

11-15430
000-0021
41-01

발간등록번호

11-15430000-002141-01

가축도체용 DNA 검사시료반자동채취기구개발최종보고서

첨단생산기술개발 R&D Report

2018

농림축산식품부

가축도체용 DNA 검사시료 반자동 채취기구 개발

최종보고서

2018. 01. 31.

주관연구기관 / (주)한국육류연구소
협동연구기관 / (주)송강지엘씨

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “가축도체용 DNA검사시료 반자동 채취기구 개발”(개발기간 : 2015. 12. 18. ~ 2017. 12. 17.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 01. 31.

주관연구기관 : (주)한국육류연구소
협동연구기관 : (주)송강지엘씨
위탁연구기관 : 국립한경대학교

주관연구책임자 : 고 경 철
협동연구책임자 : 김 영 철
위탁연구책임자 : 공 홍 식

참여기업 : (주)한국육류연구소
(주)송강지엘씨

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

보고서 요약서

과제고유번호	115064-2	해당단계 연구기간	2015.12.18.~ 2017.12.17.	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	가축도체용 DNA검사시료 반자동 채취기구 개발			
연구책임자	고경철	해당단계 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 6명 외부: 4명	해당단계 연구개발비 (단위: 천원)	정부: 100,000 민간: 34,000 계: 134,000
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 12명 외부: 4명	총연구개발비 (단위: 천원)	정부: 200,000 민간: 68,000 계: 268,000
연구기관명 및 소속부서명	(주)한국육류연구소 (주)송강지엘씨 부설연구소			참여기업명: (주)송강지엘씨 (주)한국육류연구소	
위탁연구	연구기관명: 한경대학교			연구책임자: 공홍식	
<p>DNA검사를 위한 시료채취에 있어서 채취절차 또는 방법상의 실수나 오류 발생 시 관련자에 대한 부당한 시정명령이 내려질 수 있다. 그러므로 시료채취가 용이하면서도 정확하게 하도록 해주는 반자동 채취 기구를 개발하고자 하였다.</p> <p>시료채취자가 핀셋가위 등으로 수작업하고 있는 부분을 대체하는 반자동 시료채취기를 개발하고 동시에 시료보관 운송이 용이한 1회용 카트리지를 개발하였으며, 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 검사, 교차오염 검사, DNA 신뢰도 검증 등을 하여 가축 도체에서 DNA검사 시료를 교차오염 없이 반자동으로 채취하는 도구를 개발하였다.</p>				<p>보고서 면수: 121 page</p>	

< 국문 요약문 >

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」 [법률 제14478호, 2016. 12. 27. 일부개정]에 따라, 축산물이력제는 국내산 쇠고기에 대하여 2009. 6.에 전면 시행되었고, 국내산 돼지고기는 2015. 6.부터 시행되고 있다. 이와 같은 축산물에 대한 이력관리는 DNA 동일성검사에 의한 진위여부 판별에 기초하고 있는바, DNA검사를 위한 시료채취에 있어서 채취절차 또는 방법상의 실수 또는 오류 발생 시 관련자에 대한 부당한 시정명령이 내려질 수 있다. 그러므로 시료채취가 용이하면서도 정확하게 하도록 해주는 반자동 채취 기구를 개발하고자 하였다.</p> <p>본 채취기구는 크게 셋으로 구성되는데, 절취핀, 카트리지가, 그리고 기구물이다. 본 연구는 기 특허출원된 설계도(제1협동에서 실시권확보)에 기초하여 시료채취기기 개발을 시작하였음에도 불구하고, 시료채취용 절취핀 설계를 1차년도에 15회, 2차년도에 6회 총 21회의 수정 및 변경을 거쳐야 했으며, 절취핀을 담는 카트리지도 당초 8x8에서 6x6으로 변경하였으며, 시료채취기용 매거진의 경우도 제어회로 설계변경 5회 및 시작품 무게도 경량화 (3.0kg→2.3kg)하였다.</p> <p>시료채취기의 사용부위는 소와 돼지 도체의 경우 반막양근의 외부노출 부위가 최적인 것으로 나타났으며, 시료채취량은 0.5g정도이었으며, 절취된 시료 건조 및 보관조건으로 80℃에서3시간 건조 후 상온보관이 적당하였다.</p> <p>시료채취기의 도체표면 접촉시 발생할 수 있는 미생물교차오염 가능성은 기구물의 접촉면을 사용 전후에 70%알코올 거즈로 문질러줌으로써 염려할 필요가 없는 것으로 나타났다. 여러 개의 절취핀이 장착된 카트리지를 이용하여 연속적으로 시료를 채취하였을 때 우려되는 DNA혼입의 경우도 한 건의 DNA혼입도 발생하지 않았다.</p>					
연구개발성과	<p>축산물이력제의 근간인 DNA동일성검사 결과의 신뢰도를 높임으로써 절차상의 오류 또는 실수로 인한 부당한 시정조치 발동을 최소화함으로써 신뢰받는 축산물유통체계를 구축하는 데에 이바지 할 것으로 기대한다.</p>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>제작된 시료채취기는 축산물이력제가 적용되고 있는 산업현장(도축장 등)에서 이력관리를 위한 시료채취에 즉시 활용 가능하므로, 축산물 이력제 주관기관에서 이용하도록 시연회 및 설명회 개최하고자한다. 제품의 상품화를 통해 국내외 마케팅과 더불어 연간 40억 이상 매출 증가와 생산인력 충원을 통한 고용창출을 기대할 수 있다.</p>					
중심어 (5개 이내)	반자동 조직시료채취기구	DNA 검사	유전자 혼입	축산물이력제	가축시료	

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose & Contents	<p>According to the Cattle and beef traceability Act 12,813 (effective as of 2016.12.27.), beef traceability started from June, 2009 and pork traceability from June 2015. As Korean beef and pork traceabilities are based on the DNA identity test, errors or mistakes by sample collectors or testers on their test procedures would lead to unnecessary corrective orders for the related personnels and shops. In this project, a semi-automatic tissue collector has been developed to make tissue collection process easy and simple.</p> <p>The instrument was composed of several parts: cutting-pins, cartridge and magazine. Although starting from a liscensed patent, cutting pins have been revised twenty-one times, cartridges twice, magazines five times, and its weight lightened once in this project. The part of beef and pork carcasses to be tissue-collected from would best be <i>Semimembranosus m.</i> The amount of collected samples would be 0.5 gram, which could be properly dried at 80°C for 3 hours and then stored at room temperatures.</p> <p>Possible microbial cross-contamination due to the same instrument contacting a series of carcasses in the cooler of a slaughterhouse was very much lessened to a not-worrying level of below 0.1×10^1 cfu/cm². Any case of DNA cross-contamination was also not observed from the adjacent cutting-pins in the same cartridge, which could be another precaution of this instrument.</p>					
Results	This instrument can be instantly used in the slaughterhouses where beef and pork traceability systems are reinforced, so as to enhance the reliability of the traceability systems.					
Expected Contribution	Through its demonstrations in the slaughterhouses, the instrument would be introduced to the governments in the hope of replacing the present tissue-collecting system.					
Key words	A semi-automatic tissue-collector	genomic DNA determination	DNA contamination	traceability	carcass	

< Contents >

Chapter 1. Outlines of research project	1
Section 1. Purposes of research and development	1
1. Final aims of research and development	
2. The aims and natures of the research	
3. Annual research contents	
4. Annual research aims and contents	
Section 2. Needs of the research	3
1. Needs of the research	
2. Collecting and managing tissues for DNA identity test	
Chapter 2. Status of domestic and overseas technology development	14
Section 1. Domestic trends of the production and market of the related products	14
Section 2. Overseas trends of the production and market of the related products	19
Section 3. Achievements and contributions to related fields	22
Chapter 3. Contents of the research and result	24
Section 1. Research contents and developing plans	24
Section 2. Specific results of the research	30
Section 3. Expenses of the research funds	106
Section 4. Achievements of the research and development	108
Chapter 4. Goal achievements and contribution to related fields	114
Chapter 5. Fruits of this research and Practical use plan of results	118
Chapter 6. Information obtained during the research	120
Chapter 7. Security level of the research achievements	120
Chapter 8. List of research facilities and instruments registered the National Science and Technology Comprehensive Information System	120
Chapter 9. Implementation of safety measures in laboratories based on the research and development	120
Chapter 10. Representative research achievements	121
Chapter 11. Other considerations	121
Chapter 12. References	121

〈 목 차 〉

1장. 연구개발과제의개요	1
1절 연구개발 목적	1
1. 연구개발 최종목표	
2. 연구개발 목표와 성격	
3. 연차별 연구내용	
4. 연차별 연구개발의 목표 및 내용	
2절 연구개발 필요성	3
1. 연구개발의 필요성	
2. DNA 동일성검사 시료채취 및 관리	
2장. 국내외 기술개발 현황	14
1절 국내 관련제품의 생산 및 시장 현황	14
2절 국외 관련제품의 생산 및 시장 현황	19
3절 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과	22
3장. 연구수행 내용 및 결과	24
1절 연구내용 및 추진체계	24
2절 세부연구수행 결과	30
1. 1차년도	
가. 송강지엘씨- 가축 시료에서 DNA검사 시료 반자동 채취 기구 개발	30
나. 한국육류연구소- 개발 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 시료상태 검사-검증	47
2. 2차년도	
가. 송강지엘씨- 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결	55
나. 한국육류연구소- 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 시료상태 검사-검증	72
다. 한경대학교- 개발된 시료 채취기 이용하여 DNA검사결과 신뢰도 검증	96
3절 연구비 집행실적	106
4절 연구개발 성과	108
4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	114
5장. 연구결과의 활용계획	118
6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	120
7장. 연구개발결과의 보안등급	120
8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	120
9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	120
10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적	121
11장 기타사항	121
12장 참고문헌	121

<별첨> 연구개발보고서 초록, 자체평가의견서, 연구성과 활용계획서

< 표 목 차 >

[표 1-1] 연차별 연구개발 목표 및 내용	2
[표 1-2] DNA 동일성검사 분석과정	4
[표 1-3] DNA 동일성검사 검사용 시료채취 방법	5
[표 1-4] 식육포장처리업소	9
[표 1-5] 식육판매업소	9
[표 2-1] 국내 관련 제품 생산 및 시장 현황	18
[표 2-2] 국외 제품생산 및 시장 현황	21
[표 2-3] 제품의 산업화를 통한 기대효과	23
[표 3-1] 연차별 연구개발의 목표 및 내용	24
[표 3-2] 연구개발의 추진전략	26
[표 3-3] 연구개발의 추진체계	27
[표 3-4] 1차년도 연구내용 및 연구개발 추진체계	28
[표 3-5] 2차년도 연구내용 및 연구개발 추진체계	29
[표 3-6] I-1타입 제품 사양	56
[표 3-7] I-2타입 제품 사양	57
[표 3-8] I-2-1타입 제품 사양	58
[표 3-9] I-2-3타입 제품 사양	59
[표 3-10] I-2-3-1타입 제품 사양	60
[표 3-11] I-2-4타입 제품 사양	61
[표 3-12] 도체 시험 사전테스트	72
[표 3-13] 농가번호에 따른 도체번호	78
[표 3-14] 미생물 실험 방법	80
[표 3-15] 축종별 재료 필요량	81
[표 3-16] 채취부위에 따른 소독 방법	83
[표 3-17] 알코올 소독 실험방법	84
[표 3-18] 일반세균 교차오염에 대한 알코올 소독 효과	85
[표 3-19] 미생물 4종 교차오염에 대한 알코올 소독 효과	88
[표 3-20] 식육 중 미생물 검사결과 권장기준	88
[표 3-21] Touchdown PCR thermal cycling	98
[표 3-22] Information of Locus list and labeling	98
[표 3-23] 시간별 건조 상태 및 부스러기 발생 정도	99
[표 3-24] 3시간과 4시간 건조된 시료로부터 추출한 DNA NanoDrop 결과	100
[표 3-25] 건조 1주일, 1개월, 3개월 DNA NanoDrop 결과	101

< 그림 목 차 >

[그림 1-1] 시료 채취가위	6
[그림 2-1] 생육용 시료 채취기	14
[그림 2-2] 한우 개체 확인용 간편 시료 채취기	16
[그림 2-3] 반자동 샘플 채취장치	17
[그림 2-4] 대형동물용 조직 생검장치	17
[그림 2-5] 내시경용 생검 기구	19
[그림 2-6] 토양시료채취기	19
[그림 2-7] 생체 시료 채취기 및 그 채취방법	20
[그림 3-1] 카트리지 설계 변경	32
[그림 3-2] 절취핀 초기 구상 디자인	32
[그림 3-3] 절취핀 초기 검토형 디자인 A-1타입	32
[그림 3-4] A-1 절취핀 구조 및 샘플 금형	33
[그림 3-5] 절취핀 초기 검토형 디자인 A-2타입	33
[그림 3-6] A-2 절취핀 구조 및 샘플 금형	34
[그림 3-7] 절취핀 수정 디자인 B-1	34
[그림 3-8] 절취핀 수정 디자인 B-2	35
[그림 3-9] 절취핀 수정 디자인 B-3	35
[그림 3-10] 절취핀 설계 변경 디자인 C	36
[그림 3-11] 샘플 채취 절취핀 최적 각도 검토	36
[그림 3-12] 판금 Bending 디자인	36
[그림 3-13] 상하좌우 변형 뒤틀림 형상 검토	37
[그림 3-14] 절취핀 설계 변경 디자인 D	37
[그림 3-15] 미늘 각도 수정	38
[그림 3-16] 절취핀 설계 최종 시안 E	38
[그림 3-17] 제어 회로	39
[그림 3-18] 샘플 PCB 제작	39
[그림 3-19] 카트리지 헤드 및 장착 도면	40
[그림 3-20] 구동장치 세부 사항 및 절취핀 연동 구상 도면	40
[그림 3-21] 절취핀 카트리지 이송 방법 모식도	40
[그림 3-22] 카트리지 이송헤드 디자인 샘플용 및 동력 전달용 드릴 구매	40
[그림 3-23] 동력감속부 부품 실사 및 3D 스캐닝	41
[그림 3-24] 동력감속부 각 부품별 정밀 스캐닝 결과값	41
[그림 3-25] 동력감속부 부품(좌) 및 완성품(우)	41
[그림 3-26] 시제품 전체 도면	42
[그림 3-27] 1차 시제품	42
[그림 3-28] 시료 채취 테스트	43
[그림 3-29] 절취핀에 채취 된 시료 사진	43

[그림 3-30] 테스트에 사용된 카트리지와 절취핀	43
[그림 3-31] 완성된 2차 시제품	44
[그림 3-32] 완성된 카트리지 도면	44
[그림 3-33] QR코드 마킹 위치 도면	45
[그림 3-34] 실제 절취핀 QR코드 마킹	45
[그림 3-35] 절취핀 최종 도면	46
[그림 3-36] 샘플링 라벨지 사용 전	47
[그림 3-37] 샘플링 라벨지 사용 후	47
[그림 3-38] 시료채취 절취핀 7종	48
[그림 3-39] 절취핀 용기 카트리지 5구	48
[그림 3-40] 시료 채취	49
[그림 3-41] 시료 채취 후 지육 상태	49
[그림 3-42] 시료채취기 3구 카트리지 장착 측면	49
[그림 3-43] 시료 채취기에 3구 카트리지 장착 확대	49
[그림 3-44] 시료 채취 후 절취핀 용기 사진	50
[그림 3-45] 시료 건조 사진	51
[그림 3-46] 시료 절취핀 용기 보관 방향별 유출여부	51
[그림 3-47] 전용카트리지 보관 방향별 유출여부	52
[그림 3-48] 절취핀 단독 건조시의 시료 건조 양상	52
[그림 3-49] 절취핀을 포함한 3구 카트리지 건조 양상	53
[그림 3-50] 절취핀을 포함한 5구 카트리지 건조 양상	54
[그림 3-51] I-1 최초의 6X6 사이즈 절취핀 도면	56
[그림 3-52] 2회차 절취핀 업그레이드 도면	57
[그림 3-53] 3회차 절취핀 업그레이드 도면	58
[그림 3-54] 4회차 절취핀 업그레이드 도면	59
[그림 3-55] 5회차 절취핀 업그레이드 도면	60
[그림 3-56] 최종 절취핀 I-2-4 모델의 도면	61
[그림 3-57] 절취핀 I-2-3-2 모델의 최종 금형 도면	62
[그림 3-58] 금형으로 사출된 최종 절취핀 사진	62
[그림 3-59] 카트리지 최종 확정 도면	63
[그림 3-60] 카트리지 금형 도면	64
[그림 3-61] 카트리지 금형 사출물	64
[그림 3-62] 업그레이드 된 기구물의 시제품 설계도면	65
[그림 3-63] 최종 시제품 3D 도면	66
[그림 3-64] 최종 시제품 사진	66
[그림 3-65] 시제품의 수정 제어 회로도	67
[그림 3-66] 시제품의 제어회로 PCB	67
[그림 3-67] 샘플 채취용 슬라이드 판의 개념도	68
[그림 3-68] 샘플채취용 슬라이드 판	68
[그림 3-69] 절취핀으로부터 샘플채취 흐름도	69

[그림 3-70] KTC 의뢰 신뢰성 검증에 대한 시험 성적서	70
[그림 3-71] 특허 출원 번호 통지서 사본	71
[그림 3-72] 소 도체 시료채취 전·후	74
[그림 3-73] 돼지 시료채취 전·후	75
[그림 3-74] 시료채취에 따른 기구 내구성 테스트	76
[그림 3-75] 카트리지(번호 표기)	77
[그림 3-76] 돼지 후지(8마리)	77
[그림 3-77] 시료채취 모습	78
[그림 3-78] 알코올솜으로 시료채취부위 소독	79
[그림 3-79] 알코올 소독, 미소독 실험 방법	82
[그림 3-80] 식육채취부위	83
[그림 3-81] 미생물 분산액	87
[그림 3-82] 미생물 분산액 도포	87
[그림 3-83] 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료 건조 조건 확립을 위한 프로세스	96
[그림 3-84] DNA 검사 결과 신뢰도 검증을 위한 실험 프로세스	97
[그림 3-85] DNA 혼입 여부에 따른 유전자형 결과(예시)	102
[그림 3-86] 96 Sample에 대한 유전자형 결과(샘플 채취 순번으로 정렬)	102
[그림 3-87] 동일 개체에 대한 반복된 유전자형 결과	105

제 1장 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

제 1절 연구개발 목적

1. 연구개발의 최종목표

- 가. 가축 도체에서 DNA검사 시료를 교차오염 없이 반자동으로 채취하는 도구를 개발
- 나. 채취된 시료를 보관, 운송, 관리하는 ‘시료채취 업무프로세스’ 개발

2. 연구개발 목표와 성격

- 가. 범국가적으로 시행되고 있는 축산물(국내산 쇠고기와 돼지고기 및 수입쇠고기)이력제도의 근간은 이력관리 이행여부를 가려내는 DNA동일성검사에 있다.
- 나. 이와 같이 중차대한 DNA동일성검사는 시료채취방법에 좌우되는 바, 시료채취방법에서 DNA혼입이 차단되어야하고 시료채취보관운반 등이 용이하여야 한다.
- 다. 이러한 목적성을 충족시키기 위해서, 현재 시료채취자가 핀셋가위 등으로 수작업하고 있는 부분을 대체하는 반자동 시료채취기를 개발하고 동시에 시료보관운송이 용이한 1회용 카트리지를 개발하고자 한다.
- 라. 본 연구개발은 특허 출원된 기술을 토대로 하여 산업현장에 즉시 활용 가능한 제품을 개발·제작하고자 하는 것이다.

3. 연차별 연구내용

<1차년도>

- 가축 도체에서 DNA검사 시료를 교차오염 없이 자동 채취하는 도구를 개발
 - 가축(소)도체 검사시료를 전동드릴(drill)을 이용한 반자동시료채취기 개발 및 제작 <1협동>
 - 사용자 편의성 고려하여 채취기 중량을 초경량 포터블 장비로 개발<1협동>
 - 전기 충전식 및 배터리 교환 식으로 개발<1협동>
 - 교차오염을 차단하고자 시료를 채취·보관·운송·관리하는 1회용 카트리지개발<1협동>
 - 1회용 카트리지에 생산이력을 조회할 수 있는 아이디 입력 기능 개발<1협동>
 - 시료채취기 개발 중간단계에서 단계별 현장 검증 및 문제점 feedback <1세부>

<2차년도>

- 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 검사결과 신뢰도 검증
 - 시료채취기 시제품 사용단계(채취·보관·운송·관리)별 기기성능 및 시료상태 검사·검증<1세부>
 - 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결 <1협동>
 - 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA 검사 결과 신뢰도 검증 <1세부- 위탁>
 - 시료채취기의 도체 표면 접촉을 통한 미생물 교차오염여부 확인<1세부>
 - 국가공인기관에 시제품의 내구성 및 안전성 시험의뢰 <1협동>

4. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

표 1-1. 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	계획 수립 및 자료 조사	기초 자료 수집 및 연차별 목표 세부 수정 계획 수립
		카트리지 개발	기구 디자인 및 커터 날 개발
		제어회로 개발	과온방지, 과회전 방지 감지 회로
		본체 개발	본체 기구물의 디자인 설계 및 각 요소별 2D 평면디자인
		본체 개발	적정 규격의 모터 개발 및 충전기, 배터리 개발
		본체 개발	금형 외주 가공
		시제품 제작	1차 시제품 제작 및 수정 보완 작업
		성능테스트 및 디버깅	1차 시제품의 연구소 내에서 성능 테스트 및 부적합 요인 개선
		시제품 제작	1차년도 최종 목표인 시제품 2대 제작
		진도보고서 작성	1차년도 보고서 작성 및 제출
2차년도	2017	개발된 시료채취기를 통한 시료 확보	동일 개체를 대상으로 기존 시료채취 방법과 개발된 시료채취기를 이용한 시료 채취 방법을 이용하여 시료 확보
		Genotyping 을 통한 유전자형 확인	확보된 샘플을 이용해 DNA 추출 후 쇠고기 이력제 DNA동일성검사 방법과 동일한 방법으로 유전자형 확인
		유전자형 분석	기존 샘플 채취방법에 의한 시료와 개발된 채취기를 이용한 시료의 유전자형 비교 분석
		결과보고서 작성 및 제출	2차년도 보고서 작성 및 제출
		시료채취 시 미생물 교차오염 여부 확인	시료채취기의 도체표면 접촉을 통한 미생물 교차오염 여부 확인
		시제품 업그레이드 및 문제점 해결	사용단계별 문제점 도출 및 해결방안 도출하여 시제품 업그레이드
		국가공인기관 위탁 성능 검증	국가공인기관에 성능검증 의뢰
		최종 보고서 작성 및 제출	2차년도 보고서 작성 및 제출

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발을 요구하는 산업 환경

축산물이력제의 개요

- 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」 [법률 제14478호, 2017.6.28., 일부개정] (약칭: 축산물이력법)에 따라, 국내산 쇠고기, 국내산 돼지고기, 그리고 수입 쇠고기에 대하여 “이력관리”를 시행 중이다.
 - 국내산 쇠고기는 2004년부터 시범사업을 추진하면서, 2008.12.22.에 쇠고기 이력제 사육단계를 의무화하였고, 2009.6.에 유통단계를 포함하여 쇠고기 이력제 전면 시행되었다.
 - 수입쇠고기는 식육(지육·정육·내장·뼈 등) 및 포장육에 대하여 2010.12.22.부터 시행되었다.
 - 국내산 돼지고기는 2015.06.28.부터 전면 실시되었다.
- “이력관리”란 가축의 출생·수입 등 사육과 축산물의 생산·수입부터 판매에 이르기까지 각 단계별로 정보를 기록·관리함으로써 가축과 축산물의 이동경로를 관리하는 것을 말함 [축산물이력법, 제2조(정의)]
- 이러한 “이력관리”의 일환으로 실시하는 “DNA동일성검사”의 실시목적
 - 축산물 이력추적시스템의 유효성을 확인 감시함으로써 소비자 등으로부터 신뢰 확보
 - 위생·안전성, 원산지 표시 등의 문제 발생에 대비한 추적검사 시스템 확립으로 문제발생시 그 이력을 추적하여 회수, 폐기 등을 신속하게 조치

DNA동일성검사방법

- DNA동일성검사방법은 농림축산식품부고시 제2015-34호(2015.6.3.) 「가축 및 축산물의 개체 식별을 위한 DNA동일성검사방법」에 따르며, 그 검사추진체계와 시료채취 및 관리방법은 다음과 같다.

나. 검사 추진체계

DNA동일성검사의 실시목적

- 쇠고기 이력추적시스템의 유효성을 확인·감시함으로써 소비자 등으로부터 신뢰 확보
- 위생·안전성, 원산지 표시 등의 문제 발생에 대비한 추적검사 시스템 확립으로 문제발생시 그 이력을 추적하여 회수, 폐기 등을 신속하게 조치

시행기관: 시·도·국립농산물품질관리원·축산물품질평가원

이력단계별 ‘지도단속’과 이행실태 ‘모니터링’ 병행 실시

- 지도단속: 시·도(사육농가, 도축장, 식육포장처리업소)
국립농산물품질관리원(식육판매업소)
- 모니터링: 축산물품질평가원(이력정보 검증, 단속기관 정보제공)

- 이력단계별 시료채취 및 검사기관(모니터링 기관)
 - 사육단계: 시·도(모니터링: 축산물품질평가원)
 - ※시·도 가축위생시험소 또는 민간검사기관에서 검사(표본검사)
 - 도축단계: 축산물품질평가원(도축 전 두수 시료채취 및 보관)
 - 포장처리단계: 시·도(모니터링: 축산물품질평가원)
 - 판매단계: 국립농산물품질관리원(모니터링: 축산물품질평가원)






□ DNA동일성검사의 분석 및 판정절차

○ 분석과정

-일반적인 DNA동일성검사의 분석과정은 5단계로 실시

시료채취 -> DNA추출 -> PCR증폭 -> 전기영동 -> 유전자형 분석

표 1-2. DNA 동일성검사 분석과정

	시료채취
	DNA추출
	PCR증폭
	전기영동
	DNA 동일성여부확인

사진출처: 축산물품질평가원(www.ekape.or.kr)

2. DNA동일성검사의 시료채취 및 관리

가. 검사용 시료 채취

표 1-3. DNA 동일성검사 검사용 시료채취 방법

	업무흐름	추진요령
시료채취 후 지퍼백에 밀봉		칼, 가위 등 도구를 이용하여 살코기 부분을 약 20g 채취, 이를 약 10g정도로 이등분, 작은 크기의 투명 비닐 지퍼백(5cm·10cm)에 밀봉
시료채취 확인서 사본과 채취시료 봉투 밀봉		지퍼백에 넣은 시료는 발송대장에 기록한 후, 시료채취 확인서 사본과 함께 시료봉투에 밀봉
담당자간 서명날인		지정판매장 담당자와 시료채취자 쌍방이 밀봉한부분에 서명날인
검사용 지정봉투의 추가봉인		밀봉한 검사용 시료채취 지정봉투를 큰 크기의 투명 비닐 지퍼백(25cm·30cm)에 넣음
분석실 우송		지퍼백에 넣은 검사용 시료채취 지정봉투를 열음 및 냉매와 함께 스티로폼 박스에 넣어 밀봉한 후, 축산물품질평가원(유전자분석실)에 택배 등을 이용하여 우송

□ 검사용 시료채취 및 운송 방법

- 가공장·판매장에서 개체식별번호가 표시된 상태로 판매(포장 또는 대면)되는 경우에만 시료를 채취
- 채취방법은 날카로운 도구(칼, 가위 등)를 사용하여 살코기 부분을 약 20g 채취하고 이를 10g 정도로 2등분하여 각각 지퍼백에 밀봉
- 채취한 시료는 지정된 봉투에 넣어 시료채취 확인서 사본과 함께 밀봉하고, 판매자와 시료 채취자 쌍방이 밀봉한 부분에 서명 날인하여 축산물품질평가원(유전자분석실)에 택배 등을 이용하여 우송

□ 시료채취 및 우송 시 주의사항

- 세척 후 채취기구(핀셋)에 이물질이나 혈흔이 없도록 할 것
 - 동일성 검사에서 다른 개체의 조직 및 혈액 등으로 인한 오염으로 다른 개체로 판명되거나, 다른 개체가 같다고 판명이 날 수도 있다.
 - 사용 시 물기가 없도록 완전히 건조 후 사용

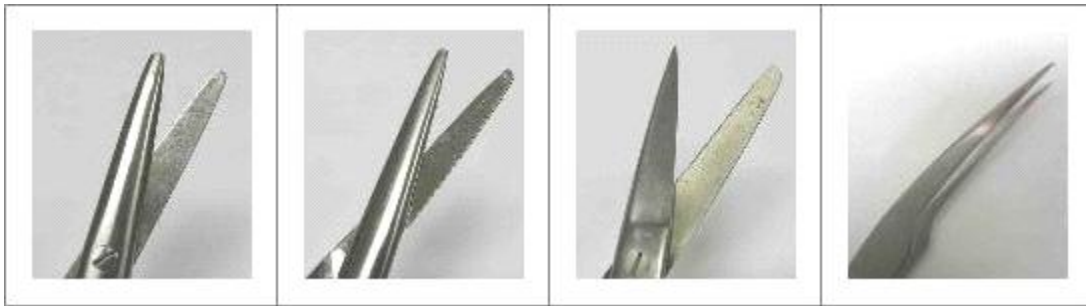


그림 1-1. 시료 채취가위.

- 여름철(5월~10월)시료는 얼음과 냉매 등을 이용하여 우송
 - 온도 상승 시 부패 등으로 DNA가 손상될 우려가 있다.
- DNA 동일성검사 의뢰서 및 시료봉투작성은 불펜 등을 이용할 것
 - 얼음과 냉매 등이 있을 경우 번짐 현상이 발생할 수 있다.

[이력제 단계별 업무 흐름도 요약]

단계	업 무
사육단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 출생(수입, 수출) 신고 <등록내용> - 송아지 출생 시 위탁기관에 신고하고 이(耳)표 부착 - 이표부착 후 이력관리시스템에 정보 입력 ○ 양도·양수, 폐사 - 소의 양도· 양수, 폐사 시 위탁기관에 신고 - 도축을 위해 출하할 경우에도 도축장에 출하농가 인적사항 및 개체식별번호 등 정보를 도축검사신청서에 기재 통보 ○ 변경 신고 - 기 신고 된 사항 중 개체식별대장의 내용을 변경, 누락오류의 수정을 하고자 하는 경우 신고
도축단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도축신청 접수 - 도축검사신청서 접수 ○ 개체식별 번호 확인 - 도축검사신청서와 이표에 표시된 개체식별번호의 일치여부 확인 - 이력관리시스템 등록 여부 확인 ○ 위생검사 및 도축 - 출하된 소의 이표와 신청서 상의 개체식별번호의 일치여부 확인 - 개체식별번호가 표시된 라벨을 출력하여 도체의 갈비 등에 부착 ○ DNA 시료 채취 - 축산물품질평가사 도체에서 시료채취 후 개체식별번호를 기록하여 축산물품질평가원 본원에 우송 ○ 등급판정결과 입력 - 축산물품질평가사는 개체식별번호 확인 후 등급판정내역 입력 및 자료 전송

단계	업무
포장처리단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공장 입고 <ul style="list-style-type: none"> - 입고된 도체와 거래명세서상의 개체식별번호 일치여부 확인 ○ 발골·정형 <ul style="list-style-type: none"> - 가공장에 입고된 도체의 개체식별번호 확인 후 개체가 섞이지 않도록 부위별 발골·정형 ○ 부위별 포장 <ul style="list-style-type: none"> - 부위별로 포장된 부분육의 개체식별번호가 표시된 라벨을 포장지에 부착 ○ 박스 포장 <ul style="list-style-type: none"> - 부위별로 포장된 부분육의 개체식별번호와 일치된 라벨을 겹포장지에 부착하고 소포장지마다 해당 개체식별번호 표시 ○ 출하 <ul style="list-style-type: none"> - 거래명세서와 개체식별번호의 일치여부 확인 후 판매장으로 출고
판매단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 판매장 입고 <ul style="list-style-type: none"> - 입고된 부분육과 거래명세서상의 개체식별번호 일치 여부 확인 - 거래 내역서에 개체식별번호 등 기록 관리 ○ 부분육의 소분할 <ul style="list-style-type: none"> - 개체식별 확인 후 단위별 소분할 작업 - 소분할 포장정육은 쇠고기의 개체식별번호와 동일한 번호를 포장지 등에 표시 ○ 개체식별번호게시 후 판매 <ul style="list-style-type: none"> - 쇠고기 또는 진열대 식육표시판 등에 개체식별번호를 게시하여 판매 - 소포장단위 판매 시 개체식별번호가 표시된 라벨을 포장지마다 부착 후 판매 ○ 이력정보 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 핸드폰, 터치스크린, 인터넷 등을 통해 쇠고기 이력 정보 공개
DNA 동일성검사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보관용 시료채취 <ul style="list-style-type: none"> - 도축장에서 보관용 DNA 시료채취 후 축산물품질평가원으로 이송 ○ 시료 보관 <ul style="list-style-type: none"> - 채취된 DNA 시료를 축산물품질평가원에 보관 ○ 검사용 시료 채취 <ul style="list-style-type: none"> - 가공장, 판매장에서 검사용 DNA 채취 ○ DNA 동일성검사 <ul style="list-style-type: none"> - DNA 추출, PCR 증폭, 전기영동, DNA 판독 ○ DNA 동일성여부 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 도축장에 채취된 시료와 가공장·판매장에서 수거한 시료의 DNA 동일성 여부확인

□ DNA 동일성검사 결과 불일치에 따른 조치

○ 시정명령 (법 제23조)

- 식육포장처리업소 및 식육판매업자가 개체식별번호를 표시하지 않거나 거짓으로 표시한 경우 시정을 명할 수 있다.

- 세부 시정명령 내용은 시도 및 농관원 자체 지침으로 규정

※ 확인서에 시정내역을 기재하고 위반자 서명 (거짓표시→표시변경, 미표시→표시이행)

○ 과태료 부과·징수

- 5백만원 이하의 과태료 처분을 받게 되며, 위반횟수는 최근 3년간 동일한 위반행위를 기준으로 한다.

표 1-4. 식육포장처리업소

위반행위	과태료 금액(만원)			
	1회	2회	3회	4회
포장처리실적 미신고(법 제4조 제2항)	10	20	40	160
개체식별번호 미표시, 거짓표시(법 제11조 제1항, 제2항)	30	60	120	240
개체식별번호를 표시한 영수증 등 미교부(법 제 11조 제3항)	30	60	120	240
시정명령 위반(제21조)	30	60	120	240
장부 미기록·거짓기록 및 보관의무 위반(법 제34조)	20	40	80	320
검사 또는 시료수거 거부방해 기피(법 제34조 제1항, 제15호)	50	100	200	400

표 1-5. 식육판매업소

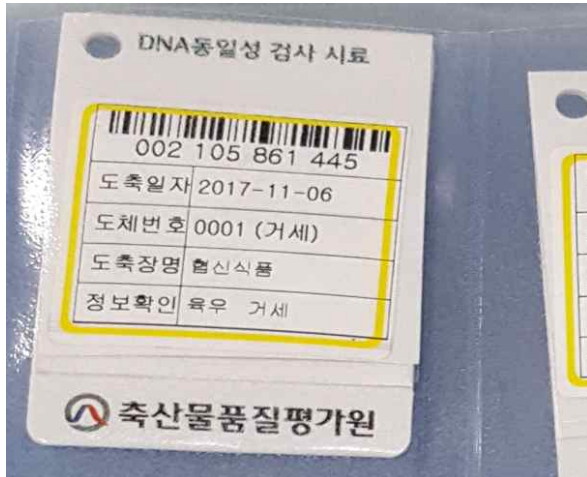
위반행위별	과태료 금액(만원)			
	1회	2회	3회	4회
개체식별번호 미표시, 거짓표시(법 제11조 제1항, 제2항)	30	60	120	240
개체식별번호를 표시한 영수증 등 미교부(법 제11조 제3항)	30	60	120	240
시정명령 위반(제21조)	30	60	120	240
장부 미기록·거짓기록 및 보관의무 위반(법 제34조)	20	40	80	320
검사 또는 시료수거 거부방해 기피(법 제14조 제1항~3항)	50	100	200	400

나. 보관용 시료채취

□ DNA 동일성검사 보관용 시료채취 방법

1) 보관용 시료채취 각 단계에서

- 시료채취 전 시료채취용지에 바코드 라벨을 붙인다.



샘플링 라벨지 내용

- 바코드
- 도축일자
- 도체번호
- 도축장명
- 소의 정보

2) 시료채취가위와 가방을 준비하여 도축장으로 들어간다.



3) 시료를 채취하여 시료채취용지에 붙인다.(0.5~1g채취)

※ 현행에서는 시료채취에 사용된 핀셋가위를 세척하고 건조시킨다.(시료채취 시 채취할 두수만큼 가위를 준비)



4) 건조기에 넣고 건조한다.(80℃, 3시간 이상)



5) 건조된 시료가 있는 샘플링 라벨지를 보관첩에 9개씩 도체번호 순으로 정리해 넣는다.



6) 시료를 박스로 포장하고, 축산물품질평가원 본부 유전자분석실에 송부한다.



□ 시료채취기구의 개발의 필요성

- 가위의 세척이 필요 없고, 위생적이며, 오염을 최소화 할 수 있도록 가위 없이 한 번의 작업으로 한 개의 시료를 신속하고도 완전히 채취할 수 있는 시료채취 전용키트의 개발이 필요하다.
- 시료채취 전용키트는 시료가 동일한 양이 채취되어 모든 시료가 최적의 건조 상태가 될 수 있게 해야 한다.
- 겹겹이 쌓아도 육즙이 나오지 않도록 키트를 최적화함으로써 최소의 고기가 채취되고 공간 활용성이 극대화되어야 한다.
- 시료 건조 후 바로 택배 포장함으로써 시료 보관함에 넣는 작업을 줄일 수 있고, 실험실에서 보관이 용이하며, 실험할 시료는 바로 꺼내서 시료검사 용기에 넣을 수 있어야 한다.

□ 시료채취기구의 개발의 중요성

- DNA 동일성검사는 검사 결과 불일치로 판명 시, 그 파장이 매우 클 수 있다.
 - DNA 동일성검사 결과 “불일치”로 판명 시, 검사대상자인 식육포장처리업소와 식육판매 업소에게 과태료가 부과되어 경제적인 부담뿐만 아니라,
 - 그 결과가 이용자인 고객(소비자)에게 알려지게 되면 해당업소의 영업(매출)에 막대한 지장을 초래할 수 있다.
- DNA 동일성검사에서 시료채취 시 DNA혼입 방지 및 예방은 동 검사의 실효성의 근간이다.
 - 동일성 검사용 시료채취에서는 채취자의 사소한 실수도 용납 될 수 없다.
 - 그러므로, 시료 오염(DNA 혼입 등)의 최소화, 시료 채취 소요시간의 단축, 시료보관 및 관리가 용이한 시료채취기구의 개발이 매우 중요하고 반드시 필요한 것이다.

□ 보관용 시료채취방법의 문제점

- 한 개의 가위로 한 번의 시료를 채취함으로써 많은 가위가 필요하며, 초음파 세척 등이 번거로움 초래한다.
- 시료카드에 고기를 넣는 과정에서 비닐을 부착하는 등 많은 시간이 많이 소요되며, 비닐 부착 시 올려놓은 고기가 자주 떨어져 다시 채취하는 경우가 많다.
- 시료 건조 시 부착된 비닐이 벌어져 내용물이 탈락되거나 육즙이 나올 수 있다.
- 건조된 시료를 다시 시료 보관함에 넣어야 한다.
- 가위로 채취하는 시료의 양이 일정하지 않아 물렁한 것부터 너무 건조된 것까지 차이가 날 수 있어 장기간 보관이 어렵다.

1) 제 2장 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

제 1절 국내 관련(유사)제품의 생산 및 시장 현황

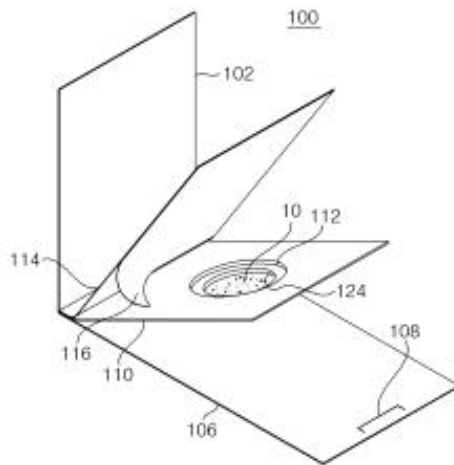
1. DNA 검사용 시료채취 반자동 기기 국내 관련 제품

가. 생육용 시료 채취기 (등록번호:20-0478029, 등록일자: 2015-08-11)

: 가축의 도축장 및 유통현장에서 친자감별 및 개체식별 등의 유전자 검사를 위하여 개체별 조직의 생육샘플을 확보하는 기록용지

도면

도면1



도면2

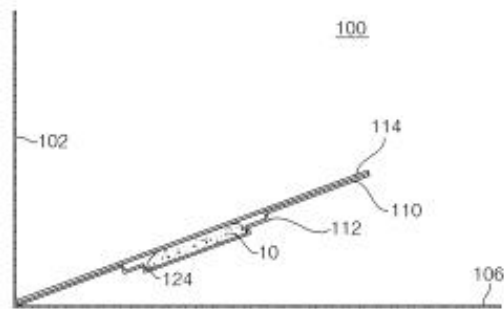


그림 2-1. 생육용 시료 채취기.

1) Kipris(<http://kpat.kipris.or.kr>)

- 한우를 비롯한 가축의 도축장 및 유통현장에서는 친자감별 및 개체식별 등의 유전자 검사를 위하여 개체별 조직의 생육샘플을 확보하고 있다.
- 생육샘플 채취를 위해 채취한 생육샘플을 단순히 튜브 내에 넣어 보관하는 방식이 알려져 있고, 이 방식은 튜브의 표면에 생육샘플 채취에 대한 간단한 명세를 직접 기록하거나 기록용지를 튜브 표면에 부착
- 하지만 이러한 튜브를 이용한 채취방식은 채취 명세를 직접 기록하는 것이므로, 기록내용이 지워질 수 있으며 기록용지를 튜브에 부착해야 하므로 채취 작업이 번거롭다는 단점이 있다.

나. 한우 개체 확인용 간편 시료 채취기(등록번호: 20-0367125, 등록일자: 2004-10-30)

: 한우 조직 시료를 채취하여 별도의 용기에 보관할 수 있도록 구성된 시료 채취기

- ‘생육용 시료 채취기’의 문제점을 해결하기 위해 안출된 한우 개체 확인용 간편 시료 채취기는 시료의 간단한 명세를 기록한 상부와 하부의 중간에 접는 선을 형성하고, 상기 상부와 하부의 뒷면에 부직포를 각 부착하여, 부직포 사이에 한우 조직 시료를 채취하여 별도의 용기에 보관할 수 있도록 구성된 시료 채취기이다.
- 하지만, 이 기술도 시료의 두께에 의해 부착 후에 상부와 하부 사이가 들뜨게 되며, 이러한 시료 채취기를 복수개 적재하는 경우에 상호 눌러지게 되는 현상이 발생할 수 있다. 또한, 부직포를 사용하는 경우 시료의 찌꺼기와 같은 액체성분이 흘러 내려 주위를 오염시키고 이 결과, 시료가 부패되는 문제도 발생할 수 있다.

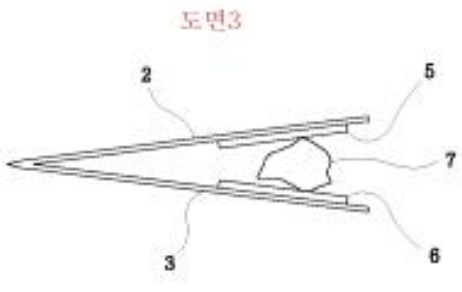
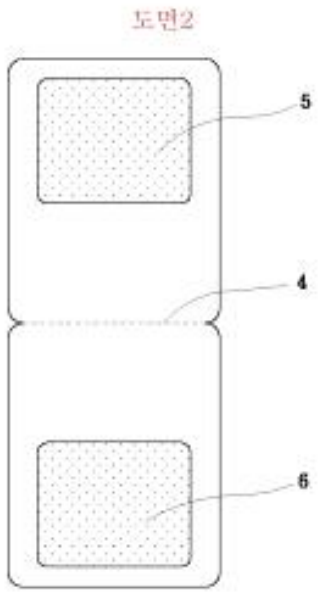
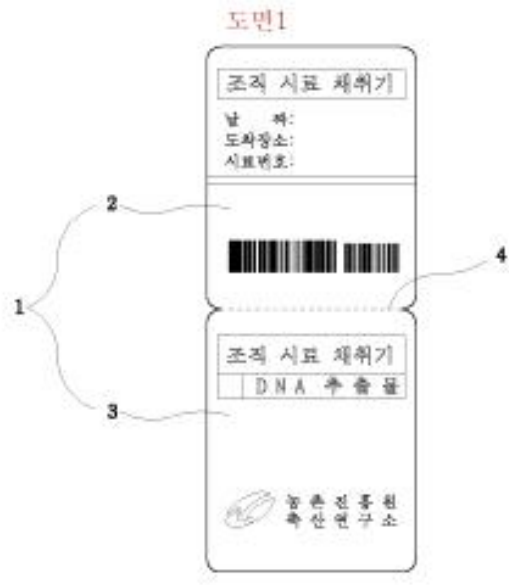


그림 2-2. 한우 개체 확인용 간편 시료 채취기.

다. 반자동 샘플 채취장치 (등록번호: 10-2015-0049302, 등록일자: 2015-05-08)

: 사후 인간, 동물 근육, 조직 등에서 일정량의 샘플을 채취하는데 적절한 소형 장치에 관한 것이다. 일회용 주사기에 일정량만큼을 채취하도록 특별히 고안된 니들을 꼽아서 원하는 조직샘플을 채취할 수 있도록 하는 기술

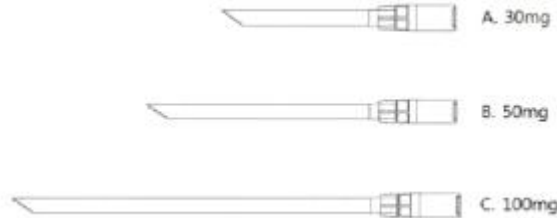


그림 2-3. 반자동 샘플 채취장치.

- 반자동 샘플 채취 장치는 동물의 근육, 조직 등에서 genomic DNA 추출을 위해 30mg~100mg 정도의 소량의 샘플을 채취한다.
- 소량의 샘플을 채취하기 위해 기존의 가위와 핀셋을 이용하여 일일이 세척하고 절취하는 것을 일정량만을 채취하도록 고안된 니들을 일회용 주사기에 장착하여 간편하게 샘플을 채취하도록 하였다.
- 하지만, 이 기술은 반자동으로 샘플을 채취하는 것은 DNA시료 채취기구와 같지만 샘플 채취량이 0.5~1g 인 것과 차이가 있다.

라. 대형동물용 조직 생검장치(등록번호: 10-1471465, 등록일자: 2014-12-04)

: 체내의 신체조직 일부를 잘라낸 후 현미경으로 검사하여 병의 유무를 진단하는 것으로 널리 이용, 가축동물에 있어서 조직을 채취하여 육질을 평가하는데 사용

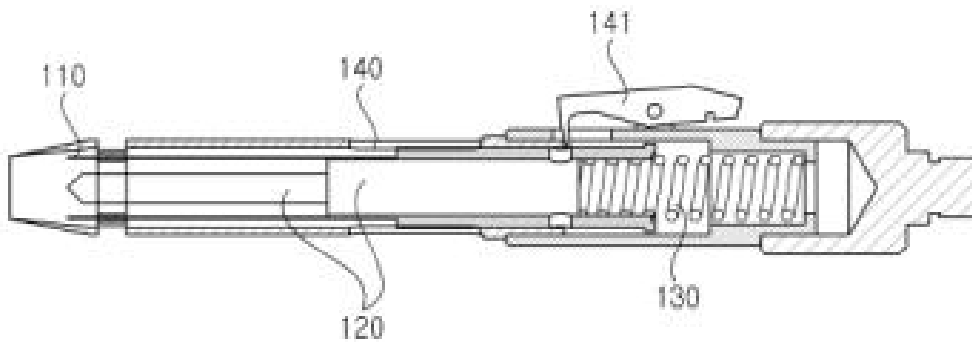


그림 2-4. 대형동물용 조직 생검장치.

- 조직 생검법은 체내의 신체조직 일부를 채취하여 검사하는 방법으로 사람의 질병 유무 진단 외에도 모든 생물의 유전자 또는 품질 검사에 적용되고 있다. 생체에서 시료를 채취하는 Biopsy 기구들은 다양하게 개발되고 있는데 이는 대부분 사람을 대상으로 한 의료용 조직 생검 장치이다.

- 살아있는 가축의 육질평가용 조직 샘플 장치로 본 연구에서 개발하고자 하는 시료채취기구와 용도 및 기술의 차이가 있다.

2. 관련 제품 생산 및 시장 현황

표 2-1. 국내 관련 제품 생산 및 시장 현황

제품명	특징	사용용도	시장현황
DNA시료 보관용카드	종이 접착부위에 채취한 시료를 종이에 부착시켜 보관하는 방법	고기 채취용	일부 사용
한우 개체 확인용 간편 시료 채취기	한우 조직 시료를 채취하여 별도의 용기에 보관할 수 있도록 구성된 시료 채취기	고기 채취용	일부 사용
반자동샘플 채취장치	인간, 동물근육, 조직 등에서 일정양의 샘플 채취하는데 적절한 소형 장치	고기 채취용	일부 사용
대형 동물용 조직 생검 장치	외부로부터 육질 평가에 필요한 동물 조직 채취	고기 채취용	일부 사용

제 2절 국외 관련(유사) 제품의 생산 및 시장 현황

1. DNA 검사용 시료채취 반자동 기기 국외 관련 제품

가. 내시경용 생검 도구(출원번호:28571310, 출원일자:2015-06-02)

- 환자의 몸으로부터 조직 샘플을 채취하기 위한 내시경용 생검 도구
- 조직채취를 가축이 아닌 환자의 몸에서 하는 것이 본 개발 기기와 차이가 있다.

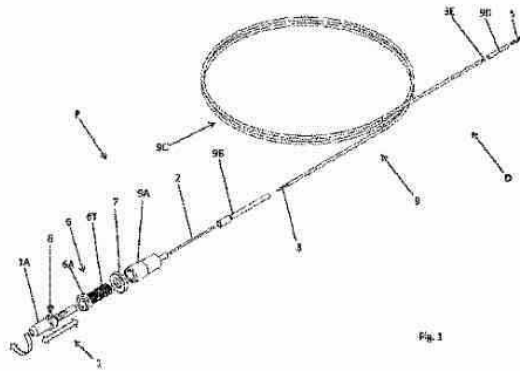


그림 2-5. 내시경용 생검 도구.

나. 토양시료 채취기(출원번호:58059363, 출원일자:1983.04.06.)

- 외부 실린더로 상부 부분 제공함으로써 자연 상태에서 토양 표본을 획득
- 토양채취용으로 고기채취용인 시료채취기구와는 차이가 있다.

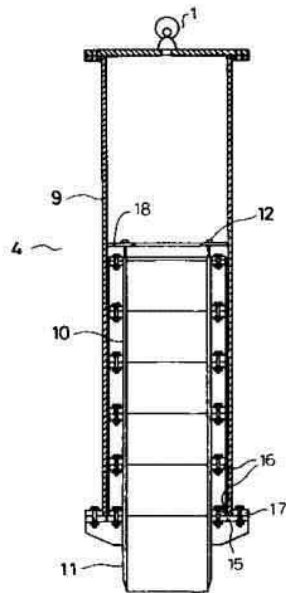


그림 2-6. 토양시료채취기.

다. 생체 시료 채취기 및 그 채취 방법(출원번호: 27049745, 출원일자:2015.03.12)

- 생체 시료 채취기 및 그 채취방법, 타액, 혈액 등의 생체 시료에 포함하는 성분을 분석하는 분석 장치에 이용되어 피험자로부터 생체 시료를 채취하기 위한 구성 및 방법
- 단시간에 간편하고 위생적이게 시료를 채취한다는 공통점이 있지만, 생체시료와 가축시료를 채취한다는 차이가 있다.

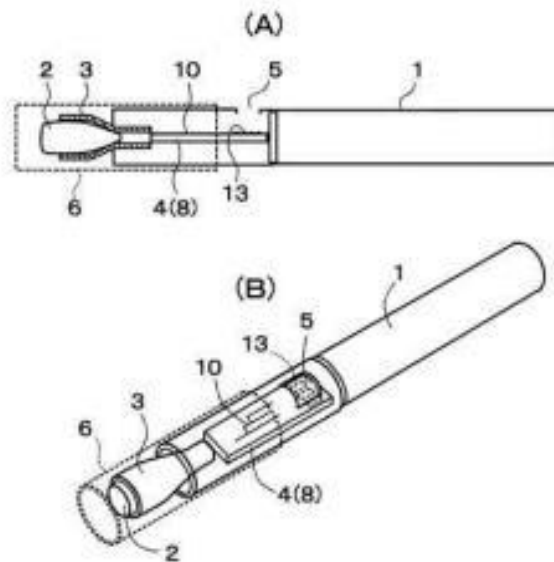


그림 2-7. 생체 시료 채취기 및 그 채취 방법.

- 국내와 마찬가지로 의료용 조직생검장치와 관련한 연구가 대부분이나 동물을 대상으로 관련연구도 다양하게 이루어지고 있다. 동물의 조직 채취와 관련한 연구는 대부분 생검 장치의 구성요소 중 하나인 Needle에 관한 연구로 Needle biopsy의 경우 가는 바늘을 이용하여 가급적 피부표면에 상처를 적게 남기고, 신속하게 조직을 적출하는 것이 주목적이다. 이는 비연속적으로 소량의 샘플을 취하기 때문에 신속하고 위생적으로 다량의 가축 도체의 조직 채취가 이루어져야하는 곳에 적용하기는 어렵다.

○ 전망

앞서 기술한 바와 같이 생검장치는 주로 의료용에 초점이 맞춰져 있고, 동물과 관련한 장치라 하더라도 상처 최소화와 관련한 연구가 많아 국내 ‘축산물이력제’용 샘플채취와 관련성이 미비하다. 본 연구를 통해 개발하고자 하는 장치는 가축 도체의 조직을 신속하게 채취하고 이를 위생적이고, 간편하게 보관하는 카트리지를 포함한다. 본 기기 개발을 통해서 국내의 도축장의 샘플채취관련 노동력과 시간을 감소할 수 있고, 과도한 장비 사용의 불편함을 개선할 수 있다. 또한 본 기기에 사용되는 재질에 따라 가축 뿐 아니라 식물 토양 등 다양한 대상의 샘플 채취가 가능하기 때문에 그 활용도가 다양할 것으로 기대된다.

2. 국외 제품생산 및 시장 현황

표 2-2. 국외 제품생산 및 시장 현황

제품명	특징	사용용도	시장현황
STS Bacteria Sampler	죽은 동물의 표피를 채취하는 장치	동물의 표피 채취기	일부 사용
내시경 조직채취기	생체 검사용으로 조직의 세포를 캡슐형태로 채취하는 장치	의료용 조직 채취기	많이 보급됨
토양시료 채취기	습한 점토나 peat같이 습기가 많고 응집력이 있는 토양층에서 최소의 피해로 토양을 채취할 때 사용	토양 채취용	많이 보급됨
Tissue Ruptor	목재의 조직을 파쇄 및 균질화 시켜 소량, 다량 채취하는 장치	목재 채취용	많이 보급됨
오·폐수 시료 채취기	오, 폐수처리장에서 시간별 타이머를 이용하여 오염물질 유입 과정을 자동적으로 원격 시료채취시스템	오염물질 액상 자동 채취기	많이 보급됨
스택 시료채취기	공기 중에 기체와 먼지를 채취하는 장치	기체와 먼지 수동채취기	많이 보급됨

제 3절 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1. 산업화 방향

□ 제품의 특징

- 자동화 된 기기로 사용자의 편의성과 운반성 그리고 가벼운 무게로 장시간 사용 할 수 있도록 제작
- 배터리를 이용하여 가볍고 버튼 하나로 조작 되는 편의성을 가지고 손에 무리가 가지 않는 인체공학적인 제품 제작
- 기존에 생산되어 있는 전기 전동 드릴을 이용 하여, 하나의 샘플키트 모듈을 장착시킴으로 제작 단가를 획기적으로 줄인 제품
- 샘플링 파트와 보관 파트의 일체형으로 샘플을 다시 옮길 필요가 없어 오염으로부터 안전한 제품
- 전기 배터리 방식을 포터블 하게 가지고 다닐 수 있고, 농장 방문이나 타 지역으로 이동하기 쉽게 가지고 다닐 수 있는 제품

□ 제품의 판매 대상

- 검사용 DNA 샘플 채취 및 보존 대상 업체 : 대학교 생체 연구소 및 기관
- 육류 가공업체 샘플 채취 및 보존 대상 업체 : 육가공 사업체 및 연구소
- 고기, 생선류 판매 판별용 샘플링 대상 업체 : 관공서 및 연구소 등
- 본 과제 제품의 최종적인 효능과 성능검사의 평가를 대학교 및 연구소 관계 기관 등 현장에서 평가하여 제품의 경제성과 효율성 및 우수성을 입증시켜 영업활동 효과를 극대화 하여 판매 증진
- 국내 판매와 병행하여 제품의 안정성과 생산시설 시스템 구축하여 수출 증대

2. 산업화를 통한 기대효과

표 2-3. 제품의 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	제품개발	제품성능검사	국내 300 수출 50 소계: 350	국내 1,200 수출 300 소계: 1,500	국내 1,500 수출 1,000 소계: 2,500	4,350
경제적 파급효과			150	150	200	500
부가가치 창출액			100	200	200	500
합 계			600	1,850	2,900	5,350

- (1) 직접 경제효과: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- (2) 경제적 파급효과: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- (3) 부가가치 창출액: 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

제 3장 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

■ 제 1절 연구내용 및 추진체계

1. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

표 3-1. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

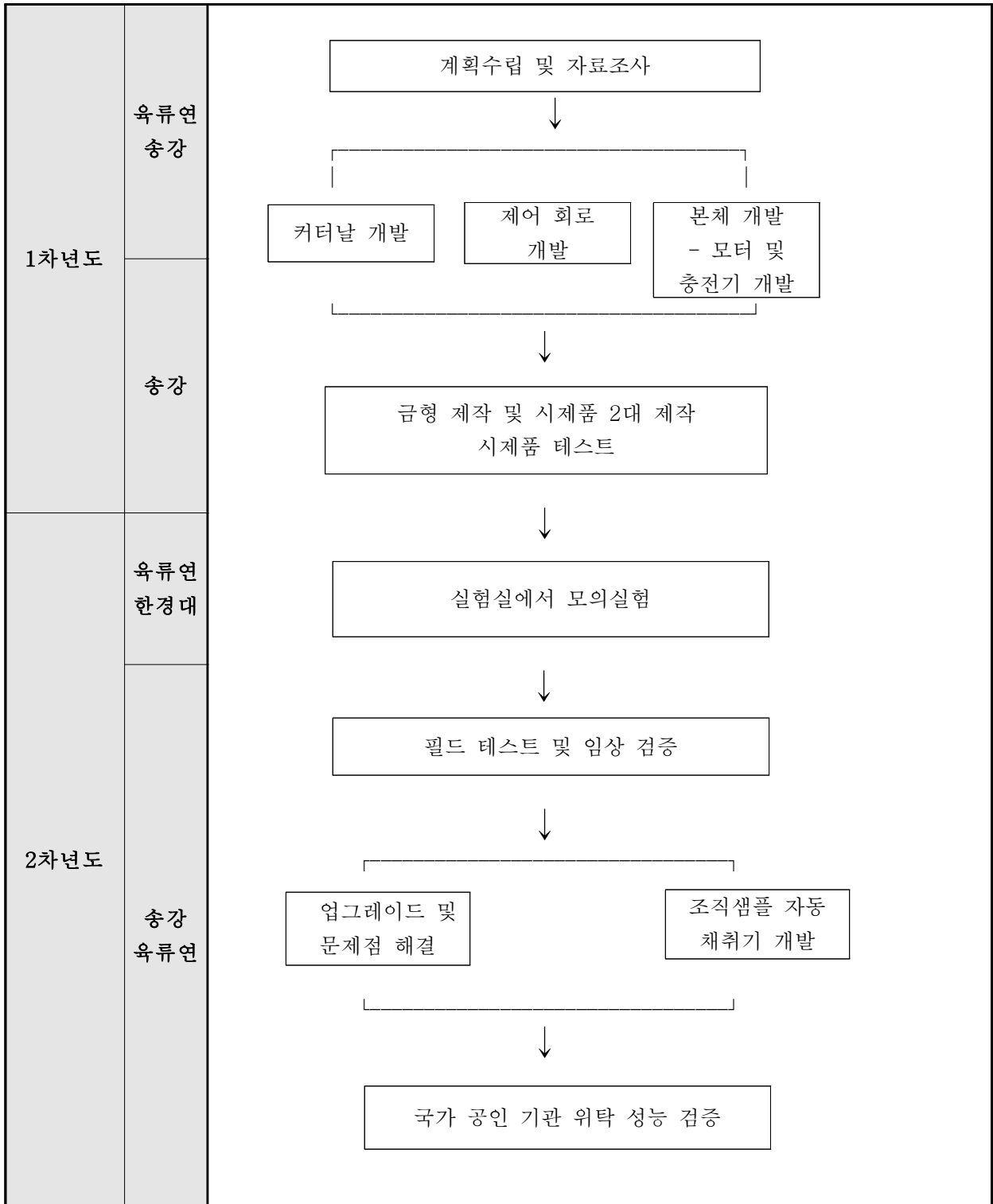
구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	계획 수립 및 자료 조사	기초 자료 수집 및 연차별 목표 세부 수정 계획 수립
		카트리지 개발	기구 디자인 및 커터 날 개발
		제어회로 개발	과온방지, 과회전 방지 감지 회로
		본체 개발	본체 기구물의 디자인 설계 및 각 요소별 2D 평면디자인
		본체 개발	적정 규격의 모터 개발 및 충전기, 배터리 개발
		본체 개발	금형 외주 가공
		시제품 제작	1차 시제품 제작 및 수정 보완 작업
		성능테스트 및 디버깅	1차 시제품의 연구소 내에서 성능 테스트 및 부적합 요인 개선
		시제품 제작	1차년도 최종 목표인 시제품 2대 제작
		진도보고서 작성	1차년도 보고서 작성 및 제출
2차년도	2017	개발된 시료채취기를 통한 시료 확보	동일 개체를 대상으로 기존 시료채취 방법과 개발된 시료채취기를 이용한 시료 채취 방법을 이용하여 시료 확보
		Genotyping 을 통한 유전자형 확인	확보된 샘플을 이용해 DNA 추출 후 쇠고기 이력제 DNA동일성검사 방법과 동일한 방법으로 유전자형 확인
		유전자형 분석	기존 샘플 채취방법에 의한 시료와 개발된 채취기를 이용한 시료의 유전자형 비교 분석
		결과보고서 작성 및 제출	2차년도 보고서 작성 및 제출
		시료채취 시 미생물 교차오염 여부 확인	시료채취기의 도체표면 접촉을 통한 미생물 교차오염 여부 확인
		시제품 업그레이드 및 문제점 해결	사용단계별 문제점 도출 및 해결방안 도출하여 시제품 업그레이드
		국가공인기관 위탁 성능 검증	국가공인기관에 성능검증 의뢰
최종 보고서 작성 및 제출	2차년도 보고서 작성 및 제출		

2. 연구개발의 추진전략·방법

가. 연구개발 추진전략·방법

- 소 돼지 도체에서 DNA동일성 검사용 시료 채취에 대한 현장에서의 애로사항 및 니즈를 파악한다.
- 현재 특허출원 중인 기술을 토대로 시제품제작을 위한 생산체계를 구축한다.
- 실험실 모의시험 및 필드 테스트를 하는 임상검증 체계를 구축한다.
- 국가 공인기관에서 위탁 성능 검증을 거친 후, 시제품이 이력관리 사업에 활용될 수 있도록 농림축산식품부 담당부서와 소통채널을 구축한다.

표 3-2. 연구개발의 추진 전략



나. 연구개발의 추진체계

표 3-3. 연구개발의 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	가축시료용 DNA검사시료 반자동 채취기구 개발	주관연구책임자 고경철 외 총 9명

기관별 참여 현황		
구분	연구기관수	참여연구원수
대기업		
중견기업		
중소기업	2	6
대학	1	4
국공립(연)		
출연(연)		
기타		

주관연구기관명
과제명
연구책임자명 고경철 외 2명
담당기술개발내용
개발 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 시료상태 검사·검증

협동연구기관명
과제명
연구책임자명 김영철 외 2명
담당기술개발내용
가축시료용 DNA 검사 시료 반자동 채취 기구 개발

위탁연구기관명 (한경대학교)
과제명
연구책임자명 공홍식 외 3명
담당기술개발내용
개발된 시료채취기로 채취된 시료에 대하여 DNA검사 결과 신뢰도 검증

3. 연차별 연구내용 및 월별 연구개발의 추진체계

표 3-4. 1차년도 연구내용 및 연구개발 추진체계

1차년도 연구 개발 내용	사업기간(월)												비고	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. 계획수립 및 자료조사														
2. 카트리지 개발: 제품 설계 및 디자인														외주 가공
3. 제어회로 개발														
4. 본체 개발: 본체 디자인														
5. 본체 개발: 모터 및 충전기 개발														
6. 본체 개발: 금형 제작														외주 가공
7. 시제품 제작														1대
8. 성능 테스트 및 디버깅														
9. 최종 시제품 제작														2대
10. 진도보고서 작성 및 제출														

표 3-5. 2차년도 연구내용 및 연구개발 추진체계

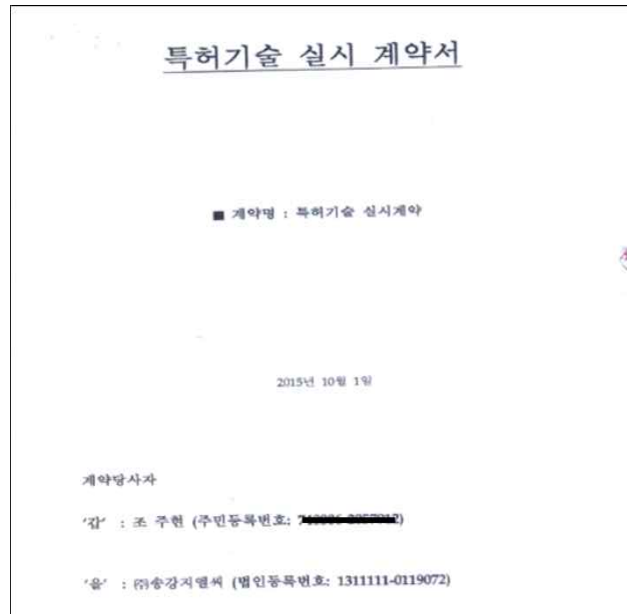
2차년도 연구 개발 내용	사업기간(월)												비고	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. 개발된 시료채취기를 통한 시료 확보	■	■	■	■	■	■								
2. Genotyping을 통한 유전자형 확인				■	■	■	■	■	■	■	■			
3. 유전자형 분석을 통한 시료 혼입여부 검증									■	■	■			
4. DNA 검사 결과보고서 작성 및 제출												■		
5. 시료 채취 시 미생물교차오염여부 확인	■	■	■	■	■	■								
6. 시제품 업그레이드 및 문제점 해결				■	■	■	■	■	■					
7. 국가공인기관 위탁 성능검증							■	■	■	■				
8. 최종결과보고서 작성 및 제출											■	■		

제 2절 세부연구수행 결과

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2015.03.23
특기사항 심사청구(유)공개신청(무) 참조번호(PM1412248)
출원번호 10-2015-0040349 (접수번호 1-1-2015-0284217-04)
출원인성명 조주현(4-2015-016729-9)
대리인성명 특허법인 이룸(9-2009-100041-9)
발명자성명 조주현 이혁
발명의명칭 가속도체 조직샘플 절취핀이 구비된 조직샘플 카트리리지 및 이를 이용한 가속도체 조직샘플 채취장치

특 허 청 장



※ 본 연구는 특허 출원된 ‘가속도체 조직샘플 절취핀이 구비된 조직샘플 카트리리지 및 이를 이용한 가속도체 조직샘플 채취장치(출원번호 10-2015-004349)’ 특허기술을 제 1협동 송강에서 실시권을 확보하여 토대로 진행한 것이다.

1. 1차년도

가. 송강지엘씨(1협동): 가속 시료에서 DNA검사 시료 반자동 채취 기구 개발

<세부 연구 목표>

시료 채취 및 보관이 가능한 절취핀 용기와 반자동 시료채취기, 운반에 이용할 1회용 카트리리지 제작

(1) 실험 설계

1-1. 설계 전 고려 사항

- 조직 채취 실험 시 채취량이 2g 내외로 유사성을 가져야 한다.
- 감속비 300:1로 설정하고 구동 스위치 ON 시 전체적인 구동(조직 채취) 시간은 5초 이내이어야 한다.
- 구동 중 걸림 등의 오동작을 인지하고 초기화 하는 기능을 추가하여야 한다.
- 피크 전류 값을 다양하게 설정하여 회로가 가장 안정적인 구동 조건을 만들어 내도록 한다.
- 드릴의 정, 역방향 전환 시 발생하는 기전력에 대한 상쇄 회로 요구

- 동작 구간 사이의 휴게 시간 5초로 설정해야 적절
- 배터리 소모에 따른 잔량을 인식하여 일정 구간에서 Led로 표시하는 기능 필요
- 절취핀의 경우 절취부 최적 각도를 찾아 여러 종류의 시제작이 필요하며, 채취 후 절취핀의 상하좌우 변형, 뒤틀림에 대한 형상을 검토하여 파손 대비
- 절취핀 카트리지가 설계 시 절취핀의 크기 및 기구물 플랫폼에 정밀하게 밀착되게끔 조정

1-2. 동작원리

- 기존 시중에서 판매되는 드릴을 구매하여 샘플 채취기의 매거진 제작
- 카트리지가 헤드에 전동드릴에 장착되도록 설계
- 기존 드릴의 회전 및 역회전 운동을 직진, 후진의 직선 운동으로 변환해주는 기능을 탑재하여 기어의 감속비는 300:1로 설정하고 전원 ON시 제어회로의 지시에 따라 직진하여 장착된 절취핀이 시료 조직을 채취 한 후 후진하여 원래 있던 카트리지에 안착되는 구동 방식 차용
 - 회전운동을 직선운동으로 바꿈과 동시에 동력 손실을 최소화 하고 마찰을 없애기 위하여 5개의 작은 기어를 제작하여 드릴과 연결되는 기구물에 장착
- 근접센서를 이용하여 위치 감지와 직진 및 후진 거리를 인지하도록 구동

1-3. 샘플채취기 자동화 장치 구상

- 기구물의 핸들이 카트리지 안에 장착된 절취핀을 잡은 후 직진 후 후진하여 조직을 채취하도록 한다.
- 이송용 슬롯에 판스프링이 끼워져 아래에서 윗 방향으로 안정적으로 이송되도록 설계

(2) 카트리지 개발

- 절취핀의 크기에 상응하는 카트리지 장치 정밀 디자인

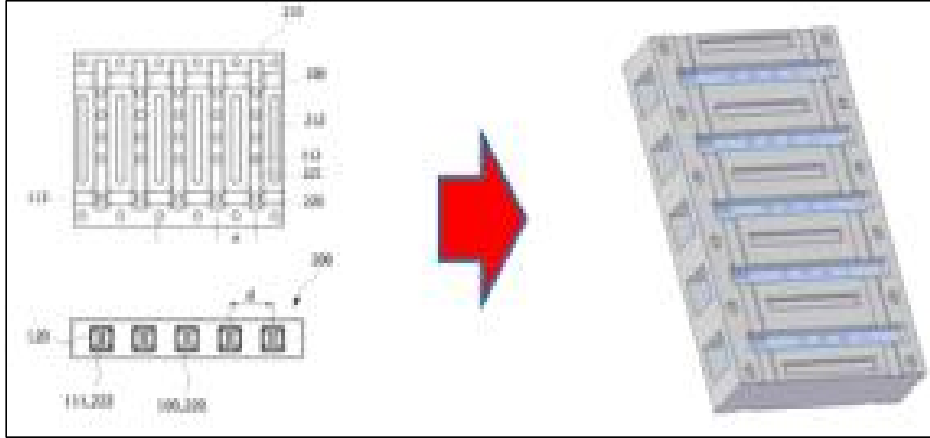


그림 3-1. 카트리지 설계 변경.

(3) 절취편 개발

- 초기 구상 디자인은 다음과 같다.

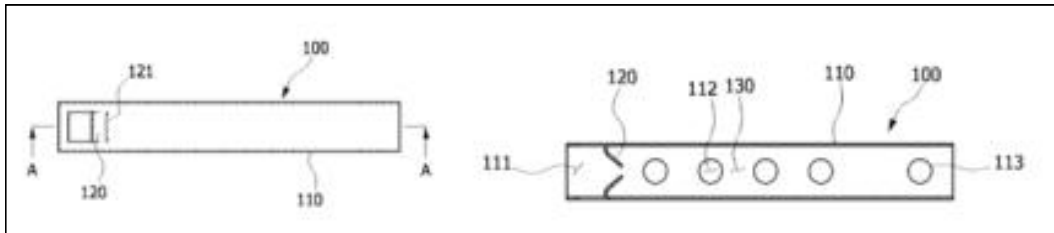


그림 3-2. 절취편 초기 구상 디자인.

3-1. 시료 샘플링 절취편 초기 검토행 모델 (A-1)

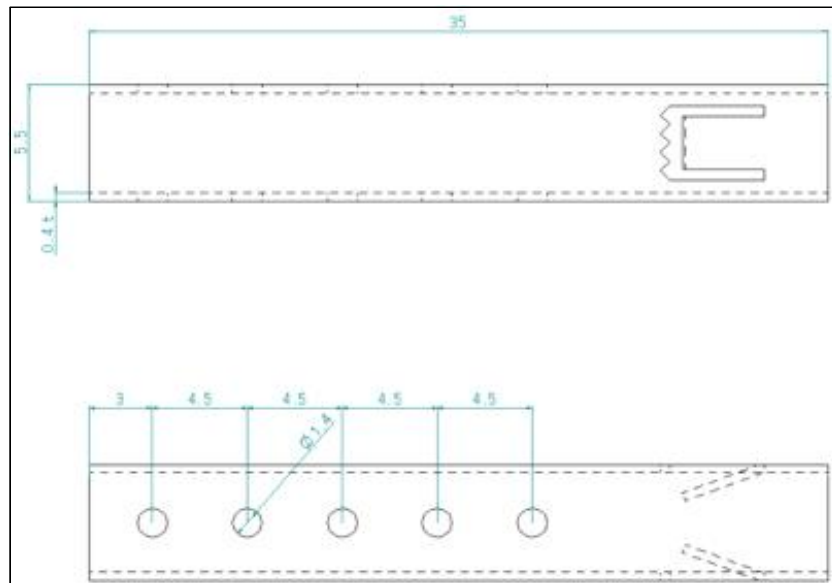


그림 3-3. 절취편 초기 검토행 디자인 A-1타입.

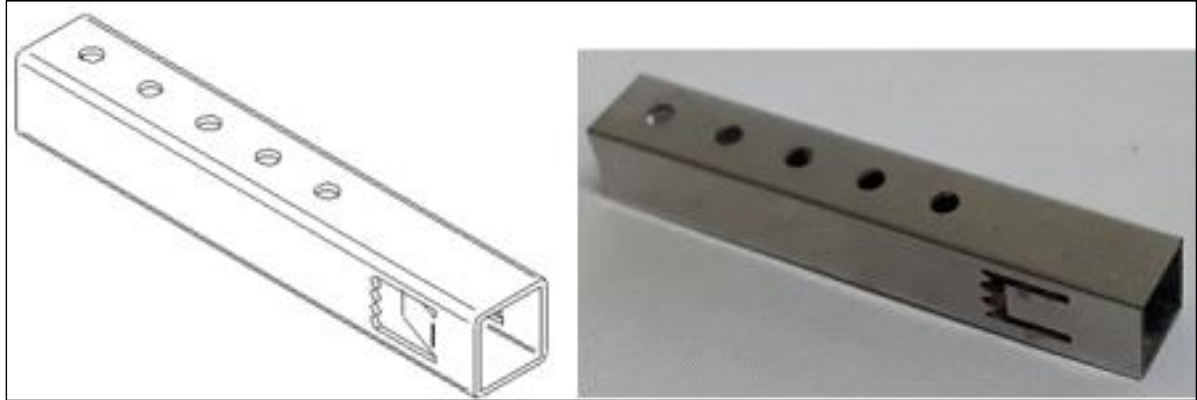


그림 3-4. A-1 절취편 구조 및 샘플 금형.

- 보관의 용이성을 위하여 안정적 구조인 사각형으로 도안을 구상하여 실사 제작을 하였다.
- 직진 후 후진 시 측면 미늘이 내부로 오므러지며 시료를 가두는 식으로 설계
- 이 경우 금형의 두께가 너무 두껍고 말단에 날이 포함되지 않아 시료를 뚫고 들어가지 못하는 문제가 발생하였다.

3-2. 시료 샘플링 절취편 초기 검토형 모델 (A-2)

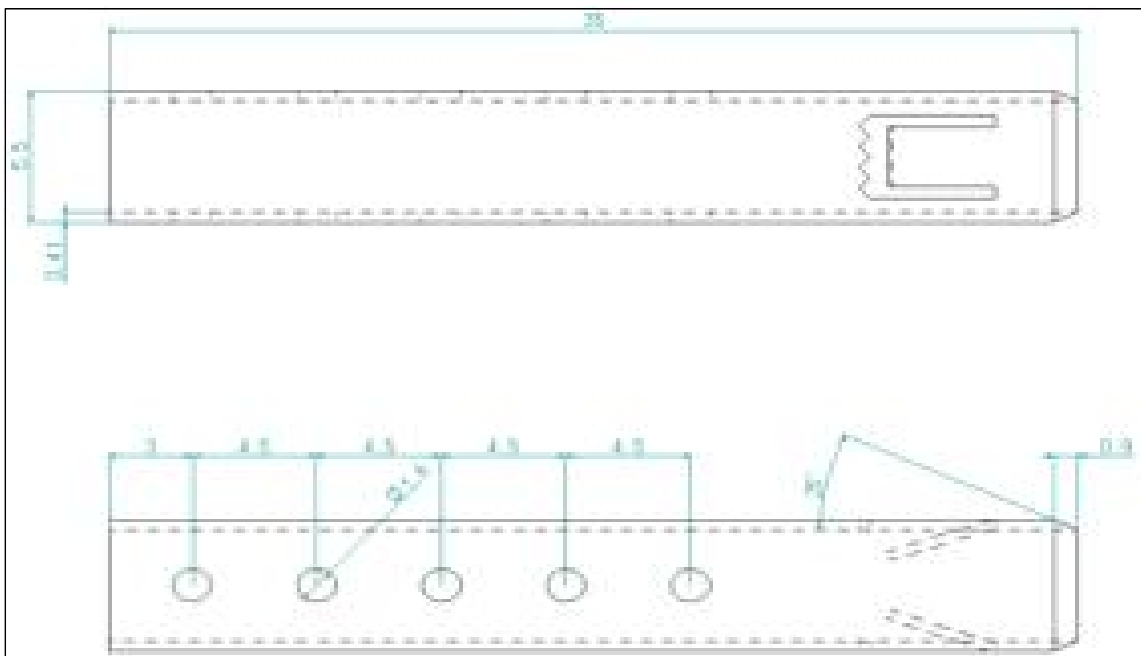


그림 3-5. 초기 검토형 디자인 A-2타입.

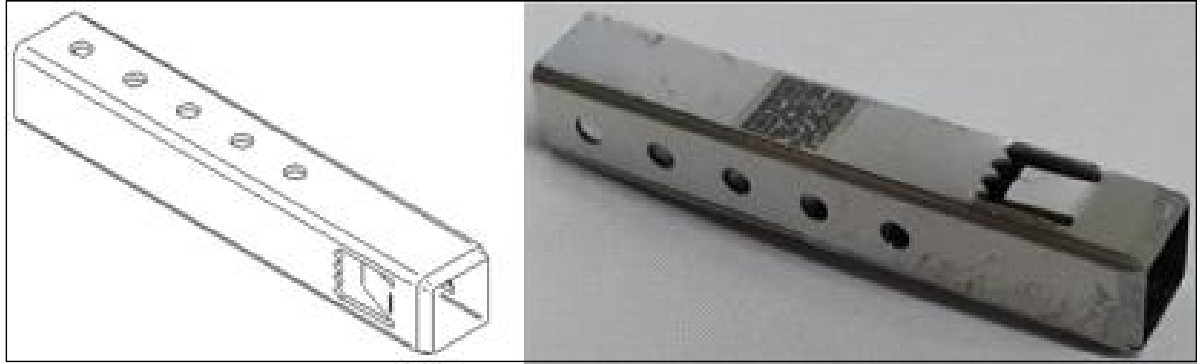


그림 3-6. A-2 절취핀 구조 및 샘플 금형.

- A-1에서 시료를 뚫고 들어가지 못하는 점을 보완하여 끝단형상에 각을 세웠으나 날이 기울어진 상태가 아닌 평면상태로 들어가야 살을 더 잘 파고 들어가는 것을 확인하였다.
- 또한 날을 세웠음에도 여전히 두께가 너무 두꺼워 절취핀이 시료를 파고들지 못하는 현상이 발생하였다.

3-3. 시료 샘플링 절취핀 수정 모델 (B-1)

- 이전 A타입의 문제점을 취합하여 시료를 잘 뚫고 들어갈 수 있도록 길이를 늘리고 각을 세웠다.

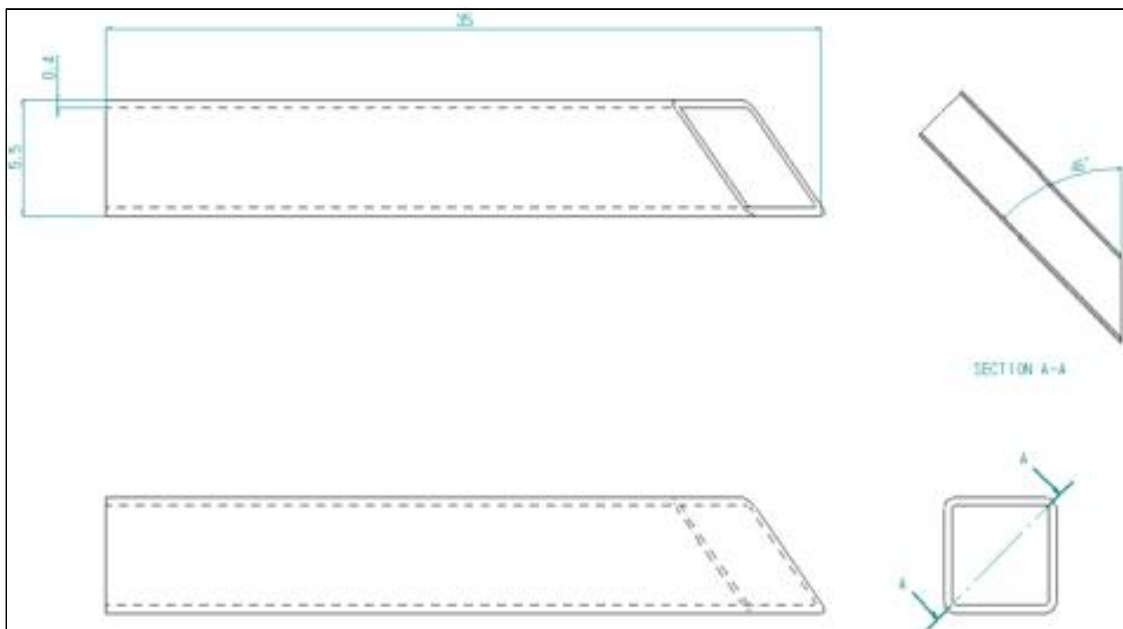


그림 3-7. 절취핀 수정 디자인 B-1.

- 그러나 길이가 너무 길어지고 날을 세우기 위한 추가 연마 공정이 필요 하게 되었다.
- 추가적 연마 공정 시 단가 상승 우려

3-4. 시료 샘플링 절취편 수정 모델 (B-2)

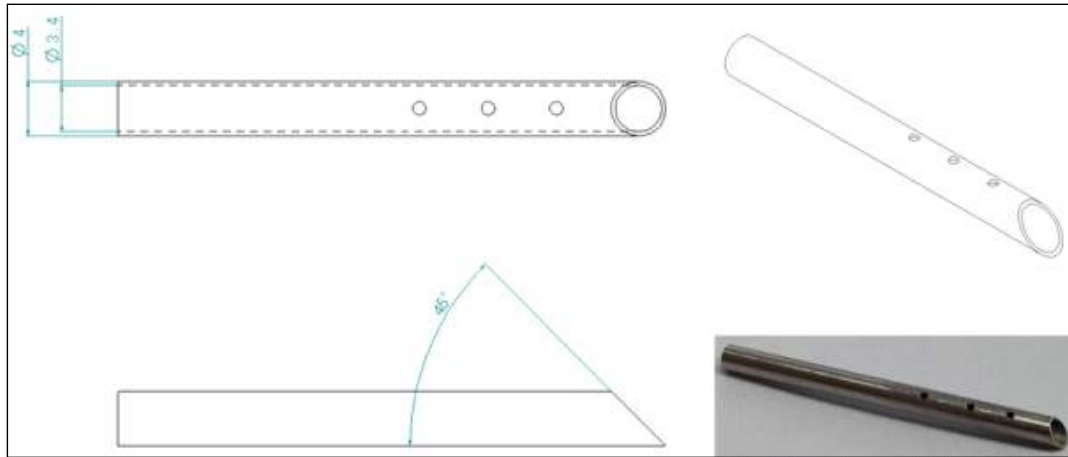


그림 3-8. 절취편 수정 디자인 B-2.

- 기존의 사각 형상에서 원통 형상으로 변경하였다.
- 시료의 일정 부분 이상은 파고 들어가나 한계점에 도달하면 더 이상 진입이 불가능한 문제가 발생하였다.
- 원통형에는 미늘 형상을 구현하기 어렵고 추가적인 가공 과정이 요구되어 단가가 상승된다.

3-5. 시료 샘플링 절취편 수정 모델 (B-3)

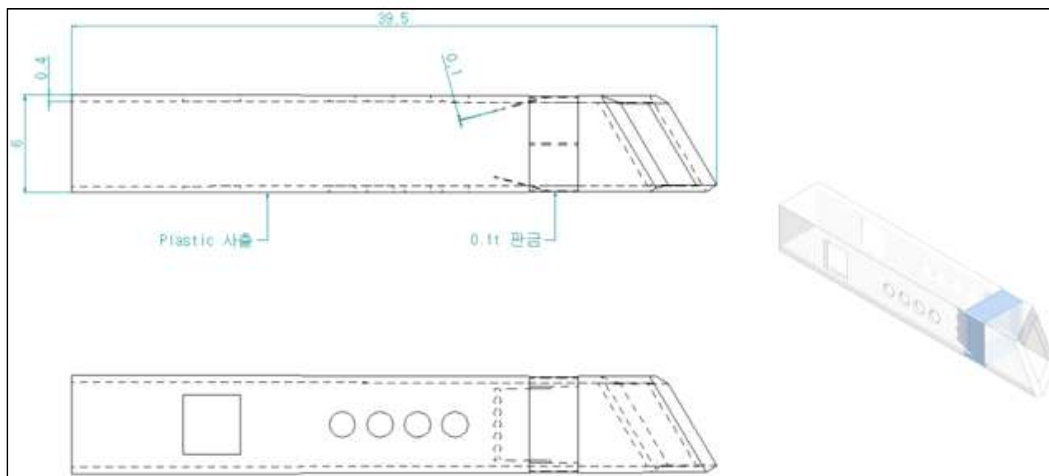


그림 3-9. 절취편 수정 디자인 B-3.

- 기존의 사각 형상을 유지하되 연마를 용이하게 하기 위하여 몸통부분 및 절취편 부분을 플라스틱으로 제작하였다.
- 그러나 플라스틱의 두께가 생각보다 너무 두껍고, 중간에 판금부분을 끼워 넣으니 조립 공정이 증가하여 단가가 상승하는 문제가 발생하였다.

3-6. 시료 샘플링 절취핀 설계 변경 검토 (C)

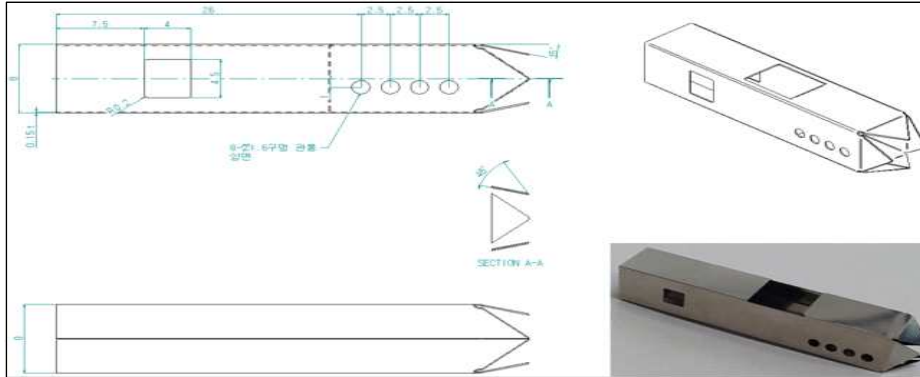


그림 3-10. 절취핀 설계 변경 디자인 C.

- 끝단의 표면적을 줄여 시료를 뚫는 것이 수월해졌으나 변형이 일어나지 않아 샘플링은 불가능한 현상이 발생하였다.
- 때문에 절취핀 끝단의 각을 15°~45°로 조정하며 가장 수월하게 샘플링이 가능한 각도를 측정하였다.

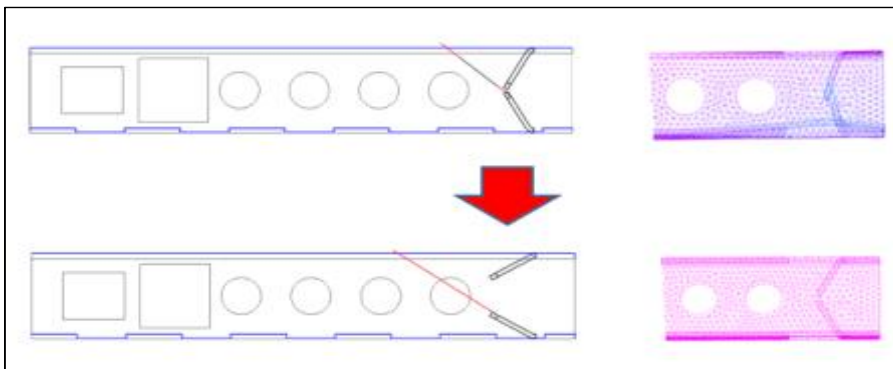


그림 3-11. 샘플 채취 절취핀 최적 각도 검토.

- 끝단의 절취핀이 구부러지는 부분을 0.05t로 변형이 잘 되게 수정하였음에도 불구하고 시료를 샘플링하여 용기 내부로 넣는 성공 확률이 낮은 문제점을 확인하였다.

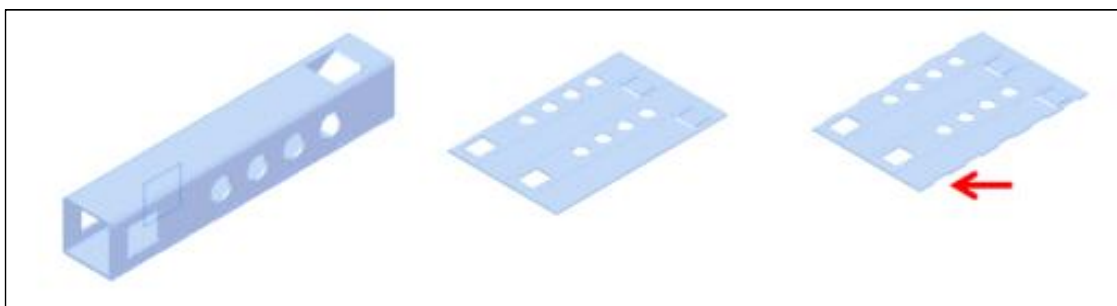


그림 3-12. 판금 Bending 디자인. (전개장 디자인 변경 / 붉은색 화살표)

- 단가 절감을 위하여 조립형으로 설계를 변경하였다.

- 조립형으로 변경 후 시료에 절취된 삽입 시 변형 및 뒤틀림이 일어나는지에 대한 검토를 실시하였다.

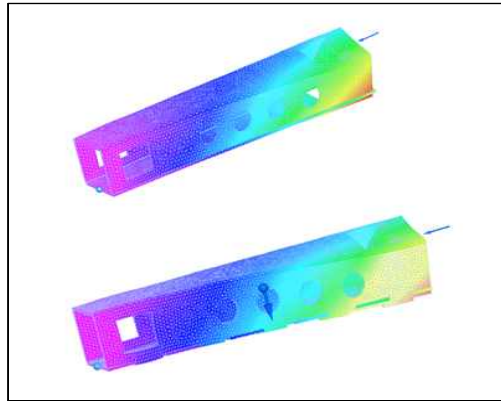


그림 3-13. 상하좌우 변형 뒤틀림 형상 검토 → 두께, 형상 변경. (금속 피로도 및 파손 대비 두께 결정)

3-7. 시료 샘플링 절취핀 설계 변경 검토 (D-1~3)

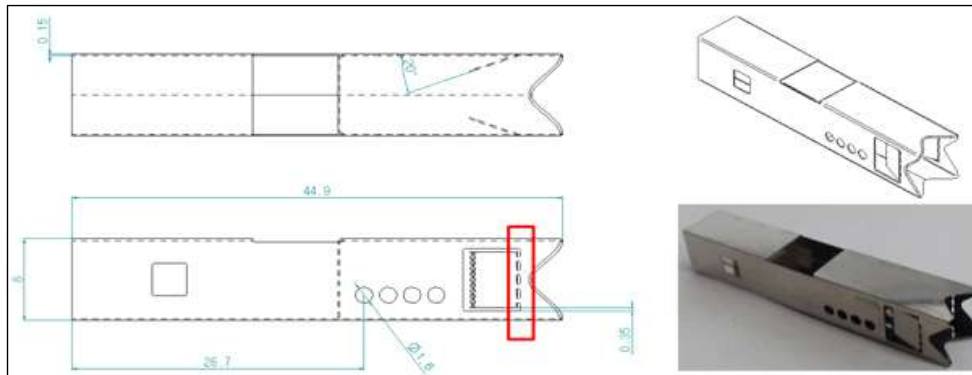


그림 3-14. 절취핀 설계 변경 디자인 D.

- 절취핀 모양을 곡선형으로 바꾸고 평형상태를 유지하도록 변경하였다.
- 미늘부의 변형이 수월하게 일어날 수 있도록 미늘부 각도를 20°~50° 사이로 변경하며 테스트 하였다.
- 미늘부의 접힘이 수월하게 일어날 수 있도록 점선으로 잘라내는 공정을 실시하였으나 변형이 생각보다 잘 일어나지 않았다.
- 2버전에서 절취핀을 좀 더 날카롭게 다듬고 미늘부 면적을 넓힘과 동시에 시료 저장 공간을 넓힌 다음 미늘부의 각도 증가로 시료 채취 확률이 증가하였다.
- 3버전에서 앞선 1, 2버전의 절취핀의 문제점을 보완하여, 미늘부의 두께를 줄이고 각을 줄여보았으나 큰 차이를 보이지 않았다.

3-8. 시료 샘플링 절취편 설계 변경 최종시안 (E)

- 미늘을 상하로 옮기고 각을 이중으로 넣는 방향으로 결정하였다.

※ 미늘의 위치가 좌우일 때, 절취편을 카트리지에 장착 시 시료에서 육즙이 흘러나올 수 있다는 1세부연구진의 연구결과에 따름

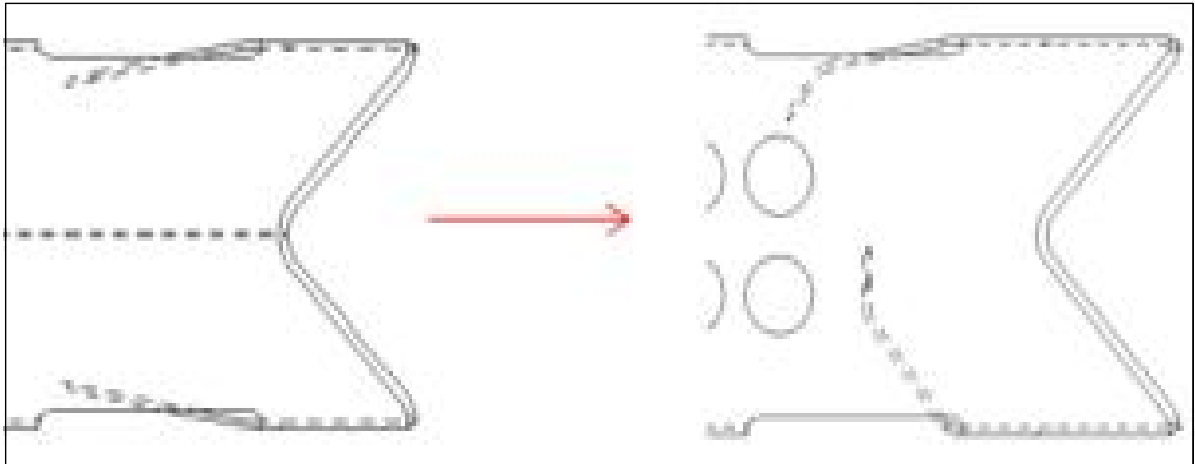


그림 3-15. 미늘 각도 수정. (좌 : 수정 전, 우 : 이중각 설정 후)

- 시안 확정 후 추가적 형상 검토 확인

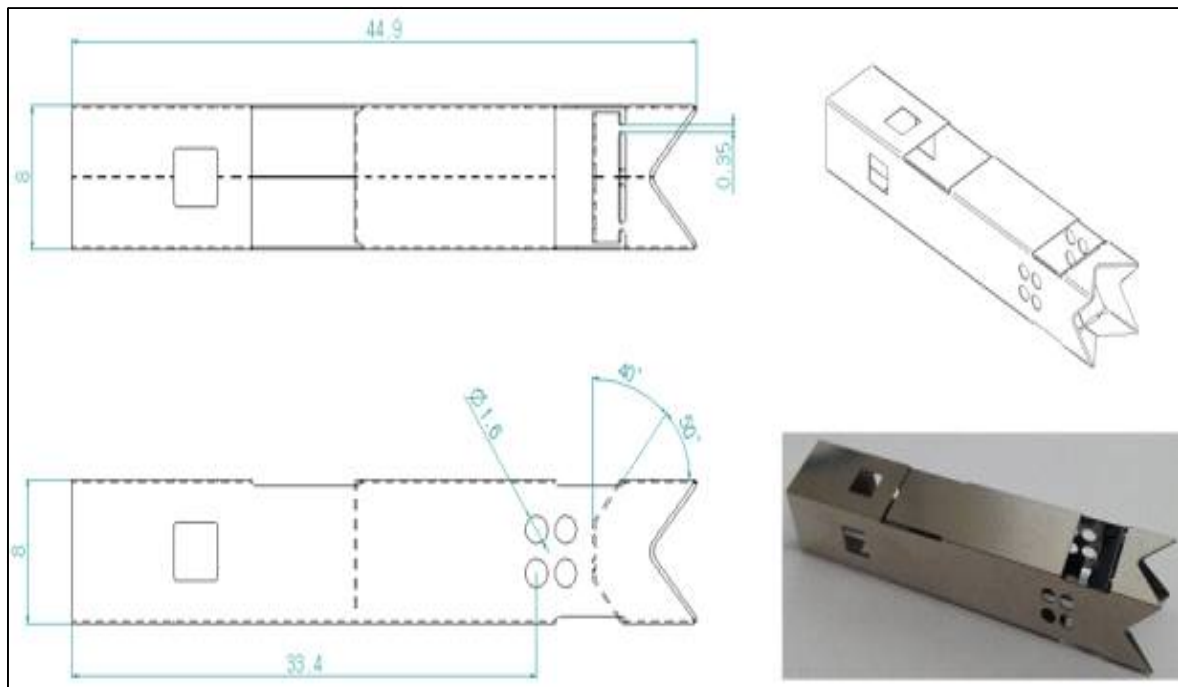


그림 3-16. 절취편 설계 최종 시안 E.

(4) 제어회로의 개발

- 과온 감지 기능, 과부하 감지 및 차단 기능, 정속 운전 기능, ON/OFF시 알림 기능 등 탑재
- 메인 CPU는 PIC16F1826T 사용하여 FET 구동

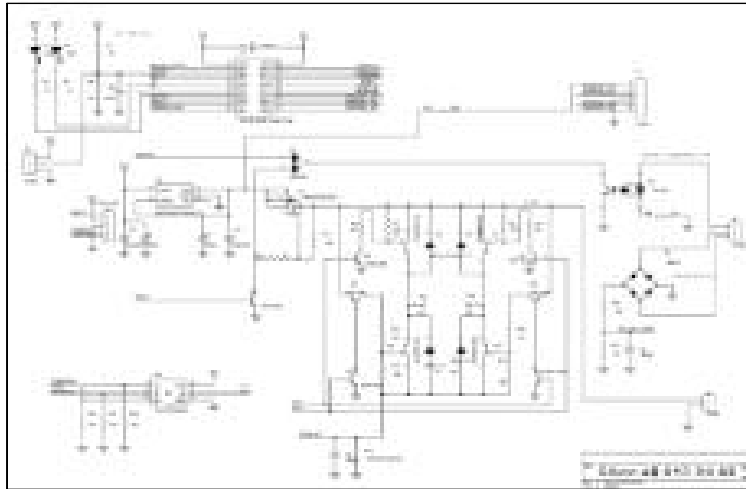


그림 3-17. 제어 회로.

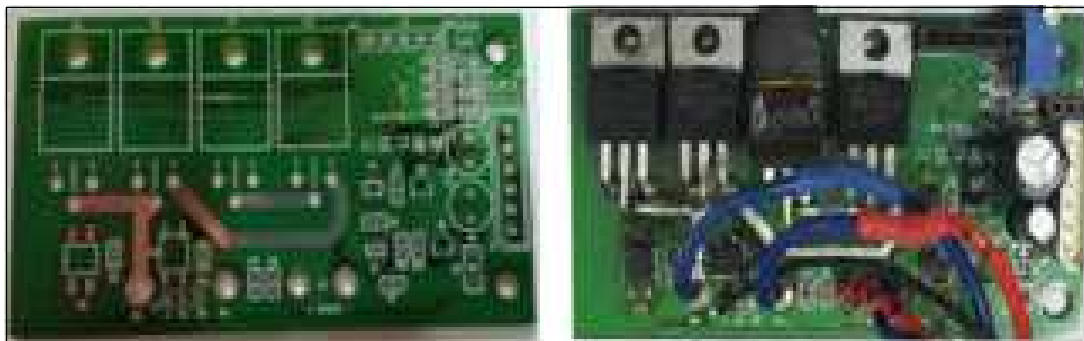


그림 3-18. 샘플 PCB 제작.

(5) 본체 개발

5-1. 시료 채취기 자동화 장치 구상

시료 채취기용 매거진 제작

- 사용자 편의성 제공
- 기존 제품을 이용한 단가 절감 (일반 드릴 사용)
- 세미오토 방식의 노동력 절감 및 시료 채취시간 단축

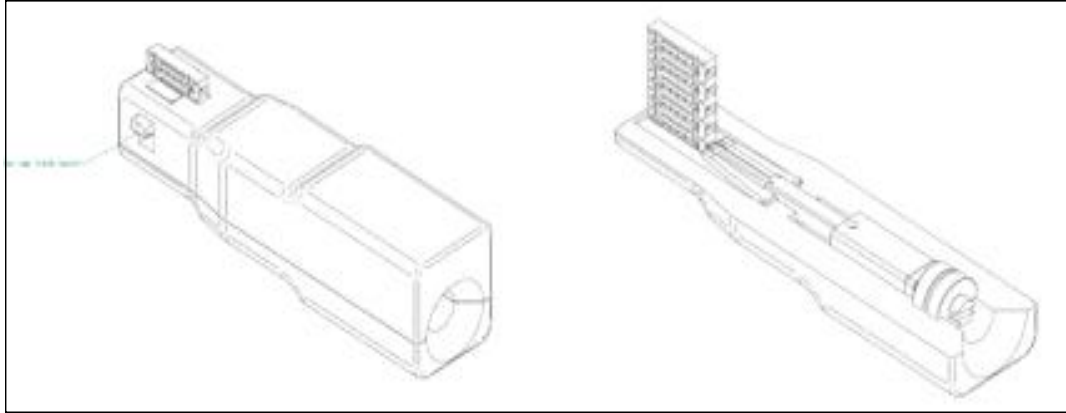


그림 3-19. 카트리지 헤드 및 장착 도면.

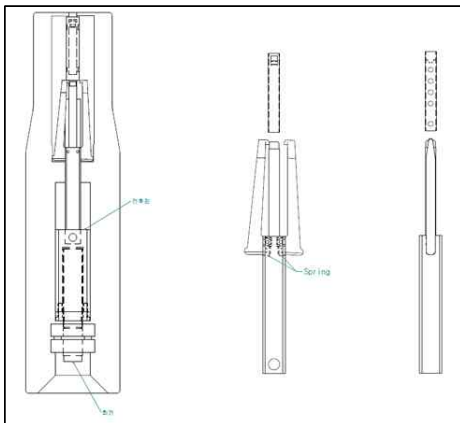


그림 3-20. 구동장치 세부 사항 및 절취편 연동 구상 도면.

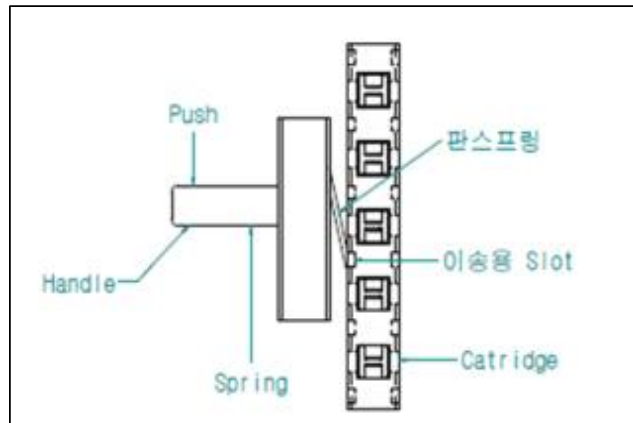


그림 3-21. 절취편 카트리지 이송 방법 모식도.

5-2. 시료 채취기용 동력 구동 드릴 구매



그림 3-22. 카트리지 이송헤드 디자인 샘플용 및 동력 전달용 드릴 구매.

5-3. 시료 채취기 동력 전달 감속기 설계 및 제작

- 구입한 전동드릴 분해 후, 활용 가능 여부 검토 및 각 부품의 형상을 정밀 측정하여 감속기 설계



그림 3-23. 동력감속부 부품 실사 및 3D 스캐닝.

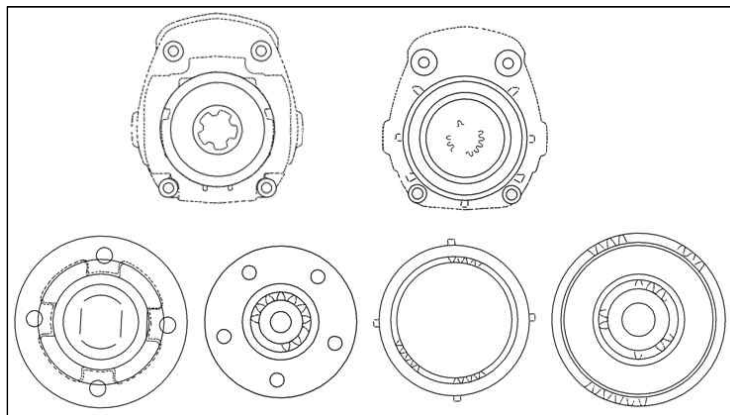


그림 3-24. 동력감속부 각 부품별 정밀 스캐닝 결과 값.



그림 3-25. 동력감속부 부품 (좌) 및 완성품 (우).

(6) 시제품 제작

- 앞선 연구 활동을 바탕으로 최종 시제품 1대 제작

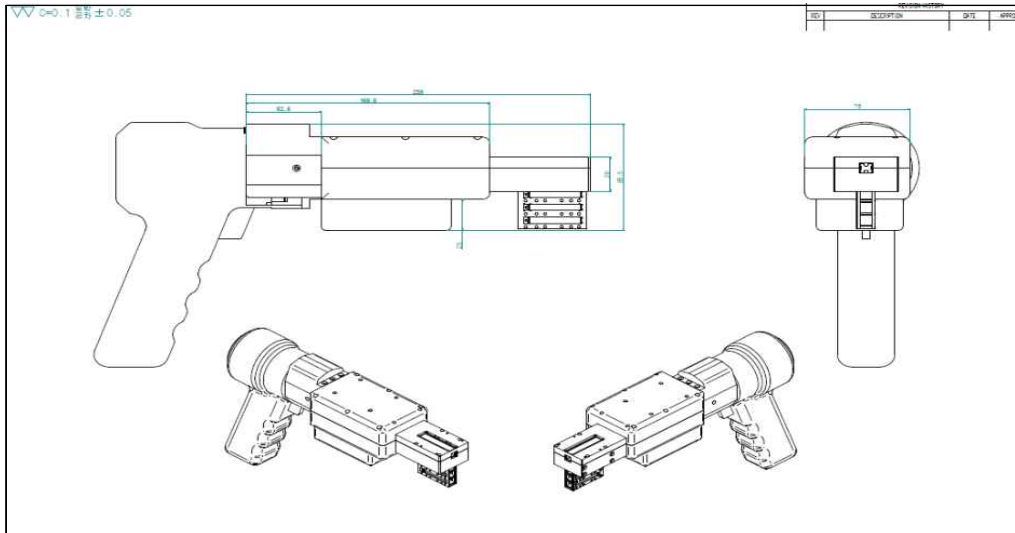


그림 3-26. 시제품 전체 도면.



그림 3-27. 1차 시제품.

(7) 성능테스트 및 디버깅

- 무부하 연속 회전 테스트
- 절취핀의 강도 테스트
- 카트리지 연동 및 강도 테스트
- 시료 샘플 채취 반복 테스트



그림 3-28. 시료 채취 테스트.

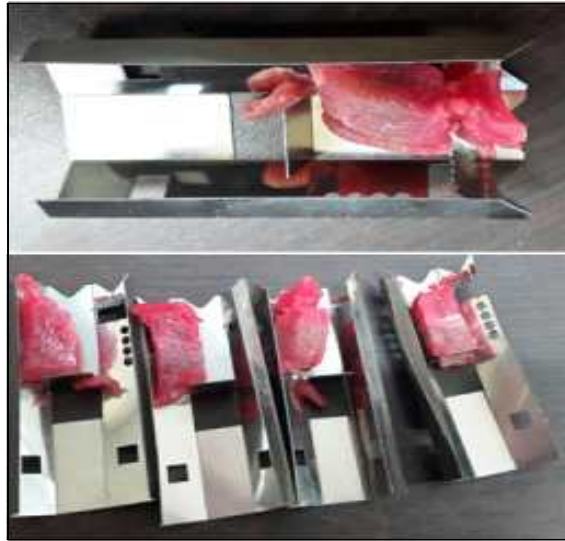


그림 3-29. 절취핀에 채취 된 시료 사진.

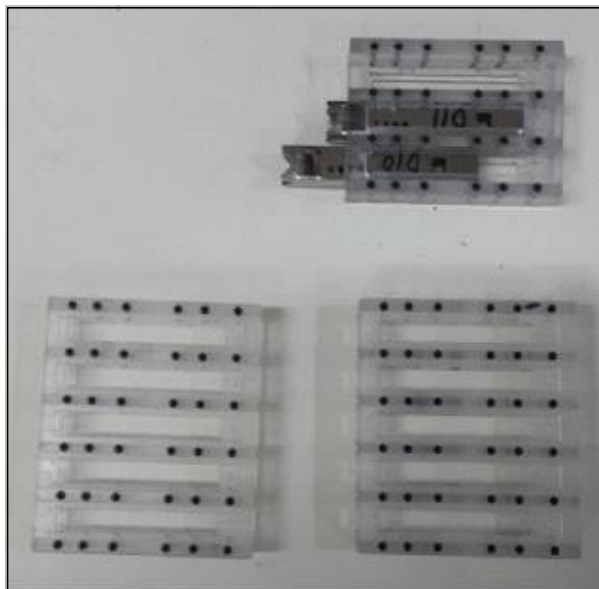


그림 3-30. 테스트에 사용된
카트리지와 절취핀.

(8) 시제품 제작

- 1차 테스트 및 디버깅 작업을 통하여 개선된 추가 시제품 1대 제작 완료



그림 3-31. 완성된 2차 시제품.

(9) 본체개발 / 금형제작

- 10월 말 ~ 11월 중 카트리지와 절취편 2가지에 대한 금형 제작 및 사출 예정

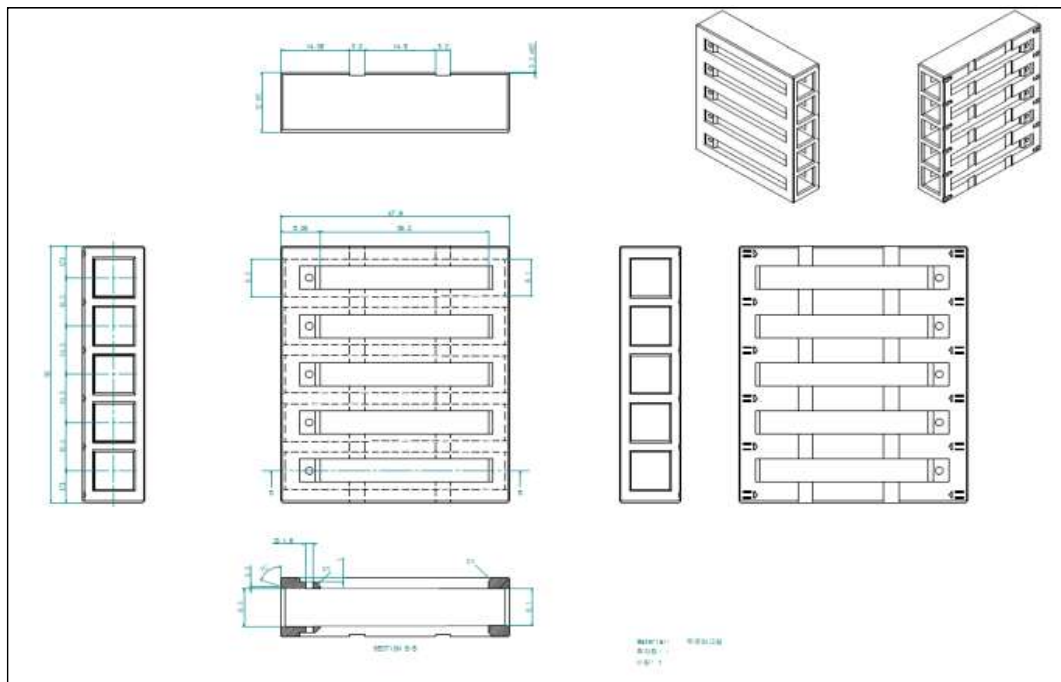


그림 3-32. 완성된 카트리지 도면.

(10) 아이디 입력 기능 개발

- 1회용 절취편에 생산이력을 조회할 수 있는 아이디 입력 기능 개발
- QR 코드를 절취편에 직접 프린팅 하는 방식으로 개체아이디와 QR코드에 기록된 넘버를 기록 관리 가능하도록 인쇄하였다.

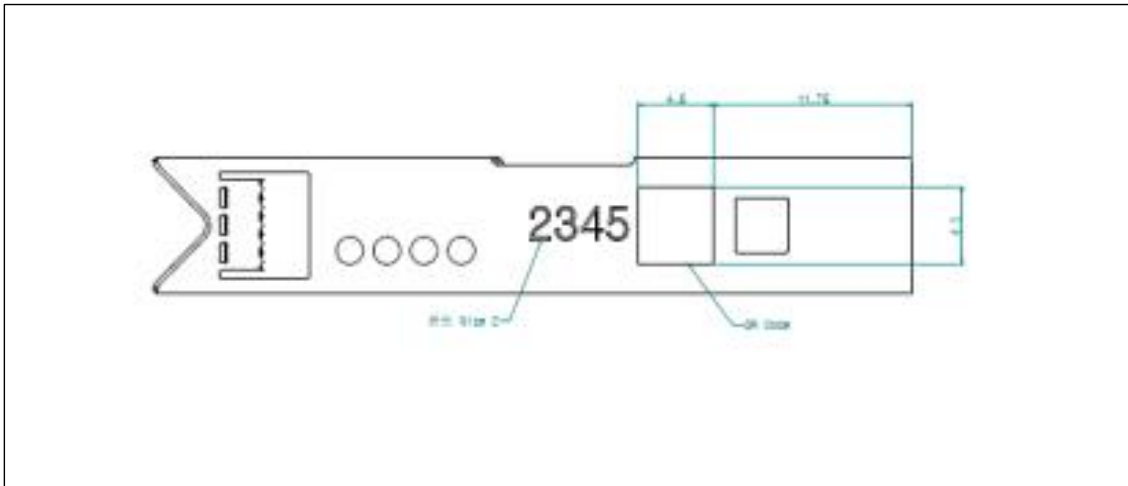


그림 3-33. QR코드 마킹 위치 도면.



그림 3-34. 실제 절취편 QR코드 마킹.

- QR코드와 별도 개체 인식번호 4자리를 표시하여 생산이력을 조회하도록 하였다.

(11) 결과

- 본 연구과제 1차년도에의 주안점은 절취편 개발이었다.(그림3-35.)
- 1차년도에 절취편 수정을 15회 반복하여 최종 도면을 작성하였으나, 주관기업과의 검증 과정을 통하여 몇 가지 보완점을 찾을 수 있었다.
 - 8x8 크기의 절취편은 내부공간이 커 시료채집이 되지 않아 6x6으로 변경하도록 하였다.
 - 미늘의 각이 0°, 30°에서는 시료 채집이 잘 되지 않아 45°로 변경하도록 하였다.
 - 절취편의 이중 미늘이 평행할 때 시료 채집이 잘 되지 않아 뒷미늘을 지그재그로 변경하도록 하였다.
- 현 시점 이후에도 1차년도 이내에 절취편과 카트리지의 효율과 정확도를 높이고 교차 오염 방지, 채집 및 건조 시 보다 용이하게 관리할 수 있는 아이디어를 접목하여 개발을 마무리하고 2차 년도에 사용될 시제품에 적용할 예정이다.

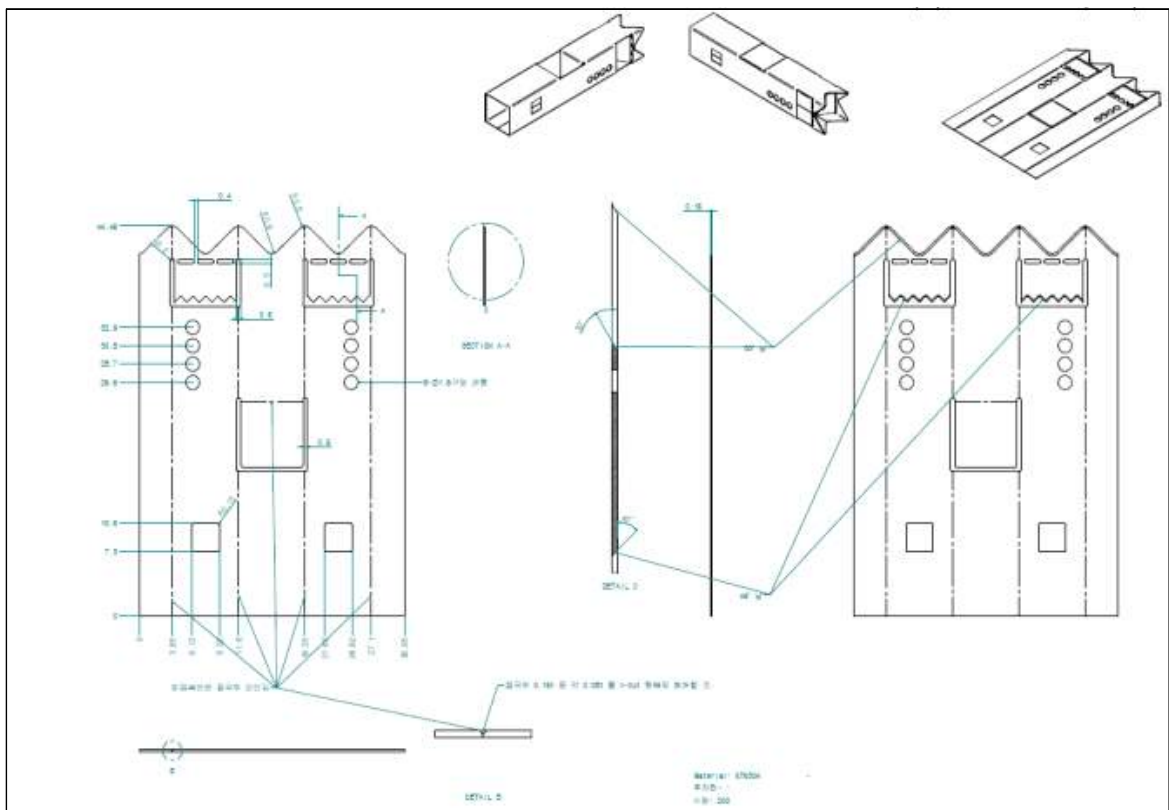


그림 3-35. 절취편 최종 도면.

나. 한국육류연구소(1세부): 개발 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 시료상태 검사·검증

<세부 연구 목표>
시료채취기 개발 중간단계에서 단계별 현장 검증 및 문제점 Feedback

1. 현행 축산물 이력제 운영 상황

- 경기도 안양 소재 축산물품질평가원 경기지원 방문 후 실무자 실무현황 문답을 하였다.
- 현재 축산물품질평가원에서는 DNA 동일성 검사를 위한 조직 샘플링 시 핀셋과 가위를 활용하고 있다.
- 샘플링 한 조직은 라벨지에 넣어 80℃ 조건에서 3시간 건조 후, 조직은 수분이 증발되면서 회색빛의 고형상태가 된다.
- 이 후 라벨지의 비닐 스티커를 덮어 씌워 밀봉하며, 해당 라벨지에는 바코드와 도축일자, 도축번호, 도축장명, 정보 확인 등이 기재 되어 있다 (그림 3-36, 3-37).



그림 3-36. 샘플링 라벨지 사용 전.



그림 3-37.
샘플링 라벨지 사용 후.

- 이러한 라벨지를 본원으로 이동시켜 DNA 동일성 검사를 실시, 판매장에서 이력번호에 따른 시료가 제대로 판매되어지고 있는지 식별하고 있다.
- 샘플링에 사용되는 시료채취 가위와 핀셋의 세척은 초음파 세척기를 사용한다.
- DNA 혼입을 막기 위한 1 시료 당, 1 가위 사용은 그 무게로 인한 실무자의 시료채취에 어려움이 많다.
- 본 과업 시료채취기는 경량화 된 포터블타입이 필요하다고 송강에 검토 의견 송부하였다.
- 또, 절취편을 통한 시료 채취 시, DNA 혼입을 완전히 차단시킬 수 있는 카트리지 디자인을 요구하였다.
- 최대한 사용자의 편의에 맞추도록 실험 설계를 요청하였다. (누구나 쉽게 사용할 수 있도록 편리한 시료 채취기 디자인, DNA 혼입이 불가능한 범위 내에서의 시료 절취편의 용이한 보관법)

2. 시료채취 절취편 모양에 따른 채취량 확인 및 채취 과정 시 DNA 혼입 여부 확인

- 제1협동에서 디자인한 절취편 모양 중 7가지를 선정, 절취편 모양에 따른 시료 채취량 확인 및 채취 과정에서의 DNA 혼입 여부를 확인하였다.

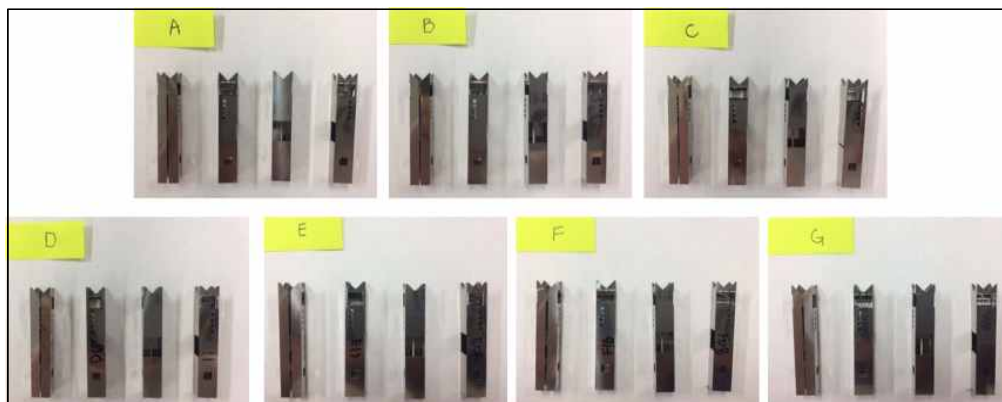


그림 3-38. 시료채취 절취편 7종.

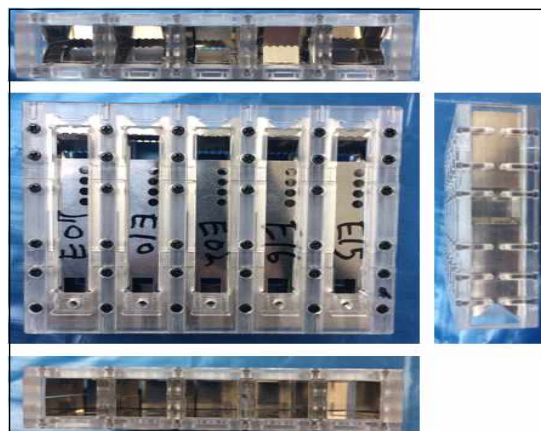


그림 3-39. 절취편 용기 카트리지 5구.

- 시료채취기에 각 절취핀 A~G 총 7종류 타입을 3구, 5구 카트리지에 장착한 후 돼지 반막양근 부위에서 시료를 각각 채취하였다.



그림 3-40. 시료 채취.

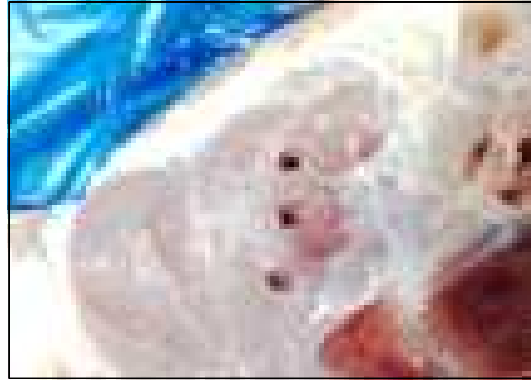


그림 3-41. 시료 채취 후 지육 상태.



그림 3-42. 시료채취기 3구 카트리지 장착 측면.



그림 3-43. 시료 채취기에 3구 카트리지 장착 확대.

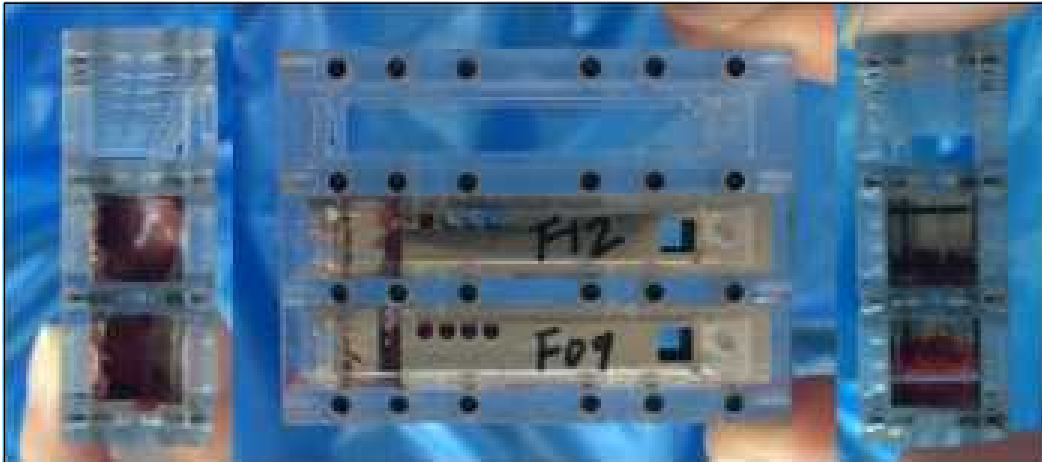


그림 3-44. 시료 채취 후 절취편 용기 사진.
(위 : 근육막 부위 채취 시료, 아래 : 살점 부위 채취 시료)

- 근육막 혹은 비계가 있는 부위에는 채취가 용이하게 이루어지지 않았다.
- 그림 3-44의 위와 같이 근육막 부위의 경우에 시료가 용기에 가득 차는 수준까지 채취가 되지 못하고 절취편이 빠졌으나, 살점 부위의 경우에는 그림3-44의 아래와 같이 가득 차게 채취가 되어졌다.
- 채취하는 시료의 양이 절취편 측면의 4개 공극을 가득 채워야 향후 DNA 동일성 실험 시 샘플링이 가능하기 때문에 시료채취량은 적정수준 이상으로 일정해야할 필요성이 있다.
- 따라서 절취편이 살점부위 뿐 아니라 근육막 내지는 비계부위도 뚫을 수 있도록 기기 자체의 출력을 올리거나 절취편을 그라인딩 하는 방법을 강구해야할 것으로 보였다.
- 대부분의 절취편에서 시료가 적절한 수준으로 채취가 되는 것으로 확인이 되었으나, 10번의 테스트 중 7회 이상 절취편이 지육을 뚫고 들어가 시료를 채취한 후 빠져 나온 절취편을 선별하였다.(D, B, C, G, F타입)
- 절취편이 나오는 기기 정면부가 시료에 닿는 구조인데, 정면부(입구)에 시료 찌꺼기가 남아있어서, 그 다음 순번의 시료에서 시료채취 시 DNA 혼입이 우려되었다.
- 입구에 시료 찌꺼기가 남아 있지 않도록 정면부의 디자인 변경 혹은 다른 방법이 요구된다.

3. 시료채취 절취편의 보관 방향에 따른 유출 확인

- 시료를 D타입의 절취편 9개에 채취한 후 건조 시 시료용기 보관 방향에 따른 육즙유출 양상을 확인하였다.



그림 3-45. 시료 건조 사진.

- 채취 절취핀의 경우 조립식으로 측면 4면부 중 1면은 이음매가 길게 있는 구조
- 각 절취핀의 보관 방향에 따른 육즙 유출여부를 확인한 결과는 그림 3-46와 같다.

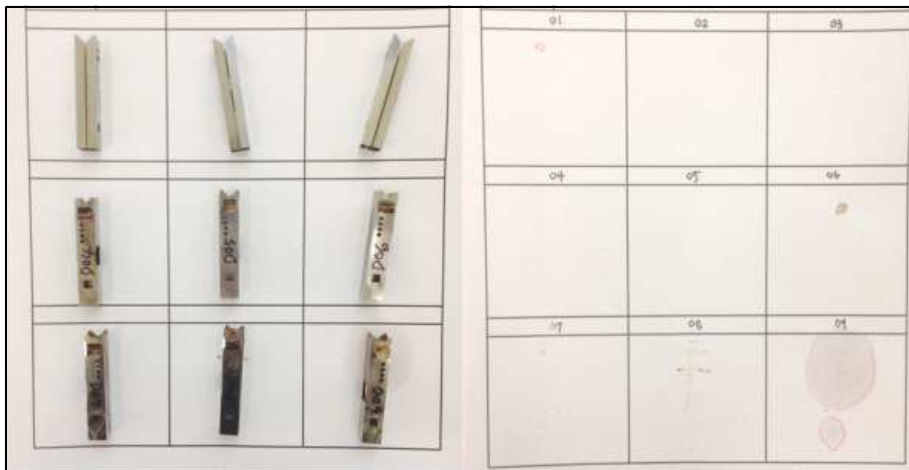


그림 3-46. 시료 절취핀 용기 보관 방향별 유출여부
건조 전(좌), 건조 후(우).

- 이음새의 방향이 상향 또는 좌향 인 경우 유출이 없었으나 특이하게도 우향인 시료 중 1개에서 다량의 육즙 유출이 있었다.
- ※ 구조적으로 좌향과 우향의 공극 차이가 없기 때문에 실험결과도 좌, 우향의 경우 동일하게 나올 것으로 예상 하였으나 한 개의 시료에서 큰 차이를 보였다.
- 보다 정확한 결과 예측을 위하여 시료 절취핀의 추가적 제작을 요청하여 반복 실험을 하였다.
- 절취핀을 전용 카트리지(3구, 5구)에 보관하여 동일한 실험을 한 결과는 그림 3-47과 같았다.

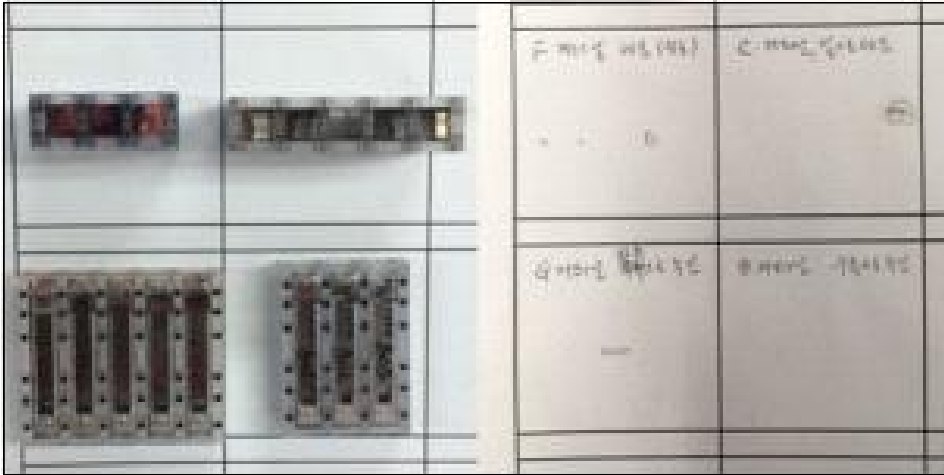


그림 3-47. 전용카트리리지 보관 방향별 유출여부.
건조 전(좌), 건조 후(우)

- 전용카트리리지 보관함의 경우 절취핀만 보관했던 경우와는 다르게 큰 유출은 보이지 않았으나, 절취핀을 아래로 향하게 보관한 경우에만 유액의 유출이 있었다.
- 그 외의 다른 자국은 용기 겉면에 묻은 시료에서 나온 육즙으로 보였다.
- 카트리리지에 넣어 보관 시에 절취핀의 보관방향을 위로 향하게 하는 것이 바람직할 것으로 보이며, 우편으로 발송하는 경우에는 절취핀 날 부분에 뚜껑을 덮는 식으로 보관하는 것이 안정성을 높일 수 있는 방법이라고 사료되었다.

4. 시료 건조 양상 확인

- 시료의 절취핀 내 건조양상 및 절취핀을 포함한 카트리리지 내 건조양상을 확인하였다.
- 절취핀 단독으로 건조기에 넣어 80℃ 조건에서 3시간 건조한 경우의 시료 건조 모습은 그림 3-48과 같았다.



그림 3-48. 절취핀 단독 건조시의 시료 건조 양상.

- 절취핀 단독 건조의 경우 적절한 수준의 건조가 이루어진 것을 확인하였으며, 추후의 DNA 동일성 검사를 위한 샘플링 시 검사에 적합한 수준의 시료를 얻을 수 있을 것으로 사료되었다.
- 상기 실험과 동일한 조건에서 실시한 절취핀을 포함한 카트리지 내 건조양상 실험 결과는 그림 3-49, 3-50과 같다.

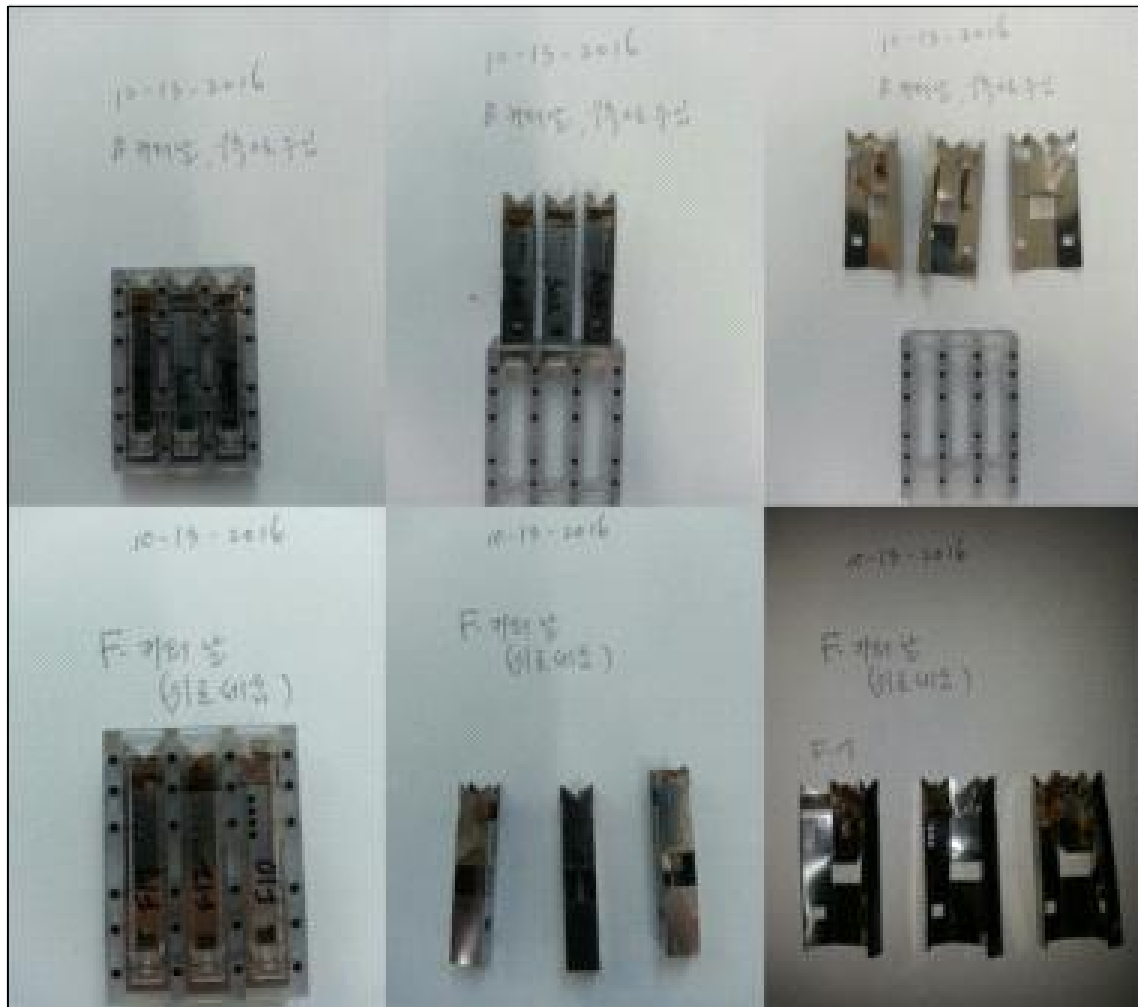


그림 3-49. 절취핀을 포함한 3구 카트리지 건조 양상.

- 보관 방향에 따라 건조되는 양상이 달랐으나, 채취된 시료의 양이 균일하지 못하여 실험결과를 정확히 판단하기 힘든 양상을 보였다.

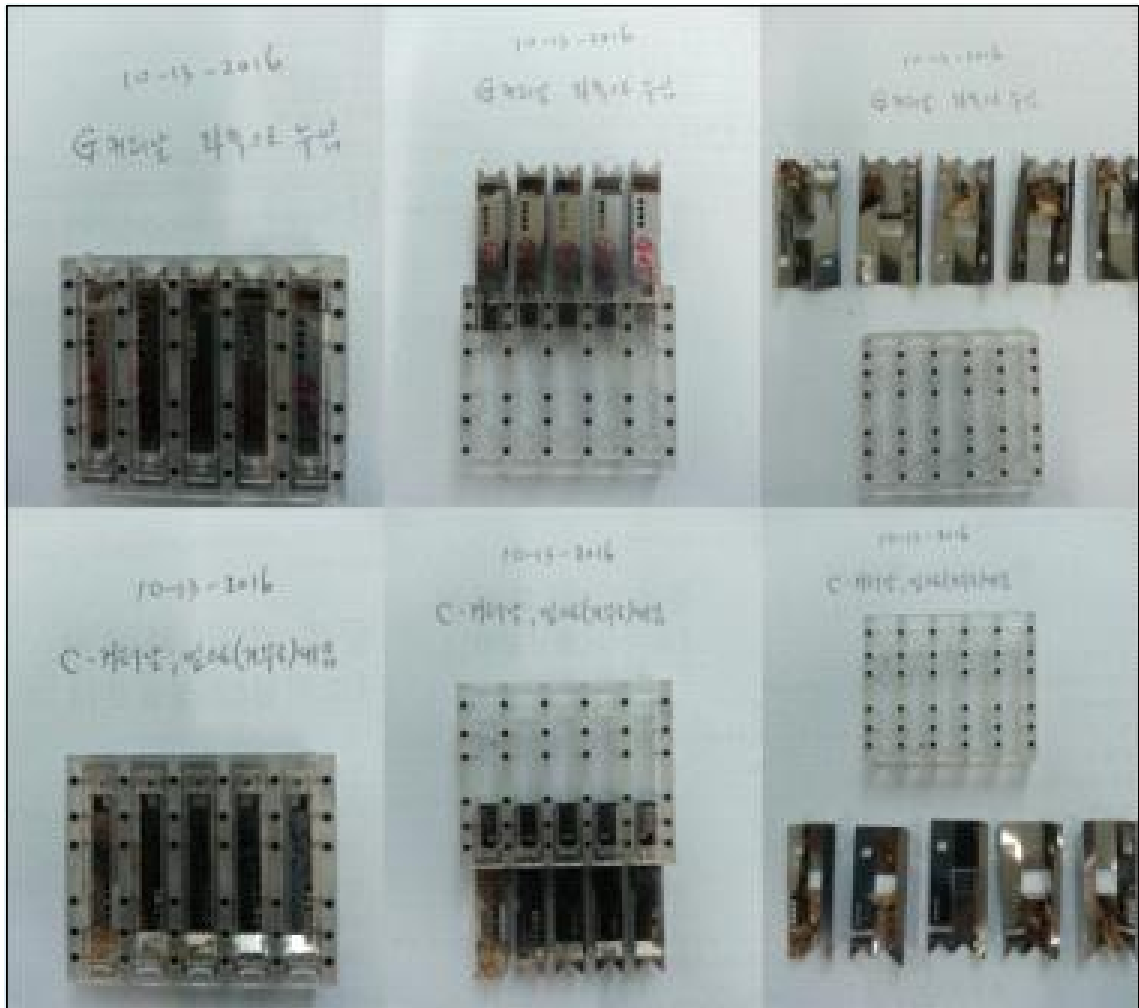


그림 3-50. 절취편을 포함한 5구 카트리지 건조 양상.

- 3구와 5구의 건조양상 차이는 크지 않았으나 5구형 카트리지 내 시료의 부피가 비교적 커보였다.
- 채취된 시료의 양이 균일하지 않아 각기 비교가 어려우나, 시료의 양이 적정량만큼 채워져 있었던 G04시료의 경우 건조 양상이 매뉴얼대로 깔끔하게 나온 것을 확인할 수 있었으며, 방향에 따라 시료가 쏠리는 현상 또한 일어나지 않았다.
- DNA 동일성 실험을 위한 건조 전 과정에서 시료의 쏠림현상이 일어나는 것을 방지하기 위해서는 절취편 용기 내에 적합한 양의 시료가 채취되어야 했다.
 - 따라서 시료 샘플링 양의 균일성을 유지할 필요가 있다는 결론을 내렸다.
 - 제1협동에 샘플링 양의 균일성을 높일 수 있도록 절취편 추가 수정 및 채취기의 절취편 사출 속도 상승을 제안하였다.

2. 2차년도

가. 송강지엘씨(1협동): 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결

<세부 연구 목표>

- 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결
: 각 사용단계별 기기 성능 및 시료상대 검사검증결과를 토대로 시제품 업그레이드
- 국가공인기관(예: 한국기계전기전자시험연구원)에 시제품의 내구성 및 안정성 시험의뢰

(1) 절취편의 최종 사양 확정 및 금형의 제작: 기존 8X8에서 6X6으로 신규 제작

- 1차년도 결과를 토대로 현장 테스트 및 모의 테스트를 통한 6회 업그레이드
- 주요 검토 사항으로는 각 절취편의 시료 채취 시 샘플링 양의 균일성을 높이며 절취편 내 적정량이 확보 되도록 다각적인 개선을 통하여 I-2-4모델로 최종 사양 확정

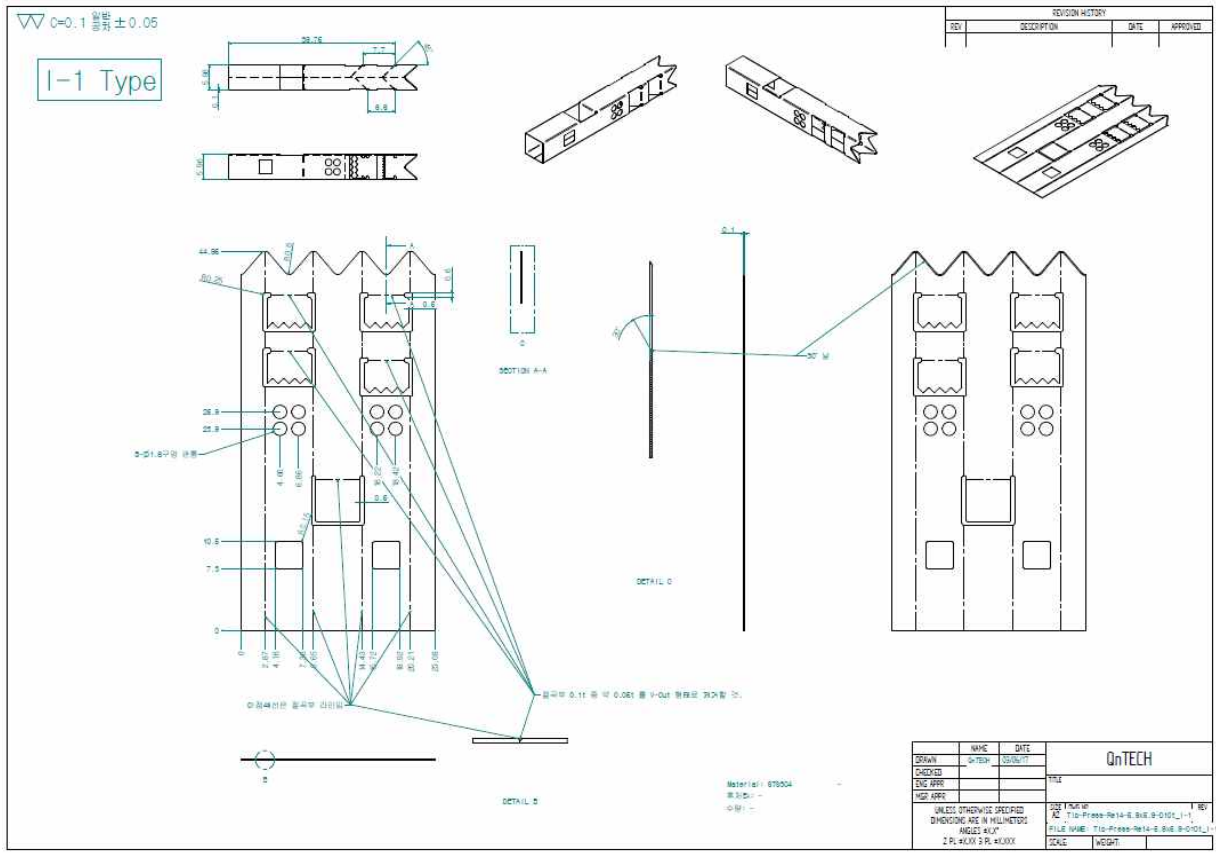


그림3-51. I-1 최초의 6X6 사이즈의 절취편 도면.

표 3-6. I-1타입 제품 사양

절취편 형태	I-1 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T . 절취편 6x6 크기 제작
절취편의 각도	45° 미늘각도 시료 채취공극 : 4개
절취편 제작 경위	미늘형상 2배열 배치, 두 번째 미늘은 서로 엇갈리게 배치하여 시료 채취유무 확인
	미늘배열 형태는 앞쪽 미늘은 수평하게 같은 위치로 배치하고 두 번째 미늘은 거리를 다르게 하여 엇갈리게 배치
절취편 시험과정	미늘형상을 2배열에 따른 도체의 근육 시료 통과 와 시료채취 공극 4개 채취량 등 비교 분석 시험
절취편 시험결과	G -TYPE 보다 시료채취와 채취량 안정

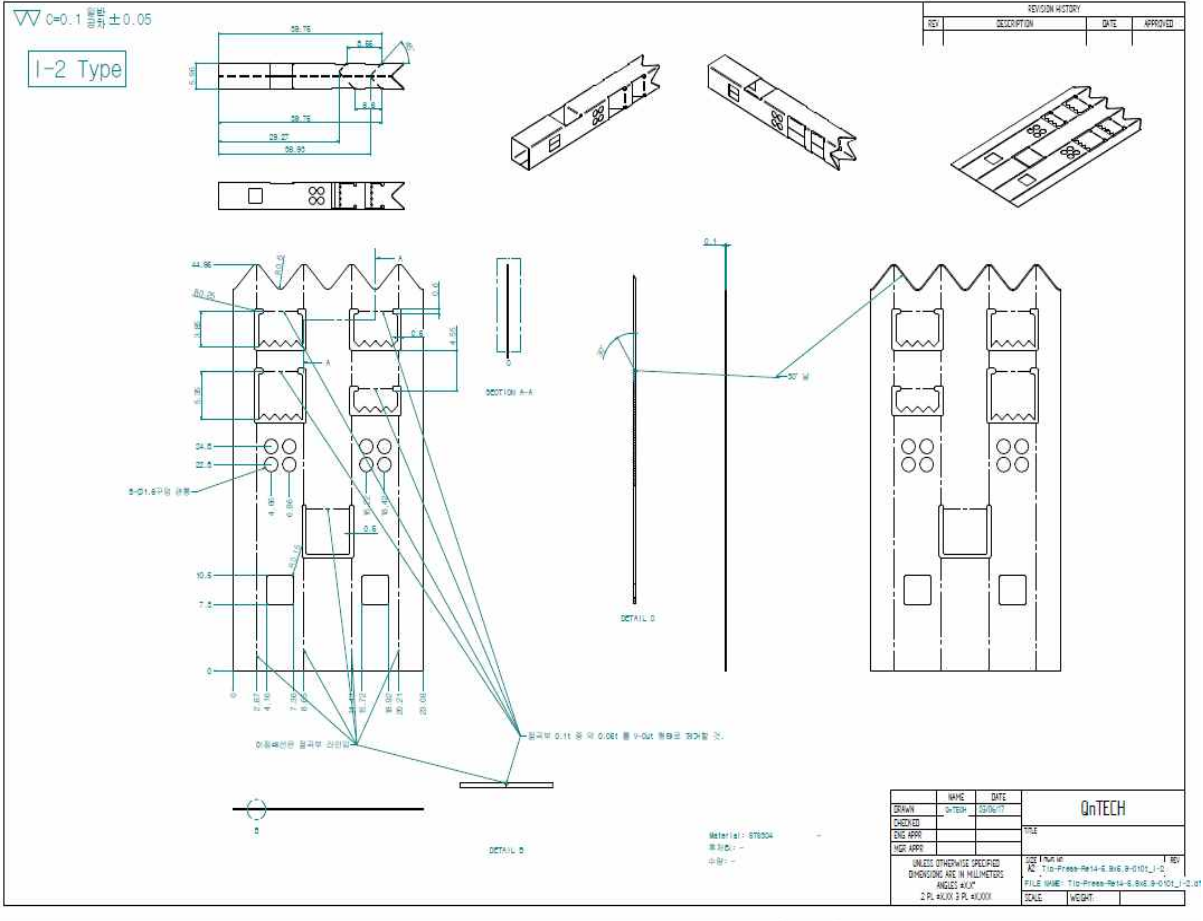


그림3-52. 2회차 절취핀 업그레이드 도면.

표 3-7. I-2타입 제품 사양

절취핀 형태	I-2 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T
절취핀의 각도	45° 미늘각도 시료채취공극: 4개
절취핀제작 경위	미늘형상 2배열, 두 번째 미늘은 길이를 다르게 배치하여 시료채취 유무 확인
절취핀 시험과정	미늘형상을 2배열, 두 번째 미늘은 길이를 다르게 배치하여 도체의 근육 시료 통과 와 채취량 등 비교 분석 시험
절취핀 시험결과	I-1 TYPE 와 시료채취 분석

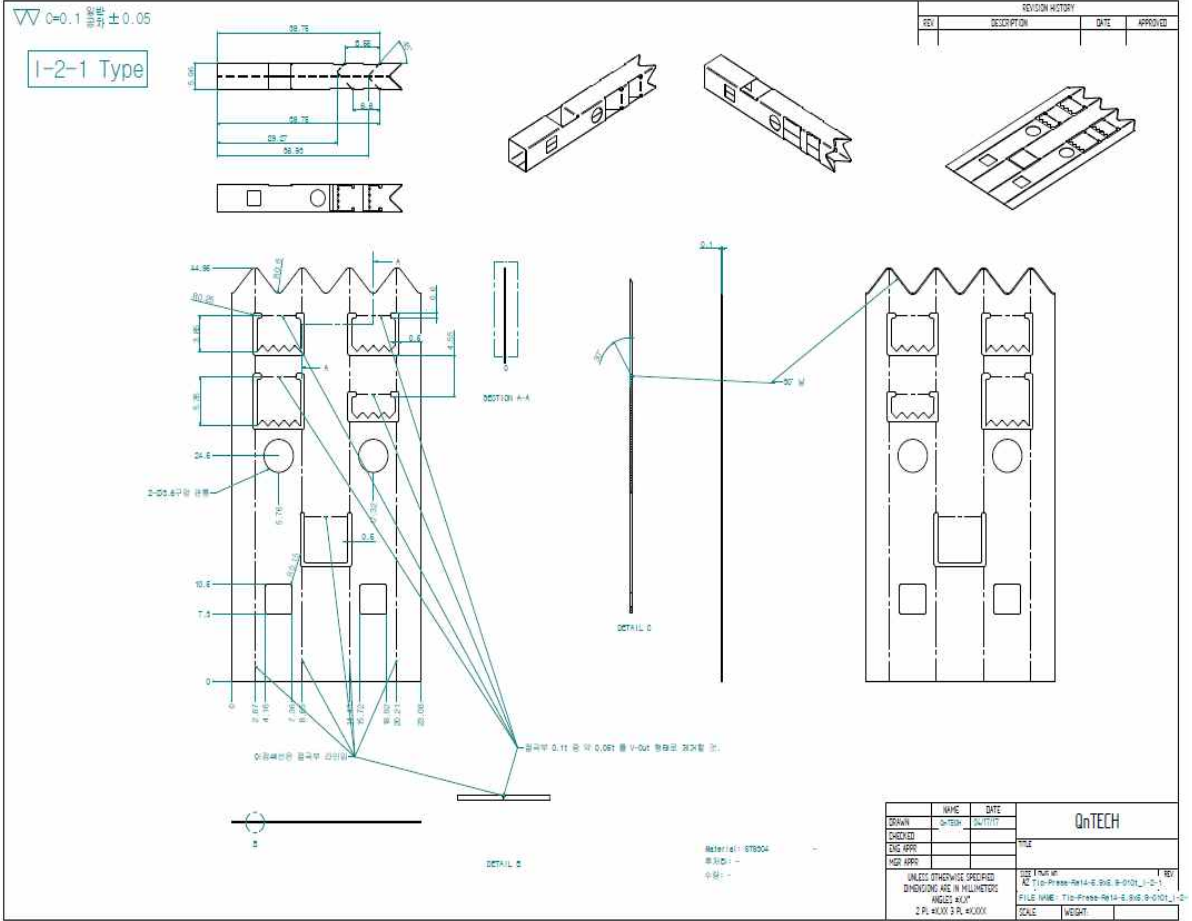


그림3-53. 3회차 절취핀 업그레이드 도면.

표 3-8. I-2-1타입 제품 사양

절취핀 형태	I-2-1 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T
절취핀의 각도	45° 미늘각도 시료 채취공극 : 1개
절취핀 제작 경위	미늘 형상 I-2 형태로 하고 시료채취용 Hole을 크게 하나만 배치 미늘형상 2배열, 두 번째 미늘은 길이를 다르게 배치하여 시료 채취 유무 확인
절취핀 시험과정	미늘형상을 2배열, 두 번째 미늘은 길이를 다르게 배치하여 도체의 근육 시료 통과 와 채취량 등 비교 분석 시험
절취핀 시험결과	I-2 TYPE 와 시료채취 분석

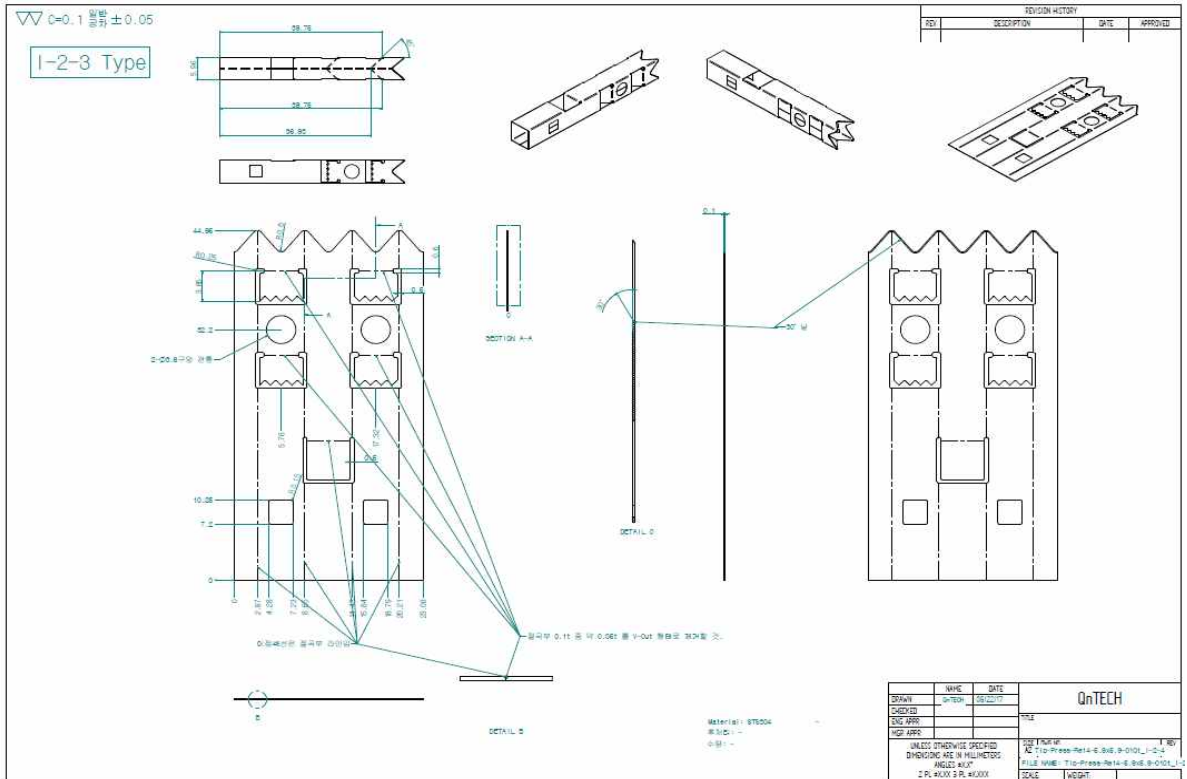


그림3-54. 4회차 절취핀 업그레이드 도면.

표3-9. I-2-3타입 제품 사양

절취핀 형태	I-2-3 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T
절취핀의 각도	45° 미늘각도 시료 채취공극 : 1개
절취핀 제작 경위	미늘 한 쌍은 전진 배치하고 중간에 채취용 Hole을 하나두고 뒤쪽에 추가로 미늘 한 쌍을 추가하여 시료채취 유무 확인
	미늘배열 형태는 날 쪽으로 전진 배치하여 한 쌍은 수평으로 하고 뒤쪽은 시료채취 홀드 뒤에 배치
절취핀 시험과정	미늘형상을 2배열에 따른 도체의 근육 시료 통과 와 채취량 등 비교 분석 시험
절취핀 시험결과	I-2-1 TYPE 보다 시료채취 안전하고 채취하는데 이상 없음
	I-2-3 TYPE 으로 최종 확인

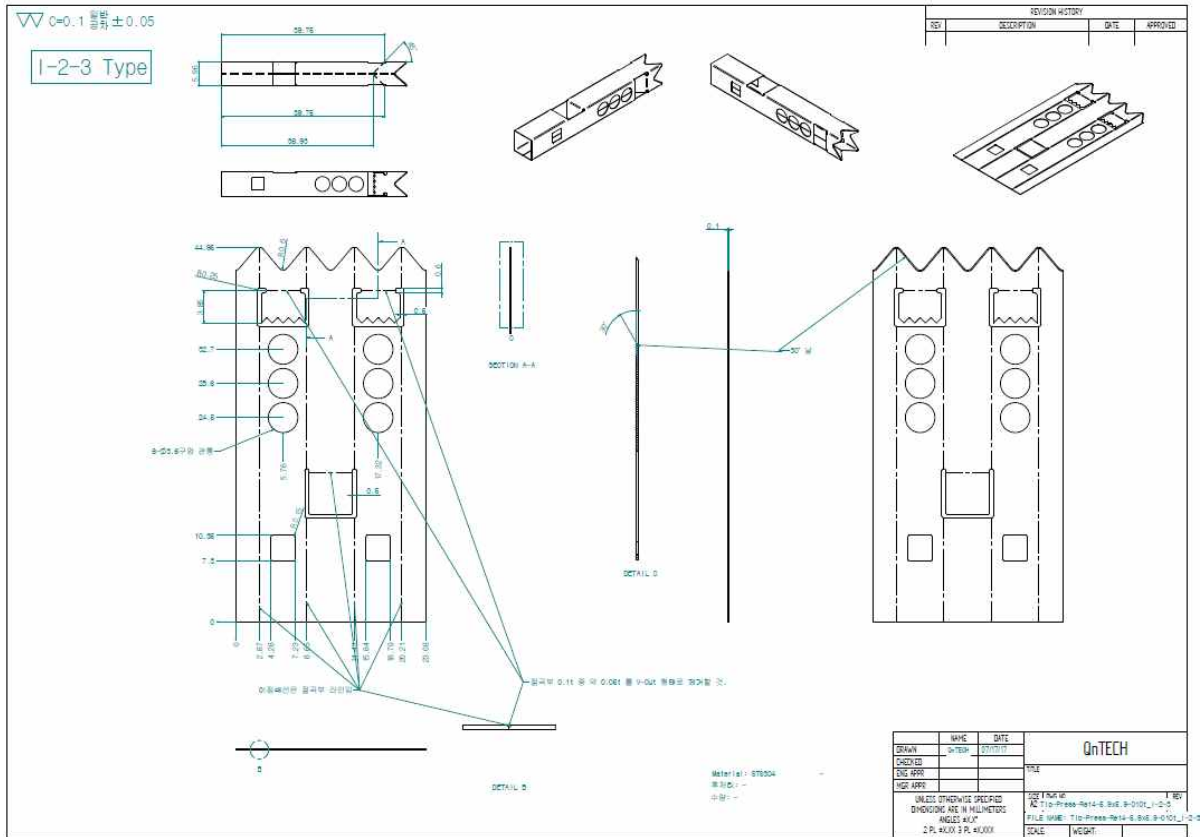


그림3-55. 5회차 절취핀 업그레이드 도면.

표 3-10. I-2-3-1타입 제품 사양

절취핀 형태	I-2-3-1 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T
절취핀의 각도	45° 미늘각도 시료 채취공극 : 3개
절취핀 제작 경위	미늘 한 쌍만 전진 배치하고 중간에 채취용 Hole을 3개두고 시료채취 유무 확인
	기구물의 업그레이드 제품이 완성되어 절취핀 I-2-3모델의 업그레이드 형태로 제작
절취핀 시험과정	미늘형상을 1배열에 따른 도체의 근육 시료 통과 와 채취량 등 비교 분석 시험
절취핀 시험결과	I-2-3 TYPE 보다 시료채취 안전하고 채취하는데 이상 없었음
	I-2-3-1 TYPE의 경우 Hole이 3개이기 때문에 마지막 3개까지 채워지지 않는 경우가 간혹 발생되어 환경대 연구팀과 논의 결과 Hole을 줄여보기로 하였다.

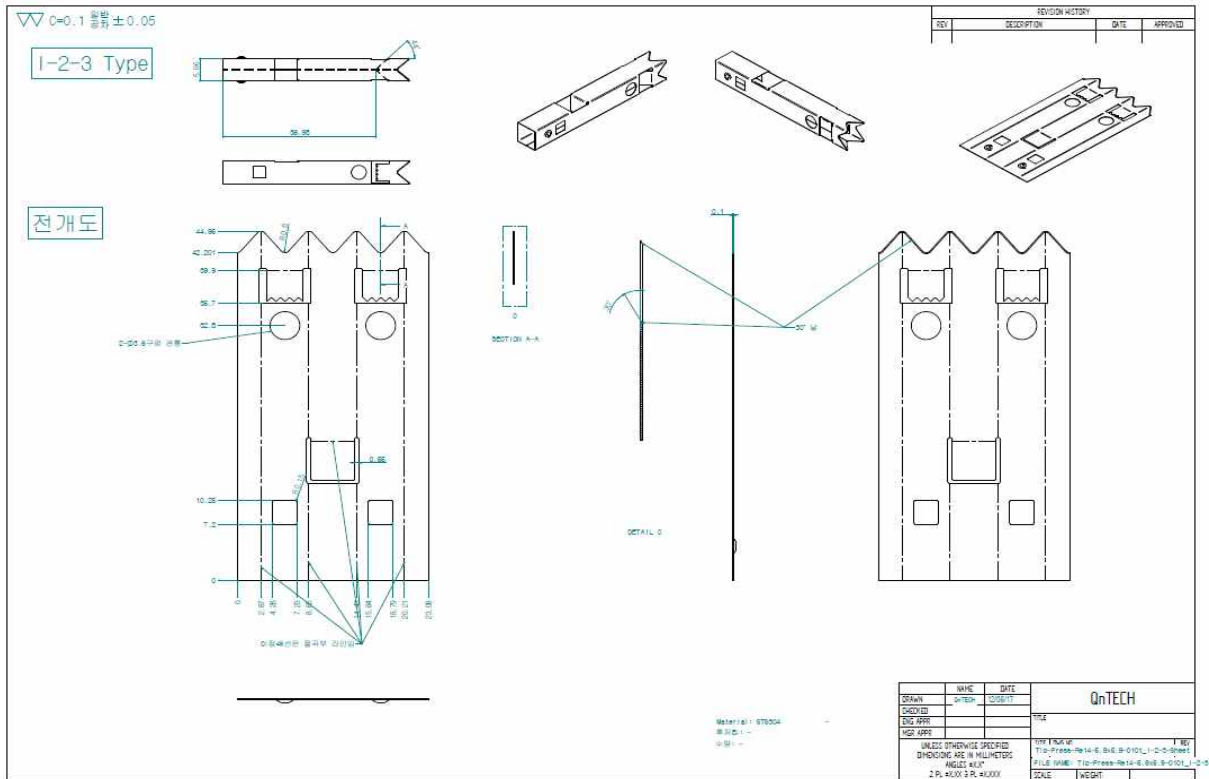


그림3-56. 최종 절취핀 I-2-4 모델의 도면.

표 3-11. I-2-4타입 제품 사양

절취핀 형태	I-2-4 TYPE
재질	SUS 304
두께	0.1T
절취핀의 각도	45° 미늘각도 시료채취공극 : 1개
절취핀 제작 경위	미늘 한 쌍만 전진 배치하고 중간에 채취용 Hole을 1개두고 시료 채취 유무 확인 기구물의 업그레이드 제품이 완성되어 절취핀 I-2-3-1모델의 업그레이드 형태로 제작
절취핀 시험과정	미늘형상을 1배열에 따른 도체의 근육 시료 통과 와 채취량 등 비교 분석 시험
절취핀 시험결과	I-2-3-1 TYPE 보다 시료채취 안전하고 채취하는데 이상 없었음 I-2-3 TYPE-1의 경우 홀이 1개로 줄면서 DNA 분석을 위한 충분한 양의 시료가 안정적으로 채취되어 최종 모델로 확정하고 금형 제작 착수하였음

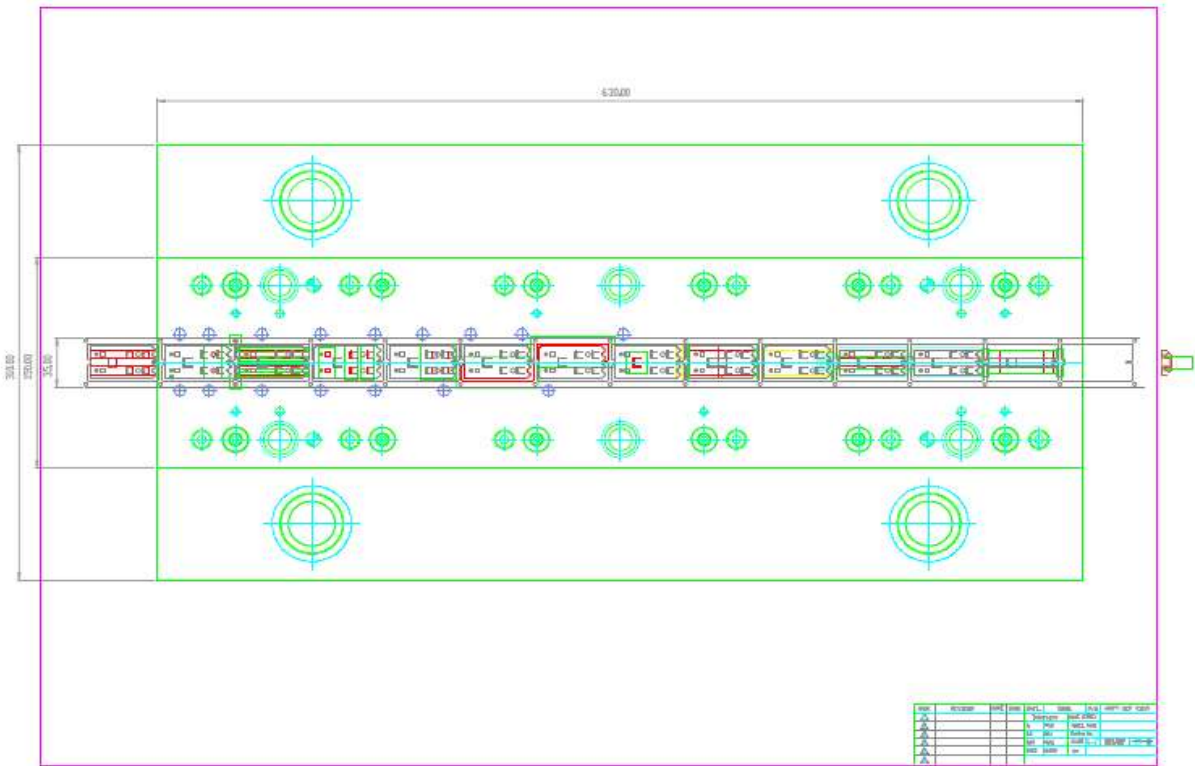


그림3-57. 절취핀 I-2-3-2 모델의 최종 금형 도면.

- 2차년도에 1차년도 연구결과를 토대로 안정적인 시료의 채취와 균일한 양을 확보하는데 중점을 두고 최종 I-2-4 Type 모델로 확정지어 금형 제작을 착수하여 개선된 최종 절취핀 양산에 성공하였다.

※ 이후 주관기업인 한국육류연구소 연구팀과 환경대 연구팀이 합류하여 도축장 방문 등을 통하여 절취핀에 대한 자체 신뢰성 검증 진행 완료하고 2차년도 사업을 완료 하였다.



그림3-58. 금형으로 사출된 최종 절취핀 사진.

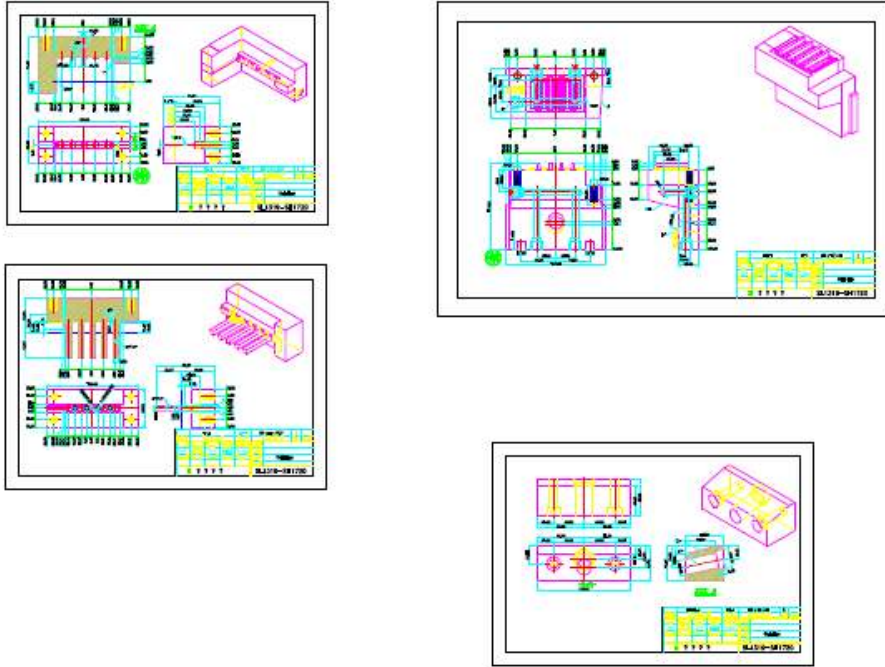


그림3-60. 카트리지 금형 도면.



그림3-61. 카트리지 금형 사출물.

(3) 최종 시제품 2대 제작 : 6X6 사이즈에 맞게 소형 경량화 하여 신규 제작

1차년도 연구결과를 토대로 2차 년도에는 편의성을 높이고 안정성을 확보하는데 주력 하였다.

- 편의성: 기구물의 중량을 기존 3Kg에서 2.3Kg으로 줄이는 설계를 바탕으로 절취핀 6X6 사이즈에 맞는 지그를 제작. 또한 절취핀에 적정량의 시료가 채취 되었는지 육안으로 쉽게 식별하기 위한 LED 라이트를 추가하여 인식이 가능하도록 변경

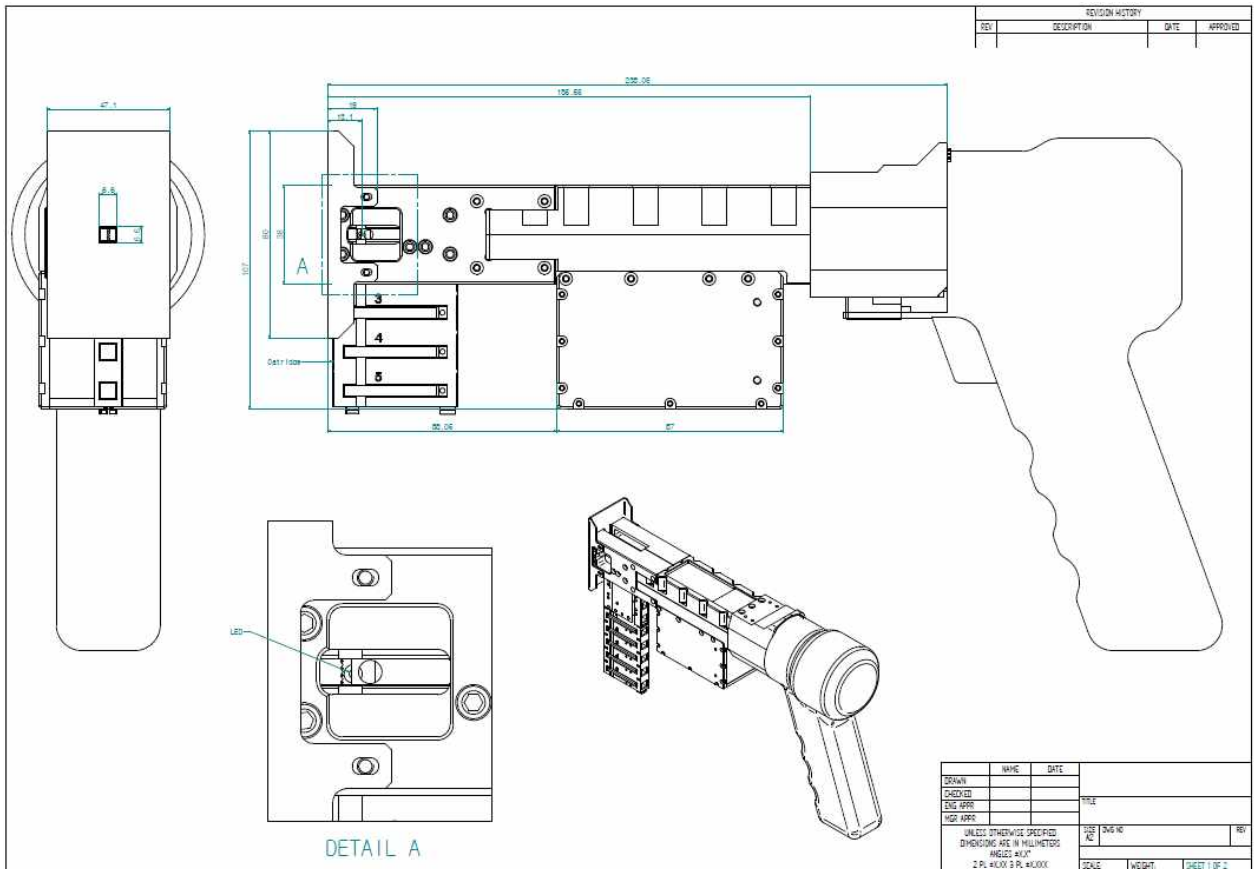


그림 3-62. 업그레이드 된 기구물의 시제품 설계도면.

- 안정성을 확보하기 위하여 교차오염 방지용 보호 커버를 (그림 3-63 A부분) 추가 설계 및 제작하여 기구에 장착 카트리지의 오염과 절취핀의 교차 오염 방지 확보하고, 제어 회로에 과전류 방지 보완 회로 추가 및 압력 감지 회로추가 LED 회로 추가로 전기적 물리적 안정성 확보하였다.
- 기능 개선을 위하여 제어 회로를 추가 개발하여 DC 모터의 속도를 제어함으로써 보다 빠르게 정확하게 시료를 채취할 수 있도록 개선하고, 속도는 기본 속도 50%에서 150%, 160% 170% 180%로 속도 가변이 가능하도록 내부에 스위치를 추가할 수 있도록 하였으며 프로그램을 통하여 최고 200%까지 설정 가능하도록 변경하였다.

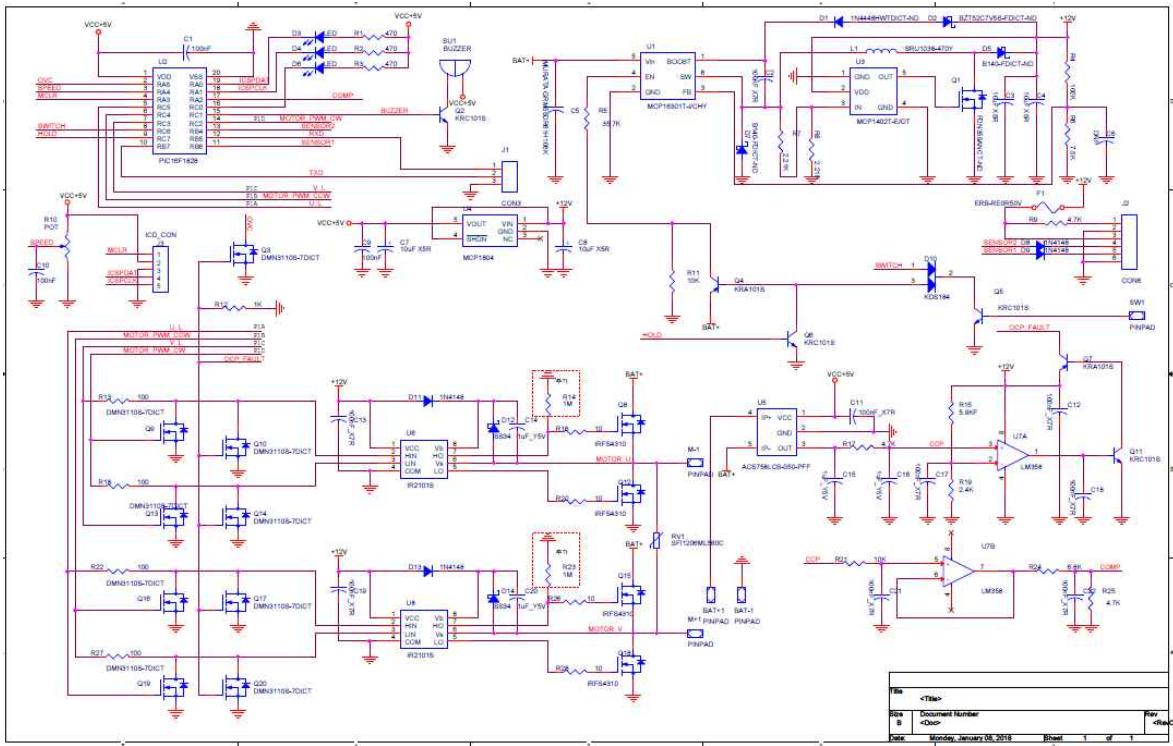


그림3-65. 시제품의 수정 제어 회로도.

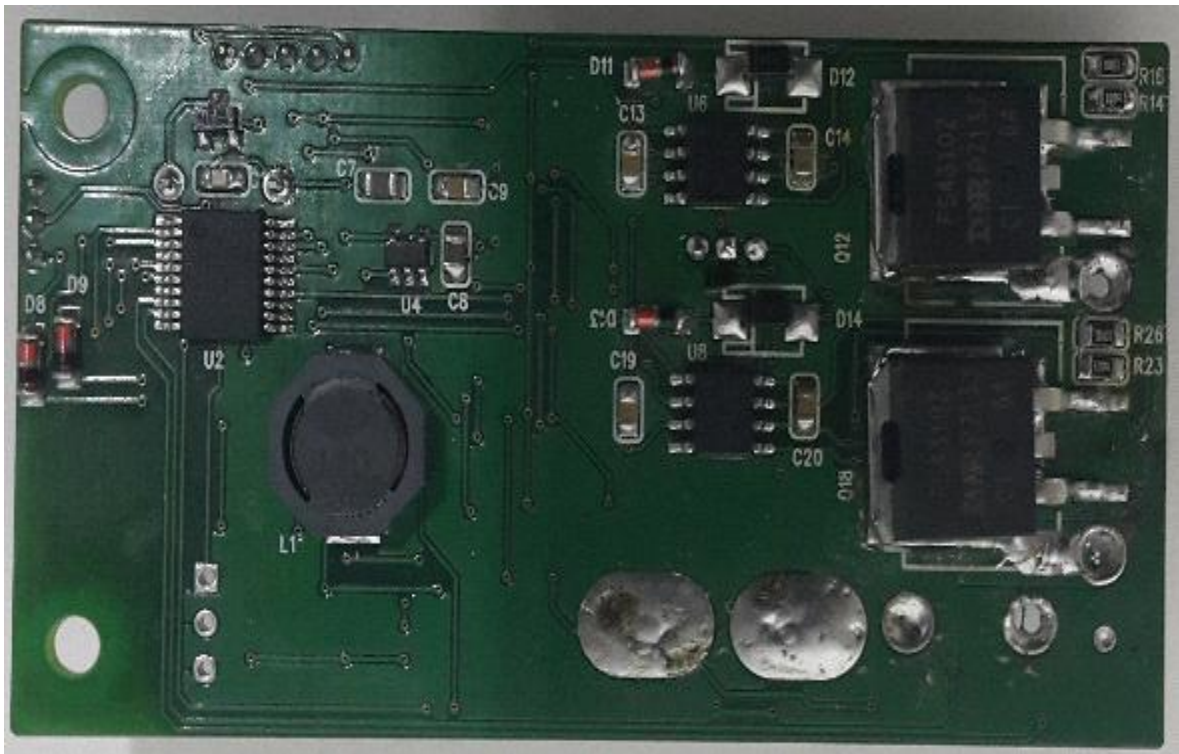


그림3-66. 시제품의 제어회로 PCB.

4. 추가 구성품 제작

가. 샘플 채취용 슬라이드 판 제작

- 목적: 알루미늄 재질의 틀을 제작하여 별도로 구성된 채취용 송곳 펀치를 이용하여 손쉽게 시료를 채취하고자 한다.

절취편을 통하여 채취된 시료를 채취하기 위하여 적합한 기구를 설계한다.

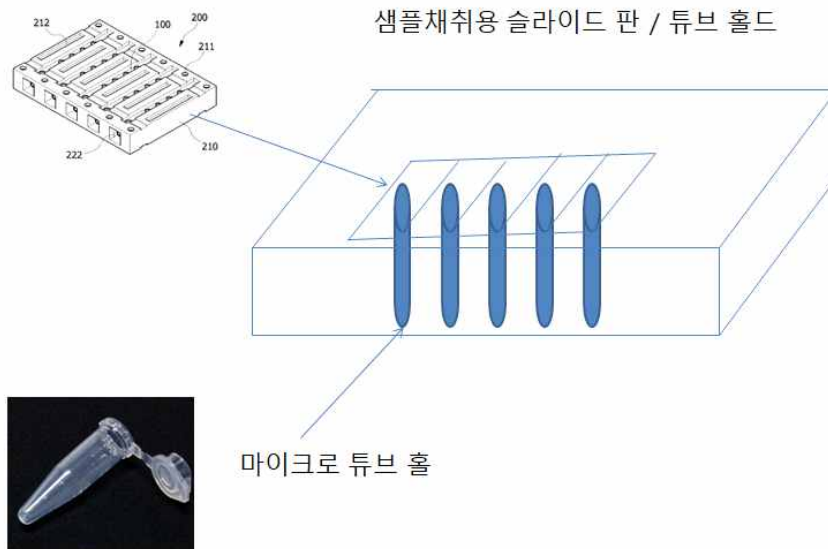


그림3-67. 샘플 채취용 슬라이드 판의 개념도.

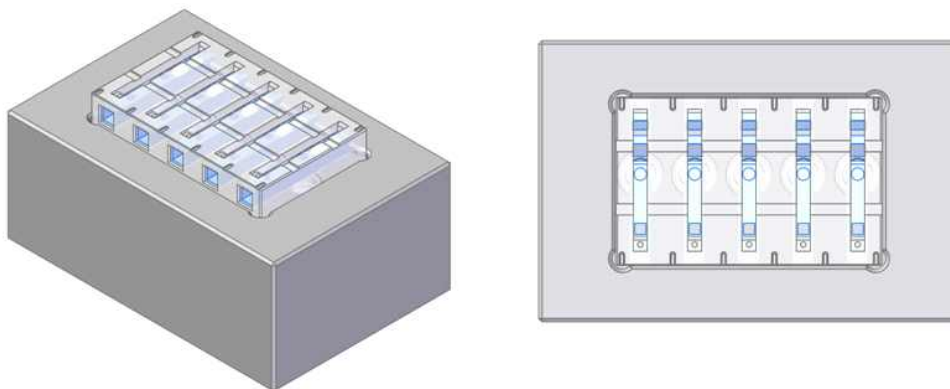


그림3-68. 샘플채취용 슬라이드 판.

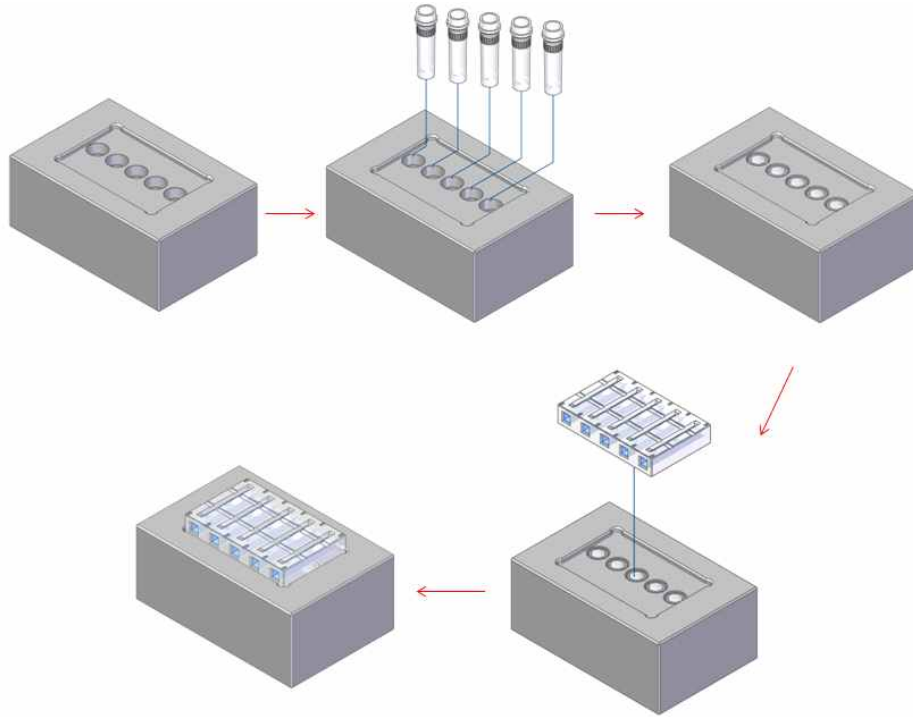


그림3-69. 절취핀으로부터 샘플채취 흐름도.

나. 교차오염방지용 페이퍼의 연구

- 습자지, 유산지, 미용지 등을 대상으로 샘플 구매 후 절취핀 테스트 결과를 바탕으로 미용지가 방수 및 취급이 용이하여 최종 스펙을 추가 검토 미용지는 오일 컨트롤 필름으로 주성분은 폴리프로필렌 (3M에서만 구매 가능)이며 식약청 기준 인체 유해성 평가를 받은 제품이다.

다. 카트리지의 보관을 위한 실링지에 대한 연구

- 1차 수축 필름을 이용한 카트리지의 밀봉 방법을 연구하고 방산시장에서 샘플을 구매하여 테스트 결과 현장에서 취급이 불편하고 관리가 쉽지 않아 대안을 연구하였다.
- 한경대 연구팀의 제안으로 연구소에서 사용하는 실링지에 대한 정보를 검색하고 샘플 구매하여 테스트 결과 매우 양호하여 최종 사양으로 채택하고 가격, 품질 등에 대한 시장 정보 조사 활동을 하였다.

라. 기타 약세사리 제작

- 시제품의 편리성 보완책으로 어깨끈 제작 및 장착
- 절취핀 및 카트리지 보관용 포터블 가방 구비

5. 신뢰성 검증 및 특허 출원

가. 한국기계전자연구원에 의뢰하여 시제품의 신뢰성 검증 진행
 (시험성적서 [T2017-11890])

- 내구성 시험으로 1000회 반복 동작 시험 후 전기적 고장 여부, 기계적 고장여부에 검증
- 기기의 절연 저항 시험으로 충전부와 금속 외함부 간의 절연 저항 시험 검증
- 기기적 강도 시험으로 충전부의 노출, 표면의 갈라짐, 충격 후 동작 여부 시험 검증

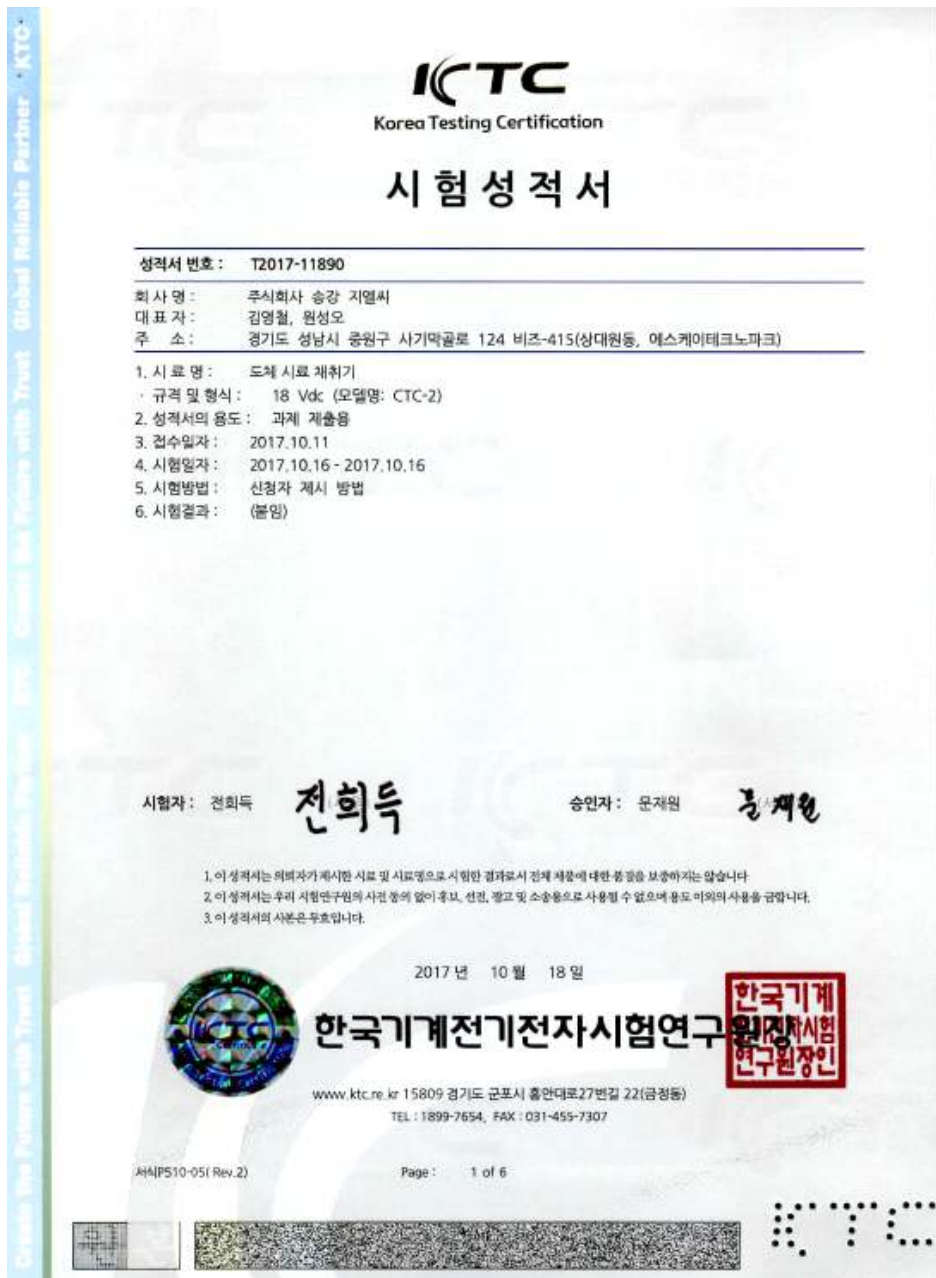


그림3-70. KTC 의뢰 신뢰성 검증에 대한 시험 성적서.

나. 특허 출원

- 출원일자: 2017.12.15
- 출원번호: 10-2017-0173614 (접수번호 : 1-1-2017-1254627-65)
- 발명의 명칭: 가속도체 조직 샘플 채취용 절취편이 구비된 카트리지와 이를 이용한 조직 샘플 채취 장치

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2017.12.15
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원 번호 10-2017-0173614 (접수번호 1-1-2017-1254627-65)
 출원인 명칭 (주)한국특류연구소(1-2017-073404-3) 외 1명
 대리인 성명 최지연(9-2005-000717-1)
 발명자 성명 고경철 김영철 심재국
 발명의 명칭 가속도체 조직샘플 채취용 절취편이 구비된 카트리지와 이를 이용한 조직샘플 채취장치

특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입일수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 문방부 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 - 0131(기라코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허료 (patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허료 및 통지규칙 열람 제5회 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 - <http://www.kipo.go.kr>-특허마포-PCT마드리드
 ※ 우선권 인정기간 - 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장할 수 시, 선출원이 미공개상태이면 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [선사적교원허가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효 사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

그림3-71. 특허 출원 번호 통지서 사본.



나. 한국육류연구소(1세부): 시료채취기 시제품 사용단계별 기기성능 및 시료 상태 검사·검증


<세부 연구 목표>

- 동일 개체를 대상으로 기존 시료채취 방법과 개발된 시료채취기를 이용한 시료 채취 방법을 이용하여 시료 확보
- 시료채취기의 도체표면 접촉을 통한 미생물 교차오염 여부 확인

1. 현장 도체 시험 이전에 실험실 사전테스트

표 3-12. 도체 시험 사전테스트

부위	성공 여부	절취 여부	형상	비고
살코기 부위	○	○		막이 없는 살코기 부분은 절단이 되었고, 절취된 안으로 시료 채취됨
막있는 부위	○	○		막이 있는 부분도 절취된 안으로 채취가 됨

부위	성공 여부	절취 여부	형상	비고
근육부위	X	X		채취가 되지않음

- 시료채취 후 절취편 내부 지육

- 12개의 카트리지(60회) 중 2개는 채취가 덜되었고, 6개는 채취가 되지 않았다. 2번이상 시도하여 채취된 것이 8개 있었다.
- 1개의 커터날이 한 번에 채취되는데 걸리는 시간이 약 3초, 이어서 2~3번 반복하였더니 약 38초 소요되었다.
- 70회 이상에서 나사가 풀리는 현상이 일어나 기구물 안쪽에 나사풀림 방지용 와셔를 장착하였다.

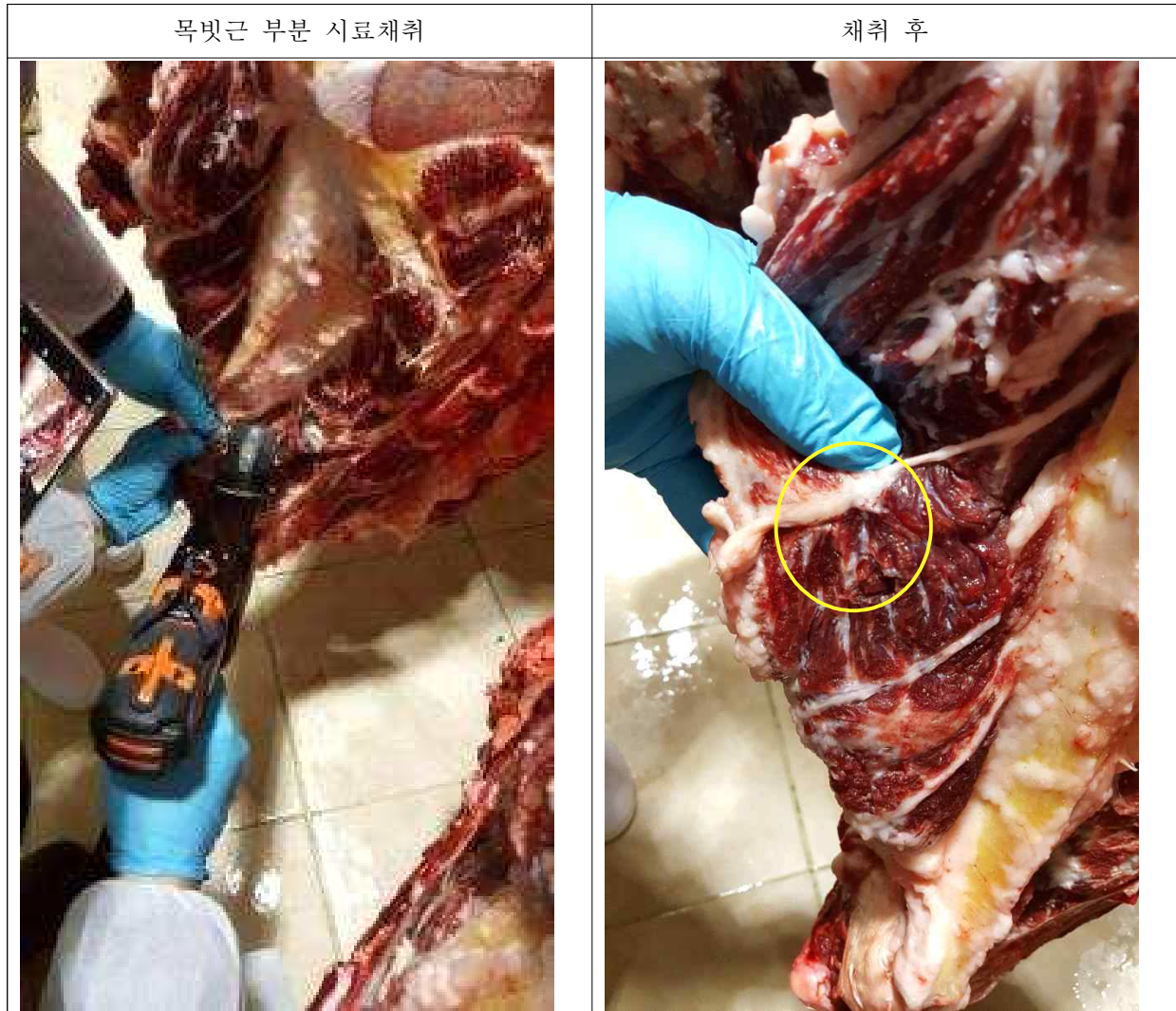
2. 현장 도축장 예냉실 테스트

가. 연구목적: 완성된 카트리지와 커터날, 시료채취 기구를 가지고 현장테스트

나. 연구내용

(1) 소 도체 시료채취 테스트

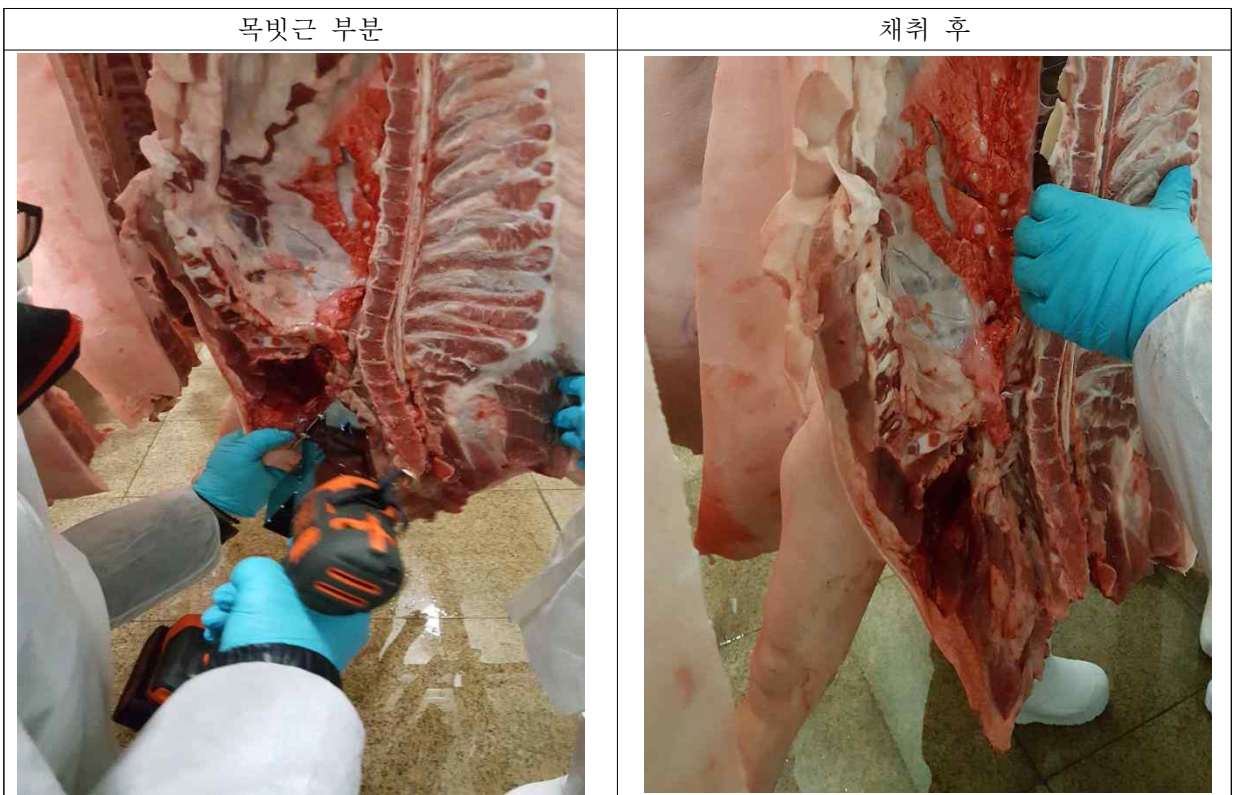
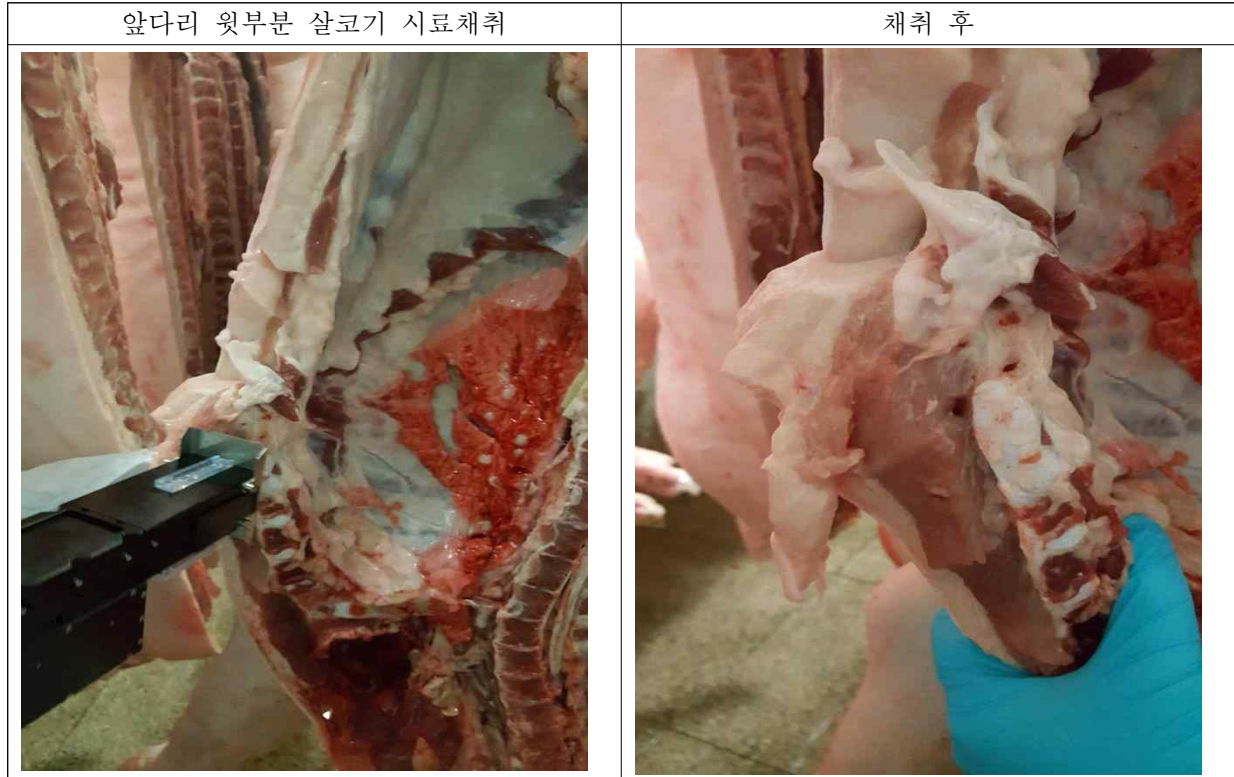
그림 3-72. 소 도체 시료채취 전·후



- 바로 도축한 소에서는 핏물이 많이 떨어져서 카트리지에 핏물이 묻어나서 교차오염의 위험이 컸다.
- 사전테스트에서 돼지고기의 막 있는 부분에서 시료채취가 되지 않았는데, 목빗근 부분도 마찬가지로 탄력이 너무 커서 시료채취가 되지 않았다.
- 목빗근 부분이 너무 얇아서 뒤에 손을 대고 채취를 하면서 손이 다칠 위험이 있다.

(2) 돼지 도체 시료채취 테스트

그림 3-73. 돼지 시료채취 전·후



- 앞다리 위의 살코기에서 시료 채취가 되었다.

(3) 기구물 내구성 테스트

그림 3-74. 시료채취에 따른 기구 내구성 테스트



- 100개 테스트 중 26개 채취되지 않고, 7개는 채취가 덜 되었다.
- 채취되지 않는 부위는 막이 있는 부위

다. 연구결과

[도체 테스트]

- 200%출력 기구물은 동력에 비해 커터날이 너무 약하여 2~3번 시도로 커터날이 찌그러졌다.
- 기구물 출력이 200%보다 180%에서 더 안전성 있는 것으로 보였다.
- 채취부위는 목빗근 보다는 불기살에서 채취를 하는 것이 잘 되는 것으로 보였다.

[기구 내구성테스트]

- 지난번 시험테스트에서 70회 이상에서 나사가 풀리는 현상이 있었으나, 이번에는 100회 이상에서도 나사가 풀리지 않았다.

3. in vitro 테스트

가. 연구목적: 실제 현장에서처럼 돼지 후지 8마리를 가지고 기구 테스트

나. 연구내용

(1) 카트리지 장착 전에 번호 표기



그림 3-75. 카트리지(번호 표기)

(2) 돼지 후지 8마리를 랜덤으로 농장이 다르게 무작위 배치

사진	도체번호
	<p style="text-align: center;">7 8 3 6 5 2 4 1</p>
<p>그림 3-76. 돼지 후지(8마리)</p>	

표 3-13. 농가번호에 따른 도체번호

농가번호	도체번호(임의설정)
0580	1
0847	2
0543	3
0585	4
2089	5
0658	6
0496	7
0739	8

(3) 시료채취 (한 도체당 12번 반복)



그림 3-77. 시료채취 모습

(4) 성공 및 실패 여부 판단 (채취여부기록)

(5) 채취 후 알코올 솜으로 소독(1채취 1소독)



그림 3-78. 알코올솜으로 시료채취부위 소독

(6) 카트리지에 실링지 부착

(7) 건조(dry oven에서 80℃ 3시간)

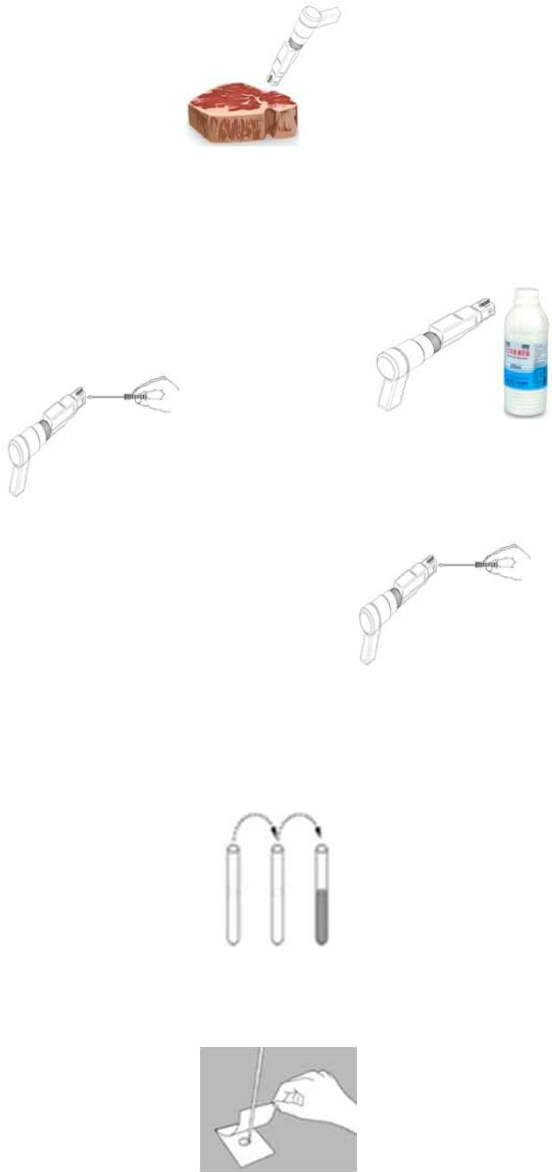
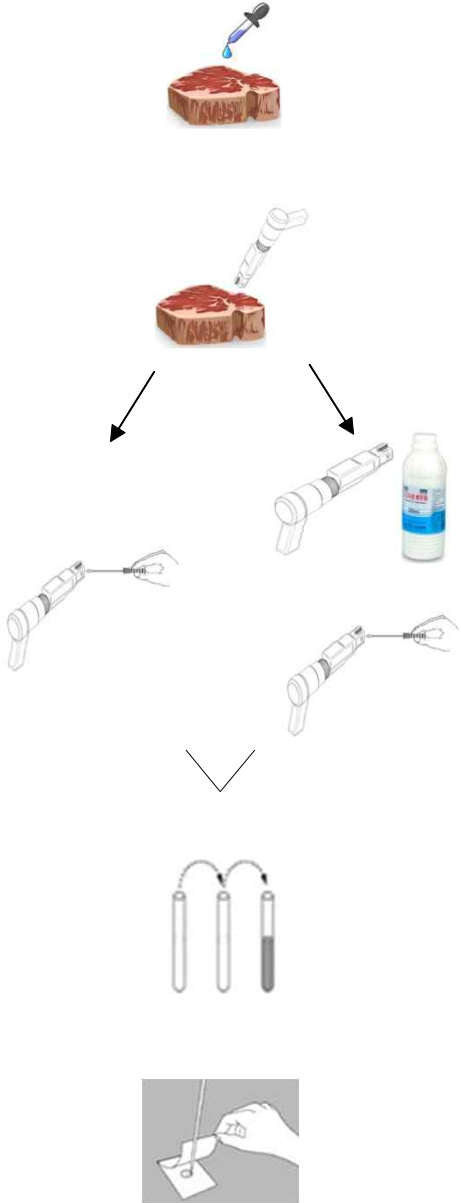
(8) 샘플링 추출 후 DNA동일성 검사

다. 연구결과

- 살코기 위주로 8마리 개체 12번 반복(96회)
- 96회중 90회는 채취성공, 6회는 채취가 반만 성공
- 채취가 잘 되지 않은 부분은 5번 도체
- 5번 도체가 다른 도체에 비해 근육이 많은 것으로 판단된다.

4. 도체표면 접촉을 통한 미생물 교차오염 여부 확인

표 3-14. 미생물 실험 방법

일반세균 실험방법	식중독균 실험방법
	

가. 일반세균 교차오염 여부 확인

(1) 실험목적

- 기구물을 사용하여 도체에서 시료를 채취할 때에 기구물의 도체 접촉면에 해당 도체로부터 세균이 묻어서 “다른 도체로 옮겨질 수 있다”라는 미생물교차오염의 가능성을 확인하고자 함
- 알코올 소독이 그 미생물교차오염의 가능성을 차단할 수 있을지를 확인하고자 함

(2) 실험재료

- 70%알코올
- 위생거즈
- 3M Petrifilm
- 3M Pipette swab
- clean bench
- incubator (35°C 48h)
- vortex mixer
- 소고기 우둔살 1
- 돼지고기 불기살 5

○ 시료 종류

시료 종류는 돼지고기 불기살 5점 (도체가 다름)과 쇠고기 보섭살 1점을 사용하였으며, 돼지고기는 A, B, C, D, E로 표기하고 쇠고기는 F로 표기하였다.

표 3-15. 축종별 재료 필요량

축종	시료개수	1개 시료당 채취샘플		pipette swab 필요량	petrifilm 필요량
		대조구	처리구		
돼지	5	6	6	60	180
소	1	6	6	12	36

A,B,C,D,E-돼지고기

F-쇠고기

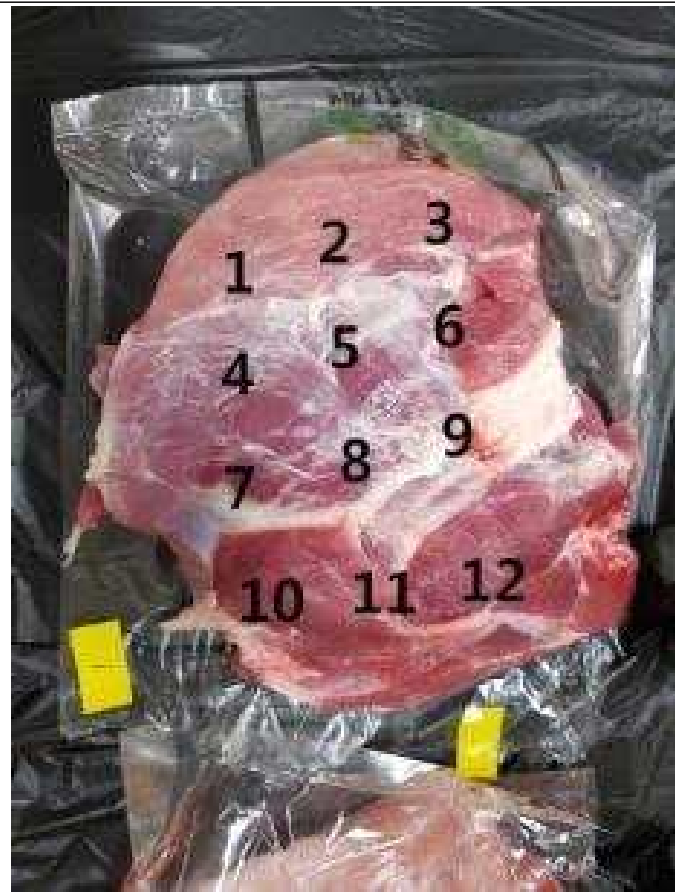


그림 3-80. 식육채취부위

○ 총세균수 조사 순서

- 홀수: 알코올 소독

- 짝수: 미소독

표 3-16. 채취부위에 따른 소독 방법

A-1(알코올 소독)	A-2(미소독)	A-3(알코올 소독)
A-4(미소독)	A-5(알코올 소독)	A-6(미소독)
A-7(알코올 소독)	A-8(미소독)	A-9(알코올 소독)
A-10(미소독)	A-11(알코올 소독)	A-12(미소독)

<Petrifilm 라벨링>

ex) A-1 = A-1-1(10배 희석)

A-1-2(100배 희석)

A-1-3(1000배 희석)

표 3-17. 알코올 소독 실험방법

1. 시료채취기 시료에 5초간 접촉



2. 시료채취기 시료접촉면적 swab



3. swab 희석(10배,100배,1000배)



4. petrifilm에 분주
(10배,100배,1000배 각 1mL)



5. 인큐베이터에 배양(35℃ 48시간)



(4) 실험결과

기구물의 접촉면을 알코올거즈로 소독한 경우(처리구)와 소독하지 않은 경우(대조구)를 비교함에 있어서 돼지고기 시료의 경우에 일반세균의 총균락수(TPC)는 대조구(미소독)는 6.40(cfu/cm²)이었고 처리구(알코올소독)는 0.08이었다(표3-18). 알코올소독의 효과(차이=A-B)는 전혀없다는 가설에 대한 t-test 결과, 알코올소독의 살균효과에 대한 유의성은 매우 높았다(p<.0001).

쇠고기 시료의 경우에 일반세균의 총균락수(TPC)는 대조구(미소독)는 34.44(cfu/cm²)이었고 처리구(알코올소독)는 0.31이었다(표3-18). 알코올소독의 효과(차이=A-B)는 전혀없다는 가설에 대한 t-test 결과, 알코올소독의 살균효과에 대한 유의성은 높았다(p<.0138).

기구물을 사용하여 시료를 채취할 때에 기구물의 도체 접촉면에 1~4x10의 일반세균이 묻어서 다른 도체에 옮겨갈 수 있지만, 옮겨가는 세균 수는 1로그 수준이어서 “위생상 크게 우려할 만하다고 볼 수 없다”라고 말할 수 있겠다. 그럼에도 불구하고 1로그 수준의 일반세균 정도는 알코올 소독으로 거의 살균할 수 있는 것으로 나타나서, 도체 접촉면을 알코올 소독하면 미생물교차오염의 우려를 거의 해소할 수 있다고 본다.

표 3-18. 일반세균 교차오염에 대한 알코올 소독 효과

시료종류	시료수	반복	일반세균 균락수(cfu/cm ²)			
			대조구 (미소독) <A>	처리구 (알코올소독) 	차이 (A-B)	차이 유효성 (Pr > t)
돼지	A	4	1.27 (0.23)	0.0 (0.0)	1.27 (0.23)	0.0115
	B	6	6.84 (3.16)	0.04 (0.04)	6.80 (3.17)	0.0851
	C	6	10.18 (5.14)	0.09 (0.09)	10.09 (5.09)	0.1043
	D	6	7.42 (1.68)	0.09 (0.09)	7.33 (1.68)	0.0072
	E	6	4.55 (0.98)	0.13 (0.09)	4.42 (1.03)	0.0078
	전체			6.40 (1.37)	0.08 (0.03)	6.32 (1.37)
소	F	6	34.44 (9.33)	0.31 (0.26)	34.13 (9.20)	0.0138

() 속은 평균에 대한 표준오차임

※ 기구물의 접촉면적은 37.5cm²이었음

나. 미생물 4종 교차오염 여부 확인

(1) 실험 목적

- 위에서 보여진 바와 같이 일반세균의 경우 알코올소독이 기구물에 의한 교차오염을 거의 해소할 수 있다고 보여졌는데, 병원성미생물의 경우에도 알코올소독이 교차오염을 해소시킬 수 있을 지를 확인하고자 하였음

(2) 실험재료

- 미생물 4종
 - Escherichia coli KCTC 2441
 - Enterococcus faecalis KCTC 3511
 - Staphylococcus aureus KCTC 1928
 - Bacillus cereus KCTC 1661
- petrifilm 576개
- pipet swab 576개
- 위생복
- 장갑
- 시료채취기구
- 피펫
- 돼지 볼기살 12덩이
- 알코올&탈지면

(3) 실험방법

가) 아래에 기술한 4종 미생물의 교차오염을 수행하였다. 돼지 볼기살 1개 당 약 27ml의 미생물 분산액 (약 10^4 /ml, McFarland nephelometer)을 지육 표면(약 180×220 mm= 400 cm^2)에 도포($675/\text{cm}^2$)하고 30분 후에 swab 실험을 시행

- 균 4종 각각 3덩어리의 지육에 미생물 분주 (12개 볼기살에 미생물 분주)
 - Escherichia coli KCTC 2441: A1~A3
 - Enterococcus faecalis KCTC 3511: B1~B3
 - Staphylococcus aureus KCTC 1928: C1~C3
 - Bacillus cereus KCTC 1661: D1~D3



그림 3-81. 미생물 분산액



그림 3-82. 미생물 분산액 도포

- 나) 멸균된 시료채취기 입구를 균이 분주된 샘플의 표면에 접촉시킨다.
- 다) 일반세균의 실험에서 마찬가지로, 샘플표면에서 흡수부분과 접촉한 채취 면적은 소독하고 swab하고, 짝수부분과 접촉한 채취 면적은 소독하지 않고 swab한다.
- 라) 각 검액을 10배~10⁴ 배까지 단계희석한 후 petrifilm에 분주하여 배양 후 균을 계수한다.

(4) 실험결과

병원성 미생물을 시료(돼지 볼기살) 위에 도포하고 20분이 경과한 뒤에 기구물을 병원성미생물 도포 시료에 접촉하였을 때에 접촉면에 남아있는 미생물의 균락수를 측정하고 그 접촉면을 알코올 소독한 다음에 기구물 접촉면에 남아있는 미생물의 균락수를 비교하였다(표3-19).

Escherichia coli KCTC 2441를 도포한 시료에서는, 알코올 미소독(대조구)의 균락수는 35.50cfu/cm²이었고 알코올 소독(처리구)의 균락수는 0.23이었다. 알코올 소독의 살균효과는 매우 유의성 있었다(p=0.0075) (표3-19).

Enterococcus faecalis KCTC 3511를 도포한 시료에서는, 알코올 미소독(대조구)의 균락수는 8.73cfu/cm²이었고 알코올 소독(처리구)의 균락수는 0.10이었다. 알코올 소독의 살균효과는 개연성 있었다(p=0.0725) (표3-19).

Staphylococcus aureus KCTC 1928를 도포한 시료에서는, 알코올 미소독(대조구)의 균락수는 14.93cfu/cm²이었고 알코올 소독(처리구)의 균락수는 0.27이었다. 알코올 소독의 살균효과는 유의성 있었다(p=0.0187) (표3-19).

Bacillus cereus KCTC 1661를 도포한 시료에서는, 알코올 미소독(대조구)의 균락수는 1.80cfu/cm²이었고 알코올 소독(처리구)의 균락수는 0.07이었다. 알코올 소독의 살균효과는 유의성 있었다(p=0.0458) (표3-19).

병원성 미생물을 4x10²/cm 수준으로 시료 표면에 도포하였는데, 스텐레스 재질의 기구물 접촉면에 잔류한 병원성 미생물 균락수는 1/10인 4x10이하이었는데, 이는 “식육 중 미생물 검사요령”(농림축산식품부 고시)에서 요구하는 “1x10⁴ 이하”수준(표3-20)에 크게 미치지 않으므로, 기구물의 도체 접촉에 의한 교차오염은 식품위생적으로 전혀 문제될 소지가 없는 것으로 보인다.

그나마도 알코올 소독에 거의 다 사멸되어 균락수가 1개 미만으로 나타났다(표3-19). 그러므로 병원성미생물일지라도 기구물 접촉면을 알코올 소독한다면 교차오염에 대한 우려는 거의 다 해소될 수 있다고 본다.

표 3-19. 병원성 미생물 교차오염에 대한 알코올 소독 효과

균종	시료 수	반복 수	균수(cfu/cm ²)			
			대조구 (미소독) <A>	처리구 (알코올소독) 	차이 <A-B>	차이 유효성 (Pr > t)
Escherichia coli KCTC 2441	3	6	35.50 (3.06)	0.23 (0.15)	35.27 (3.07)	0.0075
Enterococcus faecalis KCTC 3511	3	6	8.73 (2.44)	0.10 (0.06)	8.63 (2.46)	0.0725
Staphylococcus aureus KCTC 1928	3	6	14.93 (2.18)	0.27 (0.27)	14.67 (2.03)	0.0187
Bacillus cereus KCTC 1661	3	6	1.80 (0.45)	0.07 (0.07)	1.73 (0.38)	0.0458

() 속은 평균에 대한 표준오차임

※ 기구물의 접촉면적은 37.5cm²이었음

<식육 중 미생물 검사요령>[시행 2014.7.29.] 제11조

제11조(모니터링검사 권장기준) 미생물검사 결과의 권장기준은 다음과 같다.

표 3-20. 식육 중 미생물 검사결과 권장기준

구분	일반세균수(CFU/g, cm ²)			대장균수(CFU/g, cm ²)		
	도축장	식육포장 처리장	식육 판매장	도축장	식육포장 처리장	식육 판매장
쇠고기, 양고기	1x10 ⁵ 이하	5x10 ⁶ 이하	5x10 ⁶ 이하	1x10 ² 이하	1x10 ³ 이하	1x10 ³ 이하
돼지고기	1x10 ⁵ 이하	5x10 ⁶ 이하	5x10 ⁶ 이하	1x10 ⁴ 이하	1x10 ⁴ 이하	1x10 ⁴ 이하
닭고기, 오리고기	1x10 ⁵ 이하	5x10 ⁶ 이하	5x10 ⁶ 이하	1x10 ³ 이하	1x10 ⁴ 이하	1x10 ⁴ 이하

다. 결론

- 기구물의 도체 접촉면에 잔류한 미생물 균락 수는 일반세균이나 병원성세균이나 모두 식품의약품안전처 기준에 훨씬 미달하므로 기구물의 도체 접촉에 의한 교차오염은 우려할 필요가 없다.
- 그나마도 알코올 소독에 의하여 대부분 사멸하므로, 기구물 사용 전에 알코올 소독한다면 기구물의 도체 접촉에 의한 교차오염은 전혀 우려할 필요가 없다.

5. 시료채취 업무프로세스(매뉴얼)

SGKM-3

시료채취기구 사용 매뉴얼

2018. 3.



차 례

1. 시료채취 준비
2. 밧데리 잔량확인
3. 카트리지 넘버링
4. 시료채취 요령
5. 라벨지 인쇄
6. 카트리지에 라벨지 부착
7. 시료건조
8. 배송준비
9. 카트리지 시료 보관
10. 분석시료 회수
11. 시료회수 후 카트리지 관리

1. 시료 채취 준비



<카트리지 보관가방>



<시료 채취기구>

- (1) 배터리의 잔량을 확인하고, 여분의 배터리를 챙긴다.
- (2) 채취할 시료의 개수만큼 카트리지를 챙긴다.

2. 배터리 잔량확인



- (1) 시료채취기구의 배터리의 잔량을 확인한다.
- (2) 완충 시에는 초록색의 불이 들어 온다.

3. 카트리지 넘버링



- (1) 사용자는 시료채취하기 전에 시료채취 량에 맞춰 적당량의 카트리지를 준비한다 (1~2개 여분 준비)
- (2) 카트리지에 유성펜으로 일련번호를 쓴다.
- (3) 카트리지에 절취핀이 5개 모두 들어가있는지 확인한다.

<카트리지 list>

카트리지 일련번호	시료(도체)번호
1	0001,0002,0003,0004,0005
2	0006,0007,0008,0009,0010
3	0011,0012,0013,0014,0015
⋮	⋮

4. 시료채취 요령

- (1) 시료채취기구(SGKM-3)를 이용하여 시료채취하는 요령
 - 불기실에서 도체당 1회 채취한다.
 - 시료채취 성공여부를 LED창에서 확인한다.
 - 절취핀에 채취된 시료의 량이 충분하지 않을 경우 2~3번 재시도 할 수 있다.
 - 채취 완료한 카트리는 카트리지 가방의 분리 된 다른 칸에 보관한다.
- (2) 채취 후 시료접촉면을 알코올 거즈로 소독
 - 알코올 거즈는 70%(w/w) 알코올에 축축하게 적셔놓는다.

5. 라벨지 인쇄

(1) 시료채취를 끝낸 다음에는 사무실에 돌아와서 도체정보 라벨지를 출력한다.



<라벨지 출력기>



<라벨지>

(2) 라벨지의 정보는 다음과 같다.

위: 바코드

아래: 개체번호-도축일자(월일)-도축번호-품종-성별

(예시)1637(이력번호)-1113(도축일자)-0165(도축번호)-환(한우)-거(거세우)

6. 채취된 카트리지에 라벨지 부착



(1) 개체정보가 인쇄된 라벨지를 채취가 완료된 카트리지에 부착한다.

(2) 실링지로 라벨지가 부착된 cartridge 전체를 감싼다.

7. 시료 건조



- 카트리지를 통째로 건조기 선반에 일렬로 놓아서 80°C 3시간동안 건조시킨다.
- ※ 3시간을 초과하지 않는다.



<카트리지를 일렬로 놓힌 모습>

8. 카트리지 시료를 분석센터에 송부



- (1) 건조된 카트리지를 우편박스에 담아 분석센터로 송부한다.
- ※ 우편박스(320x220x160mm)에 카트리지 192개(절취핀960개) 들어감

9. 시료 보관

- (1) 분석센터에서는 반송된 카트리지를 카트리지 보관대에 세워서 보관하며, 필요할 때 꺼내서 시료채취를 한다.

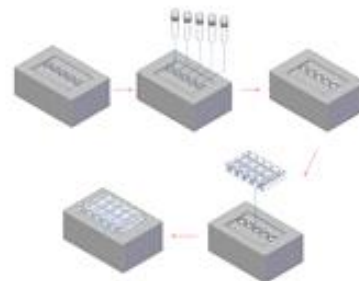
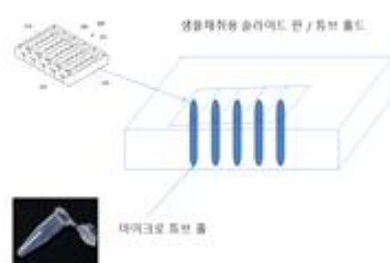


<카트리지 보관대>

10. 분석용 시료 회수

- (1) 분석을 위하여 시료를 절취핀에서 회수할 때는 별도로 제작된 시료 추출기를 사용한다.

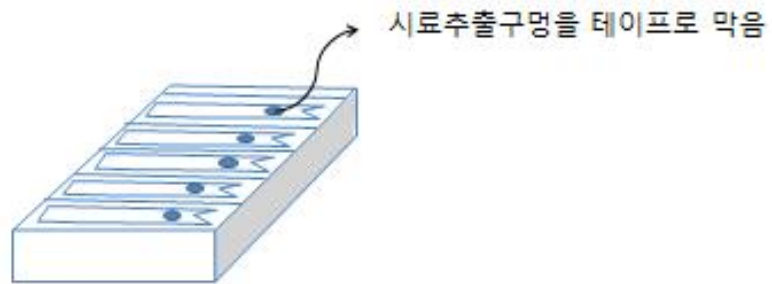
※ 현행 채취용 송곳 핀지를 이용하여 빼내면 가루가 날려 DNA오염 우려가 있다.



<절취핀으로부터 샘플채취 흐름도>

11. 시료 회수 후 카트리리지 관리

- (1) 시료를 채취한 다음 절취판의 시료추출 구멍을 스티치테이프로 막는다.
- (2) 카트리지를 보관함에 다시 보관한다.



- 제조원: (주)송강지엘씨 031-776-0780
- 판매원: (주)한국육류연구소 031-399-3219

□ 한경대학교(제1세부 위탁) - 개발된 시료 채취기 이용해 DNA검사결과 신뢰도 검증

<세부 연구 목표>

- 확보된 샘플을 이용해 DNA추출 후 쇠고기 이력제 DNA동일성 검사방법과 동일한 방법으로 유전자형 확인
- 기존 샘플 채취방법에 의한 시료와 개발된 채취기를 이용한 시료의 유전자형 비교 분석

1. 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료 보관 및 오염 방지 검증 실험

가. 재료 및 방법

- 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료의 보관 및 오염 방지를 위하여 지육으로부터 시료를 확보(1개 카트리지, 5 sample; 10 반복)하여 건조 조건 및 상온 보관상 오염 여부를 확인
- 건조기(Dry Oven)을 이용하여 80℃ 상태에서 4시간 동안 1시간 간격으로 건조 상태 및 부스러기 발생 정도 확인
- 건조된 시료의 상온 보관성을 확인하기 위해 실험에 이용된 시료는 실험실에서 보관
- 최적의 DNA Quality를 확보하기 위해 건조된 시료로부터(1시간 간격) Genomic DNA를 추출
 - Genomic DNA의 추출은 Quickgene Kit(Kurabo Industries Ltd.)를 이용하여 1.5 ml micro tube에 5 mg 정도의 조직을 넣고 Tissue lysis buffer 180 μ l와 Proteinase K 20 μ l를 첨가한 후 55℃에서 12시간 Lysis 를 실시
 - Lysis를 실시 한 후에 10,000 rpm에서 3분 동안 원심분리 하여 상층액을 새로운 1.5 ml micro tube에 옮겨 담아 Lysis buffer 180 μ l을 첨가한 후 15초간 Vortex한 다음 70℃에서 10분 동안 Incubation하여 99 % Ethanol 240 μ l을 넣고 15초간 Vortex 한 후, Elution buffer를 이용하여 DNA 추출
 - 추출된 Genomic DNA의 농도 및 순도는 NanoDrop ND-1000 (Nanodrop Technologies, Inc., USA)을 이용하여 260 nm와 280 nm 흡광도를 측정하여 확인
 - 측정 후 DNA sample은 -20℃ 에서 보관

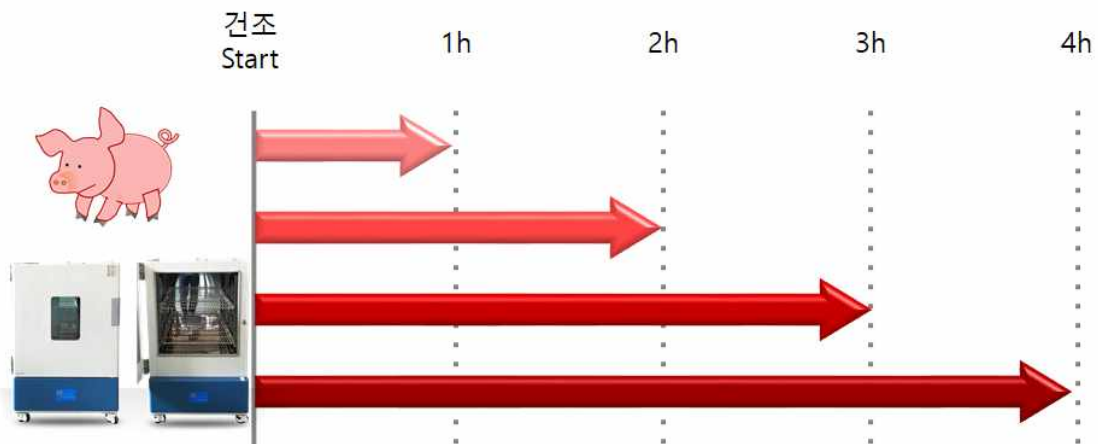


그림3-83. 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료 건조 조건 확립을 위한 프로세스.

2. 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA 혼입 여부 검증



그림 3-84. DNA 검사 결과 신뢰도 검증을 위한 실험 프로세스.

- 서로 다른 개체 8두(돼지도체 후구 8개)를 대상으로 총 12 반복 샘플 채취(96 Sample)를 실시하여 DNA 검사 결과 신뢰도 검증 분석 실시
- 개발된 시료채취기를 통해 확보된 시료 (20개 카트리지, 총 96 sample)는 건조기를 이용하여 80℃에서 3시간 건조 후, Genomic DNA를 추출하여 -20℃ 에서 보관
- Microsatellite marker 및 Multiplex PCR
 - 돼지고기 이력제 DNA검사 방법에 이용되는 성별포함 15개 Microsatellite Marker를 이용하여 Multiplex PCR 수행
 - Multiplex-PCR 반응액 조성은 Genomic DNA 2μl, Primer Mixture 8.25μl, PCR reaction buffer (10mM Tris-HCl, 50mM KCl, 1.5mM MgCl₂) 2.0μl, 10mM dNTP mix 1.2μl, Taq DNA polymerase (Anti HS Taq Plus, 2.5U.μl) 0.4μl, 마지막으로 Deionized water를 사용하여 총 반응액 15μl으로 조성
 - PCR 조건은 Pre-denaturation 95℃를 15분간 실시한 뒤 94℃에서 60초, 57℃에서 75초, 72℃에서 60초를 1cycle하여 5cycle, 94℃에서 60초, 56℃에서 75초 72℃, 60초를 1cycle하여 25 cycle 한 후 65℃, 30분 Final-extension 한 후 4℃로 종료
- Genotyping
 - Multiplex PCR 기법을 이용하여 증폭된 PCR 증폭 산물들은 2 % agarose gel에 전기영동 하여 대립유전자들의 증폭 유무와 크기를 확인하고, 확인된 증폭산물은 Hi-Di™formamide (Applied Biosystem, USA)와 GeneScan™-500LIZ™ size standard (Applied Biosystem, USA)를 혼합하여 Genetic Analyzer 3130xl (Applied Biosystem, USA)를 이용하여 Fragment Analysis를 실시
 - 대립유전자형을 확인하기 위하여 Genemapper (Ver. 4.1, Applied Biosystem, USA) 프로그램 이용하여 각 시료의 유전자형을 확인

표 3-21. Touchdown PCR thermal cycling

Step		Tm	Time
Pre-Denaturation		95℃	15min
5cycle	Denaturation	94℃	60sec
	Annealing	55℃	75sec
	Elongation	72℃	60sec
9cycle	Denaturation	94℃	60sec
	Annealing	54℃	75sec
	Elongation	72℃	60sec
25cycle	Denaturation	94℃	60sec
	Annealing	53℃	75sec
	Elongation	72℃	60sec
Final Extension		65℃	30min
Store		4℃	forever

표 3-22. Information of Locus list and labeling

Locus	Chr.	Dye Label	*size range(bp)
SW936	15	FAM	80~117
SW951	10	FAM	125~133
SW787	18	FAM	150~165
S00090	12	FAM	240~253
S0026	16	VIC	92~106
SW122	6	VIC	110~122
SW857	14	VIC	144~160
S0005	5	VIC	203~243
SW72	3	NED	101~115
S0155	1	NED	150~166
S0255	8	NED	170~196
SW24	17	PET	96~121
SW632	7	PET	159~180
PIG_X	X	PET	218
PIG_Y	Y	PET	226

나. 결과

1. 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료 보관 및 오염 방지 검증 실험

- 건조 시간별 건조 상태 확인

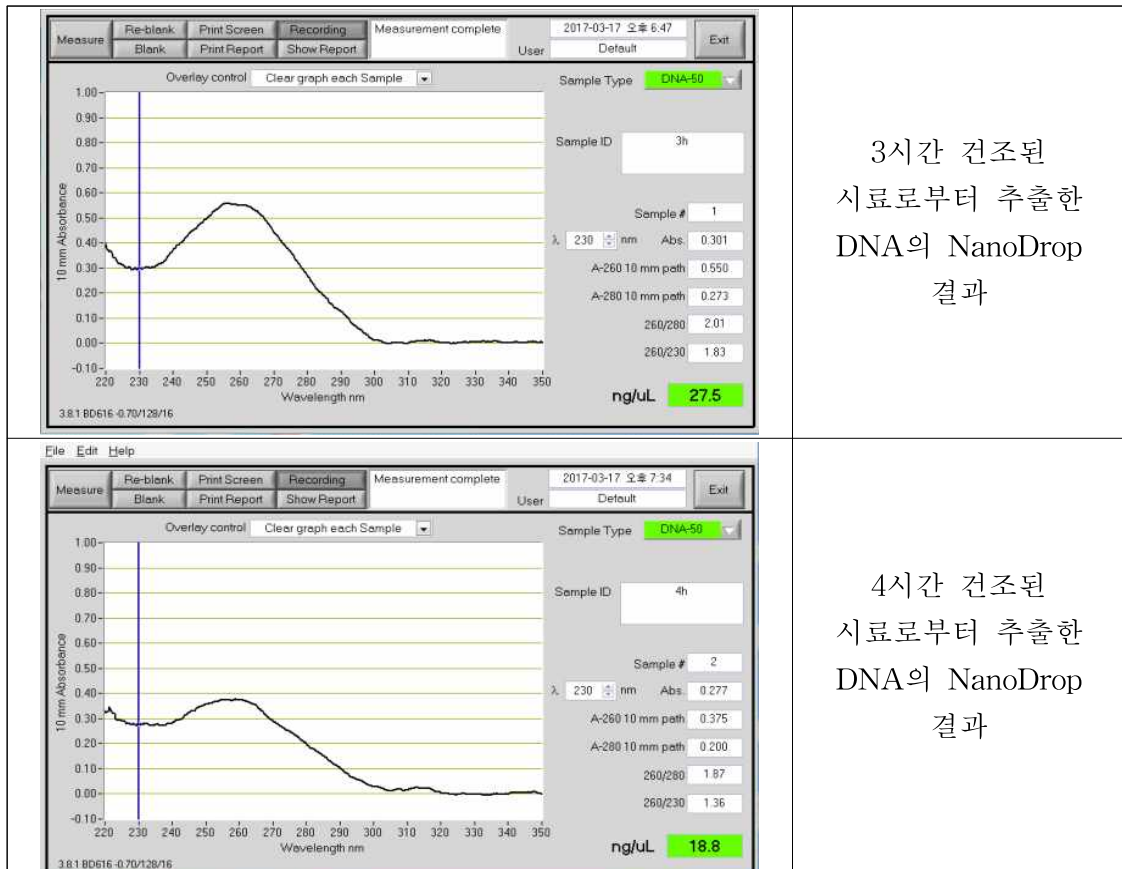
표 3-23. 시간별 건조 상태 및 부스러기 발생 정도

건조 시간	건조 상태	부스러기 정도
1 시간	완벽히 마르지 않았으며, 부스러기 발생 또한 일어나지 않았다. 반 건조 상태에서 카트리지와 절취편으로부터 시료 확보는 불가능하였다.	
2 시간	시료 상태는 겉이 마른 상태로 부스러기가 조금 발생하였으나 시료 확보는 불가능하였다.	
3 시간	건조가 완벽히 되었으며 시료채취 과정 부스러기가 많이 발생하였다.	
4 시간	3시간 건조 상태와 비슷하였으며 따라서 최적의 건조 조건은 3시간 건조 후 상온 보관하는 것으로 확인되었다.	

- 건조 시간별 Genomic DNA Quality 확인

- 1 시간과 2 시간 건조 시에는 시료가 완벽히 건조 되지 않아 DNA 추출을 실시하지 않았으며, 3 시간과 4 시간 건조 후 추출한 DNA 농도와 순도를 비교한 결과 농도 차이는 크게 나타나지 않았지만 순도에서 3시간 건조 시 최적으로 확인되었다.

표 3-24. 3시간과 4시간 건조된 시료로부터 추출한 DNA NanoDrop 결과



- 절취편 크기의 변화에 따른 건조 조건 재검증 실험

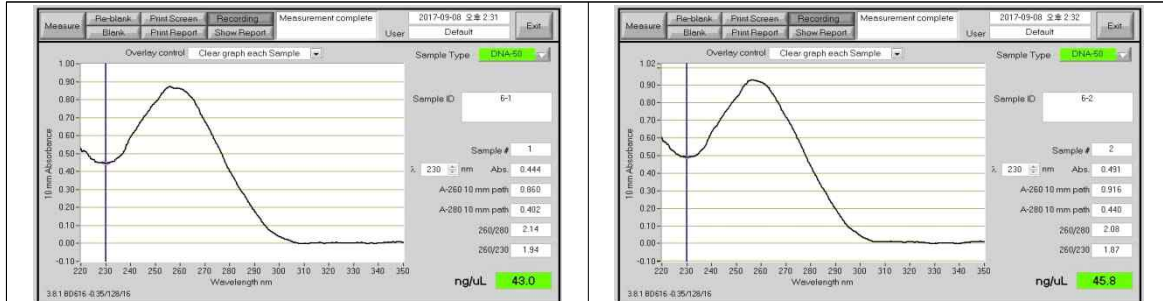
- 절취편 개발과정 크기 변화가 발생하여 건조 조건 재설정을 위해 동일 방법으로 재검증 실시
- 절취편 크기가 축소되어 확보되는 조직 샘플의 양도 줄어들어 다소 건조시간이 단축 되었으며 1시간 건조 후에도 충분히 DNA 추출이 가능한 것으로 확인되었으나 최적의 DNA Quality는 3시간 건조 시료로부터 확인되었다.

- 건조된 시료의 상온 보관 방법 검증 실험

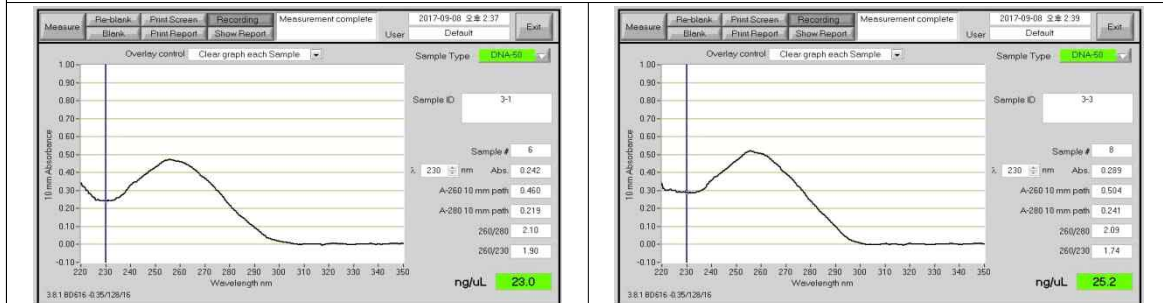
- 현재 보관용 시료의 보관 방법(보관 장소, 보관 기간 등)은 상온에서 2년 보관하는 것으로 되어있다.
- 따라서 본 연구를 통해 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료를 대상으로 현재 시행하고 있는 보관 방법 적용 실험을 실시

- 건조 기간이 1개월, 3개월이 지난 시료를 대상으로 DNA 추출을 실시하여 그 결과를 확인하였다.

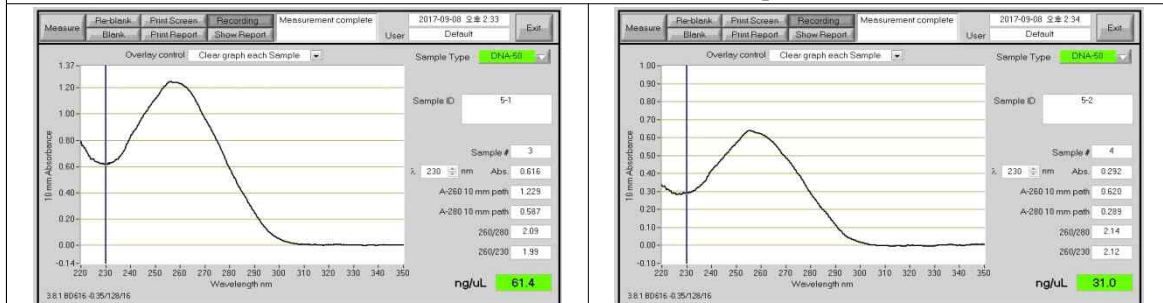
표 3-25. 건조 1주일, 1개월, 3개월 DNA NanoDrop 결과



건조 1주일 시료 DNA NanoDrop 결과



건조 1개월 시료 DNA NanoDrop 결과



건조 3개월 시료 DNA NanoDrop 결과

- 1주일, 1개월, 3개월 건조 시료를 대상으로 Genomic DNA를 추출하여 Nanodrop을 측정 한 결과 DNA Quality에는 크게 영향을 미치지 않은 것으로 확인되었다.

2. 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA 혼입 여부 검증

- 동일한 시료채취기를 이용하여 연속적으로 샘플을 채취하는 과정에서 발생할 수 있는 DNA 혼입 여부를 확인하기 위하여 96 Sample에 대해 Genotyping을 실시하여 각 마커의 대립유전자형을 확인하였다.
- 혼입 여부를 확인하기 위하여 Genemapper v4.1 프로그램을 이용하여 대립유전자형의 유형을 확인한 결과 DNA 혼입 여부는 확인되지 않았다.

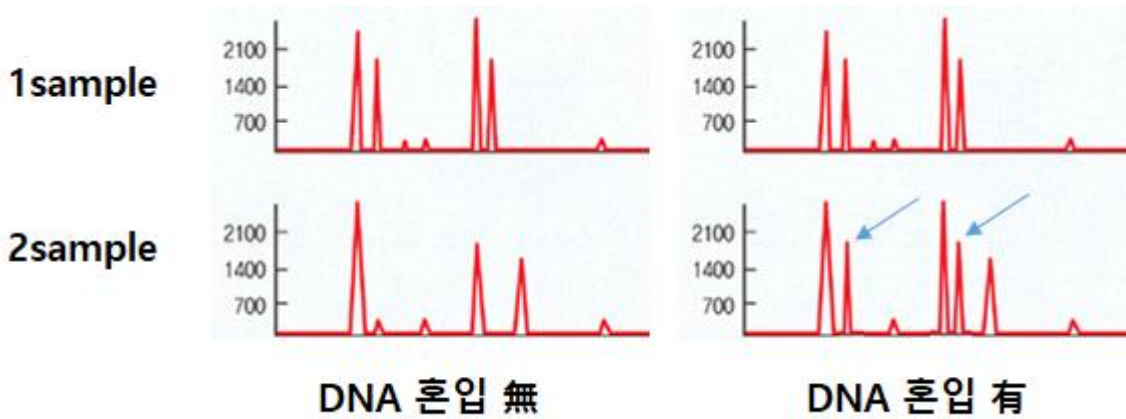


그림 3-85. DNA 혼입 여부에 따른 유전자형 결과(예시).

번호	카트리지	도체번호	S0005		S00090		S0026		S0155		S0225		SW122		SW24		SW632		SW72		SW787		SW857		SW936		SW951		PIG_X		PIG_Y	
			a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2
1	16-1	7	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
2	16-2	8	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
3	16-3	3	238	250	246	252	104	104	165	167	174	192	122	128	118	128	170	178	105	105	160	162	151	157	102	108	127	129	218	218	226	226
4	16-4	6	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
5	16-5	5	242	248	244	252	104	104	163	165	174	192	118	122	112	120	170	176	113	121	162	164	157	159	102	114	133	135	218	218	226	226
6	3-1	2	222	244	248	252	102	104	165	167	174	192	118	128	112	124	170	176	105	127	156	162	155	161	102	114	127	127	218	218	226	226
7	3-2	2	222	244	248	252	102	104	165	167	174	192	118	128	112	124	170	176	105	127	156	162	155	161	102	114	127	127	218	218	226	226
8	3-3	4	210	234	248	252	104	104	165	165	174	192	122	130	112	124	176	178	115	117	156	160	155	161	100	108	127	127	218	218	226	226
9	3-4	1	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
10	3-5	7	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
11	6-1	8	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
12	6-2	3	238	250	246	252	104	104	165	167	174	192	122	128	118	128	170	178	105	105	160	162	151	157	102	108	127	129	218	218	226	226
13	6-3	6	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226

...

83	25-4	3	238	250	246	252	104	104	165	167	174	192	122	128	118	128	170	178	105	105	160	162	151	157	102	108	127	129	218	218	226	226
84	25-5	6	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
85	29-1	5	242	248	244	252	104	104	163	165	174	192	118	122	112	120	170	176	113	121	162	164	157	159	102	114	133	135	218	218	226	226
86	29-2	2	222	244	248	252	102	104	165	167	174	192	118	128	112	124	170	176	105	105	156	162	155	161	102	114	127	127	218	218	226	226
87	29-3	4	210	234	248	252	104	104	165	165	174	192	122	130	112	124	176	178	115	117	156	160	155	161	100	108	127	127	218	218	226	226
88	29-4	1	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
89	29-5	7	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
90	28-1	8	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
91	28-2	3	238	250	246	252	104	104	165	167	174	192	122	128	118	128	170	178	105	105	160	162	151	157	102	108	127	129	218	218	226	226
92	28-3	6	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
93	28-5	5	242	248	244	252	104	104	163	165	174	192	118	122	112	120	170	176	113	121	162	164	157	159	102	114	133	135	218	218	226	226
94	27-1	2	222	244	248	252	102	104	165	167	174	192	118	128	112	124	170	176	105	105	156	162	155	161	102	114	127	127	218	218	226	226
95	27-2	4	210	234	248	252	104	104	165	165	174	192	122	130	112	124	176	178	115	117	156	160	155	161	100	108	127	127	218	218	226	226
96	27-3	1	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226

그림 3-86. 96 Sample에 대한 유전자형 결과(샘플 채취 순번으로 정렬).

3. 개발된 시료채취기를 이용하여 동일성 검사 적용가능성 검증

- DNA 동일성 검사는 동일한 개체식별번호를 부여받은 보관용 시료(축산물품질평가원)와 검사용 시료(판매장)의 DNA 분석을 통해 동일 여부를 확인하는 절차이다.
- 총 8두의 돼지고기를 대상으로 12 반복 동일성 검사를 실시한 결과, 같은 도체 번호 샘플의 유전자형은 모두 일치하는 것으로 확인되었다.

⇒ 최종 결과

- 현재 사용되고 있는 보관 방법(상온에서 보관)과 동일하게 이용 가능한 것으로 확인된다.
- 연속적인 샘플 채취 시 발생할 수 있는 DNA 혼입 여부를 확인한 결과 DNA 혼입이 이루어지지 않았다.
- 동일성 검사 결과 동일 개체에서 동일한 유전자 프로필을 확인 할 수 있었다.
- 따라서 개발된 시료채취기를 통해 확보된 시료로부터 DNA 검사 결과는 현재 시행하고 있는 방법과 동일하게 적용 가능할 것으로 사료된다.

도체번호 1		S0005		S00090		S0026		S0155		S0225		SW122		SW24		SW632		SW72		SW787		SW857		SW936		SW951		PIG_X		PIG_Y	
번호	카트리지	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2
9	3-4	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
16	12-2	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
24	14-5	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
32	11-3	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
40	9-1	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
48	5-4	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
56	7-2	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
64	23-5	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
72	17-3	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
80	25-1	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
88	29-4	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226
96	27-3	246	248	244	252	100	104	165	167	192	192	124	130	112	128	176	176	113	115	156	164	155	157	108	116	127	133	218	218	226	226

도체번호 7		S0005		S00090		S0026		S0155		S0225		SW122		SW24		SW632		SW72		SW787		SW857		SW936		SW951		PIG_X		PIG_Y	
번호	카트리지	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2
1	16-1	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
10	3-5	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
17	12-3	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
25	13-1	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
33	11-4	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
41	9-2	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
49	5-5	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
57	7-3	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
65	2-1	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
73	17-4	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
81	25-2	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226
89	29-5	236	244	250	252	104	104	159	165	174	186	122	124	118	118	168	176	105	121	158	164	155	163	102	108	127	135	218	218	226	226

도체번호 6		S0005		S00090		S0026		S0155		S0225		SW122		SW24		SW632		SW72		SW787		SW857		SW936		SW951		PIG_X		PIG_Y	
번호	카트리지	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2
4	16-4	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
13	6-3	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
20	14-1	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
28	13-4	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
36	10-2	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
44	9-5	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
52	1-3	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
60	23-1	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
68	2-4	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
76	26-2	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
84	25-5	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226
92	28-3	248	250	246	252	102	104	159	165	174	192	122	128	106	128	176	178	105	115	160	162	155	165	108	118	127	127	218	218	226	226

도체번호 8		S0005		S00090		S0026		S0155		S0225		SW122		SW24		SW632		SW72		SW787		SW857		SW936		SW951		PIG_X		PIG_Y	
번호	카트리지	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2	a1	a2
2	16-2	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
11	6-1	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
18	12-4	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
26	13-2	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
34	11-5	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
42	9-3	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
50	1-1	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
58	7-4	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
66	2-2	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
74	17-5	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
82	25-3	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226
90	28-1	234	250	250	250	100	106	159	165	192	194	128	128	118	124	176	176	105	115	158	160	161	163	102	108	129	133	218	218	226	226

그림 3-87. 동일 개체에 대한 반복된 유전자형 결과.

제 3절 연구비집행실적

1. [제 1세부 : 한국육류연구소]

가. 1차년도 연구비 집행 실적

(단위:천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	23,618	23,618	0	
		현물	9,000	9,000	0	
	연구장비 ·재료비	현금	1,000	808	192	
		현물	0	0	0	
	연구과제추진비		4,082	1660	2,422	
	연구활동비		1,300	694	606	
	연구수당		1,000	1,000	0	
	위탁연구개발비		0	0	0	
간접비	간접비		0	0	0	
연구개발비 총액			40,000	36,780	3,220	

나. 2차년도 연구비 집행 실적

(단위:천원)

비목	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세목					
직접비	인건비	현금	29,400	29,400	0	
		현물	22,500	22,500	0	
	연구장비 ·재료비	현금	5,060	11,898	-6,838	
		현물	0	0	0	
	연구과제추진비		8,999	4,999	4,000	
	연구활동비		5,016	4,595	421	
	연구수당		10,260	10,088	172	
	위탁연구개발비		22,000	20,000	2,000	
간접비	간접비		0	0	0	
연구개발비 총액			103,235	102,616	619	

2. [제 1협동:송강지엘씨]

1차년도 연구비 집행 실적

(단위:천원)

비목	세목	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
직접비	인건비	현금				
		현물	21,600	21,600	0	
	연구장비 ·재료비	현금	67,000	69,106	-2,106	부족분 연구활동비에서 조달
		현물				
	연구과제추진비		3,029	2,810	219	
	연구활동비		2,400	500	1,900	
	연구수당					
위탁연구개발비						
간접비	간접비					
연구개발비 총액			94,029	94,016	13	

2차년도 연구비 집행 실적

(단위:천원)

비목	세목	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
직접비	인건비	현금				
		현물	8,100	8,100	0	
	연구장비 ·재료비	현금	20,950	21,035	-85	부족분 연구활동비에서 조달
		현물				
	연구과제추진비		2,444	2,511	-67	부족분 연구활동비에서 조달
	연구활동비		2,300	2,115	185	
	연구수당					
위탁연구개발비						
간접비	간접비		1,250	1,250	0	
연구개발비 총액			35,044	35,011	33	

제 4절 연구개발성과

1. 연구성과

가. 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문				학술 발표	정책 활용		홍보 전시
												SCI	비SCI						
최종목표	1					1							1	1					
1차년도	목표					1													
	실적																		
2차년도	목표	1											1	1					
	실적	1			1	1							(1)						
소계	목표	1											1	1					
	실적	1			1								(1)						
종료 1차년도																			
종료 2차년도		1			1	1							(1)						
종료 3차년도																			
종료 4차년도																			
종료 5차년도																			
소계		1			1	1							1						
합계		1			1	1							1						

주: (1)은 비SCI 투고논문

나. 논문개제 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2018	Association of Molecular Markers with Economic Traits in Berkshire Pigs	한정민	공홍식	고경철	한국생명과학회지	투고 (2018.1)	국내	KCI

다. 특허 성과

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2017	가축도체 조직샘플 채취용 절취편이 구비된 카트리지와 이를 이용한 조직샘플 채취장치	(주)한국육류연구소/ (주)송강지엘씨	대한민국	10-2017-0173614

2. 연구결과의 활용방안 및 기대성과

가. 활용방안

- 제작된 시료채취기는 축산물이력제가 적용되고 있는 산업현장(도축장 등)에서 이력관리를 위한 시료채취에 즉시 활용가능
- 축산물이력제 주관기관에서 이용하도록 시연회 및 설명회 개최

나. 기대성과

- 기술적 측면
 - 가축도체로부터 시료 채취에서 보관까지 일체로 가능한 제품이므로, 시료채취에 소요되는 시간 절약과 시료보관에 대한 공간 절약이 가능하다.
- 산업적 측면
 - 이와 같은 일체형 제품은 현재까지 국내외에 전무하므로 내수 및 수출 가능하다.

다. 사업화 성과 및 매출실적

□ 사업화 성과

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발 후 현재까지	0억원
			향후 3년간 매출	38억원
		관련제품	개발 후 현재까지	0억원
			향후 3년간 매출	8억원
	시장 점유율	개발제품	개발 후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 80 % 국외 : 20 %
		관련제품	개발 후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 10 % 국외 : 10 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		2위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		1위

□ 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	기존 시제품의 성능을 보완하는 새로운 구동 방식을 접목하여 응용 제품을 상용화 목표			
	소요예산(백만원)	200			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0	46	80	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0	80	100
국외		0	20	50	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	언급한 바와 같이 본 제품을 이용하여 토양, 식물, 수산물 등에도 적용이 가능한 절취핀을 지속적으로 개발 상용화 서비스 예정.			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출	0	10	80	

상기 계획표에 대한 세부적인 산출 근거는 다음과 같다.

1) 단가의 산출

- 원가분석

본체: 감속기 제작 150만원, 매거진 기구물 150만원, 기성드릴 15만원, 제어PCB 10만원, 기타 잡자재 및 제조비 60만원. 합계 385만원

커터날: 60원, 카트리지가 : 90원 합계 150원

- 단가의 산출: 시제품의 양산시 단가는 완제품 기준 대당 500만원이며 카트리지와 커터날은 1세트에 200원에 책정하였다.

기존 축산물품질평가원에서 실시중인 채취방법 대비 효율성을 제외하더라도 객관적인 단가로 1세트당 100원~150원 정도 저렴함. 2017년 통계청 기준 연간 1000만두의 DNA를 채취할 경우 인건비를 제외한 재료비에서 최소 10억 이상의 비용 절감 효과가 기대된다.

2) 시장 분석

국내 시장의 대부분의 수요처로 판단되는 축산물 품질 평가원 전국 지소에 총 500대~600대 수요가 있으며 2019년 1차년도에 시범 운영 측면으로 100대를 공급하여 3년 이내에 남은 500대를 보급하여 총 600대를 판매할 수 있는 확실한 수요가 있습니다. 2017년 통계청 기준 비육돈의 연간 도축 두수는 1100만두로 1두에 1개의 절취핀과 카트리지가 사용된다고 할 때 전체 수요는 최소 800만개 이상으로 판단됩니다. 3년후 부터는 절취핀과 카트리지가 소모품으로 최소 매년 16억 이상의 꾸준한 매출이 기대된다.

또한 3년 이내에 지속적인 제품의 업그레이드 및 개량으로 오리, 양계, 소, 양, 말 등 가축 전 분야를 포함하여 토질, 목재, 수산물 등 타 산업분야에도 응용이 가능한 제품을 점진적으로 보급할 계획이다.

3) 예상 매출액 산출 근거

3년 후 국내 46억원: (축산물품질평가원 600대 X 500만원 = 30억) + (절취핀과 카트리지가 800만개 X 200원 = 16억) 합계 46억

3년 후 해외 10억원: (송강지엘씨 해외 고정거래선 50곳 X 샘플 2대 X 550만원 = 5.5억) + (절취핀과 카트리지가 200만개 X 200원 = 4억) 합계 9.5억

위와 같은 최소 수요에 대한 금액 산출로 3년후 국내외 매출액을 산출하였다.

5년 후 국내외 매출액 산출 근거는 3년 후 매출 근거를 바탕으로 타 산업 분야에 응용 제품이 판매된다는 가정하에 산출하였다. 세계에서 최초로 개발된 제품으로 기존 데이터나 시장 분석이 없는 상황에서 실수요 위주의 최소 경우의 수로 산출 하였다.

4) 구체적 사업화 계획.

DNA반자동 시료채취기구가 개발이 되면 전국 축산물품질평가원을 대상으로 사업화로 연계하여 활용 할 수 있다. 사업 완료 년도인 2018년에는 양산을 위한 생산라인을 확충하여 10월경 초도 물량 100대를 생산할 수 있도록 시설 및 인원을 채용할 계획입니다. 1차년도 최소 목표인 100대를 2019년 12월까지 완판하고, 2020년에는 3차년도 목표 수량인 500대 생산을 위한 공장 증축 및 설비 확충을 통하여 매년 1000대를 생산할 수 있는 여유 시설을 확보 예정이다. 또한 생산과정에는 ISO 9002 규정에 적합한 QC 매뉴얼을 별도 제작하여 종사원에게 교육하고 생산라인에 투입하여 품질 확보를 유지할 예정이다.

제작된 시료채취기는 축산물이력제가 적용되고 있는 산업현장(도축장 등)에서 이력관리를 위한 시료채취에 즉시 활용 가능하므로, 축산물이력제 주관기관에서 이용하도록 시연회 및 설명회 개최하고자한다. 제품의 상품화를 통해 국내외 마케팅과 더불어 연간 40억이상 매출 증가와 생산 인력 충원을 통한 고용창출을 기대할 수 있다.

5) 향후 상품화 개발을 위한 향후 후속 계획

현재 개발된 모델은 비육돈에 최적화되어 설계되어 타 분야 또는 타 축종에 사용하기에 다소 불편함과 무리가 있습니다. 이에 타 분야에서 용도와 목적에 맞게 간단한 셋팅만으로 바로 현장에서 사용이 가능하도록 업그레이드 및 보완이 필요하다고 판단되어 다음과 같은 후속 계획을 준비 하고 있다. 2018년부터 3년간 단계별로 추진하여 2020년에 멀티 제품으로 응용제품을 상품화하고자 한다.

가. 시제품의 성능개선 필요성

- (1) 시제품의 경우 비용 절감을 위해 기성제품을 사용함에 따라서 시료를 채취하는데 필요한 속도와 파워의 한계가 있다. 따라서 양산하는 모델에서는 기구물의 개선과 새로운 타입의 모터를 사용하여 다양한 산업분야에서 즉시 사용이 가능하도록 함
- (2) 기기의 구동부를 스텝모터를 사용하여 속도의 가속화 및 정밀 제어 구동을 가능하게 함
- (3) 정밀 제어를 위한 새로운 프로그램과 제어 프로세서 그리고 순차적 채취의 자동화가 요구

- (4) 구동 부품의 테스트가 완료 되어 부품의 강도와 순환 주기를 테스트 하였으며 이를 이용한 부품의 질과 강도 향상을 위해 부품별 적용 물성의 변화가 요구됨
- (5) 절취편의 구동 및 정밀도를 위해 사용자 편의에 맞는 단순성과 장착불량에 따른 기기의 자동 멈춤이 필요한 상황
- (6) 장치의 무게 감량을 위해 강도가 필요한 부품 이외는 ABS 수지로 대체

나. 응용제품의 사업화 방법

- (1) 스텝모터를 이용하여 기존의 정속 속도를 정밀 변속으로 조정하고 이를 프로그램화 하여 고기의 숙성도와 신선도 그리고 다른 종과 부위별 강도에 따른 조절 가능한 모델을 만들어야함
- (2) 가동 부품의 내구성을 높이기 위해 부품별 크기와 강도를 조정하고 이에 따르는 프로그램 테스트가 필요
- (3) 장시간 사용을 위한 감량의 필요성이 대두된다. 따라서 강성을 요구하는 절취편 부품과 연동 되는 부분 이외에는 금형을 통한 부품 양산화 및 감량화 후 최종 멀티 모델로 양산화 하고자 함
- (4) 다양한 분야에 적합한 절취편을 산업 분야별, 용도별로 개발하여 상품화 하고자 함

제 4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제 1절 목표달성도

		코드번호	D-06	
구분(연도)	세부 과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도	[제 1세부] 개발 시료채취기 사용단계별 기기 성능 및 시료상 태 검사-검증	● 계획 수립 및 자료조사	100	<ul style="list-style-type: none"> 기초 자료 수집 및 년차 별 목표 세부 수정 계획 수립
		● 성능테스트 및 디버깅	100	<ul style="list-style-type: none"> 1차 시제품의 연구소 내 성능 테스트 및 부적합 요인 개선
		● 시료채취기 개 발 중간단계에 서 단계별 현장 검증 및 문제점 Feedback	100	<ul style="list-style-type: none"> 시작품의 시료 채취 시 문제점 확인 시료채취 칼날의 모양에 따른 채취량 확인 및 현 장검증 시료채취 칼날용기의 보 관 방향 확립 칼날용기 건조 시 샘플의 건조 양상 확인
		● 진도보고서 작성	100	<ul style="list-style-type: none"> 1차년도 보고서 작성 및 제출
	[제 1세부 협동] 가축시료용 DNA 검사 시료 반자동 채취 기구 개발	● 카트리지 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 정밀하게 설계된 절취핀 형상을 분석하여 2D 및 3D 설계 샘플 제작 시 수 가공에 의한 오차를 줄이고 반복 테스트에 견딜 수 있는 내구성 확보
		● 절취핀 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 샘플 채취 시 0.5g 내외로 날 내부에 존재 반복 테스트를 통하여 최 적화된 날의 두께 및 형 상 추구 상하좌우 변형, 뒤틀림 형 상 검토

		<ul style="list-style-type: none"> ● 제어회로 개발 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 최대 피크치 부하가 발생하는 모터 구동 시 부하량을 체크하고 주기적인 입력 신호에 따른 전류 소모량 분석 • 장시간 또는 주기적인 사용에 따른 과온 방지, 과전류 방지 프로그래밍
		<ul style="list-style-type: none"> ● 본체 개발- 샘플채취기 헤드 제작 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 카트리지를 이송해주는 구조를 잘 이해하고 디자인 • 회전운동을 진, 후 직진운동으로 전환하여주는 기어 장치의 내구성 확보 • 헤드와 동력장치(기성드릴)를 연결 시켜주는 역할과 감속기 역할을 하는 감속부품 제작 및 감속부 제작
		<ul style="list-style-type: none"> ● 본체 개발- 기성제품 구매 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 카트리지 이송 헤드를 디자인할 수 있는 모델 구매하여 샘플링 • 본체의 동력을 발생시킬 동력 전달용 드릴 구매 및 샘플링
		<ul style="list-style-type: none"> ● 시제품 제작 및 테스트 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 완성된 시제품에 대하여 기계적 강도, 전기적 강도, 반복 사용에 따른 수명 등에 대한 테스트 진행 • 절취핀 및 카트리지를 장착하여 직접 표본의 샘플채취 테스트 반복 시행하여 최종 모델을 확정
		<ul style="list-style-type: none"> ● 아이디 입력기능 개발 	100	<ul style="list-style-type: none"> • QR코드와 개체번호를 이용하여 절취핀에 직접 프린팅
2차년도	[제 1세부] 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 검사결과 신뢰도 검증	<ul style="list-style-type: none"> ● 사용단계별 기기성능 및 시료형태 검증 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 각 사용 단계에서 시료를 채취하여 기기성능과 시료상태 검사, 검증(실제 도체 8두에 대해서 5반복)

		<ul style="list-style-type: none"> ● 시료 채취 시 미생물 교차오염 여부 확인 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 일반세균, 식중독균 검사 방법을 통한 시료채취기 미생물 교차오염 검사 • 오염방지 종이를 이용하여 채취 시 교차오염 여부 확인
		<ul style="list-style-type: none"> ● ‘축산물 DNA 동일성 검사용 시료 채취 및 관리 업무 매뉴얼’ 개발 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 시료관리 모니터링 후 현행방법의 문제점을 기구물이 대체 할 수 있는 방안 찾아서 단계별 업무매뉴얼 개발
		<ul style="list-style-type: none"> ● 아이디 입력 기능 개발 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 카트리지와 실링지에 정보 입력 연구
		<ul style="list-style-type: none"> ● 최종보고서 작성 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 최종보고서 작성 및 제출
	[제 1세부 위탁] 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA검사 결과 신뢰도 검증	<ul style="list-style-type: none"> ● 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA 검사 결과 신뢰도 검증 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 시료보관함으로부터 시료 채취 후 유전자분석 • DNA추출 결과 농도 확인
		<ul style="list-style-type: none"> ● Genotypeing을 통한 유전자형 확인 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 쇠고기 이력제 검사방법을 이용하여 유전자형 확인
		<ul style="list-style-type: none"> ● 유전자형 분석을 통한 DNA 혼입 검증 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 시료채취 방법과 개발된 시료채취 방법으로 채취한 샘플의 동일성 검사 및 DNA 혼입여부 확인
	[제 1세부 협동] 시료 채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결	<ul style="list-style-type: none"> ● 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 각 사용단계별 기기 성능 및 시료상태 검사검증결과를 토대로 시제품 업그레이드
		<ul style="list-style-type: none"> ● 국가공인기관에 시제품의 내구성 및 안정성 시험의뢰 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 한국기계전기전자시험연구소에서 시험성적서 발급
		<ul style="list-style-type: none"> ● 아이디 입력기능 개발 	100	<ul style="list-style-type: none"> • 절취편에 바코드와 도체번호 프린팅

제 2절 관련분야 기여도

1. 개발된 DNA 시료 반자동 채취 기구는 축산물이력제가 적용되고 있는 산업현장(도축장 등)에서 이력관리를 위한 시료채취에 즉시 활용가능하다.
2. 개발된 시료채취기는 축산물이력제의 근간인 DNA동일성검사 결과의 신뢰도를 높임으로써 절차상의 오류 또는 실수로 인한 부당한 시정조치 발동을 최소화함으로써 신뢰받는 축산물유통체계를 구축하는 데에 이바지 할 것으로 기대한다.
3. 가축의 시료뿐 아니라 식물, 토양, 수산 등 다른 산업분야에 적용할 수 있는 절취핀의 다양화와 전문화를 바탕으로 꾸준히 기술을 축적하고 제품에 접목함으로써 국내외 경쟁사들 간의 우위를 지키고자 한다.
4. 기존 특허에서 절취핀에 제한돌기를 구비하여 각각의 절취핀이 가축도체에 과도하게 진입하는 것을 방지하고, 카트리지 케이스 결합부를 구비하여 복수개의 카트리지를 서로 연결하여 결합 및 분리시킴에 따라 작업편의성 및 보관용이성을 확보하여 출원하였다.
5. DNA 교차오염을 방지 할 수 있는 알코올 소독의 효과를 검증할 수 있는 실험을 하였다.
6. 본 연구에서 개발한 시료채취기는 국가공인 기관의 위탁 성능시험을 통한 신뢰성을 확보하였다.

제 3절 평가의 착안점 및 기준

구분	세부연구개발 목표	가중치	평가의 착안점 기준
1 년 차	1 세 부 ○ DNA 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 시료상태 검사-검증	15%	○ 축산물 품질평가원에 방문하여 현행 시료채취 방법의 문제점 확인 ○ 제작된 시료채취기와 절취핀의 채취량 및 시료 건조양상 확인
	1 협 동 ○ 가축시료용 DNA검사시료 반자동 채취기구 개발	15%	○ 시료 채취 및 보관이 가능한 절취핀, 카트리지 제작 ○ 시료채취기 시제품 1대 제작
2 년 차	1 세 부 ○ 시료채취기 사용단계별 기기성능 및 검사결과 신뢰도 검증	25%	○ 개발된 시료채취기를 가지고 도체에서 시료확보 ○ 시료채취기의 도체표면 접촉을 통한 미생물 교차오염 여부 확인
	1 협 동 ○ 시료채취기 시제품 업그레이드 및 문제점 해결	25%	○ 1차년도의 보완점을 토대로 절취핀, 카트리지 수정 제작 ○ 1차년도 연구를 토대로 안전성과 편의성을 높인 시제품 1대 추가 제작
	1 세 부 위 탁 ○ 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA검사 결과 신뢰도 검증	20%	○ 개발된 시료채취기로부터 확보된 시료 보관 및 오염방지 검증 실험 ○ 개발된 시료채취기를 이용하여 확보된 시료로부터 DNA혼입 여부 검증 ○ 개발된 시료채취기를 이용하여 동일성 검사 적용가능성 검증

제 5장 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

제 1절 연구개발의 활용방안

본 연구를 통하여 개발된 기기는 축산물품질평가원에서 DNA 검사를 위한 시료채취에 있어서 많은 두수의 축종을 등급판정하면서 소요되는 시간과 사용자의 과중한 업무를 대체하며, 샘플링 기구의 세척 및 재사용 과정에서 발생할 수 있는 교차오염의 위험성을 방지할 수 있다. 또한, 축산물이력제의 근간인 DNA동일성검사 결과의 신뢰도를 높여 신뢰받는 축산물 유통체계를 구축할 수 있다.

DNA반자동 시료채취기구가 개발이 되면 전국 축산물품질평가원을 대상으로 사업화로 연계하여 활용 할 수 있다. 1차년도 최소 목표인 100대를 2019년 12월까지 완판하고, 2020년에는 2차년도 목표 수량인 500대 생산을 위한 공장 증축 및 설비 확충을 통하여 매년 1000대를 생산할 수 있는 여유 시설을 확보 예정이다.

제작된 시료채취기는 축산물이력제가 적용되고 있는 산업현장(도축장 등)에서 이력관리를 위한 시료채취에 즉시 활용 가능하므로, 축산물이력제 주관기관에서 이용하도록 시연회 및 설명회 개최하고자한다. 제품의 상품화를 통해 국내외 마케팅과 더불어 연간 40억이상 매출 증가와 생산 인력 충원을 통한 고용창출을 기대할 수 있다.

제 2절 사업화 가능성 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> - 세계최초의 반자동 시료 채취 기구로서 경쟁사가 없다. - 사전 연구를 통한 기술개발 가능성이 높다. - 가축의 시료뿐만 아니라 식물, 토양, 수산 등 다른 산업분야에 적용할 수 있는 기구의 다양화가 기대된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 오랜 기간 수작업을 통해 시료를 채취해 오던 방식에 익숙해진 사용자들의 인식이 있다.
위기(Threat)	기회(Opportunity)
<ul style="list-style-type: none"> - 추후 중국의 저가형 모조품 출시가 가장 경쟁적인 요인으로 판단된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존의 시료채취 가위는 사용하면서 매번 소독해야 하는 사용자들의 번거로움이 있다.

제 3절 추가연구 필요성

1. 시제품의 응용 제품 제작

가. 시제품의 성능개선 필요성

- (1) 시제품의 경우 비용 절감을 위해 기성제품을 사용함에 따라서 시료를 채취하는데 필요한 속도와 파워의 한계가 있다. 따라서 양산하는 모델에서는 기구물의 개선과 새로운 타입의 모터를 사용하고자 함
- (2) 기기의 구동부를 스텝모터를 사용하여 속도의 가속화 및 정밀 제어 구동을 가능하게 함
- (3) 정밀 제어를 위한 새로운 프로그램과 제어 프로세서 그리고 순차적 채취의 자동화 요구
- (4) 구동 부품의 테스트가 완료 되어 부품의 강도와 순환 주기를 테스트 하였으며 이를 이용한 부품의 질과 강도 향상을 위해 부품별 적용 물성의 변화가 요구됨
- (5) 채취핀의 구동 및 정밀도를 위해 사용자 편의에 맞는 단순성과 장착불량에 따른 기기의 자동 멈춤이 필요한 상황
- (6) 장치의 무게 감량을 위해 강도가 필요한 부품 이외는 ABS 수지로 대체

나. 응용제품의 사업화 방법

- (1) 스텝모터를 이용하여 기존의 정속 속도를 정밀 변속으로 조정하고 이를 프로그램화 하여 고기의 숙성도와 신선도 그리고 다른 종과 부위별 강도에 따른 조절 가능한 모델을 만들어야함
- (2) 가동 부품의 내구성을 높이기 위해 부품별 크기와 강도를 조정하고 이에 따르는 프로그램 테스트가 필요
- (3) 장시간 사용을 위한 감량의 필요성이 대두된다. 따라서 강성을 요구하는 절취핀 부품과 연동 되는 부분 이외에는 금형을 통한 부품 양산화 및 감량화 후 최종 모델로 양산화 하고자 함

2. 도체정보를 입력하는 출력 기구 개발

가. 실링지에 붙일 라벨 인쇄기 개발

- (1) 개체정보(바코드, 이력번호-도축일자(월일)-도축번호-품종-성별)가 인쇄된 라벨지를 시료가 채취된 카트리지 측면에 부착
※ 현행방식에서는 채취된 시료를 보관하는 샘플링 라벨지의 앞면에 도체정보가 새겨진 스티커 부착
현행방식에서 사용하는 라벨지 출력 기구(258x202X173)mm의 활용

3. 교차오염방지용 폐이퍼 연구

가. 채취 기구에 부착할 수 있는 오염방지 종이 연구

- (1) DNA교차오염을 방지할 수 있는 방안으로 알코올 소독이 검증 되었지만 더 편리한 방법으로 채취를 하기 위해서 일회용으로 쓰고 버릴 수 있는 오염방지용 종이의 연구가 필요

4. 절취핀을 통해 채취된 시료를 채취하기 위한 기구 제작

가. 건조 샘플 채취용 슬라이드 판 제작

- (1) 건조된 시료를 카트리지에서 현행 채취용 송곳 펀치를 이용하여 빼내면 가루가 날려 DNA오염 우려가 있으므로 알루미늄 재질의 틀을 제작하여 카트리지 밑에 연결시켜 펀치를 이용하여 손쉽게 시료를 채취할 수 있는 슬라이드 판을 제작

제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

	코드번호	D-08
○ 해당사항 없음		

제 7장 연구개발결과의 보완등급

	코드번호	D-09
보완등급 분류	<input type="checkbox"/> 보완과제 <input checked="" type="checkbox"/> 일반과제	
결정 사유	해당사항 없음	

제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

					코드번호	D-10			
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호	
해당사항 없음									

제 9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
해당사항 없음		

제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

							코드번호	D-12	
번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록 국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Association of Molecular Markers with Economic Traits in Berkshire Pigs	한국육류 연구소	공동저자	한국생명과학회지		2018.1 (투고)	o	KCI
2	특허	가축도체 조직샘플 채취용 절취편이 구비된 카트리지와 이를 이용한 조직샘플 채취장치	한국육류 연구소, 송강지엘 씨		대한민국		2017.12.15.	o	

제 11장 기타사항

		코드번호	D-13
해당사항 없음			

제 12장 참고문헌

		코드번호	D-14
1) 농림수산물식품부, 2010, 쇠고기 이력제 업무편람, 11-1541000-000692-01, p229-234.			

주 의

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