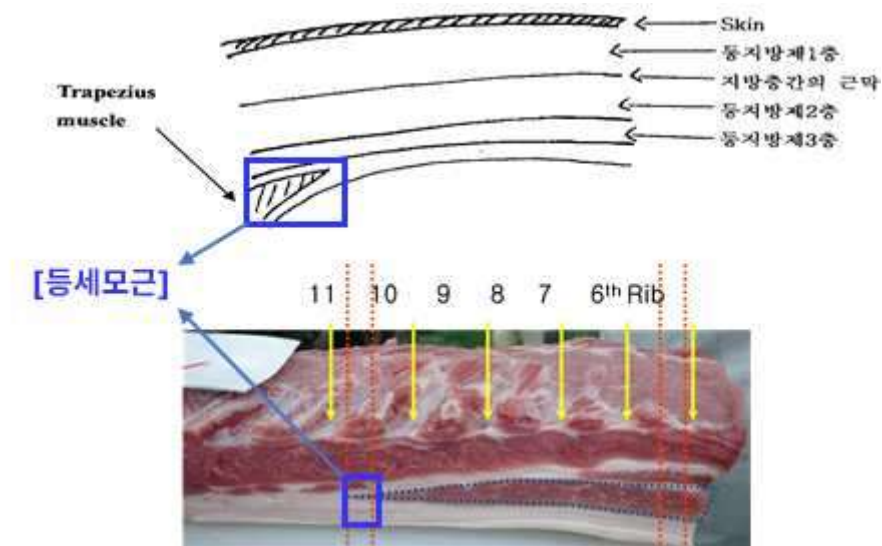
- 일반적인 농장 검정에 준함
- 검정 체중은 평균 90~105kg으로 품종 및 검정 목적에 따라 조정

다. B-mode 초음파 측정

1) 측정 형질 : 근내지방도

2) 측정 부위

- 10번째 늑골 부위로 정중선(척추)에 수평으로 프로브를 대고 측정
- 10번째 늑골 부위는 등세모근이 끝나는 위치로, 등세모근을 기준으로 찾을 수 있으며, 또한 심장이 보이는 마지막 부위로 갈비뼈 사이로 짙은 음영이 움직이는 것을 관찰하여 찾을 수 있음



[그림 1] 10번째 늑골과 등세모근

- 높이는 정중선으로부터 5cm 떨어진 부위를 측정



[그림 3] 올바른 근내지방도 이미지 측정

4) 인원 배치

- 측정자 1 명 : B-mode 초음파 측정 및 체중 측정, 돼지 보정
- 기록자 1명 : 측정치 기록, 이미지 영상장치 저장, 돼지 보정
- 기타 1~2명 : 검정돈 이동 및 통제 관리, 모근 채취(DNA 분석 시) 등

3) 측정 후 관리

- 기기(B-mode 초음파기, 이미지 분석 장치, 프로브, 저울)는 전원을 끄고 선을 뽑아서 정리함
- 기기는 외부 충격에 약하기 때문에 운반 시 조심해야 하며, 특히 돼지들이 건드리지 못하도록 주의함
- 사용 후 기기와 연결선, 프로브 등은 물티슈 등으로 깨끗하게 닦은 후, 소독제를 형겅, 티슈 등에 묻혀 소독하도록 함.
- 기기를 보호하는 스킨 등은 오염이 되어 있다면 기기로부터 분리하여 물세척을 하고, 소독을 한 후 충분히 건조한 다음에 기기에 부착하도록 함

2. 출하

가. 출하 전 육질 검사(근내지방도 측정)

두록종의 경우 출하 직전(115kg 전후) 근내지방도가 제대로 나타나므로, 출하 전에 근내지방도를 측정함으로써 검정에 활용할 정확한 근내지방도 데이터를 획득하도록 함. 또한 검정 시의 근내지방도와 비교함으로써 검정에 활용 정확도를 제고토록 함

1) 근내지방도의 측정

- 측정 일자 : 출하 1~2일 전
- 측정 방법 및 측정 양식은 검정의 근내지방도 측정과 동일함
- 근내지방도 측정 후 입묵 실시
- 개체 체중 측정(출하 체중)

2) 측정 개체 식별을 위한 이표 및 이각 수행

- 이표(Ear Tag) : 탈락 방지를 위해 귀 중앙부에 확실히 부착하며, 번호가 선명해야 함



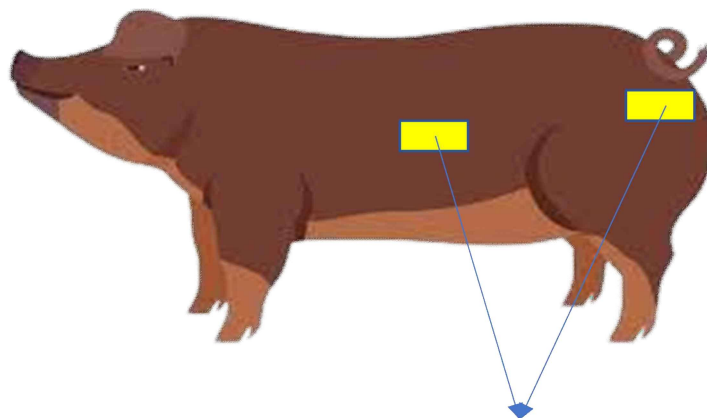
[그림 5] 이표 종류 및 장착기

- > 이표의 경우 이각에 비해 돼지에게 주는 스트레스가 적고, 누구나 개체 번호를 확인하기 쉽다는 장점이 있음

- > 잉크 패드를 사용하는 경우 잉크 패드는 항상 청결하게 유지해야 함.
오물이 섞이면 문신이 흐려지고, 오염 원인이 될 수도 있음

2) 출하 전 근내지방도 측정 후(또는 체중 측정 후) 입묵 실시

- 잉크 패드(또는 잉크 판)에 충분한 양의 잉크를 담음
- 입묵기에 입묵 번호에 맞는 활자를 끼워 넣음. 활자의 번호와 개체 번호를 확인하고, 타격기에 이물질이 끼어 있지 않은지 점검
- 보정 : 근내지방도 측정 후 보정된 상태에서 입묵하면 수월. 따로 입묵을 위해서는 개체가 움직이지 않게 보정할 필요가 있음
- 타격 부위 : 햄 부위(양쪽) 및 옆구리에 타격



입묵 위치

[그림 7] 도축 전 입묵 위치

- 타격 시 입묵기는 타격면과 수직이 되도록 단 한 번에 강하고 짧게 타격
 - > 동일 부위 중복 타격 시 번호가 겹쳐 식별이 불가능함. 햄 양쪽 부위 타격 시 한쪽이 제대로 타격이 안 돼도 도체에서 개체 확인이 가능하여 두 부위 타격
 - > 약하게 타격할 경우 도축 시 입묵번호 확인이 불가능함. 입묵기 번호판의 깊이는 햄이나 옆구리 부위의 지방 두께보다 얇기 때문에 강하게 타격하더라도 큰 상처를 남기고, 출혈이 생기는 등의 문제가 없음



계류장 도착



계류중

[그림 8] 계류 : 계류 중 안개 분무를 통해 몸에 묻은 불순물을 닦는 모습

나. 도축

- 도축 시 도축 작업 시간 기록(실신, 방혈 시각 등)
- 방혈 후 지육 세척을 마친 직후, 예냉실로 입실 → 입실 시각을 기록하여 사후 강직 및 온도 하강 곡선 분석에 활용
- 예냉실 온도는 0~4℃로 함

4. 도축 후 육질검정 절차 및 유의 사항

가. 도축 후 개체 식별

- 24시간 냉장창고에 보관된 지육 확인



[그림 10] 도체에서의 입묵 번호 확인(좌- 옆구리, 우-햄 부위)

- 양식 3에 의거 도축 후 도축번호와 입묵번호를 기록지에 기록한 후 향후 양식 1에 기록한 입묵번호와 개체번호를 매치하여 도축 지육 기록과 개체번호를 연결
- 입묵 기록이 불확실한 개체는 따로 정리하여 확인토록 하며, 확인이 안되는 개체는 검정 시 활용할 수 없음

나. 냉도체 판정

- 냉도체 판정을 받기 위해서는 도축장 또는 축산물품질평가원에 냉도체 판정 사유와 판정 두수를 신고하면, 도축 다음날 냉도체 판정을 받을 수 있음. 판정 사유는 육질 개량
- 냉도체 육질 측정의 경우 축산물품질평가원의 평가사가 직접 도체를 확인



[그림 12] 휴대용 색차계(colorimeter)

2) 측정 전 준비 사항

- 블루밍(Blooming)
 - > 도축 후 24시간 냉각 → 4~5번째 늑골 부위 절단 후 30분 경과
 - > 목적 : 절단된 고기 표면이 공기에 노출되면서 Myoglobin이 산소와 결합하여 안정화된 육색(oxy-myoglobin)상태로 전환
 - > 블루밍을 하지 않을 경우 명도는 과소 평가되거나 변동성이 증가하고, 적색도는 왜곡될 수 있음.
- 표면 상태
 - > 수분 및 혈액 제거 : 닦을 수 있으나, 문지르지 말 것
 - > 지방이 덮인 부위는 측정을 피함

라. 지방산 측정(올레인 산)

1) 사용 기기

- 식육 지질 측정 장치(휴대용)
- 측정 항목
 - > 올레인 산(Oleic acid)
 - > 포화지방산(Saturated fatty acids)
 - > 단일불포화지방산(Monounsaturated fatty acids)



[그림 13] 휴대용 식육 지질 측정기

4) 측정 절차

- Step 1. 기기 준비
 - > 전원을 켜
 - > 측정 항목 선택(올레인산, 포화지방산, 불포화지방산)
- Step 2. 프로브 접촉
 - > 광학 프로브를 고기 지방 부위에 수직 밀착
 - > 틈 없이 접촉
- Step 3. 측정
 - > 측정버튼 누름
 - > 측정시간 : 약 2~3초
 - > 화면에 표시된 결과 확인
- Step 4. 반복 측정
 - > 동일 부위 2~3회 반복
 - > 평균값 사용
 - > 위치는 수 cm 이내 이동
- Step 5. 데이터 저장

5) 측정 효율 제고

- 휴대용 측정기와 실험실 분석의 병행 운용
 - > soma optical 측정장치와 실험실 기반 지방산 분석 장치를 보완적으로 병행 운용
 - > 휴대용 근적외선 분광 기반 분석기는 비파괴적으로 단시간 내 예측 가능하여 현장 스크리닝, 개체 간 상대 비교에 적합하지만 반드시 정량적 기준값(reference value)을 병행하여야 정확도가 높아짐



[그림 15] 휴대용 pH meter

4) 측정 전 준비

- 기기 교정
 - > 측정 당일 2점 교정 (pH 4.01, pH7.00)
 - > 교정 기록 보관
- 전극 상태 : 증류수로 세척하되, 닦지 말고, 물기를 털어서 제거

5) 측정 절차

- Step 1. 전극 삽입
 - > 근섬유 방향과 직각으로 등심 내부에 전극을 삽입
 - > 부드럽게 들어가도록 함
- Step 2. 값 안정 대기
 - > 수치 안정까지 5~10초 대기
- Step 3. 반복 측정

5. 이화학적 분석을 위한 샘플 채취 및 운송

이화학적 분석은 지육의 특성을 화학적, 물리적으로 분석하여 객관적인 품질 지표를 도출하는 과정으로 분석 목적과 예산에 따라 두 가지로 구분하여 시행

가. 통 등심(Whole Loin) 구입 및 운송

이 과정은 해당 개체의 등심을 구입하여 이화학적 분석 및 관능검사 등을 병행할 때 사용

1) 시료 확보 및 정육 작업

- 부위 선정 : 4~5 흉추(갈비뼈 시작점)부터 마지막 요추(허리뼈)까지의 최장근(M. longissimus dorsi) 부위를 선정
- 대분할 과정을 거쳐 등심 발골
- 개체 식별을 위해서는 육가공장의 협조가 필요한 상황
- 발골된 등심과 도체 번호를 매칭
- 도체번호(또는 입목)가 기재된 라벨을 시료와 함께 진공포장 내부에 넣어 개체 식별이 가능토록 작업

2) 포장 및 보호

- 육즙 유출을 방지하고 산화를 막기 위해 '진공포장'을 실시
- 운송 중 눌림이나 형태 변형을 막기 위해 전용 박스나 트레이에 포장

3) 냉장 운송(Chilled Transport)

- 0~4℃ 콜드체인을 유지하며 실험실로 이동
- 필요시 운송 차량의 내부 온도 변화를 운송 시간 동안 확인할 수 있는 온도기록계(타코메타)를 이용하여 출력한 후 기록 보관

양식 1. 검정 기록 양식(농장명 :)

작성일자 : 년 월 일

순번	개체 정보				특심 단면적	유두수 (좌-우)	이미지 번호			초음파 측정일	측정자	IMF 측정치			입목 번호
	개체이각	품종	성별	체중			IMF1	IMF2	IMF3			1	2	3	
1						-									
2						-									
3						-									
4						-									
5						-									
6						-									
7						-									
8						-									
9						-									
10						-									
11						-									
12						-									
13						-									
14						-									
15						-									

주) 입목 번호는 도축 후 지육으로부터 개체 확인시 필요

양식 3. 도체 개체 확인지(작업장 코드 :)

번호	도축번호	입묵번호	개체번호	샘플 번호
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				