

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010172)

자동착유시스템 설치 농장의 생산성 및 경영성과 실증연구

Studies on the productivity and management results of dairy farms using automatic milking system

한경대학교 산학협력단

연구수행기간

2014. 02. 01. ~ 2016. 12. 31.(35개월)

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “자동착유시스템 설치 농장의 생산성 및 경영성과 실증 연구”(개발기간 : 2014. 2. 1 ~ 2016. 12. 31) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 자동착유시스템 설치농장의 유형별 경영성과 실증 연구

제1협동연구과제 : 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

제2협동연구과제 : 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질 연구

2017. 3. 17.

제1세부연구기관명 : 한경대학교

제1세부연구책임자 : 남 기 택

참 여 연 구 원 : 남인식, 김연순, 양영석, 허병무, 이정희, 정승현

제1협동연구기관명 : 국립축산과학원

제1협동연구책임자 : 박 성 민

참 여 연 구 원 : 기광석, 정하연, 김태일, 임동현, 박지후

제2협동연구기관명 : 고려대학교

제2협동연구책임자 : 손 용 석

참 여 연 구 원 : 이진성, 정연탁, 남궁건

주관연구책임자 : 남 기 택

주관연구기관장 : 한경대학교

농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서
열람에 동의합니다.

보고서 요약서

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|-----|
| 과제번호 | PJ010172 | | 연구기간 | 2014. 02. 01. ~ 2016. 12. 31 | |
| 연구사업명 | 단위사업명 | 농업공동연구 | | | |
| | 세부사업명 | FTA대응경쟁력향상기술개발 | | | |
| | 내역사업명 | 축산경쟁력제고 | | | |
| 연구과제명 | 주관과제명 | 자동착유시스템 설치농장의 생산성 및 경영성과 실증연구 | | | |
| | 세부(협동) 과제명 | (1세부) 자동착유시스템 설치농장의 유형별 경영성과 실증연구 (1협동) 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구 (2협동) 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질 연구 | | | |
| 연구책임자 | 구분 | 연구기관 | | 소속 | 성명 |
| | 1세부 | 한경대학교 | | 동물생명환경과학부 | 남기택 |
| | 1협동 | 농촌진흥청 축산과학원 | | 낙농과학과 | 박성민 |
| | 2협동 | 고려대학교 | | | 손용석 |
| 총 연구기간 참여 연구원 수 | 총: 17명 내부: 6명 외부: 11명 | | 총 연구개발비 | 정부: 672,000천원 민간: 천원 계: 천원 | |
| 위탁연구기관명 및 연구책임자 | | | 참여기업명 | | |
| 국제공동연구 | 상대국명: | | | 상대국 연구기관명: | |
| 연구목적 ○ AMS 운용의 경제성 평가 및 운용 농장을 위한 경영전략 수립 ○ AMS 목장형 유가공제품의 품질 변화에 미치는 영향과 개선방안 제시 ○ 고품질 우유 및 유제품 생산을 위한 적정 AMS 운용모델 수립 ○ 자동착유시스템 도입 설치 시 원유 및 유제품의 품질변화 여부, 변화의 원인 및 개선방법을 구명하고, 6차산업형 낙농을 위한 목장 | | | | 보고서 면수 177 | |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>형 유가공의 산업적 특성 및 애로사항을 조사함</p> <p>주요연구내용</p> <p>○ 1세부과제명 : 자동착유시스템 설치 농장의 생산성 및 경영성과 실증 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존착유농가의 자동착유시스템 도입의향에 관한 자료 수집 및 분석 - 자동착유시스템 설치 농장의 만족도 및 관행착유시스템의 도입의향 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 자동착유시스템 20농가, 관행착유시스템 80농가 - 향후 자동착유시스템 도입의향 : 있다(32%) vs 없다(68%) - 도입 희망 사유 : 노동력감소(85%) vs 착유환경개선(15%) - 도입 기피 사유 : 시설투자(65%) vs 운영미흡(26%) vs 기타(7%) - 자동착유시스템 보급 확대의 저해요인은 ①시설투자비 ②AMS업체의 운영 미흡 순인 것으로 조사되었음 <p>○ 1협동과제명 : 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 착유시스템(AMS vs CMS)에 따른의 젖소 생산성 조사 <ul style="list-style-type: none"> * AMS: Automatic Milking System, CMS: Conventional Milking System · 산유량(kg/두/일) : 31.1(AMS) vs 27.1(CMS) · 착유 횟수(회/일) : 2.8(AMS) vs 2.0(CMS) - 자동착유시스템 기종에 따른 젖소 생산성 비교 <ul style="list-style-type: none"> · 산유량(kg/두/일) : 34.6(Type 1) vs 31.1(Type 2) · 착유 횟수(회/일) : 3.0(Type 1) vs 2.6(Type 2) · 대당 착유 두수(두/대) : 45.6(Type 1) vs 54.0(Type 2) - 자동착유시스템의 생산성 저해 요인 분석 및 개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> · (문제점) 업체의 A/S 대응 능력 미흡 및 높은 유지·보수 비용 부담 → (개선 방안) 기존 착유기 전문가 활용 전국적 자동착유시스템 전문 인력 양성 및 유지보수 업체가 호환 가능 국내 부품 확보 · 보급 노력 해야함 · (문제점) 자동착유시스템 미적응 개체 별도 관리에 따른 소요 노동력 증가 → (개선 방안) 소수의 미적응 개체 관리를 위한 기존 착유기 활용을 지양하고 문제 개체는 과감히 도태하는 대신 노동력 절감분을 시스템 및 개체 관리에 할애하는 농장 운영 방식의 근본적 변화가 필요함 <p>○ 2협동과제명 : 자동착유시스템 설치 목장형 유가공 농가의 우유 및 유제품 품질연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 원유의 품질 구명을 위하여 자동착유시스템 및 전통착유시스템 사용농가를 각 4개소씩 선정하여 정기적으로 원유를 채취하고 일반성분 및 착유빈도, 원유의 지방산및 유리지방산(산패원인) 조성 | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

을 분석하였음

- 유제품의 품질변화를 조사하기 위하여 착유시스템을 달리하고 목장형 유가공사업을 실시하는 목장들을 방문하고 생산되는 고다치즈의 6개월 숙성시료를 채취하여 지방산 조성을 분석하고 패널테스트에 의한 풍미를 추적 비교하였음
- 동시적으로 6차산업형 낙농목장의 발전가능성을 조사하기 위한 설문조사를 실시하였음
- 자동착유시스템 원유에서 나타나는 산패의 원인은 궁극적으로 다회 착유로 인하여 원유가 수시로 소량씩 냉각기 내로 진입함으로 인하여 냉각기 내 온도변화에 영향을 미침으로써 냉각 가동용 온도 제어 기능을 하는 센서의 오작동에 주원인이 있는 것으로 밝혀졌으며, 착유유균 또는 원유생산량 부족으로 인하여 냉각기내부로 충분한 원유가 유입되지 못하는 경우에는 유리지방산의 산패가 일어나는 현상이 관찰되었음
- 따라서 젖소 사육규모에 따라서 다르겠으나 소량 다회착유에서 착유빈도를 줄임으로써 1회에 다량 원유의 냉각기 진입을 유도하여 냉각기 센서의 작동에 의해 적정저장온도를 보장함으로써 산패문제를 해결할 수 있다는 결론에 도달하였음
- 목장형 유가공사업에서 제조되는 고다치즈의 일반성분 및 지방산 함량을 조사한 결과, 착유시스템 차이에 따른 유의적 차이는 발견되지 않았으며, 패널테스트에 의한 치즈의 풍미와 조직학적 특성에 있어서도 통계적으로 주목할 만한 별다른 차이가 나타나지 않았음
- 한편, 동시적으로 조사한 6차 산업형 낙농을 위한 목장형 유가공사업에 대한 설문조사에서 나타난 애로사항은 과도한 규제 > 판로 개척 및 홍보 > 자금부족의 순으로 나타남

〈 국 문 요 약 문 〉

| | | | | | |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------------|--|
| 연구의 목적 및 내용 | 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 | | | | |
| 연구개발성과 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 착유 시스템에 따른 젖소 생산성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 산유량(kg/두/일) : 31.1(AMS) vs 27.1(CMS) - 착유 횟수(회/일) : 2.8(AMS) vs 2.0(CMS) ○ 자동착유시스템 기종에 따른 젖소 생산성 비교 <ul style="list-style-type: none"> - 산유량(kg/두/일) : 34.6(Type 1) vs 31.1(Type 2) - 착유 횟수(회/일) : 3.0(Type 1) vs 2.6(Type 2) ○ 자동착유시스템 설치 농장의 젖소 생산성 개선 | | | | |
| 연구개발성과의 활용계획 (기대효과) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 자동착유시스템 도입 시 적정 사육 규모 및 경제성 등의 도입 여부 판단 지표 제공 ○ 자동착유시스템 도입 농가의 유형별, 사육형태별 착유 효율 개선 방안 제시 | | | | |
| 중심어 (5개 이내) | 젖소 | 착유우 | 착유기 | 자동 착유시스템 | |

〈 Summary 〉

| | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|--------------------------------|--|
| Purpose& Contents | Improvement of dairy cattle productivity by milking scale and milking system | | | | |
| Results | <ul style="list-style-type: none"> ○ Milk productivity by milking system of Holstein dairy cattle <ul style="list-style-type: none"> - milk yield(kg/head/day) : 31.1(AMS) vs 27.1(CMS) - milking times(times/day) : 2.8(AMS) vs 2.0(CMS) ○ Comparison of Cow Productivity by Automatic Milking System <ul style="list-style-type: none"> - milk yield(kg/head/day) : 34.6(Type 1) vs 31.1(Type 2) - milking times(times/day) : 3.0(Type 1) vs 2.6(Type 2) ○ Improvement of dairy cow productivity in the installation of automatic milking system | | | | |
| Expected Contribution | <ul style="list-style-type: none"> ○ Provides a measure of whether to adopt proper breeding size and economic efficiency when introducing automatic milking system ○ Introduction of Automatic Milking System Improvement of Milking Efficiency by Farming Type and Breeding Type | | | | |
| Keywords | dairy cattle | milking cow | milking system | automatic milking system | |

〈 목 차 〉

| | | |
|--------|------------------------------------|-----|
| 제 1 장 | 연구개발과제의개요 | 8 |
| 제 2 장 | 국내외 기술개발 현황 | 9 |
| 제 3 장 | 연구수행 내용 및 결과 | 12 |
| 제 4 장 | 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 156 |
| 제 5 장 | 연구결과의 활용계획 등 | 160 |
| 제 6 장 | 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 160 |
| 제 7 장 | 연구개발성과의 보안등급 | 160 |
| 제 8 장 | 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황 ... | 160 |
| 제 9 장 | 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ... | 160 |
| 제 10 장 | 연구개발과제의 대표적 연구실적 | 164 |
| 제 11 장 | 기타사항 | 168 |
| 제 12 장 | 참고문헌 | 177 |

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

AMS의 장기적이고 광범위한 도입농장의 경영실증 연구는 아직까지 국내에서 수행되지 못하였으므로, 본 연구과제를 통하여 로봇착유기 설치농장의 경제성, 경영성과 등을 기술적으로 정립할 수 있을 것이다.

AMS 설치 농장의 젖소 생산성 개선 및 높은 투자부담과 운용기술의 한계성으로 인해 그 활용도와 효용가치를 회의적으로 보는 시각이 있는가 하면, 심지어 AMS 이용을 포기하는 농장도 출현 하고 있는 실정이기 때문에 국내 낙농여건에서 AMS의 도입효과를 모델별로 다각적인 분석을 통하여 보다 효과적으로 낙농현장에 정착시킴으로써 활용도를 극대화시킬 수 있는 기초를 마련해야 할 필요성이 대두되기 때문이다.

제2절 연구 개발의 필요성

현재, 낙농업은 타 축종에 비해 설비투자, 노동력, 노동시간 대비 경영성과가 낮아 전업, 또는 폐업하는 농장이 증가하는 추세에 있다. 사육농가 및 사육두수는 감소하였으나, 관련 연구 개발에 힘입어 고능력우 사육두수의 증가로 과거 10년간 전체 원유생산은 56.6% 증가한 년 348톤이 생산되고 있고 고능력우의 출현 및 유사비 변동으로 자동착유시스템을 설치한 농가가 증가하고 있으며, 자동착유시 착유횟수가 2회 이상으로 증가한다.

낙농현장에서 직면한 가장 큰 문제점은 인건비의 상승과 농장주의 고령화에 따른 후계구도의 단절이며, 지속가능한 낙농의 가장 큰 장애요인으로 등장함에 따라 대안으로 등장한 자동화착유시설(AMS¹⁾), 즉 자동착유시스템은 노동력 조달과 기술의 과학화를 동시에 해결할 수 있다는 가능성을 제공했다. 이러한 배경에서 지난 2006년 국내에 최초로 도입된 이래 지금까지 약 60기에 달하는 AMS가 국내 농장에 도입되어 비교적 빠른 확산속도를 보이고 있는데, 이는 농장수의 감소추세와 병행하는 사육규모의 증가추세, 그리고 신세대 낙농가의 인식과 가치 변화에 기인하는 것으로 해석된다.

규모의 경제를 추구함에 있어 생산과정의 자동화는 낙농 고유의 착유노동 부담을 경감 시키고 노동가치의 상승에 대응하는 가장 잠재력 높은 해결책으로 등장하고 있으나 기존의 강제 착유방법이 아닌 젖소가 원할 때 착유하는 AMS로 전환되면서 젖소를 자동시스템에 적응하는 초기 단계에 착유거부로 인하여 체세포수가 증가하고 그로 인해 유방염 발생이 증가하는 것이 AMS의 단점으로 부각된다. 특히, AMS의 설치는 착유횟수(빈도)의 증가를 비롯하여 자동에 의한 농후사료 급여량 및 공급횟수 등으로 사료영양소 섭취양상의 변화를 가져오며, 궁극적으로 유성분과 유제품의 품질에 영향을 주게 된다. AMS의 이용으로 착유 및 관리 노동력과 노동시간은 감소하였으나 반대로 시스템 관리 운용에 관한 노동과 정신적 스트레스도 함께 증가한다.

국내에서 사용하고 있는 자동착유시스템은 100% 수입제품으로 A/S가 적시에 이루어지지 못할 경우, 시스템의 유지 관리에 많은 어려움이 발생하는 단점에도 불구하고 향후 자동착유시스템을 설치하려고 하는 농가는 지속적으로 증가할 것으로 판단되나 설치에 따른 생산성 및 수익성과 이에 미치는 영향 등에 대해서는 광범위하고 포괄적인 연구가 아직까지 진행된 바 없

1) AMS : Automatic Milking System

다. 따라서 낙농농가의 AMS에 대한 올바른 이해와 정부정책에 기초자료로 활용하기 위해서는 그 설치 및 운용이 유성분 및 제품품질에 미치는 효과를 포함하여 낙농생산성 및 경영성파에 미치는 영향을 분석하는 보다 객관적이고 확대된 규모의 연구 수행이 꼭 필요하다.

제3절 연구 개발 범위

착유시스템 별 경제성 조사 및 비교 분석, 국내 낙농가의 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 생산성 조사, 국내 낙농가의 자동착유시스템 기종에 따른 젖소 생산성 비교·분석, AMS의 도입이 유성분 및 유제품의 품질 변화에 미치는 효과 분석이 일차적으로 필요한데, 우유의 일반성분에 관한 한, 젖소의 유전적 요인과 함께 사료영양 및 착유관리가 공동적으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 특히 유제품의 품질은 원료유의 성분과 위생적 요인에 의해 크게 좌우되는바, AMS 기술의 도입으로 관련된 요인들이 어떻게 변화하는지에 대한 보다 장기적 이고 광범위한 연구가 요구되며 이에 본 연구에서는 AMS가 유성분, 유질, 유제품의 품질에 미치는 영향에 대해 연구하고자 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내연구현황

현재 착유용 자동시스템은 해외 수입에 전적으로 의존하고 있는데, 2000년대 초에는 국산장비의 자체개발 가능성을 전제로 한 기초연구가 있었으나 지속적인 대형 연구사업으로 연결되지 못하였다. 국내 낙농농장에서의 AMS 도입효과에 관한 연구는 매우 드물고 그나마 농진청 축산과학원을 중심으로 수행되었으며, 도입 역사가 짧은 만큼 조사대상 농장수와 축적 데이터의 규모가 매우 작았고 도입 초기단계에서 기 등(2010)은 초기 연구결과를 바탕으로 AMS 도입희망 농가를 위하여 관련 기초지식과 올바른 사용방법을 전파하고자 ‘자동착유기 이용자 가이드’를 보급한 바 있으며, 2011년에 제조사별로 분석된 도입성파에 관한 조사결과가 관련 학회지를 통하여 보고 되었던 바, 이상의 기존 연구내용과 결과를 정리해보면 아래와 같다.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 | 로봇착유기의 착유컵 자동착탈을 위한 착유우의 유두위치 조사 분석 (축산기술연구소, 2002) |
| 착유자동의 자체개발 가능성을 전제로 한 기초연구로서 국내 착유우의 각 유두 간 거리를 측정하여 비유단계별, 아침, 저녁 착유 시에 위치를 알아보고, 이를 바탕으로 착유컵 착탈시스템의 설계변수를 구하여 산유량, 비유단계별, 착유시간 등 각 변수에 따른 유두위치 관계를 규명하였다. | |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 2 | 국내 자동착유시스템 이용농가의 설치 전 · 후 산유량 및 유성분 비교 (축산시설환경학회지, 2011) |
| 4개 검정농장의 147두 젖소에 대하여 AMS 도입 전과 후의 산유성적을 비교해본 결과, 산유량은 약 13%, 4%보정유량은 약 14.5%로 유의적인 증가현상이 관찰되었는데, 이는 두당 평균 착유횟수가 2회에서 2.62회로 증가한 것과 관련이 있는 것으로 추정되었다. 또한 체세포수(SCC)에 있어서는 자동착유시스템의 설치 이전(약 17만)에 비하여 설치 후 약 31만으로 유의적으로 증가하였는바, 이는 전환한 초기단계에 동물의 생리적 적응과정에서, 그리고 AMS의 작동오류나 고장으로 인한 스트레스와 무관하지 않음을 확인하였다. | |
| 3 | 자동착유시스템의 농가적용 기술개발 및 경제성 분석 (국립축산과학원, 2011) |
| 연구소 자체에 설치된 자동착유시스템과 젖소군을 공시하여 TMR의 영양소 조성을 분석 관리하는 상태에서 AMS의 운용효과를 약 8개월 간 설문조사를 한 결과, 착유횟수의 증가에 의한 산유량 증가가 있었으며, 유지율은 감소, 유단백질 및 요소태질소(MUN)는 증가하는 경향을 나타내었고, 전환 초기단계에 스트레스 정도를 암시하는 혈 중 cortisol 농도는 유의적인 변화를 보이지 않는다. 자동착유시스템 설치농가를 대상으로 한 조사에서는 체세포수의 증가경향이 나타났으며, 설치에 따른 경제성은 초기 구입비로 인한 부담이 큰 반면, 1등급 유질이 유지되면 투자효과가 있는 것으로 분석되었다. 이용자 만족도는 중등도로서 도입가격 저렴화와 A/S 개선 등에 대한 요구가 대두되었다. | |

제2절 국외연구현황

약 30여 년 전부터 AMS 개발에 착수해온 네델란드 등 유럽국가 및 일본을 중심으로 제조사의 연구진에 의한 로봇 개발 및 설계를 위한 작동기능 관련 연구, 예를 들어 기능단위(전기장치 및 센서, 세제투여, 급이장치 및 감지 센서 등)에 대한 유효성과 관련하여 다양한 실험연구가 수행된 바 있다. AMS와 관련된 국외 연구는 주로 자동착유시스템의 운용 효과, 특히 산유량 및 원유품질에 미치는 효과 연구가 주류를 이루고, AMS 도입에 따른 경제성 분석이 고용노동력 절감효과 등을 중심으로 연구되었는데, 대표적인 연구보고들의 연구내용과 결과를 정리해보면 다음과 같다.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | The effects of the introduction of automatic milking system on milk quality (Klungel et al., 1998) |
| 네델란드의 28개 AMS 도입농장에서 3년간에 걸쳐 조사 연구한 결과, AMS의 도입으로 원유의 체세포수는 변화가 없었으나, 세균수와 유리지방산(FFA) 농도가 유의적으로 증가함이 관찰되었으며, 자동착유는 전통적 착유방법에 비해 유질의 저하를 가져왔으며, 특히 도입초기에 주의하여야 한다. | |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | The milking process in an automated milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health (Svennersten-Sjaunja, 2005) |
| 전통착유시스템(CMS ²⁾)에 비하여 AMS는 착유작업으로 인한 과중한 노동을 절감하고, 추가 노동력 투입 없이 착유 횟수를 증가시켜 동일 규모 농장에서 AMS 도입으로 착유 횟수는 기존 2회에서 2.5회로 증가하고, 유량도 약 2~8% 정도 증가시켰으나, 유단백, 유지방 농도는 별 영향을 받지 않았다. | |
| 3 | Robotic milking and milk quality : effects on bacterial counts, freezing point and free fatty acids (Kees de Koning et al., 2003) |
| AMS 도입이 원유성분 및 특성이 미치는 효과는 유리지방산(FFA) 함량에서 두드러지게 나타나는데, 이것은 주로 착유빈도에 따른 효과로 보아야 하며, Lipolysis의 증가를 가져온 생리적 요인과 기계기술적 원인이 아직 밝혀지지 않았으므로 이에 대한 추가연구가 요구된다. | |
| 4 | Economics of robotic application (Dijkhizen, 1997) |
| AMS의 사용으로 착유를 위한 노동부담이 감소하고 추가 노동력 투입이 없이도 착유 횟수를 기존 2회 이상으로 증가시켰으며, 고용노동력의 절감은 연간 두당 생산비를 절감시키는 효과로 나타났다. | |
| 5 | Changes in herd health and conversion to automatic milking system (Bennedsgaard, 2006) |
| AMS 사용으로 유방의 건강에 어떠한 영향을 주는지를 1년 간에 걸쳐 조사한 결과에 따르면, 도입 초기에는 체세포수가 증가하지만 3개월 이후에는 체세포 수치가 정상으로 돌아와 착유시스템 이외의 다른 가능원인이 있을 것으로 추정되었다. | |
| 6 | Improvement of milk quality by the Danish AMS self monitoring programme (Justesen and Rasmussen, 2000) |
| 착유시스템이 장기적으로 유질에 미치는 효과를 AMS와 CMS 간에 비교 연구해본 결과, 유지방, 유단백질의 함량은 착유시스템에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 밝혀졌으며, AMS를 사용하는 농장에서 우유 내 유리지방산(FFA)의 농도가 CMS 사용 농장의 우유보다 높은 것으로 나타났는데, AMS 사용 시 FFA이 증가한 것은 착유 간격이 단축된 데 기인한다고 볼 수 있다. | |

2) CMS : Conventional Milking System

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

<제1세부> 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증 연구

제1절 AMS 미래시장 규모 예측

국내 낙농업은 1983년부터 통계조사가 실시되어, 사육호수는 29,537호(274,783)두로 평균 9.3두 수준이며, 2000년도 사육호수는 13,348호(543,708)두로 평균 40.7두이며, 2016년 6월말기준 사육호수는 5,407호(402,405)두로 평균 74.4두로 33년 만에 호당 평균사육두수는 800%로 향상되었으며 이는 즉 규모화가 진전되고 있음을 알 수 있다(통계청, 2016).

현재, 낙농업은 타 축종에 비해 설비투자, 노동력, 노동시간 대비 경영성과가 낮고 인건비의 상승과 농장주의 고령화에 따른 경영불안정(후계자)에 따른 문제 등, 구도의 단절로 전업, 또는 폐업 등 추세에 놓여 있다.

이러한 문제의 대안으로 등장한 자동화착유시설(AMS), 즉 자동착유시스템은 노동력 투입과 기술의 과학화를 동시에 함으로써 투입 및 산출효과를 낼 수 있다는 점에서 노동력 문제의 해결을 통한 지속적인 낙농경영 유지에 가능성의 효과를 볼 수 있다.

규모의 경제를 추구함에 있어 생산과정의 자동화는 낙농 고유의 착유노동 및 노동시간 부담을 경감시키고 노동가치의 상승에 대응하면서 가장 잠재력 높은 해결책으로 대두되어 오고 있다.

따라서, AMS 도입을 경기도에서 2006년 처음 도입하여 운영하고 있으며 2015년 기준 국내 AMS 보급대수는 89대이며, AMS를 사용하는 농가는 68개소로 나타났으며, 국내 낙농농가에서 AMS를 도입하여 운영하고 있는 낙농농가의 도입비율은 (68/5,498) 1.24%로 나타났다.

AMS의 이용으로 착유 및 노동력과 노동시간은 감소하였으나 반대로 시스템 관리 운용에 관한 운영자금 및 정신적 스트레스도 함께 증가 하였다. 이러한 단점에도 불구하고 향후 자동착유시스템을 설치하려고 하는 농가는 지속적으로 증가할 것으로 판단되나 설치에 따른 생산성 및 수익성과 이에 미치는 영향 등에 대해서는 광범위하고 포괄적인 연구가 아직까지 진행된 바 없으며, 로봇착유기를 도입하여 운영하는 농가들 중 실패한 사례도 나타나고 있다.

국내 자동착유시스템 개발연구로는 2004년 ‘착유자동화 로봇시스템 개발’ 하여, 순천제일대, 축산연구소에서 3년간 연구수행 및 2009년 ‘자동착유시스템 농가적용 기술개발 및 경제성분석 연구’를 수행하여 자동착유시스템 설치 전·후 생산성 비교를 통한 연구를 수행하였다. 그 결과, 산유량 12.8% 증가($30.4 \pm 4.7\text{kg}$ vs $34.3 \pm 7.7\text{kg}$), 체세포 수 1등급 저하($169.4 \pm 188.5\text{천개/ml}$ vs $314.4 \pm 279.9\text{천개/ml}$), 자동착유시스템 사용 만족도는 3.9점(3.9/5)으로 결과를 보였다. 또한, 자동착유시스템 설치농장의 설치 후 만족도에 관한 실태조사를 대상농가 21농가에 조사 한 바 있었다(기광석 등, 2011).

자동착유시스템(AMS)의 설치로 노동력절감 및 산유량 증가의 이익을 얻었지만, 시스템 관리 운용에 관한 정신적 스트레스 및 유지보수비 등의 단점 또한 발생하고 있다. 그럼에도 불구하고 AMS로의 전환은 낙농산업의 큰 흐름으로 볼 때 설치에 따른 생산성 및 수익성에 대한 광

범위한 연구 결과를 토대로 도입을 고려하는 농가에 제시를 해야 한다.

그러므로 자동착유시스템을 도입한 낙농가의 실태조사 및 분석을 통해 가이드라인을 설정해 매뉴얼화 시켜 신규농가의 도입 시 필요한 사항, 문제점 및 개선방안 등을 D/B공유로 선택의 폭을 넓혀 선택지가 될 수 있도록 제시는 낙농산업에서 가장 큰 문제점인 노동력문제에 대한 해소가 될 것으로 기대된다.

1. 국내 낙농산업 현황

가. 국내 낙농업의 현황

국내 낙농업의 생산현황은 2001년도에 사육두수 및 낙농가수가 가장 많이 사육을 하고 있는 것으로 나타났다. 이는 노동력 부족, 고령화, 후계자 육성 부족, 원유수급불균형, 경영악화 및 폐업 등으로 낙농업은 타격을 받고 있으며, 지속적으로 낙농가수가 줄어들고 사육두수도 자연적으로 감소하며 호당 사육두수가 증가하고 있는 것으로 나타났다.

2015년도 원유생산량의 과잉으로 착유우의 도태가 유업체 및 정책적으로 선행되고 있는 원유수급 안정화를 위해 필요한 것은 현실이다.

특히 2000년도 초반에는 호당 사육두수가 43두에서 2015년도는 75두로 74.4% 증가 한 것으로 나타났으며 꾸준한 젖소의 개량, 사료가공기술 발달 및 사양관리 개선으로 두당 생산량도 72.7% 상승한 2015년도는 9,477kg으로 나타났다<표 1-1>.

표 1-1 낙농 생산 현황

| 구분 | 2001년 | 2005년 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 총사육두수(천두) | 548 | 479 | 430 | 404 | 420 | 424 | 431 | 411 |
| 호당사육수(두) | 43 | 54 | 68 | 67 | 70 | 73 | 76 | 75 |
| 낙농가수(호) | 12,827 | 8,923 | 6,347 | 6,068 | 6,007 | 5,830 | 5,693 | 5,498 |
| 원유생산량(천톤) | 2,339 | 2,229 | 2,073 | 1,889 | 2,111 | 2,093 | 2,214 | 2,168 |
| 두당생산량(kg) | 6,889 | 8,097 | 8,575 | 8,630 | 8,878 | 8,906 | 9,223 | 9,477 |

자료 : 농림축산식품부, 통계청, 「축산물생산비」, 2016.

낙농가의 소득에서 원유 가격은 13년도에 940원으로 형성되어 15년도까지 유지되고 있으며 15년도 ℓ 당 우유생산비는 원유생산량 증가와 가축비 하락 등에 기인하여 13년도보다 44원 하락 하였으며 경영비도 31원 적게 들어간 것으로 나타났다<표 1-2>. 이에 따라 평균소득은 높아지고 있으며 높아지는 요인은 원유품질이 향상됨에 따라 체세포수 1등급 비율의 향상과, 유지방, 유단백, 세균수 1등급 비율이 높아짐에 따라 소득이 향상되고 있는 것으로 나타났다.

표 1-2 낙농 농가소득

| 구분 | 2001년 | 2005년 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 생산비(원/ℓ) | 460 | 483 | 641 | 718 | 784 | 807 | 796 | 763 |
| 원유가격(원/ℓ) | 517 | 584 | 704 | 834 | 834 | 940 | 940 | 940 |
| 경영비(원/ℓ) | 341 | 374 | 525 | 596 | 635 | 670 | 667 | 639 |
| 두당평균소득(천원) | 1,842 | 2,569 | 2,772 | 2,529 | 2,918 | 2,954 | 3,580 | 3,944 |

자료 : 농림축산식품부, 통계청, 「축산물생산비」, 2016.

2015년도 젓소 수익성은 마리당 순수익은 14년도 보다 15년도에 386천원이 증가한 것으로 나타나며 이에 따른 요인은 송아지 가격상승 및 원유 생산량 증가로 나타난다.

젓소 수송아지 산지가격은 14년도 200천원에서 15년도 521천원으로 321천원(160.5%)이 상승하였으며 원유 생산량(ℓ/마리)도 14년 8,954에서 15년도 9,201 (2.8%) 증가의 요인으로 볼 수 있다<표 1-3>.

표 1-3 우유 ℓ 당 생산비와 젓소 마리당 수익성

(단위 : 원/ℓ, 천원/마리)

| 구분 | | 우유(ℓ) | | 젓소 수익성 | | | |
|---------|-----|-------|------|--------|--------|--------|----------|
| | | 경영비 | 생산비 | 총수입(A) | 일반비(B) | 사육비(C) | 순수익(A-C) |
| '15 (A) | | 639 | 763 | 10,057 | 6,113 | 7,248 | 2,809 |
| '14 (B) | | 667 | 796 | 9,730 | 6,150 | 7,307 | 2,422 |
| 증 감 | A-B | △28 | △34 | 327 | △37 | △59 | 364 |
| | % | △4.2 | △4.2 | 3.4 | △0.6 | △0.8 | 15.9 |

자료 : 통계청, 「축산물생산비」 2016.

2001년부터 2015년까지 낙농가의 총노동력 시간을 보면, 93시간에서 80.37시간으로 9.63시간 단축 되었다. 그중 자가노동은 2001년 대비 2015년에는 22.69시간 감소하였고, 고용노동시간은 10.06시간이 증가하였다<표 1-4>. 이를 보았을 때 착유농가의 노동투여시간이 줄어들었으나, 착유시간에 대한 노동강도로 인해 고용노동의 비중이 높아진 것으로 나타났다.

표 1-4 젖소 두당 노동력 투입량

| 구분 | 2001년 | 2005년 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 총노동력(시간) | 93.00 | 93.10 | 75.27 | 87.53 | 83.54 | 79.47 | 81.48 | 80.37 |
| 자가노동(시간) | 86.00 | 82.80 | 69.15 | 79.83 | 75.44 | 66.86 | 65.38 | 63.31 |
| 고용노동(시간) | 7.00 | 10.30 | 6.12 | 7.70 | 8.10 | 12.61 | 16.10 | 17.06 |
| 자가노동구성비(%) | 92.47 | 88.94 | 91.87 | 91.20 | 90.30 | 84.13 | 80.24 | 78.77 |

주) 성인남녀 환산노동시간임

자료 : 통계청, 「축산물생산비」 2016.

전국의 유지방을 평균은 2016년 3.19%로 2005년 4.10%보다 0.91% 차이를 보이고 있으며, 체세포수 1등급 비율은 2016년 60.5%로 2005년 42.9%보다 17.6% 향상 되었다. 세순수 1A등급 비율은 2016년 92.3%로 2005년 84.8% 7.5% 향상되어 원유의 품질은 지속적으로 향상되고 있는 것으로 나타났다<표 1-5>.

표 1-5 연도별 원유검사현황

(단위 : %, 천개/ml)

| 구분 | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 유지방 | | 4.01 | 4.03 | 4.06 | 4.04 | 4.03 | 3.98 | 4.01 | 4.02 | 4 | 3.96 | 3.92 | 3.91 |
| 체 세 포 수 | 평균 | 261 | 235 | 210 | 207 | 206 | 220 | 225 | 234 | 240 | 223 | 213 | 194 |
| | 1등급 | 42.9 | 50.3 | 58 | 57.6 | 57.7 | 52.1 | 49.1 | 45.2 | 41.8 | 50.6 | 52.8 | 60.5 |
| | 2등급 | 36.1 | 33.9 | 30.3 | 30.6 | 31.1 | 33.6 | 36.6 | 40.6 | 42.8 | 37.9 | 36.3 | 33.8 |
| | 3등급 | 13.6 | 10.9 | 8.4 | 8.5 | 8.3 | 10.2 | 10.5 | 10.9 | 11.6 | 9.2 | 8.7 | 5.3 |
| | 4등급 | 6 | 4.2 | 2.8 | 2.9 | 2.6 | 3.5 | 3.3 | 3 | 3.4 | 2.2 | 2 | 0.4 |
| | 5등급 | 1.4 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0 |
| 세 균 수 | 평균 | 24 | 24 | 22 | 21 | 20 | 21 | 20 | 20 | 19 | 17 | 17 | 13 |
| | 1A등급 | 84.8 | 86.7 | 88.5 | 88.4 | 89.3 | 88 | 88.8 | 89.3 | 89.5 | 91.5 | 91.4 | 92.3 |
| | 1B등급 | 12 | 10.7 | 9.2 | 9.4 | 8.8 | 9.9 | 9.3 | 8.9 | 8.8 | 7.2 | 7.3 | 6.9 |
| | 2등급 | 2.4 | 2 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1 | 0.7 |
| | 3등급 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| | 4등급 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0 |

자료 : 낙농진흥회, 2016년.

나. 국내 자동착유시스템 도입

자동착유시스템(Automatic Milking System: AMS)은 1990년대 초에 개발된 이래 세계 60개국, 40,000대(2015년 기준 추정치)가량 보급되어 있으며, 우리나라는 2006년 경기도 지역에 최

초로 설치된 이후 가동 중에 있다.

세계적으로 자동착유시스템은 여러 제품이 있지만, 국내에서 자체 개발한 착유기는 아직 없으며, 네덜란드로부터 2종류, 스웨덴으로부터 1종류가 수입되어 보급·사용하고 있으며, 우리나라에 보급되어 사용하고 있다(김연중 등, 2013)<표 1-6>.

표 1-6 국내 도입 로봇착유기 현황

| 제품 (제조사) | 착유적정 두수 | 설치비용 (옵션별상이) | 유지보수계약 비용 | 착유형식 | 구성 | 유두감지 | 유두세척 |
|-------------|------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------|---------|-------|
| A사 | 60두내외 | 3억8천만원 | 770만/년 | AMS [4관절] | 일체형[공압실린더] 로봇1대+스톨1대 | 레이저+카메라 | 별도세척컵 |
| B사 | 60두내외 | 3억5천만원 | 550만/년 | AMS [4관절] | 일체형[공압실린더] 로봇1대+스톨1대 | 레이저+카메라 | 롤러브러시 |

자료 : 박현섭·김상철, “농업로봇 기술동향과 산업전망”, KEIT PD 이슈레포트, 2015.

주요 2개 회사(A사의 VMS, B사의 Astronaut)가 전세계 약 90%이상 점유하고 있으며, 전 세계 자동착유시스템 사용자 수는 약 20,000명(2014)이다<그림 1-1>. 우리나라는 가동 중인 자동착유시스템 중 해당 2업체의 점유율 95%이상이다(2015년 12월).

<그림 1-1> 전세계 업체별 자동착유시스템 사용자 점유율

자료 : A사, 2015.

국내 자동착유시스템 보급 대수는 A사 41대, B사 48대, 총 89대 이다. 하지만, 이중 자동착유시스템 사용자(농가)수는 68개소이다. 로봇착유기 대수와 농가수의 차이는 로봇착유기를 2대 또는 3대를 놓은 농가수가 있어 차이를 보였다<그림 1-2>.

<그림 1-2> 국내 자동착유시스템 업체별 보급대수(연도별 누적)

자료 : A사, 2015.

2. AMS 농장 실태조사

본 연구에서는 선행연구 및 관련 문헌조사를 통해 국내 낙농현황을 조사하고, 조사 대상농가는 자동착유시스템 도입 20농가의 설치 후 실태조사 및 이용만족도를 실시하였다. 또한, 자동착유시스템 20농가에 따른 생산성의 변화를 조사 하였다. 조사방법은 GRRC, 유업체(남양, 매일 등), 축협을 통해 받은 리스트를 바탕으로 섭외 후 AMS, CMS 농가의 경영실태조사표(설문지)를 현장 방문하여 설문지를 통해 자료 수집을 하였다.

조사내용은 경영형태, 경력, 시설유형, 생산량, 노동형태, 작업체계, 생산기술, 분뇨처리 등에 대한 자료를 수집하여, AMS농가와 CMS농가의 유량, 체세포, 설치 후 노동력절감, 생산성 등에 대한 비교항목도 조사하였다. AMS농가의 경우는 지역별 분포도, 설치 동기, 경영형태, 프로그램의 주 운영자, 애로사항, 도태 원인, 유지보수 계약체결 유무, 만족도, 설치 후 A/S, 노동력 절감, 유량증가, 다른 농가에 대한 고려사항등에 대한 현황조사를 분야별로 조사 및 분석하였다.

대상 농장의 지역별 분포도를 보면 자동착유시스템 설치농가의 농장 실태조사를 위해 방문한 곳은 경기도가 12호(60%), 충청도3호(15%), 강원도 1호(5%), 경상도 4호(20%)로 20곳을 조사하였다.

경기도에서는 최초로 자동착유시스템을 도입하는 반면 규모화가 진전되어 있고 규모가 되는 농장은 정부지원 보조금을 받아 도입 및 운영하고 있었으며, 학교에서도 목장을 운영하고 있는 곳이 있었는데 자동착유시스템을 도입하여 활용 및 운영하고 있었다. 자동착유시스템 도입 비율을 보면 A사와 B사의 도입 비율은 같았으며 A사의 경우 조사한 지역모두 도입운영하고 있었지만 B사의 경우 경기도에서 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다<표 2-1>.

표 2-1 자동착유시스템 농장의 지역별 분포도

| 구분 | 경기도 | 충청도 | 강원도 | 경상도 | 계 |
|----|----------|---------|--------|---------|----------|
| A사 | 4호(20%) | 1호(5%) | 1호(5%) | 4호(20%) | 10(50%) |
| B사 | 8호(40%) | 2호(10%) | - | - | 10(50%) |
| 계 | 12호(60%) | 3호(15%) | 1호(5%) | 4호(20%) | 20(100%) |

자동착유시스템 농장의 경력 및 생산성은 자동착유시스템은 국내에 2006년도에 처음 도입했으며, 설치한 농장의 경력을 조사해본 결과 다음과 같다. 농장을 운영한 경력은 평균 21.6년으로 나타났으며 이중 최고 경력은 44년, 최저 경력은 3년이었으며, 로봇착유기 이용 경력은 평균 5.6년으로 조사되었다.

회사별로 산유량의 차이는 나타나는 것으로 나타났으며 평균 산유량은 34.2kg으로 $\pm 1\text{kg}$ 의 차이가 나타나는 것을 알 수 있었으며 최고 산유량은 43.5kg, 최저 산유량은 26.5kg이었다. 조사농장들의 평균 쿼터량은 1,959kg이었고 최고 쿼터량은 4,000kg, 최저 쿼터량은 909kg으로 나타났다.

조사결과 농장의 경력은 CMS 사육경력까지 포함하였으며 시작한지 얼마 안 되는 농가도 있었으며, 생산성에 연관되는 것은 착유두수 및 개량형질, 제조회사에 따라 산유량 및 쿼터량은 차이가 나는 것으로 나타났다<표 2-2>.

표 2-2 자동착유시스템 농장의 경력 및 생산성

| 구분 | 경력 | 쿼터량 | 평균산유량 | 두당생산량 | 계 |
|----|-------|----------|--------|---------|-----|
| A사 | 21.3년 | 2298.3kg | 35.2kg | 32.99kg | 10호 |
| B사 | 21.9년 | 1619.7kg | 33.2kg | 33.03kg | 10호 |
| 평균 | 21.6년 | 1959.0kg | 34.2kg | 33.01kg | 20호 |

자동착유시스템 우사형태를 보면 신규로 진입하는 농가는 없는 것으로 조사되었고, 대부분 기존의 목장을 활용하여 운영하고 있었으며 우사의 형태는 3가지로 톱밥우사, 후리스톨우사, 후리스톨+톱밥우사였다.

자동착유시스템을 가장 많이 활용한 우사는 60%이상이 톱밥우사였으며, 후리스톨 우사는 35%, 후리스톨+톱밥우사는 5%로 나타났다.<표 2-3>.

표 2-3 자동착유시스템 농장의 우사 형태

| 구분 | 툽밥 | 후리스톨 | 후리스톨+툽밥 | 계 |
|----|----------|---------|---------|-----------|
| A사 | 6호(30%) | 4호(20%) | - | 10호(50%) |
| B사 | 6호(30%) | 3호(15%) | 1호(5%) | 10호(50%) |
| 계 | 12호(60%) | 7호(35%) | 1호(5%) | 20호(100%) |

가. 자동착유시스템 설치 후 실태조사

(1) 자동착유시스템 설치 동기

자동착유시스템을 설치한 농가를 대상으로 설문조사 결과 설치하게 된 동기는 후계자 확보 및 인력확보(고용인원)에 따른 어려움 등으로 인하여 응답한 사람 중 전체의 65%이상이 노동력 부족을 호소하였으며, 체험목장으로 전환하여 수익성을 높이기 위하여 설치한 농가도 있었다.

기타사항으로는 두당 착유량을 높이기 위해 설치하였으며, 로봇착유기 업체의 홍보를 보고 자동착유시스템을 설치한 것으로 나타났다<표 2-4>.

표 2-4 자동착유시스템 농장의 로봇착유기 설치 동기

| 구분 | 노동력부족 | 체험목장전환 | 가업승계 | 2회이상 착유 | 기타 | 계 |
|----|----------|---------|------|---------|---------|-----------|
| A사 | 5호(25%) | 2호(10%) | - | - | 3호(15%) | 10호(50%) |
| B사 | 8호(40%) | - | - | 1호(5%) | 1호(5%) | 10호(50%) |
| 계 | 13호(65%) | 2호(10%) | - | 1호(5%) | 4호(20%) | 20호(100%) |

(2) 자동착유시스템 설치 농장의 경영형태

농장의 경영형태를 보면 자동착유시스템을 설치하고 가족경영과 고용인력을 통해 경영하는 농가는 전체의 40%에 해당되며, 대부분 45%는 가족경영으로 경영하고 있는 것으로 나타났다.

기타사항으로는 영농조합 및 기업경영이 있었다. 자동화가 되어 가면서 기존 착유방식보다 쉽게 농장을 경영 할 수 있고, 노동력 절감 및 후계자가 있는 경우 규모를 늘려 수익성을 창출하고 있는 것으로 나타났다<표 2-5>.

<표 2-5> 자동착유시스템 농장의 경영형태

| 구분 | 가족 | 가족+고용 | 위탁 | 기타 | 계 |
|----|---------|---------|----|---------|-----------|
| A사 | 5호(25%) | 4호(20%) | - | 2호(10%) | 10호(50%) |
| B사 | 4호(20%) | 4호(20%) | - | 1호(5%) | 10호(50%) |
| 계 | 9호(45%) | 8호(40%) | - | 3호(15%) | 20호(100%) |

(3) 자동착유시스템 프로그램 주 운영자

자동착유시스템 농장의 자동착유시스템 프로그램 주 운영자는 자동착유시스템에 관하여 운영자는 5%로 농장주 본인이 직접 운영 및 조절하고 있는 것으로 나타났으며, 자녀 및 고용인원 등으로 25%는 착유시스템을 운영하고 있는 것으로 나타났다.

기타사항으로는 로봇착유기업체에서 10%는 전반적인 운영을 의지하고 있었다<표 2-6>.

<표 2-6> 자동착유시스템 농장의 로봇착유시스템 프로그램 주 운영자

| 구분 | 본인 | 부인 | 자녀 | 직원 | 기타 | 계 |
|----|----------|----|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | 9호(45%) | - | - | 1호(5%) | - | 10호(50%) |
| B사 | 4호(20%) | - | 2호(10%) | 2호(10%) | 2호(10%) | 10호(50%) |
| 계 | 13호(65%) | - | 2호(10%) | 3호(15%) | 2호(10%) | 20호(100%) |

(4) 자동착유시스템 시스템 운영상의 애로사항

자동착유시스템 농장의 시스템 운영상의 애로사항을 보면 기계결함에 대한 운영상의 문제점이 40%를 차지하고 있으며, 로봇착유시스템 관리는 20%를 차지하고 있으며, 미적응 개체관리도 15%나 차지하고 있었으며 자동착유시스템을 운영하는 애로사항을 토로하고 있는 것으로 나타났다.

기타사항으로는 A/S문제 중 유지관리비용, 직원의 능력, 자질부족을 꼽았으며, 로봇착유는 365일 매시간 착유를 하기 때문에 기계고장으로 인하여 A/S를 요청하면 3~4시간이 소요가 되어 소들도 스트레스를 받는다고 생각하고 있기 때문에 농장주들은 예민하게 받아들이고 있다.

따라서, A/S대리점을 권역별로 두어서라도 농가에서 요청시 신속히 처리가 되었으면 하는 생각을 하고 있다<표 2-7>.

표 2-7 자동착유시스템 농장의 시스템 운영상의 애로사항

| 구분 | 기기운영 | 기계에러 | 로봇착유관리 | 미적응개체관리 | 기타 | 계 |
|----|------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | - | 4호(20%) | 1호(5%) | 3호(15%) | 2호(10%) | 10호(50%) |
| B사 | - | 4호(20%) | 3호(15%) | - | 3호(15%) | 10호(50%) |
| 계 | - | 8호(40%) | 4호(20%) | 3호(15%) | 5호(25%) | 20호(100%) |

(5) 자동착유시스템 설치 후 도태 원인

로봇착유시스템 농장의 설치 후 도태 원인에 대해서는 시스템 도입 후 실질적인 도태원인은 부적합한 유두배열에 대한 문제점이 55%로 가장 높았으며, 유방염 발급질환, 번식장애 순으로 나타났다.

로봇착유시스템 도입농가의 조기정착을 위해 정상적인 유두배열이 되어 있는 개체를 선별 및 도태를 통해 추진하고 있는 것으로 나타났으며, 농가에서 유두배열에 대한 문제점을 보완하기 위하여 후보축 선정시 유두배열이 고른 종모우를 계획교배를 활용해서 추진하면 좋을 것 같다.

또한, 기존착유기를 병행하여 사용하면, 미적응 개체 및 유두 배열이 맞지 않은 개체의 도태를 막을 수 있을 것으로 생각된다<표 2-8>.

표 2-8 자동착유시스템 농장의 설치 후 도태 원인

| 구분 | 유방염 | 번식장애 | 발급질환 | 부적합한 유두배열 | 없음 | 계 |
|----|---------|--------|--------|-----------|---------|-----------|
| A사 | 2호(10%) | - | 1호(5%) | 7호(35%) | - | 10호(50%) |
| B사 | 2호(10%) | 1호(5%) | - | 4호(20%) | 3호(15%) | 10호(50%) |
| 계 | 4호(20%) | 1호(5%) | 1호(5%) | 11호(55%) | 3호(15%) | 20호(100%) |

(6) 자동착유시스템 유지보수 계약 체결 유무

로봇착유시스템 농장의 유지보수 계약 체결 유무는 대부분 로봇착유시스템은 도입당시 유지보수 계약을 작성하고 있으나 유지보수 비용이 일정부분 상당한 금액이 소요되나 90%이상은 계약 체결을 통해 좋은 시스템을 마련하고자 하며, 2농가는 기계의 이상이 있을 시에만 A/S를 통해 운영하고 있는 것으로 나타났다. 유지보수 계약을 체결하였지만 농장주는 신속한 A/S를 받기를 원하고 있다<표 2-9>.

표 2-9 자동착유시스템 농장의 유지보수 계약 체결 유무

| 구분 | 유 | 무 | 계 |
|----|----------|---------|-----------|
| A사 | 8호(40%) | 2호(10%) | 10호(50%) |
| B사 | 10호(50%) | - | 10호(50%) |
| 계 | 18호(90%) | 2호(10%) | 20호(100%) |

나. 자동착유시스템 설치 후 이용만족도 및 다른 농장에 권장시 고려사항

(1) 자동착유시스템 설치 후 체세포 변화

로봇착유시스템 농장의 설치 후 체세포 변화를 보면 기존의 착유시스템은 일일 아침 저녁으로 2회 착유를 하는 방식이었으나, 로봇착유시스템 도입 후 3회를 착유하고 있다.

유량증가 및 체세포 변화에 대하여 보통으로 생각하는 농장주의 생각은 전체의 45%를 차지하고 있으며, 아니라고 답한 농장주는 25%를 차지하고 있으며 그렇다와 매우 그렇다에 생각하는 사람은 각각 15%로 나타났다.

농장주는 체세포변화에 대해 75%는 보통 이상으로 생각하고 있는 것으로 나타났다<표 2-10>.

표 2-10 자동착유시스템 농장의 설치 후 체세포 변화

| 구분 | 매우아니다 | 아니다 | 보통 | 그렇다 | 매우그렇다 | 계 |
|----|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | - | 3호(15%) | 3호(15%) | 1호(5%) | 3호(15%) | 10호(50%) |
| B사 | - | 2호(10%) | 6호(30%) | 2호(10%) | - | 10호(50%) |
| 계 | - | 5호(25%) | 9호(45%) | 3호(15%) | 3호(15%) | 20호(100%) |

(2) 자동착유시스템 설치 후 만족도

로봇착유시스템 농장의 설치 후 만족도를 조사해 본 결과 90% 이상은 보통이상으로 만족하다고 생각하고 있는 것으로 나타났으며 응답자중 가장 많은 결과는 보통으로 35%가 응답하였고, 만족하는 농가는 30%, 매우 만족 25% 순으로 나타났지만 만족하는 농가는 55%로 절반이상 농가들은 호응도가 좋은 것으로 나타났다.

특히 10%에 대해서는 불만을 표시하였으며 이는 농가에서 실효성 및 만족도를 느끼지 못한 것으로 나타났다<표 2-11>.

표 2-11 자동착유시스템 농장의 설치 후 만족도

| 구분 | 매우 불만 | 불만 | 보통 | 만족 | 매우 만족 | 계 |
|----|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | - | 1호(5%) | 4호(20%) | 3호(15%) | 2호(10%) | 10호(50%) |
| B사 | - | 1호(5%) | 3호(15%) | 3호(15%) | 3호(15%) | 10호(50%) |
| 계 | - | 2호(10%) | 7호(35%) | 6호(30%) | 5호(25%) | 20호(100%) |

(3) 자동착유시스템 설치 후 업체 A/S

로봇착유시스템 농장의 설치 후 업체 A/S 만족도를 조사해 본 결과 70%는 긍정적으로 보통 이상으로 생각하고 있으며 만족하는 농가는 40%로 높게 나타났다.

이에 반면 불만스럽게 생각하는 농가도 30%나 차지하고 있었으며 불만 내용으로는 착유에 있어 기계결합시 신속히 대응을 해줘야 하는데 그렇지 못한 점과 밖에 있을 때 착유기가 고장이 나면 바로 가야하기 때문에 농장주가 스트레스를 많이 받고 있는 것으로 나타났다.<표 2-12>.

표 2-12 자동착유시스템 농장의 설치 후 업체 A/S

| 구분 | 매우 불만 | 불만 | 보통 | 만족 | 매우 만족 | 계 |
|----|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|
| A사 | 3호(15%) | 1호(5%) | 2호(10%) | 4호(20%) | - | 10호(50%) |
| B사 | 1호(5%) | 1호(5%) | 4호(20%) | 4호(20%) | - | 10호(50%) |
| 계 | 4호(20%) | 2호(10%) | 6호(30%) | 8호(40%) | - | 20호(100%) |

(4) 자동착유시스템 설치 후 노동력절감

로봇착유시스템 농장의 설치 후 노동력절감 효과에 대해서는 기존의 착유방식보다 로봇착유시스템을 도입 후 농장주의 노동력절감에 대하여 조사해 본 결과 전체의 65%에 해당하는 사람들이 만족을 하고 있으며, 불만인 농장주는 10%로 기존 착유방식이나 로봇착유시스템 도입 후 방식이나 크게 차이점을 실감하지 못한 것으로 나타났다<표 2-13>.

표 2-13 자동착유시스템 농장의 설치 후 노동력절감

| 구분 | 매우 불만 | 불만 | 보통 | 만족 | 매우 만족 | 계 |
|----|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | - | 1호(5%) | 3호(15%) | 2호(10%) | 4호(20%) | 10호(50%) |
| B사 | - | 1호(5%) | 1호(5%) | 4호(20%) | 3호(15%) | 10호(50%) |
| 계 | - | 2호(10%) | 5호(20%) | 6호(30%) | 7호(35%) | 20호(100%) |

(5) 자동착유시스템 설치 후 유량 증가

로봇착유시스템 농장의 설치 후 유량증가 측면에서는 기존 착유방식은 아침, 저녁 2회였으나 로봇착유시스템 도입 후 아침 점심 저녁 3회를 착유하다 보니 유량증가는 눈에 띄게 증가하였다. 로봇착유시스템을 도입하여 만족하는 농가는 전체의 60%이며, 35%에 해당하는 농가는 크게 느끼지 못한 것으로 나타났으며 5%에 해당하는 농가는 오히려 유량이 감소한 것으로 나타났다. 유량 감소가 나타난 농가를 보면 로봇착유기 미적응 개체와 유두배열이 맞지 않아 개체의 능력에 비해 착유량이 적은 것으로 나타났다<표 2-14>.

표 2-14 자동착유시스템 농장의 설치 후 유량증가

| 구분 | 매우 불만 | 불만 | 보통 | 만족 | 매우 만족 | 계 |
|----|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| A사 | - | - | 5호(25%) | 2호(10%) | 3호(15%) | 10호(50%) |
| B사 | - | 1호(5%) | 2호(10%) | 6호(30%) | 1호(5%) | 10호(50%) |
| 계 | - | 1호(5%) | 7호(35%) | 8호(40%) | 4호(20%) | 20호(100%) |

(6) 자동착유시스템 다른 농장에 권장시 고려사항

로봇착유시스템 농장의 다른 농가에 권장시 고려 사항은 로봇착유시스템을 먼저 도입하여 착유해본 결과 도입 전 가장 먼저 선택해야 할 것이 착유환경이 적정해야 한다고 생각한 농장주는 30%이며, 다음은 유방유두 배열이 25%를 차지하고 있었으며 시스템을 관리할 수 있는 인원과 능력이 필요하다고 생각하며, 도입 후부터 익숙할 때까지 지속적인 관찰이 필요하다고 하였다<표 2-15>.

<표 2-15> 자동착유시스템 농장의 다른 농가에 권장시 고려 사항

| 구분 | 착유환경 | 유방유두 배열 | 시스템관리 인원 및 능력 | 자금력 및 부지확보 | 지속적인 관찰 자세 | 계 |
|----|---------|---------|---------------|------------|------------|-----------|
| A사 | 3호(15%) | 5호(25%) | 1호(5%) | - | 1호(5%) | 10호(50%) |
| B사 | 3호(15%) | - | 3호(15%) | 2호(10%) | 2호(10%) | 10호(50%) |
| 계 | 6호(30%) | 5호(25%) | 4호(20%) | 2호(10%) | 3호(15%) | 20호(100%) |

3. 우사 구조별 장·단점 및 상관관계 분석

현재 자동착유시스템(AMS) 농가에서 측사 구조별 분류를 실시했을 때 톱밥 구조가 12농가

(60%)로 가장 많이 나타났고, 다음으로 후리스톨 구조 7농가(35%), 마지막으로 후리스톨+툽밥 1농가(5%)가 있는 것으로 나타났다<표 3-1>.

표 3-1 자동착유시스템의 우사구조별 구분

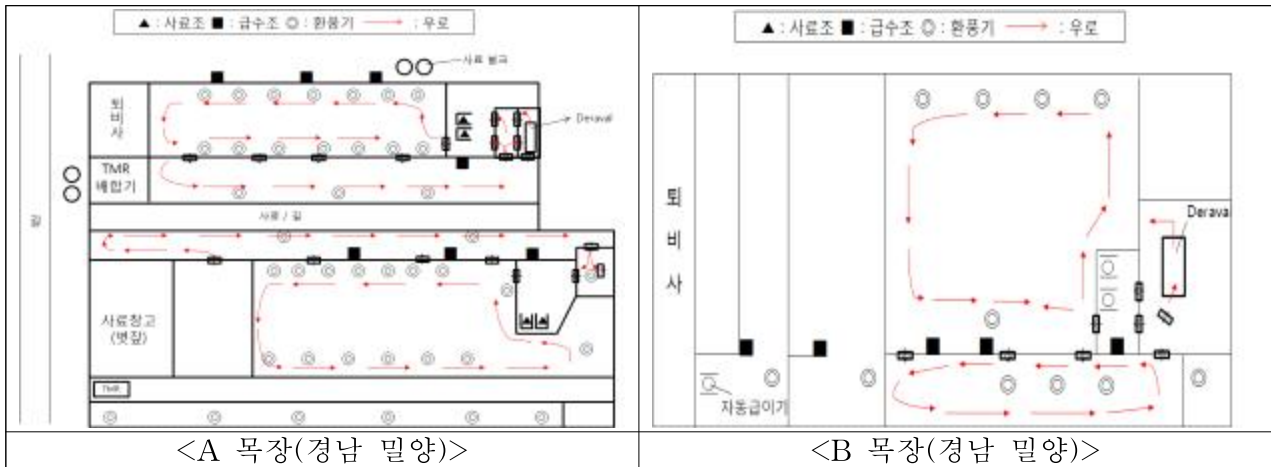
| 구분 | 농가수(호) | 비율(%) |
|---------|--------|-------|
| 후리스톨+툽밥 | 1 | 5 |
| 후리스톨 | 7 | 35 |
| 툽밥 | 12 | 60 |
| 합계 | 20 | 100 |

표 3-2 자동착유시스템 설치 시 구조별 장·단점

| | 툽밥 | 후리스톨 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 후리스톨에 비해 질병, 사고에 의한 도태율이 낮음 ○ 생산성이 높음 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 유지비용이 적게 듦 ○ 농장개체의 로봇착유기 방문횟수가 많음 ○ 분뇨처리 시간의 절약 ○ 유지비용이 적게 듦 ○ 이동 동선이 짧음 |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 유지비용이 많이 듦 ○ 농장개체의 로봇착유기 방문횟수가 적음 ○ 분뇨 처리 노동시간투자가 많음 ○ 이동동선이 길다 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 생산성이 낮음 ○ 사고사나 질병에 의한 도태율이 높음 |

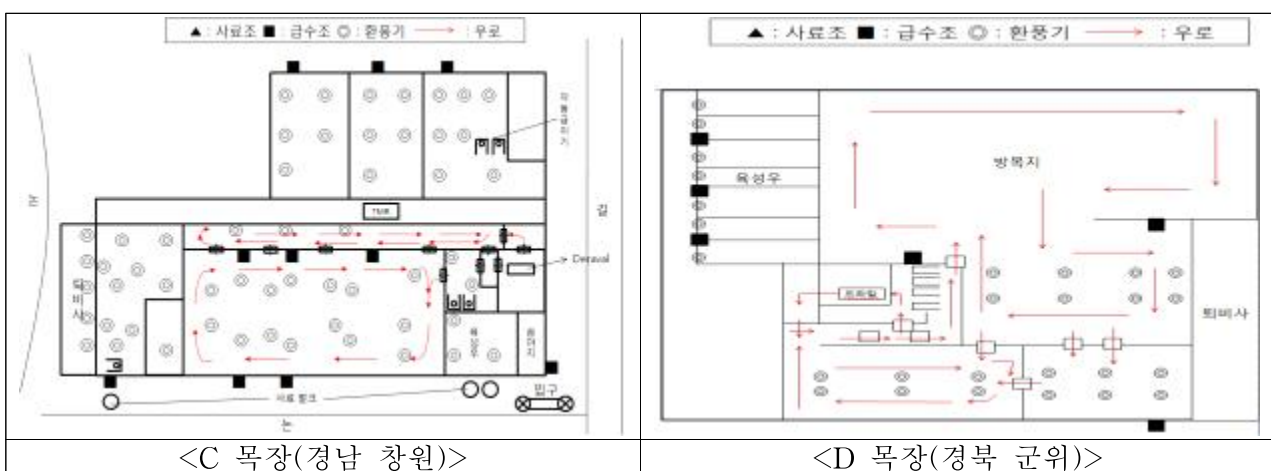
농가 방문조사결과 자동착유시스템의 설치 위치는 보통 농장의 한쪽 끝에 자리잡는 것으로 나타났다. 외국의 경우 우사의 가운데 설치하는 경우도 있으나, 우리나라의 경우 자동착유시스템의 이용자의 편의성을 위해 우사의 가운데 보다는 우사 한쪽 끝으로 위치시키고 있다. 로봇 착유기 설치 시 고려사항으로는 농가 개체들의 동선의 최소화와 그 동선을 바탕으로 한 자동 착유시스템 설치 시 입구 방향, 채식장의 방향 이렇게 두가지가 크게 작용한다.

그 이외에도 농가의 배수시설 배치, 착유틀에서 냉각탱크까지의 거리 등에 영향을 받으며, 현재 자동착유시스템 설치 시 자동착유시스템 설치 위치에 대한 매뉴얼은 존재하지 않으며, 이러한 이유는 농가마다 변수가 매우 많아서 매뉴얼을 만들었을 때 그것을 적용하는 것이 옳다고 볼 수 없기 때문이다.



A 목장의 경우 사육두수가 180두이며, 착유두수가 110두인 목장이다. 우사구조는 톱밥이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 25.5m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다. 그렇기 때문에 본 목장의 경우 사육면적이 지나치게 넓어 오히려 이동동선의 경로가 길어지고 있는 문제점을 가지고 있다. 그러므로 적절한 이동동선을 고려한 축사의 재편성이 필요하다.

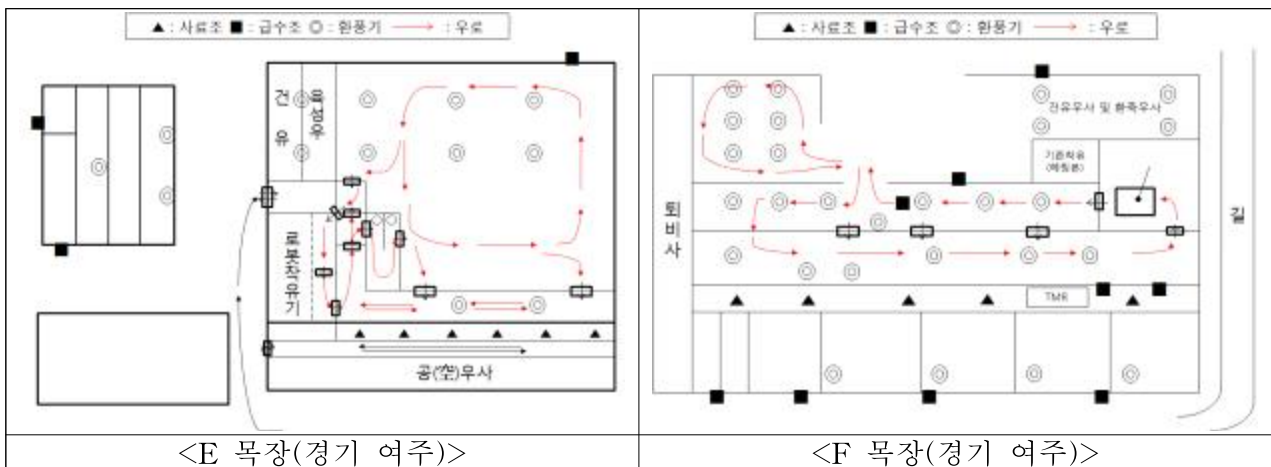
B 목장의 경우 사육두수가 95두이며, 착유두수가 45두인 목장이다. 우사구조는 톱밥이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 17.2m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다. 본 목장은 이동동선의 경우 적합한 것으로 나타나지만, 급수시설의 경우 한쪽으로 편중되는 경향이 있어서 이를 조정할 필요가 있으며, 자동착유시설 입구부분의 동선 간소화가 필요하다.



C 목장의 경우 사육두수가 163두이며, 착유두수가 84두인 목장이다. 우사구조는 톱밥이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 25.5m²로 조사되었다.

젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다. 본 목장은 이동동선은 어느정도의 적절성을 가지고 있지만, 자동착유시설의 설치 방향이 잘못되어있다. 그러한 이유는 착유 후 나가는 개체와 착유를 실시 하기 위해 들어오는 개체간의 혼선이 발생할 수 있는 구조를 가지고 있기 때문이다. 그렇기 때문에 자동착유시설의 방향을 바꾸는 것이 가장 필요한 것으로 나타난다.

D 목장의 경우 사육두수가 152두이며, 착유두수가 55두인 목장이다. 우사구조는 톱밥이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 30.6m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다. 본 목장의 이동동선은 지나치게 길게 나타나고, 또한 이로인해 동선이 지나치게 복잡하기 때문에 목장 두당착유횟수에 영향을 미치는 것으로 나타난다. 때문에 목장의 사육단계별 개체의 재편성을 할 필요가 있다.



E 목장의 경우 사육두수가 88두이며, 착유두수가 44두인 목장이다. 우사구조는 톱밥이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 20.5m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다.

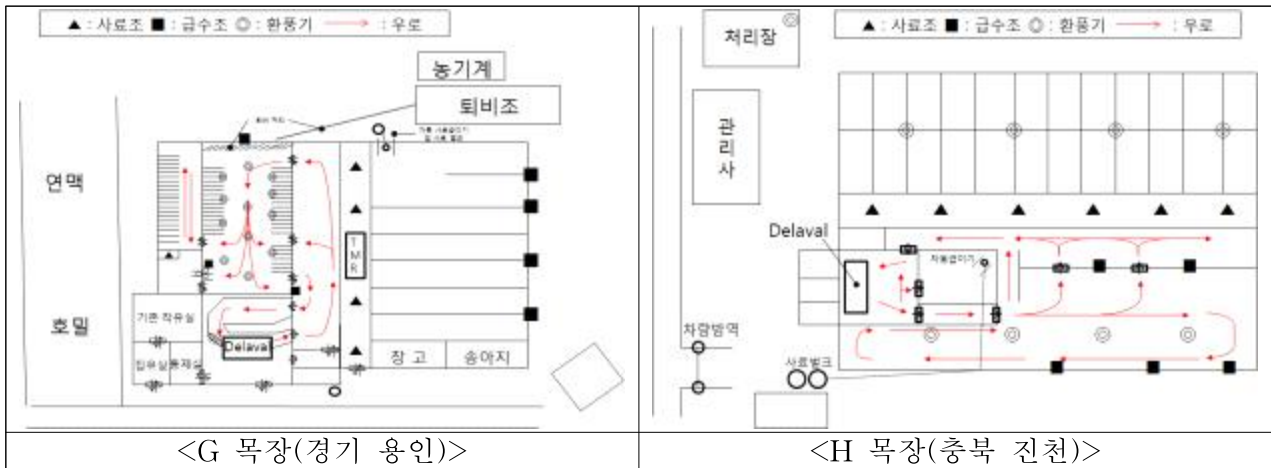
본 목장은 이익을 목적으로 하는 목장이 아니어서 일반로봇착유기 농가에 비해서 사육규모가 크지 않으며, 그에 따라 사육규모에 비해 지나치게 큰 우사를 보유하고 있어서 이동동선에 있어서 지나치게 길게 나타나며, 자동착유시설로의 출입 시 이동 동선이 지나치게 복잡하게 나타난다.

따라서 자동착유시설 부근의 이동동선의 간소화와 축사면적의 재편성이 필요한 것으로 나타난다.

F 목장의 경우 사육두수가 130두이며, 착유두수가 59두인 목장이다. 우사구조는 후리스톨구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 16.5m²로 조사되었다.

젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 8.3m²이다. 일반적인 후리스톨 구조의 농가보다 1두당 사육면적이 월등하게 넓은 것으로 나타났다.

이동동선을 길게 하는 요인으로 발생되며 따라서 착유횟수 및 생산성에 영향을 미친다. 육성우 및 환축우사의 위치를 바꾸어 이동동선을 줄이는 방향으로 하는 것이 적절한 것으로 보여진다.



G 목장의 경우 사육두수가 110두이며, 착유두수가 60두인 목장이다. 우사구조는 후리스톨 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 25.5m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥의 경우 16.5m²이다.

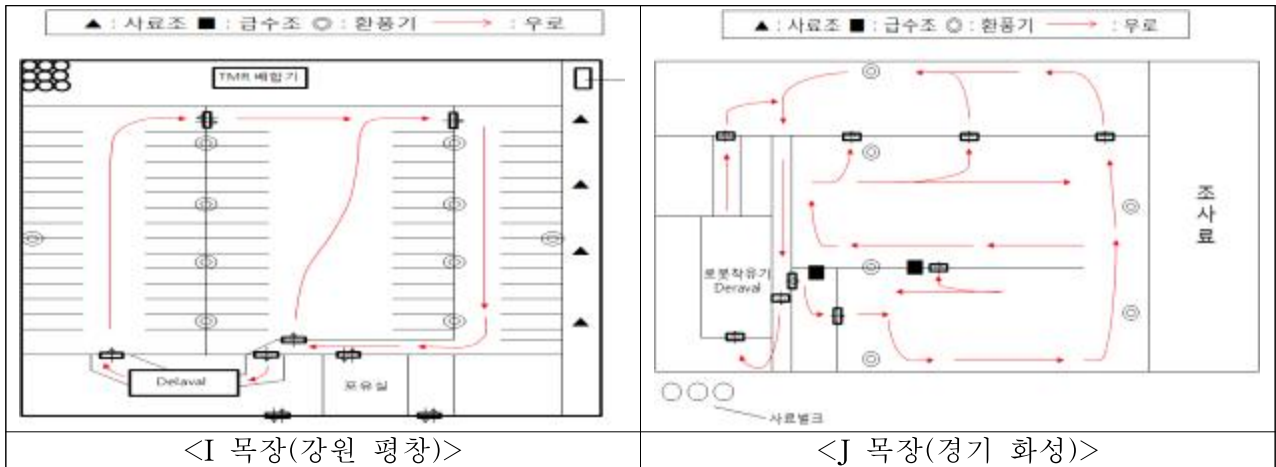
본 목장의 초점은 착유가 아닌 체험목장을 위한 자동착유시설을 설치하였으므로 체험목장의 목적인 시각적인 효과에 치중되어 있다. 생산성 및 착유횟수의 증가를 위해서는 축사면적의 적절한 이용이 중요한 것으로 나타난다.

H 목장의 경우 톱밥우사로 두당 적정사육면적(16.5m²)에 비한 두당 사육면적이 15.5m²이므로 밀집사육으로 인해 스트레스 증가를 초래할 수 있으므로 두당 생산비와 수익성을 고려하여 규모의 축소가 필요하다.

착유두수가 190두이나 드라발은 1대로 로봇착유기가 모든 착유우를 감당하기엔 기계의 무리가 가서 고장유발의 가능성이 클 것으로 예상되며 두당 착유횟수도 떨어질 것으로 예상된다. 농후사로 급여기인 자동급여기의 수도 1대로 추가 설치가 필요할 것으로 보인다.

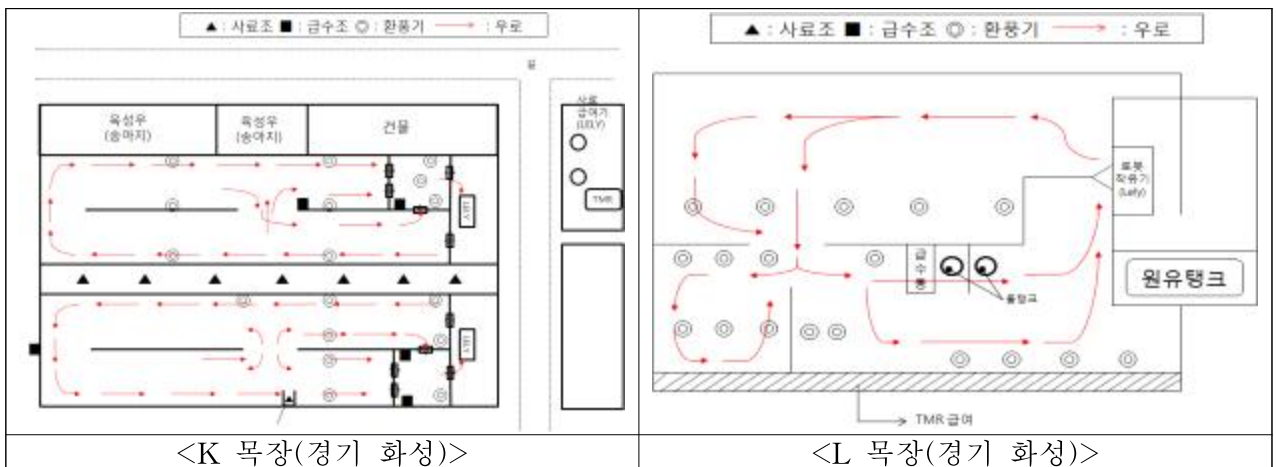
지붕의 경우 선라이트이고 환기는 자연환기와 강제환기로 이루어지지만 370두라는 사육규모에 비해 환풍기의 수가 극히 떨어져 스트레스 증가의 요인이 될 것이다.

평균유량성적이 35kg까지 도달한 우수한 성적을 가지고 있지만 착유기출구가 가운데로 설정하여 동선이 혼잡할수 있는 특징을 가지고 있으며 퇴비사의 경우도 우사와 거리가 있어 퇴비처리에 있어서도 시간과 노동력이 더 필요하다.



I 목장의 경우 사육두수가 275두이며, 착유두수가 115두인 목장이다. 우사구조는 후리스틀 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 11.5m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 후리스틀의 경우 8.5m²이다. 본 목장은 자동착유시설 설치와 동시에 신축된 우사로 업체에서 권장하는 설계도에 따라 신축된 목장이다. 하지만 이에 비해 투자비용이 지나치게 고비용이 들고 착유두수에 비해 자동착유시설의 수가 적은 것으로 나타난다. 따라서 자동착유시설을 2대 운영하는 것을 바탕으로 한 축사 설계가 필요하다.

J 목장의 경우 사육두수가 117두이며, 착유두수가 38두인 목장이다. 우사구조는 후리스틀 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 12.5m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 후리스틀 구조의 경우 8.5m²이다. 본 목장은 환기시설이 별도로 없으며, 또한 개방식우사가 아니며, 벽면이 판넬로 덮혀있는 우사구조 형태이다. 따라서 목장개체들이 환기에 의한 스트레스가 심할 것으로 나타나기 때문에 별도의 환기시설이나 벽면의 재료를 바꾸어 줄 필요가 있으며, 이동동선의 경우 착유가 완료된 개체의 경우 이동동선이 비효율적으로 나타난다. 그래서 착유가 완료된 개체의 이동동선을 수정할 필요가 있다.



K 목장의 경우 사육두수가 162두이며, 착유두수가 80두인 목장이다. 우사구조는 후리스톨 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 12.5m²로 조사되었다.

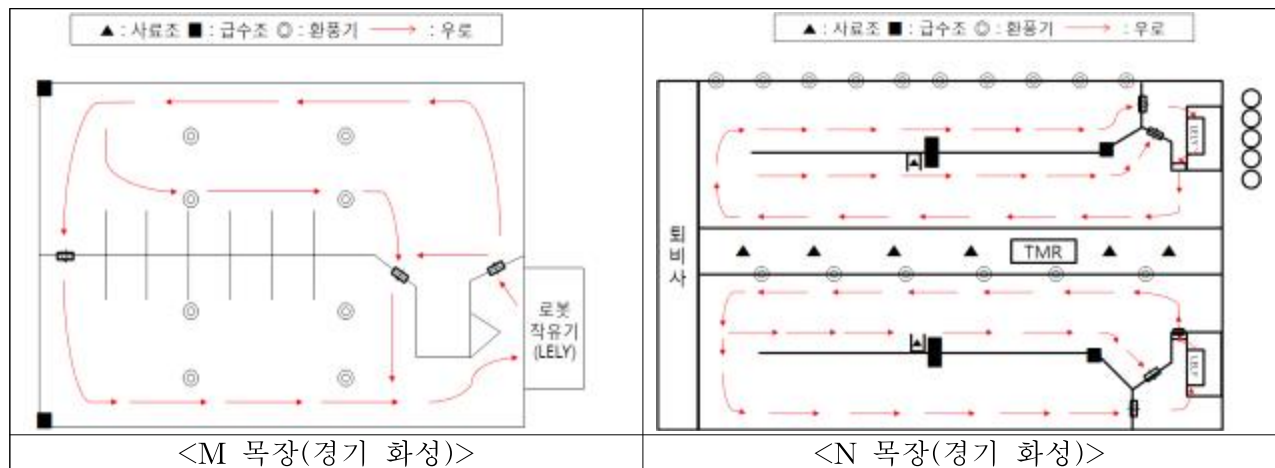
젖소 1두당 적정 사육면적은 후리스톨 구조의 경우 8.5m²이다. 본 농가의 경우 채식장의 구조가 이동동선이 간단하게 되어있는 구조로 바람직한 채식장의 구조로 보인다.

채식장으로의 많은 출입구로 인해 여러 방향에서 자동착유시설로 들어갈 수 있기 때문에 이동동선이 효율적으로 보여진다.

L 목장의 경우 사육두수가 117두이며, 착유두수가 59두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 17.0m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다.

본 목장의 경우 두당사육면적이 적절하게 나타나며, 자동착유시설의 입구의 구조 또한 간단한 구조로 낭비되는 이동동선이 적다.

급수통의 경우 중앙에 급수시설 1개 밖에 위치해 있지 않기 때문에 추가적인 급수시설의 보급이 필요한 것으로 나타난다.



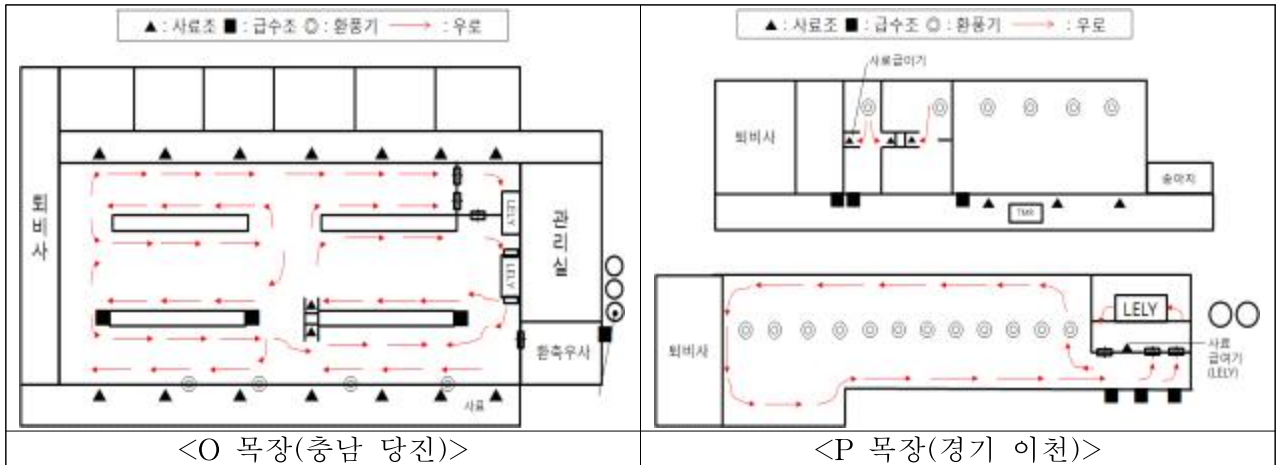
M 목장의 경우 사육두수가 95두이며, 착유두수가 40두인 목장이다. 우사구조는 후리스톨과 톱밥의 혼합형태의 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 10.5m²로 조사되었다.

젖소 1두당 적정 사육면적은 후리스톨 구조의 경우 8.5m², 톱밥의 경우 16.5m²이다. 본 목장은 급수시설은 축사 양쪽 구석에 2곳에만 위치해 있기 때문에 급수시설을 좀 더 보충해줄 필요가 있으며, 또한 급수시설 보충시 자동착유시설로의 이동동선을 고려하여 배치해야 함을 유의해야한다.

N 목장의 경우 사육두수가 270두이며, 착유두수가 120두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이

며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 10.8m²로 조사되었다. 젓소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다. 본 목장의 경우 초창기 설치 목장으로 구조적으로 착유가 완료된 경우 이동동선은 효율적이지만 착유입구가 다양하여 대기하는 개체 간의 혼잡이 예상된다.

채식장의 자동 급이기 설치를 하여 채식장의 머무르는 시간을 보다 효율적으로 활용하는 것이 필요하다.

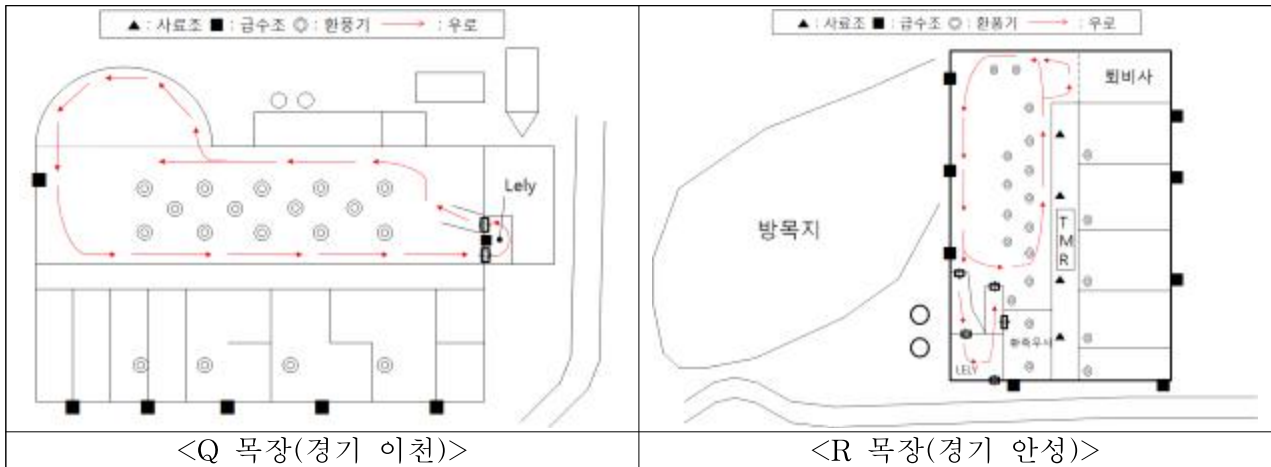


O 목장의 경우 후리스톨 목장이며 LELY를 두 대 사용하는데 기계들이 붙어 있어 관리실에서 관찰목적으로는 좋지만 위의 기계에서 나온 착유우가 옆에 기계로 또 들어가는 현상이 일어나 다른 착유우의 진입에 방해가 될 수 있으므로 유의하여야 한다.

기계 두 대가 붙어있어 착유우의 동선이 길어진 점에 신경을 써야한다. 착유우 86두의 규모에 비해 급수조가 적은 것으로 생각된다.

환기의 경우 지붕은 선라이트이고 자연환기와 강제환기를 동시에 하는데 강제환기에 동원되는 환풍기의 개수가 사육두수의 규모에 비해 매우 적은 것으로 생각된다.

P 목장의 경우 톱밥우사이며 지붕은 선라이트이지만 사육규모 83두에 비해 환풍기수가 많아 환기에 노력을 기울인 것으로 보이지만 급수조의 위치가 로봇착유기 진입로 앞부분에 밀집되어 있어 물 섭취로 착유우들을 로봇착유기로 유인하는데 도움이 될 수도 있겠지만 진입로에 착유우들이 밀집되어 몰려있다면 착유에 방해가 되어 생산성에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 로봇착유기가 LELY이지만 농후사료 급이기가 진입로에 있어 새로 도입하는 착유우의 경우 로봇착유에 적응을 하기까지 사료 섭취에 주의를 기울여야 할 것이다.

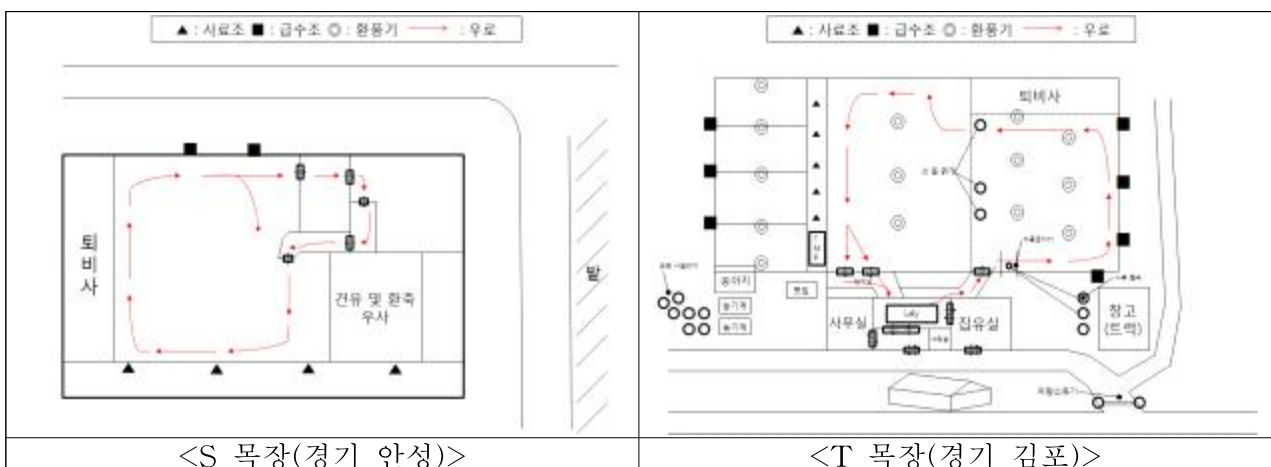


Q 목장의 경우 사육두수가 67두이며, 착유두수가 42두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 17.1m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다.

본 목장은 착유두수와 두당 축사면적이 적절하다고 판단된다. 이러한 이유는 두당산유량이 40kg에 가깝고 착유횟수 또한 평균 3.6회로 높은 수치를 알수 있으며, 이는 로봇착유기의 장점을 잘 살리고 있음을 보여주지만 사료조, 급수조 재배치와 급수조의 증가를 할 필요가 있다.

R 목장의 경우 사육두수가 80두이며, 착유두수가 42두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 22.7m²로 조사되었다. 젖소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다. 본 목장은 타 목장에 비해 두당 사육면적이 높은 것으로 나타난다.

축사이외에도 방목지가 있어서 이동동선이 길어져서 나타나는 것으로 보여 진다. 또한 자동 착유시설의 입구부분의 구조가 좀 더 간소화 될 수 있는 이동동선을 선택하는 것이 목장의 착유횟수와 생산성을 높이는데 필요한 것으로 보여진다.



S 목장의 경우 사육두수가 53두이며, 착유두수가 43두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 21.8m²로 조사되었다. 젓소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다. 본 목장의 경우 적정사육면적에 비해 두당사육면적이 높게 나타났다.

착유우의 축사면적이 지나치게 넓게 되어 목장 개체가 자동착유시설의 방문 횟수가 줄어들 뿐만 아니라 이를 통해서 착유 횟수 또한 줄어드는 요인을 제공하게 된다. 또한 환기시설도 갖추어지지 않아 여름철 착유우에 극심한 스트레스를 유발할 가능성을 제시한다.

급수시설도 자동착유시설 입구 부근에 위치하여 착유우의 출입이 방해 받을 수 있기 때문에 급수시설을 좀 더 배치하는 것이 바람직한 것으로 보여 진다. 반면에 이동경로가 단조로워 관리가 쉬운 측면이 있다.

T 목장의 경우 사육두수가 81두이며, 착유두수가 40두인 목장이다. 우사구조는 톱밥 구조이며, 환기시설은 환풍기를 통한 강제 환기시설을 갖추었고 두당사육 면적은 25.6m²로 조사되었다. 젓소 1두당 적정 사육면적은 톱밥 구조의 경우 16.5m²이다.

본 목장의 경우 적정사육면적보다 두당사육면적이 높게 나타나지만 농장주의 경영 방식으로 우사 내 환경을 쾌적하게 하고 사료조와 소 등 굵기를 이용한 이동경로를 단축을 이루었다.

이를 통해서 자동착유시설 도입 후 유량은 64%나 증가했던 경력이 있고 후계자 양성을 위해 자동착유시설의 사용 및 관리에 적극적임을 볼 수 있는 목장이다. 그러나 적정사육면적을 유지하여 생산성을 극대화하는 것이 필요하다.

4. AMS 도입 후 운용 실패 사례분석

가. AMS 도입 후 농장현황 및 가동중단 사유

국내 로봇착유시스템 도입 후 잘 운영하고 있는 농가가 많이 있지만, 로봇착유시스템 도입 시에 로봇착유기의 가동중단 된 사례가 있었다. 다음과 같은 농가는 로봇착유기 판매 업체에서 농가 현황을 받아 농장주의 중단된 원인에 대해 현장 조사 하였다<표 4-1>.

표 4-1 AMS 도입 후 가동중단사유

| 구분 | 농장 지역 | 로봇착유기 가동기간 | 현재 상태 | 가동중단 사유 | 비고 |
|----|--------|-------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | 경기 안성시 | 2006.05.18 ~ 2010.12.21 | 농장 폐업 | <ul style="list-style-type: none"> - 농장 부지를 옮겨 신축우사 설계하여 로봇착유시스템 2대를 구입하여 농장을 시작 - 신축 설계 시 후리스톨우사 구조 문제로 분변처리 시 추가노동력과 농장운영에 있어 많이 힘들 - 한편, 부지 이전으로 농장 보상금으로 로봇착유기 2대를 구입 후 쿼터구입을 해야 하는데, 보상금을 받기 전에 로봇착유기를 구매하고, 보상금이 적 | |

| | | | | | |
|---|--------|-------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | | | <p>게 나와서 로봇착유기 2대만 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 쿼터를 구입해야 하는데, 구입을 하지 못해 농장 운영상 경제적 영향을 많이 받음 - 또한, 부자간의 갈등과 건강상의 문제로 농장운영이 많이 힘들 - 로봇착유기는 중고로 판매하고, 농장은 폐업 함 | |
| 2 | 경기 양주시 | 2007.03.14 ~ 2011.01.06 | 농장 폐업 | <ul style="list-style-type: none"> - 로봇착유기를 도입하기 전에는 개량에 중요하게 생각하고 유전능력이 좋은 개체로 구축하여, 검정성적도 상위 5% 안에 들었음 - 하지만, 구제역 발생으로 전두수 살처분하여 농장 운영을 하지 않음 - 농장주는 오랫동안 유전능력이 우수한 개체를 선별하고, 혈통, 능력검정, 유전평가에 힘써 왔는데, 다시 농장운영에 있어서 부담감 및 농장경영문제가 있음 - 로봇착유기는 중고로 판매하고, 농장은 폐업 함 | |
| 3 | 전남 영암군 | 2008.02.21 ~ 2011.12.27 | 농장 운영-착유 (헤링본) | <ul style="list-style-type: none"> - 로봇착유기를 도입 시 착유를 70두를 하였고, 그 후 전 두수 브루셀라로 살처분 하였음 - 살처분을 하고 20두를 착유를 하는데, 세균수 및 체세포수가 증가하며, 우군 별로 유방염이 왔음 -로봇착유기로는 유방염을 잡지 못하고, 로봇착유기 문제시 하루 기본 3시간씩 고장으로 농장운영에 큰 어려움이 있었음 - 또한, 구제역 발생으로 전두수 살처분하여 농장 운영을 하지 않음 - 로봇착유기는 중고로 판매하고, 헤링본으로 구입 후 농장 운영을 하고 있음 | |

나. AMS 도입 후 운영실패 분석

국내의 로봇착유시스템은 정착되고 있지 않은 실정이지만, 일부농가에서는 고가의 로봇착유시스템의 무분별한 농장설치로 인해 농장의 경영악화를 초래할 우려가 있다.

<표 4-1>의 AMS 도입 후 가동중단사유를 보면

경기도 안성시에 로봇착유시스템 도입한 농가는 경영주의 선택에 있어 신축우사 설계 시 로봇착유시스템에 맞는 우사구조를 확실히 파악하여 설계를 하지 않아 큰 어려움이 있었으며, 로봇착유기 설치 전에 현재의 쿼터량과 추가적인 쿼터량 구입으로 로봇착유시스템을 도입하였다면 농장 경영이 악화 되지 않았을 것이다. 로봇착유시스템 도입도 중요하지만 도입에 앞서 바탕 및 준비가 완료 된 상태에서 도입을 하여야겠다.

경기도 양주시에 로봇착유시스템 도입한 농가는 오랫동안 우수한 개체를 선발하여 농장운영을 잘 해왔지만, 전국적으로 구제역발생이 확산으로 전두수 살처분하여 경제적으로 피해를 많이 받았다. 다시 소를 사육하며 운영을 해야 하지만 농장주의 부담감이 크고, 종축개량을 해야 한다는 압박감이 무겁게 느껴졌지만, 오히려 종축개량을 하시기 때문에 정부 및 지자체에서 지원이 바탕이 된다면 다시 시작하신다면 더 잘 할수 있다.

전남 영암군에 로봇착유시스템 도입한 농가는 로봇착유시스템 운영에 있어 개체별로 로봇착유 유두인식 및 A/S에 대한 업체 지연으로 인해 유방염으로 인한 도태우 발생으로 인한 농가의 경제적 영향을 많이 받았다. 농장주는 로봇착유시스템 도입 시 도태우 발생 원인에 대한 대처방안 및 A/S에 대한 업체와의 계획이 없던 것이다. 로봇착유기를 하더라도 미적응 개체관리 및 유방유두배열 이사이 있는 개체에 대해 기존착유기로 하였다면 로봇착유기의 활용도가 높다.

한편 구제역 발생으로 살처분한 농가에 대해서는 타 축종에 비해 낙농업은 개체의 유전능력으로 인해 원유생산을 해야 하기 때문에 착유시스템이 큰 영향을 차지하고 있다. 로봇착유시스템 고장으로 인한 착유지연, 지연으로 인한 유방염, 착유로봇 컴퓨터 관리 미흡, A/S 지연, 설치 후의 도태우 증가 등의 피해가 적지 않다.

이러한 경영위험을 사전에 방지하기 위해서는 로봇착유시스템 도입에 따른 투자효과 분석을 통해 도입하려는 농가의 적합성 조건이나 효율적 이용방안 등을 모색할 필요가 있으며, 경영자의 선택이 중요하다.

제2절 착유시스템별 경제성 조사 및 비교 분석

5. AMS의 경제성 분석

가. 비용분석

자동착유시스템의 경제성분석을 위해 제품별 비용분석을 실시하였다. 조사대상은 A사,B사의 동시착유시스템과 C사, D사의 자동착유시스템을 도입한 각각 5개, 총 20개 낙농경영에 대한 설문조사를 하였다, 선정기준은 사육규모, 업체추천, 참여도 높은 경영 중에서 선정하고 업체마다 다른 점이 있을 수 있어 구분해 대표적인 기종으로 선정하였다. 단, 자동착유시스템과 동시착유시스템을 함께 운영하고 있는 곳, 자동착유시스템의 설치가 2년 미만인 곳과 참여도가 낮은 경영농가는 선정에서 제외하여 20개 경영 중 16개의 경영을 선정하여 분석을 실시하였다. 각 제품별 4개를 경영을 대상으로 착유능력(처리능력)과 취득연차, 감가상각비, 착유두수 등을 비교하였다.

비용분석방법은 다음 방법과 같다. 첫째, 비용의 계산범위는 자동착유시스템 도입경영으로부터 원유반출, 판매까지로 하며, 선정된 경영 농가를 방문하여 조사를 실시한다. 둘째, 제품 비용의 비용항목으로 노임, 감가상각비, 수리비, 자본이자, 전력비용을 집계했다. 이중 감가상각비는 업체에서 제시하고 있는 기준에 따라 각각 계산을 실시하였다<표 5-1>.

표 5-1 조사대상 경영의 현황 및 비용

| 구분 | 목장명 | 착유능력 | | 유량 (kg) | 총사육두수 |
|-------------|------|------|------|------------|-------|
| | | 착유두수 | 적정두수 | | |
| 동시착유 시스템 | 정(A) | 45 | 40 | 1100 | 108 |
| | 상(A) | 47 | 50 | 1410 | 108 |
| | 관(A) | 46 | 40 | 1550 | 84 |
| | 갈(A) | 58 | 40 | 1550 | 125 |
| | 다(B) | 55 | 40 | 1580 | 107 |
| | 호(B) | 55 | 40 | 1580 | 100 |
| | 솔(B) | 40 | 40 | 1350 | 71 |
| | 예(B) | 45 | 40 | 1300 | 80 |
| | 평균 | 48.8 | 41.3 | 1427.5 | 97.8 |
| 자동착유 시스템 | 인(C) | 40 | 50 | 1250 | 67 |
| | 제(C) | 52 | 50 | 1600 | 95 |
| | 돌(C) | 40 | 50 | 1250 | 88 |
| | 황(C) | 47 | 50 | 1350 | 82 |
| | 강(D) | 51 | 50 | 1450 | 96 |
| | 영(D) | 54 | 50 | 1550 | 110 |
| | 홍(D) | 57 | 50 | 1650 | 107 |
| | 승(D) | 40 | 50 | 1300 | 96 |
| | 평균 | 47.6 | 50 | 1425 | 92.6 |

주) 1. 착유능력은 업체에서 말하는 장치의 능력을 나타냈다.

동시착유시스템을 도입하고 있는 경영 농가는 현재 사용하고 있는 착유시스템은 적정 착유두수를 확보하고 있는 것으로 나타났다. 몇몇 경영을 제외하고는 착유기 능력에 맞게 적정두수를 40두 정도로 맞추어 착유하고 있으면서 유량은 일일 1427.5kg을 생산하고 있다. 취득가격은 평균 59,000천원, 보수비용은 연간 712천원으로 집계되었다.

동시착유시스템은 일반적으로 텐덤 또는 헤링본의 도입을 말하며 도입비용은 호당 12,000천원에서 130,000천원으로 차이가 있는데 이는 동시 착유두수 차이, 또는 자가 기술력에서 기인한 차이인 것으로 판단된다<표 5-2>.

한편, 자동착유시스템을 도입한 총8개중 4개의 경영 농가는 평균착유두수는 약 50두 수준으로 조사되었으나 이 중 각각 2곳의 농가들은 착유두수가 50두 이하와 이상이었다. 그리고 유량은 일일 1425kg, 취득가액은 평균 308,750천원, 보수비용은 10,210천원으로 집계되었다. 착유 능력은 같은데 불구하고 취득가격에 있어서도 최저 270,000천원에서 최고340,000천원으로 대당 70,000천원의 격차가 존재하며 연간 보수 비용역시 최저 4,000천원에서 최고 17,680천원으로 유지보수를 위한 비용 또한 격차가 큰 것을 알 수 있다. 앞에서 말한 적정착유두수는 자동착유시스템을 판매하는 회사의 기준이다. 설문조사 당시 ‘현재 자신이 생각하는 자동착유시스템의 적정두수는?’의 질문에 대한 답변으로 전반적으로 판매회사에서 제시한 기준보다 적은 두수를 응답하였다.

표 5-2 조사대상 경영의 현황 및 비용

| 구분 | 목장명 | 취득가격 (천원) | 보수비용 (천원) | 조사료 (천원) | 감가상각비 (천원) | 자본이자 (천원) | 총 사육두수 |
|-------------|------|--------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-----------|
| 동시착유 시스템 | 정(A) | 60,000 | 800 | 107,419 | 45,917 | 5,345 | 108 |
| | 상(A) | 130,000 | 500 | 68,019 | 66,486 | 6,319 | 108 |
| | 관(A) | 40,000 | 1,600 | 318,969 | 51,068 | 7,313 | 84 |
| | 갈(A) | 80,000 | 300 | 141,977 | 60,002 | 6,310 | 125 |
| | 다(B) | 50,000 | 500 | 299,200 | 77,701 | 9,670 | 107 |
| | 호(B) | 50,000 | 500 | 316,455 | 55,468 | 6,975 | 100 |
| | 술(B) | 50,000 | 1,000 | 188,935 | 42,330 | 5,934 | 71 |
| | 예(B) | 12,000 | 500 | 210,000 | 43,331 | 5,338 | 80 |
| | 평균 | 59,000 | 712 | 206,371.7 | 55,288 | 6,650 | 97.8 |
| 자동착유 시스템 | 인(C) | 300,000 | 10,000 | 191,416 | 47,084 | 5,209 | 67 |
| | 제(C) | 280,000 | 10,000 | 150,000 | 56,758 | 6,600 | 95 |
| | 돌(C) | 340,000 | 4,000 | 102,492 | 62,566 | 5,654 | 88 |
| | 황(C) | 270,000 | 6,000 | 35,770 | 56,741 | 5,982 | 82 |
| | 강(D) | 360,000 | 12,000 | 280,978 | 113,959 | 10,150 | 96 |
| | 영(D) | 300,000 | 16,000 | 131,181 | 91,231 | 7,415 | 110 |
| | 홍(D) | 320,000 | 17,680 | 238,987 | 84,835 | 7,125 | 107 |
| | 승(D) | 300,000 | 6,000 | 90,867 | 72,239 | 4,985 | 96 |
| | 평균 | 308,750 | 10,210 | 152,711.4 | 73,177 | 6,640 | 92.6 |

주) 1. 취득가격에는 장치의 취득원가에 부속시설의 시설비도 포함했다.

조사를 실시한 자동착유시스템과 동시착유시스템 경영의 경우도 판매회사에서 제시한 기준과 목장 주들의 설문조사한 기준에는 차이가 있었으나, 크게 차이가 나타나지 않기 때문에 적정사육두수에 대한 평가는 변화가 없을 것이다. 그러나 자동착유시스템의 취득가격은 동시착유시스템에 비해 4~5배이며, 연간 유지보수비용 역시 10배 이상 많은 비용의 투입을 필요로 하고 있다.

이러한 결과를 바탕으로, 향후 자동착유시스템을 도입한 경영 농가의 경제성을 개선하는 조건으로 <표 5-3>와 같이 단가, 조업도 등의 조건 변화에 수반되는 수익성의 변화를 검토하였다.

표 5-3 수익성

(단위 : 원, %)

| 구 분 | 동시착유시스템 | 자동착유시스템 |
|---------|-------------|-------------|
| 총수입(A) | 583,128,375 | 584,757,375 |
| 사료비 | 333,048,619 | 303,328,147 |
| 수도광열비 | 10,614,000 | 11,458,500 |
| 방역치료비 | 10,737,500 | 11,167,500 |
| 제재료비 | 8,725,000 | 9,550,000 |
| 고용노력비 | 6,000,000 | 9,675,000 |
| 감가상각비 | 55,288,470 | 73,177,139 |
| 임차료 | 2,212,500 | 9,742,857 |
| 종부료 | 7,867,500 | 5,727,000 |
| 수선비 | 542,857 | 10,240,571 |
| 기타 | 1,868,750 | 10,657,143 |
| 경영비(B) | 436,837,339 | 450,893,786 |
| 자가노동비 | 37,584,096 | 28,559,860 |
| 고정,유동이자 | 6,604,089 | 6,640,358 |
| 토지자본이자 | 8,720,400 | 8,071,875 |
| 생산비(C) | 489,745,923 | 494,165,879 |
| 소득(A-B) | 146,291,036 | 133,863,589 |
| 이윤(A-C) | 93,382,452 | 90,591,496 |
| 소득률(%) | 26 | 23 |

자료 : 축산물생산비, 「우유생산비」 2015, 통계청

수익성 분석은 경영 활동에서 발생하는 각종 비용을 보전하고 이익을 낼 수 있는 능력에 있어서 결정적 역할을 하므로 손익분기점 분석의 본질이라 할 수 있다. 본 연구에서는 설문조사한 20농가 중 최소값과 최대값을 제거한 후 각각 8개 농가를 선정하였고, 비용을 충당하는데

필요한 수익성 분석을 실시하기 위해서 비용과 관련된 항목들에 대한 분석 작업을 수행하였다. 생산량에 따라 변동되는 비용<표 3>과 경영비용 (자가 노동비, 고정 유동이자, 토지자본이자) 등 제품의 생산이나 산출에 있어서 직접적으로 경영과 관련한 비용 등을 포함 하였다. 분석결과, 동시착유시스템과 자동착유시스템의 소득은 각각 146,291,036원, 133,863,589원으로 동시착유시스템이 12,427,447원 높았다.

그러나 총수입을 보면 각각 583,128,375천원, 584,757,375천원으로 동시착유시스템이 1,629,000천원 많았다. 즉, 비용 면에서 동시착유시스템은 사료비, 고용노력비의 지출이 많았고 감가상각비와 기타비용의 지출은 낮았다. 자동착유시스템 도입에 따른 감가상각비와 기타비용에 속하는 유지보수비의 지출이 높았다.

나. 손익분기점분석

비용계산의 자료를 기초로 제품 판매량을 가변량으로 했을 때 비용의 변이를 알아보기 위해서, 손익분기점 분석을 실시하였다.

먼저 기기의 수명, 생산비중 고정비의 차지하는 비율, 기종 별 비용을 고정비와 변동비로 구분하였다. 고정 비용으로 감가상각비, 수리비, 자본이자를 계산하고 노임은 목장에서 처리 장치의 작동과 목장 내 노동을 포함하여 분석하였으며 고정비 내에 차지하는 비율을 나누어 나타냈다. 손익분기점 분석은 원가에 조업도 이익분석(CVP: Cost Volume Profit)으로 볼 때 분석목표가 손익분기점을 결정하기 위한 원가 또는 이익과의 관계에 있어서 경영안전율을 연구대상으로 하기 때문이다. 투자나 규모가 커지고 고정비가 커짐으로 인해서 과잉생산으로 이어지고 과잉생산에서 오는 문제 즉, 판매가 부진해져서 경영자 또는 생산자의 목표이익 책정이라든가 비용의 제한 등 계획 통제 분석이 필요하기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 먼저 손익분기점을 구하기 위해서 고정비와 변동비로 구분하는 작업을 선행하였으며 각 비용요소를 개별적으로 검토하여 그 성질에 맞게 고정비와 변동비로 분류하는 작업을 수행하였다. 이것을 식으로 도식화 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다. X를 손익분기점에서 매출액이라 할 때 $V*(X/S)$ 가 된다.

$$\begin{aligned}
 &= X - V \times \frac{X}{S} + F + 0 & F &= \text{고정비} \\
 &= X - \frac{V}{S} \times X - F & V &= \text{변동비} \\
 &= X \left[1 - \frac{V}{S} \right] - F & S &= \text{매출액} \\
 &= X - \frac{F}{1 - V/S} - \frac{\text{고정비}}{1 - \text{변동비}/\text{매출액}} & X &= \text{손익분기점}
 \end{aligned}$$

그 결과, 동시착유시스템 경영의 고정비 비율은 35%로 나타났다. 자동착유시스템 경영 농가에서는 37%로 높게 나타났다. 이것은 자동착유시스템에 대한 감가상각비의 차이가 있기 때문이다. 이는 자동착유시스템 설비투자비용이 일반적인 착유시스템(텐덤, 헤링본)에 비해 높은 투자비용을 요하기 때문이다<표 5-4>.

이번 사례조사에 선정된 자동착유시스템 도입경영의 경우, A목장과 B목장 모두 흑자상태를 보이며, 높은 경영 안전율을 보여 주고 있다. 하지만 동시착유시스템에 비해 자동착유시스템의 손익분기점율과 경영안전율부분은 다소 낮은 결과를 보여주고 있다. 그러나 이것은 일반적으로 착유두수가 많아 이제 막 자동착유시스템을 도입하여 시작하는 경우에는 최소 8년이라는 시간과 비용투자가 필요하다.

표 5-4 AMS설치 농가의 고정 비용 비율과 그 내역

(단위 : %)

| 기종 | 이름 | 변동비 비율 | 고정비 비율 | 고정비 비율 분석 | | | | | |
|---------------------|------|-----------|-----------|-----------|------------|-------|----------|----------|----------|
| | | | | 임차료 | 감가.상 각비 | 종부료 | 자본 이자 | 자가 노동 | 고용 노동 |
| 동시 착유 시스 템 | 정(A) | 55 | 45 | 1.17 | 44.85 | 7.03 | 11.29 | 35.66 | 0 |
| | 상(A) | 61 | 39 | 6.13 | 45.33 | 6.47 | 12.20 | 29.87 | 0 |
| | 관(A) | 70 | 30 | 0 | 42.60 | 10.84 | 10.02 | 36.54 | 0 |
| | 갈(A) | 69 | 31 | 1.05 | 42.12 | 3.51 | 23.05 | 14.26 | 16.01 |
| | 예(B) | 61 | 39 | 0 | 43.47 | 3.25 | 14.21 | 39.07 | 0 |
| | 호(B) | 64 | 36 | 0 | 46.48 | 7.54 | 13.34 | 32.64 | 0 |
| | 솔(B) | 61 | 39 | 0 | 36.40 | 0.86 | 13.78 | 31.39 | 18.57 |
| | 다(B) | 78 | 22 | 4.16 | 53.88 | 10.40 | 3.34 | 14.91 | 13.31 |
| | 평균 | 65 | 35 | 1.56 | 44.39 | 6.24 | 12.65 | 29.29 | 5.99 |
| 자동 착유 시스 템 | 인(C) | 64 | 36 | 0 | 50.59 | 8.05 | 11.18 | 31.38 | 0 |
| | 황(C) | 70 | 30 | 0 | 54.46 | 7.19 | 7.98 | 30.37 | 0 |
| | 돌(C) | 64 | 36 | 0 | 61.26 | 1.76 | 8.39 | 28.59 | 0 |
| | 제(C) | 72 | 28 | 7.94 | 51.69 | 1.19 | 18.96 | 20.22 | 0 |
| | 홍(D) | 66 | 34 | 0 | 50.37 | 12.29 | 18.56 | 18.78 | 0 |
| | 승(D) | 48 | 52 | 7.58 | 54.81 | 1.13 | 9.82 | 22.16 | 4.50 |
| | 영(D) | 55 | 45 | 5.92 | 54.03 | 14.50 | 9.70 | 15.85 | 0 |
| | 강(D) | 70 | 30 | 1.39 | 49.53 | 3.47 | 11.71 | 10.08 | 13.82 |
| | 평균 | 63 | 37 | 2.85 | 53.34 | 6.19 | 12.03 | 22.18 | 2.29 |

주) 고정비 비율은 설문조사결과를 이용

자동착유시스템을 도입경영의 매출액, 변동비, 한계이익, 한계이익률, 고정비, 손익분기점 매출, 손익분기점율, 경영안전율 등 손익분기점 분석을 실시하였다<표 5-5>.

손익분기점율이란 일정기간의 매출액과 이 매출액을 달성하기 위해 지출된 총비용이 일치되는 점에서의 매출액을 의미한다. 즉, 일정기간의 매출액이 그 기간에 지출된 총비용과 같아서 손익이 균형을 이루는 점을 말하며 그 이상의 출하가 발생하게 되면 이익이 발생하고 출하가

분기점 이하가 되면 손실이 발생함을 뜻한다.

손익분기점률=손익분기점에서의 매출액/매출액×100(%)로서 보통 매출액의 70%이하로 유지하는 것이 좋다(혼마 다쓰야 2007).

동시착유시스템 경영의 손익분기점매출은 337,798천원으로 이때 손익이 0이 되고, 손익분기점율은 57%, 경영안전율은 43%로 나타났다. 자동착유시스템 경영의 손익분기점은 342,721천원, 손익분기점율은 54%, 경영안전율은 42%로 나타났다.

표 5-5 착유시스템별 손익분기점 분석

(단위 : 천원 ,%)

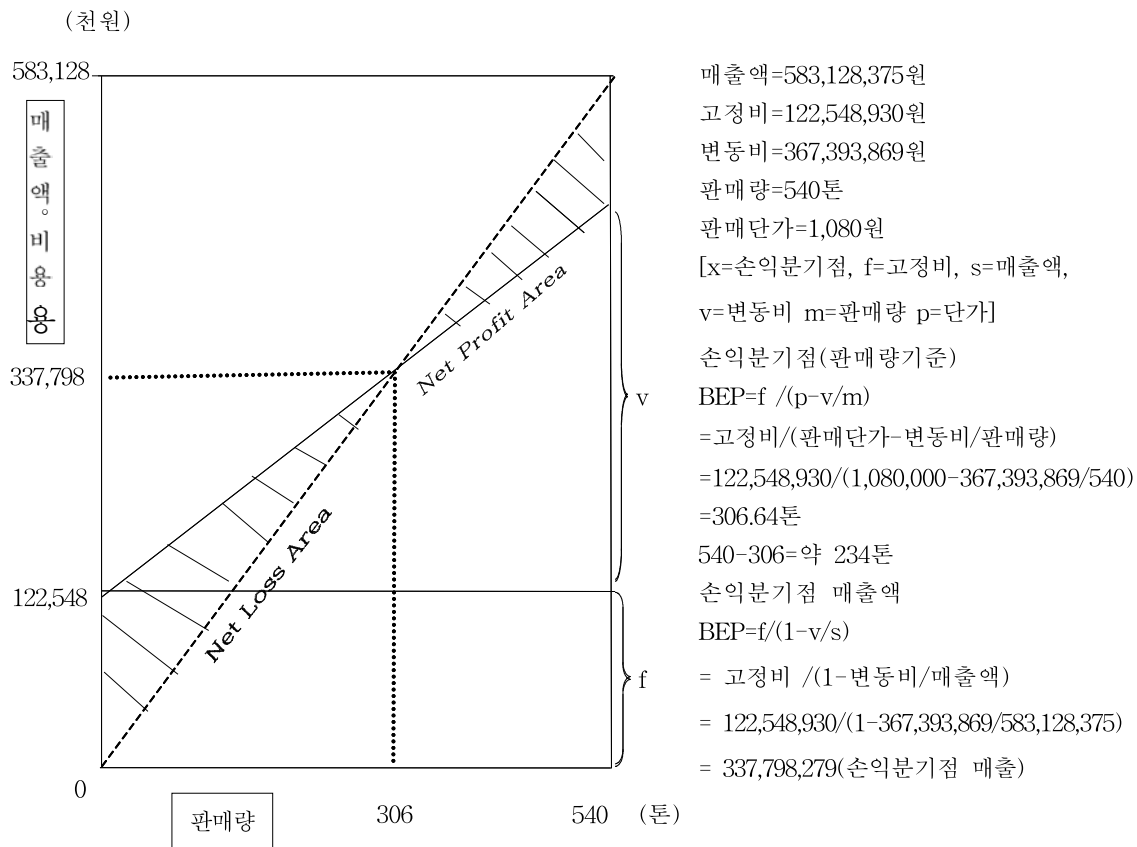
| 항목 | | 연간합계 | | | | | | | |
|---------------------------------|------|---------|---------|----------|-----------|---------|------------|------------|-----------|
| | | 매출액 | 변동비 | 한계 이익 | 한계 이익률 | 고정비 | 손익분 기매출 | 손익분 기점률 | 경영 안전율 |
| 동시 착 유 시 스 템 | 정(A) | 488,370 | 273,789 | 214,580 | 44 | 102,368 | 232,984 | 48 | 52 |
| | 상(A) | 555,822 | 335,841 | 219,980 | 40 | 146,518 | 370,206 | 67 | 33 |
| | 관(A) | 650,430 | 421,471 | 228,958 | 35 | 119,873 | 340,539 | 52 | 48 |
| | 갈(A) | 611,010 | 330,900 | 280,109 | 46 | 142,631 | 311,126 | 51 | 49 |
| | 솔(B) | 532,170 | 336,275 | 195,895 | 37 | 100,594 | 273,274 | 51 | 49 |
| | 예(B) | 488,040 | 304,312 | 183,728 | 38 | 99,733 | 264,925 | 54 | 46 |
| | 호(B) | 602,250 | 395,571 | 206,678 | 34 | 119,387 | 347,889 | 58 | 42 |
| | 다(B) | 736,935 | 540,990 | 195,945 | 27 | 149,282 | 561,439 | 75 | 25 |
| | 전체평균 | 583,128 | 367,393 | 215,734 | 37 | 122,548 | 337,798 | 57 | 43 |
| 자 동 착 유 시 스 템 | 인(C) | 473,040 | 296,453 | 176,586 | 37 | 93,122 | 249,456 | 53 | 47 |
| | 제(C) | 630,720 | 361,950 | 268,770 | 39 | 174,955 | 410,566 | 65 | 35 |
| | 돌(C) | 492,750 | 297,792 | 194,958 | 40 | 102,133 | 258,139 | 52 | 48 |
| | 황(C) | 512,460 | 328,583 | 183,876 | 36 | 104,266 | 290,588 | 57 | 43 |
| | 영(D) | 613,200 | 374,674 | 238,526 | 39 | 147,320 | 378,730 | 62 | 38 |
| | 강(D) | 880,599 | 507,720 | 372,878 | 42 | 203,809 | 481,321 | 55 | 45 |
| | 승(D) | 473,040 | 227,019 | 246,020 | 52 | 147,632 | 283,864 | 60 | 40 |
| | 홍(D) | 602,250 | 370,440 | 231,810 | 38 | 149,768 | 389,104 | 65 | 35 |
| | 전체평균 | 584,757 | 345,579 | 239,178 | 41 | 140,376 | 342,721 | 58 | 42 |

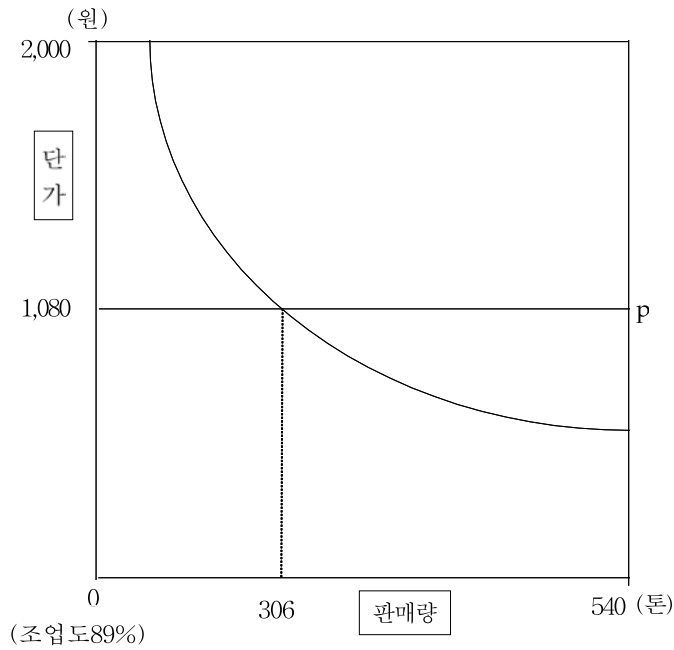
한계이익을 보면 한계이익은 고정비를 회수하고 이익을 창출하는 정도를 나타내고 있다. 이때 한계이익은 동시착유시스템의 경우, 215,734,000원, 고정비는 122,548,000원 회수한 것으로 나타났다. 이익이 창출되는데 무리가 없어 보이며 본 연구의 분석에 대한 결과는 이익 창출에 공헌하는 것으로 나타났다. 따라서 한계이익률은 1-변동비율 임을 알 수 있으며 매출액이 몇%

가 고정비를 회수하게 되고 그로 인해 이익을 창출하는데 공헌하는가를 나타내는 것이라 할 수 있다. 분석 결과에서 자동착유시스템의 한계이익률은 전체 평균 41%를 나타내고 있다. 이는 곧 매출액 1이 증가 할 때마다 한계이익이 41%만큼 증가한다는 것을 의미한다. 본 연구의 경우 자동착유시스템을 도입한 경영 농가의 손익분기점 분석결과, 손익분기점 율이 전체평균 58%로 나타났으며 60%이하가 안전하다는 이론적 근거를 바탕으로 볼 때 손익분기점 율은 안전하다는 것을 알 수 있다. 따라서 자동착유시스템 경영 농가의 수익성은 안전하다고 볼 수 있다.

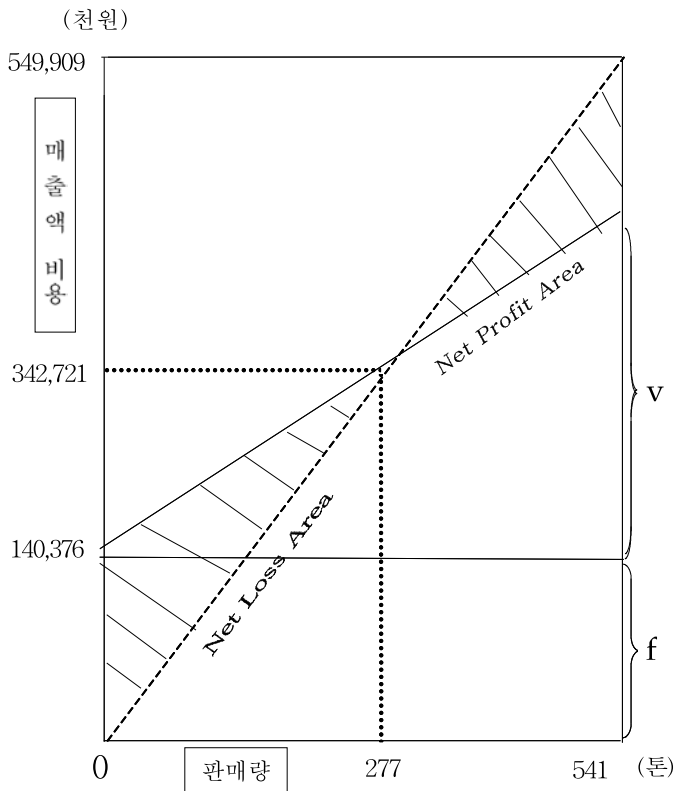
한편, 동시착유시스템 경영의 경우, 연간 판매량 540톤, 단가 1,080원, 손익분기점 판매량은 306톤이고 손익분기점 매출액은 337,798천원이다<그림 5-1>.

자동착유시스템 경영의 경우, 연간 판매량은 541톤, 단가 1,088원, 손익분기점 판매량은 277톤, 손익분기점 매출액은 342,721,320천원이다<그림 5-2>.





<그림 5-1> 동시착유시스템 경영의 손익분기점 분석



매출액=584,757,375원

고정비=140,376,233원

변동비=345,579,147원

판매량=541톤

판매단가=1,080원

X=손익분기점, f=고정비, s=매출액,

v=변동비, m=판매량, p=단가

손익분기점 (판매량기준)

$(BEP)=f/(p-v/s)$

=고정비/(판매단가-변동비/판매량)

=140,376,233/(1,080,000-310,578,348/541)

=277.46

541-277=약 264톤

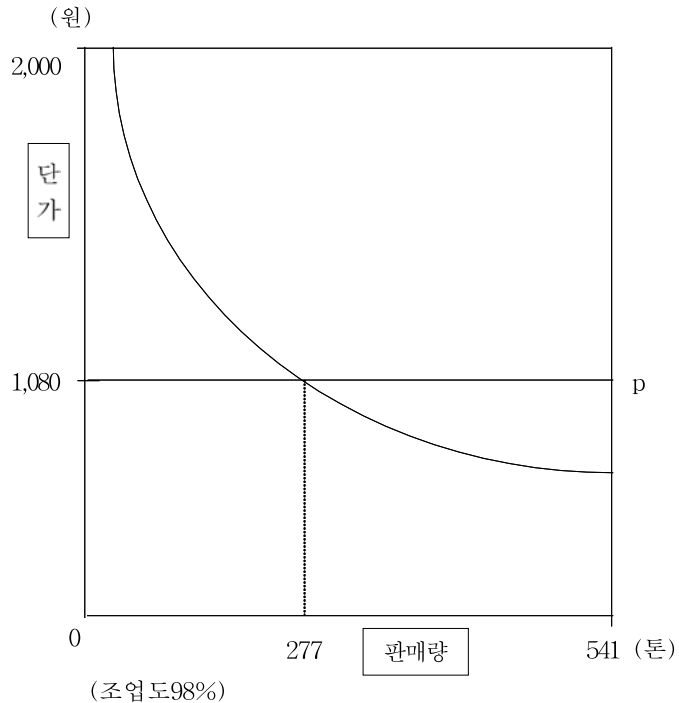
손익분기점 매출액

$BEF=f/(1-v/s)$

=고정비/(1-변동비/매출액)

=140,376,233/(1-345,579,147/584,757,375)

=342,721,320원(손익분기점 매출)



<그림 5-2> 자동착유시스템 경영의 손익분기점 분석

다. CMS(전통착유시스템)와의 비교

(1) 경영부분 비교

경영의 안전성지표로 손익분기점과 경영안전율이 있다. 손익 분기점 율은 적을수록, 경영안전율은 클수록 경영에 있어 적절하고 위험도가 적은 것이다.

동시착유시스템 경영 농가가 자동착유시스템 도입한 경영 농가보다 변동비, 경영안전율이 각각 21,814천원, 1% 높게 나타나고 있다. 매출액은 자동착유시스템이 동시착유시스템보다 1,629천원이 많았으며 한계이익 23,444천원, 한계이익율 4%, 고정비 17,828천원 높은 것으로 나타났다. 이에 따라 손익분기점 매출은 342,721천원, 337,798천원으로 4,923천원이 자동착유시스템이 높게 나타났다.

손익분기점을 이나 경영안전율에서는 동시착유시스템 57%, 43%, 자동착유시스템 58%, 42%로 동시착유시스템의 성적이 좋은 것으로 나타났으나 두 시스템 모두 적정비율을 나타내고 있으므로 경제성은 비교적 안전한 것으로 보인다.

자동착유시스템 경영의 손익분기점 매출을 좌우하는 가동률을 증가시켜서 매출을 높이는 것으로써 그 이상의 비용은 판매량 증가로 수익성을 확보할 수 있다. 그러기 위해서는 적정두수를 확보와 고정비 비율을 낮춘다면 경영안전율을 더욱 높일 수 있을 것이다 <표 5-6> .

표 5-6 동시착유시스템과 자동착유시스템의 비교

(단위 : 천원, %)

| 항 목 | 연간합계 | | | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------|
| | 매출 | 변동비 | 한계 이익 | 한계 이익률 | 고정비 | 손익분기 점매출 | 손익분기 점점률 | 경영 안전율 |
| 동시착유시스템 | 583,128 | 367,393 | 215,734 | 37 | 122,548 | 337,798 | 57 | 43 |
| 자동착유시스템 | 584,757 | 345,579 | 239,178 | 41 | 140,376 | 342,721 | 58 | 42 |

(2) 노동시간

방문 조사 시 타임 테이블을 추가적으로 만들어 다른 시스템을 적용하는 경영의 하루 일과를 항목별 시간별로 나누어 조사하였다 <표 5-7> .

동시착유시스템 경영과 자동착유시스템 도입한 경영 농가의 노동시간을 비교해보면 착유부분을 제외하고는 1시간 이내 차이를 보였고, 착유부분에서는 1.8 간, 전체적으로는 2.25시간의 차이를 보였다.

그 결과 월 약 60시간, 연 약 720시간의 차이를 나타내고 있다. 다른 비용에 비해 동시착유시스템보다 비용 적 측면에서는 높았지만 그것에 자동착유시스템 도입취지에 맞게 노동시간 부분에서의 차이를 보여주고 있다.

낙농경영에서 착유를 제외한 부분에서의 노동시간의 감소는 크게 보이지 않지만 노동 강도가 높은 착유 부분에서 일일 평균 1.8시간의 감소를 보여주고 있어 노동시간 단축에 도움을 주고 있는 것으로 나타났다. 자동착유시스템의 도입은 고령화와 인구 감소의 사회현상에 따른 요인과 노동환경의 개선을 통한 노동 강도의 감소 등 장기적으로 보았을 때 낙농 경영 농가의 전략적 선택이라 할 수 있다.

표 5-7 노동시간

(단위 : 시간)

| 구 분 | 목장명 | 착유 | 사료급여 | 청소 | 관리, 치료 | 순찰 | TMR 배합 | 기타 | 계 |
|---------------------------------|------|-----|------|-----|-----------|-----|-----------|-----|------|
| 동 시 착 유 시 스 템 | 솔(A) | 3 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 1 | 7.50 |
| | 유(A) | 3 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1.5 | 9.00 |
| | 상(A) | 2.5 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 1.5 | 8.50 |
| | 정(A) | 2.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 9.00 |
| | 두(B) | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8.50 |
| | 예(B) | 3.5 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 1 | 8.00 |
| | 호(B) | 3 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 2 | 8.50 |
| | 관(B) | 2.5 | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 1 | 8.00 |
| | 평균 | 3.0 | 1.3 | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 1.3 | 8.33 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 자 동 착 유 시 스 템 | 돌(C) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 6.00 |
| | 제(C) | 2 | 1.5 | 0.5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7.00 |
| | 인(C) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 6.00 |
| | 황(C) | 2 | 1.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0 | 6.50 |
| | 영(D) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0 | 5.50 |
| | 승(D) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 6.50 |
| | 홍(D) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 6.00 |
| | 울(D) | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7.00 |
| | 평균 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 0.5 | 6.08 |

(3) 자동착유시스템의 문제점

자동착유시스템의 문제점을 현재 가동 중인 경영농가와 도입하지 않은 즉, 동시착유시스템을 운용 중인 경영 농가에 대한 설문과 인터뷰결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기계가격에 대한 부담이 크다.

동시착유시스템인 헤링본 및 텐덤 보다 2배 이상 차이나는 가격(1대당 약 3억 원)으로 인해 도입을 망설이는 경영 농가가 많다. 경영주 입장에서 보면 무엇보다도 자동착유시스템에 대한 이해가 필요할 것이다. 착유우의 정보를 해결할 수 있는 능력, 24시간 착유를 위해 항상 관리에 신경을 써야한다는 점, 기계에 의존도가 높아지면 사람과 가축의 접촉시간 감소 등으로 인한 리스크를 줄여야 할 것이다 .

둘째, 원유생산 측면에서 생산량의 증가가 예상되지만 도입초기 체세포수 증가로 인한 품질 저하가 일어날 수 있으며, 착유우가 착유시스템에 적응하는데 있어서 스트레스를 많이 받을 수 있다. 또한 센서가 감지할 수 있는 범위의 개체별 유두배열도 체크해야 한다. 이를 방지하기 위해 적응기간 동안 스트레스 저감제, 체세포 저감제 등을 사용한다. 착유기가 감지하기 힘든 유두배열을 가진 착유우 나 적응기가 지나도 착유시스템에 적응하지 못한 개체는 도태나 다른 농장으로 이동시킨다.

셋째, 자동착유시스템을 도입함에 있어서 각 경영의 축사구조 등 적당한 환경을 갖추는 것 또한 중요한 선결과제라 할 수 있다.

넷째, 자동착유시스템에 대한 체계적인 관리에 대한 개선이 필요하다. 최상의 상태를 유지하기 위한 A/S, 이에 대한 수요 등에 철저한 대비가 있어야 한다.

이와 같이 고가의 초기투자 비용, 유지관리 비용, 기존 사양관리 시스템과의 연계, 착유기의 부품조달 및 A/S체계 구축 등의 과제가 해결되어야 한다.

(4) CMS(전통착유시스템)과의 결론

국내 낙농업은 지난 100여 년간 많은 발전을 이루었으며, 이러한 성장 속에서 착유방법에도 많은 변화가 있었다. 손 착유를 시작으로 현재의 파이프라인, 텐덤, 헤링본의 동시착유시스템과

자동착유시스템의 도입에 이르기까지 다양하게 변화되고 있다.

지금껏 대부분의 경영 농가에서는 동시착유시스템(텐덤, 헤링본)을 이용하여 1년 365일, 1일 2회, 고정적으로 착유에 투입되어야만 한다. 열악한 노동환경과 강도, 노동시간에 대한 부담이 상당하여 그에 따른 하나의 개선방안으로 자동착유시스템의 도입이 전국적으로 이루어지고 있다.

그러나 자동착유시스템에 대한 정보 즉, 초기투자 비용, 유지관리 비용, 기존 사양관리 시스템과의 연계, 착유기의 부품조달 및 A/S체계 구축 등 객관적인 자료는 찾아보기 어렵다.

동시착유시스템, 자동착유시스템 도입 경영 농가를 각각 선정, 도입현황과 기술수준, 손익분기점 분석 등 경제성을 평가하였다.

동시착유시스템을 운용 중인 대부분의 경영 농가는 사육두수에 따른 적정착유시스템 능력을 확보하고 있다. 따라서 수익성 지표인 소득률을 확보하고 있었으며 손익분기점 분석에서는 안정적인 손익분기점율과 적정수준의 경영안전율을 확보하고 있다.

자동착유시스템 도입경영은 가동 중인 기계의 착유능력에 비해 적정두수를 유지하는 경영 농가도 있으나 착유두수는 일정하지 않았다. 이것은 공급사에서 정해진 적정두수와 달리 농장주의 주관적인 생각으로 가동하는 경우가 많았다. 이것은 기계의 효율성 부분에서 적정 착유두수의 제시가 필요하다.

또한 수익성면에서 소득률, 고정비의 대한 비율, 손익분기점율, 경영안전율 부분에서 동시착유시스템보다 낮지만, 평균적으로는 적절한 수준이다.

경영성과 측면에서 동시착유시스템과 자동착유시스템을 비교해보면 동시착유시스템이 경제성 면에서 보다 안정적이고 수익성이 높았다. 그러나 노동력 측면에서는 자동착유시스템 도입한 경영농가가 1일 2시간의 노동시간(착유작업)이 감소되어 노동환경의 개선되었음을 보여준다.

자동착유시스템의 도입에 따른 기계 값의 손익을 넘기는데 드는 소요기간은 약 8년 정도 필요하다. 경제성의 개선을 위한 개선사항으로는 첫째, 적정한 착유횟수, 착유기계에 따른 적정 착유두수를 관리, 둘째, 쿼터 외 유가의 하락으로 쿼터에 맞춘 생산량 조절이 필요하다.

경영주의 의식이 무엇보다 중요하다. 자동착유시스템에 의해 착유시간의 감소, 규모 확대, 노동환경개선, 구속시간을 완화 등 경영환경을 획기적으로 개선 할 수 있다.

자동착유시스템의 도입이 단순히 착유작업을 좀 더 편안하게 해주는 편의성에서 장점이 있으나 사양관리에 이르기까지 모두 해결하는 로봇이 아니라는 의미이다. 이 부분을 확실히 인지하고 관리에 신경 쓴다면, 노동 강도를 줄 일수 있는 것은 물론 수익성 개선에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

제3절 AMS 도입 농가의 경영전략제시

6. AMS 도입 농가의 경영전략

가. 착유규모별 AMS 도입희망 목장의 비율 조사

기존착유농장 규모별 향 후 AMS 도입 의향을 조사하였다. 조사 대상으로는 착유우 기준 40두 미만, 40~59두 미만, 60~79두 미만, 80두 이상 각각 20농가씩 조사, 총 80농가를 대상으로 하였다.

설문조사 지역은 경기도 충청도 강원도 전라도 등으로 4개 지역을 조사한 결과 경기도가 많이 조사되었지만 규모별로 보면 경기도가 많은 두수를 사육하고 있었으며 강원도 같은 경우는 규모화가 적게 나타났다. 다만 대규모로 착유하는 지역은 경기도와 충청도가 있었으나 경기도가 20%이상 차지하고 있는 것으로 나타났다<표 6-1>.

표 6-1 조사대상 농가의 착유규모별 지역별 분포도

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 경기도 | 충청도 | 강원도 | 전라도 | 계 |
|--------|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 7(8.75%) | 6(7.5%) | 7(8.75%) | - | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 14(17.5%) | 5(6.25%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 16(20.0%) | 4(5.0%) | - | - | 20(25.0%) |
| 계 | 50(62.5%) | 19(23.75%) | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 80(100.0%) |

각 농가의 우사구조 및 착유기 형태를 살펴보면 텐덤 형태가 전체의 60%이상을 차지하고 있지만 대부분 많은 사육두수를 착유하는 곳은 텐덤 형태로 착유하고 있었다. 60두미만에서 착유하는 형태는 헤링본도 있었으나 기타로 파이프라인 착유형태도 있는 것으로 나타났다<표 6-2>.

표 6-2 조사대상 농가의 착유규모별 착유기 형태

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 텐덤 | 헤링본 | 기타 | 계 |
|--------|------------|-----------|---------|------------|
| 40두미만 | 10(12.5%) | 6(7.5%) | 4(5%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 10(12.5%) | 10(12.5%) | - | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 13(16.25%) | 5(6.25%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 15(18.75%) | 5(6.25%) | - | 20(25.0%) |
| 계 | 48(60%) | 26(32.5%) | 6(7.5%) | 80(100.0%) |

규모별 젓소농장의 자동착유기에 대한 인지도 조사 결과는 <표 6-3>에 나타내었다. 40두 미만의 농가 그룹에서는 자동착유기에 대한 인지도가 11.25%(안다, 아주 잘 안다 포함)로 40두 이상 농가 그룹보다 낮은 것으로 조사되었다. 반면에 자동착유기에 대하여 “들어봤다”는 비율은 12.5%로 다른 그룹보다 높은 것으로 나타났는데 이는 소규모 농가의 경영 형편상 자동착유기에 대해서 들어보긴 했으나 크게 관심은 없는 것으로 판단된다.

반면에 착유두수 40~59두 미만 중소규모 농가에서는 자동착유기에 대한 인지도가 20.0% 타 농장 그룹에 비하여 가장 높은 것으로 조사되었다. 일반적으로 자동착유기 1대당 착유우 50~60두를 착유하므로 40~59두 미만 중소규모 농가 그룹에서 자동착유기에 대한 인지도가 가장 높게 나타난 것으로 판단된다. 조사대상 전체를 기초로 한 자동착유기에 대한 인지도는 “안다” 48.75%, “아주 잘 안다” 12.5% 등 총 61.25%로 비교적 높은 인지도를 나타내었다.

<표 6-3> 젓소농장 규모별 자동착유기에 대한 인지도 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 전혀모른다 | 모른다 | 들어봤다 | 안다 | 아주 잘안다 | 계 |
|--------|----------|---------|-----------|------------|-----------|------------|
| 40두미만 | 1(1.25%) | - | 10(12.5%) | 8(10.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 1(1.25%) | - | 3(3.75%) | 11(13.75%) | 5(6.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 3(3.75%) | 2(2.5%) | 4(5.0%) | 8(10.0%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | - | - | 7(8.75%) | 12(15.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 5(6.25%) | 2(2.5%) | 24(30.0%) | 39(48.75%) | 10(12.5%) | 80(100.0%) |

일반착유농가의 자동착유기 도입에 대한 필요성 조사 결과는 <표 6-4>에 나타내었다. 전체 80개 농가 중 “전혀없다 또는 없다” 라고 답한 농가는 33.75%(27농가)이었으며, “보통”이라고 응답한 농가는 47.5%(38농가)이었다. 반면에 “있다 또는 아주 있다” 라고 응답한 농가는 18.75%(15농가)로 일부 농가에서 자동착유기 도입의 필요성을 느끼고 있는 것으로 조사되었다.

표 6-4 젓소농장 규모별 자동착유기 도입 필요성조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 전혀없다 | 없다 | 보통 | 있다 | 아주 있다 | 계 |
|--------|-----------|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 4(5.0%) | 12(15.0%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) |
| 40~59두 | - | 3(3.75%) | 11(13.75%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 5(6.25%) | 4(5.0%) | 8(10.0%) | 3(3.75%) | - | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 2(2.5%) | 6(7.5%) | 7(8.75%) | 2(2.5%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 계 | 10(12.5%) | 17(21.25%) | 38(47.5%) | 10(12.5%) | 5(6.25%) | 80(100.0%) |

특히, 착유두수가 40이상 농가에서 전체 80농가 중 14농가가 자동착유기 도입의 필요성을 갖고 있는 것으로 조사되어 소규모 농가 보다 중규모 이상 농가에서 자동착유기가 필요한 것으로 나타났다. 그러나 많은 농가에서 “보통”이라고 응답 한 것을 보면, 아직까지 자동착유기에 대한 홍보 및 정보 부족 또는 자동착유기에 대한 이해 부족 등 다양한 이유로 자동착유기에 흥미를 갖지 못하고 있는 것으로 판단된다.

<표 6-5>는 규모별 젖소농장이 자동착유기를 도입하고 싶은 이유를 조사한 결과이다. 로봇착유기를 도입하고 싶은 가장 큰 이유는 노동력절감인 것으로 조사되었다. 조사결과는 80두 이상 그룹에서 22.5%(18농가), 60~79두 미만 그룹과 40~59두 미만 그룹에서 각각 20%(16농가) 그리고 40두 미만 농가 그룹에서 17.5%(14농가)가 노동력 절감(전체 80%, 64농가) 이 자동착유기 도입의 목적은 노동력 절감 때문이라고 응답하였다.

국내 축산농장의 노동력은 상당부분 외국인에 의존하고 있는데 자동착유기 도입 시 이러한 문제가 개선될 것으로 판단된다. 그 외 기타 10% (8농가), 유량증가 8.75% (7농가) 순으로 조사되었다. 대부분의 농가에서 노동력 문제를 해결하기 위하여 자동착유기를 도입하고 싶어 하는 것으로 나타났으며, 유량증가의 경우 국내 낙농가의 일일 착유횟수가 평균 2회인 것에 비하여 로봇착유기는 일일 착유횟수가 2회 이상이므로 로봇착유기를 통하여 유량을 증가시킬 수 있을 것이기 때문인 것으로 판단된다.

또한, 80두 이상 그룹 1개 농가에서 원유의 품질향상을 위해서 자동착유기를 도입하고 싶다고 하였는데 이는 원유내 체세포함량 때문인 것으로 판단된다.

표 6-5 젖소농장 규모별 자동착유기를 도입하고 싶은 이유 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 노동력절감 | 설치후만족 | 고품질 | 유량증가 | 기타 | 계 |
|--------|-----------|-------|----------|----------|----------|------------|
| 40두미만 | 14(17.5%) | - | - | 3(3.75%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 16(20.0%) | - | - | 2(2.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 16(20.0%) | - | - | 2(2.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 18(22.5%) | - | 1(1.25%) | - | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 64(80.0%) | 0(0%) | 1(1.25%) | 7(8.75%) | 8(10.0%) | 80(100.0%) |

일반착유기를 보유하고 있는 젖소농장에서 자동착유기 도입 시 예상되는 기대효과에 대한 조사 결과는 <표 6-6>과 같다. 착유자동화시스템을 통해 기술집약적 낙농업의 발전과 노동력 절감, 착유시설의 국산화를 통한 농가 시설비 절감을 위한 것이라고 한다(이대원 등, 2001).

전체 80농가 중 57농가(71.25%)가 자동착유기 도입 시 노동력 감소가 가장 클 것으로 예상하였으며, 다음으로 우유 생산량 증가 9농가 (11.25%), 착유 환경 개선 8농가 (10.%), 기타 4농가 (5.%), 우유의 품질향상 2농가 (2.5%) 순으로 조사되었다. 규모별 조사결과로는 착유우 40

두 미만 그룹(18농가, 22.5%)과 60-79두 미만 그룹 (16농가, 20.0%)에서 노동력감소가 가장 클 것으로 예상하였다. 우유의 생산성 상승은 40-59두 미만 그룹과 80두 이상 그룹에서는 우유의 생산성이 향상 될 것이라고 각각 4농가 (5%) 가 응답하였다. 또한 80두 이상 그룹에서는 자동 착유기 도입 시 착유 환경이 개선될 것이라는 응답도 4농가 (5.0%)로 조사되었다.

반면, 40두 미만 그룹에서는 자동착유기 도입은 우유의 생산성 또는 품질향상 효과를 가져다 주지 않을 것이라고 하였다. 특히, 40두 미만, 40-59두 미만, 60-79두 미만 그룹에서는 자동착유기는 우유의 품질향상에 효과를 미치지 않을 것으로 응답하였다.

표 6-6 젖소농장 규모별 자동착유기를 도입 시 예상 효과 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 노동력감소 | 생산량상승 | 품질향상 | 착유환경개선 | 기타 | 계 |
|--------|------------|-----------|---------|----------|----------|------------|
| 40두미만 | 18(22.5%) | - | - | 1(1.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | 4(5.0%) | - | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 16(20.0%) | 1(1.25%) | - | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 10(12.5%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 4(5.0%) | - | 20(25.0%) |
| 계 | 57(71.25%) | 9(11.25%) | 2(2.5%) | 8(10.0%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

로봇착유시스템 도입시 문제점에 있어서 가장 큰 문제점으로 52.5%로 많은 투자금액이 소요되어 걱정을 하고 있었으며, 다음은 착유우 관리에 대해서 평균 산유량은 많이 착유되고 있으나 유두 비대칭으로 인해 로봇착유시스템이 인지여부에 대하여 번거로움이 발생하여 문제점이 있었다. 도입 시 작동 운영 미흡에 많은 소요시간이 걸릴 듯 판단하여 도입 문제에 대하여 문제점을 제기하고 있는 것으로 나타났다<표 6-7>.

표 6-7 젖소농장 규모별 자동착유기 도입 시 예상 문제점 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 운영미흡 | 번식장애, 적응개체도태 | 착유우관리 | 시설투자 | 기타 | 계 |
|--------|------------|-----------------|-----------|------------|----------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 13(16.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 5(6.25%) | - | 6(7.5%) | 8(10.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 5(6.25%) | 11(13.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 3(3.75%) | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 13(16.25%) | 5(6.25%) | 16(20.0%) | 42(52.5%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

농장 규모별 향후 자동착유기 도입 의향을 조사한 결과는 <표 6-8>과 같다. 총 설문대상 80

농가 중 25농가 (21.25%)에서 향후에 자동착유기를 도입할 의향이 있다고 응답하였는데, 이러한 결과를 그룹별로 나누어 보면 다음과 같다. 착유두수가 40두 미만 소규모 농가 또는 80두 이상 대형 농가에서는 각각 3농가 (3.75%), 5농가 (6.25%)에서 향후 자동착유기를 도입할 의향이 있는 것으로 나타났다. 반면에 40두 이상 59두 미만 그룹과 60두 이상 79두 미만 중규모 농가에서는 각각 8농가 (10.0%), 9농가 (11.25%)가 향후 자동착유기를 도입할 의향이 있는 것으로 조사되어 소규모 농가 또는 대규모 농가보다 착유두수가 40두 이상에서 79두 미만인 중규모 농가에서 자동착유기 도입에 더욱 관심이 높은 것으로 조사되었다. 설문대상 80농가 중 25농가에서 향후 자동착유기 도입의사가 있다는 것은 향후 국내 젖소농장에 자동착유기 도입이 활발히 진행 될 가능성이 있다는 것을 의미하며 이는 인력 수급문제가 심각하게 발생할 경우 많은 농장에서 자동착유기를 도입 할 수 있다는 것을 의미한다. 특히 중규모 농장에서 자동착유기에 대한 관심이 소규모 농장 또는 대규모 농장보다 높은 것으로 판단된다<표 6-8>.

표 6-8 젖소농장 규모별 자동착유기 도입 의향 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 있다 | 없다 | 계 |
|--------|------------|------------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 17(21.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 8(10.0%) | 12(15.0%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 9(11.25%) | 11(13.75%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 5(6.25%) | 15(18.75%) | 20(25.0%) |
| 계 | 25(31.25%) | 55(68.75%) | 80(100.0%) |

로봇착유시스템을 도입하면 어떤 이유로 선택을 하는지에 의견을 보며, 응답자중 대부분 85%는 기존 착유방식보다 노동력이 절감 될 것 같아서 도입을 희망하고 있으며, 또한 착유환경을 개선하고자 필요로 하고 있는 것으로 나타났다<표 6-9>.

하지만, 농장주는 착유에 있어 시간은 줄어들이지만 TMR 배합, 사료급여, 퇴비처리에 대한 시간은 연속이며, 개체관리를 충실히 해야 한다고 한다.

표 6-9 젖소농장 규모별 자동착유기 도입 이유

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 노동력 감소 | 생산량 상승 | 품질향상 | 착유환경개선 | 기타 | 계 |
|--------|------------|--------|------|-----------|----|------------|
| 40두미만 | 16(20.0%) | - | - | 4(5.0%) | - | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 15(18.75%) | - | - | 5(6.25%) | - | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 18(22.5%) | - | - | 2(2.5%) | - | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 19(23.75%) | - | - | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) |
| 계 | 68(85.0%) | - | - | 12(15.0%) | - | 80(100.0%) |

로봇착유시스템에 대하여 인식하지 않는 이유는 소요비용 및 투자비용이 많이 투입되기 때문에 기존 방식을 유지하고자 하는 사람이 66.25%로 나타났으며, 다음은 운영 시스템 등에 대하여 신경 쓰지 않고 그냥 기존방식으로 착유 하는게 좋을 것으로 판단되어 대부분 도입을 희망하지 않고 있는 것으로 나타났다<표 6-10>.

표 6-10 젖소농장 규모별 자동착유기 도입하지 않는 이유

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 시설투자 | 사육두수 증가, 감소 | 착유우관리 | 운영미흡 | 기타 | 계 |
|--------|------------|----------------|-------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 16(20.0%) | 1(1.25%) | - | - | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | - | - | 7(8.75%) | - | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 12(15.0%) | - | - | 7(8.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 12(15.0%) | - | - | 6(7.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 계 | 53(66.25%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) | 6(7.5%) | 80(100.0%) |

<표 6-11>는 농가에서 자동착유기를 도입하기 전에 개선 또는 해결해야할 문제점을 조사하였다. 가장 큰 문제점 또는 선행 개선되어야 할 부분은 자금력 및 부지확보 (사육두수 증가)항목이다. 고가의 장비를 구입할 경우 소요되는 비용에 대한 부담과 농장의 규모화를 통한 생산성을 높여준다는 것이 동시에 개선하겠다는 것으로 판단된다.

특히, 소규모 그룹에 속하는 착유두수 40두 미만의 농가에서는 설문대상 20농가 (25.00%)중 16농가 (20.00%)에서 동일한 응답을 하였다. 중규모 또는 대규모 농가에서도 각각 11농가 (13.75%)가 농가 규모를 확장 한 후에 자동착유기를 도입할 생각을 가지고 있는 것으로 판단된다. 다음으로 한국형 자동착유기를 개발하여 보급하기를 원하는 농가는 총 80농가 중 14농가 (17.5%)에서 설문하였다. 국내에 시판되는 자동착유기는 100% 수입 모델이며 동시에 상당히 고가에 판매되고 있다.

구입 후 소요되는 AS비용에 대한 부담 등 현재 시판되고 있는 자동착유기에 대한 부담에서 오는 대안으로 중저가를 기반으로 한 국산 자동착유기 개발을 요구하고 있는 것으로 판단된다. 아울러 자동착유기 구입 시 저리용자 형태의 정부지원이 필요하다는 설문은 총 13농가 (16.25%)에서 응답하였다. 농장에서는 자동착유기에 대한 교육 확대를 통하여 보다 많은 정보를 요구하고 있다 (4농가, 5.0%) 농장에서는 고가의 설비를 도입하는 것만큼 부담스러운 것이 없다.

따라서 자동착유기를 판매하는 업체에서 실시하는 교육 보다는 공신력 있는 기관에서 실시하는 객관적인 교육이 필요한 것으로 판단된다. 이를 통하여 자동착유기에 대한 다양한 정보를 농가에 제공할 수 있으며, 농가는 자동착유기 선정 및 도입 후 운영 방법을 사전에 습득하여 도입에 따른 심적 부담감을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 6-11 젓소농장 규모별 향후 자동착유기 도입 시 선행 개선 과제 조사

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 자금력 및 부지 확보 | 사육두수 증가 | 시설·장비 보조 및 저리 융자 | 한국형 기계 개발 | 로봇착유기 관련 교육·확 대 | 계 |
|--------|----------------|------------|------------------------|--------------|-----------------------|------------|
| 40두미만 | 15(18.75%) | 1(1.25%) | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 8(10.0%) | 3(3.75%) | 3(3.75%) | 5(6.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 5(6.25%) | 3(3.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 4(5.0%) | 4(5.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 43(53.75%) | 6(7.5%) | 13(16.25%) | 14(17.5%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

7. 자동착유시스템 설치 농장 경영진단사례(경영간 비교)

가. A·B농장의 생산기술분석

국내 자동착유시스템 설치농장 중 L사와 D사의 각각 1개의 농장에 대하여 설치 전·후의 연차간 비교와 전국 평균과의 비교인 기준비교를 실시하였으며 납유성적, 젖소검정성적을 통해 생산성 성적을 평가 하였고, 그 결과는 위의 표와 같다.

(1) 자동착유시스템 설치농가 원유검사 비교

| 구분 | L사, A농장 | | D사, B농장 | | 전국평균 |
|--------------------|---------|--------|---------|---------|---------------|
| | 설치전(a) | 설치후(A) | 설치전(b) | 설치후(B) | 2015년 검정평균 |
| 305일 평균유량(kg) | 8755.9 | 9531.1 | 8638.7 | 10572.4 | 9737 |
| 유지율(%) | 3.6 | 3.8 | 3.5 | 3.7 | 4.01 |
| 단백율(%) | 3.0 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | 3.21 |
| 고형율(%) | 8.3 | 8.7 | 8.6 | 8.8 | 8.71 |
| 체세포(천) | 219.2 | 207.7 | 145.4 | 203.1 | 237 |
| 체세포 50만이상 두수(두) | 2.4 | 2.5 | 0.9 | 2.2 | - |
| 평균산차(회) | 2.6 | 3.0 | 1.8 | 1.8 | 2.5 |
| 분만간격(일) | 429.5 | 514.5 | 421.8 | 650.4 | 464.4 |

주) 1. L사,A농장 설치 전 체세포2등급, 세균수1B, 단백율 3.0%, 유지율3.6% ℓ 당 단가 784.34원

2. L사,A농장 설치 후 체세포2등급, 세균수1B, 단백율 3.2%, 유지율3.8% ℓ 당 단가 1,066원

3. D사,B농장 설치 전 체세포1등급, 세균수1A, 단백율3.2%, 유지율3.5% ℓ 당 단가 818.33원

4. D사,B농장 설치 후 체세포2등급, 세균수1A, 단백율3.3%, 유지율 3.7% ℓ 당 단가 1,085원

(가) 납유 성적

① 세균수

B농장의 설치 전·후 세균수는 1만 전후(5천개~1.7만개/ml)로 전국 평균에 비해 우수한 수준을 보이며 설치 전·후 거의 동일한 수치를 보였으며 A농장의 세균수는 국내 일반 목장의 평균 성적인 (1.3만개/ml)와 차이가 컸으며 AMS설치 후 세균수가 급격히 많아지는 모습을 보이고 있다. 이는 선행연구와 같이 자동착유시스템의 적응단계에 있어 3개월간의 세균수 및 체세포 증가현상을 보이는 것으로 추정되며 점차 완화되는 모습을 보이고 있다.

② 체세포수

전국 평균인 체세포수 수준(23만개/ml)보다 A·B농장 각각 우수한 것으로 나타났다. 그러나 B농장의 경우 설치 전에 비해 체세포의 수치가 증가하여 평균등급이 하향 되었으며 체세포 50

만 이상 두수 또한 설치 전 0.9두에 비해 1.3두 증가한 2.2두를 보이고 있다. A농장 또한 단가에 있어 중요한 부분을 차지하는 체세포수에 있어 개선하지 못하고 설치 전에 비하여 설치 후 60만개/ml가 증가했음을 보이고 있다.

③유지방

전국 평균 유지방 수준은 4.01%였으며, 각각의 농장 수준은 설치 전·후 3.5~3.8%로써 뒤처짐을 보이고 있다. 그러나 두 농가 모두 설치 전에 비해 설치 후 유지방의 증가 향상을 보였다. 이는 조사료 재배가 없고, 사료프로그램에 있어 조사료와 농후사료 비율이 32%로 전국 평균인 37%에 비해 낮음을 보이며 조사료 급여와 유지방 수준은 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알 수 있다.

④ 젖소 두당 평균 산유량

A와B농가 각각 설치 전에 비해 설치 후 산유량에 있어 증가현상을 보이고 있다. A농가는 305일 평균유량에 있어 775.2kg이 증가하였고 B농가의 경우 1933.7kg이 증가함을 나타내고 있다. A농가의 경우 전국평균에 비하여 산유량이 약간 떨어짐을 보이지만 설치 전에 비하여 설치 후 8.9%의 상승을 보이며 계속해서 산유량이 증가하는 모습을 보이고 있다. B농가의 경우는 22%의 증가율을 보이고 있어 선행연구에 있어 밝힌 10~15%의 산유량 증가 성적에 비해 월등히 높아짐을 보이고 있다.

1일 착유횟수를 2회이상 증가시켜주는 AMS특성상 산유량이 증가하고 있다. 그러나 자동착유의 특성상 착유관리 미흡으로 인한 착유간격이 길어지면 유방에서 우유 합성에 영향을 주는 요인에 문제가 생기므로 항시 개체의 착유관리시스템을 주시해야 한다.

⑤ 번식성적

전국 평균 분만간격은 464.4일이었으며, 목장별 수치는 최소 421일에서 최대 650일 까지 차이가 있었다. 생애산유량 및 두당 평균산유량과 분만간격과의 상관성은 없으며 이러한 차이는 목장별 번식관리 및 사양관리에 의한 것으로 볼 수 있으며 A,B농장 모두 AMS 설치후 번식간격의 차이가 150일 이상 차이가 남을 알 수 있다.

또한 B농장의 경우 평균 산차에 있어 전국 평균에 비해 0.7회 차이가 있으며 현재 감가상각비의 17.1%에 달하는 감가상각비의 대부분을 차지하는 가축 상각비를 낮추는 노력이 필요함을 보이고 있다.

⑥ 기타

A,B 목장 모두 축사 및 축분 관리 상태는 전반적으로 양호하였다. 그러나 2개의 목장 모두 젖소 개체에 대한 번식관리, 질병 치료 상황과 사료 급여 내용 등 목장 사양관리에 대한 기록들이 전반적으로 미흡함을 보였다.

(2) 생산기술 연차간 비교

| 구분 | L사, A농장 | | D사, B농장 | |
|-------|---------|--------|---------|--------|
| | 설치전(a) | 설치후(A) | 설치전(b) | 설치후(B) |
| 가축생산성 | 28.4 | 30.2 | 29.9 | 35.0 |
| 노동생산성 | 136.4 | 198.7 | 143.6 | 230.3 |
| 토지생산성 | 2.07 | 2.20 | 0.94 | 1.10 |

(가) 가축생산성 : 기존 조사에 따르면 1일 2회 착유에서 2회이상 착유횟수 증가로 인한 원유량이 10~15%증가된 것에 비례해 A농장은 약간은 뒤처지는 수치이지만 지속적인 증가 추세를 보이고 있으며 B농가 또한 월등한 증가율을 보이고 있다.

(나) 노동생산성 : A농장과 B농장 모두 노동생산성에 있어서는 착유작업 및 관리 작업에 있어 4~7시간의 감소효과를 보이며 설치 전에 비해 설치 후 노동생산성이 증가하는 것을 보이고 있다.

(다) 토지생산성 : 토지생산성에 있어서는 A농장과 B농장 모두 증가함을 보인다. 그러나 B농장의 경우는 착유생산량의 증가에 비해 토지의 사용 비율이 전국평균에 비해 창고와, 운동장의 마리당 토지이용 면적이 높게 나타나 토지생산성에 있어 증가가 예상보다 적은 것으로 나타났다.

(3) 경영개선방안

현재 낙농시장은 불안하고 시유시장을 지킬 수 있는 방안은 가격 자체보다도 원유 품질에 있다. 이에 따른 원유품질 상승에 따른 수입비교와 원유의 품질저하에는 여러 가지 요인들이 관여되지만 기본적인 사양관리와 사육환경 및 착유위생에 의한 것이 가장 큰 원인을 차지하기에 사양관리 및 번식, 환경에 관한 개선방안으로 제언을 실시하였다.

(가) 단가상승방안(L사, A농장)

| 개선항목 | (1)유량 증가 | (2)체세포수 감소 | (3)유지율 증가 | (4)세균수 증가 |
|------|---------------|----------------------|-------------|-------------|
| 개선기준 | 27.2->31.9 | 207.7(2등급)->200(1등급) | 3.8->4.01 | 1B->1A |
| 개선효과 | 1,528,111원 증가 | 107,848원 증가 | 207,400원 증가 | 132,736원 증가 |

- 유량증가 개선 : 자동착유시스템 도입에 따른 유량 증가 개선 10~15%증가(305일×1두×3.2L×1,066=1,528,111원)

- 체세포수 감소 : 305일×1두×27.2L×(1,079-1,066)=107,848원

- 유지율 증가 : 305일×1두×27.2L×(1,091-1,066)=207,400원

- 세균수 증가 : 305일×1두×27.2L×(1,082-1,066)=132,736원

(나) 단가상승방안(D사, B농장)

| 개선항목 | (1)유지율 증가 | (2)체세포수 감소 |
|------|-------------|-----------------|
| 개선기준 | 3.7->4.01 | 203.1(2등급)->1등급 |
| 개선효과 | 394,975원 증가 | 149,450원 증가 |

- 유지율 증가: $305\text{일} \times 1\text{두} \times 35\text{L} \times (1,108 - 1,071) = 394,975\text{원}$

- 체세포수 감소 : $305\text{일} \times 1\text{두} \times 35\text{L} \times (1,085 - 1,071) = 149,450\text{원}$

(4) 생산비 및 번식관련 개선방안

(가) L사, A농가

사료회사 및 L사의 컨설팅으로 개체별 사료급여관리 및 자체적인 자가인공수정을 통한 번식관리를 하고 있지만 사료급여에 있어 조사료와 농후사료 비율이 32.0%으로 전국 국내 일반목장 비율은 37.0%의 수준보다 조사료 비율이 낮다. 또한 생육단계별 사료급여에 있어서도 관리자의 사료급여관리 미흡으로 개체별 유량차이에 있어서도 차이가 많이 난다. 이에 따른 사료급여 및 영양관리에 따른 관리와 관심이 필요하다.

또한 공태기간이 설치 전에 비해 85일, 전국평균에 비해 50일의 차이가 난다. 젖소의 공태일일 1일 증가하면 약 2400원의 손해가 발생하게 되는데 이를 계산하면 $4,800,000\text{원}(40\text{두} \times 50\text{일 공태일단축} \times 2,400\text{원})$ 의 차이가 난다. $(40\text{두} \times 50\text{일 공태일단축} \times 2,400\text{원} = 4,800,000\text{원})$ 의 손해를 보게 된다.

(나) D사, B농가

자동착유시스템 설치 전에 비하여 설치 후 발정발견과 생식기 질병과 같은 번식관리에 투자되는 시간이 짧아져 번식성적이 저하되고 있다. 전국 평균에 비해 분만간격이 186일의 차이가 나고 있다. 이는 젖소의 영양 균형 상태 파괴와 산차에 영향을 미칠 뿐만 아니라 번식효율 저하에 따른 생산성 감소와 번식기간, 평균산차에 따른 생산비 증가에 이어 질 수 있어 경제적 손실을 입을 수 있다.

번식성적의 개선을 위해 검정성적자료에 나와 있는 우군 번식자료인 평균 공태일 분만간격, 분만 후 첫 발정시기, 인공수정 횟수 등을 파악하여 목장의 문제점 또한 착유노동의 감소에 따른 절약되는 시간을 발정관찰과 사료영양 개선 각종 스트레스 요인 제거 등의 시간으로 활용해야 할 필요가 있다.

(5) 요약 및 결론

낙농에서 착유작업은 매일 2회 이상, 7시간 정도의 일을 해야 하는 힘든 작업이다. 또한 최근 고능력우 출현과 인건비 인상 등은 낙농경영의 효율화를 위한 노동력 대체에 도입되기 시작하여 농가의 이러한 문제점을 해결해 줄 것으로 여겨지고 있다. 그러나 자동착유시스템이 고가의 장비이기에 구입하기 어렵고 또한 구입하더라도 과도한 설비투자에 의한 경영 위험에 직면할

가능성이 있다. 이러한 경영위험을 사전에 방지하기 위해서 자동착유시스템 도입에 따른 생산성 분석을 실시하였고 효율적인 이용방안 등을 제언하고자 분석을 실시하였다.

자동착유시스템 도입에 따른 주요 편익은 젖소를 착유하고 관리하는데 소요되는 노동시간이 기존 착유기보다 일일 5시간 정도의 절감이 가능하였으며 또한 착유횟수 증가 등으로 조사농가 중 한곳은 545ℓ 정도 추가 생산이 가능하였다. 반면 자동착유시스템이 기존 착유기에 비해서 도입하는데 213백만원의 추가비용이 소요되었으며, 월간 착유기 유지관리 비용은 150천원의 추가비용이 소요되는 것으로 조사되었다.

생산성 분석결과에서는 우유의 품질을 증가시키는 체세포 등급, 유지율, 세균수 증가에 따라 두당 10만원~39만원의 투자효과 차이가 발생하는 것으로 분석 되었다. 또한 번식성적에 따른 공태일수 단축으로 인한 효과는 480만원의 차이가 나는 것으로 분석 되었다.

위의 분석결과에 따른 A농장과 B농장의 투입차이는 확연히 구분되는 것으로 보인다. 이는 효율적인 이용의 차이를 볼 수가 있다. 자동착유시스템을 단순한 착유자동화 장비가 아닌, 낙농정보화 장비로 이용한다는 점, 착유작업을 감소시키는 대신 경영관리, 개체관리, 관찰 등 꼭 필요한 관리를 한다는 점을 들 수가 있다. 이처럼 자동착유시스템은 착유횟수 증가로 산유량 증가 효과가 있다는 점과 도입 후 생산성을 개선하여 투입가치를 개선하기 위해서는 힘든 착유작업을 대신하는 시간을 젖소 및 목장관리, 장비관리, 사양관리 등으로 할애해야 하고 자동착유시스템 사용시 보다 철저한 개체관리 및 모니터링이 필요하며 관리자의 관심이 없다면 오히려 유질저하 등의 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다는 점을 보여 주었다.

나. 사육규모별 A·B농장의 경영분석 및 적정사육두수 산출

(1) A·B농장의 현황

(가) 농장규모비교

A농장은 경기도 화성시에 위치하고 있으며 전체 농장규모는 2000평이다. 텐덤착유기를 사용중이며 착유우 80두를 착유하고 있다. B농장은 경기도 여주시에 위치하고 있다. 농장의 규모는 면적 600평 중 축사 500평으로 현재 78두를 사육하고 있고 D사의 자동착유기를 가동하고 있다.

| 구분 | 규모 | |
|------|-------|------|
| | A농장 | B농장 |
| 사육두수 | 80두 | 78두 |
| 축사 | 1600평 | 650평 |
| 퇴비사 | 200평 | 100평 |
| 창고 | 200평 | 50평 |
| 전(답) | 2000평 | 800평 |

(나) 노동조건비교

A농가는 고용 노동 1명을 포함한 총 2명이며 직접 착유에 관여하는 시간은 하루 평균 1시간 정도이다. 급여시간은 1시간 씩 하루에 총 2회 급여하며 분뇨처리시간은 2주에 2시간이며 휴일 일수 따로 없다. B농가 또한 고용 노동 1명을 포함한 2명이다. 직접 착유에 관여하는 시간은 2시간으로 자동착유를 실패 했을 시 기존 착유 시설을 이용하여 완전착유를 실시하기 때문이다. 급여시간과 분뇨처리시간, 휴일일수는 A농가와 동일하다.

| 구분 | 노동조건 | | | | |
|-----|------|------|------|------------|------|
| | 노동력 | 착유시간 | 급여시간 | 분뇨처리 시간 | 휴일일수 |
| A농가 | 2명 | 1시간 | 2시간 | 2시간 | 없음 |
| B농가 | 2명 | 2시간 | 2시간 | 2시간 | 없음 |

(다) 경영관리비교

경영관리는 크게 3가지로 나누었다. 두 농가 모두 세무신고와 경영지도는 세무사와 사료회사에서 받는 것으로 나타났다. 하지만 부기는 B농가만이 복식으로 기록 하고 있었다.

| 구분 | 경영관리 | | |
|-----|--------|------|------|
| | 부기 | 세무신고 | 경영지도 |
| A농가 | 기록하지않음 | 세무사 | 사료회사 |
| B농가 | 복식부기이용 | 세무사 | 사료회사 |

(라) 사육관리비교

A·B농가 착유우 모두 검정에 참여 하고 있으며 도태우 발생 시 바로 매각하고 있다. 첨가제는 A농가는 보호지방을 주로 사용하며 B농가는 미생물제제를 주로 사용한다.

| 구분 | 검정참여 여부 | 도태우발생시 | | 대체우 생산방법 | 수송아지 매각방법 | 첨가제 |
|-----|------------|------------|------|-------------|--------------|-----------|
| | | 판단기준 | 매각방법 | | | |
| A농가 | 전두수 참여 | 유방염, 사고 | 바로매각 | 자가생산 | 이유 후 매각 | 보호지방 |
| B농가 | 전두수 참여 | 사고 | 바로매각 | 자가생산 | 이유 후 매각 | 미생물 제제 |

(마) 생산기술비교

두 농가의 생산기술은 두당평균유량, 분만간격, 1일 급여 및 착유 횟수로 나누어 조사했다. 두당평균유량은 B농가가 A농가보다 평균 2kg 높았으며 분만간격은 150일 정도 차이가 났다. 급여횟수는 똑같지만 착유횟수는 B농가가 1회 높게 나타났다.

| 구분 | 생산기술 | | | |
|-----|--------|--------|----------|----------|
| | 두당평균유량 | 평균분만간격 | 1일 급여 회수 | 1일 착유 회수 |
| A농가 | 36kg/일 | 500일 | 2회 | 3회 |
| B농가 | 38kg/일 | 365일 | 2회 | 4회 |

(2) 경영분석결과

(가) A·B농장 기준 및 경영간 비교

조수입인 원유판매는 A농장의 쿼터는 2100kg 납유 하고 있다. 단가로는 체세포수와 유지방이 높아 1000원 이상을 받고 있으며, 쿼터를 넘어서 물량은 납품 단가의 반 약 500원 정도를 받고 있다. B농장 또한 쿼터가 2100kg으로 납유를 하고 있다. 단가로는 1095원 이상 받고 있으며, 쿼터에 맞게 착유하고 있다. 이러한 수준으로 수익성을 조사하여 기준비교 및 경영 간 비교를 하면 다음과 같다<표 7-1>.

표 7-1 A·B, 전국평균 경영 간 비교

| 구분 | A농장(a) | B농장(b) | 전국(c) | a-c | b-c | a-b |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 조수입(A) | 812,125,000 | 839,317,500 | 696,384,000 | 115,741,000 | 142,933,500 | △ 27,192,500 |
| 사료비 | 341,216,600 | 246,225,463 | 310,674,000 | 30,542,600 | △ 64,448,538 | 94,991,138 |
| 수동광열비 | 18,600,000 | 13,200,000 | 6,786,000 | 11,814,000 | 6,414,000 | 5,400,000 |
| 방역치료비 | 12,000,000 | 12,000,000 | 12,012,000 | △ 12,000 | △ 12,000 | 0 |
| 제재료비 | 4,830,000 | 4,000,000 | 6,396,000 | △ 1,566,000 | △ 2,396,000 | 830,000 |
| 고용노력비 | 24,000,000 | 30,000,000 | 28,000,000 | △ 4,000,000 | 2,000,000 | △ 6,000,000 |
| 상각비 (로봇포함) | 113,951,429 | 96,262,190 | 84,354,000 | 29,597,429 | 11,908,190 | 17,689,238 |
| 임차료 | 22,000,000 | 36,000,000 | 12,168,000 | 9,832,000 | 26,168,000 | △ 14,000,000 |
| 종부료 | 3,600,000 | 15,000,000 | 4,290,000 | △ 690,000 | 15,690,000 | △ 11,400,000 |
| 기타 | 24,000,000 | 24,000,000 | 24,180,000 | △ 180,000 | △ 180,000 | 0 |
| 경영비(B) | 564,198,029 | 476,687,653 | 488,860,000 | 75,338,029 | △ 12,172,347 | 87,510,376 |
| 자가노동비 | 5,760,000 | 5,616,000 | 7,488,000 | △ 1,728,000 | △ 1,872,000 | 144,000 |
| 유동자본이자 | 6,753,699 | 5,706,382 | 6,067,590 | 686,109 | △ 361,208 | 1,047,317 |
| 고정자본이자 | 1,709,271 | 1,443,933 | 1,265,310 | 443,961 | 178,623 | 265,339 |
| 토지자본이자 | 7,200,000 | 3,600,000 | 6,474,000 | 726,000 | △ 2,874,000 | 3,600,000 |
| 생산비(C) | 585,620,999 | 493,053,968 | 510,154,900 | 75,466,099 | △ 17,100,932 | 92,567,031 |
| 소득(A-B) | 247,926,971 | 362,629,847 | 207,524,000 | 40,402,971 | 155,105,847 | △ 114,702,876 |
| 이윤(A-C) | 226,504,001 | 346,263,532 | 186,229,100 | 40,274,901 | 160,034,432 | △ 119,759,531 |
| 소득률(%) | 30.5% | 43.2% | 29.8% | | | |

자료 : 통계청 2015, 축산물생산비.

경영간 비교 결과 소득률은 B농장이 A농장보다 12.7% 높게 나타났다. B농장은 생산비 중 상각비와 사료비가 A농장에 비해 특히 낮게 나타났고 임차료와 종부료를 제외한 대부분의 지출 항목 또한 전반적으로 낮게 나타났다.

상각비는 전국평균보다 약 10~15% 높게 나타났는데 이는 내용년수 30년으로 계산한 자동착유기 감가상각비와 유지보수비용을 포함했기 때문이다.

(나) 손익분기점 및 경영안전율 비교

손익분기점 분석한 결과 A농장의 손익분기점이 322,797,512원으로 이때 손익이 0이 되면 손익분기점율은 40%, 경영안전율은 60%로 나타났다. B농장의 손익분기점은 275,572,241원, 손익분기점율 33%, 경영안전율 67%로 각각 조사되었다<표 7-2>.

표 7-2 손익분기점 및 경영안전율 비교분석

(단위: 원,%)

| 항목 | A농가 | B농가 | 전국평균 |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 고정비 | 163,551,429 | 177,262,190 | 128,812,000 |
| 변동비 | 400,646,600 | 299,425,463 | 360,048,000 |
| 매출액 | 812,125,000 | 839,317,500 | 696,384,000 |
| 손익분기점 | 322,797,512 | 275,572,241 | 266,705,365 |
| 손익분기점율 | 40% | 33% | 38% |
| 경영안전율 | 60% | 67% | 62% |

주 : 1. 손익분기점율 = 손익분기점(x)/매출액(s)*100

2. 경영안전율 = 100-손익분기점율

3. x=손익분기점, f=고정비, s=매출액, v=변동비

경영안전율은 높이기 위해서는 손익분기점의 값이 되도록 작아야 한다. 그렇게 하기 위해서는 쿼터량을 맞춰 생산하며 규모 확대 후 추가적으로 쿼터를 구입하는 방안 기계나 시설투자를 절감하여 고정비(감가상각비)의 부담을 줄여야 한다. 변동비의 절감(사료효율방안)에 노력 한다면 경영안전율을 올릴 수 있다. 그러므로 경영안전성은 B농장이 안전한 경영을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

(다) 사육규모별 적정사육두수 비교

분석한 결과 기존착유 A농장은 80두를 착유하여 두당 조수입은 10,151천원이며, 자동착유 B농장은 10,760천원으로 609천원 차이를 보였다. 사육규모별 두당수익성을 보면 총수입 평균 10,057천원이며, 60~79두 10,274천원으로 높게 나타났으며, 40두미만 8,920천원으로 낮게 나타났다. 소득 평균 3,910천원이며, 60~79두 4,390천원으로 높게 나타났으며, 40두미만 3,060천원으로

낮게 나타났다. 순수익 평균 2,809천원이며, 60~79두 3,026천원으로 높게 나타났으며, 40두미만 1,383천원으로 낮게 나타났다.

따라서, 사육규모별 적정사육두수는 60~79두 규모이다

표 7-2 사육규모별 두당 수익성

(단위 : 천원)

| 구 분 | 40두미만 | 40~59 | 60~79 | 80두이상 | 평 균 |
|----------|-------|-------|---------------|--------|--------|
| 총수입 (A) | 8,920 | 9,781 | 10,274 | 10,222 | 10,057 |
| - 우유 판매 | 8,564 | 9,319 | 9,819 | 9,808 | 9,631 |
| - 부산물수입 | 225 | 214 | 252 | 231 | 232 |
| · 송이지판매 | 192 | 183 | 227 | 209 | 208 |
| · 구비 판매 | 33 | 31 | 25 | 22 | 24 |
| - 기타 수입 | 131 | 248 | 204 | 183 | 194 |
| 일반비(B) | 5,860 | 5,726 | 5,884 | 6,312 | 6,113 |
| 사육비(C) | 7,536 | 7,194 | 7,248 | 7,231 | 7,248 |
| 소 득(A-B) | 3,060 | 4,055 | 4,390 | 3,910 | 3,944 |
| 순수익(A-C) | 1,383 | 2,587 | 3,026 | 2,991 | 2,809 |

자료 : 축산물생산비 2015, 통계청

다. 요약 및 결론

조사결과 자동착유시스템 도입 시 생산비에 큰 비중을 차지하는 사료비는 오히려 절감되었으며 하루 평균 2회 이상의 착유가 가능해져 생산비 대비 조수입이 늘어나는 효과를 가져왔다. 물론 고가의 자동착유기와 관리비용으로 인한 전체적인 상각비는 증가하였지만 유사비가 절감되어 경영안전율은 전국평균과 큰 차이가 나지 않았다. 비교대상 A·B농가는 착유규모와 유대비가 비슷하며 쿼터량은 같지만 경영안전율은 7% 차이가 발생했다. A농가에 비해 B농가는 자동착유기의 높은 투자비용에서 발생하는 리스크를 줄이기 위해 옥수수, 라이그라스 등과 같은 조사료를 자가 생산하여 사료비를 최대한 절감하였고 자동착유시스템에 적합한 유두배열을 위해 젖소 개량에 많은 투자를 하였다. 또한 불완전 착유 해당 젖소를 기존 착유시스템으로 직접 착유하여 최대한 생산성을 끌어 올렸다. 이러한 자동착유기 맞춤형 경영관리는 소득의 향상을 가져왔고 결국 기존착유시스템 농가보다 높은 경영안전율을 보였다.

결국 B농가의 경영관리형태가 바로 자동착유도입 성공의 모범 사례가 될 거라 생각한다. ① 자가 생산으로 인한 사료비절감, ②자동착유기에 맞는 착유우 개량, ③기존착유시스템과의 병행 착유는 현재 자동착유기 시스템의 문제를 해결 할 수 있으며 이러한 초기전환기과정을 거친 후에 자동착유기 도입의 궁극적인 목적인 노동력 절감 효과를 가장 빠르게 볼 수 있다고 생각한다. 특히 생산시설의 완전한 자동화는 결국 노동 조건이 개선되므로 고용노력비 절감 효과와 후계자 양성에 큰 힘이 될 것이다.

8. 낙농경영의 사육규모별 활성화 방안

가. 낙농경영의 적정사육두수 변화

낙농경영의 안정적인 소득확보를 위한 모델설계는 구체적으로 이러한 생산(단지)지의 낙농경영을 대상으로 하는 경영설계 및 경영개선에 필요한 기술지표 및 경제성 지표를 기반으로 계획→실행→평가→개선계획으로 이상적인 경영관리 목표제시를 목적으로 한다.

낙농경영의 모델설계는 기업경영과 가족경영 중 가족농업경영의 성립조건, 즉, ① 소득이 연간 필요로 하는 가계비를 충족시킬 것, ② 소득을 가족노동보수로 환산하여 그것이 일반노임수준을 상회할 것 등 두 가지 조건이 확보될 필요가 있다.

- 낙농 전업경영으로 성립하기 위해서는 소득이 농업소득에서 확보되고 동시에 도시근로자 세대 연간소득과 비교하여 동일수준 또는 그것을 상회하는 수준을 충족시킬 필요가 있음. 이것은 재생산이 가능한 지속가능한 농산업으로의 진입을 목표로 한다.

가족경영의 성립조건

가족경영은 자신의 토지, 노동, 자본의 모든 것에 대하여 정당한 보수가 지불되지 않더라도 성립한다. 때로는 지대나 이자는 고사하고 노동비도 충분히 보상되지 않는 경우도 있다. 가족경영이 성립되기 위해서는 ①필요로 하는 가계비를 충족시킬 수 있는 소득을 얻는 것과, ②소득을 가족노동보수로 환산하여 그것이 일반임금수준을 상회하는 것, 등의 2가지 조건이 확보될 필요가 있다. 이것을 공식으로 나타내면,

$$\text{소득(혼합소득)} \geq \text{년간 필요 가계비} \dots \text{①}$$

$$\text{가족노동보수} \geq \text{일반노임수준} \dots \text{②}$$

(1시간 또는 1일당)

이 된다. 전업경영으로서 성립하기 위해서는 ①식의 소득이 농업소득에서 확보되고, 동시에 ②식을 충족시키지 않으면 안된다. ①식이 확보되었다 해도 ② 식이 성립되지 않을 때에는 노임수준이 높은 농업외 노동으로 이동하여 농업으로부터 이탈하고 만다.

○ 낙농경영이 성립하기 위해서는 적정 사육두수 확보가 필요함

○ 전업경영일 경우 안정적인 낙농 농가의 소득 확보를 위한 적정사육두수(과거 9년간)는 15두임

※ 산출방식

- ① 국민소득의 지표인 국민 총생산(Gross Domestic Product, GDP)을 2009년 지수 100으로 하여 도시근로소득과 연간 두당 평균소득에 적용하여 산출하였음
- ② 예) 도시근로소득(2014년) : 49,173천원 → 2015년 지수 100으로 기준시 : 49,541천원
- ③ Beef Cycle(사육두수의 변화) : 70년~01년(30년) 사육두수 증가세 → 02년~11년(9년) 사육두수 감소세 → 12년~17년(5년 예상) 사육두수 증가세
- ④ 두당 평균소득 변화추이를 보면 16년, 17년 예상소득은 증가 할 것으로 예상됨
- ⑤ 이러한 결과를 토대로 07년~15년 평균으로 적정사육두수를 산출하였음

표 8-1 안정적인 낙농경영 소득 확보를 위한 적정 사육두수

(단위 : 천원, 두)

| 구분(년) | 도시근로소득(A) | 연간 두당 평균 소득(B) | 낙농 호당 적정 사육두수(A/B) |
|-------|-----------|-------------------|-----------------------|
| 2007 | 37,954 | 2,596 | 15 |
| 2008 | 40,597 | 2,350 | 17 |
| 2009 | 39,866 | 2,679 | 15 |
| 2010 | 41,750 | 2,772 | 15 |
| 2011 | 44,041 | 2,529 | 17 |
| 2012 | 46,622 | 2,918 | 16 |
| 2013 | 47,917 | 2,954 | 16 |
| 2014 | 49,173 | 3,580 | 14 |
| 2015 | 49,541 | 3,944 | 13 |
| 평 균 | 44,162 | 2,924 | 15 |

자료 : ① 농림수산식품부, 「농림업주요통계」, 각 년도

② 통계청, 「축산물 생산비」, 각 년도

주 : ① 농림업주요통계 국민계정 주요지표(GDP)을 적용하였음

② 호당 적정 사육두수 = 도시근로소득/연간 두당 평균 소득

(2) 낙농경영의 소득

조수익과 수익은 같은 의미이지만 「비용」과 「경영비」는 가족경영비가 포함되지 않는 것만큼 경영비 쪽이 적으며, 따라서 같은 경영에 대하여 2가지 방법의 계산을 했다고 하면 소득이 순이익보다 크게 된다.

이렇게 하여 얻어진 「소득」은 가족의 투하노동에 대한 보수에 있는 것만은 아니다. 가족경영은 토지, 노동, 자본 3가지의 생산과정을 투입하여 인격적으로는 지주, 노동자, 자본가의 세

가족경영에서는 조수익으로부터 경영비를 공제하고 소득을 산출한다. 소득은 자신의 토지, 노동, 자본에 대한 혼합소득이기 때문에 여기에서 자기 자본이자와 자작지 지대의 추정금액을 빼주면 가족노동보수가 얻어진다. 이것을 노동소득 이라고도 한다.

노동보수는 경영주를 포함한 가족전원의 노동에 대한 보수이다. 여기에 가족의 노동비를 건적하여 공제하면 경영주의 노동소득이 얻어진다. 가족노동보수가 가족으로서의 보수인데 대하여 경영주 노동소득은 경영주 개인의 소득이다. 가족노동보수가 일본적이라고 하면 경영주 노동소득은 유럽·미국적인 생각으로 미국에서는 경영주 노동소득의 수익성을 중요한 지표로 하고 있다.

가족의 노동에 종사자 급여의 지급을 인정하고 세금은 경영자 개인에게 부과하고 있는 현행 세법의 규정은 미국적인 사고방식을 받아들인 것이다.

한편 여기에서 말하는 지대, 노임, 이자는 일반적으로 다음과 같이 평가되어 진다.

이상의 건적금액 합계와 ②식에서 얻어진 혼합소득이 일치한다고 만은 볼 수 없다. 만약 혼합소득이 건적금액을 밑돌면 3요소 각각에 대하여 정당한 보수가 얻어지지 않았다는 것을 의미하며 토지, 노동, 자본 모든 것을 외부로부터 조달하여도 경영이 성립되는 것, 즉 기업경영으로서의 성립조건이 충족되었다는 것이 된다. 그 차액을 「기업이윤」이라고 하지만 일반적으로 가족농업경영에서는 기업이윤을 얻을 수 있는 정도로 농업의 수익성은 높지 않다.

9. 결론

가. 향후 국내 AMS 도입 전망과 결론

지난 수십 년간 국내 낙농업은 비약적인 발전을 이루었으며, 향후에도 지속적인 발전을 이룰 것이라고 생각된다. 그러나 최근 사료가격 상승, FTA, 환경 문제의 대두, 낙농 1세대의 고령화로 인한 노동력 부족 등 다양한 문제가 국내 낙농업의 지속 발전을 위해 해결해야 하는 과제로 대두되고 있다. 특히, 착유 부분은 노동력이 집중되어야 하는 분야로 낙농업의 발전함과 동시에 착유기의 발전도 동시에 진행되어 왔다. 낙농 선진국인 유럽의 경우, 텐덤 또는 헤링본 착유기에서 자동착유기의 보편화를 통하여 노동력 문제를 개선하고 있다. 반면에 국내 낙농업 종사자는 자동착유기 도입에 있어서 소극적인 경향을 보이고 있다. 그 이유는, 첨단 기기에 대한 거부감, AS 등의 문제점, 고가의 자동착유기 도입 비용, 향후 낙농업에 대한 지속성 등을 들 수 있다. 본 연구는 착유우 기준 4개 규모별 낙농가를 대상으로 자동착유기에 대한 인지도, 문제점, 향후 도입의향 등을 조사하여 향후 발생 가능한 자동 착유기 시장 수준을 분석하였다.

낙농 선진국인 유럽의 경우, 전체 낙농가의 약 20%이상 자동착유기를 사용하고 있으나 국내 낙농농장에 도입된 자동착유기는 약 89대로 상당히 낮은 수준인 것으로 조사되었다. 80농가를 대상으로 한 자동착유기에 대한 인지도는 총 61.25%로 비교적 많은 농가에서 자동착유기에 대하여 알고 있는 것으로 조사되었다. 80두 이상 착유우를 사육하는 대규모 농가에서 자동착유기에 대한 인지도가 높은 것으로 나타났다. 총 설문대상 80농가 중 15농가(18.75%)에서 자동착유기를 도입필요성을 느끼고 있다고 응답하였으며, 반대로 자동착유기를 도입할 필요성을 느끼지 못한다고 응답한 농가는 27농가(33.75%)로 조사되었다. 만약 자동착유기를 도입하고 싶다면 어떠한 이유에서 도입을 하고 싶은지에 대한 설문조사 결과 총 80농가 중 64농가(80.00%)에서 노동력을 절감하기 위하여 도입하고 싶다고 응답하였는데, 이는 국내 낙농의 노동력 문제가 심각하다는 것으로 판단되어 진다. 따라서 현재 농림축산식품부의 정책인 ICT 사업이 활발하게 진행되어 낙농가의 자동화가 조속히 정착되어야 할 것으로 판단된다. 아울러, 자동착유기 도입 시 예상되는 효과를 조사한 결과, 마찬가지로 노동력 감소가 가장 크게 나타날 것이라고 응답하였다 (총 80농가 설문대상 중 57농가 응답). 자동착유기 도입에 따른 예상 문제점은 다양하게 나타났는데, 시설의 추가 투자 (42농가, 52.5%), 착유우 관리 (16농가, 20.00%), 자동착유기 운영미흡 (13농가, 16.25%), 번식장애 및 미적응 젖소의 도태 (5농가, 6.25), 기타 (4농가, 5.00%) 순으로 조사되었다. 향후 자동착유기를 도입할 의향을 조사한 결과, 전체 80농가 중 25농가(21.25%)가 도입할 의향이 있다고 응답하였다. 특히, 착유두수가 40두 이상 79두 이하인 중규모 농가에서 도입의향이 높은 것으로 조사되었다. 아울러 자동착유기를 도입하기 전에 선행되어야 할 개선과제로는 착유두수 증가, 예산 및 부지확보라고 답한 농가가 49명 (61.25%)로 가장 많았으며, 다음으로 한국형 자동착유기를 개발하면 자동착유기를 도입하겠다는 농가가 14

농가 (17.50%), 자동착유기에 대한 정부의 보조 사업 시행 (13농가, 16.25%), 자동착유기와 관련된 교육 (4농가, 5.00%)순으로 조사되었다. 이상과 같이 조사결과에 따르면, 많은 낙농가에서 노동력문제를 개선하기 위한 고민을 하고 있는 것으로 판단되고 있으며, 이에 대한 대안으로 자동착유기를 설치할 의향이 있는 것으로 판단된다. 그러나 자동착유기를 도입하기 위해서는 고가의 설치비용, 농장 규모 등의 문제점과 함께 자동착유기가 젖소에 미치는 부정적인 영향 (초기 체세포 증가 현상, 원유의 품질관리, 미적응 개체 문제 등)과 자동착유기에 대한 부정적인 인식 (고가의 자동착유기 도입에 따른 예산문제, 신속한 AS 부재, 고가의 AS 비용 부담 등)이 개선되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구결과에 따르면, 국내 전체 착유농가의 20% 수준까지 자동착유기를 도입하여 운영할 수 있을 것으로 판단되는데 위에서 언급하였듯이 중저가의 자동착유기 개발, 정부의 자동착유기 도입 예산 보조사업, 자동착유기와 관련된 다양한 정보를 낙농가에 제공하면 국내도 낙농선진국인 유럽과 유사한 수준의 자동착유기 도입이 가능하여 노동력 문제를 크게 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

부록 1. AMS 적용 우수사례 농가

가. 시설(법인) 설립 개황

- (1) 마을명(농장명) : (또나따 목장) / 대표자 : (양 의 주)
- (2) 조직의 형태 : 개인농가(○)
- (3) 연락처
- 전화 : 집, 사무실 (031-356-1602) ○ 휴대전화 (*****)
 - 농장 주소 : (445-861 경기도 화성시 마도면 백곡리 551번지)
 - 이메일 주소 : (*****)
 - 홈페이지 : (<http://www.ttonatta.com>)
- (4) 축 종 : (낙농)
- (5) 운영(고용)인력 : - 생산 : 정규직 외국인 1명, 한국인 1명 230만원/ 월
 - 가공장 : 정규직 (7명) - 체험 : 일용직 8명(6~8만원/일, 3~4개월)
- * 체험 일용직은 여성인력센터 체험교육 육성 3기,
- (5) 사육두수(착유우 120두, 육성우 100두, 비육우 100두)
- (6) 농장면적 : 건물 : 축사 600평(개방식 톱밥우사)/후리스톨 우사 530평, 퇴비사 250평,
 창고 80평, 목장부지 : 3,000평, 사료작물포 20,000평
- (7) 연간 생산량 : 생유 1,168ton(이중 가공품 사용량 350ton)

나. 연간 수입규모

- (1) 연간 수입
- | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| ① 축산물 생산 판매 (859백만원) | ② 축산물 가공 판매 (1,787백만원) |
| ③ 농촌 체험 등 (180백만원) | ④ 기타() (천원) |
- (2) 연간 비용

① 축산물 생산 판매(원유) (687백만원)

② 축산물 가공 판매 (894백만원)

③ 농촌 체험 등 (144백만원)

④ 기타() (천원)

* 연간 비용 산출(수입 대비) : 생산 80%, 가공판매 50%, 농촌체험 80%을 기준

(3) 설립시 투자금액

- 총 투자비용 : 15억원

* 지원사업명 : 약 3,000천만원

다. 시설 보유 및 활용 현황

(1)가공·저장시설

| 구 분 | 가공시설 | | 냉동저장창고 | 기타 |
|---------|-------|---|--------|----|
| | ① 가공장 | ② | | |
| 규 모(평) | 36평 | | | |
| 가동일 수/년 | 365 | | | |
| 운영인력(명) | 7명 | | | |
| 자부담 비율 | | | | |

* 운영인력 중 배달 2명 임

(2)체험시설

| 구 분 | 시 설 명 | | |
|---------|--------|------------------|--------|
| | ① 레스토랑 | ② 체험관 | ③ 숙박시설 |
| 규 모(평) | | 30 | |
| 가동일 수/년 | | | |
| 운영인력(명) | | 강사 8명 (3~4개월) | |
| 자부담 비율 | | | |

* 강사는 여성인력센터에서 체험교육 - 일 3~4시간 6~8만원 정도임

※ 주요 체험프로그램

| 체 험 프 로 그 램 | 체 험 내 용 | 연 간 체 험 인 원 | 1 회 체 험 비 용 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 기본 체험 | 목장둘러보기, 트랙터타고 마을 둘러보기, 로봇착유시스템 견학, 송아지우유주기, 젓소먹이주기, 어미소 생태관찰학습, 우유짜기, 아이스크림 만들기 | 10,000 | 14,000 |
| 풀 체험(치즈체험) | 기본체험 + 치즈직접만들기, 치즈가공실 견학, 직접제조한 치즈패킹하여 가져가기 | 2,000 | 20,000 |

라. 품질관리 현황

(1) HACCP 인증 현황(유 / 무), 인증년도 : (가축사육업 2008년, 유가공 2013년)

(2) 무항생제 인증 현황(유 / 무), 인증년도 : (2010년) ■ ISO 9,000 2011년

마. 축산물 판매 경로(방법)

| 품 목 | 연 간 판 매 량(%) | 판 매 경 로 | | | | |
|------|-----------------|---------|------------|--------------|------------|-----|
| | | 체 험 | 매 장 판 매 | 온 라 인 판 매 | 업 체 납 품 | 기 타 |
| 원유 | 818ton | | | | 100 | |
| 가공시유 | 117ton | 5 | | | 95 | |
| 발효유 | 117ton | 5 | | | 95 | |
| 치즈 | 116ton | 5 | | | 95 | |
| 계 | 1,168ton | | | | | |

* 가공시유, 발효유, 치즈 : 백화점 25%, 농협하나로마트 25%, 풀무원 50%

바. 앞으로의 계획(history): 사업시작년도, 사업배경, 주요연혁

(1) 앞으로의 계획

- 농장내 카페 개설로 체험자 직거래 판매
- 농장 내 생산되는 치즈를 이용한 피자 등 신제품 개발
- AT 센터와 협의 중이며 중국 수출 노력(수출을 위한 유통기간 내 품질변화 등 국립축산과학원과 연구 중)
- 폼클링징(물 비누) 개발 : 우유 납품시 샘플 공급으로 홍보 계획

(2) 2009년 우유 및 발효유 제품을 가정배달로 처음 진출하였으나 적자

- 10명의 과다 인력
- 배달 지역의 광범위

- (3) 한층 진보하기 위해 농업기술원에서 실시하는 관광분야 교육을 집중적으로 연구
- (4) 체험 및 교육장 내 카페 개설로 직거래 실시

사. 성공요인 : 조직화, 차별화, 네트워크형성 등

- (1) 대기업 상대의 마케팅보다 입소문으로 정보전달과 지속적으로 천천히 인지도 확대
- (2) 상호 브랜드명을 어려운 것보다 소비자가 익숙해 질수 있는 단순한 명으로 출현
 - 친환경발효유, 밤에 짠 우유 등

아. 운영상 문제점 극복과정, 현재 당면한 애로사항

- (1) 2008년 12월 유가공 시작으로 인한 전문인력 부족으로 확대진출 어려움
 - 일반직원 유제품 제조시 식품사고 일부 발생 및 품질이 다소 떨어짐
- (2) 실패를 통한 적자는 6차산업을 위한 수험료로 긍정적인 생각
- (3) 일부 지역의 집중화하도록 함
- (4) 체험강사 육성
- (5) 불법건물의 제약 : 합법화 할 수 있는 제도개선 필요

사례 : 농도원 목장

□ 낙농체험목장 운영

- 우유생산에 의존하던 낙농가에서 **낙농체험목장(3차 산업)운영**으로 안정적인 농외소득을 가
저올 수 있는 낙농경영방식 적용

□ 목장 개요

- 젖소사육규모: 125마리(착유우 65마리: 2.0톤/일 생산)
- 농장명: 농도원 목장(황병익 대표), 1973년 목장개업
- 농장규모: 17ha(50,000평) 초지 11ha, 소나무숲 2.5ha
- 주소: 경기 용인시 처인구 원삼면
- 낙농체험목장 인증
 - 낙농체험인증(2005낙진회), 우수체험공간(2011농림축산식품부) 등

□ 성공요인 및 성과

- (국내 최초) 낙농관리기술을 통한 낙농체험목장으로 6차 산업화
 - 유제품(신선치즈, 아이스크림) 제조기술을 접목한 낙농체험목장

낙농체험목장 선정 → 분석·전문가 상담 → 신선치즈 제조기술 이용 체험프로그램 →
낙농체험목장 차별화 → 6차 산업화 성공사례 농장

- (성과) 낙농체험목장 운영으로 6차 산업화 경영 성과
 - 방문객 및 체험수익: 3만 명/년(2014), 6억 3,000만원(2014)
 - 부가가치 향상: 원유 1,070원/kg → 요구르트 11,000원/kg(10.3배)
 - 아름다운 목장을 활용한 낙농체험목장 운영으로 차별화 전략

□ 용인 농도원 목장 소개 (체험학습장)

- 목장면적 : 50,000평 (초지 110,000㎡, 소나무 숲 25,000㎡)
- 체험 방법
 - 송아지우유주기, 건초주기, 젓짜기, 아이스크림만들기, 치즈만들기 등의 체험을 해당 체
험장을 이동해 가며 실시



01 송아지우유주기

송아지는 태어나자마자 어미 소와 분리되어 하루 4회 약 8주간 송아 우유를 먹게 됩니다. 송아지마 우유 먹는 모습과 송아지가 젖을 빠는 힘이 얼마나 강한지를 관찰해서 직접 느끼고 배울 수 있는 좋은 경험을 제공할 수 있습니다.



02 건초주기

우리가 밥을 먹듯이 소들의 주식은 건초입니다. 송아지는 보통 하루에 3-4kg 정도, 어미 젖소들은 하루 평균 10kg 정도의 건초를 먹고 삽니다. 건초주기 체험은 소가 먹는 사료의 종류와 반추동물의 소화원리를 배우고 직접 해보는 흥미로운 체험이 될 것입니다.



03 젖짜기

젖소들은 보통 성주 2년이 지나야 초산 분만을 하게 되고 비록 소 우유를 짜게 됩니다. 젖소 한 마리는 하루평균 30% 정도의 우유를 생산하게 되는데 송아지가 하루에 4리 우유를 먹으니 나머지 우유는 우리가 함께 나눠 먹을 수 있는 것입니다. 젖 짜는 두류에서 파릇한 어미젖소의 체온을 느낄 수 있을 것 입니다.



04 송아지만지기

젖 태어난 송아지의 무게는 40kg 정도지만, 어미 젖소의 무게는 보통 800kg이 넘습니다. 젖소는 곡주를 따르고 서로 우젖도 나는 일입니다. 우리 어린이들도 젖소를 만지며 생명의 소중함을 느끼게 되었으면 좋겠습니다.



05 아이스크림 만들기

벌꿀과 소금을 이용하여 우유만으로 맛있는 아이스크림을 만든다는 사실을 이번 체험을 통해 자세하게 알게 될 것입니다. 또한 노동의 댓가로 얻는다는 것도 느끼게 될 것입니다. 직접 만들어 보는 일련한 수제 아이스크림의 맛처럼 달콤한 시간이 되셨으면 좋겠습니다.



06 트랙터타기

트랙터를 타고 소나무 숲을 지나 조지와 간척을 넘어 목장을 한 바퀴 돌립니다. 이 트랙터의 길은 90마력짜리 대형트랙터. 이는 말 90마리가 끄는 힘과 같습니다. 트랙터를 타고 아름다운 목장 전경을 감상하시는 좋은시간을 가져보시기 바랍니다.



07 치즈만들기

매장에 갖 파낸 신선한 원유를 치즈젓에 넣고 실온과 발효를 하는 과정을 거치면 맛있는 스트링 치즈나 모짜렐라치즈 그리고 페이자즈 등을 만들 수 있습니다. 파면과 함께 하는 신선한 치즈의 맛, 풍성 및치 문합 체험이 되실 것입니다.

2016년 청소년 문화탐험대 농도원 목장체험



- 일 정 : 2016년 4월 23일 토요일 08:30 ~ 16:30
- 신청기간 : 2016년 3월 17일(목) ~ 2016년 4월 21일(목)
- 장 소 : 농도원목장(경기도 용인 소재)
- 대상 및 인원 : 인천관내 거주하는 8~13세 청소년 40명
- 참 가 비 : 체험비(1만원), 중식비 5천원(행사당일 현장납부)
- 세부일정 :

< 일정표 >

- 08:30 ~ 09:00 출석체크
- 09:00 ~ 10:30 차량이동
- 10:30 ~ 10:50 인사 및 농도원 목장소개
- 10:50 ~ 11:40 송아지 만지기, 젖짜기
- 11:40 ~ 12:30 건초주기, 송아지 우유주기
- 12:30 ~ 13:30 점심시간
- 13:30 ~ 14:20 아이스크림 만들기, 트랙터타기
- 14:20 ~ 15:00 치즈만들기
- 15:00 ~ 16:30 인천사청소년회관으로 이동



- 신청방법 : 전화접수(선착순) 참가신청서 및 보험가입동의서류 작성 후
신청서 이메일 : icyouth@nate.com 및 팩스접수 032-884-2024,
기관 내 방문 접수(선착순)
- 제출서류 : 참가신청서, 보험가입동의서류 각 1부
- 준 비 물 : 편안한 복장, 운동화, 비상약(멀미약), 간식, 물 등
- 담 당 자 : 문신록 ☎ 032) 887-5270~2, 홈페이지 : <http://icyouth.or.kr>



인천광역시청소년회관



<제1협동> 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

제1절 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 생산성 조사(1차년도)

1. 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른의 젖소 생산성 조사

가. 재료 및 방법

본 연구의 목적은 자동착유시스템 도입 농가의 젖소 생산성 구명이다. 처리구는 자동착유시스템 설치 농가(AMS 처리구)와 관행 착유 농가(CMS 처리구)이며, 조사 농가 수는 AMS 19개소, CMS 21개소이다. 조사 방법은 농가 방문을 통한 설문지 조사 또는 AMS 제어프로그램 활용 data 취합이다. 조사 항목은 착유두수, 두당 산유량, 착유 횟수, 노동투입인력, 1인당 착유두수, 사료 급여량, 노동시간, 연간 유지·보수 비용 등이다.

나. 결과 및 고찰

(1) 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 주요 생산성 지표 분석

농가당 평균 착유 두수는 자동착유시스템 설치 농가가 많았으며(64.4 vs 43.1두), 이는 자동착유시스템 시스템을 도입하는 농장의 경우 대부분 어느 정도 사육규모가 큰 농장이거나 초기 도입 투자비용의 빠른 회수를 목적으로 남유량을 늘리기 때문으로 생각된다. 두당 평균 산유량 또한 자동착유시스템 설치 농가가 높았으며(31.1 vs 27.1kg/d, $p=0.01$), 이는 기존 연구결과로 익히 알려진 착유 횟수 증가(2.8 vs 2.0회/일, $p<0.001$)에 따른 산유량 증대 효과라고 생각된다. 착유시스템별 노동투입인력은 유의적인 차이가 없는 것(2.58 vs 2.45인/호, $p=0.17$)으로 조사되었으나, 착유두수의 차이로 인하여 1인당착유두수는 자동착유시스템 설치 농가가 유의적으로 높은 것(29.6 vs 18.7두/인, $p=0.02$)으로 조사되었다. 착유시스템에 따른 TMR사료 급여량($p=0.98$)과 착유 중 급여하는 농후사료를 합한 총사료 급여량($p=0.73$)에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 착유 시스템에 따른 젖소 생산 효율 비교 문헌에서도 착유 가능두수, 총 산유량, 착유우 마리당 산유량 등 자동착유시스템이 우수한 것으로 본 연구의 결과와 일치하였다.

표1. 착유시스템에 따른 젖소 생산성 비교

| Items | AMS* | CMS** | SEM | P-value |
|---------------|-------|-------|-------|---------|
| 착유두수, 두 | 64.4 | 43.1 | 27.90 | 0.01 |
| 시간당 착유두수, 두 | 2.7 | 1.8 | | |
| 두당산유량, kg/일 | 31.09 | 27.06 | 6.47 | 0.05 |
| 착유횟수, 회/일 | 2.83 | 2.00 | 0.53 | <0.0001 |
| 노동투입인력, 인 | 2.58 | 2.45 | 1.00 | 0.17 |
| 1인당착유두수, 두 | 29.6 | 18.7 | 13.80 | 0.02 |
| TMR사료 급여량, kg | 27.9 | 28.0 | 8.49 | 0.98 |
| 총사료급여량, kg | 35.1 | 34.2 | 8.04 | 0.73 |

* Automatic Milking System

** Conventional Milking System

표2. 착유 시스템에 따른 젖소 생산 효율 비교 연구 결과(국외)

| Year | Arable area, ha | | Number of dairy cows | | Total milk production, L | | Milk yield per cow, L | |
|------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Farms CMS ¹ | Farms AMS ²³ | Farms CMS ¹ | Farms AMS ²³ | Farms CMS ¹ | Farms AMS ²³ | Farms CMS ¹ | Farms AMS ²³ |
| 2000 | 60 | | 34 | | 238,580 | | 7,431 | |
| 2001 | 63 | | 35 | | 226,306 | | 7,518 | |
| 2002 | 67 | | 37 | | 239,362 | | 7,691 | |
| 2003 | 67 | | 37 | | 234,131 | | 7,887 | |
| 2004 | 68 | | 39 | | 254,628 | | 8,038 | |
| 2005 | 72 | 92 | 41 | 58 | 268,871 | 478,476 | 7,929 | 8,197 |
| 2006 | 74 | 93 | 43 | 64 | 247,192 | 533,404 | 8,068 | 8,347 |
| 2007 | 76 | 95 | 45 | 64 | 302,346 | 539,289 | 8,230 | 8,476 |
| 2008 | 79 | 100 | 47 | 66 | 322,704 | 548,744 | 8,119 | 8,346 |
| 2009 | 80 | 107 | 48 | 71 | 318,276 | 601,306 | 8,101 | 8,531 |
| 2010 | 79 | 111 | 49 | 73 | 317,306 | 607,762 | 8,189 | 8,405 |
| 2011 | 85 | 115 | 51 | 76 | 334,447 | 628,661 | 8,304 | 8,380 |
| Mean | 75 | 103 | 43 | 68 | 347,001 | 571,803 | 8,006 | 8,390 |

(Heikkilä, Anna-Maija et al., 2014)

(2) 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 소요 노동력 비교·분석

자동착유시스템 설치에 따른 노동력 절감 효과는 약 16%인 것으로 조사되었다(4.7 vs 5.6h). 노동 시간 중 착유시간(미적용 개체 확인 및 착유기 점검 시간 포함)은 자동착유시스템이 약 30분/일 절감되는 것으로 조사되었다.

낙농가의 노동 시간 중 가장 큰 부분인 착유시간에서 관행 착유 농가가 하루 중 2회로 집약되어 있는 것과 다르게 자동착유시스템 착유 농가는 일 중 분산되어 있는 것으로 조사되었다.

자동 착유시스템의 경우 미적용 개체 관리 및 착유기 점검 등 착유 작업에 비해 노동강도가 낮은 착유관련 업무가 하루 중 분산되어 있다. 본 연구 결과는 농장주의 설문조사에 의한 것이기 때문에 정밀한 노동 시간 분석을 위해서는 노동 강도의 수치화를 포함한 추가 조사가 필요할 것으로 생각된다.

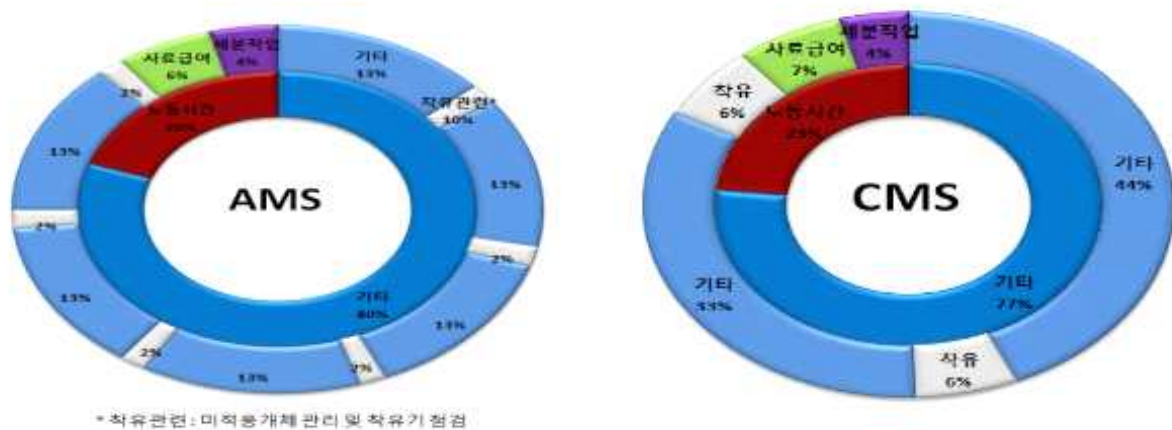


그림1. 착유시스템(AMS vs CMS)에 따른 노동시간 비교

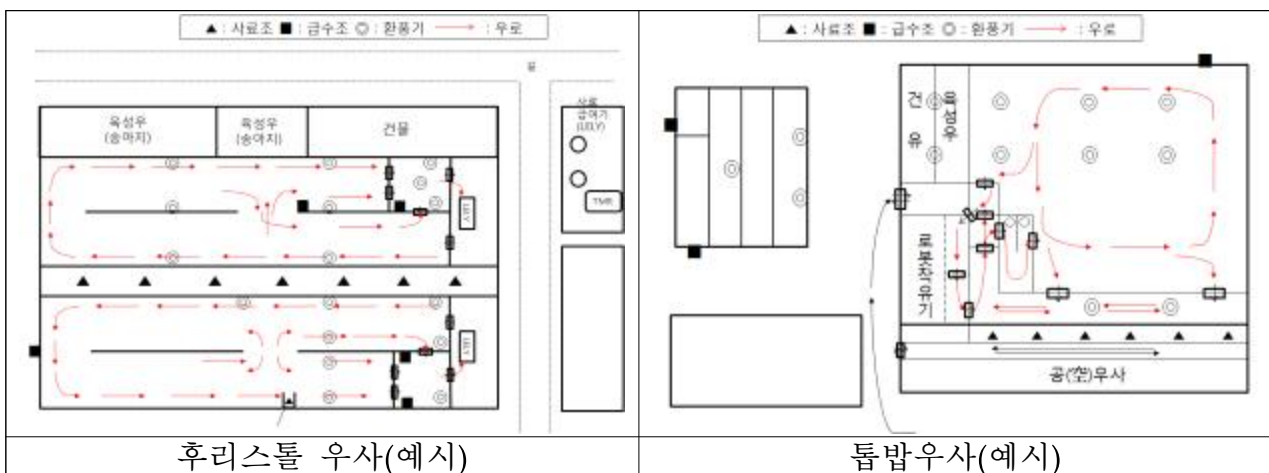
(3) 우사 형태에 따른 생산성 조사

우사 형태에 따른 자동착유시스템 적용 장·단점 분석 결과 현재 자동착유시스템(AMS) 농가에서 축사 구조별 분류를 실시했을 때 톱밥 구조가 12농가(60%)로 가장 많이 나타났고, 다음으로 후리스톨 구조 7농가(35%), 마지막으로 후리스톨+톱밥 1농가(5%)가 있는 것으로 나타났다.

자동착유시스템 설치 농장의 우사 형태 및 사육 현황 비교 결과 자동착유시스템 설치 농장의 축사 구조(톱밥 우사 vs 후리스톨)는 젖소 산유량 (33.9 vs 34.7, $p=0.72$)은 물론 착유 횟수에도 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(2.78 vs 2.88회/일, $p=0.65$). 자동착유시스템 설치 농장의 두당 사육면적별 착유 두수 및 산유량 비교결과 유의적인 차이가 없는 것으로 조사 되었다.

표3. 자동착유시스템의 축사형태별 착유 두수 및 산유량 비교

| 항목 (단위) | 축사 형태 | | |
|--------------|----------|-----------|---------|
| | 톱밥우사 | 후리스톨 | P-value |
| 착유두수(두) | 48.0±9.6 | 48.6±10.5 | 0.8978 |
| 평균 산유량(kg/일) | 33.9±2.6 | 34.7±5.8 | 0.7178 |
| 착유횟수(회/일) | 2.78±0.5 | 2.88±0.5 | 0.6523 |



<그림> 우사구조 예시

표4. 자동착유시스템 설치 농장의 두당 사육면적별 착유 두수 및 산유량 비교

| 항목 (단위) | 사육면적 | | |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|
| | 20m ² 미만 | 20m ² 이상 | P-value |
| 평균 산유량(kg/일) | 33.9±4.4 | 34.4±3.2 | 0.7929 |
| 착유횟수(회/일) | 2.9±0.5 | 2.6±0.4 | 0.1137 |

2. 국내 자동착유시스템 설치 농장의 이용 실태 및 만족도 조사

가. 재료 및 방법

본 이용 실태 및 만족도 조사 연구의 조사 대상은 국내 자동착유시스템 설치 낙농가 20개 소이다. 조사 방법은 농가 방문을 통한 설문지법 또는 AMS 제어프로그램 활용 등이다. 조사는 2014년 4월부터 10월까지 수행하였다. 조사 항목은 지역별 분포도, 경력 및 생산성, 우사 형태, 자동착유시스템 설치동기, 경영형태, 로봇착유시스템 프로그램, 주운영자, 시스템 운영상의 애로사항, 설치후 도태 원인, 유지보수 계약체결 유무, 설치후 체세포 변화, 설치 후 만족도, 설치 후 업체 A/S, 설치 후 노동력절감, 설치 후 유량 증가, 다른 농가에 권장시 고려사항 등이다.

나. 결과 및 고찰

(1) 자동착유시스템 생산성 조사 농장의 지역별 분포도

자동착유시스템은 지역별로 경기도 12호(60%), 충청도 3호(15%), 강원도 1호(5%), 경상도 4호(20%)였다. 경기도의 절대 낙농가 수가 많을 뿐 아니라 상대적으로 대규모 농장 수 많았고 학교 등 공공기관을 포함하여 자동착유시스템 보급 현황도 경기도가 가장 높은 것으로 조사되었다.

(2) 자동착유시스템 설치 농장주의 젖소 사육 경력 및 생산성

2006년에 국내 최초 자동착유시스템 도입되었으며, 기존 낙농 경력 포함하여 총 젖소 사육 경력은 평균 23.7년, 최고 44년, 최저 3년이였다. 자동착유시스템 이용 경력은 평균 5.6년, 최고 8년, 최저 1년 미만이었다. 산유량 : 평균 34.2kg, 최고 43.5kg, 최저 26.5kg이었고, 원유기준량(쿼터량) : 평균 1,959kg, 최고 4,000kg, 최저 900kg이다. 산유량, 착유두수, 쿼터량, 납유처 등이 다양한 조사 농가를 선정하였다.

(3) 자동착유시스템 우사형태

톱밥우사, 후리스톨 우사, 톱밥+후리스톨 우사로 구분되며 우사 비율은 톱밥우사 12호(60%), 후리스톨 우사 7호(35%), 톱밥+ 후리스톨 1호(5%)이다. 신축 시 후리스톨 비율이 높고, 기존 우사에 착유시스템 변경 시 톱밥우사 비율 높은 것으로 나타난다.

자동착유시스템 설치 동기로는 노동력 절감(가업 승계 및 고용 인력 활용 극대화)이 13호(65%) 체험목장 등 전시용 2호(10%), 산유량 증가 1호(5%) 순으로 나타난다.

자동착유시스템 농장의 경영형태는 가족경영 9호(45%), 가족+고용 8호(40%), 기타 3호(15%) 순으로 나타나고 자동착유시스템 도입 시 기존대비 노동력 절감으로 가족 경영이 가능하다. 가족+고용 형태 농장의 수가 높은 이유는 착유는 노하우가 필요한 작업으로 외국인 근로자 등

직원에게 전적으로 맡기기 어렵지만, 자동착유시스템을 운영할 경우 시너지효과 발생으로 농장주의 역할이 획기적으로 줄어들 수 있기 때문이다.

자동유시스템 프로그램 주 운영자로는 농장주 본인 13호(65%), 직원 3호(15%), 자녀 2호(10%), 기타 2호(10%) 순으로 나타난다. 대부분 본인이 운영하지만, 35%는 타인에게 의존하고 있다. 향후 노령 사용자의 활용도 제고를 위한 프로그램 사용자 경험(UI) 개선이 필요하며 자동착유시스템 농장의 시스템 운영상의 애로사항으로는 잦은 기계 고장 및 수리 지연 8호(40%), 미적응 개체 관리 4호(20%), 자동착유시스템 관리 3호(15%) 순으로 나타나고 자동착유시스템은 365일 24시간 가동되는 장비이고, 착유기가 중지되면 착유 지연으로 인한 산유량 저하, 유방염 발병 등 농가 생산성에 치명적인 영향을 끼치기 때문에 신속·정확한 A/S가 필수이다. 대부분의 농가들이 업체 A/S 기사의 전문성에 의심을 갖고 있으며, 가장 불만이 큰 부분이 A/S 부분이다. 자동착유시스템은 소가 스스로 착유실로 들어가서 착유를 하는 시스템이지만 스스로 들어가지 않는 개체는 산유량 저하 및 유방염 발생을 사전에 막기 위해 인위적으로 유도를 해주어야 하며, 상당한 노동력과 스트레스가 동반되는 작업이며 자동 착유시스템 도입 초기 적응을 위한 체계적인 교육이 필요하다.

자동착유시스템 설치 농장의 주요 도태 원인은 부적합한 유두배열 11호(55%), 유방염 4호(20%), 도태 없음 3호(15%) 순으로 나타나고 자동착유시스템의 한계로 유두의 높이가 너무 낮거나, 유두의 간격이 너무 멀거나 좁으면 착유가 불가능하기 때문에 부적합 우군의 도태 뿐만 아니라 자동착유시스템에 적합한 유두배열로의 개량을 위한 정액 선정이 필요할 것으로 생각된다. 부적합 개체의 착유를 목적으로 기존착유기를 병행하는 경우가 있지만, 자동착유시스템과 기존 착유기를 병행할 경우 자동착유시스템의 최대 장점인 노동력 절감 효과가 축소되거나 오히려 증가할 수 있어 만족도가 매우 낮은 것으로 조사된다. 자동착유시스템의 경우 상대적으로 유방염이 발견 및 치료가 어려워 지속적인 개체 관찰 및 제어 프로그램 모니터링이 매우 중요하며, 유방염 등 환축의 치료를 위한 별도의 치료실을 두는 것이 좋다. 농후사료 공급량의 조절이 자유롭기 때문에 주사제, 연고 투입 등 약물 치료와 함께 산유량 조절 등 사양관리 측면의 치료 병행 시 빠른 치료가 가능하다. 도태가 없는 농가가 15%인 것으로 봐서 개량 및 개체 관리 여하에 따라 도태우가 발생하지 않을 수도 있기 때문에 정밀한 우군 관리 및 우사 운영 전략의 변경이 필요하다.

자동착유시스템 농장의 유지보수 계약 체결 유무로 유지보수 계약 체결 농가 18호(90%), 미계약 농가 2호(10%)이고 연간 유지보수 계약료는 업체에 따라 500~700만원정도이며, 계약된 유지보수 사항 외 고장 발생 시 추가 비용이 소요된다. 2농가의 유지 보수 계약을 미체결 사유는 A/S 전문성 미흡과 비용 과다이다.

자동착유시스템 설치 후 체세포 수 증가 여부는 변화로는 없음 9호(45%), 체세포 수 증가 6

호(30%), 감소 5호(25%)로 나타나고 일반적으로 체세포 수는 산유량 및 착유 횟수가 증가할수록 감소한다고 알려져 있지만 착유시스템의 변경에 따른 스트레스로 초기 체세포 수 증가가 나타나는 것으로 생각된다. 우군이 자동착유시스템에 적응하면 일반적으로 체세포 수는 원래대로 돌아오며 초기 적응 시에도 스트레스 최소화하는 등의 적응 방법을 이용하면 체세포 수 증가가 나타나지 않을 수 있다.

자동착유시스템 운영 전반적인 만족도로는 만족 이상 11호(55%), 보통 7호(35%), 불만족 2호(10%) 순으로 나타나고, 불만족 10%를 제외하고 보통이상이 90%로 대체적으로 만족하는 것으로 조사된다. 불만족이라고 대답한 2호의 경우 자동착유시스템과 기존 착유기를 병행하는 농가로 이러한 경우 자동착유시스템의 최대 장점이 노동력 절감이 효과를 발휘하지 못하기 때문으로 판단된다.

자동착유시스템 업체 A/S 만족도로는 만족 8호(40%), 보통 6호(30%), 불만 6호(30%) 순으로 나타나며 자동착유시스템 전반적 만족도 조사에서 불만 대답 비율인 10%에 비해 A/S 불만 비율이 3배 높게 조사되었다. A/S 불만의 경우 전문성 부족으로 인한 수리 지연과 그로 인한 생산성 저하가 가장 큰 이유였고, 그 밖에 A/S 비용 과다 등이었다.

자동착유시스템의 노동력절감 효과 만족도로는 만족 13호(65%), 보통 5호(25%), 불만 2(10%) 순으로 나타나며 노동력 절감 만족도 역시 전반적인 만족도와 마찬가지로 자동착유시스템 부적합 또는 부적응 개체의 착유를 목적으로 자동착유시스템과 기존 착유기를 병행하는 농가이다.

자동착유시스템의 유량 증가 만족도로는 만족 12호(60%), 보통 7호(35%), 불만(5%) 순으로 나타내 일반적으로 착유횟수의 증가는 산유량을 증가한다고 알려져있다. 보통 이상이 95%로 유량 증가에 대한 만족도는 상당히 높은 수준이다. 불만인 농가는 자동착유시스템 부적응 개체 발생 및 부적합 유두 배열로 인한 착유 실패 횟수 증가로 자동착유시스템 도입 전 본인의 농장내 우군의 유두 배열이 자동착유시스템에 적합한지를 필수적으로 검토해야한다.

자동착유시스템 설치 전 우선 점검 사항으로는 착유환경의 적합성 6호(30%), 유방 형태 및 유두배열 적정성 5호(25%), 컴퓨터 조작 등 시스템 운영 능력 4호(20%) 순으로 나타나며 그 밖에 농장주의 마음 가짐 3호(15%), 자본 2호(10%) 등으로 조사된다.

<표5> 자동착유시스템 설치 농장의 이용 실태 및 만족도 조사

| 구분 | | 항목 | 내용 | 계 | 비고 |
|----|----------|----|-----|---------|----|
| 1 | 지역별 분포도 | 1 | 경기도 | 12(60%) | |
| | | 2 | 충청도 | 3(15%) | |
| | | 3 | 강원도 | 1(5%) | |
| | | 4 | 경상도 | 4(20%) | |
| 2 | 경력 및 생산성 | 1 | 경력 | 23.7년 | |

| 구분 | | 항목 | 내용 | 계 | 비고 |
|----|----------------------|----|-----------|----------|----|
| | | 2 | 쿼터량 | 1959.0kg | |
| | | 3 | 평균산유량 | 34.20kg | |
| 3 | 우사 형태 | 1 | 톱밥 | 12(60%) | |
| | | 2 | 후리스톨 | 7(35%) | |
| | | 3 | 후리스톨+톱밥 | 1(5%) | |
| 4 | 자동착유시스템 설치동기 | 1 | 노동력부족 | 13(65%) | |
| | | 2 | 체험목장전환 | 2(10%) | |
| | | 3 | 가업승계 | 0(0%) | |
| | | 4 | 2회이상 착유 | 1(5%) | |
| | | 5 | 기타 | 4(20%) | |
| 5 | 경영형태 | 1 | 가족 | 9(45%) | |
| | | 2 | 가족+고용 | 8(40%) | |
| | | 3 | 위탁 | 0(0%) | |
| | | 4 | 기타 | 3(15%) | |
| 6 | 로봇착유시스템 프로그램 주운영자 | 1 | 본인 | 13(65%) | |
| | | 2 | 부인 | 0(0%) | |
| | | 3 | 자녀 | 2(10%) | |
| | | 4 | 직원 | 3(15%) | |
| | | 5 | 기타 | 2(10%) | |
| 7 | 시스템 운영상의 애로사항 | 1 | 기기운영 | 0(0%%) | |
| | | 2 | 기계에러 | 8(40%) | |
| | | 3 | 착유시스템관리 | 4(20%) | |
| | | 4 | 미적응 개체관리 | 3(15%) | |
| | | 5 | 기타 | 5(25%) | |
| 8 | 설치후 도태 원인 | 1 | 유방염 | 4(20%) | |
| | | 2 | 번식장애 | 1(5%) | |
| | | 3 | 발굽질환 | 1(5%) | |
| | | 4 | 부적합한 유두배열 | 11(55%) | |
| | | 5 | 없음 | 3(15%) | |
| 9 | 유지보수 계약체결 유무 | 1 | 유 | 18(90%) | |
| | | 2 | 무 | 2(10%) | |
| 10 | 체세포 수 상승 | 1 | 매우 아니다 | 0(0%) | |
| | | 2 | 아니다 | 5(25%) | |
| | | 3 | 보통 | 9(45%) | |
| | | 4 | 그렇다 | 3(15%) | |
| | | 5 | 매우 그렇다 | 3(15%) | |
| 11 | 설치 후 만족도 | 1 | 매우 불만 | 0(0%) | |
| | | 2 | 불만 | 2(10%) | |
| | | 3 | 보통 | 7(35%) | |
| | | 4 | 만족 | 6(30%) | |
| | | 5 | 매우 만족 | 5(25%) | |
| 12 | 설치 후 업체 A/S | 1 | 매우 불만 | 4(20%) | |
| | | 2 | 불만 | 2(10%) | |
| | | 3 | 보통 | 6(30%) | |
| | | 4 | 만족 | 8(40%) | |
| | | 5 | 매우 만족 | 0(0%) | |
| 13 | 설치 후 노동력절감 | 1 | 매우 불만 | 0(0%) | |
| | | 2 | 불만 | 2(10%) | |

| 구분 | | 항목 | 내용 | 계 | 비고 |
|----|--------------------|----|---------------|--------|----|
| | | 3 | 보통 | 5(25%) | |
| | | 4 | 만족 | 6(30%) | |
| | | 5 | 매우 만족 | 7(35%) | |
| 14 | 설치 후 유량증가 | 1 | 매우 불만 | 0(0%) | |
| | | 2 | 불만 | 1(5%) | |
| | | 3 | 보통 | 7(35%) | |
| | | 4 | 만족 | 8(40%) | |
| | | 5 | 매우 만족 | 4(20%) | |
| 15 | 다른 농가에 권장시 고려사항 | 1 | 착유환경 | 6(30%) | |
| | | 2 | 유방유두배열 | 5(35%) | |
| | | 3 | 시스템관리 인원 및 능력 | 4(20%) | |
| | | 4 | 자금력 및 부지확보 | 2(10%) | |
| | | 5 | 지속적인 관찰자세 | 3(15%) | |

□ 국내 관행 착유 농장의 이용 실태 및 만족도 조사

○ 재료 및 방법

조사 대상은 국내 관행 착유 낙농가 80개소(사육규모별 각 20개소)로 사육규모 분류 40두 미만, 40~59두 미만, 60~79두 미만, 80두 이상(착유우 기준)으로 나뉜다. 조사 방법은 농가 방문을 통한 설문지법 또는 유선 인터뷰 등으로 실시했다. 조사 기간은 2014년 4월 ~ 10월으로 지역 분포, 자동착유시스템 인지 여부, 자동착유시스템 필요성, 필요 사유, 기대효과, 도입 시 문제점, 도입 의향, 도입 사유, 도입 불가 사유, 확대 방안 등을 조사했다.

○ 결과 및 고찰

관행 착유 농장의 지역 분포 경기도 50호(62.5%), 충청도 19호(23.8%), 강원도 10호(12.5%), 전라도 1호(1.25%) 조사 농장 중 경기도 지역의 비중이 높지만 자동착유시스템의 조사 농가 분포도 경기도가 많고 생산성의 지역별 편차가 크지 않은 것으로 나타난다.

<표6> 관행 착유 농장의 지역 분포

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 경기도 | 충청도 | 강원도 | 전라도 | 계 |
|--------|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 7(8.75%) | 6(7.5%) | 7(8.75%) | - | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 14(17.5%) | 5(6.25%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 16(20.0%) | 4(5.0%) | - | - | 20(25.0%) |
| 계 | 50(62.5%) | 19(23.75%) | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 80(100.0%) |

자동착유시스템의 인지여부는 안다 39호(48.8%), 들어봤다 24호(30.0%), 잘안다 10호(12.5%), 전혀 모른다 5호(6.25%) 순으로 나타났고 전체의 90%이상(73/80)이 자동착유시스템에 대해 들어봤거나 알고 있는 것으로 조사된다. 자동착유시스템이 국내에 도입된지 횟수로 10여년이 되었지만 모른다 이하가 7호(8.8%) 자동착유시스템 인지 여부 조사에서 사육규모에 따른 특이점은 발견되지 않았다.

<표7> 자동착유시스템 인지여부

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 전혀모른다 | 모른다 | 들어봤다 | 안다 | 아주 잘안다 | 계 |
|--------|----------|---------|-----------|------------|-----------|------------|
| 40두미만 | 1(1.25%) | - | 10(12.5%) | 8(10.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 1(1.25%) | - | 3(3.75%) | 11(13.75%) | 5(6.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 3(3.75%) | 2(2.5%) | 4(5.0%) | 8(10.0%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | - | - | 7(8.75%) | 12(15.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 5(6.25%) | 2(2.5%) | 24(30.0%) | 39(48.75%) | 10(12.5%) | 80(100.0%) |

자동착유시스템의 필요성은 보통 38호(47.5%), 없다 17호(21.3%), 있다 10호(12.5%)순으로 조사되며 ‘필요없다’가 전체의 33.75%(27/80), ‘필요하다’가 18.75%(15/80)로 나타나며 과다 설치 비용 및 A/S 문제 등 자동착유시스템 사용가의 부적정 조언이 반영되었을 수 있다.

<표8> 자동착유시스템의 필요성

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 전혀없다 | 없다 | 보통 | 있다 | 아주 있다 | 계 |
|--------|-----------|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 4(5.0%) | 12(15.0%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) |
| 40~59두 | - | 3(3.75%) | 11(13.75%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 5(6.25%) | 4(5.0%) | 8(10.0%) | 3(3.75%) | - | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 2(2.5%) | 6(7.5%) | 7(8.75%) | 2(2.5%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 계 | 10(12.5%) | 17(21.25%) | 38(47.5%) | 10(12.5%) | 5(6.25%) | 80(100.0%) |

자동착유시스템의 필요 사유는 노동력 절감 64호(80%), 유량 증가 7호(8.7%) 순으로 나타나며 사육규모와 상관없이 전체 농가 중 80%(64/80)의 필요 사유는 노동력 절감으로 나타난다.

<표9> 자동착유시스템의 필요 사유

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 노동력 절감 | 설치 후 만족 | 고품질 | 유량증가 | 기타 | 계 |
|--------|-----------|---------|----------|----------|----------|------------|
| 40두미만 | 14(17.5%) | - | - | 3(3.75%) | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 16(20.0%) | - | - | 2(2.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 16(20.0%) | - | - | 2(2.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 18(22.5%) | - | 1(1.25%) | - | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 64(80.0%) | 0(0%) | 1(1.25%) | 7(8.75%) | 8(10.0%) | 80(100.0%) |

자동착유시스템 도입 시 기대 효과는 노동력 절감 57호(71.3%), 생산량 증가 9호(11.3%), 쾌적한 환경 8호(10%) 순으로 나타나며 노동력 절감에 대한 기대감은 사육 규모와 상관없이 높게 조사된다. 자동착유시스템의 최대 장점이라고 손꼽히는 노동력 절감 다음으로 생산량 증가에 대한 기대감이 높은 것으로 보아 자동착유시스템의 착유 횟수 증가가 산유량 증가를 야기한다는 정보가 이미 많은 관행착유농가에 전달·홍보되고 있는 것을 알 수 있다.

<표10> 자동착유시스템 도입 시 기대효과

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 노동력 절감 | 생산량 증가 | 품질향상 | 쾌적한 환경 | 기타 | 계 |
|--------|------------|-----------|---------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 18(22.5%) | - | - | 1(1.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | 4(5.0%) | - | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 16(20.0%) | 1(1.25%) | - | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 10(12.5%) | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 4(5.0%) | - | 20(25.0%) |
| 계 | 57(71.25%) | 9(11.25%) | 2(2.5%) | 8(10.0%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

자동착유시스템 도입 주저 요인은 시설 투자 42호(52.5%), 착유우군 관리 16호(20.0%), 운영 미흡 13호(16.3%) 순으로 나타나며 자동착유시스템의 초기 도입 비용은 3~3.5억 수준으로 우유 소비 위축, 원유 생산 과잉 등 작금의 불안정한 낙농 산업 여건에서 낙농가들이 신규 투자를 망설이고 있는 것으로 생각되며, 많은 경우의 농장주는 은퇴 시점에 임박했음에도 불구하고 후계자가 없어 신규투자를 할 수 없는 상황이다. 착유우군 관리 및 운영 미흡에 대한 불안감이 높은 이유는 주변의 자동착유시스템 도입 농가를 통해 듣거나, 낙농 산업에 팽배해 있는 자동착유시스템 업체의 'A/S 대응 미흡'이 작용한 것으로 생각된다.

<표11> 자동착유시스템 도입 주저 요인

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 운영미흡 | 번식장애, 적응개체도 태 | 착유우 관리 | 시설투자 | 기타 | 계 |
|--------|------------|---------------------|-----------|------------|----------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 13(16.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 5(6.25%) | - | 6(7.5%) | 8(10.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 5(6.25%) | 11(13.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 4(5.0%) | 2(2.5%) | 3(3.75%) | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 13(16.25%) | 5(6.25%) | 16(20.0%) | 42(52.5%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

향후 자동착유시스템 도입 의향은 향후 자동착유시스템을 도입할 의향이 있다고 답한 농장이 25호(31.3%)로 조사되며 도입 의향이 있는 농가 중 사육규모가 40두 미만이거나, 80두 이상인 경우 보다 40~79두를 착유하고 있는 농장에서 상대적으로 도입 의향이 높게 나온 것은 국내에 도입되어 있는 자동착유시스템은 전부 텀덤 형태로 1대당 최대 사육두수가 존재하여 착유두수가 너무 적거나, 많으면 장비의 효율이 떨어지기 때문인 것으로 판단된다. 도입 의향이 있는 비율인 31.3%를 국내 전체 낙농가(5,500호 기준)수로 환산하면 약 1,700호 낙농가가 향후 자동착유시스템을 도입할 의향이 있는 것으로 조사된다. 향후에도 자동착유시스템을 도입하지 않겠다고 답한 농가가 55호(68.8%)로 높게 나타난 것은 장비가 고가라 초기 투자비용에 대한 부담감과 공급 및 관리 업체의 A/S문제가 원인인 것으로 생각된다.

<표 12> 향후 자동착유시스템 도입 의향

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 있다 | 없다 | 계 |
|--------|------------|------------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 17(21.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 8(10.0%) | 12(15.0%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 9(11.25%) | 11(13.75%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 5(6.25%) | 15(18.75%) | 20(25.0%) |
| 계 | 25(31.25%) | 55(68.75%) | 80(100.0%) |

향후 자동착유시스템 산업 확대를 위한 현안 사항으로 시설 투자금 확보 43호(53.8%), 한국형 기계 개발 14호(17.5%), 정부 보조금 지원 및 저리 융자 13호(16.3%) 순으로 조사되며 농가에서 생각하는 가장 시급한 현안 사항으로는 역시 초기 도입비용이 부담된다는 부분이었으며, 차순위인 한국형 기계 개발과 정부 보조금 지원 등이 가장 시급한 현안 사항이라고 답한 농가도 그 사유는 도입 비용의 저하를 기대하는 것으로 생각된다. 많은 농가들이 걱정하는 A/S 미흡 부분은 도입 농가 수가 증가하고 시간이 지나면서 기술 수준 진보로 대부분 해결이 가능할 것이라는 전제로 한국형 자동착유시스템 개발 등 도입 비용 절감 요인이 발생하면 향후 자동착유시스템 산업 확대될 것으로 생각된다.

<표13> 향후 자동착유시스템 산업 확대를 위한 현안 사항

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 시설투자금 확보 | 사육두수 증가 | 시설장비 보조 및 저리융자 | 한국형 기계개발 | 자동착유시 스템관련교 육확대 | 계 |
|--------|-------------|------------|----------------------|-------------|-----------------------|------------|
| 40두미만 | 15(18.75%) | 1(1.25%) | 1(1.25%) | 2(2.5%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 8(10.0%) | 3(3.75%) | 3(3.75%) | 5(6.25%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 5(6.25%) | 3(3.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 10(12.5%) | 1(1.25%) | 4(5.0%) | 4(5.0%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 계 | 43(53.75%) | 6(7.5%) | 13(16.25%) | 14(17.5%) | 4(5.0%) | 80(100.0%) |

제2절 자동착유시스템 기종에 따른 생산성 조사(2차년도)

1. 자동착유시스템 기종에 따른 젖소 생산성 비교

가. 재료 및 방법

자동착유시스템의 착유유도방식에 따른 젖소 생산성 비교를 위해 2015년 5월 ~9월까지 국내 자동착유시스템 설치 농가 20농가를 조사하였으며 착유유도 방식에 따라 유형1 (10농가), 유형2 (10농가)로 나누어 분석하였다. 조사는 농가 방문을 통한 설문지법과 자동착유시스템 제어 프로그램의 데이터를 취합을 병행하여 수행하였다. 조사 항목은 착유두수, 일일 평균 유량, 착유 횟수, 착사 구조, 활용률 등이 포함된다.

나. 결과 및 고찰

(1) 착유 두수별 착유시스템 활용률(활용률 = 착유두수*평균착유횟수/최대착유가능 횟수)

착유 두수별 착유시스템 활용률을 비교하기 위하여 자동착유시스템 활용률 산식에 착유두수를 포함하여 기종에 따른 자동착유시스템 활용률(%) 및 산유량을 비교 분석 하였다. 조사 결과 기종에 따른 자동착유시스템 활용률은 유의적인 차이가 없는 것($p=0.9698$)으로 조사 되었다 (76.8 vs 77.0%). 착유 횟수는 유형1이 높으나(3.04 vs 2.59), 평균 착유 두수가 유형2가 높기 (45.6 vs 54.0) 때문이다. 이는 하루 중 세척 시간 및 기본 여유시간 약 2시간을 제외한 최대 활용률인 약 90%에는 미치지 못하는 것으로 조사되었다. 기계적인 역량으로는 착유 두수 증가가 가능하지만 쿼터량 등으로 인한 남유량의 인위적 조절로 인한 착유두수 감소 또한 연관이 있을 것으로 생각된다.

<표14> 착유 두수별 착유시스템 활용률 비교

| 항목 (단위) | 기종 | | |
|------------|-----------|-----------|---------|
| | 유형1 | 유형2 | P-value |
| 활용률(%) | 76.8±16.6 | 77.0±9.7 | 0.9698 |
| 산유량(kg/두) | 34.6±9.5 | 31.1±10.4 | <.0001 |

(2) 착유 횟수별 산유량

자동착유시스템의 일일 착유 횟수는 개체별 산유량과 밀접한 관련이 있고, 착유 시간은 자동착유시스템의 최대 착유 두수와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 국내 자동착유시스템 설치 농가의 산유수준별 착유 횟수 및 착유시간은 제시한 표와 같다.

<표15> 착유 횟수별 산유량(산유수준별 착유 횟수 및 착유시간)

| 구분 | 산유수준 (kg/day) | | | | | P-value |
|---------------|---------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| | 50이상 | 40~49 | 30~39 | 20~29 | 10~19 | |
| 착유횟수 (회/일) | 3.85±0.09a | 3.62±0.06a | 3.11±0.66b | 2.44±0.06c | 1.95±0.08d | <0.001 |

| | | | | | | |
|----------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------|
| 착유시간(초) | 347.7±20.36a | 321.7±14.18a | 312.0±12.33ab | 294.7±9.68ab | 262.5±21.60b | 0.0495 |
| 유속(kg/분) | 2.69±0.17 | 2.68±0.09 | 2.53±0.11 | 2.39±0.11 | 2.19±0.22 | 0.2057 |

(3) 착유 중 농후사료 급여 수준에 따른 착유 횟수 및 산유량

자동착유시스템은 젖소의 최근 산유량 및 비유 일수 등을 종합적으로 고려하여 소요 영양소를 파악하고 그에 따라 농후사료의 급여 수준을 스스로 결정한다. 그 결과 산유량에 따라 수시로 바뀌는 착유 중 농후사료 급여 수준을 특정 시점 또는 특정량으로 한정하는 것은 현실적으로 어렵다. 그렇기 때문에 본 과제의 연구 목표인 기종에 따른 객관적 생산성 비교를 위해 기종별 대당 착유두수, 기종별 착유 횟수 및 사료 급여 횟수 등의 항목을 추가로 분석하였다.

(4) 기종에 따른 번식 효율(분만 간격)

유의적인 차이를 도출하기에는 앞에서 언급한 것과 마찬가지로 국내에 보급률이 유형별 30농가 내외로 매우 적기 때문으로 판단되며, 향후 추가적인 조사·분석이 필요하다고 생각된다.

<표16> 자동착유시스템의 기종별 분만 간격 비교

| 항목 (단위) | 기종 | | |
|------------|----------|----------|---------|
| | 유형1 | 유형2 | P-value |
| 분만간격(일) | 430±37.0 | 444±25.1 | 0.4819 |

(5) 자동착유시스템 1대당 착유 두수

자동착유시스템 1대당 착유 두수는 유형2가 높은 것으로 나타났지만 (45.6 vs 54.0두/대) 유의적인 차이는 없는 것으로 조사되었다 (p=0.3381). 이는 일반적으로 알려진 자동착유시스템 1대당 최대 착유 두수(1대당 약 60두 내외) 보다 낮은 것으로 조사 되었다. 1대당 착유 두수는 자동착유시스템의 최대 수용 가능 두수를 판단하는 지표이지만, 2015년 현재 대한민국 낙농 산업의 현실(1. 쿼터의 유대비 100원/kg, 2. 쿼터 거래가 약 50만원/kg로 역대 최고 수준)을 고려할 때 착유 두수가 낮은 것은 쿼터제한으로 인한 인위적인 납유량에 기인한 것으로 생각된다.

<표17> 자동착유시스템의 기종별 대당 착유두수 비교

| 항목 (단위) | 기종 | | |
|------------|----------|----------|---------|
| | 유형1 | 유형2 | P-value |
| 대당 착유두수(두) | 45.6±6.8 | 54.0±9.3 | 0.3381 |

(6) 일일 착유 횟수

착유 횟수는 산유량과 밀접한 연관이 있는 지표로써 착유횟수 증가시(2 → 3회) 산유량은 10~15%증가한다 (Klei et al., 1997; Osterman and Bertilsson, 2003). 연구결과일일 평균 착유 횟수는 유형1이 유의적으로 ($p=0.034$) 높게 나타났다 (3.04 vs 2.59회/일). 소가 스스로 착유기 안으로 진입하도록 유도하는 방식(자유 개체 이동)인 유형1이 개체 이동 간 유도로(One-way gate)를 별도 설치하여 착유를 유도하는 유형2 (사료우선급이 방식)에 비해 높은 착유횟수가 보장하는 것으로 나타났다. 스스로 원하는 때에 착유를 할 수 있는 유형1이 동물 복지 증진 측면에서도 유리하다고 판단 되지만, 반대로 스스로 착유기로 진입하도록 유도해야 하기 때문에 농장의 사양관리 수준 및 우사 구조에 따라 농장 간 변이가 클 것으로 예상된다. 그렇지만 유형1의 표준편차가 높지 않은 것은 업체별 보급 현황이 약 30농가 내외로 현재는 업체에서 사양관리에 직접 관여하는 경우가 대부분이기 때문에 다양한 사양관리 패턴을 보이기 힘들기 때문인 것으로 판단된다. 향후 자동착유시스템의 보급률이 확대되면 기중에 따른 착유 횟수의 변화 양상에도 좀더 뚜렷한 차이가 발생할 것으로 예상된다. 한편 유형2는 개체 이동 간 유도로(One-way gate)를 별도 설치하기 때문에 사료 급여 횟수가 착유 횟수에 가장 영향을 미치는 것으로 생각된다. 조사 결과 평균 사료 급여 횟수는 유형2가 유의적으로 ($p=0.0332$) 높은 것으로 조사되었다 (1.5 vs 3.4회/일).

<표18> 자동착유시스템의 기종별 착유 횟수 및 사료 급여 횟수 비교

| 항목 (단위) | 기종 | | |
|---------------|----------|----------|---------|
| | 유형1 | 유형2 | P-value |
| 착유횟수(회/일) | 3.04±0.6 | 2.59±0.2 | 0.0349 |
| 사료 급여 횟수(회/일) | 1.5±0.7 | 3.4±2.4 | 0.0332 |

2. 자동착유시스템의 개요 및 국내외 보급 현황

가. 국내외 자동착유시스템 보급 현황

(1) 해외 자동착유시스템 보급현황 및 전망

AMS는 가장 최첨단의 착유시스템으로 전 세계적으로 40,000대(2015년 기준 추정치) 이상 보급되었고 선진 낙농국을 중심으로 로봇착유기 보급은 점차 확대되고 있는 추세로 낙농 선진국인 덴마크, 스웨덴, 네덜란드 3국의 전체 낙농가 중 자동착유시스템 도입 비율은 약 20%인 것으로 보고되었다. 전 세계에 보급되어 있는 자동착유시스템 중 주요 2개 회사(Lely사의 Astronaut, DeLaval사의 VMS)의 사용자 점유율이 약 90%에 달하는 것으로 보고되고 있으며, 우리나라도 2015년 현재 해당 제품의 점유율이 95%이상인 상황이다. 2014년 기준 전세계 자동착유시스템 사용자 수는 약 20,000명에 달한다.

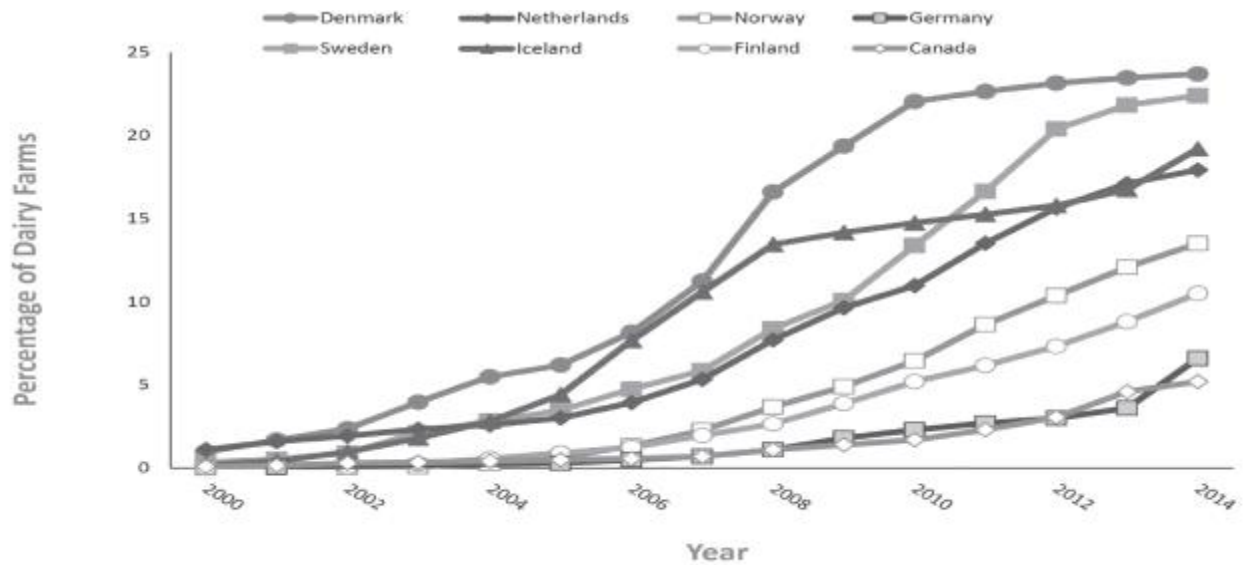
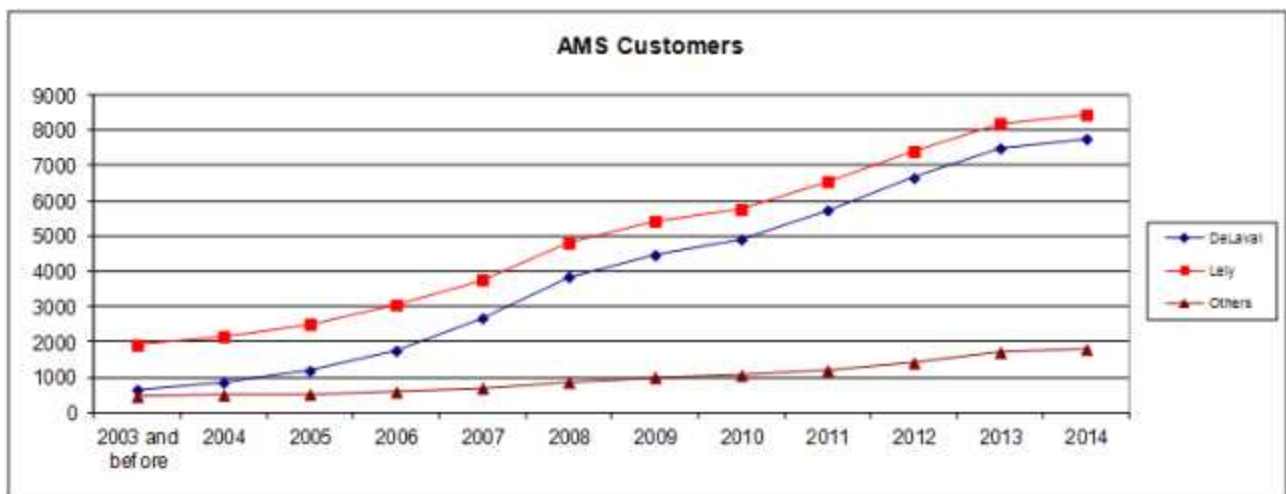


Figure 4. Percentage of dairy farms using an automated milking system in selected countries. The list of countries is limited to those for which we were able to provide sufficient reliable data. Color version available online.

(H.W. Barkem et al., 2015)

<그림 1 유럽 주요 국가 낙농가의 자동착유시스템 도입 비율>



(DeLaval, 2015)

<그림 2 전세계 업체별 자동착유시스템 사용자 점유율>

3. 국내 도입 자동착유시스템의 특징 비교

가. DeLaval(스웨덴) 社 VMS

- 우유 결빙 방지 유속 냉각 시스템(Milk Flow Controlled Cooling System, FCC)
- 상황에 따라 스스로 젖소의 동선을 결정하는 자동 선별문 (Smart Selection Gate, SSG)
- 착유장내 위생 관리를 위한 분뇨 분리 장치
- 소의 크기에 맞게 움직이는 스테인리스 사료 급이조
- 유압식 로봇팔
- 고압의 물과 공기로 완벽한 유두 세척
- 매 착유 후 또는 젖소 발길질 후 착유컵 세척 기능
- 착유실 바닥 자동 세척 기능
- 체세포 자동 측정장치 OCC 및 유방염 검출 지수(MDiTM) 제공
- 유두 인식 자동 인식 기능으로 최초 방문시에도 별도 설정 필요 없음
- 이상 우유 분리 및 분리 개체 알림(핸드폰) 서비스



<그림3> Delaval의 VMS

나. Lely(네덜란드) 社의 Astronaut

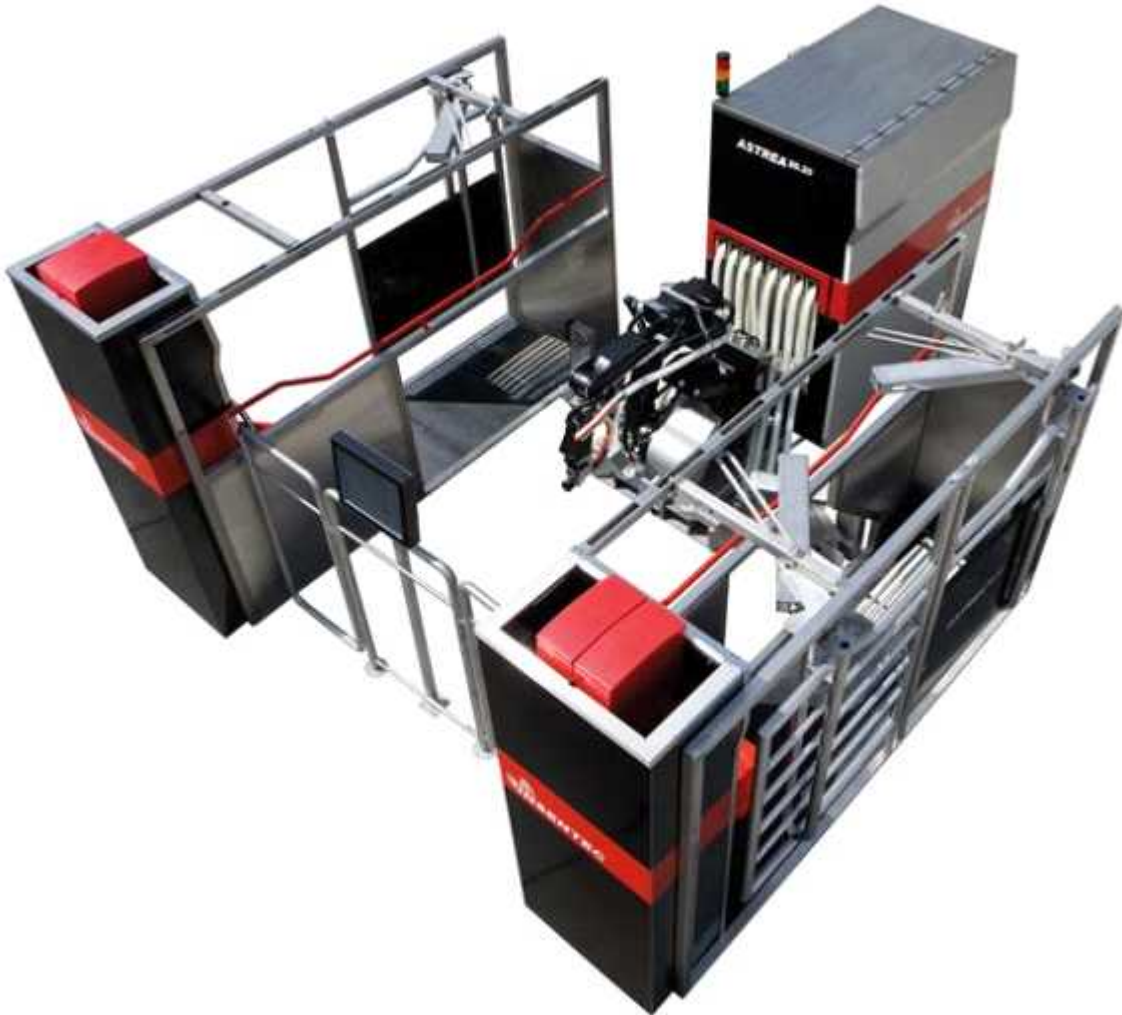
- 신속한 착유와 사고예방을 위한 일체형 로봇 암
- 로봇 효율을 높이는 일자형 착유 로봇 구조 및 좌우로 열리는 사료통
- 3D 카메라를 통한 소 위치 감지 기술
- 유방 세척과 마사지 효과를 동시에 보장하는 브러시 유방세척
- 빠른 유두 감지와 부착을 위한 3D 레이저
- 분방별 유속에 따라 맥동비와 속도를 조절하는 4 Effect 분방 맥동시스템
- 분방별로 9cc를 일정하게 분리하는 전착유 장치
- 유질과 개체 건강관리 정보를 제공하는 MQC 센서시스템
- 분방별 체세포 정보를 제공하는 MQC-C 체세포 측정시스템
- 착유컵에 의한 우군 내 교차감염을 방지하는 PURA 스틱살균 시스템



<그림4> Lely의 Astronaut

다. Insectec(네덜란드) 社의 Galaxy

- 일본 야스카와 사(社)의 산업용 로봇 채용(전세계 10만대 이상 공급)
- 불양유 분리 배출하는 스마트 콜렉트(smart-collect)
- 착유우 각 분방의 유방 건강 상태 변화 발견 시 경고 신호 보내는 Sense
- 개체의 흐름(급이 → 착유 → 휴식)을 위한 특화 우사 설계 방식 적용
- 빠른 유두 감지와 부착을 위한 레이저 + 카메라 복합 유두 인식 방식
- 1로봇팔 + 2스톨 구조로 착유가능 두수 90~100두



<그림5> Insectec의 Galaxy

라. 자동착유시스템 종류별 주요 특징 비교

<표19> 자동착유시스템 비교 요약표

| 제조사 | 적정착유 두수 | 설치비용 (옵션별 상이) | 유지보수계 약비용 (부가세포함) | 유두감지 | 유두세척 | 기종 (대표) | 비고 |
|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|-----------|--------------------|----|
| DeLaval(스웨덴) | 60두내외 | 3~3.5 억원 | 770만원/년 | 레이저+ 카메라 | 별도 세척컵 | 급이우선 개체이동 방식 | |
| Lely (네덜란드) | 65두내외 | 2.8~3.5 억원 | 550만/년 | 레이저+ 카메라 | 롤러 브러시 | 자유개체 이동방식 | |
| Insenec (네덜란드) | 90두 (착유스톨 2대 가능) | 판매 중지 | - | 레이저+ 카메라 | 별도 세척컵 | 자유개체 이동방식 | |

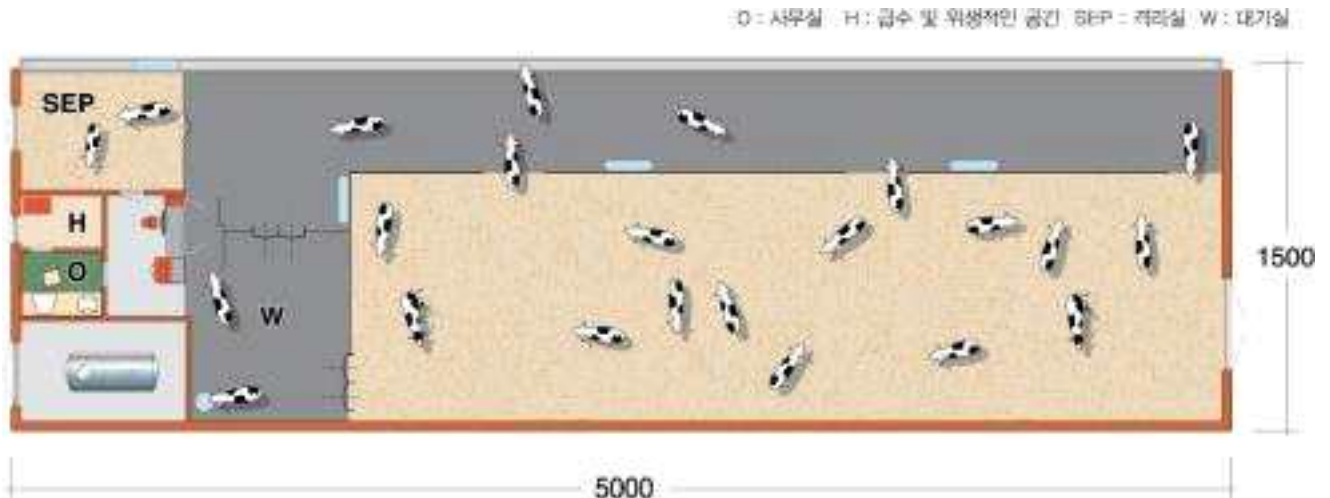
2. 기종에 따른 착유 유도 방식 차이점 비교

가. Cow Traffic의 개념

자동착유시스템의 주요 특징인 자발적 착유 유도를 하는 방법론의 차이에 기인하며 자동착유시스템 도입시 우사 구조 등을 검토하여 우사내에서 소의 이동 동선 또는 소의 흐름(Cow Traffic)을 고려해야 한다. 국내에 공급되어 있는 젖소 개체 유도 방식 종류는 자유 개체 이동방식 (Free cow traffic), 착유 우선 개체 이동 방식 (Milk first cow traffic), 급이 우선 개체 이동방식TM (Feed First cow trafficTM)이 있다. 현재까지 기종에 대한 연구 결과가 많지 않고, 각각의 방식에 장단점이 존재하며, 메이저 2개 공급업체(L사, D사)가 서로 다른 방식을 차용하고 있어 가장 이상적인 자동착유시스템 기종이라는 타이틀을 걸고 첨예하게 대립하고 있는 양상이다.

나. 자유 개체이동(Free Cow Traffic)

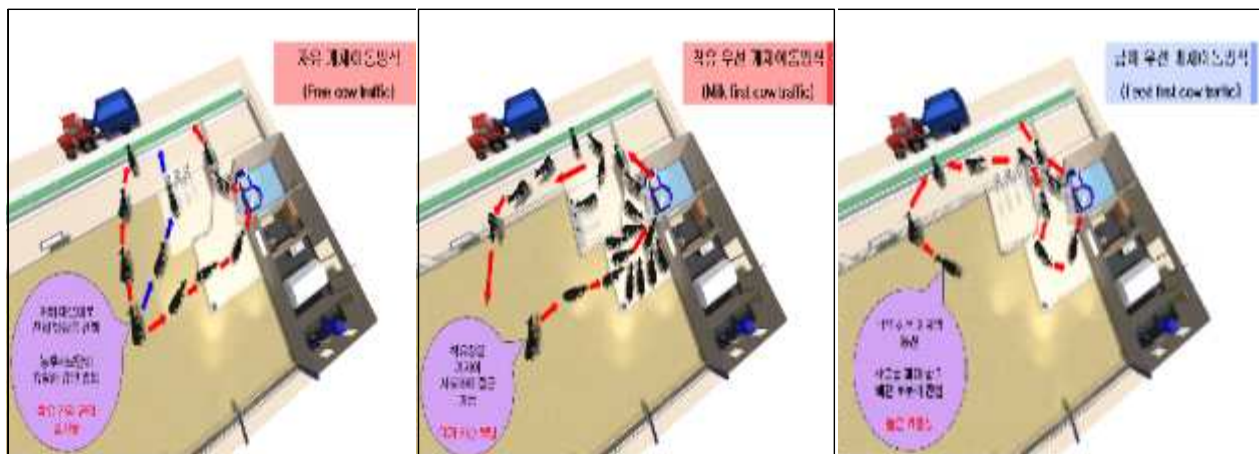
축사 내에 게이트나 펜스, 선별문 등의 장애물을 최소화하여 소가 로봇 착유기, 채식장 등 축사 모든 곳에 자유롭게 방문할 수 있도록 구성하는 축사형태이다. 장애물을 거치지 않으므로 소의 이동 동선이 짧고, 모든 소가 원하는 곳에 즉시 접근 가능하여 젖소가 자기의 판단대로 착유할 시간이 되면 자동착유시스템으로 가게 된다는 가정 하에 사용되는 방식이다. 우사 내에 자동착유시스템과 자동 급이기만 설치하면 되기 때문에 기술적으로도 가장 간단하고, 비용적인 측면에서 가장 저렴한 설치 방식이다. 젖소가 자동착유시스템에 너무 자주 방문할 경우 로봇이 착유를 하지 않고 그냥 내보낸다던지, 착유 작업 없이 농후사료만 먹고 내보내는 등, 자동착유시스템이 본연의 임무인 착유를 하지 않고 허비하는 시간이 많아지게 되는 단점이 있다. 젖소를 유인하기 위해 농후사료를 과하게 설정해야 하는 것도 한계이다.



<그림6> 자유 개체이동 방식 목장 예시

다. 급이 우선 개체 방식(Feed first cow traffic)

급이 우선 개체 이동방식은 자유 이동 방식이나 착유 우선 방식에서의 문제점을 개선하고, 착유와 사양관리의 효율성을 높이기 위하여 고안된 이동 방식이다. 젖소가 원하는 때에는 언제든지 TMR에 접근할 수 있도록 허용하고, TMR을 먹고 휴식을 위해 대기장으로 들어오는 길목에 젖소의 번호를 인식하는 장치를 두어, 최근 착유 후 경과된 시간에 따라 착유가 필요한 소는 착유 대기장으로, 착유가 필요하지 않은 개체는 운동장으로 자동 선별한다. 착유 대상우 사전 선별로 착유를 해야 할 소만 자동착유시스템에 입장하기 때문에, 자동착유시스템은 본연의 임무인 착유를 위해서만 작동한다. 단점은 착유를 위해 소의 동선을 제한하게 되면, 특정위치에 소가 몰리고 힘이 약한 소들이 채식과 착유에 제한을 받게될 수 있으며, 선택적으로 소를 이동시키는 장치(셀렉션 게이트)의 설치로 인한 추가 비용 발생 및 착유 횟수 제한이 한계라고 평가 된다.



<자유 개체 이동 방식>

<착유 우선 개체 이동 방식>

<급이 우선 개체 이동 방식>

<그림7> 급이 우선 개체 방식 예시

제3절 자동착유시스템 설치 농장의 생산성 저해요인 분석 및 개선방안 도출(3차년도)

1. 농가별 자동착유시스템의 생산성 저해 요인 분석 및 개선 방안

가. 초기 투자 비용

초기 설치비용은 약 3~3.5억원 선이고 내용년수는 약 10년(상각비 약 3천만원/년)이다. 앞으로도 초기 설치비용의 감소는 예상하기 힘들다고 판단된다. 현지 구매 비용은 한화 기준 약 2억원 수준(산지 직접 구매 시 약 3억원 예상)이다.

축사시설현대화 시설 항목에 자동착유시스템이 포함되어 있지만 자동착유시스템을 도입할 규모의 낙농가는 기업농으로 분류되어 정부 보조금 지원을 받기 어렵다. 노동력 절감 및 생산량 증가를 통한 투자금 회수가 가능하다고 판단하면 목장 후계 양도 시점과 기존 관행착유시설 교체 시기가 도입 적기라고 판단된다

나. A/S문제

현재 A/S 전문기사의 능력에 대한 불만이 높은 것으로 조사되었다. 재가동시간 지연으로 인한 젖소 스트레스로 산유량 저하 및 유방염 발생할 수 있으나 이는 지난 10년간 A/S 기사 및 농가의 숙련도 동반 상승으로 상당부분 해소될 수 있을 것으로 생각된다. 착유시스템(AMS와 CMS)에 유지·보수 비용 비교·분석 결과 A/S 비용을 포함한 유지 보수 비용은 자동착유시스템 설치 농가가 약 5배 높은 것으로 조사되었다(1,000 vs 200만원/년). CMS의 경우 착유실 규모 2x3, 연 2회 필수 소모품 교체 기준으로 하였다.

AMS의 유지보수 비용이 높은 주요 원인은 ①출장비(A/S 전문기사 부족으로 원거리 출장의 빈도가 높음), ② 비싼 부품 가격(국내 부품 호환 불가 사유로 전량 수입 제품 사용) 때문인 것으로 조사되었다.

국내 자동착유시스템 산업 확대를 위한 개선방안은 ①전국에 분포되어있는 기존 착유시설 유지보수 기사 활용 등 전국적 전문인력을 양성하고, ② 상생 협력차원으로 업체에서 호환이 가능한 국내 부품을 확보·보급하려는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

<표20>. 착유시스템에 따른 유지보수 비용 비교

| Items | AMS* | CMS** (2x3, 2회/년 기준) |
|--------------------|----------|-------------------------|
| 유지보수계약(만원) | 500~700 | - |
| 라이너 교체(만원) | - | 100 |
| 쇼트호스 교체(만원) | - | 10 |
| 세척제 등 소모품(만원) | 100 | 60 |
| 기타 수리비(출장비 포함, 만원) | 300 | 30 |
| 계 | 900~1100 | 200 |

* Automatic Milking System

** Conventional Milking System

다. 미적응 개체 발생

자동착유시스템 도입 시 젖소의 새로운 시스템 적응이 관건이다. 농가 기술 숙련도 및 노하우에 따라 적응 여부, 기간에 차이가 발생한다. 대부분 농가는 악벽, 유두 모양 등으로 미적응 개체가 발생하기 마련인데 이때 해당 개체의 착유를 위해 기존 관행착유를 활용하면 자동착유시스템 활용도는 그만큼 떨어지고, 자연히 만족도는 낮아진다. 문제 개체는 과감히 도태하고 그 시간을 시스템 관리에 할애 할 것을 권장하는 방안이 적절할 것으로 생각된다. 이렇게 농장 운영 방식에 근본적인 변화가 필요할 것으로 생각된다.

라. 국내 자동착유시스템 설치 농가의 산유수준별 착유 횟수 및 착유시간

자동착유시스템의 일일 착유 횟수는 개체별 산유량과 밀접한 관련이 있고, 착유 시간은 자동착유시스템의 최대 착유 두수와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다.

<표21> 국내 자동착유시스템 설치 농가의 산유수준별 착유 횟수 및 착유시간

| 구분 | 산유수준 (kg/day) | | | | | P-value |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|---------|
| | 50이상 | 40~49 | 30~39 | 20~29 | 10~19 | |
| 착유횟수 (회/일) | 3.85±0.09a | 3.62±0.06a | 3.11±0.66b | 2.44±0.06c | 1.95±0.08d | <0.001 |
| 착유시간(초) | 347.7±20.36 a | 321.7±14.18 a | 312.0±12.33a b | 294.7±9.68a b | 262.5±21.60 b | 0.0495 |
| 유속(kg/분) | 2.69±0.17 | 2.68±0.09 | 2.53±0.11 | 2.39±0.11 | 2.19±0.22 | 0.2057 |

2. 젖소 생산성 개선 기술 투입 전후 비교분석

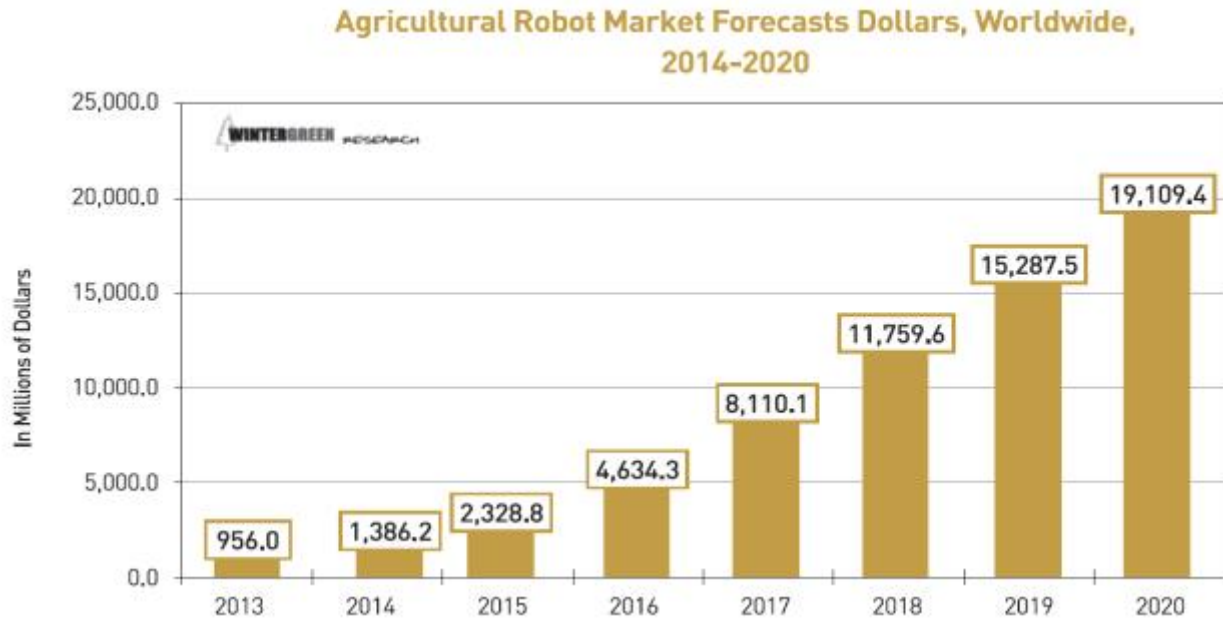
젖소 생산성 개선 기술 투입 전후 비교 분석을 위해 조사 농사 중 두당 산유량과 착유 횟수 항목의 상하위 각 5개 농장을 비교 하였다. 자동착유시스템을 활용하는 동일 조건에서 상하위 농가의 두당 산유량(29.7 vs 38.8kg/두)은 매우 차이가 큰 것으로 나타났다. 또한 자동착유시스템 설치 농장의 주요 생산성 지표인 착유 횟수(2.4 vs 3.4) 또한 차이가 큰 것으로 나타났다. 국내에서 자동착유시스템을 활용하는 농가 중 위에 언급한 주요 생산성 저해 요인에 대한 개선 방안을 포함한 기술 투입 시 생산성의 상승이 가능하며 특히 현재 생산성이 낮은 농가의 경우 그 효과가 더 클 것으로 생각된다.

<표22> 젖소 생산성 개선 기술 투입 전후 비교분석을 위한 생산성 상하위 농가 비교

| 항목 (단위) | 기술 투입 전 후(생산성 상하위) | | |
|------------|--------------------|----------|---------|
| | 투입 전(하위) | 투입 후(상위) | P-value |
| 산유량(kg/두) | 29.7±2.0 | 38.8±2.9 | <0.001 |
| 착유 횟수(회/일) | 2.4±0.2 | 3.4±0.3 | <0.001 |

3. 향후 국내 자동착유시스템(AMS) 보급 전망 및 개선방안

전 세계 농업로봇 시장의 성장은 필연적이다. 농축수산 분야 로봇시장은 2015년 20억불이고, 2020년까지 191억불 예상되다. 평균 성장률 약 20%/년이고, 자동 착유시스템은 매년 약 5,000대씩 증가하고 있다(2015 World Robotics).



<그림8> 농업로봇 글로벌 시장 규모 및 전망(2015, KEIT)

선진국 AMS 보급 비율은 20%를 넘었고, 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 점에서 자동착유시스템 자체의 기계적 성능(자동착유 가능여부 등) 검증은 끝났다고 보는 것이 타당하다고 생각된다. 기존 연구에 의하면 유럽 외 지역(미국 등)에 AMS 보급률 낮은 주요 원인(2012, J. A. Jacobs 등)은 3가지이다.

첫 번째가 유럽에 비해 A/S 전문가 부족하다는 점인데 도입 후 지난 10년 동안 A/S 업체와 농가의 기술 수준이 향상되었고 ICT 기술 발달로 농가간 정보 교류 및 기술 전수가 원활해 졌으며(Band 등 활용), 도입 대수가 늘어날수록 필연적으로 A/S 센터 및 전문가는 늘어날 수 밖에 없다는 점에서 희망적이라고 할 수 있다.

두 번째 원인은 상대적으로 평균 착유두수가 많기 때문에 자동착유시스템 적용이 어렵다는 점인데 국내 낙농가 평균 호당 사육 두수는 75.7두(2014)로 자동착유시스템 활용에 적합하다고 생각된다.

마지막으로 유럽에 비해 노동력 구매 비용이 낮은 것이 원인인데 국내 낙농가 외국인 근로자 평균 임금은 150~200만원/월 수준(숙식제공)이며, 최근 인력난으로 젖소 농장에 대한 기피 현상이 상당하기 때문에 노동력 보전 수단으로도 적합한 환경일 수 있다. 또한, 착유 작업은 전문 기술이 필요한 분야로 노동 지속성이 매우 중요한 점을 고려하면 더욱 그렇다. 관행 착유 80농가를 대상으로 설문조사를 수행한 결과에서도 30%이상(25/80개소)이 향후 자동

착유시스템 도입 의향 있다고 답하였다. 반대로 자동착유시스템을 도입하지 않은 이유로는 약 70%(53/80)가 시설 투자에 대한 부담이라고 응답하였다.

<표23> 향후 자동착유시스템 도입의향 설문조사 결과

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 있다 | 없다 | 계 |
|--------|------------|------------|------------|
| 40두미만 | 3(3.75%) | 17(21.25%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 8(10.0%) | 12(15.0%) | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 9(11.25%) | 11(13.75%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 5(6.25%) | 15(18.75%) | 20(25.0%) |
| 계 | 25(31.25%) | 55(68.75%) | 80(100.0%) |

<표24> 로봇착유시스템 도입하지 않는 이유

(단위 : 호, %)

| 구 분 | 시설투자 | 사육두수 | 착유우 관리 | 운영미흡 | 기타 | 계 |
|--------|------------|----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 40두미만 | 16(20.0%) | 1(1.25%) | - | - | 3(3.75%) | 20(25.0%) |
| 40~59두 | 13(16.25%) | - | - | 7(8.75%) | - | 20(25.0%) |
| 60~79두 | 12(15.0%) | - | - | 7(8.75%) | 1(1.25%) | 20(25.0%) |
| 80두이상 | 12(15.0%) | - | - | 6(7.5%) | 2(2.5%) | 20(25.0%) |
| 계 | 53(66.25%) | 1(1.25%) | - | 20(25.0%) | 6(7.5%) | 80(100.0%) |

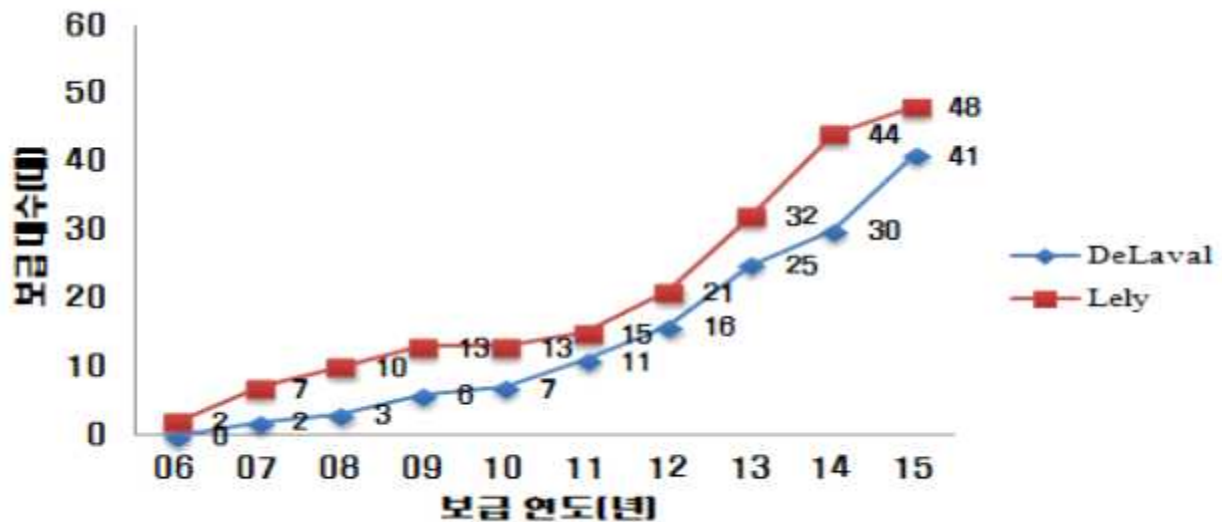
국내 자동착유시스템 산업 확대 및 생산성 개선 방안을 다시 한번 정리하면 농업 분야 노동력 부족 및 후계 양도 등으로 농업 자동화는 필연이며, 특히 낙농 분야는 착유 등으로 대표적인 노동집약적 산업이다. 자동착유시스템의 역사는 20년 이상이고, 기술은 이미 성숙 단계라고 볼 수 있으며 전 세계보급 대수를 보면 기계적인 검증은 어느 제품이든 끝났다고 보는 것이 합리적이다.

국내 자동착유시스템의 생산성 저해 주요 원인인 A/S관련하여 국내 A/S수준은 지난 10년간의 경험을 바탕으로 상당한 노하우가 축적되었다. 다만 원활한 적응을 위해 도태 대상 우 선정 기준 등 농장 운영방식의 근본적인 변화 및 그에 따른 체계적인 교육 프로그램 필요하다고 생각된다. 한편 일반적으로 자동착유시스템을 도입하는 농가는 노동력 절감뿐만 아니라 투자금에 대한 빠른 회수를 목적으로 생산량을 늘리려는 목적이 있는데 현재 쿼터이상으로 생산량을 늘리면 손해가 커지고 쿼터 매매가는 사상 최고 수준이다.

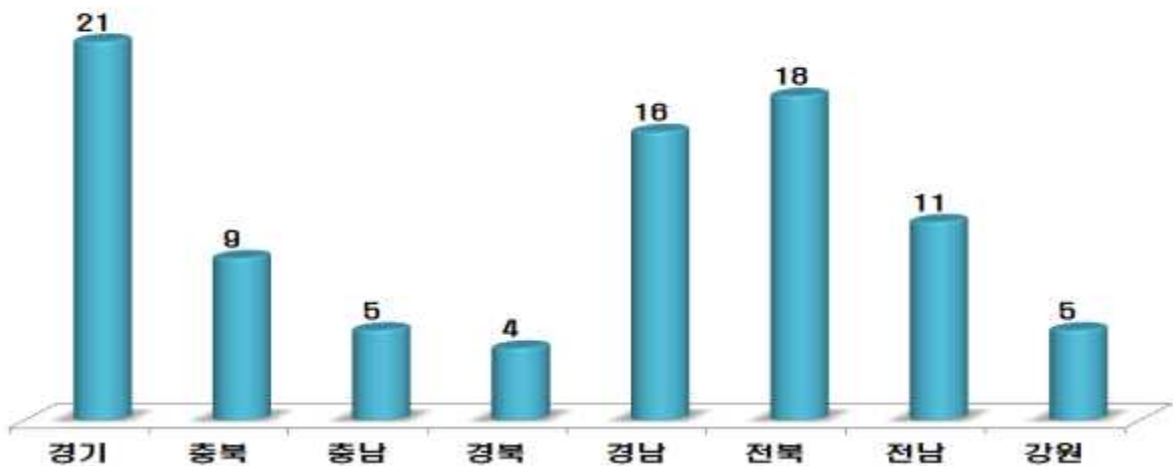
향후 쿼터 삭감 등에 대한 불안감으로 여유자금을 쿼터 매입에 투자하려는 경향이 뚜렷하다. 결론적으로 향후 자동착유시스템의 보급 전망은 기계 성능, 유지보수 비용, A/S 체계화 등의 내부요인 보다 우유 수급 안정 등 낙농 산업 전반에 걸친 외부 요인에 의해 그 증가 시기가 결정될 것으로 생각된다.

4. 국내 자동착유시스템 보급현황(2016년 12월 현재)

국내 자동착유시스템 보급 대수는 총 89대이며, Lely社의 제품이 48대, DeLaval社의 제품이 41대 보급되어 있는 것으로 조사되었다. 국내 자동착유시스템 사용자(농가) 수는 총 68개소이며 Lely社의 제품을 사용하는 사용자가 35개소, DeLaval社를 사용하는 사용자 수가 33개소이다. 전체 낙농가 수 : 5,693호(통계청, 2015)를 기준으로 했을 때 국내 낙농가 중 자동착유시스템 도입 비율은 1.1% (68호/5,693호)이다. 그림에서 보는 바와 같이 국내 지역별 자동착유시스템 보급 대수는 경기도 > 전북 > 경남 > 전남 순인 것으로 나타났다.



<그림9> 국내 자동착유시스템 업체별 보급 대수(연도별 누적)



<그림10> 지역별 자동착유시스템 보급 대수

<제2협동과제 : 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질연구>

<1차년도> AMS 도입에 따른 원유의 성분변화 조사

□ 연구수행 내용

1. 연구대상 목장 선정 및 협조선 구축

경기도 지역에 위치하고 목장형 유가공사업을 실시하는 낙농목장을 포함하여 능력 검정 농가를 중심으로 자동착유시스템(Automatic Milking system, AMS, L사 및 D사 모델)을 도입한 목장(이하, AMS농가) 총 5개소, 그리고 이들 목장과 급여사료 및 사양방식이 유사 하면서 전통식 기계착유방식(Conventional Milking System, CMS)으로 착유하는 목장(이하 CMS농가) 5개소를 지목하였다. 그리하여 2월~3월까지 대상목장을 물색하여 축주로부터 협조동의서를 받고 목장의 기초정보를 입수한 다음, 4월부터는 각 농가를 방문하면서 우유 및 사료의 시료채취를 시작하였다. AMS농가로는 경기도 용인지역의 농*목장(A), 화성지역의 홍*목장(B), 황*목장(C), 안성지역의 제*목장(D), 돌*목장(E), CMS농가로는 이천지역의 송*목장(F), 와*목장(G), 은*목장(H)과 남양주지역의 새*목장(I) 및 새*목장(J)을 대상으로 선정하였는데, 추후 연구가 진행되면서 연구협조가 부진한 2개 농가를 대상에서 제외시킴으로써 애당초 목표로 한 8개(4AMS+4CMS) 목장을 최종 연구대상으로 결정하고 본 연구를 수행하였다.

2. 원유시료 채취 및 분석

대상목장의 원유시료로부터 일반유성분 함량, 유지방구 크기(fat globule size), 유리지방산 함량 및 조성, 그리고 필요 시 산가를 측정하기 위하여, 월 1회 각 농가의 검정일에 맞추어 검정 우유와 동일한 시료를 취하였다. 채취한 40ml의 우유 중 20ml은 검정용 분석에 사용하고, 20ml은 유지방구의 크기 측정과 유리지방산 측정용 시료에는 방부제(Microtabs II)를 넣어, 4℃ ice box에 보관하여 실험실로 운반하였다. 유리지방산 및 조성을 측정하기 위하여 원유시료를 deep freezer에 보관하면서 서울우유 중앙연구소에서 분석에 공시하였다. 원유의 검정용 분석항목(일반성분 및 MUN, 세균수, 체세포 등)은 농협 젓소개량부와 한국중축개량협회 중앙분석소에서 데이터를 제공 받아 분석하였다. 각 해당 농가의 검정성적기록은 농가 대표자들의 협조동의서를 받은 후 온라인 기록을 참조하였다. 항목별 세부 분석방법은 다음과 같다.

가. 유지방구 크기 측정

유지방구(Milk fat globule)의 크기를 측정에는 Coulter counter Multisizer 4 (Beckman Coulter, USA)를 이용하였다. CCM 4는 기존과 같이 레이저 입도분석기에서 레이저가 입자와 부딪혔을 때 나오는 산란강도와 산란각을 계산하여 입도의 분포값을 보여주는 방식이 아닌 전기저항법으로, 각 사이즈별 해당 숫자, 입도 분포 및 농도를 계산이 아닌 실측으로 값을 보여주는 방식이다(Fig. 1). 레이저 입도분석기는 0.017 ~ 2.000 μ m까지의 범위를 124의 간격(Channel)으로 나뉘어서 데이터를 보여주는 데 반해 Coulter counter는 1-30 μ m 범위를 400개의 간격으로 나뉘어 보여준다. 레이저입도분석기는 측정범위가 넓어 가장 광범위하게 사용되는 입도분석기지만, 해상도가 Coulter counter에 비해 떨어짐으로

보다 정밀한 측정에 있어서는 그 감도가 떨어진다고 볼 수 있다.

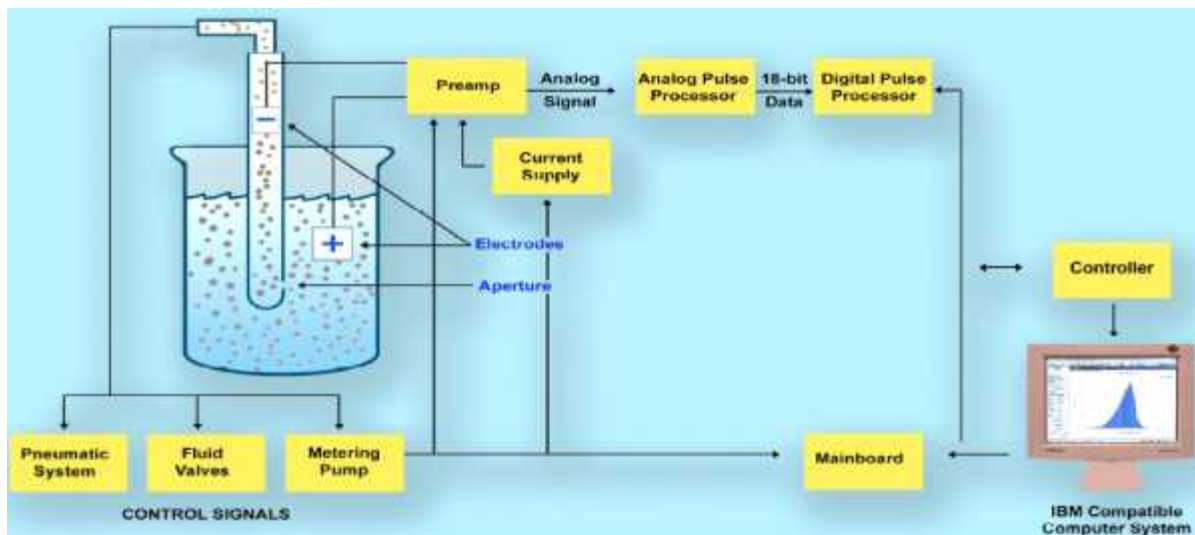


Figure 1. Diagrammatic illustration of the Coulter Principle applied in the Multisizer.

우유의 지방구 크기는 $0.2 \sim 15\mu\text{m}$ 에 주로 분포하는 관계로 이를 측정하기 위하여 Aperture tube는 $50\mu\text{m}$ 크기를 이용하였고, 샘플을 측정하기 전에 있어 유지방구의 뭉침을 방지하기 위하여 3분간 Sonication한 후 샘플을 100ml Electrolyte solution ISOTON II (Coulter Filtered electrolyte solution based on 0.9% saline, Beckman Coulter, USA)에 $10\mu\text{l}$ 로 샘플 주입 후 1-2분간 교반 후 샘플이 electrolyte solution에 충분히 분산이 되어 4-6%로 일정한 농도로 안정화가 되었을 시 측정하였다. Flow rate는 $10\mu\text{l}/\text{sec}$ 에 측정하였고, Mean, C.V, Milk fat diameter 측정 software는 Z2 Accucomp software(Beckman Coulter, USA)를 이용하였다.

나. 유리지방산

유리지방산은 원유의 품질 평가에 있어 중요한 지표가 되는데, 연구기간 중 원유의 산패취가 문제시된 농가(AMS)를 대상으로 유리지방산(Free Fatty Acids, FFAs) 조성을 측정하였다. 유리지방산(free fatty acids, FFAs)의 분석은 Agilent model 6890 GC-FID에 FFAP column($50\text{mm} \times 0.25\text{mm}$, $0.25\mu\text{m}$, Agilent, USA)을 장착하여 분석하였다. Carrier nitrogen gas의 유속은 $2\text{mL}/\text{min}$ 이었으며, 오븐온도는 최초 65°C 에서 분당 10°C 의 속도로 240°C 까지 승온시켜 분석하였다. 검출기의 온도는 250°C 이었으며, 주입구의 온도는 260°C 로 조정하여 사용하였다. 유리지방산 분석을 위한 전 처리는 우유시료 10g 을 칭량한 후 1mL H_2SO_4 ($2.5\text{mol}/\text{L}$)와 10mL 의 ethanol 및 1.0mL 씩 내부표준물질 용액을 첨가하였다. 내부표준물질은 enantic acid($\text{C}_{7:0}$)와 margaric acid($\text{C}_{17:0}$)를 사용하였다. 혼합액은 첫 번째로 15mL ether/heptanes($1:1$, v/v) solution을 첨가한 후 shaking machine을 이용하여 15분간 추출 후 $2,500\text{rpm}$ 에서 5분간 원심분리한 혼합액의 상층액을 취하였다. 추출은 3회 반복하여 합하였고 두 번째와 세 번째 추출에서는 ether/heptanes($1:1$, v/v) solution을 10mL 씩 첨가하여 추출하여 유리지방산을 분리하였다. 상층액을 취하는 tube에는

1g의 anhydrous Na₂SO₄를 첨가하여 수분을 제거하였다. 모든 과정에서 충분히 용액들이 섞여 유리지방산이 추출이 잘 되고 내부표준물질용액이 균질화 되도록 vortexing을 충분히 해주었다. 유리지방산의 분리는 Anion- Exchange method를 사용하였다. Aminopropyl columns(500 mg 6 mL⁻¹, Waters, USA)은 10 mL의 heptane으로 활성화 시켜 사용하였다. 활성화시킨 columns에 추출액을 흘려보낸 다음, 중성지질을 제거하기 위하여 10 mL의 chloroform/ 2-propanol (2:1, v/v)로 용출시켰으며, 2% formic acid가 포함된 diethyl ether로 2.5 mL로 용출한 것을 최종 시험 용액으로 하였다. 최종 시험용액은 1μL 주입하여 유리지방산을 정량하였다.

다. 산가(Acid degree value) 측정

원유의 산패가 문제시 된 일부 농가의 경우, 원유의 운송 및 저장 기간 동안에 발생할 수 있는 산패 정도를 알아보기 위하여, 납유 직전의 시간에 맞추어 동 시간대의 샘플을 취하였고, 운송시간과 납유 후 냉각기에서의 체류시간을 고려하여 12시간 간격으로 산가를 측정하였다. 산가측정은 ‘축산물 가공기준 및 성분 규격’의 시험방법을 준하였다. 측정시료 10ml에 증류수 10ml를 가하고 페놀프탈레인시액 0.5ml를 가하여 0.1N 수산화나트륨액으로 30초간 홍색이 지속할 때까지 적정하였다. 측정에 적용한 공식을 다음과 같다.

$$0.1N \text{ 수산화나트륨액 } 1\text{ml} = 0.009\text{g 젖산}$$

$$\text{산도(젖산\%)} = \frac{a \times f \times 0.009}{10 \times \text{검사시료의 비중}} \times 100$$

a : 0.1N 수산화나트륨액의 소비량(ml)

f : 0.1N 수산화나트륨액의 역가

3. 사료 시료의 채취 및 분석

가 일반영양소 분석

각 농가의 분석용 사료(TMR)는 일차로 급여 직전에 또는 저장고로부터 대표성 있는시료를 채취하여 시료용 폴리에틸렌 Seal bag에 담아 밀봉하여 Ice box에 담아 실험실로 운반한 후 60℃ Drying oven에서 48시간 동안 건조시켰다. 건조된 시료는 Disc mill(BM-D-100, McCoy Corporation, SanMarcos, TX, USA)로 1차 분쇄 후, Cyclone mill(3010-039, UDY Corporation, USA)로 2차 분쇄하여 1mm screen을 통과한 것을 일반 성분 및 NDF, ADF 분석에 이용하였다. 건물, 조회분, 조단백질, 조지방 함량은 AOAC(1990) 방법에 준하여, 그리고 NDF, ADF의 분석은 Van Soest(1991) 방법에 의거하였으며, 모든 분석은 3반복으로 실시하였다.

나 In situ 분해율 실험

(1) 공시시료

공시 사료를 Disc mill (BM-D-100, McCoy Corporation, TX, USA)로 분쇄한 다음, 2차로

Cyclone mill (SMBT 3000, Shinmyung BT, Seoul, Korea)을 이용하여 분쇄하였다.

(2) 공시축 및 사양관리

Dacron bag을 이용한 반추위분해율 측정을 위하여 반추위에 누관이 장착된 평균체중 550kg의 Holstein 육성우 2두를 공시하였으며, 사료는 시판 TMR(B사, CP 13%)을 1일 2회(6:00, 18:00) 급여하였으며 물은 자유로이 섭취하도록 하였다.

(3) 수행방법

In situ 발효시간은 0, 2, 4, 8, 16, 24 및 48시간으로, 각 체류시간 당 4반복으로 수행하였다. 실험에 사용된 Dacron bag의 규격은 pore size 50 μ m인 7 x 12cm 규격을 사용하였으며, 시료별로 약 4g의 시료를 칭량하여 bag에 넣고, 오전사료 급여 직전에 bag을 투입하였다. 발효 시간별로 반추위에서 회수된 bag은 미생물의 성장을 억제시키기 위하여 즉시 얼음물에 15분 간 침지시킨 후, 흐르는 물로 충분히 세척하였다. 이때 0시간 시료는 반추위에 투입하지 않고 바로 세척하였다. 세척이 완료된 bag은 60℃의 dry oven에서 48시간 건조 후, 칭량한 다음, AOAC (1990)의 건물, 조단백질 분석방법으로 분석하였다. 각 발효시간 대 건물, 단백질소실율을 기초하여 시료의 단백질 분획을 추정하였다. 수용성 성분인 fraction A는 0시간에 해당하는 CP로 계산하였다. 비분해성 성분인 fraction C는 48시간 후에 bag에 남아있는 CP로 정의하였다. 잠재적으로 분해될 수 있는 성분인 fraction B는 $100 - (A + C)$ 로 계산하였다. 분해속도(Fractional degradation rate, K_d)는 각 시간대별로 남아있는 bag의 CP값에서 fraction C를 뺀 뒤 각각 자연 Log를 취한 후 그 값으로 선형그래프를 그려 그 직선의 기울기 값으로 계산하였다(England et al., 1997). 또한 통과속도(Fractional passage rate, K_p)는 0.06/h로 가정하여 추정하였다(NRC, 2001). 궁극적으로 반추위분해성단백질(Rumen degradable protein, RDP)과 반추위비분해성단백질 (Rumen undegradable protein, RUP)은 다음과 같은 식 [1],[2]로 계산하였다.

$$\text{RDP (percentage of CP)} = B(k_d/(k_d+k_p))+A \quad [1]$$

$$\text{RUP (percentage of CP)} = B(k_p/(k_d+k_p))+C \quad [2]$$

4. 통계처리

본 연구에서 실시한 모든 분석은 3회 반복하였고, 결과값은 ‘평균치±표준오차’로 표기하였다. 분석 간의 차이는 SPSS version 21.0 windows program (SPSS, Inc., 1998, Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 처리간 차이에 대한 유의성 분석은 Duncan's multiple range tests에 의해 검정하였다($p<0.05$).

□ 주요 결과

1. 원유의 검정성적 비교

AMS 착유의 경우, 하루 2회 이상의 착유로 인해 하루 2회 착유하는 CMS 방식에 비해 좀

더 많은 유량을 낼 수 있다는 장점이 부각된다. Table 1에 제시된 바와 같이, 본 조사에서 나타난 F농가의 경우 CMS방식임에도 불구하고 AMS의 농가보다 높은 유량을 나타낸 것은 농가의 사양관리에 의해 50kg/d 이상의 성적을 내는 젖소가 다른 농가에 비해 많이 포함되어 있어 AMS 방식보다 다소 더 높은 유량성적을 나타냈다. AMS농가의 경우 평균 32.1kg 수준으로 CMS농가의 27.3kg 보다는 더 높은 유량을 보였다.

대부분의 낙농가에서 체세포수 관리는 매우 어려운 일 중의 하나이다. 기존의 전통적 강제 착유방법이 아니라 젖소가 원할 때 스스로 착유하는 AMS 방식으로 전환되면서 젖소는 자동 시스템에 적응하는 초기 단계에 착유거부로 인하여 체세포수가 증가하고 그로 인해 유방염 발생이 증가한다는 것이 AMS 도입의 취약점이자 단점인데, 본 조사에서는 AMS농가에서 체세포수가 A, D농가의 경우 2등급에 위치하고 있으며, B, C농가는 4등급에 위치하고 있었다. B,C 농가의 경우 다른 두 AMS농가의 비해 비유 초기단계의 젖소가 더 많은 비율을 차지하고 있어, 젖소가 초기단계 적응과정 중에 더 높은 체세포수치를 보인 것으로 해석되었다. AMS 착유를 실시하는 A, D농가와 CMS 착유를 하는 F, G, H농가를 상호 비교해 보았을 때는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 AMS 착유방법이 일반적으로 체세포수에 대해 흔히 걱정하는 만큼의 문제를 야기하지 않음을 암시하는 것이다. 유지율은 D, H농가를 제외하곤 AMS방식과 CMS방식 모두 비슷한 수준을 보였는데, 이 두 농가와 나머지 농가 간 결과의 차이는 사료의 보호지방 첨가에서 비롯되는 것으로 사료된다. 최근 유대가격정산체계에 유단백을 포함하는 방안이 검토되고 있는바, 본 조사에서는 유단백농도 역시 거의 비슷한 수준으로 나타났다. 착유우에 급여하는 사료에너지와 단백질 간의 공급균형을 보여주는 지표로 많이 활용되고 있는 MUN(Milk Urea Nitrogen)은 적정범위로 인정되는 12~18 mg/dl에 비해 D, F 농가는 다소 낮은 수치를 보였다.

Table 1. Comparison of raw milk parameters among test farms.

| | A (n=5) | B (n=5) | C (n=5) | D (n=5) | F (n=5) | G (n=5) | H (n=5) | I (n=5) |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Milk yield (kg/d) | 33.24 ^b ±0.66 | 29.86 ^c ±0.42 | 33.32 ^b ±0.99 | 31.97 ^{bc} ±0.92 | 38.92 ^a ±0.41 | 30.53 ^c ±0.40 | 24.00 ^d ±1.35 | 33.55 ^b ±1.51 |
| Somatic cell count (1000/ml) | 215.11 ^c ±5.769 | 539.27 ^a ±18.66 | 444.59 ^{ab} ±62.41 | 168.92 ^c ±4.140 | 98.64 ^c ±12.36 | 159.80 ^c ±14.98 | 272.92 ^{bc} ±83.37 | 186.72 ^c ±27.15 |
| Milk fat (%) | 3.91 ^b ±0.06 | 3.89 ^b ±0.07 | 3.85 ^b ±0.07 | 3.36 ^c ±0.07 | 4.24 ^a ±0.11 | 3.97 ^b ±0.05 | 3.52 ^c ±0.15 | 3.90 ^b ±0.08 |
| Milk protein (%) | 3.44 ±0.04 | 3.34 ±0.03 | 3.15 ±0.04 | 3.22 ±0.04 | 3.12 ±0.02 | 3.28 ±0.02 | 2.73 ±0.58 | 3.48 ±0.04 |
| Solids-not-fat (%) | 8.73 ^{abc} ±0.08 | 8.76 ^{ab} ±0.07 | 8.53 ^{cd} ±0.06 | 8.90 ^a ±0.06 | 8.43 ^d ±0.08 | 8.63 ^{bcd} ±0.04 | 8.56 ^{bcd} ±0.05 | 8.81 ^a ±0.04 |
| Milk urea nitrogen (%) | 14.31 ^a ±0.94 | 13.48 ^a ±0.81 | 12.71 ^a ±1.11 | 7.49 ^c ±0.91 | 10.29 ^b ±0.63 | 14.17 ^a ±0.68 | 12.87 ^a ±0.48 | 12.44 ^a ±0.34 |

All values are Mean±SE

^{a,b,c,d} Values within a row with different letters are significantly different($p<0.05$)

2. 원유의 지방함량 및 특성 분석

우유의 지방은 품질을 결정하는 가장 중요한 성분 중의 하나이며, 그 양적 질적 특성은 궁극적으로 유제품(예: 치즈)의 품질에까지 상당한 영향을 미칠 수 있다(Wiking 등, 2004). 연구대상 목장의 검정용 원유시료에 대하여 측정된 유지율에 산유량을 적용하여 얻어진 결과를 목장별로 제시하면 **Table 2**에서 보는 바와 같다.

각 농가의 유지방생산량을 비교하여 보았을 때, 앞서 언급했던 유지율과 마찬가지로 보호지방을 첨가한 목장들은 보호지방을 첨가하지 않은 D농가 및 H농가에 비해 더 높은 수치를 보였다. 따라서 유지율은 착유방식에 의하기보다는 사료의 종류나 특성에 의해 더 큰 영향을 받는다는 것을 암시하고 있다.

Table 2. Comparison of milk fat concentration and yield between among test farms.

| | A (n=5) | B (n=5) | C (n=5) | C (n=5) | F (n=5) | G (n=5) | H (n=5) | I (n=5) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Milk yield (kg/d) | 33.24 ^b ±0.66 | 29.86 ^c ±0.42 | 33.32 ^b ±0.99 | 31.97 ^{bc} ±0.92 | 38.92 ^a ±0.41 | 30.53 ^c ±0.40 | 24.00 ^d ±1.35 | 33.55 ^b ±1.51 |
| Milk fat (%) | 3.91 ^b ± 0.06 | 3.89 ^b ± 0.07 | 3.85 ^b ± 0.07 | 3.36 ^c ± 0.07 | 4.24 ^a ± 0.11 | 3.97 ^b ± 0.05 | 3.52 ^c ± 0.15 | 3.90 ^b ± 0.08 |
| Milk fat yield (kg/d) | 1.28 ^b ± 0.03 | 1.11 ^{cd} ± 0.04 | 1.26 ^b ± 0.05 | 1.04 ^d ± 0.03 | 1.65 ^a ± 0.05 | 1.19 ^{bc} ± 0.01 | 0.81 ^e ± 0.03 | 1.31 ^b ± 0.04 |

All values are Mean±SE.

^{a,b,c,d} Values within a row with different letters are significantly different($p<0.05$).

이와 관련하여 주목할 만한 사실은 연구대상 목장의 원유에서 측정된 유지방구의 크기에 관한 것으로, 유지방구의 크기는 보통 작은 유지방구($\sim 3\mu\text{m}$)와 큰 유지방구($3\mu\text{m}$ ~)의 두 부류로 구분할 수 있는데, **Fig. 1**에서 보는 바와 같이 보호지방을 첨가한 A, G 농가의 원유는 보호지방을 첨가하지 않은 D, H 농가의 원유에 비해 크기가 $3\mu\text{m}$ 이상인 유지방구가 더 많이 분포하는 경향을 볼 수 있다.

불포화지방산과 포화지방산이 많아질수록 유지방구의 크기는 커지며(Cecchi 등, 2003; Martini 등, 2005a; Martini 등, 2005b). 또한 착유횟수가 많아질수록 유량이 증가하는 경향을 보이는데, 이때 유지방의 합성이 많아지면서 유지방구의 크기가 증가한다(Wiking 등, 2006). Michalski 등(2003)에 의하면, 유지방구 크기가 $3\mu\text{m}$ 이하로 작은 원유로 제조되는 커드는 경도면에서 부드러운 특성을 가지며 Camembert 치즈의 숙성과정에서 보다 철저한 단백질 분해를 겪게 됨으로 인하여 용융점이나 조직감, 유속(flowing) 및 빗깔 등에서 고유의 특징을 잘 갖춘 치즈를 생산하는데 도움을 주었다고 보고하였다.

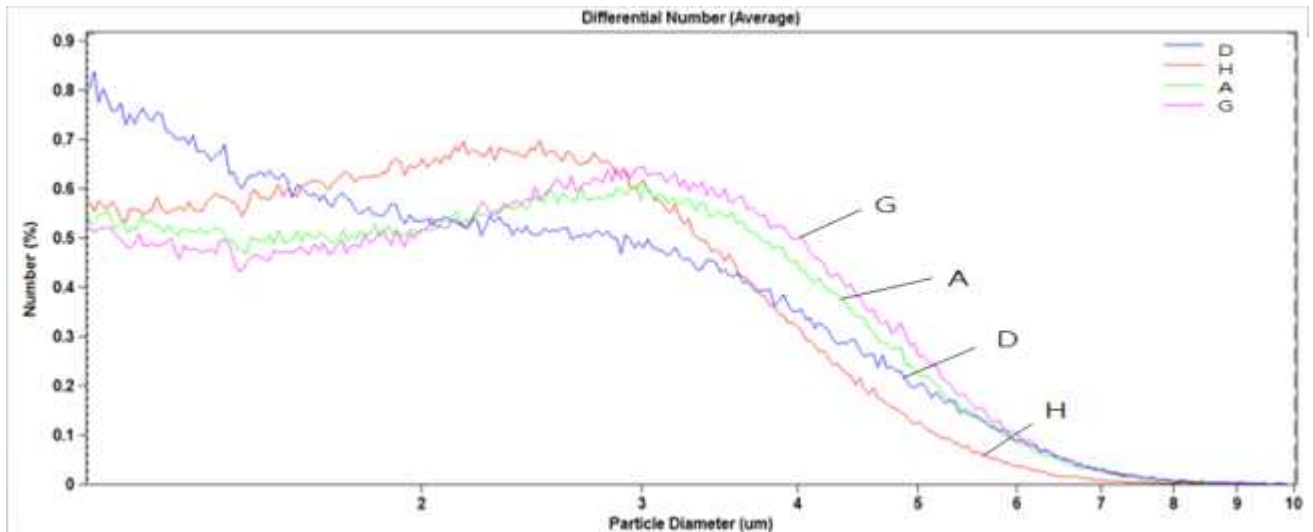


Figure 1. Particle size distribution of milk fat globule affected by feeding of protected fat.

Table 3에 제시된 바와 같이, 보호지방을 통하여 에너지를 보충 급여하는 목장(A, G)의 경우, 지방을 보충 급여하지 않는 목장(D, H)에 비하여 우유 중의 포화지방산뿐만 아니라 불포화지방산(MUFA + PUFA)의 함량이 유의적으로($P < 0.05$) 높은 경향을 보였는데, 이 경우, 유지방구의 크기가 큰 농가(A, G)의 원유는 크기가 작은 농가(D, H)에 비해 원유의 품질, 나아가 그 원유로 생산되는 치즈 등의 유제품 품질에까지 영향을 미칠 수 있음을 암시하는 것이다. Wiking 등(2004)에 의하면, 유지방량과 지방구의 평균 직경 간에 상관관계가 높은 편이며($r^2 = 0.54$), 유선세포는 지방구막 물질의 안정된 구조유지를 위해 보다 커다란 지방구를 만들기 때문에 사료를 통한 장쇄지방산(C16 이상)의 보충공급은 지방구 크기와 관련하여 자연적 크림 형성 등에 영향을 미치고 그러한 특성이 치즈 등 유제품의 물리적 성질(경도, 수분함량 등)에 변화를 가져다 줄 수 있다고 하였다.

Table 3. Comparison of milk fatty acids distribution affected by feeding of protected fat.

| No use of protected fat | | | Use of protected fat | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| % | D (n=6) | H (n=6) | A (n=6) | G (n=6) |
| Mono Unsaturated FA | 1.14 ^{ab} ±0.11 | 1.02 ^b ±0.05 | 1.22 ^{ab} ±0.05 | 1.37 ^a ±0.07 |
| Poly Unsaturated FA | 0.26 ^b ±0.01 | 0.27 ^b ±0.01 | 0.31 ^a ±0.01 | 0.31 ^a ±0.00 |
| Saturated FA | 1.94 ^c ±0.11 | 1.98 ^{bc} ±0.16 | 2.49 ^a ±0.08 | 2.37 ^{ab} ±0.08 |
| Total Unsaturated FA | 0.82 ± 0.13 | 0.75 ± 0.09 | 0.98 ± 0.07 | 1.02 ± 0.07 |

All values are Mean±SE.

^{a,b,c} Values within a row with different letters are significantly different($p < 0.05$)

Saturated FA = 4:0, 6:0, 8:0, 10:0, 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0

Mono unsaturated FA = 10:1, 14:1, 15:1, 16:1, 17:1, 18:1

Poly unsaturated FA = 18:2, 18:3

*FA g/100g milk (applies to all fatty acid profile components)

우유 지방의 98%는 triacylglycerides(Bauman and Griinari, 2003)를 차지하며, 나머지 2%는 diacylglycerides, cholesterol, phospholipids, free fatty acids 로 이루어져있다(Lock 과 Bauman, 2003). 우유의 지방산은 1) 사료로부터의 공급, 2) 반추위 내 미생물의 발효에 의한 공급, 3) 젖소의 체성분에서의 동원, 3) 간이나 유선세포에서의 *de novo* synthesis 에 의해 공급된다(Grummer, 1991). 4-14 의 탄소를 가진 지방산은 C14:0(myristic acid)나 C16:0(palmitic acid)에서 유래되거나 acetic acid 와 β -hydroxybutyric acid 로부터 합성된다(Bauman 등, 2003). 탄소수 16 개 이상의 지방산은 사료로부터 공급되거나, 체내 저장되어 있는 지방조직의 triacylglyceride 가 분해되면서 동원된다(Parodi, 2004). 사료로부터 공급되는 지방산의 원천은 3 가지가 있는데, 1) 조사료, 2) 지방종자, 3) 지방첨가제가 그것이다. 이 세 가지 요인들은 각기 다른 방법으로 Long chain fatty acid 의 조성과 농도를 변화시킨다. 조사료의 경우, 반추위내 미생물이 cellulose 와 hemicellulose 로부터 유선세포에서 일어나는 *de novo* synthesis 의 전구체인 acetate 와 butyrate 를 생산하며, 유료종실의 지방은 C18:1, C18:2 를 증가시킨다(Masbridge 와 Blake, 1997). 마지막으로 지방첨가제는 주로 에너지공급용으로도 많이 사용되며, 이때 원유 내 C6:0 와 C14:0 의 농도는 줄고, C16:0 과 C18:1 이 증가하는 경향을 보인다.

Table 4. Distribution of MFG sizes for the milk produced at test farms.

| | A | B | C | D | F | G | H | I |
|------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Mean | 4.17 ^b | 4.46 ^{ab} | 4.56 ^a | 4.41 ^{ab} | 4.58 ^a | 4.74 ^a | 4.48 ^{ab} | 4.60 ^a |
| (μ m) | ± 0.08 | ± 0.09 | ± 0.12 | ± 0.10 | ± 0.04 | ± 0.18 | ± 0.05 | ± 0.07 |
| C.V | 37.80 ^c | 39.60 ^{bc} | 46.80 ^a | 40.75 ^{ab} | 39.60 ^{bc} | 39.40 ^{bc} | 44.60 ^{ab} | 43.7 ^{ab} |
| (%) | ± 0.01 | ± 0.01 | ± 0.04 | ± 0.01 | ± 0.02 | ± 0.02 | ± 0.02 | ± 0.02 |
| d10 | 2 . 3 7 ^c | 2 . 3 5 ^c | 2 . 4 4 ^{b c} | 2 . 3 8 ^{b c} | 2 . 5 7 ^{a b} | 2 . 6 4 ^a | 2 . 4 5 ^{a b} | 2 . 4 6 ^{a b} |
| (μ m) | ± 0.04 | ± 0.07 | ± 0.04 | ± 0.08 | ± 0.01 | ± 0.09 | ± 0.07 | ± 0.05 |
| d50 | 4 . 0 0 ^c | 4 . 3 0 ^{a b c} | 4 . 2 7 ^{a b c} | 4 . 2 3 ^{a b c} | 4 . 3 9 ^{a b} | 4 . 5 4 ^a | 4 . 2 0 ^{b c} | 4 . 3 3 ^{a b} |
| (μ m) | ± 0.07 | ± 0.09 | ± 0.09 | ± 0.11 | ± 0.03 | ± 0.15 | ± 0.10 | ± 0.11 |
| d90 | 6.09 ^b | 6.69 ^{ab} | 6.72 ^{ab} | 6.51 ^{ab} | 6.66 ^{ab} | 6.94 ^a | 6.61 ^{ab} | 6.88 ^{ab} |
| (μ m) | ± 0.16 | ± 0.11 | ± 0.28 | ± 0.13 | ± 0.07 | ± 0.26 | ± 0.23 | ± 0.18 |

All values are Mean \pm SE.

^{a,b,c} Values within a row with different letters are significantly different($p < 0.05$).

d10, d50, d90 are the particle diameter that divides the distribution by percentage.

3. 유리지방산 함량 및 조성

연구대상 목장 중 한 때 원유의 산패취가 문제로 대두된 바 있는 D농가를 대상으로 하여 착유횟수를 달리하여 원유시료를 채취한 다음 유리지방산(Free Fatty Acids, FFAs)의 조성을 조사한 결과, 착유횟수가 늘어날수록 원유 내 유리지방산 함량이 높아지는 결과를 보였는데, 이는 선행 연구들(Wiking 등, 2006; Faveni 등, 2005; Justesen와 Rasmussen, 2000; Klungel 등, 2006; De Koning 등, 2003; Pirlo 등, 2004)과 경향을 함께 한다고 볼 수 있다. 특히, C16:0(palmitic acid)와 C18:1(oleic acid)는 착유 횟수가 증가함에 따라 높아지는 경향이 강하였는데, 원유 내 C16:0의 함량은 사료 내 C16:0의 함량이 많을수록 높아진다고 Caroline 등(2013)

은 보고한 바 있다. Astrup 등(1980)은 연구에서는 소량(600g)의 C16:0을 사료에 첨가 공급한 결과, 원유 내 C16:0 수준과 유리지방산이 증가하였으며, 이상취(off-flavour)가 발생함을 관찰하였다. Chazal과 Chilliard(1986)의 연구에서는 저품질의 사일리지를 먹었을 때가 고품질의 사일리지를 먹었을 때보다 더 많은 양의 유리지방산 수준이 확인되었다. 또한 유리지방산은 제한된 사료급여에 의해 혈중 LPL(Lipoprotein lipase)가 원유 내로 유입되거나 활성이 증가한다. 산패취가 문제가 되었던 D농가 및 E농가는 동일한 종류의 수입산 옥수수사일리지를 TMR에 급여하고 있었는데, AMS로 착유하면서 옥수수사일리지를 급여하는 C목장의 경우에는 산패취의 문제가 일어나지 않았다는 점을 감안할 때 사료에 의한 산패취 발생일 수도 있어 고온기(하절기)에 추가적인 연구를 할 필요가 대두되었다.

Table 8. Concentration of FFA with different milking frequency in D farm.

| Free fatty acid (mg/L) | 2.4 times milking | 2.6 times milking | 2.9 times milking | 3 times milking | SEM ¹⁾ |
|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| | 0.71 ^a | 0.23 ^b | 0.00 ^c | 0.28 ^b | 0.06 |
| | 1.08 ^a | 0.75 ^b | 0.01 ^d | 0.53 ^c | 0.05 |
| | 1.96 ^a | 1.41 ^b | 0.82 ^c | 1.32 ^b | 0.04 |
| | 8.14 ^a | 4.88 ^{ab} | 3.32 ^c | 4.02 ^c | 0.62 |
| C12:0 | 11.86 | 3.70 | 2.28 | 2.66 | 1.95 |
| C14:0 | 8.9 ^b | 10.67 ^a | 6.63 ^d | 7.35 ^{cd} | 0.50 |
| C16:0 | 4.18 ^b | 20.17 ^a | 22.58 ^a | 25.59 ^a | 2.56 |
| C18:0 | 95.88 ^b | 83.75 ^a | 90.35 ^a | 106.76 ^a | 11.65 |
| C18:1 | 68.33 ^b | 87.55 ^a | 89.27 ^a | 94.07 ^a | 4.67 |
| C18:2 | 20.27 ^a | 20.35 ^a | 18.73 ^{ab} | 16.5 ^b | 0.58 |
| SCFFA | 3.74 ^a | 2.39 ^b | 0.82 ^c | 2.13 ^b | 0.13 |
| MCFFA | 20.00 | 8.58 | 5.61 | 6.68 | 2.53 |
| LCFFA | 197.56 ^c | 222.48 ^{ab} | 227.57 ^{ab} | 250.28 ^a | 12.70 |
| total | 221.30 | 233.46 | 234.00 | 259.09 | 11.47 |

^{a,b,c,d}Values within a row with different letters are significantly different($p < 0.05$).

¹⁾Standard error of means($n=3$).

SCFFA=Short-chain FFA(sum of C4:0 to C8:0); MCFFA=Medium-chain FFA(sum of C10 to C12:0);

LCFFA=Long-chain FFA(sum of C14:0 to C18:2); Total FFA(sum of C4:0 to C18:2).

4. 원유의 산가

흔히 원유의 품질척도의 하나인 산가(Acid Value, AV)의 측정은 지방 분자에서 유리된 지방산의 양을 파악하고, 유지방의 산패 정도를 판정하는 데 이용되어 왔다. 식품의 산가는 유지의 식별에 사용되는 것은 아니고 유지의 정제정도나 사용내역 혹은 보관기간 등을 추정할 때 사용되는 척도이다. 본 연구에서 얻어진 산가의 측정결과에서는 AMS농가와 CMS농가 간에 별다른 차이가 발견되지 않았다(**Table 5**). 하루에 두 번 일정 시간에 착유하여 원유가 냉각기에 12시간 정도 보관되는 CMS방법과 비교할 때, 젖소가 원할 때 착유하게 되는 AMS의 경우에는 집유차량이 오기 전까지 지속적인 착유작업과 함께 냉각기에 수집된 젖이 24시간 동안 보

관된다. 이처럼 CMS 착유방법에 비해 AMS 방법이 냉각기에서의 보관기간이 길어짐으로써 일어날 수 있는 산패는 별로 커다란 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

Table 5. Comparison of acid value for the bulk milk between AMS and CMS farms.

| AMS | | | CMS | | |
|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| time after milking | D | E | time after milking | H | G |
| 24h | 0.143 | 0.146 | 3h | 0.141 | 0.14 |
| 36h | 0.146 | 0.148 | 12h | 0.143 | 0.141 |
| 42h | 0.145 | 0.143 | 24h | 0.145 | 0.147 |
| 46h | 0.148 | 0.144 | 36h | 0.146 | 0.149 |

0.14-0.16% : fresh milk

0.19-0.20% : early rancidity milk

0.25% 이상 : rancid milk

5. 급여사료의 영양소함량 분석

연구 대상인 8개 목장의 TMR 분석결과를 **Table 6**에 제시하였다. TMR의 건물함량은 대체로 최저 48% 정도에서 최고 73% 수준으로 목장 간에 상당한 변이가 있었으며, 이는 주로 사용된 원료 조사료의 종류에 따른 차이에서 비롯되는 것으로 사료된다.

Table 6. Comparison in chemical composition of TMR given to lactating cows at test farms.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| DM | 47.86 ^c | 67.12 ^a | 61.48 ^{ab} | 50.30 ^{bc} | 69.77 ^a | 69.50 ^a | 72.82 ^a | 65.83 ^a |
| | ±0.55 | ±2.95 | ±0.24 | ±14.47 | ±1.02 | ±0.43 | ±0.56 | ±0.25 |
| Ash | 6.72 ^b | 5.78 ^{bc} | 8.85 ^a | 7.69 ^a | 9.06 ^a | 5.63 ^c | 5.87 ^{bc} | 6.08 ^{bc} |
| | ±0.13 | ±0.15 | ±0.02 | ±0.32 | ±0.15 | ± 0.81 | ±0.11 | ±0.38 |
| NDF | 45.58 ^{abc} | 40.29 ^c | 40.85 ^c | 47.51 ^{ab} | 33.95 ^d | 41.90 ^{bc} | 41.83 ^{bc} | 49.17 ^a |
| | ±4.31 | ±5.20 | ±1.89 | ±1.24 | ±3.33 | ±2.13 | ±2.70 | ±0.86 |
| AD | 30.23 ^{ab} | 26.17 ^{cd} | 25.33 ^{cd} | 28.17 ^{abc} | 23.24 ^d | 28.37 ^{abc} | 27.29 ^{bc} | 31.21 ^a |
| F | ±1.27 | ±1.27 | ±0.80 | ±0.43 | ±0.98 | ±1.32 | ±1.84 | ±1.08 |
| EE | 3.18 ^c | 3.27 ^c | 4.61 ^b | 2.28 ^d | 3.01 ^c | 5.19 ^b | 6.22 ^a | 1.95 ^d |
| | ±0.16 | ±0.26 | ±0.24 | ±0.16 | ±0.28 | ±0.11 | ±0.79 | ±0.49 |
| CP | 12.17 ^b | 12.33 ^b | 13.18 ^a | 12.32 ^b | 12.89 ^a | 13.20 ^a | 13.00 ^a | 11.99 ^b |
| | ±0.19 | ±0.24 | ±0.03 | ±0.50 | ±0.12 | ±0.06 | ±0.24 | ±0.03 |

All values are Mean±SD. n=3

^{a,b,c,d}Values within a row with different letters are significantly different($p<0.05$)

6. 보호지방 분석

원유의 품질은 유성분 중 지방의 양적 질적 성질에 의해 상당한 영향을 받는다. 따라서 본 연구의 대상목장 중 5개 목장이 보호지방을 TMR에 포함 급여하고 있는 관계로, 해당 목장에서 착유우에 급여하는 보호지방(A사 및 B사 제품)의 특성을 조사해 보았는바, 그 결과는 **Table 7**과 같다.

Table 7. Chemical composition of protected fat fed to lactating cows at the test farms.

| Farm | F | A, B, C, G |
|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| | Protected fat(A) | Protected fat(B) |
| Calorie (kcal/kg) | 7,000 | 6,710 |
| Crude fat (%) | 80 | 82 |
| Acid value (mg KOH/g) | 30 | 30 |
| Moisture (%) | 5 | 7 |
| Components | soybean oil, calcium salts of linoleic acid | soybean oil, calcium salts of linoleic acid |

7. 사료 건물 및 단백질의 *In situ* 분해도

연구대상 목장에서 채취한 TMR 시료에 대한 *in situ* 건물 및 단백질 분해율을 Fig. 2, Fig. 3 및 Table 8에 제시하였다. 반추위 내 체류시간대별 건물분해율은, H목장을 제외하고는 0시간 56.9~55.9%, 4시간 50.0~61.2%, 8시간 57.7~67.8%, 12시간 60.8~71.3%, 24시간 72.5~79.3%, 48시간 78.8~84.3%의 범위에 있었다. H목장은 0시간 35.4%, 4시간 38.3%, 8시간 44.0%, 12시간 48.2%, 24시간 58.9%, 48시간 69.6% 으로 나타났다. H목장이 다른 목장들에 비해 전체적으로 건물분해율이 낮은 이유는 H목장의 사료배합비 중에 Tall fescue가 차지하는 비율이 41% 가량 되었는데, 이 목건초의 경우에 Nylon bag 분해율이 0시간 30%, 48시간 58%로 다른 사료에 비해 낮은 수준이었다. 또한 H목장의 경우, 급여사료의 조농비가 7:3 정도에 달하기 때문에 다른 목장에 비해 건물분해율이 다소 낮은 값을 보였다. 단백질분해율은 H목장을 제외하고 0시간 63.6~70.6%, 4시간 65.8~73.9%, 8시간 65.5~82.6%, 12시간 70.0~85.0%, 24시간 78.8~89.5%, 48시간 86.5~93.4%이다. 이에 반하여 H목장은 0시간 56.9%, 4시간 59.9%, 8시간 65.5%, 12시간 70.0%, 24시간 78.8%, 48시간 86.5%으로 나타났다. 이는 H목장의 급여사료 중 조사료의 비중이 다른 목장들보다 큰 관계로 섬유질에 결합되어 있는 단백질 즉 ADIN이 많은데, 이는 반추위에서 거의 분해되지 않는다(Licitra 등, 1996). 따라서 초기 분해율과 시간별 분해율이 여타 목장들에 비해 낮게 평가되었다고 판단되었다. 또한 평균적으로 0시간의 건물, 단백질 분해율이 높은 경향을 보이고 있는데, 이는 *in situ* 실험 시 공시시료의 균질화를 위해서 1mm 스크린에 통과하는 수준으로 분쇄를 한 관계로, Nylon bag의 미공을 빠져나갈 수 있는 미세한 분말이 많아져 초기분해율 상승에 기인한 것으로 판단된다(Yoon 등, 1990).

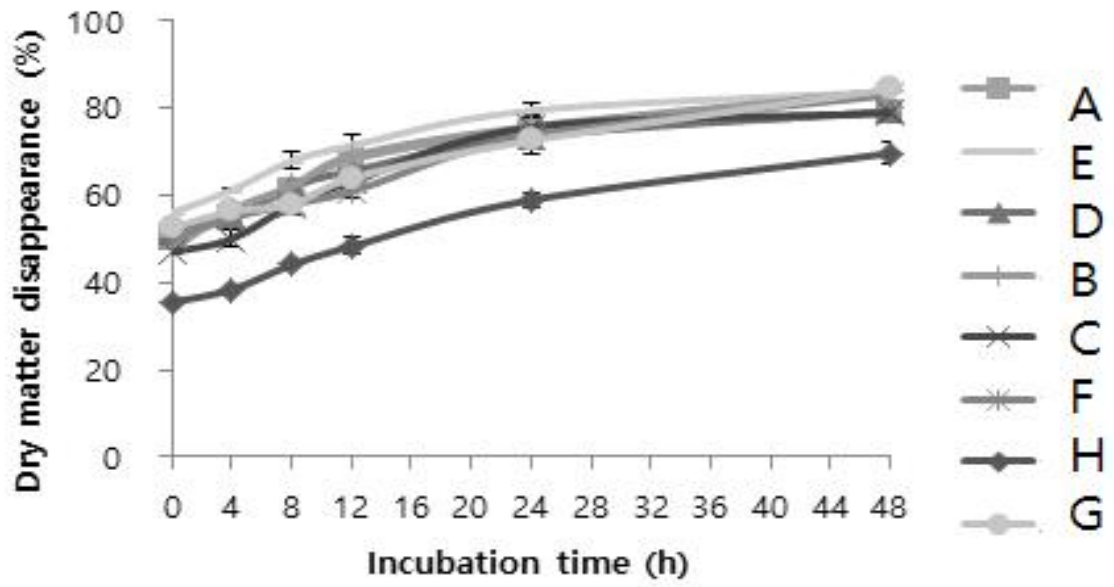


Fig. 2. Dry matter disappearance of feeds by the *in situ* method

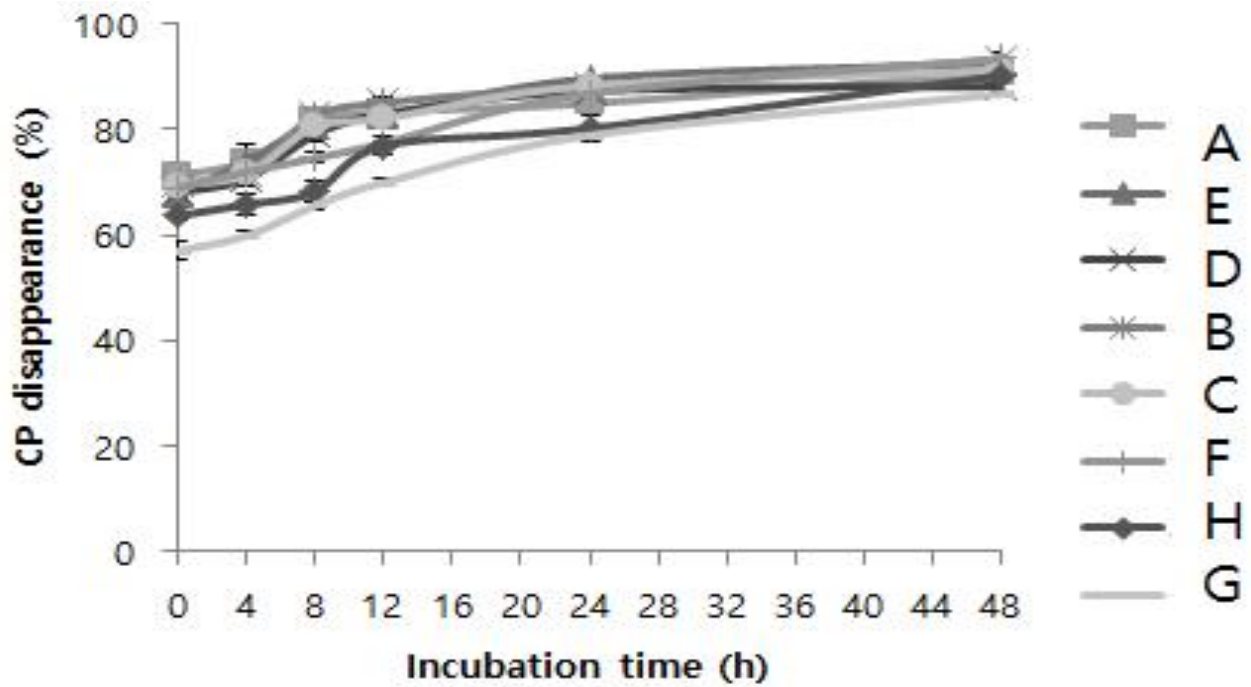


Fig. 3. CP disappearance of feeds by the *in situ* method

Table 8. Dry matter disappearance of feeds by the *in situ* method

| time (h) | 0 | 4 | 8 | 12 | 24 | 48 |
|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A | 49.6 ^{b1)} | 55.1 ^b | 61.0 ^b | 68.2 ^b | 74.2 ^a | 78.9 ^b |
| E | 55.9 ^a | 61.2 ^a | 67.8 ^a | 71.3 ^a | 79.3 ^a | 83.7 ^a |
| D | 51.7 ^b | 55.3 ^b | 61.9 ^b | 65.5 ^b | 73.4 ^a | 79.2 ^b |
| C | 46.9 ^c | 50.0 ^c | 57.7 ^c | 63.0 ^c | 75.5 ^a | 78.8 ^b |
| B | 47.5 ^c | 56.6 ^b | 62.1 ^b | 67.0 ^a | 75.7 ^a | 83.8 ^a |
| G | 52.5 ^a | 56.3 ^b | 57.8 ^c | 63.9 ^c | 72.5 ^a | 84.3 ^a |
| F | 50.2 ^b | 54.8 ^b | 58.0 ^c | 60.8 ^d | 73.5 ^a | 82.9 ^a |
| H | 35.4 ^d | 38.3 ^d | 44.0 ^d | 48.2 ^e | 58.9 ^b | 69.6 ^c |
| SEM ²⁾ | 1.33 | 1.52 | 1.56 | 1.72 | 1.67 | 1.44 |

¹⁾ Different superscripts within the same row significantly differ ($p < 0.05$).

²⁾ Standard error of means.

한편, 단백질 분획(fraction)과 RDP, RUP에 대한 분석 결과는 **Table 9**에 제시된 바와 같다. Fraction A는 농도원목장이 71.2%로 가장 높았으며, H목장이 57.0%로 가장 낮은 값을 나타냈다($p < 0.05$). Fraction B는 H목장이 29.7%로 가장 높았으며 A목장이 19.5%로 가장 낮았다($p < 0.05$). C fraction은 H목장이 13.3%로 가장 높았고, F목장이 6.6%로 가장 낮았다($p < 0.05$). 앞서 언급한 바와 같이 fraction A는 *in situ* 실험에서 0h의 단백질분해율로 계산하였는데, 물에 용해되는 부분과 nylon bag의 pore로 빠져나올 수 있는 성분으로 구성되어 있다. Fraction B는 잠재적으로 분해될 수 있는 성분으로 4~24h 사이에서 분해될 수 있는 성분으로 구성되어 있다. F fraction C는 오랜 시간 동안 반추위에 체류하여도 분해되지 않는 단백질 부분에 해당된다. 이는 Cornell 대학 연구팀이 제시한 Cornell Net Carbohydrate and Protein System(CNCPS)에서 fraction C에 해당하는 Insoluble nitrogen in acid detergent(산성세제 불용성 질소, ADIN or ADICP)에 해당되며, 일반적으로 열에 의해 손상된 단백질이나 lignin에 결합된 단백질에서 연유한다고 볼 수 있다(Licitra 등, 1996). 따라서 H목장의 사료단백질 중 fraction V가 유의적으로 높은 값을 가지는 것은 이러한 내용과 일치한다고 볼 수 있다. 궁극적으로 각 공시사료의 RDP와 RUP 함량을 A, B, C fraction에 통과속도와 분해속도를 적용하여 계산에 의해 구하였는데, RDP는 B목장이 90.1로 가장 높았고, H목장이 81.9로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). RUP의 경우, $100 - \text{RDP}$ 로도 정의될 수 있으므로, 이 경우 RUP는 H목장이 18.1로 가장 높고 B목장이 9.8로 가장 낮은 수치를 보였다($p < 0.05$). 젖소의 비유초기에 RDP가 일정수준 이상인 TMR을 급여함으로써 미생물단백질을 통한 대사단백질 공급량을 높일 수가 있다(Charbonneau 등, 2007).

Table 9. *In situ* protein disappearances of feeds for test farms(DM %)

| Incubation time (h) | 0 | 4 | 8 | 12 | 24 | 48 |
|------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Farm | | | | | | |
| A | 70.6 ^{a1)} | 73.9 ^a | 81.5 ^a | 83.3 ^a | 85.5 ^a | 90.7 ^{ab} |
| E | 67.5 ^b | 73.8 ^a | 80.9 ^a | 82.4 ^a | 89.5 ^a | 92.5 ^a |
| D | 68.0 ^b | 70.6 ^a | 79.1 ^a | 82.9 ^a | 87.3 ^a | 88.1 ^b |
| C | 69.4 ^a | 71.5 ^a | 80.6 ^a | 82.0 ^a | 88.3 ^a | 91.9 ^a |
| B | 69.7 ^a | 71.8 ^a | 82.6 ^a | 85.0 ^a | 88.1 ^a | 93.2 ^a |
| G | 63.6 ^c | 65.8 ^b | 68.2 ^c | 76.9 ^b | 80.2 ^b | 90.1 ^{ab} |
| F | 68.9 ^a | 71.9 ^a | 74.5 ^b | 77.4 ^b | 86.8 ^b | 93.4 ^a |
| H | 56.9 ^d | 59.9 ^c | 65.5 ^d | 70.0 ^c | 78.8 ^c | 86.5 ^b |
| SEM ²⁾ | 1.87 | 1.89 | 1.94 | 1.82 | 1.53 | 1.19 |

¹⁾ Different superscripts within the same row significantly differ (p<0.05).

²⁾ Standard error of means.

Table 10. Protein degradability of protein feeds measured by *in situ* method.

| N-source | CP fraction | | | K _d /h | RDP | RUP |
|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | A | B | C | | | |
| Farm | | | | | | |
| A | 71.2 ^{a1)} | 19.5 ^c | 9.2 ^c | 0.322 ^c | 87.7 ^b | 12.3 ^b |
| E | 67.5 ^a | 25.0 ^b | 7.5 ^d | 0.491 ^a | 89.8 ^a | 10.2 ^c |
| D | 68.0 ^a | 20.1 ^c | 11.9 ^b | 0.468 ^a | 85.9 ^b | 14.1 ^b |
| C | 69.8 ^a | 23.4 ^b | 6.8 ^d | 0.405 ^b | 90.1 ^a | 9.8 ^c |
| B | 69.4 ^a | 21.7 ^c | 8.9 ^c | 0.485 ^a | 88.7 ^a | 11.3 ^c |
| G | 68.9 ^a | 24.4 ^b | 6.6 ^d | 0.257 ^d | 85.1 ^b | 14.9 ^b |
| F | 63.6 ^b | 29.0 ^a | 9.9 ^c | 0.292 ^c | 89.2 ^a | 10.8 ^c |
| H | 57.0 ^c | 29.7 ^a | 13.3 ^a | 0.313 ^c | 81.9 ^c | 18.1 ^a |
| SEM ²⁾ | 0.51 | 0.54 | 0.33 | 0.03 | 0.35 | 0.36 |

¹⁾ Different superscripts within the same row significantly differ(p<0.05).

²⁾ Standard error of means

8. 종합 결론

근래에 정부지원과 함께 증가하고 있는 목장형 유가공사업을 전개하는 농장의 경우 AMS 도입으로 인한 원유성분의 변화, 이차적인 유제품의 품질 간의 연관관계에 미치는 영향의 규명이 필요하다. 본 조사에서 일반성분 및 산패의 경우 체세포와 유량의 경우를 제외한 나머지 성분의 경우는 AMS와 CMS 간 착유방식에서 오는 영향보다 사료, 즉 각 농가의 사료 영양관리에 의해 오는 영향이 더 큰 것으로 사료된다. 유질에 관한 한 특히 보호지방 첨가급여로 인해 유지율 및 불포화지방산과 포화지방산의 함량이 높아지는데, 치즈의 종류에 따라서 지방구 크기를 적절한 범위로 유도할 수 있으며 이는 사양관리상의 조절로도 가능할 수 있다.

이러한 점은 목장형 유가공사업 농가에서 유제품을 생산함에 있어 주목할 만한 사항이다. 우리나라를 포함하여 세계에서 가장 많이 소비되는 체다치즈의 경우 사이즈가 큰 유지방구를 함

유한 우유로 만든 제품이 작은 유지방구를 함유한 우유로 만든 경우보다 더 좋은 풍미, 식감과 색을 낸다(St-Gelais 등, 1997). 따라서 우리나라의 경우, '6차 산업형 낙농'인 목장형유가공사업에 참여하는 농가는 체다를 포함한 자연치즈를 생산할 경우 AMS 착유방법을 이용하게 된다면 착유횟수 증가로 인한 유지방구 크기의 증가와 함께 긍정적인 효과를 기대할 수도 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Arnould, V. Soyeurt, H. 2009. Genetic variability of milk fatty acids. *Journal of Applied Genetics*. 50: 29-39.
- Astrup, H.N., Vik-Mo, L., Skrvseth, O., Ekern, A. 1980. Milk lipolysis when feeding saturated FA to the cow. *Milchwissenschaft* 35, 1-4.
- Bauman, D. Griinari, J. 2003. Nutritional Regulation of Milk Fat Synthesis. *Annual Review of Nutrition*. 23: 203-227.
- Caroline Robertsson. 2013. Effects of palmitic and stearic acids supplementation on milk yield, composition and milk lipolysis in dairy cows.
- Cecchi, G., Martini, M., Scolozzi, C., Leotta, R., Verita, P., 2003. Milk fat globules in different dairy cattle breed. Part 2: relationship to fatty acid composition. *Ital. J. Anim. Sci.* 2:275-227.
- Charbonneau E., P. Y. Chouinard, G. Allard, H. Lapierre, and D. Pellerin. 2007. Milk from Forage as Affected by Rumen Degradable Protein and Corn Grinding When Feeding Corn- and Alfalfa Silage-Based Diets. *J. Dairy Sci.* 90:823 - 832.
- Chazal, M.P., Chilliard. Y., Coulon. J.B., 1987. Effect of nature of forage on spontaneous lipolysis in milk from cows in late lactation. *Jornal of Dairy Research*. 54: 13-18.
- DeKoning, K., B. Slaghuis, and Y. van der Vorst. 2003. Robotic milking and milk quality : Effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing points and free fatty acids. *Ital. J. Anim. Sci.* 2:291-299.
- England M. L., G. A. Broderick, R. D. Shaver and D. K. Combs. 1977. Comparison of In Situ and In Vitro Techniques for Measuring Ruminal Degradation of Animal By-Product Proteins. *J. Dairy Sci.* 80:2925 - 2931.
- Evers, J. M. J. 2004. The milk at globule membrane-compositional and structural changes

post secretion by the mammary secretory cell. *Int. Dairy J.* 14:661-674.

F.Abeni., L.Degano., F.Calza., R.Giangiacomo., G.Pirlo. Milk quality and automatic milking : fat globule size, natural creaming, and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 88:3519-3529.

Grummer, R. 1991. Effect of Feed on the Composition of milk Fat. *J. Dairy Sci.* 74: 244-3257.

Jestesen, P., and M. D. Rasmussen. 2000. Improvements of milk quality by the Danish AMS self-monitoring programme. *Int. Symp. Robotic Milking, Lelystad.* 83-88 in *Proc.*

Klungel, G. G., B. A. Slaghuis, and H. Hogeveen. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.* 83:1998-2003.

Licitra, G., Hernandez, T. M. and Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57:347-358.

Lock, A. Bauman, D. 2004. Modifying Milk Fat Composition in Dairy Cows to Enhance Fatty Acids Beneficial to Human Health. *Lipids.* 39: 1197-1206.

Mansbridge R. Blake, J. 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition.* 7: 37-47.

Martini, M., Scolozzi, C., Cecchi, F., 2005a. Studio delle correlazioni tra le caratteristiche morfometriche del globule di grasso e la qualita del lattta di bufala. *Sci. Tecn. Latt. Cas.* 54:197-204.

Martini, M., Scolozzi, C., Ceccgi, F., Salari, F., Verjta, P., 2005b. Study on chemical and fatty acid modification of cow's in relation to fat globules diameter. *Ital. J. Anim. Sci.* 4:230-232.

Parodi, P. 2004. Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology.* 59: 3-59.

Pirlo, G., G. Bertoni, and R. Giangiacomo. 2004. Introduction fo AMS in Italian dairy herds : Effects on cow performances and milk quality in a herd of the Grana Padano area.335-340 in *A better understanding - Automatic Milking.*

St-Gelais, D., Passet, C. A., Hahe, S., & Roy, P. 1997. Production of low-fat cheddar cheese from low and high mineral retentate powders and different fractions of milk fat globules. *International dairy journal*, 7, 733-741.

Wiking, L., Nielsen, J.H., Bavius, A.K., Edvardsson, A., Svennersten-Shaybha, K., 2006. Impact of milking frequency on the level of free fatty acids in milk, fat globule size and fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 89:1004-1009.

Wiking, L., J. Stagested, L. Bjorck, and J. H. Nielsen. 2004. Milk fat globule size is affected by fat production in dairy cows. *Int. Dairt J.* 14:909-913.

Yoon, C.S, D. Y. Kim and N. H. Lee. 1990. A Survey on the Protein Degradability of common Protein Utilized in Korea by In Situ Evaluation. *Korean J. Anim. Sci.*, 32(5) 264-270.

Zarztnska. J., Plawinska-Czarnak. J., Bogdan. J. 2014. Bovine milk fat characteristics.

<2차년도> AMS 도입에 따른 원유품질 저하요인 및 개선책 연구

□ 연구수행 내용

1. 연구대상 목장 선정 및 협조선 구축

경기도 지역에 위치한 낙농목장 중 사육규모와 급여사료의 성격이 유사한 AMS 및 CMS 목장을 각 4개소씩 선정하고, 2014년은 5월부터 10월, 2015년은 4월부터 10월까지 각 목장의 집합유(bulk milk) 시료를 각각 50mL씩 월 1회 채취하였고, 채취한 우유는 방부제(Microtabs II)를 넣어 4℃의 상태의 냉장용기에 담아 운송하였다. 시료 중 25mL는 산유능력 검정과 동일한 항목(일반성분 및 MUN, 세균수, 체세포 등)을 한국종축개량협회 유성분분석소에 분석을 의뢰하였고, 나머지 25 mL는 deep freezer에 보관하면서 유지방구 크기(milk fat globule size), 지방산(fatty acids), 유리지방산(free fatty acids) 함량 및 조성을 분석하였다. 또한 착유방식 및 보호지방의 급여 여부가 발효유제품(고다치즈)의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 전술된 8개 목장 중 아래 Table 1과 같이 4개 목장을 선정하여 고다치즈를 제조하였다.

Table 1. Selection of dairy farm for Gouda cheese making.

| | AMS | CMS |
|------------|-------|-------|
| with PF | AMS-O | CMS-O |
| without PF | AMS-X | CMS-X |

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; PF: protected fat

일일 착유를 마친 4개 목장의 집유탱크에서 각각 60kg의 원유를 1주일 간격으로 2회 수집하였으며, 원유는 즉시 천안연암대학 유가공기술센터로 운송하여 치즈 제조에 이용하였다.

2. 원유시료 채취 및 유지방 특성 분석

공시목장의 원유시료로부터 일반유성분 함량, 유지방구 크기(fat globule size), 유리지방산 함량 및 조성, 그리고 필요 시 산가를 측정하기 위하여, 월 1회 각 농가의 검정일에 맞추어 검정유와 동일한 원유 시료를 취하였다. 채취한 40ml의 우유 중 20ml은 검정용 분석에 사용하고, 20ml은 유지방구의 크기 측정과 유리지방산 측정용 시료에는 방부제(Microtabs II)를 넣어, 4℃ 냉장용기에 보관하여 실험실로 운반하였다. 유리지방산 및 조성을 측정하기 위하여 원유시료를 deep freezer에 보관하면서 서울우유 중앙연구소에서 분석에 공시하였다. 원유의 검정용 분석항목(일반성분 및 MUN, 세균수, 체세포 등)은 농협 젓소개량부와 한국종축개량협회 중앙분석소에서 데이터를 제공 받아 분석하였다. 각 해당 농가의 검정성적기록은 농가 대표자들의 협조동의서를 받은 후 온라인 기록을 참조하였다. 항목별 세부 분석방법은 다음과 같다.

1) 유지방구 크기 측정

유지방구(Milk fat globule)의 크기는 원유의 지방특성에 대한 산패 취약을 예측하는 중요한 지표로서 Coulter counter Multisizer 4 (Beckman Coulter, USA)를 이용하여 분석하였다. CCM 4는 기존과 같이 레이저 입도분석기에서 레이저가 입자와 부딪혔을 때 나오는 산란강도와 산란각을 계산하여 입도의 분포값을 보여주는 방식이 아닌 전기저항을 이용하는 방법으로, 각 사이즈별 해당 숫자, 입도 분포 및 농도를 계산이 아닌 실측으로 값을 보여주는 장비이다(Fig. 1). 레이저 입도분석기는 $0.017 \sim 2,000\mu\text{m}$ 까지의 범위를 124의 간격(Channel)으로 나뉘서 데이터를 보여주는 데 반해 Coulter counter는 $1\sim 30\mu\text{m}$ 범위를 400개의 간격으로 나뉘어 보여준다. 전통적 장비인 레이저입도분석기는 측정범위가 넓어 가장 광범위하게 사용되는 입도분석기지만, 해상도가 Coulter counter에 비해 떨어지므로 보다 정밀한 측정에 있어서는 그 감도가 떨어진다고 볼 수 있다.

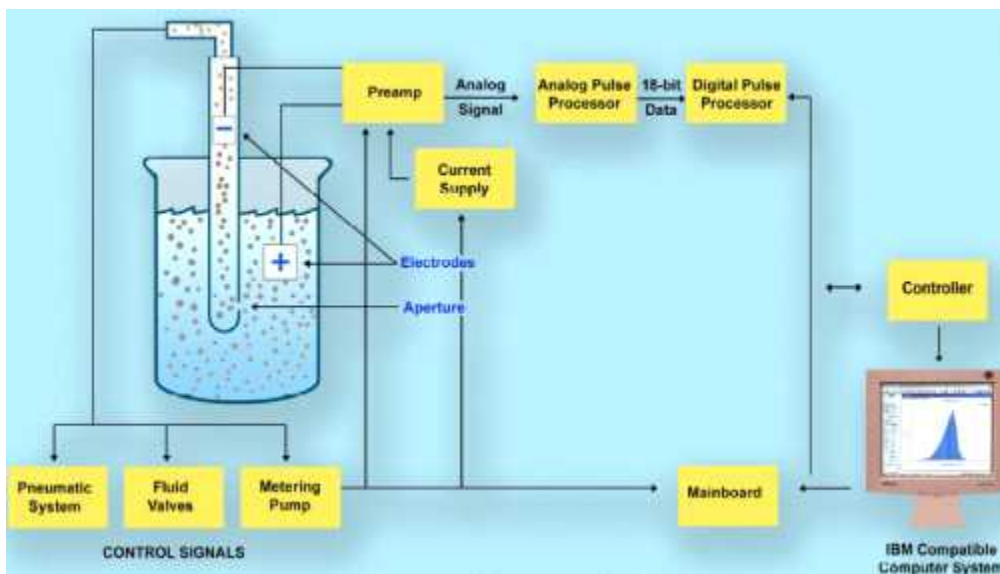


Figure 1. Diagrammatic illustration of the Coulter Principle applied in the Multisizer.

우유의 지방구 크기는 $0.2 \sim 15\mu\text{m}$ 에 주로 분포하는 관계로 이를 측정하기 위하여 Aperture tube는 $50\mu\text{m}$ 크기를 이용하였고, 시료를 측정하기 전에 있어 시료 내 유지방구의 뭉침을 방지하기 위하여 3분간 Sonication한 후 시료를 100ml Electrolyte solution ISOTON II (Coulter Filtered electrolyte solution based on 0.9% saline, Beckman Coulter, USA)에 $10\mu\text{l}$ 로 시료 주입 후 1-2분간 교반 하여 시료가 electrolyte solution에 충분히 분산돼 4-6%의 일정 농도로 안정화가 되었을 시 측정하였다. 이때 Flow rate는 $10\mu\text{l}/\text{sec}$ 에 측정하였고, Mean, C.V, Milk fat diameter 측정 software는 Z2 Accucomp software(Beckman Coulter, USA)를 사용하였다.

2) 유리지방산 측정

유리지방산(free fatty acids, FFAs)은 원유의 품질 평가에 있어 중요한 지표가 되는바, 연구기간 중에 발견된, 원유의 산패취가 문제시된 AMS 농가를 대상으로 유리지방산(Free Fatty Acids, FFAs) 조성을 측정하였다. 유리지방산은 Agilent model 6890 GC-FID에 FFAP column(50 mm×0.25 mm, 0.25 μ m, Agilent, USA)을 장착하여 분석하였다. Carrier nitrogen gas의 유속은 2 mL/min이었으며, 오븐온도는 최초 65℃에서 분당 10℃의 속도로 240℃까지 승온시켜 분석하였다. 이때 검출기의 온도는 250℃이었으며, 주입구의 온도는 260℃로 조정하여 사용하였다. 유리지방산 분석을 위한 전 처리는 우유시료 10 g을 칭량한 후 1mL H₂SO₄(2.5 mol/L)와 10ml의 ethanol 및 1.0 mL씩 내부표준물질 용액을 첨가하였다. 내부 표준물질은 enanthic acid(C7:0)와 margaric acid (C17:0)를 사용하였다. 혼합액은 첫 번째로 15ml ether/heptanes(1:1, v/v) solution을 첨가한 후 shaking machine을 이용하여 15분간 추출 후 2,500rpm에서 5분간 원심분리한 혼합액의 상층액을 취하였다. 추출은 3회 반복하여 합하였고 두 번째와 세 번째 추출에서는 ether/heptanes(1:1, v/v) solution을 10ml씩 첨가하여 추출하여 유리지방산을 분리하였다. 상층액을 취하는 tube에는 1g의 anhydrous Na₂SO₄를 첨가하여 수분을 제거하였다. 모든 과정에서 충분히 용액들이 섞여 유리지방산이 추출이 잘 되고 내부표준물질용액이 균질화 되도록 vortexing을 충분히 해주었다. 유리지방산의 분리에는 Anion-Exchange method를 사용하였고, Aminopropyl columns(500mg 6mL-1, Waters, USA)은 10mL의 heptane으로 활성화 시켰다. 활성화시킨 columns에 추출액을 흘려보낸 다음, 중성지질을 제거하기 위하여 10mL의 chloroform/2-propanol (2:1, v/v)로 용출시켰으며, 2% formic acid가 포함된 diethyl ether로 2.5 mL로 용출한 것을 최종 시험용액으로 1 μ L 주입하여 유리지방산을 정량하였다.

3) 지방산 측정

우유 중 지방산은 우유시료를 0.25 N의 sodium methoxide를 이용하여 70℃에서 30분간 처리하여 FAME(fatty acids methyl ester)로 유도시킨 후, FID(flame ionization detector) 가 장착된 GC(Shimadzu, Japan)를 이용하여 분석하였다. 이때 GC 분석 조건은 다음과 같다.

Column : Cyanopropyl capillary column

(SP-2560, 100 m × 0.25 mm, Supelco)

Carrier gas : Helium, Flow rate : 1.80 mL/min

Injector temperature : 250℃

Oven temperature program: 60℃ for 5 min → 175℃ at 10℃/ min → 230℃ at 2℃/min and hold for 10 min.

Detector temperature : 270℃

3. 치즈 제조 및 분석

1) 치즈 제조

각 목장에서 채취된 원유를 이용한 고다치즈 제조공정은 아래 그림과 같다.

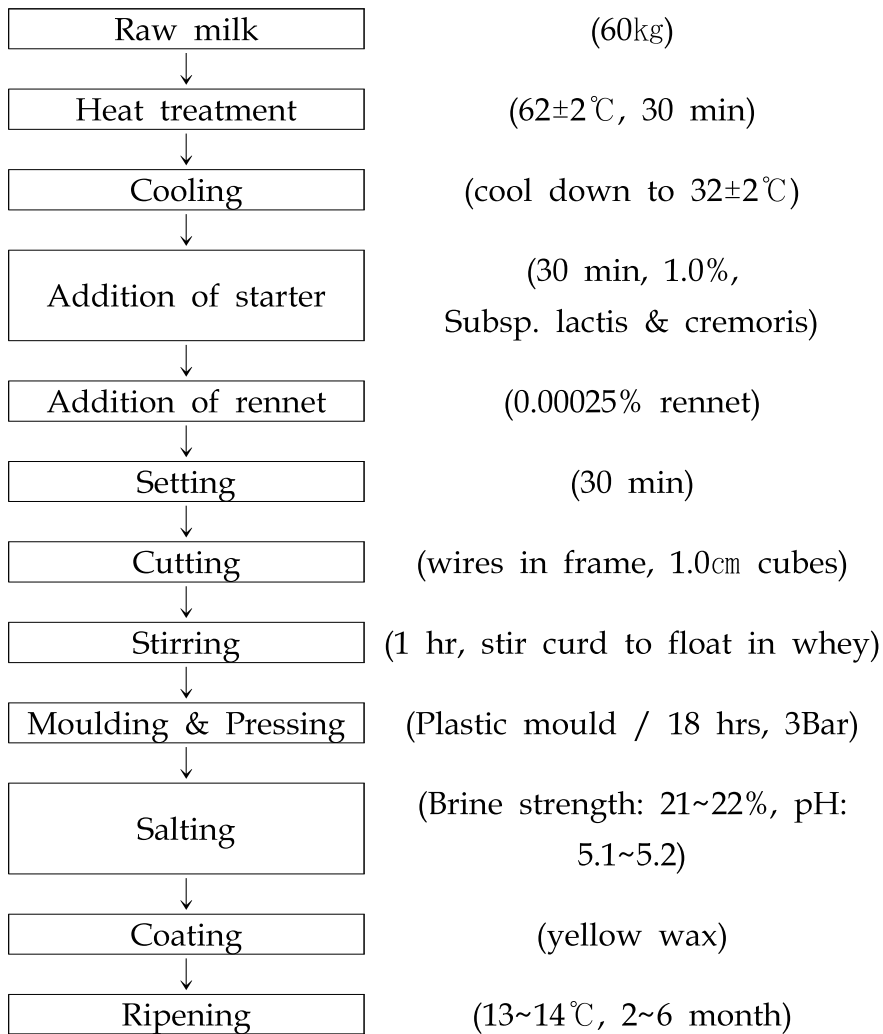


Figure 2. The manufacturing procedure of experimental Gouda cheese.

제조된 고다치즈는 숙성 2, 4, 6개월에 시료를 채취하여 일반성분과 유리지방산을 분석하고 관능검사를 실시하였다.

2) 일반성분 분석

수분, 단백질, 지방, 회분 등의 일반성분은 식품공전(한국식품공업협회, 2015)의 방법에 의하여 분석하였고, pH는 유리전극(Dual pH meter 710P, istek, Korea)으로 측정하였다.

3) 유리지방산 분석

착유방식과 보호지방의 급여가 유제품에 미치는 영향을 평가하기 위한 방법의 일환으로 치즈의 저급 유리지방산을 분석하였다. 유리지방산 분석을 위한 전처리 과정은 다음과 같다.

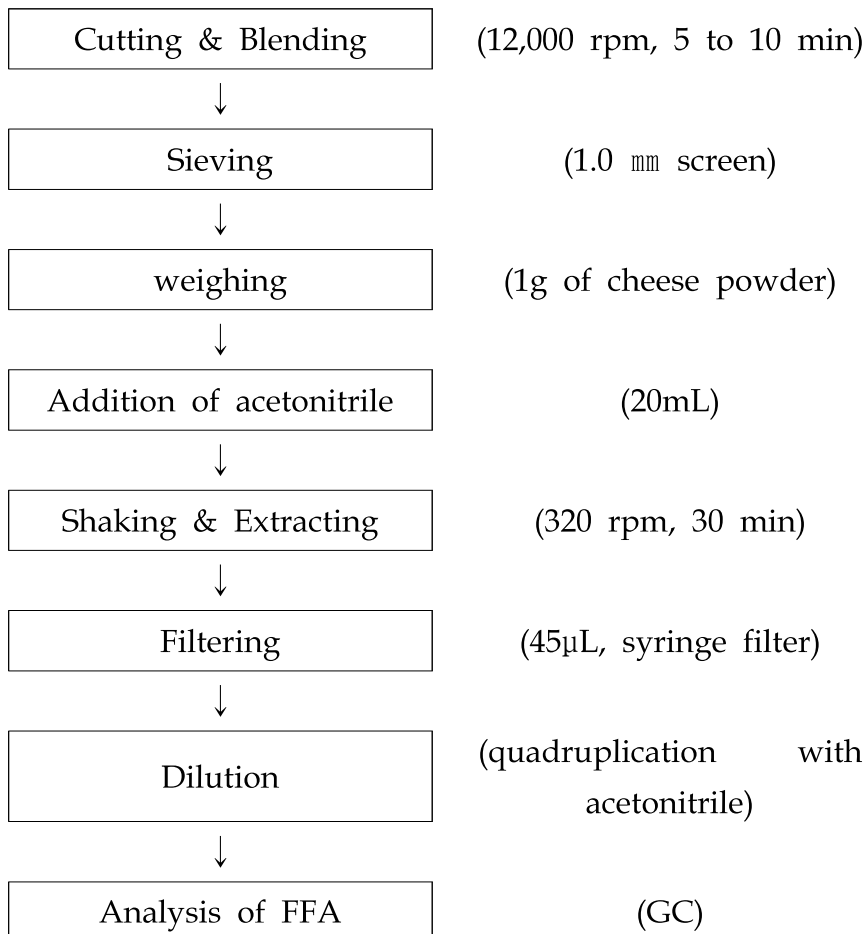


Figure 3. Preparation procedure of cheese samples for FFA analysis.

치즈시료의 분쇄는 블랜더(FM-909T, Hanil Co., Seoul, Korea)를 이용하였고, Shaker(Eyela, Tokyo, Japan)로 진탕시켜 FFA를 추출하였다. FFA 분석은 GC(GC 2010 Plus, Shimadzu)--Mass spectroscopy(GCMS-TQ8030, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 그 외 다음과 같다.

Column: DB-FFAP (30 m x 0.25 μm I.D., film thickness 0.25 μm)

Oven Temperature Program: 50 °C 3 min holding → 15°C/min to 210 °C → 5 min holding at 210 °C → 20 °C/min to 230 °C → 5 min holding at 230°C

Injector Temperature: 250 °C

Ion source temperature: 200 °C

Carrier gas: Helium

4) 관능검사

시료의 관능평가를 위해 20명의 평가원(panel)을 선발해 고다치즈에 대한 관능검사를 10cm 선형 구간척도법(linear interval scale)으로 수행하였다. 평가항목은 짠맛, 단맛, 신맛, 쓴맛, 뒷쓴맛, 뒷단맛, 뚝은 뒷맛, 텁텁한 뒷맛 등으로 진행하였다.

4. 통계분석

본 연구에서 얻어진 결과수치에 대한 모든 분석은 3회 반복하였고, 결과값은 ‘평균치±표준오차’로 표기하였다. 분석 간의 차이는 SPSS version 21.0 windows program (SPSS, Inc., 1998, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며, 처리간 차이에 대한 유의성 분석은 Duncan’s multiple range tests에 의해 검정하였다($p<0.05$).

□ 주요 결과

1. 착유 방식 및 보호지방 첨가에 따른 원유의 일반성분 비교

공시한 8개 목장에서 채취한 원유의 유성분 함량은 착유방식에 따라 구분하여 Table1에 제시하였다. 착유방식 간 각 유성분 값의 통계적 유의차는 인정되지 않았으며, 대부분 우유 조성의 정상범위 내에 들어가는 것으로 나타나 본 연구에 참여한 8개의 목장은 대체로 안정적인 사양관리를 실시하고 있는 것으로 보인다. 대부분의 낙농가에서 체세포수 관리는 매우 어려운 일 중의 하나이며, 전통적 기계 착유방법이 아니라 젖소가 원할 때 스스로 착유하는 AMS 방식으로 전환되면서 젖소는 자동시스템에 적응하는 초기 단계에 착유거부로 인하여 체세포수가 증가하고 그로 인해 유방염 발생이 증가한다는 것이 AMS 도입의 취약점이자 단점이다. 기존의 AMS 착유 시 체세포수가 늘어난다는 보고(Klungel 등., 2000)와 비교했을 때, 본 연구에서는 AMS 착유 목장의 체세포수가 높은 경향을 보였으나 유의적 차이는 나타나지 않았다. Rasmussen 등(2002)은 AMS 도입초기 3개월은 체세포수가 증가했으나 9개월에서는 차이가 없었다고 보고하였고, Abeni 등(2008)도 착유방식이 체세포수에 영향을 주지 않았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하는 경향을 나타내었다. Mollenhorst 등(2011)은 AMS로 착유 간격을 달리 한 실험에서 착유 간격과 체세포수가 큰 차이는 아니지만 유의적인 영향을 미쳤다고 보고하였는데, 일일 2회 착유하는 CMS에 비해 AMS의 체세포수가 높은 경향을 보이는 것은 착유 방식의 차이라기보다는 착유 횟수가 더 높기 때문일 가능성이 있다.

Table 2. Milk compositions affected by milking methods.

| | MF (%) | MP (%) | Lact. (%) | SnF (%) | SCC (1,000/mL) | MUN |
|-----|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------|
| AMS | 3.79±0.06* | 3.21±0.02 | 4.74±0.03 | 8.61±0.03 | 197.62±22.18 | 12.96±0.66 |
| CMS | 3.70±0.11 | 3.26±0.03 | 4.76±0.01 | 8.69±0.03 | 144.60±14.62 | 13.73±0.59 |

* All values are Mean±SE.

MF: milk fat; MP: milk protein; Lact: lactose; SnF: solids-not-fat; MUN: milk urea nitrogen; SCC: somatic cell count; AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system

공시한 8개 목장에서 채취한 원유의 유성분 함량은 착유방식에 따라 구분하여 Table 2에 제시하였다. 보호지방 급여 간의 각 유성분 값의 통계적 유의차는 인정되지 않았지만 유지방은 보호지방을 급여한 농가가 높은 값을 나타낸 것으로 보인다. 이는 보호지방의 지방들이 우유로 전이되었기 때문인 것으로 해석된다.

Table 3. Milk compositions affected by supplemental fat feeding.

| | MF (%) | MP (%) | Lact. (%) | SnF (%) | SCC (1,000/mL) | MUN |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------|
| with PF | 3.75±0.08* | 3.16±0.03 | 4.73±0.05 | 8.58±0.05 | 170.17±31.20 | 12.23±0.65 |
| without PF | 3.60±0.20 | 3.26±0.04 | 4.75±0.02 | 8.65±0.04 | 156.08±31.05 | 12.22±0.70 |

* All values are Mean±SE.

MF: milk fat; MP: milk protein; Lact: lactose; SnF: solids-not-fat; MUN: milk urea nitrogen; SCC: somatic cell count; PF: protected fat

2. 착유방식 및 보호지방 첨가에 따른 유지방구 크기 비교

착유횟수가 증가하면 유지방 합성이 증가하지만 유지방구막의 구성물질은 상대적으로 적어 유지방구의 크기에 영향을 주며, 지방분해에 취약하여 유리지방산이 증가하거나 산패문제가 발생할 수 있으므로(Wiking 등, 2004; Weisbjerg 등, 2008), 유지방구 크기의 측정은 원유의 산패를 측정하는데 중요한 요소가 될 수 있다. 공시한 8개 목장에서 채취한 총 80개의 집합유 시료에 대하여 유지방구 크기 분포를 분석한 결과 착유방식에 따른 통계적 차이는 나타나지 않았으며(Table 3), 이는 Abeni 등(2005)이 보고한 연구결과와 일치한다. Wiking 등(2006)은 일일 4회 착유한 우유가 정상적인 2회 착유한 우유보다 d50과 d90에서 유지방구가 더 많이 발견되었고, 착유횟수가 많아질수록 유량이 증가하여, 유지방의 합성이 많아지면서 유지방의 크기가 증가한다고 보고하였는데, 이는 본 연구에서의 공시목장과는 다른 착유횟수(본 실험의 농가들 일 평균 3회)에서 유래한 유량의 차이에 기인한 것으로 판단된다.

Figure. 4. Particle size distributions of the fat globule for bulk milk depending upon milking systems.

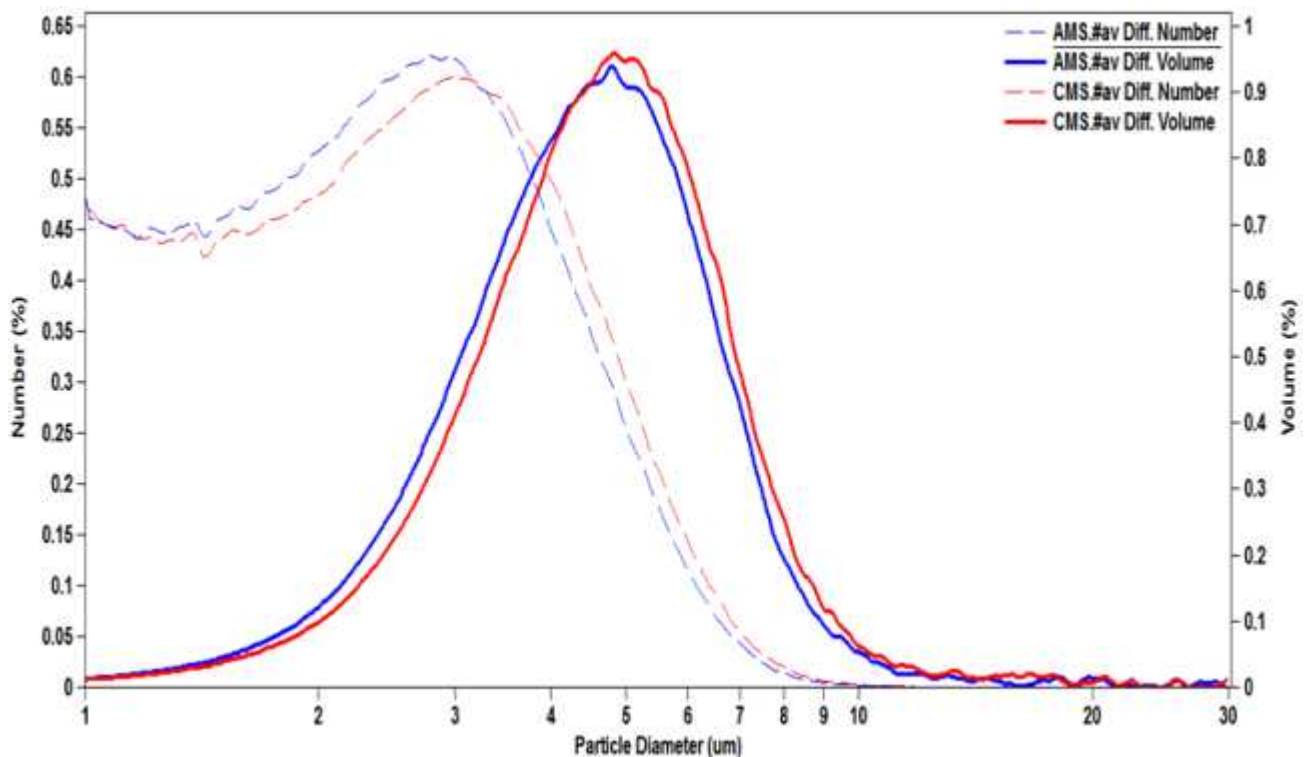


Table 4. Characteristics of MFG size affected by milking methods.

| | Fat globule size (number %, μm) | | | | Fat globule size (volume %, μm) | | | |
|-----|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Mean | d10 | d50 | d90 | Mean | d10 | d50 | d90 |
| AMS | 2.65 ± 0.03 * | 1.21 ± 0.01 | 2.39 ± 0.02 | 4.44 ± 0.08 | 4.67 ± 0.11 | 2.59 ± 0.05 | 4.42 ± 0.10 | 6.82 ± 0.15 |
| CMS | 2.55 ± 0.07 | 1.21 ± 0.01 | 2.48 ± 0.06 | 4.65 ± 0.06 | 4.83 ± 0.05 | 2.73 ± 0.05 | 4.64 ± 0.07 | 7.13 ± 0.17 |

* All values are Mean \pm SE.

d10, d50, d90 : 10% with respect to the cumulative distribution of the particles up to a value of 50%, particle size refers to the value corresponding to 90%; AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system

유지방구의 크기는 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 것에서부터 $15 \mu\text{m}$ 이상인 것까지 다양하였으며(Huppertz and Kelly, 2006), 평균 범위는 $3 \sim 3.5 \mu\text{m}$ 정도이므로 $3.5 \mu\text{m}$ 를 기준으로 작은 유지방구($\sim 3.5 \mu\text{m}$)와 큰 유지방구($3.5 \mu\text{m} \sim$)로의 두 부류로 구분할 수 있다(Attaie and Richter, 2000; Ménard 등., 2010; Timmen and Patton, 1988). 착유우에 대한 보호지방 급여에 따라 유지방구의 크기가 통계적 유의성이 얻어지지 않는 않았으나(Table 4) 비급여 시에 비하여 유지방구가 커지는 경향이 관찰되었는데, 특히 평균 크기인 $3.5 \mu\text{m}$ 이상의 입자 수가 증가한 것으로 나타났다(Fig. 3). 앞선 연구에서 불포화지방산과 포화지방산이 많아지거나(Cecchi 등., 2003; Martini 등., 2005a; Martini 등., 2005b) 사료로부터 유래된 장쇄지방산들(예를 들면 C16:0, C18:0, C18:1)이 많아질수록 유지방구의 크기가 커진다고 보고되었다(Fox and McSweeney, 1998; Wiking 등., 2003; Weisbjerg 등., 2008). 본 실험에서도 보호지방 급여로 지방산들이 많아져 유지방구가 커지는 것으로 보인다.

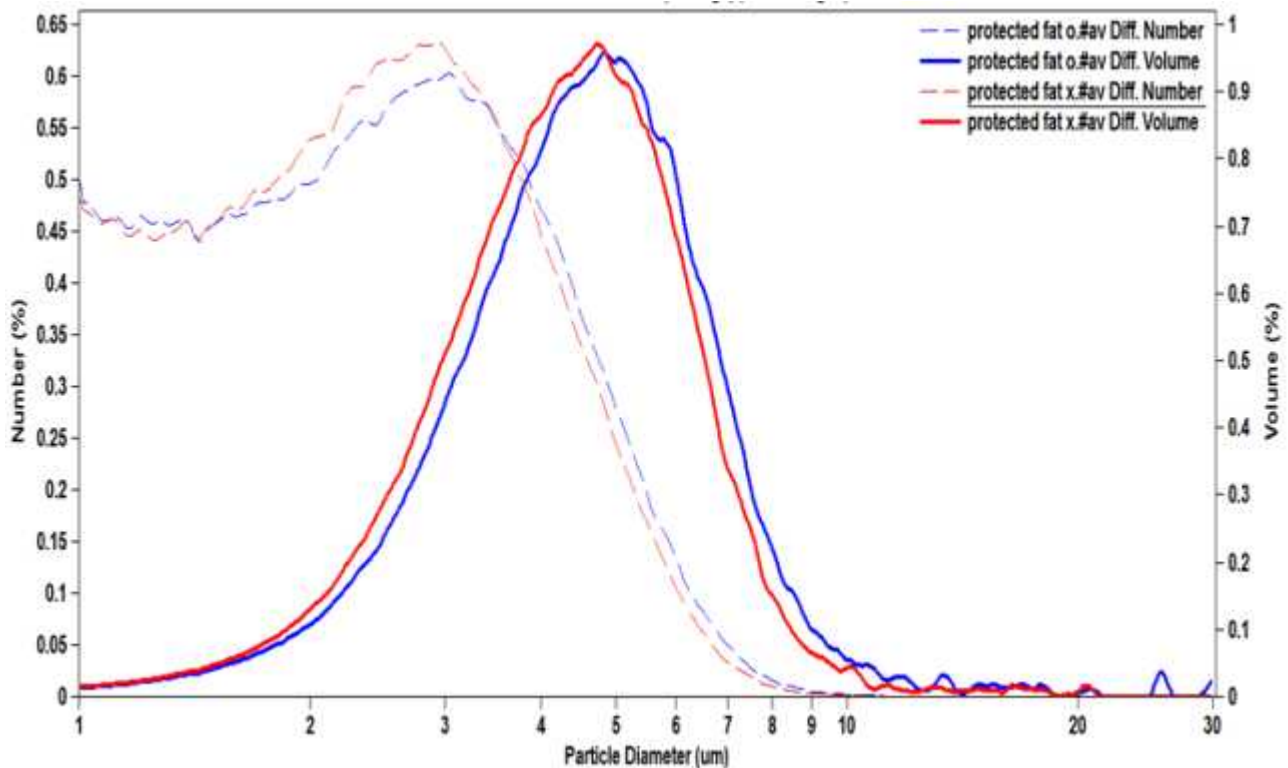


Figure 5. Particle size distributions of the fat globule for bulk milk depending upon protected fat feeding.

Table 5. Characteristics of MFG size affected by supplement fat feeding.

| | Fat globule size (number %, μm) | | | | Fat globule size (volume %, μm) | | | |
|------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Mean | d10 | d50 | d90 | Mean | d10 | d50 | d90 |
| with PF | 2.67 ± 0.02 | 1.20 ± 0.00 | 2.41 ± 0.01 | 4.52 ± 0.05 | 4.80 ± 0.11 | 2.65 ± 0.03 | 4.52 ± 0.07 | 6.96 ± 0.16 |
| without PF | 2.49 ± 0.07 | 1.20 ± 0.01 | 2.38 ± 0.04 | 4.39 ± 0.18 | 4.53 ± 0.17 | 2.56 ± 0.11 | 4.32 ± 0.18 | 6.56 ± 0.16 |

* All values are Mean \pm SE.

d10, d50, d90 : 10% with respect to the cumulative distribution of the particles up to a value of 50%, particle size refers to the value corresponding to 90%; PF: protected fat

3. 착유방식 및 보호지방 첨가에 따른 유리지방산 조성 비교

우유의 품질의 좌우하는 품미에 있어서 이취를 발생시킬 수 있는 저급지방산들(C4:0-C10:0)을 착유방식별로 비교하여보았을 때(Table 5), 3회 착유를 하는 농가(AMS 1)에서 원유의 유지방 중 저급지방산들이 모두 유의적으로 가장 높게 나타났다. 다른 농가(AMS 2)는 AMS 1 농가와 같은 착유방식을 이용하고 있음에도 불구하고 전통적인 착유방식과 같은 일평균 2회의 착유횟수를 하였는데, 유리지방산의 발생량이 AMS 1농가보다 유의적으로 낮고, 전통적인 착유방식의 농가들과는 유의적으로 차이가 없게 나타났다. 따라서 착유횟수에 의해 유리지방산 생성량이 증가하는 것으로 해석될 수 있다. AMS 원유의 경우 집유 직후부터 지속적인 착유가 이루

어저 최대 24시간, CMS에 비해 12시간 정도의 많은 시간을 냉각기 내에서 체류하게 되는데, 이때擠유 직후에는 착유량이 적어 원유가 냉각기 내부 교반기에 의해 보다 격렬한 교반 작용을 받게 되고 또 과냉각에 의한 원유의 동결현상이 발생할 수 있어 이러한 현상들로 인해 유도적 지방분해를 촉진시키는 원인이 된다(Deed and Fitz-Gerald, 1995). 특히 교반 등의 물리적 처리공정은 지방구의 표면적을 넓혀 LPL(Lipoprotein lipase)의 작용을 받기 쉽게 되어 유리지방산 발생량을 증가시키는 것으로 보고되고 있다(Walstra, 1974). Deed와 Fitz-Gerald(1995)는 원유에 새로운 원유가 추가로 혼합되는 것은 유도적 지방분해를 일으키는 주요 원인이라고 보고하였는데, AMS는 착유우가 원할 때마다 상시적으로 드나들며 착유하여 지속적인 착유가 일어나기 때문에 그만큼 지방분해에 취약한 것으로 보인다.

Table 6. Compositions of free fatty acids affected by milking methods (mg/L)

| Avg. milking frequency | | C4:0 | C6:0 | C8:0 | C10:0 |
|---------------------------|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| AMS 1 | 3 | 19.09 ^a ±0.31 | 13.40±0.26 | 14.10 ^a ±0.25 | 28.84 ^a ±0.52 |
| AMS 2 | 2 | 7.94 ^b ±0.34 | 5.41 ^b ±0.50 | 4.96 ^b ±1.03 | 9.83 ^b ±2.43 |
| CMS 1 | 2 | 8.00 ^b ±0.40 | 4.89 ^b ±0.10 | 4.24 ^b ±0.31 | 9.29 ^b ±1.31 |
| CMS 2 | 2 | 4.00 ^b ±2.54 | 2.71 ^b ±1.60 | 2.42 ^b ±1.63 | 5.46 ^b ±3.49 |

*All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference($p<0.05$)

AMS:automatic milking system; CMS:conventional milking system

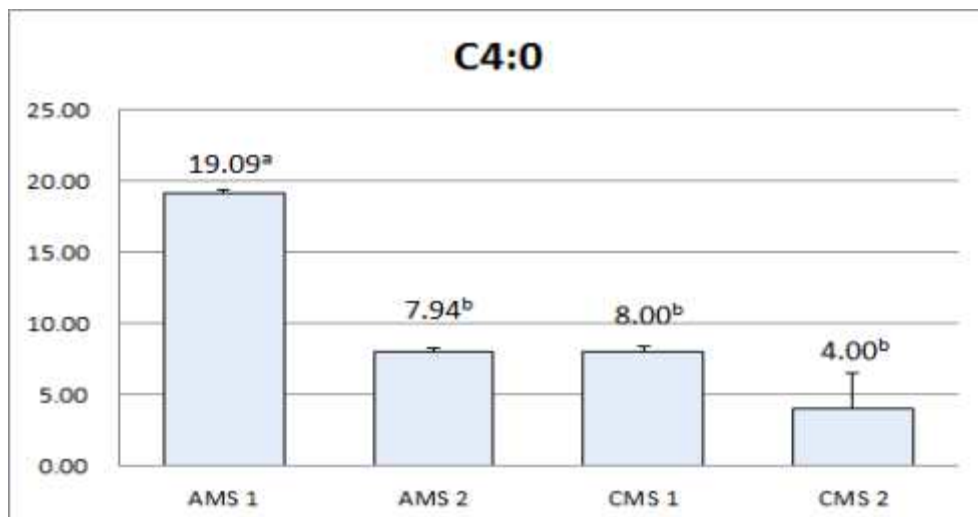


Figure 4. Comparison of butyric acid(C4:0) depending upon milking methods.

Different superscripts mean significant difference($p<0.05$)

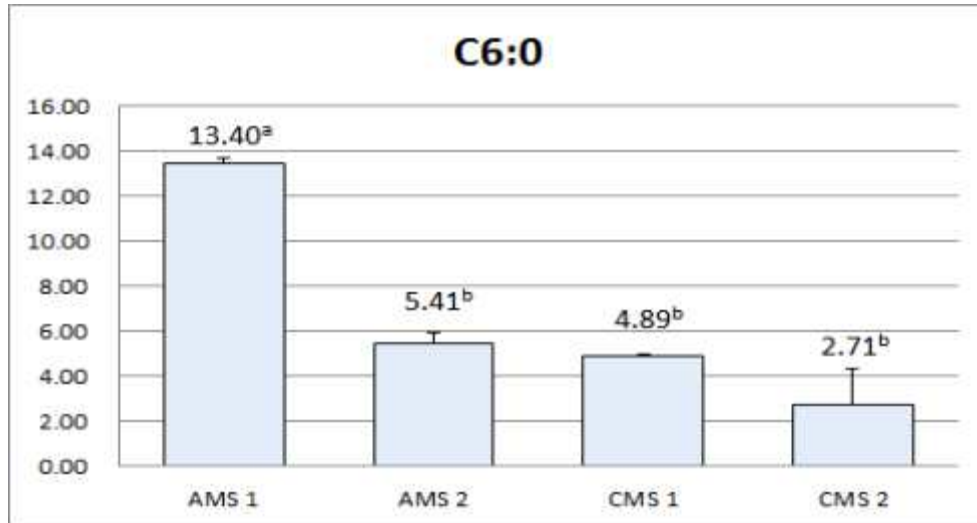


Figure 5. Comparison of Caproic acid(C6:0) depending upon milking methods.

Different superscripts mean significant difference($p < 0.05$)

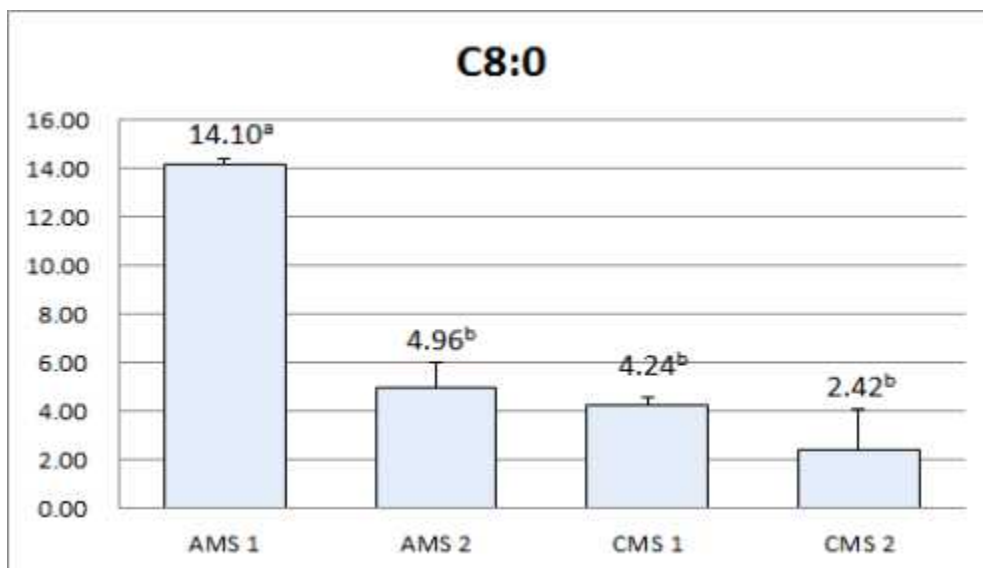


Figure 6. Comparison of Caprylic acid(C8:0) depending upon milking methods.

Different superscripts mean significant difference($p < 0.05$)

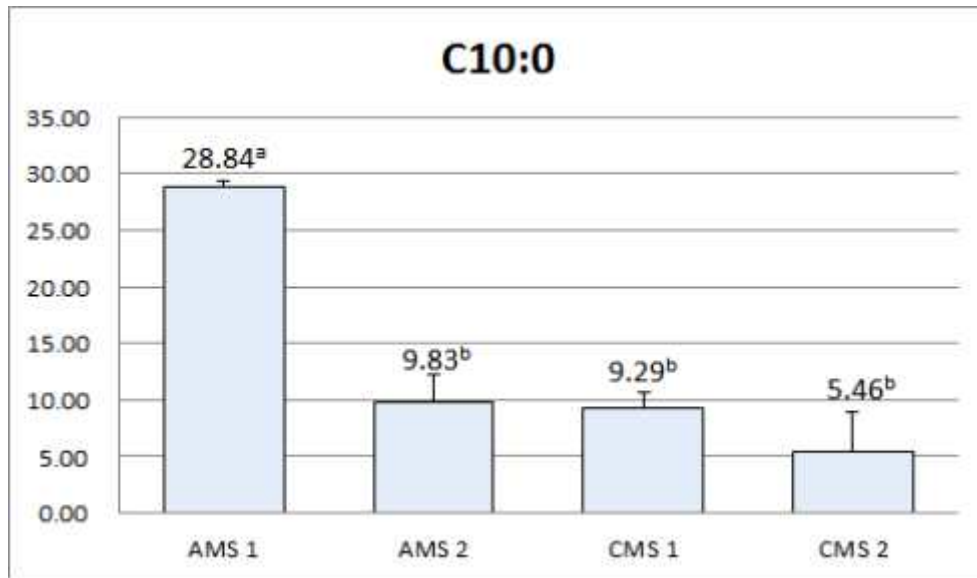


Figure 7. Comparison of Capric acid(C10:0) depending upon milking methods.

Different superscripts mean significant difference($p<0.05$)

보호지방을 급여하고 로봇착유를 한 농가에서 저급유리지방산 함량이 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났는데(Table 6), 보호지방 급여 유무에서 오는 영향보다 착유횟수에 따른 차이의 영향이 더 큰 것으로 보인다. 따라서 CMS 농가(Fig. 8)를 비교해 보았을 때, 보호지방 급여 유무에 따른 유의적 차이는 나지 않았지만, 대체로 보호지방을 첨가한 농가가 좀 더 높게 나타나는 경향을 보였다. 이는 보호지방 첨가로 인하여 유지방구가 커져 유지방구의 안정성이 감소하면서 LPL의 작용을 쉽게 받을 수 있어 보다 쉽게 지방분해가 일어나 유리지방산이 증가한 것으로 해석된다.

Table 7. Compositions of free fatty acids affected by milking methods and supplemental fat feeding. (mg/L)

| Avg. milking frequency | | | C4:0 | C6:0 | C8:0 | C10:0 |
|---------------------------|-------|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| with PF | AMS | 3 | 19.09 ^a ±0.31* | 13.40 ^a ±0.26 | 14.10 ^a ±0.25 | 28.84 ^a ±0.52 |
| | CMS 2 | | 8.00 ^b ±0.40 | 4.89 ^b ±0.10 | 4.24 ^b ±0.31 | 9.29 ^b ±1.31 |
| without PF | AMS 2 | | 7.94 ^b ±0.34 | 5.41 ^b ±0.50 | 4.96 ^b ±1.03 | 9.83 ^b ±2.43 |
| | CMS 2 | | 4.00 ^b ±2.54 | 2.71 ^b ±1.60 | 2.42 ^b ±1.63 | 5.46 ^b ±3.49 |

* All values are Mean±SE, Different superscripts within the same column mean significant difference($p<0.05$)

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; PF: protected fat

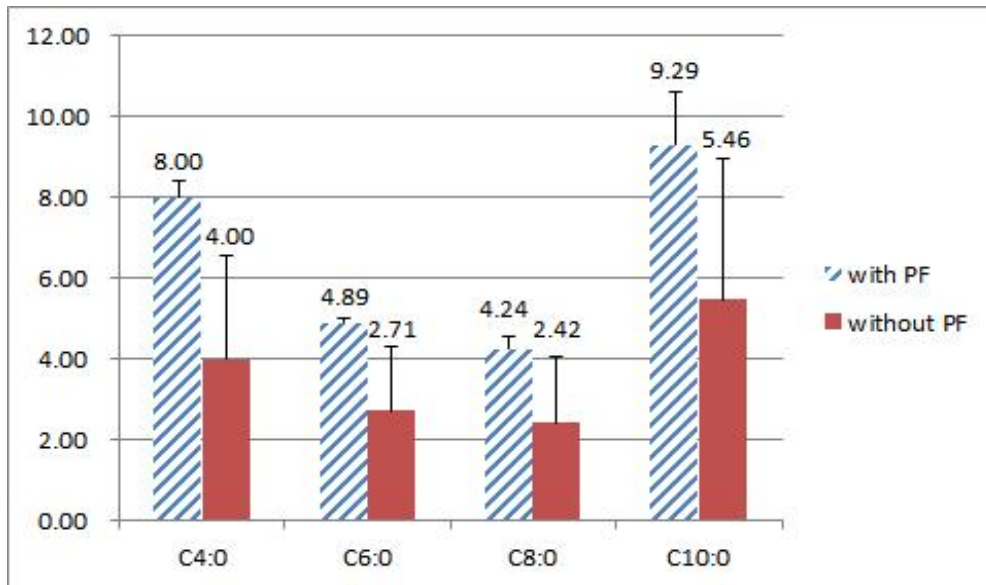


Figure 8. Comparison of Free fatty acids of CMS bulk milk depending upon supplemental fat feeding.

4. 치즈 일반성분 함량 비교

숙성기간에 따른 치즈의 일반성분과 pH 변화를 Table 8~10, Figure 9에 나타내었다. 숙성이 진행됨에 따라 수분은 감소하고 다른 성분의 농도는 증가하며 pH 역시 증가하는 것이 고다치즈의 일반적인 경향임이 보고된 바 있다(Renner, 1983; 김, 1992). 본 연구에서도 일치되는 경향을 보임으로써 본 연구에서 제조된 고다치즈는 정상적인 제조, 숙성 과정을 거쳤음이 확인되었다.

착유방식과 보호지방 급여에 따른 각 성분의 차이를 살펴보면, 수분과 조단백은 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 조지방은 유의한 차이($p<0.05$)를 나타내었고, 같은 착유방식 중에서 보호지방을 급여한 목장의 원유로 제조한 치즈의 지방함량이 높은 값을 보였다. 이는 Table 3에서 제시된 바와 같이 원유의 높은 지방함량이 반영된 결과로 판단된다. 반면 숙성 6개월 후의 치즈에서는 조지방을 제외한 나머지 일반성분들 간에 차이가 나타나지 않았으나, pH는 보호지방을 급여한 경우가 착유방식과 무관하게 상대적으로 높은 수치를 보였다(Figure 9).

Table 8. Chemical composition of Gouda cheese after 2 months of ripening

| | Moisture(%) | CP(%) | EE(%) | C. Ash(%) |
|-------|-------------|------------|--------------------------|------------------------|
| AMS-O | 37.48±2.27 | 25.50±0.14 | 33.42±0.09 ^{ab} | 3.20±0.03 ^c |
| AMS-X | 36.20±2.18 | 25.10±0.08 | 27.94±0.16 ^b | 3.18±0.03 ^c |
| CMS-O | 33.93±1.59 | 24.57±0.05 | 36.23±0.12 ^a | 3.73±0.08 ^a |
| CMS-X | 36.92±1.62 | 23.05±0.07 | 34.36±0.14 ^{ab} | 3.32±0.05 ^b |

* All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference($p<0.05$)

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

Table 9. Chemical composition of Gouda cheese after 4 months of ripening

| | Moisture(%) | CP(%) | EE(%) | C. Ash(%) |
|-------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| AMS-O | 32.32±2.13 | 28.03±0.07 | 35.81±0.18 ^{ab} | 3.25±0.06 ^d |
| AMS-X | 32.92±1.82 | 28.07±0.13 | 33.59±0.12 ^b | 3.83±0.05 ^b |
| CMS-O | 30.43±2.31 | 27.35±0.08 | 38.08±0.08 ^a | 4.00±0.08 ^a |
| CMS-X | 33.95±1.75 | 27.08±0.08 | 35.01±0.14 ^{ab} | 3.73±0.04 ^{bc} |

* All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference($p<0.05$)

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

Table 10. Chemical composition of Gouda cheese after 6 months of ripening

| | Moisture(%) | CP(%) | EE(%) | C. Ash(%) |
|-------|-------------|------------|------------|------------------------|
| AMS-O | 29.75±1.73 | 28.46±0.15 | 36.16±0.16 | 3.65±0.03 ^d |
| AMS-X | 30.25±1.37 | 28.83±0.11 | 35.22±0.13 | 4.26±0.05 ^a |
| CMS-O | 27.87±1.17 | 27.98±0.09 | 37.97±0.11 | 4.15±0.06 ^b |
| CMS-X | 31.38±1.57 | 27.16±0.14 | 37.42±0.07 | 4.00±0.08 ^c |

* All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference($p<0.05$)

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

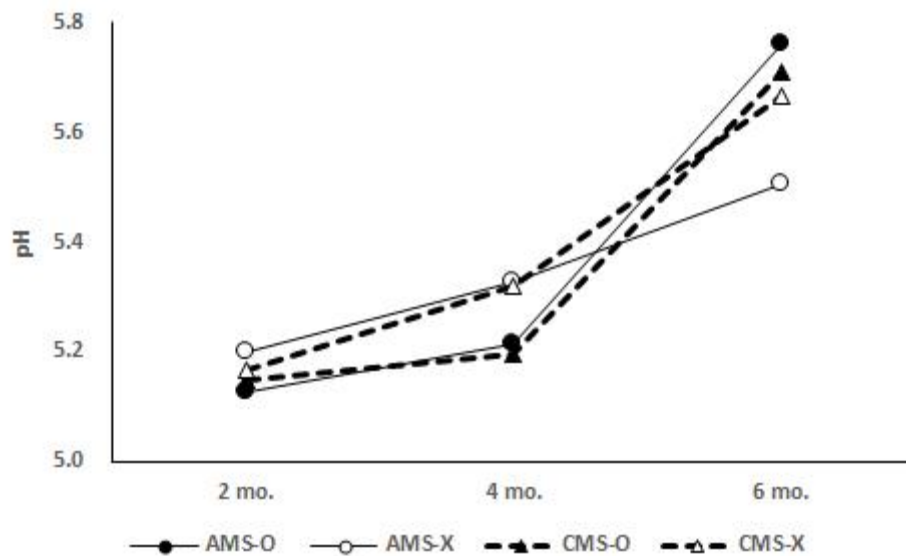


Figure 9. Changes in pH of Gouda cheese during the ripening periods

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

5. 고다치즈의 유리지방산 조성 비교

저급 유리지방산 중 탄소수 4개인 butanoic acid는 AMS의 경우 4개월에 최고값을 보이고 6개월에는 감소하였으며 보호지방의 급여는 영향을 끼치지 않은 것으로 보인다. 탄소수 6개인 hexanoic acid는 AMS의 경우 숙성기간에 따라 대체로 증가하는 경향을 보인 반면, CMS는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 또한 본 연구결과에서는 같은 착유방식에서 보호지방의 급여가 C6 wlqkdtks의 농도를 낮출 수 있음을 암시하는 것으로 생각된다. 탄소수가 각각 8개와 10개인 octanoic acid와 decanoic acid는 숙성기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 착유방식이나 보호지방의 급여에 의한 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. Hexanoic acid를 제외한 저급 유리지방산의 농도는 AMS-보호지방 급여 목장의 원유로 제조한 치즈가 가장 높은 값을 보였다. 김(1992)은 숙성기간의 증가에 따라 C4는 증가하고 C6는 감소하였다고 보고한 반면에 Jung(2011)은 C2부터 C10에 이르는 저급 지방산이 대체로 숙성기간에 따라 증가하였다고 보고하여 치즈의 숙성과 휘발성 저급지방산의 농도에 대한 경향은 아직 명확히 밝혀지지 않은 것으로 생각되며 이러한 결과에 대한 원인을 밝혀낼 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

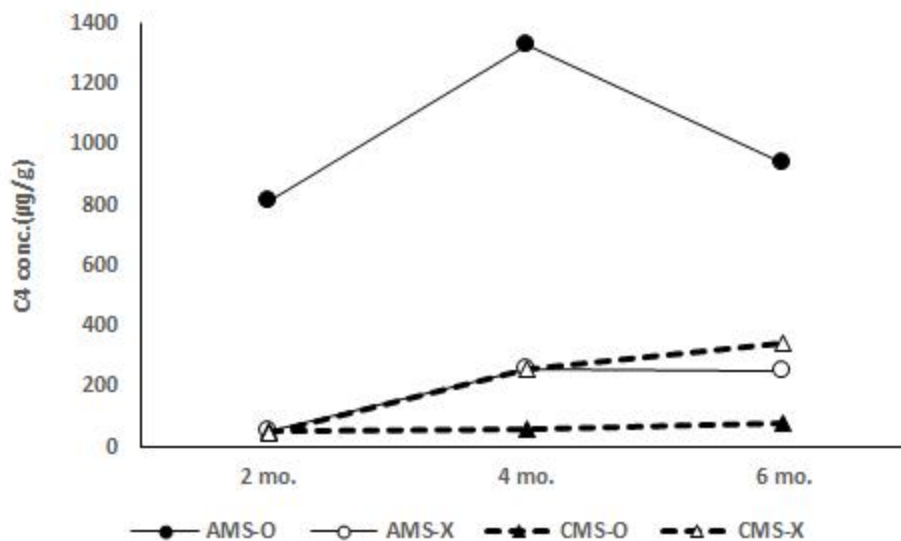


Figure 10. Changes in butanoic acid concentration of Gouda cheese during the ripening periods

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

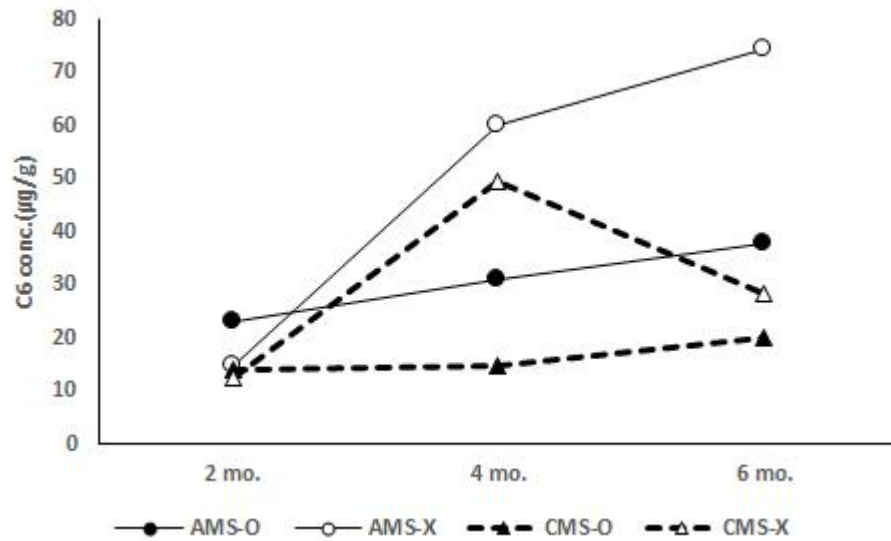


Figure 11. Changes in hexanoic acid concentration of Gouda cheese during the ripening periods

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

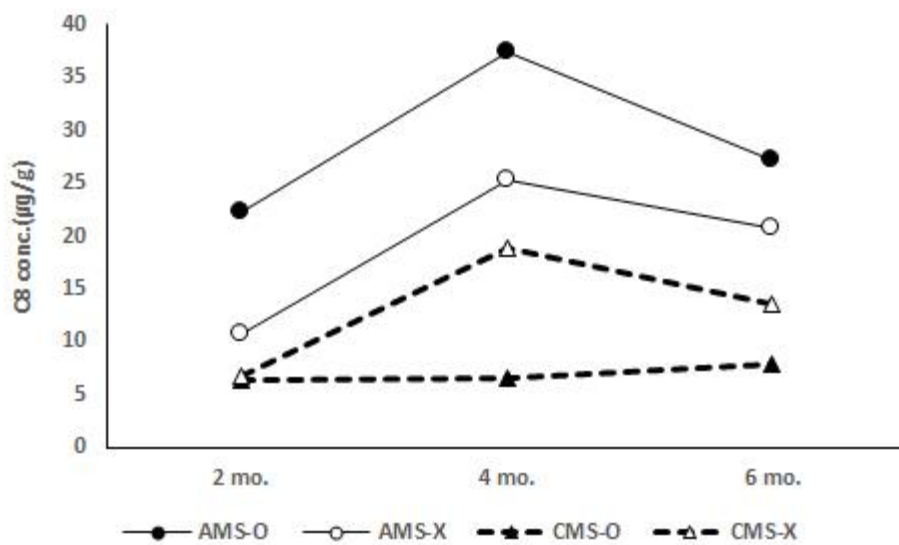


Figure 12. Changes in octanoic acid concentration of Gouda cheese during the ripening periods

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

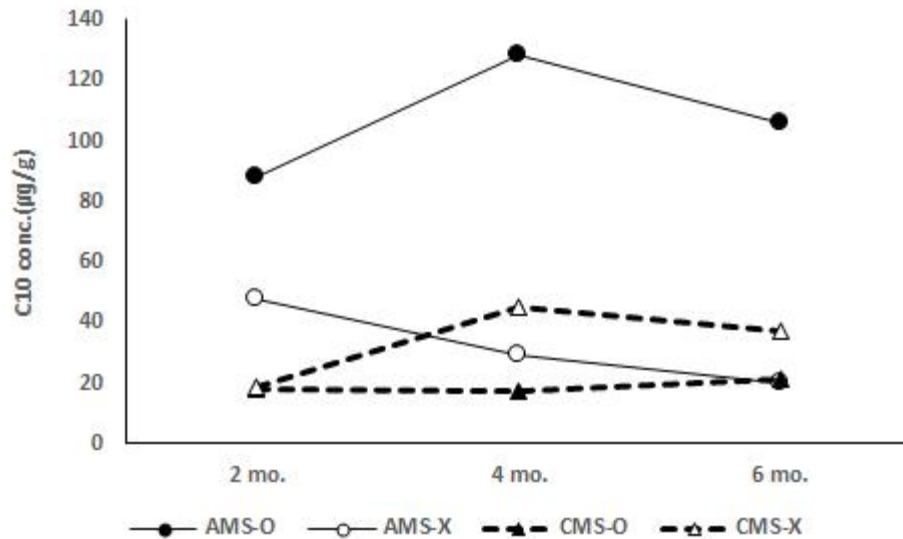


Figure 13. Changes in decanoic acid concentration of Gouda cheese during the ripening periods

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system; O: with protected fat; X: without protected fat

6. 관능평가

숙성 후 6개월 된 치즈의 관능평가 결과를 Figure 14와 Figure 15에 제시하였다. 각 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 AMS는 쓴맛, 짭썽함 등의 항목에서 CMS에 비해 적은 값을 보여주었고, 보호지방을 급여한 목장의 원유로 만든 치즈 역시 부정적인 항목의 점수가 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

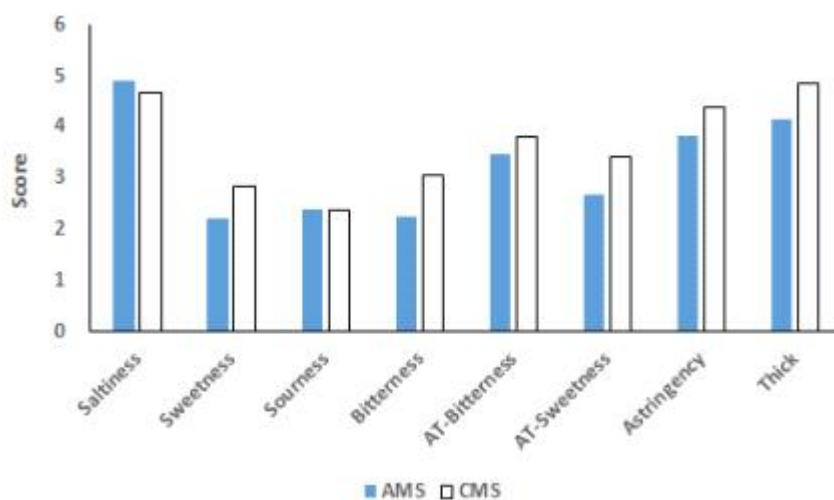


Figure 14. Comparison of the effects of milking systems on sensory scores in Gouda cheese

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system

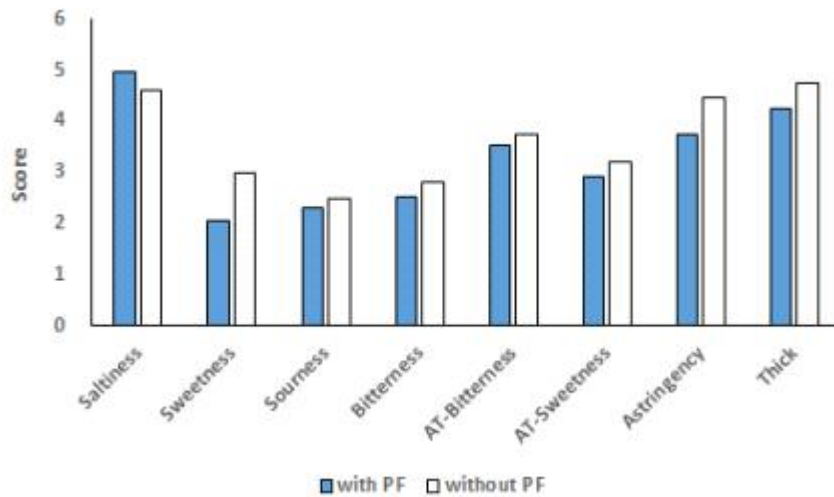


Figure 15. Comparison of the effects of protected fat supplementation on sensory scores in Gouda cheese
PF: protected fat

앞서 제시한 치즈의 일반분석 결과와 유리지방산 분석 결과, 그리고 당 관능검사 결과를 종합하여 볼 때 착유방식과 보호지방의 급여는 치즈의 특성에 일부 영향을 미칠 수 있으나 유의적인 차이를 보인 항목은 많지 않았으며, 좋지 못한 치즈 풍미 특성에 대해서는 적게나마 AMS나 보호지방의 급여가 긍정적인 효과를 보인 것으로 나타났다.

7. 종합결론

본 연구결과를 요약하여 볼 때 AMS 사용 목장에서는 CMS에 비해 착유 횟수가 증가하였기 때문에 우유의 체세포나 유리지방산이 높은 경향을 보였다. 보호지방의 급여는 급여하지 않은 목장에 비해 유지방, 유지방구 크기, 유리지방산 값이 유의적인 차이는 보이지 않았으나 증가하였다. 이러한 특성은 이들 원유로 만든 고다치즈의 특성에도 일부 영향을 주었는데, 치즈의 지방 함량이나 숙성 6개월 후의 pH 값을 증가시켰고, 관능검사에서도 부정적인 평가항목의 개선에 소폭이나마 긍정적으로 작용한 것으로 사료된다. 본 연구결과는 원유의 유리지방산 증가가 착유방식의 차이보다는 착유횟수에 기인하였을 가능성이 더 높다는 사실과, 낙농 농가에서 AMS를 도입할 경우 착유횟수를 3회 이하로 조절한다면 원유의 산패문제나 발효유제품(고다치즈)의 품질에 영향을 주지 않을 것임을 시사한다.

참고문헌

- Abeni, F., Terzano, M. G., Speroni, M., Migliorati, L., Capelletti, M., Calza, F., Bianchi L. and Pirlo, G. 2008. Evaluation of milk enzymes and electrolytes, plasma metabolites and oxidative status in twin cows milked in an automatic milking system or twice daily in a conventional milking parlor. *J. Dairy Sci.* 91, 3372-3384.
- Attaie, R. and Richter, R. L. 2000. Size distribution of fat globules in goat milk. *J. Dairy Sci.* 83,940-944.
- Cecchi, G., Martini, M., Scolozzi, C., Leotta, R., and Verita, P., 2003. Milk fat globules in different dairy cattle breed. Part 2: relationship to fatty acid composition. *Ital. J. Anim. Sci.* 2, 275-227.
- Deeth, H. C. and Fitz-Gerald, C. H. 1995. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and dairy products. In P. F. Fox(Ed.), *Advanced dairy chemistry.* 2, 195-308.
- Fox, P. F. and McSweeney, P. L. H. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry.* 1st edition.
- Huppertz, T. and Kelly, A. L. 2006. Physical chemistry of milk fat globules. In: *Advanced Dairy Chemistry II. Lipid* (P. F. Fox and P. L. H. McSweeney, eds.) pp. 173-212
- Jung, H. 2011. Flavor and physicochemical properties of cholesterol-removed Gouda cheese during ripening. Master Thesis. Sejong Univ., Seoul, Korea.
- Klungel, G. G., Slaghuis, B. A. and Hogeveen, H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.* 83, 1998-2003.
- Martini, M., Scolozzi, C., and Cecchi, F. 2005a. Studio delle correlazioni tra le caratteristiche morfometriche del globule di grasso e la qualita del lattta di bufala. *Sci. Tecn. Latt. Cas.* 54, 197-204.
- Martini, M., Scolozzi, C., Ceccgi, F., Salari, F., and Verjta, P. 2005b. Study on chemical and fatty acid modification of cow's in relation to fat globules diameter. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 230-232.
- Ménard O., Ahmad, S., Rousseau, F., Briard-Bion, V., Gaucheron, F. and Lopez, C. 2010. Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. *Food Chem.* 120, 544-551.

Mollenhorst, H., Hidayat, M. M., and van den Broek., J. Neijenhuis, F. and Hogeveen, H. 2011. The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. J. Dairy Sci. 94, 4531-4537.

Mulder, H., and P. Walstra, 1974. The milk fat globule. Emulsion science as applied to milk products and comparable foods. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, UK.

Ramussen, M. D., Bjerring, M., Justesen, P. and Jepsen, L. 2002. Milk quality on danish farms with automatic milking systems. J. Dairy Sci. 85, 2869-2878.

Renner, E. 1983. Milk and dairy products in human nutrition. Justus Leibig-Uni. Giessen, Germany.

Timmen, H. and Patton, S. 1988. Milk fat globules: Fatty acid composition, size and in vivo regulation of fat liquidity. Lipid. 23, 685-689.

Weisbjerg, M. R., Wiking, L., Kristensen, N. B. and Lund, P. 2008. Effects of supplemental dietary fatty acids on milk yield and fatty acid composition in high and medium yielding cows. J. Dairy Research. 75 (2), 142-152.

Wiking, L., Bjorck, L. and Nielsen, J. H. 2003. Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. Int. Dairy J. 13, 797-803.

Wiking, L., J. Stagsted, Bjorck, L. and Nielsen, J. H. 2004. Milk fat globule size is affected by fat production in dairy cows. Int. Dairy J. 14, 909-913.

Wiking, L., Nielsen, J. H., Bavius, A. K., Edvardsson, A. and Svennersten-Sjaunja, K. 2006. Impact of milking frequency on the level of free fatty acids in milk, fat globule size and fatty acid composition. J. Dairy Sci. 89, 1004-1009.

김남욱. 1992. Gouda cheese의 숙성기간에 따른 품질에 관한 연구. 건국대학교 석사학위논문.

<3차년도> AMS가 목장형 유가공제품의 품질변화에 미치는 요인과 개선방안 조사

□ 연구수행 내용

1. AMS 설치 목장형 유가공 제품의 품질 연구

착유방식에 따른 국내 목장형 유가공장에서 만들어진 고다 치즈의 성분과 조직 특성 차이를 확인하기 위해 다음과 같은 항목과 방법으로 분석을 진행하였다.

1) 치즈시료 입수

목장형 유가공 사업을 실시하고 있는 목장들에게 방문 및 전화로 협조를 요청하였고, 이 중 동의한 농가 7개소로부터, 직접 제조한 후 6개월 이상 숙성시킨 고다 치즈를 각 농가별로 약 1kg을 제공받았다. 제공받은 시료들은 분석일까지 4℃에서 보관한 후 분석에 이용하였다.

2) 성분 분석

수분, 단백질, 지방, 회분 등의 일반성분과 염도는 사료표준 분석방법(2016)의 방법에 의하여 분석하였다.

3) 조직 특성 측정

치즈시료는 가로, 세로, 높이 각 2cm로 절단한 후 TAXT plus 50 texture analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Vienna, UK)와 직경 5mm의 probe를 이용해 다음 조건에 의해 TPA(Texture Profiling analysis)를 실시하였다: pre-test speed 10.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, a distance of 5.0 mm, 2회 반복 측정. 측정 항목은 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 탄성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 복원성(Resilience), 점착성(Gumminess), 저작성(Chewiness)이었으며 각 시료당 3반복씩 측정하였다.

4) 통계분석

본 연구에서 얻어진 결과수치에 대한 모든 분석은 3회 반복하였고, 결과값은 ‘평균치±표준오차’로 표기하였다. 분석 간의 차이는 SAS 9.4 (SAS Institute, Inc., 2016, Cary, NC, USA)를 사용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리간 차이에 대한 유의성 분석은 Duncan 다중검정에 의해 검정하였다($p < 0.05$).

2. 목장형 유가공 농가의 애로사항 및 개선방안 조사

실제 6차산업형 낙농 목장을 운영하고 있는 농가들의 애로사항을 파악하고, 이를 바탕으로 개선방안을 마련하여 제시하기 위해 다음과 같은 방법으로 설문조사를 실시하였다.

1) 조사 대상 및 방법

본 연구의 연구 방법은 기초자료 조사와 설문조사로 크게 나눌 수 있으며, 기초자료 조사는 문헌과 인터넷 검색을 통해 진행되었다. 설문조사는 전국의 6차산업형 낙농목장 중 91곳을 대상으로 2016년 5월 19일부터 9월 2일까지 진행되었다. 조사 방법은 조사대상의 대표자에게 설문지와 회신봉투, 안내 공문을 우편으로 발송하였으며, 설문을 완성한 후 동봉된 회신봉투를 이용하여 설문지를 회송하도록 하였다. 또한 일부 농가에 대해서는 방문을 통한 면담조사를 실시하였다. 회수된 설문지는 16부로 조사방법(우편 및 면담)에 의한 중복은 없었고, 회수율은 17.58%이었으며, 충실한 답변을 받았으므로 모두 분석에 이용하였다.

2) 조사내용

본 조사의 설문지 문항은 2016년 4월 25일부터 4월 29일까지 예비조사를 실시하고 설문을 수정, 보완하여 구성하였다. 설문지는 6차산업형 목장의 일반사항과 애로사항에 대해 파악할 수 있도록 개발되었다. 설문을 통한 조사내용은 낙농 목장의 운영 기간, 6차산업형 목장 사업의 실시 기간, 착유두수, 근로인력 구성, 6차산업형 목장 유형, 산유량 및 목장형 유가공에 이용하는 원유량, 생산 품목, 판매경로로 구성하였으며, 6차산업형 낙농목장에서 AMS의 도입 및 활용에 대한 목장주들의 인식을 조사하기 위해 AMS 관련 사항을 포함하였고, 목장형 유가공 시장과 정부 정책에 대한 인식, 애로사항 등으로 구성하였다.

□ 주요 결과

1. AMS 설치 목장형 유가공 제품의 품질 연구

1) 목장형 유가공 고다 치즈의 일반성분 조사

목장형 유가공 농가에서 제조한 고다 치즈의 일반성분, pH, 염도 분석 결과를 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Chemical composition, pH and NaCl of Gouda cheese made from farmstead milk processing plant

| | Moisture(%) | CP(%) | C. Fat(%) | C. Ash(%) | pH | NaCl |
|---|-------------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 1 | 31.94 | 25.30 | 33.35 | 3.78 | 5.49 | 0.93 |
| 2 | 35.14 | 23.05 | 31.34 | 3.94 | 5.66 | 0.55 |
| 3 | 38.91 | 24.92 | 30.13 | 3.68 | 5.34 | 0.78 |
| 4 | 38.45 | 24.23 | 32.22 | 3.50 | 5.71 | 0.19 |
| 5 | 30.95 | 25.10 | 34.59 | 3.76 | 5.71 | 0.54 |
| 6 | 33.80 | 23.52 | 32.60 | 4.58 | 5.49 | 2.05 |
| 7 | 31.08 | 25.26 | 35.44 | 4.12 | 5.73 | 1.42 |

Yang(2009)은 수리미를 첨가한 고다 치즈의 제조 연구에서 대조구와 실험구의 수분, 조단백, 조지방, 조회분이 각각 34.39와 35.31, 25.16과 25.65, 36.80과 36.93, 3.24와 3.63 %로 나타났다고 하였고, Jung(2012)은 콜레스테롤 제거에 따른 고다 치즈의 차이에 관해 연구한 논문에서 대조구와 실험구의 수분, 조단백, 조지방에 대해 42.96과 48.44, 22.51과 20.45, 32.99와 31.45 % 이었다고 보고하였으며, Choi(2011)는 약주를 첨가하여 제조한 고다 치즈에 관한 논문에서 각 성분이 35.4-36.3, 27.2-29.8, 30.2-33.3, 3.3-3.7 % 범위를 보였다고 보고하는데 각 연구 모두 실험에 따른 성분들의 유의적인 차이는 없다고 하였다. Kim(1992)은 숙성기간에 따른 고다 치즈의 품질을 연구한 논문에서 숙성 6개월된 고다치즈의 각 성분이 25.88, 31.62, 36.23, 4.41 %, pH는 5.81이었으며, 숙성기간이 증가함에 따라 수분은 감소하고 조단백, 조지방, 조회분, pH가 높아진다고 보고하였다. van den Berg 등(2004)은 고다 치즈의 특징 중 하나로 반 경성 치즈이며 지방을 제외한 성분 중 수분 함량이 53-63%, pH가 4.9-5.6이 일반적이라고 하였는데 본 연구에서 분석된 치즈는 이 범위 및 선행 연구결과와 비슷했으며, pH는 유사하거나 다소 높은 것으로 측정되었다. 숙성 치즈의 pH는 초기 약 2주간 젖산 생성에 의해 빠르게 감소하며, 제조 단계에서의 수분 함량에 의해서도 영향을 받을 수 있는데, 수분 함량이 증가하면 발효 및 유산 생성의 활성화로 pH가 감소한다(van den Berg 등, 2004; Lee와 Lee, 2008). 또한 숙성 과정 중에는 젖산 분해, 단백질 분해 및 알칼리 물질 유리 등의 원인으로 pH가 상승하게 되는데(Kim, 1990), 차후 연구에서는 이러한 점 또한 확인할 필요가 있을 것으로 보인다.

염지는 치즈의 보존성을 높이는 방법으로써 압착이 끝난 치즈를 빨리 냉각시키고 유해 미생물의 성장을 늦추며 견고성을 높이고 수분을 감소시키는 효과가 있다(van den Berg 등, 2004). 치즈 덩어리의 부피와 무게, 압착 정도, 수분 및 지방 함량, 염지액의 온도와 농도, pH, 칼슘 이온 농도 등이 염지에 영향을 준다(Geurts 등, 1972; van den Berg 등, 2004). Murataza 등(2014)은 0.5-2.5%의 염도가 되도록 체다 치즈를 제조한 결과 염도 감소는 pH도 유의적으로 감소시켰고, 경도와 파쇄성(crumbliness)는 낮아졌지만, 단백질 분해는 증가하였으며, 휘발성 물질의 농도는 증가하였고 관능평가에 부정적인 영향을 주었다고 하였다. Dugat-Bony 등(2016)은 대조구 치즈의 염도를 1.8%, 실험구 치즈는 1.3%로 제조하여 미생물 군집을 조사한 결과 효모의 한 종류인 *Debaryomyces hansenii*는 감소하고 그람 음성균인 *Hafnia alvei*는 증가하였으며, 단백질 분해 과정과 휘발성 향미 물질의 변화 및 오염성 미생물인 *Pseudomonas fragi*의 유의적 증가가 나타났다고 보고하였다. Akkerman 등(2016)은 반경성 치즈에서 염도를 0.15-1.90%로 다양하게 제조한 결과 염도가 감소할수록 단단함은 줄어들고 압축성은 증가하였으나 조직 특성에서 유의적인 변화는 없었다고 하였다. 본 연구의 염도 분석 결과 각 치즈는 0.19-2.05의 범위를 보였는데, 4번 치즈의 염도가 0.19로 유독 낮은 것을 제외하면 선행 연구들과 유사한 0.5-2.0 수준의 염도를 보여주었다.

2) 목장형 유가공 고다 치즈의 조직 특성 비교

Table 2에 목장형 유가공 농가에서 제조한 고다치즈의 TPA 결과를 제시하였다.

Table 2. TPA results of Gouda cheese made from farmstead milk processing plant

| Farm No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Hardness | 9.78 ±0.33 ^a | 5.68 ±0.33 ^c | 6.51 ±0.33 ^{bc} | 4.06 ±0.33 ^d | 3.82 ±0.38 ^d | 6.98 ±0.33 ^b | 5.54 ±0.33 ^c |
| Adhesiveness | -11.13 ±0.61 ^a | -8.03 ±0.49 ^b | -10.62 ±0.61 ^a | -2.06 ±0.49 ^d | -1.65 ±0.49 ^d | -3.98 ±0.49 ^c | -7.13 ±0.49 ^b |
| Springiness | 0.94 ±0.03 ^{abc} | 0.94 ±0.03 ^{abc} | 0.88 ±0.03 ^{bcd} | 0.88 ±0.03 ^{bcd} | 0.83 ±0.03 ^{cd} | 0.90 ±0.03 ^{abcd} | 0.97 ±0.03 ^a |
| Cohesiveness | 0.40 ±0.02 ^{abc} | 0.45 ±0.02 ^{ab} | 0.47 ±0.02 ^a | 0.34 ±0.02 ^c | 0.44 ±0.02 ^{abc} | 0.40 ±0.02 ^{bc} | 0.38 ±0.02 ^c |
| Resilience | 0.08± 0.01 ^{bc} | 0.08 ±0.01 ^{bc} | 0.09 ±0.01 ^b | 0.06 ±0.01 ^c | 0.14 ±0.01 ^a | 0.07 ±0.01 ^{bc} | 0.05 ±0.01 ^{cd} |
| Gumminess | 3.96 ±0.18 ^a | 2.54 ±0.18 ^{bc} | 3.04 ±0.18 ^b | 1.52 ±0.21 ^c | 1.70 ±0.21 ^c | 2.78 ±0.18 ^b | 2.08 ±0.18 ^c |
| Chewiness | 3.71 ±0.19 ^a | 2.39 ±0.19 ^b | 2.67 ±0.19 ^b | 1.32 ±0.22 ^c | 1.39 ±0.22 ^c | 2.51 ±0.19 ^b | 2.01 ±0.19 ^b |

a, b, c, ° Different superscripts in same row means significant differences

경도는 3.82에서 9.78N의 범위를 보였으며, 부착성은 -1.65부터 -11.13까지, 탄력성은 0.83에서 0.97, 응집성은 0.34부터 0.47, 복원성은 0.05에서 0.14, 점착성은 1.52에서 3.96, 저작성은 1.32부터 3.71의 범위를 나타내었다. Jung(2012)은 본 연구와 목적 및 측정 단위는 다르나 고다치즈의 조직 특성에 대해 보고하였는데, 대조구는 경도: 59.65, 응집성: 0.65, 점착성: 38.74, 탄성: 0.67, 저작성: 26.21의 값을 보였으며, 실험구인 콜레스테롤 제거 고다 치즈에 비해 응집성, 점착성, 저작성은 유의적으로 낮고, 경도와 탄성은 두 처리구 간에 차이가 없었다고 보고하였다. Kanawjia 등(1995)은 사용된 유산균에 따라 치즈 조직의 특성에 차이가 나타났다고 보고하였으며, Messens 등(2000)은 고압 처리된 고다 치즈의 물성에 관한 연구에서 숙성기간이 경과함에 따라 압력에 따른 물성의 차이가 감소한다고 하였고, Lee 등(1996)은 숙성 기간에 따라 경도는 증가하는 반면, 응집성이나 부착성은 차이가 없다고 보고한 바 있다.

치즈의 조직은 여러 효소의 작용에 의해 숙성기간 동안 계속 변하며, 크게 2 단계로 구분할 수 있다. 처음 단계는 치즈 제조 직후 1-2주로 이 기간에는 casein의 결합이 가수분해되면서 약해지며, 다음 단계에서는 단백질 분해가 점진적으로 이루어지면서 두 개의 이온 그룹이 생성되는

데, 이 때문에 조직의 수분이 감소하고 단백질 사슬은 견고해짐으로써 조직이 단단하면서도 유연해진다(Creamer와 Olson, 1982; Exterkate 등, 1987; Lawrence 등, 1987; Jack과 Paterson, 1992). 치즈 조직은 이 casein 연결 사이에 지방구 등이 갇혀 있는 형태이며 단백질 뿐 아니라 지방, 수분 등에 의해서도 영향을 받는다(Jack과 Paterson, 1992). 숙성이 진행됨에 따라 조직 특성도 변하게 되는데 Vanevenhoven(2012)은 고다 치즈의 경도와 저작성이 숙성 2.3개월에 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 경도는 단백질 분해와 유의적인 상관관계가 있으며(Fedrick, 1987), 응집성의 증가는 casein 연결(network)의 상대적으로 빠른 가수분해와 관련이 있고, 탄성은 숙성과정 중에서 para K-caseinate 분자의 분해에 따른 방출에 따라 숙성이 진행될수록 감소한다(Kanawjia 등, 1995). Lee 등(2005)은 체다 치즈의 pH가 낮을수록 부서지기 쉽다고 보고하였는데, 치즈의 pH는 단백질 뿐 아니라 인산칼슘의 용해도와 수분에 영향을 주고, 염도 또한 단백질 분해에 영향을 주어 조직 특성에도 영향을 미치게 된다(Luyten, 1988). 또한 치즈의 수분과 지방은 경도나 탄성에 영향을 준다(Creamer와 Olson, 1982; Green 등, 1986).

본 연구에서 분석된 목장형 유가공 고다 치즈 들은 각 목장별로 다양한 스타터 균주를 사용하였고 제조 및 숙성 과정이 서로 달라 조직 특성 또한 특색 있게 나타났다. 또한 각 목장별로 조직 특성의 차이가 커서 착유방식이 목장형 유가공 고다 치즈의 조직 특성에 미치는 영향을 발견할 수는 없었다.

2. 목장형 유가공 농가의 애로사항 및 개선방안 조사

가) 조사대상의 일반 사항 및 현황

조사대상 목장의 평균 운영기간은 28.53년, 최소 11년, 최대 48년이었으며, 6차 산업을 시작한 연도를 살펴보면 이른 곳은 2003년부터, 늦은 곳은 2015년부터로 평균적으로 6.19년 동안 6차 산업형 낙농목장을 운영한 것으로 조사되었다(Table 3).

Table 3. Average years of dairy farm management

| | Years |
|-----------------------------------------------------|-------------|
| Dairy farm management period(total) | 28.53±10.99 |
| 6 th industrialization dairy farm period | 6.19±3.99 |

평균 착유두수는 최소 34두, 최대 500두로 평균 100두였으며, 평균 산유량은 최소 800kg에서 최대 7,000kg으로 평균 2071.54kg이었으며, 목장형 유가공에 사용하는 원유량은 주당 133.08kg, 목장형 유가공품을 생산하는 횟수는 주당 2.38회로 조사되었다(Table 4).

Table 4. General state of surveyed 6th industrialization dairy farm

| | Mean±SD |
|----------------------------------------------------|-----------------|
| Milking cows(heads) | 100.00±125.41 |
| Milk yield(kg/d) | 2071.54±1852.68 |
| Milk weight for farmstead milk processing(kg/week) | 133.08±63.82 |
| Milk processing time(times/week) | 2.38±1.66 |

조사기간인 2016년 2분기와 3분기 동안 우리나라 목장의 호당 평균 착유두수와 산유량은 74-75 두, 1056.97-1062.03 kg/일(낙농진흥회 홈페이지)로 조사대상 목장의 평균은 우리나라 평균보다 다소 큰 것으로 계산되었으나, 착유두수와 산유량의 최소값과 최대값이 각각 34 두와 500 두, 850 kg/일과 7,000 kg/일로 차이가 심하였다. 이는 6차산업형 목장으로의 전환이 농가 규모와는 관계없이, 잉여원유 처리, 농장 경영 개선 등을 원하는 목장주의 의지와 추진력에 따라 진행되었음을 시사한다.

평균 근무인원 4.23명중 가족인력이 2.92명, 고용 인원 1.31명이었고, 근무 인력 중 유생산과 6차산업 업무를 겸하는 인력이 있다고 응답한 농가가 16곳 중의 9곳으로 파악되었다(Table 5).

Table 5. Human resources organization of surveyed 6th industrialization dairy farm

| | Mean±SD |
|---------------------|-----------|
| Total staff | 4.23±3.03 |
| Family | 2.92±2.50 |
| Employee | 1.31±2.06 |
| Concurrent position | 1.15±0.90 |

조사대상 농가들을 유형별로 살펴보면 착유, 유가공, 체험/관광을 모두 시행하고 있는 농가가 가장 많았으며(7곳), 착유, 유가공 겸업농가(5곳), 그 외 유형이 각 1곳씩이었다(Fig. 1).

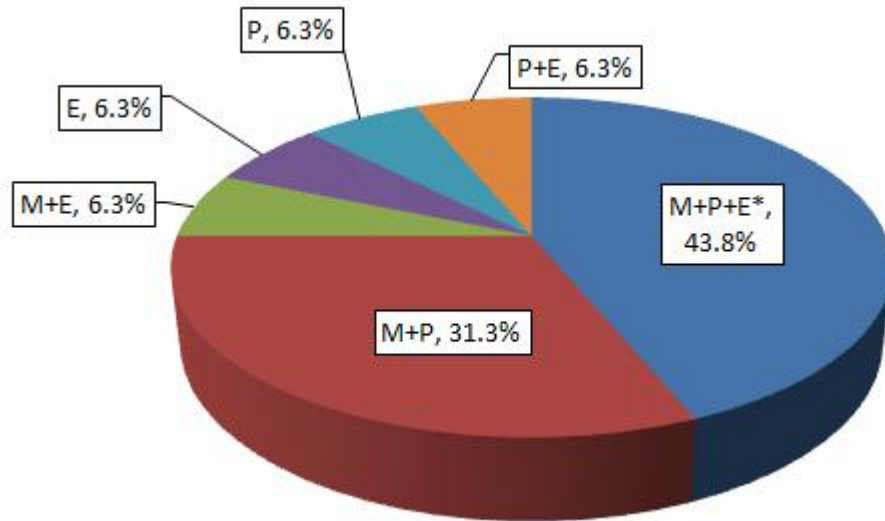


Fig. 1. Classification of surveyed 6th industrialization dairy farm

* M: Milking, P: Processing, E: Experience

6차산업형 목장들의 인력 구성은 Kim(2014)의 연구결과와 일부 차이가 있는 것으로 판단된다. 선행연구는 가족 인력이 2.27명, 고용 인력이 0.47명이고 본 연구결과에서 가족인력은 유사한 값을 보였으나 고용인력이 1.31명으로 약간의 차이를 보였는데, 이는 조사대상에 의한 차이도 있겠으나 6차산업형 목장의 성장에 의해 추가 인력이 고용된 것일 수도 있어 이를 명확히 구별하기 위해서는 향후 각 목장별로 세밀한 조사가 필요한 것으로 사료된다. 선행연구에서는 목장형 유가공 사업의 지역 노동인력 활용경영 가능성을 조사한 결과 90%의 농가에서 가능성을 보통 또는 그 이상으로 답하여, 본 추측의 타당함에 대한 가능성을 제시한다. 또한 선행연구는 농장 업무와 유가공 업무의 겸업 인원을 조사하지는 않았으나, 본 연구에서는 겸업 인원이 평균 1.15명으로 나타나 대부분의 목장에서 목장주 또는 부부가 유생산과 목장형 유가공 또는 체험/관광을 겸업하고 있는 것으로 조사되었다.

작유, 유가공, 체험/관광의 대략적인 수입 비율을 조사한 결과 유대수입이 전체 수입의 50%가 넘는다고 응답한 농가의 비율이 68.75%였으며, 유가공 제품 판매 수입이 50% 이상이라고 응답한 농가 25.00%, 체험/관광이 주 수입이라고 답한 농가는 6.25%로 나타났다(Fig. 2).

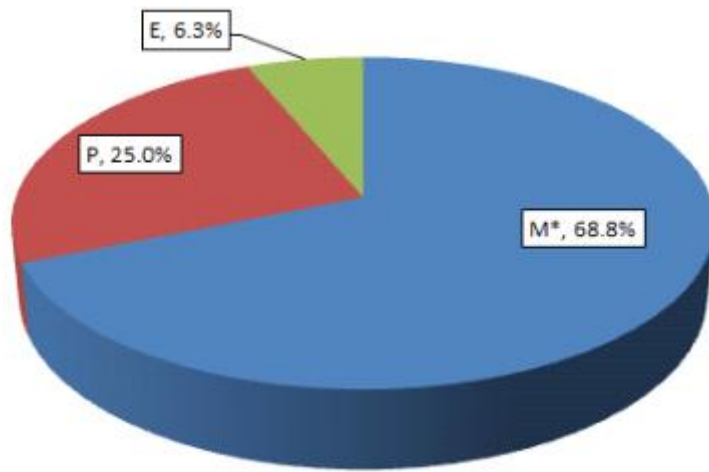


Fig. 2. Approximate income ratio of surveyed 6th industrialization dairy farm

* M: Milking, P: Processing, E: Experience

주요 생산 품목과 판매 경로에 대해 자유로운 서술(구술) 응답을 받은 결과, 조사대상 목장에
서 생산하는 제품은 액상 요거트(81.25%), 스트링 치즈(68.75%)가 가장 많았으며 그 외에
barbecue 치즈(Haloumi, Queso Blanco), 숙성치즈(Gouda, Cheddar 등), 모짜렐라 치즈, 아이스
크림, 호상 요거트, 아이스크림, 시유, 밀크쉐이크 등으로 응답하였다(Table 6).

Table 6. Dairy products of surveyed 6th industrialization dairy farm (Multiple responses)

| Dairy products | Response ratio(%) |
|-----------------------|-----------------------------------------------|
| Liquid fermented milk | 81.3 |
| Yogurt | 12.5 |
| String cheese | 68.8 |
| Barbecue cheese | 37.5 |
| Mozzarella cheese | 18.8 |
| Gouda cheese | 37.5 |
| Cheddar cheese | 18.8 |
| Berg cheese | 12.5 |
| Camembert cheese | 12.5 |
| Ice cream(Gelato) | 25.0 |
| Others | Pasteurized milk, Emmental cheese, Milk shake |

각 목장별로 생산되는 목장형 유가공 제품은 액상 발효유와 스트링 및 구워먹는 치즈가 가장 많았는데, 이는 생산이 용이성과 체험/관광 및 방문객들에게 판매하기 위한 신선치즈 생산에 주력하기 때문인 것으로 풀이된다. 김 등(2014)의 보고에서도 목장형 유가공 낙농 목장 30곳 중 19곳에서 요구르트를 생산하는 것으로 나타났다. 그 외에는 각 목장별로 다양한 제품을 생산하는 것으로 조사되었는데, 목장 체험 프로그램과 생산 제품의 유사성과 한계, 6차산업형 목장 간의 과도한 경쟁을 극복하기 위해서는 차별화된 제품과 기술력이 필요하다는 것을 각 목장들이 인식하고 있고 이를 대비하고 있는 것으로 보인다. Kim(2014)의 연구에 따르면 목장형 유가공 사업에서 다품목 소량생산의 가능성을 조사한 질문에 대해 응답 목장주 중 63.3%가 부정적인 견해를 보여 각 목장별 제품 차별화에 대해서는 앞으로도 상당한 노력이 필요할 것으로 보인다.

목장형 유가공 제품의 판매 경로에 대해 복수 응답으로 조사한 결과 소비자들의 방문 구매가 가장 많았으며(56.25%), 그 다음으로는 로컬푸드 매장(31.25%), 자체 홈페이지 판매와 대형 유통업체 (각각 25.00%), 인터넷 쇼핑몰(18.75%), 유업체(12.5%), 기타(전화 주문, SNS, 직판, 특판, 행사 등)의 경로로 유통되고 있었다(Table 7).

Table 7. Distribution channels of farmstead dairy products

| Dairy products | Response ratio(%) |
|--------------------|-----------------------------------|
| Homepage | 25 |
| Internet mall | 18.8 |
| Sell to visitor | 56.3 |
| Distributor | 25 |
| Dairy company(OEM) | 12.5 |
| Local food market | 31.3 |
| Others | 18.8 (Calling, SNS, Events, etc.) |

목장형 유가공 사업을 실시하고 있는 목장들의 제품 판매경로 중 ‘방문 구매’가 가장 많은 것으로 조사되었다는 사실은 체험/관광을 주된 목적으로 하는 어메니티형 6차산업 목장이 아니라 하더라도 확실하고 안정적인 유통경로나 소비처를 확보하지 않는 이상, 제품 홍보 및 판매를 위해 어느 정도의 체험/관광의 요소가 필요하다는 것을 암시한다. Fig. 1에 제시된 바와 같이 본 연구에서 조사된 목장들의 사업 유형을 살펴보면 절반 가까이가 유생산, 가공, 체험/관광을 모두 실시하고 있으며, 체험/관광 사업의 병행은 목장 입장에서는 유가공 기술 외에도 신

경 써야 할 사항이 늘어나고 시간, 인력, 비용 등의 어려움을 가중시킬 요인이 될 수 있다. 반면, 표나 그림으로는 제시하지 않았지만 면접 조사 과정에서 일부 농가들은 로컬 푸드 마켓 등을 통한 지역 내 유통이 체험/관광 실시와 그에 따른 부담은 감소시킬 수 있으나 발효유같이 상대적으로 유통기한이 짧은 제품에 대한 재고관리가 부담될 수 있다고 응답하였다. 이러한 부담에도 불구하고 조사대상 목장들은 대부분 유대 수입이 전체 수입 중 가장 큰 부분을 차지한다고 답함으로써(Fig. 2), 6차산업화가 아직 목장 수익 개선에 큰 도움을 주는 경우는 많지 않은 것으로 조사되었다. Lee(2011)은 바람직한 목장형 유가공사업 형태에 대해 조사한 결과, 62.2%가 제품생산위주가 바람직하다고 답한 반면, Kim(2014)은 목장형 유가공 사업을 실시하고 있는 낙농가들을 대상으로 한 설문조사에서 낙농가들이 가공과 체험/관광을 모두 실시하는 것이 바람직한 목장형 유가공 사업이며, 목장형 유가공 사업이 이윤 창출에 도움이 될 것으로 생각하였으나, 본 연구 결과에 의하면 이상과 현실의 간극이 아직 큰 것으로 판단된다.

나) 목장형 유가공의 현황에 대한 인식 조사

목장형 유가공의 시장 상황에 대한 6차산업형 목장주들의 인식을 조사한 결과 ‘보통’, ‘좋음’, 기타 3개 항목(‘매우 좋음’, ‘나쁨’, ‘매우 나쁨’) 순서로 나타났으며(Table 8), 목장형 유가공이 원유 적체를 해소할 것인지에 대한 의견은 ‘가능함’, ‘보통’, ‘매우 가능함’ ‘관계없음’ 순서로 나타났으며, ‘전혀 관계없음’이라 답한 의견도 1건이 있었다(Table 9).

Table 8. Recognition of dairy farmers' to 6th industrialization market conditions

| Items | Response ratio(%) |
|-----------|-------------------|
| Very good | 12.5 |
| Good | 18.8 |
| So so | 43.8 |
| Bad | 12.5 |
| Very bad | 12.5 |

Table 9. Judgement of reducing excess raw milk and farmstead milk processing

| Items | Response ratio(%) |
|------------|-------------------|
| Absolutely | 18.8 |
| Possible | 37.5 |
| Maybe | 25.0 |
| Difficult | 12.5 |
| Impossible | 6.3 |

목장형 유가공 제품 시장에 대한 목장주들의 인식은 ‘보통’이 절반 가까운 응답률을 보였으며, ‘매우 좋음’과 ‘좋음’의 합이 31.25%, ‘나쁨’과 ‘매우 나쁨’은 총 25.00%의 응답률을 보여 각 목장의 상황에 따라 다양한 인식을 보여준 것으로 판단된다. 서 등(2015)의 조사에서도 향후 목장형 유가공에 대한 긍정적인 인식이 70.2%로 나타난 바 있다.

Kim(2014)은 목장형 유가공 사업을 통한 장기적인 재고분유 활용 해결 가능성에 대해 7단계(‘전혀 불가능’, ‘불가능’, ‘약간 불가능’, ‘보통’, ‘가능성이 약간 높음’, ‘가능성이 높음’, ‘가능성이 매우 높음’)로 조사한 결과, ‘가능성이 매우 높음’, ‘가능성이 높음’, ‘보통’이 각각 26.7%로, ‘가능성이 약간 높음’ 13.3%를 포함하여 총 93.4%의 농가가 재고분유 해소에 대해 기대감을 나타냈었고, 5 단계(‘매우 가능함’, ‘가능함’, ‘보통’, ‘관계없다’, ‘매우 관계없다’)로 조사한 본 연구에서도 ‘매우 가능함’, ‘가능함’, ‘보통’의 응답비율 합계가 81.25%로 나타나, 목장형 유가공 농가에서는 6차산업형 낙농목장을 통한 원유 적체 해소에 대해 계속적인 기대감을 갖고 있는 것으로 나타났다. 반면, ‘관계없다’와 ‘매우 관계없다’에 응답한 농가도 존재하였는데, 그 이유로는 ‘국산 치즈에 대한 소비자 인식 부족’, ‘과도한 규제’, ‘대기업 및 수입 유제품과 경쟁 어려움(생산 비용, 접근성, 가격 등의 부분에서)’, ‘위생에 관한 소비자들의 지나친 인식’, ‘유통 및 재고 관리’, ‘식생활 차이’, ‘목장 유가공의 생산량 또는 소비한계’ 등이 언급되었다. 선행연구에서는 불가능한 이유에 대해 따로 보고하지는 않았다.

다) 6차산업형 낙농에 대한 정부 정책 평가 및 6차산업형 낙농목장의 애로사항 조사

목장형 유가공에 대한 정부 정책에 대한 목장주들의 평가는 ‘보통’, ‘나쁨’, ‘매우 나쁨’, ‘매우 좋음’ 순서였으며, ‘좋음’이라는 응답은 없었다(Table 10).

Table 10. Assessment of government policies for 6th industrialization dairy farm

| Items | Response ratio(%) |
|--------------------|-------------------|
| Very appropriate | 12.5 |
| Appropriate | 0.0 |
| So so | 31.3 |
| Inappropriate | 31.3 |
| Very inappropriate | 25.0 |

각 목장에서 목장형 유가공업 을 시작할 때와 조사 시점에서 겪고 있는 애로사항들에 대해 최대 3개 항목까지 복수응답으로 조사한 결과를 Table 11에 제시하였다. 조사 대상 농가들은 공통적으로 ‘과도한 규제’, ‘판로확보 및 홍보’, ‘자금 부족’ 등의 사항을 애로사항으로 답했다.

Table 11. Past and present difficulties for 6th industrialization dairy farm operations
(Multiple responses to 3 items)

| Items | Response ratio(%) | |
|---------------------------------------------------|-------------------|---------|
| | Begin | Present |
| Lack of skill or education | 18.8 | 0.0 |
| Lack of information | 18.8 | 6.23 |
| Lack of funds | 56.3 | 50.0 |
| Incomplete policy | 31.3 | 31.3 |
| Excessive regulation | 87.5 | 75.0 |
| Staff shortages | 12.5 | 18.8 |
| Lack of administrative support | 6.3 | 12.5 |
| Difficulties of outlets acquisition and promotion | 75.0 | 75.0 |
| Black consumers | 12.5 | 6.3 |
| Others | 0.0 | 0.0 |

6차산업형 낙농목장들은 정부 정책에 대해서는 부정적인 평가를, 여러 애로사항들 중에서는 ‘과도한 규제’와 ‘판로 확보 및 홍보’, ‘자금 부족’을 가장 어려운 점으로 응답하였다. 정부 정책의 부정적 평가에 대한 구체적인 응답 사유로는 ‘규제, 자금, 시설 부족’, ‘기초적 수준의 정책으로 필요성과 유용성을 느끼지 못함’, ‘높은 고정 투자비용 및 정부의 낙농업 홀대’, ‘먼지털이식 단속과 과도한 규제’, ‘대기업 수준의 규제’, ‘과도한 서류’, ‘목적이 보이지 않음’, ‘시장 상황에 뒤처짐’ 등이었으며, 6차산업형 낙농 목장에 대한 현재까지의 정부 정책이 구호나 선전용으로서 농가들이 필요로 하는 부분을 채워주지 못하는, 실용성이 부족한 면이 많다고 판단된다. 향후 정책은 규제의 적절한 완화와 마케팅, 자금의 효율적 지원에 집중해야 한다고 보이며, Kim(2014)의 연구에서도 목장형 유가공 사업의 사업주들은 ‘제품판매(마케팅)’, ‘대기업 위주의 제도와 설비 규제’, ‘각종 행정규제’ 등이 불편사항이라고 응답한 바 있고 서 등(2015)도 6차산업화 낙농가들의 판로개척에 대한 지원 만족도가 32.5%에 불과하다고 보고하였다. Lee(2011) 역시 낙농가들에게 목장형 유가공사업에 대한 정부정책 지원의 적절성에 대해 설문조사를 실시한 결과 ‘전혀 그렇지 않다’는 답변이 51.1%, ‘그렇지 않다’가 31.1%, ‘약간 그렇지 않다’가 2.2%로 전체 응답 중 84.4%가 부정적인 답변을 한 것으로 나타났다. Nam과 Jeong(2016)은 목장형 유가공업의 법적 제도적인 장치가 마련되지 않았으며, 대형 유업체와 동일한 법규 적용이 되는 점, 유가공업이 폐수 배출업으로 분류되어 있어 비용 발생이 문제가 되는 점, 매일 유제품유형별 검사비용에 대한 지출이 많은 점 등을 지적하며, 쿼터 초과 원유 활용시의 인센티브 부여와 우유생산 외에 6차산업과 연계된 다양한 소득 보전 정책을 추진해야 한다고 주장하였

다.

또한 Kim(2014)의 연구에서는 농가들이 기술상담 및 컨설팅에 대해 중요하다고 생각하고, 만족도는 낮은 편이라고 조사되었는데, 본 연구결과에서는 기술이나 교육 부족, 정보 부족에 대한 응답률이 낮게 나타나 선행 연구결과와는 차이를 보였다. 특히, 6차산업형 목장 시작 당시와 현재 겪고 있는 어려움에 대한 응답을 비교하였을 때 ‘기술(교육) 부족’이나 ‘정보 부족’, 에 대한 응답 비율은 시작 당시에도 낮은 편이었고 현재에는 더욱 낮아졌는데, 이는 낙농가들이 여러 목장형 유가공 교육에 참여하고, 또 선행연구가 진행될 당시에 비해 인터넷, SNS 등이 더욱 발달되어 이를 활용함으로써 기술이나 정보와 연관된 어려움은 어느 정도 해소되고 있는 것으로 해석된다. 그리고 ‘인력 부족’을 제외한 모든 항목에서 시작 당시보다 현재 겪고 있는 애로사항에 대한 응답 비율이 감소하였는데, 이는 6차산업화가 진행됨에 따라 낙농가들의 기술력, 운영능력과 문제 대응 능력이 향상된 측면이 있다고 볼 수도 있겠지만, 신규로 6차산업에 진출하려는 농가에게는 진입장벽이 높다고 해석될 수도 있다. 현재 애로사항을 묻는 질문에 ‘과도한 규제’, ‘관로 확보 및 홍보 어려움’, ‘자금 부족’ 등의 항목이 여전히 높은 비율을 차지한다는 점이 이를 뒷받침한다.

추가적으로는 앞에서 서술한 6차산업형 낙농 목장의 인력 구성과 고용, 지역 유통에 더해, 지역 홍보, 타 산업과의 연계 등을 고려하여 6차산업형 낙농 목장이 지역 경제에 미치는 다양한 효과에 대한 종합적인 분석이 연구될 경우 더욱 효율적인 정책 수립과 예산 집행에 도움이 될 것으로 사료된다.

라) AMS 관련사항 조사

조사대상 농가들의 착유방식을 조사한 결과 관행착유방식(Conventional Milking System, CMS)과 AMS의 비율은 각각 81.25%와 18.75%로 나타났다. 또한 CMS 농가 중 향후 AMS 도입 의향이 있거나 고려중이라고 답한 농가는 38.46%로 조사되었다(Fig. 3).

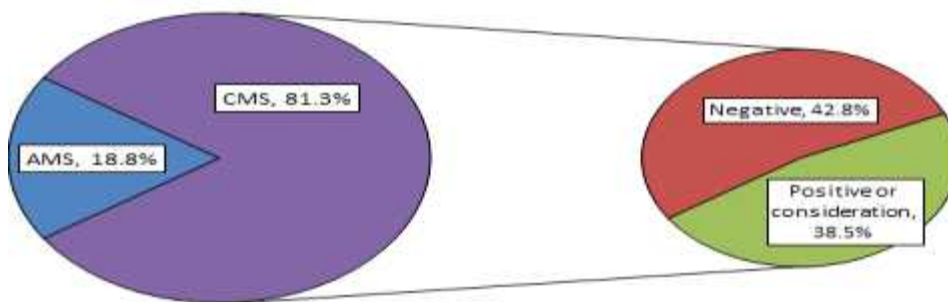


Fig. 3. Type of milking system and intention about AMS adopt of surveyed 6th industrialization dairy farm

AMS: Automatic Milking System; CMS: Conventional Milking System

AMS를 도입하였거나 도입할 의향이 있는 농가, 고려중인 농가에 대해 도입 이유를 질문한 결과 인력문제 해결, 소비자 관람 및 홍보, 시간의 효율적 운용, 후계 문제 등으로 답했으며, 반대로 AMS를 도입하지 않겠다고 대답한 농가에서는 그 이유로 유질 또는 향미 하락, 고가의 도입 및 유지비용, 위생, 세척 등 관리의 어려움, 유지방 감소로 인한 목장형 유가공 제품 생산 어려움, A/S 문제 등으로 답했다. 이와 관련하여 Bennedsgaard 등(2006)은 자동착유기 설치 후 1년간 조사한 결과 처음 3개월 동안에는 체세포 수치가 상승하나 그 이후로는 정상으로 돌아왔다고 보고하였고, Berglund 등(2002)도 25주간의 조사 결과 AMS가 CMS보다 체세포 수치가 낮다고 보고하였다. Svennersten-Sjaunja 등(2000)은 유지방, 유단백 함량이 착유방식에 다른 차이가 없다고 보고하였으며, Justesen and Rasmussen(2000)이 AMS 이용 시 유리지방산(FFA; Free Fatty Acids) 함량이 증가한다고 보고하였으나, Moon 등(2014)과 Moon 등(2015)에 따르면 AMS 이용에 따라 우유의 FFA가 약간 증가하지만 그 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 AMS와 관련된 6차산업형 농가의 우려 중 유성분과 유질 관련 문제는 일시적인 것이며 착유우가 적응되면 해소될 부분이다. 다만, 비용이나 A/S관련 문제는 업체와 관련된 부분으로 6차산업형 목장에서 AMS를 도입하려 할 경우 각 목장의 상황에 맞게 충분히 고민하고 판단하여야 할 문제로 보인다.

참고문헌

- Akkerman, M., Kristensen L. S., Jespersen L., Ryssel, M. B., Mackie, A., Larsene N. N., Andersen, U., Nørgaard, M. K., Løkke, M. M., Møller, J. R., Mielby, L. A., Andersen, B. V., Kidmose, U. and Hammershøj M. 2016. Interaction between sodium chloride and texture in semi-hard Danish cheese as affected by brining time, dl-starter culture, chymosin type and cheese ripening. *Int. Dairy J.* Articles in press.
- Bennedsgaard, T. W., Thamsborg, S. M, Aarestrup, F. M., Enevoldsen, C., Vaarst, M. and Christoffersen, A. B. 2006. Resistance to penicillin of *Staphylococcus aureus* isolates from cows with high somatic cell counts in organic and conventional dairy herds in Denmark. *Acta. Vet. Scand.* 24:48-24.
- Berglund, I., Pettersson, G. and Svennersten-Sjaunja, K. 2002. Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livest. Prod. Sci.* 78:115-124.
- Choi, H. Y. 2011. Application in Gouda-type cheese manufacture added with Korea traditional wines. Ph.D. dissertation, Sunchon Natl. Univ., Jeollanam-do, Korea.
- Creamer, L. K. and Olson, N. 1982. Rheology evaluation of maturing Cheddar cheese. *J. Food Sci.* 47:631-636.
- Dugat-Bony, E., Sarthou, A. S., Perello, M. C., de Revel, G., Bonnarne, P. and Helinck, S. 2016. The effects of reduced sodium chloride content on the microbiological and biochemical properties of a soft surface-ripened cheese. *J. Dairy Sci.* 99:2052-2511.
- Extrakate, F. A., De Veer, G. J. and Stadhouders, J. 1987. Acceleration of the ripening process of Gouda cheese by using heat-treated mixed-strain starter cells. *Neth. Milk Dairy J.* 41:307-320.
- Fedrick, I. 1987. Technology and economics of the accelerated ripening of Cheddar cheese. *Aust. J. Dairy Tech.* 42:33-36.
- Geurts, T. J., Walstra, P. and Mulder, H. 1972. Brine composition and the prevent of the defect 'soft rind' in cheese. *Neth. Milk Dairy J.* 26:168-179.

- Green, M. L., Langley, K. R., Marshall, R. J., Brooker, B. E., Willis, A. and Vincent, J. F. V. 1986. Mechanical properties of cheese, cheese analogues and protein gels in relation to composition and microstructure. *Food Microstructure*. 5:169-180.
- Jack, F. R. and Paterson A. 1992. Texture of hard cheeses. *Trends Food Sci Tech*. 3:160-164.
- Jestesen, P. and Rasmussen, M. D. 2000. Improvements of milk quality by the Danish AMS self-monitoring programme. *Int. Symp. Robotic Milking, Lelystad*. pp. 83-88. in *Proc.*
- Jung, H. 2012. Flavor and physicochemical properties of cholesterol-removed Gouda cheese during ripening. MS Thesis, Sejong Univ., Seoul, Korea.
- Kanawjia, S. K, Rajesh, P. Sabikhi L. and Singh, S. 1995. Flavour, chemical and textural profile changes in accelerated ripened Gouda cheese. *Lebensm. Wiss u Technol*. 28:577-583.
- Kim, H. J. 1990. Studies on the proteolysis during ripening of Gouda cheese. MS Thesis, Sung Kyun Kwan Univ., Seoul, Korea.
- Kim, N. O. 1992. Studies on the Gouda cheese qualities on the ripening periods. MS Thesis, KonKuk Univ., Seoul, Korea.
- Lawrence, R. C., Creamer, L. K. and Gilles, J. 1987. Texture development during cheese ripening. *J. Dairy Sci*. 70:1748-1760.
- Lee, M. R., Johnson, M. E. and Lucey, J. A. 2005. Impact of modifications in acid development on the insoluble Ca content and rheological properties of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci*. 83:3798-3809.
- Lee, S. W., Kim, H. J. and Nam, M. S. 1996. Changes in the casein, free amino acids and textures during ripening of Gouda cheese. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour*. 16:35-40.
- Lee, M. R. and Lee, W. J. 2008. Understanding of development of cheese texture during ripening. *Kor. J. Dairy Sci. Technol*. 26:57-60.

- Luyten, H. 1988. The rheological and fracture properties of Gouda cheese. Ph. D. dissertation, Wageningen Agric. Univ, Wageningen, NL.
- Messens, W., Van de Walle, D., Arevalo, J., Dewettinck, K. and Huyghebaert A. 2000. Rheological properties of high-pressure-treated Gouda cheese. *Int. Dairy J.* 10:359-367.
- Murtaza, M. A., Huma, N., Sameen, A. Murtaza, M. S., Mahmood S., Mueen-ud-Din, G. and Meraj A. 2014. Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. *J. Dairy Sci.* 97:6700-6707.
- van den Berg, G. Meijer, W. C., Düsterhöft E. M. and Smit, G. 2004. Gouda and related cheese. Pages 103-140 in *Cheese, chemistry, physics and microbiology*, Vol. 2 Major cheese groups. Fox, P. F. et al. ed. Elsevier Academic Press, London, UK.
- Vanevenhoven, D. W. 2012. A characterization of the rheology of raw milk Gouda cheese. MS thesis, Univ. Wisconsin-Stout, Wisconsin, USA.
- Yang A. 2009. Effects of Containing Surimi on the Quality Properties of Natural Cheese (Cheddar, Berg, Gouda). MS Thesis, Sunchon Natl. Univ., Jeollanam-do, Korea.
- Berglund, I., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K. 2002. Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livest Prod Sci.* 78:115-124.
- Kim, H. Y. 2014. A study on the managerial strategy of vertical dairy marketing system. Ph.D. dissertation, Konkuk Univ, Seoul, Korea.
- Lee, W. 2011. A study on dairy farmer recognition survey and developmental direction on farmstead dairy processing. Ph.D. dissertation, Konkuk Univ, Seoul, Korea.
- Moon, J. M., Chang, K. M., Nam, I. S., Park, S. M., Oh, N. S., Son, Y. S. 2014. Effects of automatic milking systems on raw milk quality and milk fat properties with or without feeding protected fat. *Kor. J. Dairy Sci. Technol.* 32:63-70.
- Moon, J. Y., Lee, J.-S., Chang, K. M., Park, S. M., Park, S. Y., Jung, M. Y., Son, Y. S.

2015. Effects of the milking system and supplemental fat feeding on milk and milk fat characteristics. J. Milk Sci. Biotechnol. 33:209-214.

Nam, M. S., Jeong, S. K. 2016. Future and situation of milk processing on farm in Korea. Bull. Anim. Biotechnol. 8:1-5.

Svennersten-Sjaunja, K., Pettersson, G., Berglund, I. 2000. Evaluation of the milking process in an automatic milking system, in: Robotic milking. Wageningen Pers, The Netherlands, pp 196.

김홍윤, 최승철, 김현중. 2014. 목장형 유가공사업에 대한 낙농가 인식과 활성화 방안. 월간 낙농육우, 34(5), pp 117-136.

낙농진흥회 홈페이지. www.dairy.or.kr

농촌진흥청. 2010. 로봇착유기 이용자 가이드. 농촌진흥청, 충청북도 천안, 한국.

서동균, 최현호, 천동원, 이상덕, 송용섭. 2015. 낙농 6차 산업화 사례와 과제. 한국농촌경제연구원 기타연구보고서 2, pp 607-631.

농림축산식품부 고시 제2016-58호. 사료 등의 기준 및 규격, [별표 25]. ‘사료표준 분석방법’(2016.7.1.시행).

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 : 목표대비 달성도

<제1세부> 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구

| 당초 목표 | 가중치(%) | 개발 내용 | 달성도(%) |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| 1)AMS 미래 시장 규모 예측 | 30 | 1)○ AMS, CMS 관련 정보 조사, 기존착유농가의 향후 AMS 도입 비율 조사, 우사구조에 따른 상관 분석 | 100% |
| 2)착유시스템 별 경제성 조사 및 비교 분석 연구 | 30 | 2)자동착유시스템 별 비용분석, 손익분기점분석 비교하여 농가 영농활용 제시 및 동시착유시스템과 자동착유시스템 비교 분석 실시 | 100% |
| 3)AMS 도입농가의 경영전략 제시 | 40 | 3)AMS 도입농가의 경영전략 제시 | 100% |
| | 100% | | 100% |

<제1협동> 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

| 당초 목표 | 가중치(%) | 개발 내용 | 달성도(%) |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| 1) 착유시스템(AMS, CMS)에 따른 젖소 생산성 비교 여부 | 30 | 1) 착유시스템(AMS, CMS)에 따른 젖소 생산성 비교 여부 | 100% |
| 2) 자동착유시스템 착유유도방식에 따른 젖소 생산성 비교 | 30 | 2) 자동착유시스템 착유유도방식에 따른 젖소 생산성 비교 | 100% |
| 3) 자동착유시스템 설치 농장의 젖소 생산성 개선 | 40 | 3) 자동착유시스템 설치 농장의 젖소 생산성 개선 | 100% |
| | 100% | | 100% |

<제2협동> 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질 연구

| 당초 목표 | 가중치(%) | 개발 내용 | 달성도(%) |
|-----------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------|--------|
| 1)AMS 도입에 따른 원유의 성분변화 조사 | 30% | 1)AMS 도입에 따른 기존 착유시설과 사료에 따른 원유 성분변화 검증 | 100% |
| 2)자동착유시스템 기종에 따른 젖소 생산성 비교 연구 | 30% | 2)AMS와 기존 착유시설과의 원유성분 비교 및 착유횟수에 따른 유리지방산 변화를 비교하여 농가 영농활용 제시 | 100% |
| 3)AMS가 목장형 유가공제품의 품질변화에 미치는 요인과 개선방안 조사 | 40% | 3) AMS 또는 CMS를 사용하는 목장형 유가공 제품(고다치즈)의 성분 및 조직 특성 비교 | 100% |
| | 100% | | 100% |

제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술
최종

| 성과지표명 \ 연도 | | 당초 목표 (전체) | 실적 | 달성도 (%) | 가중치 (%) |
|--------------|------|---------------|----|------------|------------|
| 논문게재 | SCI | | | | |
| | 비SCI | 9 | 7 | 77.8 | 18.9 |
| 산업재산권 | 출원 | 2 | | | |
| | 등록 | | | | |
| 학술발표 | 국제 | 4 | 2 | 50.0 | 2.5 |
| | 국내 | 9 | 7 | 77.8 | 7.7 |
| 품종 | 출원 | | | | |
| | 등록 | | | | |
| 기술이전 | | 2 | | | |
| 정책자료 기관제출 | | 2 | 1 | 50.0 | 5.0 |
| 영농기술·정보 기관제출 | | 10 | 10 | 100.0 | 10.0 |
| 자료발간 건수 | | 2 | 1 | 50.0 | 5.0 |
| 전문서 등 저술활동 | | 2 | | | |
| 홍보성과 | | 10 | 11 | 100.0 | 5.0 |
| 계 | | 52 | 39 | - | 54.1 |

* ATIS 승인 기준

* 달성도(%) = (실적소계/당초목표전체) × 100

<제1세부> 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구

| 성과지표명 \ 연도 | | 당초 목표 (전체) | 실적 | 달성도 (%) | 가중치 (%) |
|--------------|------|------------------|----|------------|------------|
| 논문게재 | SCI | | | | |
| | 비SCI | 4 | 2 | 50 | 5.4 |
| 산업재산권 | 출원 | 1 | | | |
| | 등록 | | | | |
| 학술발표 | 국제 | 1 | 1 | 100 | 1.25 |
| | 국내 | 3 | 2 | 66.7 | 2.2 |
| 품종 | 출원 | | | | |
| | 등록 | | | | |
| 기술이전 | | 1 | | | |
| 정책자료 기관제출 | | | | | |
| 영농기술·정보 기관제출 | | 3 | 4 | 100 | 4 |
| 자료발간 건수 | | 1 | 1 | 100 | 5 |
| 전문서 등 저술활동 | | 1 | | | |
| 홍보성과 | | 5 | 4 | 80 | 5 |
| 계 | | 20 | 14 | 88.3 | 22.85 |

<제1협동> 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

| 성과지표명 \ 연도 | | 당초 목표 (전체) | 실적 | 달성도 (%) | 가중치 (%) |
|--------------|------|------------------|----|------------|------------|
| 논문게재 | SCI | | | | |
| | 비SCI | 2 | 1 | 50 | 2.7 |
| 학술발표 | 국제 | 1 | | | |
| | 국내 | 3 | 2 | 66 | 2.2 |
| 정책자료 기관제출 | | 1 | 1 | 100 | 5 |
| 영농기술·정보 기관제출 | | 4 | 3 | 75 | 3 |
| 자료발간 건수 | | 1 | | | |
| 전문서 등 저술활동 | | 1 | | | |
| 계 | | 13 | 7 | 70 | 12.9 |

<제2협동> 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질 연구

| 성과지표명 \ 연도 | | 당초 목표 (전체) | 실적 | 달성도 (%) | 가중치 (%) |
|--------------|------|------------------|----|------------|------------|
| 논문게재 | SCI | | | | |
| | 비SCI | 3 | 4 | 100 | 10.8 |
| 산업재산권 | 출원 | 1 | 0 | 0 | |
| | 등록 | | | | |
| 학술발표 | 국제 | 2 | 1 | 50 | 1.25 |
| | 국내 | 3 | 3 | 100 | 3.3 |
| 품종 | 출원 | | | | |
| | 등록 | | | | |
| 기술이전 | | 1 | 0 | 0 | |
| 정책자료 기관제출 | | 1 | 0 | 0 | |
| 영농기술·정보 기관제출 | | 3 | 3 | 100 | 3 |
| 홍보성과 | | 5 | 0 | 0 | |
| 계 | | 19 | 12 | 63.16 | 18.35 |

* ATIS 승인 기준

* 달성도(%) = (실적소계/당초목표전체) × 100

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

향후 국내 낙농농장의 경쟁력 확보 등을 위한 정책 제안에 활용, 자동착유시스템 도입을 검토하는 농장에 대한 자료 제공 및 교육을 위한 영농활용, 자동착유시스템 도입시 농장 여건에 따른 도입여부 검토자료로 활용, 자동착유시스템과 목장형 유가공 제품의 품질에 관한 국내 논문 발표로 향후 유용한 기초자료로 활용, 설문을 통해 6차산업형 목장의 애로사항을 조사하였고 이를 바탕으로 한 개선 방안에 대한 자료를 제공함으로써 향후 정책 수립에 반영될 것으로 기대, 고능력 공란우의 수정란 생산 효율증대를 통한 우수유전자원 조기 확보 및 고능력 암소 집단 확보, 고능력 젖소의 이식가능 수정란 향상 등의 연구결과 농가 활용, 고능력 젖소의 번식장애 제어 기술을 통한 고능력우 경제수명 연장 등이 있다.

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

없음

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

해당사항 없음

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

<제1세부> 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구

□ 연구실 안전교육

- 개요 : 연구활동종사자의 안전의식 제고 및 사고예방
- 근거 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제18조
- 추진내용

| 구분 | 교육대상 | 교육시간 | 실시주기 | 교육방법 |
|------|----------------------|--------------|-------|-------|
| 신규교육 | · 신입생 및 신규채용 연구(보조)원 | · 2시간 이상 | · 3월 | · 집합 |
| 정기교육 | · 대학(원)생 및 연구(보조)원 | · 학기별 6시간 이상 | · 학기별 | · 온라인 |
| 특별교육 | · 신규자 등 교내 연구활동종사자 | · 2시간 이상 | · 5월 | · 집합 |

□ 연구실 정밀안전진단

- 개요 : 연구실에 내재된 위험요소 발견과 안전상태 평가 및 실태 파악을통하여 안전사고 예방조치 및 개선대책 마련
- 근거 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제8조

○ 추진내용

- 정기점검 및 정밀안전단 실시 후 도출된 위해요인에 대하여 개선 방향 및 안전관리방안 수립 및 조치 시행

○ 점검종류

| 점검구분 | 점검내용 | 실시주기 | 실시주체 |
|---------------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 일상점검 | · 실험 전/후 연구실 상태점검 (연구실 일일 안전점검일지 작성) | · 매일 1회 실시 (실험실습이용일) | 연구활동종사자 |
| 정기점검 및 정밀안전진단 | · 점검기기를 통한 분야별 전문가에 의한 점검 | · 연1회 이상 실시 (매년 4~5월) | 연구실안전환경관리자 및 전문기관 |
| 특별안전점검 | · 안전에 치명적인 위험을 야기할 가능성이 있을 것으로 예상되는 경우 | · 특별위험이 감지되었을 경우 | 연구실안전환경관리자 및 전문기관 |

□ 연구활동종사자 특수건강검진 실시

- 개요 : 유해물질을 취급하는 상시 연구활동종사자 특수건강검진을 통한 질병 등 조기 발견하여 신체보호에 기여
- 근거 : 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 시행규칙 제10조
- 검진대상 : 산업안전보건법 시행령 제29조에 따른 유해물질 및 같은 법 시행규칙 별표 12의2에 따른 유해인자를 취급하는 상시 연구활동종사자

□ 연구실 안전환경 조성

- 연구실 안전용품 지원
 - 개요 : 연구활동종사자 신체보호를 위한 개인보호구 및 안전한 연구개발활동을 위한 안전용품 지원
 - 근거 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제5조
- 연구실 안전 설비 유지관리
 - 개요 : 연구실내 안전설비의 설치·유지 및 환경개선
 - 근거 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제5조
- 교육부 실험실습실 안전환경 조성사업 추진
 - 개요 : '16년 교육부 실험실 안전환경 조성사업 추진
 - 주요내용
 - 실험실별 고위험 안전장비 및 일반 안전장비 지원
 - 안전장비 설치에 따른 필요 시설공사 실시
- 연구실 안전관리 위원회 및 심의위원회 운영
 - 개요 : 교내 연구실 안전에 관한 사항 심의·조정
 - 주요내용
 - 연구실 안전환경 증진에 관한 사항
 - 교육부 실험실습실 안전환경 조성사업 추진 검토 등
- 연구실 안전관리 시스템 구축
 - 개요 : 내외부 연구환경 변화에 실시간 대응이 가능한 안전관리

- 주요내용

| 구분 | 시스템 구축 내용 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 연구실 현황관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 소속, 연구실명, 건물명, 등록여부로 검색 가능 • 연구실별 출입 연구활동종사자 검색 가능 |
| 연구실 배치도관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구실의 유해인자, 안전설비 및 개인보호구 등의 보관위치, 비상문 및 비상통로 등이 표시된 배치도 |
| 안전점검 결과 및 조치관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 일상점검 실시 여부 확인 • 정기점검 및 정밀안전진단 점검결과 및 개선조치결과 등록관리 |
| 연구실 위험물질 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구실별 위험물질 보유 현황관리 • MSDS 연동 (열람 및 관리) |
| 연구실 안전교육 이수관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구실 안전교육 이수 현황 관리 • 연구실 소속 연구활동종사자의 안전교육 이수 추적 |
| 특수건강검진 및 보험관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구실별 특수건강검진 대상여부 판단 설문시스템 확인 • 연구실 사고 현황 파악 및 보험 처리 현황관리 |
| 안전장비 및 보호구 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전장비 관리 (흡후드 배기풍량관리, 시약장 필터 관리 등) • 연구실별 필수 개인보호구 지급관리 |
| 폐기물관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 연구실별 배출 폐기물 관리 |

□ 연구실 안전사고 대응 및 예방

○ 연구실 안전보험 가입

- 개 요 : 연구활동 중 사고에 의한 신체적 피해 보상책 마련
- 근 거 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제14조
- 보험사명 : 교육시설재난공제회
- 보장내용

| 보험명 | 보상범위 | 대상 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 연구실 안전 공제 | <ul style="list-style-type: none"> • 사 망 : 1억원(1인당) • 후유장애 : 최대 1억원 급수에 따라 정액지급 (1급 : 1억 ~ 14급 : 623만원) • 부 상 : 1,000만원 한도(1인당) 상해 등급별 정액 및 실손 보상 <p>※ 연구실에서 연구활동 중 발생한 사고에 대한 보상</p> <p>(교과과정에 의한 현장실습 포함)</p> | <p><u>과학기술분야</u> <u>연구활동종사자</u></p> |

□ 재난대응 안전한국훈련 실시

- 개 요 : 국민안전처 재난대응 안전한국훈련에 일환으로 연구실 안전의식 향상을 위한 특별교육 실시
- 주요내용
 - (사고 대응 훈련 실시) 유사사고 발생 시 대응능력 향상

- (연구실 특별교육) 연구실 안전법 및 연구실 사고예방을 위한 특별교육

□ 연구실 안전사고 대응 체계 수립

- 개 요 : 실험실에서 발생하는 안전사고에 적절히 대응하여 그 피해를 최소화 하고 유사 사고 방지를 위한 대책 수립
- 주요내용
 - 실험실 안전사고 발생 시 비상연락 체계
 - 비상시 응급조치 요령 및 대피요령
 - 안전사고에 대한 경각심을 높이고 유사사고 방지를 위한 사고사례 전파

<제1협동> 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

- 1) 참여연구원 건강검진 실시 : 매년 건강검진 실시(국민건강보험관리공단)
- 2) 참여연구원 보험가입 : 산재보험 가입

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

<제1세부> 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구

| 번 호 | 구분 (논문 /특허 /기타) | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관명 | 역할 | 논문게재지/ 특허등록국가 | Impact Factor | 논문게재일 /특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부 /인용횟수 등) |
|--------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 기타 | 기존착유시설 조사를 통해 자동착유시설 도입성향에 관한 연구 | 한경대 | 교신 저자 | (사)한국축 산경영학 회 | | 2014.06.26 | 단독 | |
| 2 | 논문 | 착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우의 유성분에 미치는 영향 | 한경대 | 교신 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | | 2014.09.01 | 단독 | |
| 3 | 논문 | 자동착유시스템(AMS) 착유 및 보호지방 첨가 급여가 원유의 품질및 유지방 특성에 미치는 효과 | 한경대 | 공동 저자 | 한국유가 공기술과 학회지 | | 2014.12.01 | 단독 | |
| 4 | 기타 | 자동착유시설(AMS)농 가의 경제성 | 한경대 | 교신 저자 | (사)한국축 산경영학 회 | | 2015.02.27 | 단독 | |
| 5 | 논문 | 젖소의 산유수준과 자동착유시스템간의 상관관계 분석 | 한경대 | 공동 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | | 2015.08.01 | 단독 | |
| 6 | 논문 | 착유방식 및 지방 보충급여가 원유 및 지방특성에 미치는 효과 | 한경대 | 공동 저자 | 한국유가 공기술과 학회지 | | 2015.09.30 | 단독 | |
| 7 | 논문 | 낙농경영에 있어서 자동착유시스템 도입의 경제성 분석 | 한경대 | 공동 저자 | 농업경영정 책연구 | | 2015.12.01 | 단독 | |
| 8 | 기타 | Analysis of productivity factors according to the feeding levels of automatic milking system installed dairy farms | 한경대 | 공동 저자 | Internatio nal Article | | 2016.07.26 | 단독 | |

<제1협동> 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구

<제2협동> 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질 연구

| 구분 번호 (논문 /특허 /기타) | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관명 | 역할 | 논문게재지/ 특허등록국가 | Impact Factor | 논문게재일 /특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부 /인용횟수 등) | |
|--------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 기타 | 자동착유방식이 원유 및 고다치즈의 성분 및 특성에 미치는 영향 | 고려대 학교 | 교신 저자 | 2016 한국동물자 원과학회 학술발표회 Proceedings | - | 2016. 06. 25 | 단독 | |
| 2 | 논문 | 착유방식이 목장형 유가공 장에서 제조한 고다 치즈의 품질 특성에 미치는 영향 | 고려대 학교 | 교신 저자 | 한국유가공 기술과학회 지 | - | 2016. 12. 01 | 단독 | |
| 3 | 논문 | 설문을 통한 6차산업형 목 장경영의 애로사항과 개선 방안에 관한 연구 | 고려대 학교 | 교신 저자 | 한국유가공 기술과학회 지 | - | 2016. 12. 01 | 단독 | |
| 4 | 논문 | 낙농경영에 있어서 자동착유시스템 도입의 경제성 분석 | 고려대 학교 | 공동 저자 | 농업경영정 책연구 | 0.5843 | 2015.12.01 | 단독 | |
| 5 | 논문 | 착유방식 및 지방 보충급여가 원유 및 지방특성에 미치는 효과 | 고려대 학교 | 교신 저자 | Journal of Milk Science and Biotechnol ogy | - | 2015.09.30 | 단독 | |
| 6 | 논문 | 젖소의 산유수준과 자동착유시스템간의 상관관계 분석 | 고려대 학교 | 공동 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | - | 2015.08.01 | 단독 | |
| 7 | 기타 | Effects of automatic milking system and dietary fat supplementation on milk fat properties | 고려대 학교 | 교신 저자 | Internatio nal Dairy Federation | - | 2015.09.23 | 단독 | |
| 8 | 기타 | Effects of milking system and supplemental fat feeding on milk composition and milk fat properties | 고려대 학교 | 교신 저자 | 2015 한국동물자 원과학회 학술발표회 Proceedings | - | 2015.06.26 | 단독 | |

| 번호 | 구분 (논문/ 특허/ 기타) | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관명 | 역할 | 논문게재지/ 특허등록국가 | Impact Factor | 논문게재일 /특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등) |
|----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------------------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| 9 | 논문 | 자동착유시스템(AMS) 착유 및 보호지방 첨가 급여가 원유의 품질 및 유지방 특성에 미치는 효과 | 고려대 학교 | 교신 저자 | 한국유가 공기술과 학회지 | - | 2014.12.01 | 단독 | |
| 10 | 기타 | Effects of Automatic Milking System and Milking Frequency on the Distribution in Fat Globule Size of Cow Milk | 고려대 학교 | 교신 저자 | 2014 한국동물자 원과학회 학술발표회 Proceedings | - | 2014.06.26 | 단독 | |
| 11 | 논문 | 착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우의 유성분에 미치는 영향 | 고려대 학교 | 공동 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | 0.1489 | 2014.09.01 | 단독 | |

| 구분 번호 (논문/ 특허/ 기타) | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관명 | 역 할 | 논문 게재지/ 특허등록국가 | Impact Factor | 논문 게재일 /특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부 /인용횟수 등) |
|--------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 기타 | 기존착유시설 조사를 통해 자동착유시설 도입성향에 관한 연구 | 한경대 | 교신 저자 | (사)한국 축산경영 학회 | 2014.06.26 | 단독 | |
| 2 | 논문 | 착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우의 유성분에 미치는 영향 | 한경대 | 교신 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | 2014.09.01 | 단독 | |
| 3 | 논문 | 자동착유시스템(AMS) 착유 및 보호지방 첨가 급여가 원유의 품질및 유지방 특성에 미치는 효과 | 한경대 | 공동 저자 | 한국유가 공기술과 학회지 | 2014.12.01 | 단독 | |
| 4 | 기타 | 자동착유시설(AMS)농 가의 경제성 | 한경대 | 교신 저자 | (사)한국 축산경영 학회 | 2015.02.27 | 단독 | |
| 5 | 논문 | 젖소의 산유수준과 자동착유시스템간의 상관관계 분석 | 한경대 | 공동 저자 | 한국축산 시설환경 학회지 | 2015.08.01 | 단독 | |
| 6 | 논문 | 착유방식 및 지방 보충급여가 원유 및 지방특성에 미치는 효과 | 한경대 | 공동 저자 | 한국유가 공기술과 학회지 | 2015.09.30 | 단독 | |
| 7 | 논문 | 낙농경영에 있어서 자동착유시스템 도입의 경제성 분석 | 한경대 | 공동 저자 | 농업경영정 책연구 | 2015.12.01 | 단독 | |
| 8 | 기타 | Analysis of productivity factors according to the feeding levels of automatic milking system installed dairy farms | 한경대 | 공동 저자 | Internatio nal Article | 2016.07.26 | 단독 | |

제 11 장 기타사항

<붙임 1>

자동착유시스템 도입의 경제성 분석

□ 연구 배경

- 자동착유시스템 정보가 매우 제한적이며, 경제성분석은 거의 전무한 상황임
 - 경영진단을 통해 전국평균과 자동착유시스템의 생산성(기술수준, 비용)을 비교
 - 손익분기점분석을 통해 자동착유시스템 도입에 따른 경제성분석 실시
- 낙농경영에 있어 자동착유시스템의 경제성에 대해 경쟁력 향상과 경영구조에 따른 적정 사육규모를 효율적으로 활용할 수 있는 방향 제시

□ 주요 연구성과

- A, B농장의 경영분석 결과

<표 1> A·B, 전국평균 및 경영 간 비교

(단위 : 원)

| 구분 | A농장(a) | B농장(b) | 전국(c) | a-c | b-c | a-b |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 조수입(A) | 812,125,000 | 839,317,500 | 696,384,000 | 115,741,000 | 142,933,500 | △27,192,500 |
| 사료비 | 341,216,600 | 246,225,463 | 310,674,000 | 30,542,600 | △64,448,538 | 94,991,138 |
| 수동광열비 | 18,600,000 | 13,200,000 | 6,786,000 | 11,814,000 | 6,414,000 | 5,400,000 |
| 방역치료비 | 12,000,000 | 12,000,000 | 12,012,000 | △12,000 | △12,000 | 0 |
| 제재료비 | 4,830,000 | 4,000,000 | 6,396,000 | △1,566,000 | △2,396,000 | 830,000 |
| 고용노력비 | 24,000,000 | 30,000,000 | 28,000,000 | △4,000,000 | 2,000,000 | △6,000,000 |
| 상각비 (로봇포함) | 113,951,429 | 96,262,190 | 84,354,000 | 29,597,429 | 11,908,190 | 17,689,238 |
| 임차료 | 22,000,000 | 36,000,000 | 12,168,000 | 9,832,000 | 26,168,000 | △14,000,000 |
| 종부료 | 3,600,000 | 15,000,000 | 4,290,000 | △690,000 | 15,690,000 | △11,400,000 |
| 기타 | 24,000,000 | 24,000,000 | 24,180,000 | △180,000 | △180,000 | 0 |
| 경영비(B) | 564,198,029 | 476,687,653 | 488,860,000 | 75,338,029 | △12,172,347 | 87,510,376 |
| 자가노동비 | 5,760,000 | 5,616,000 | 7,488,000 | △1,728,000 | △1,872,000 | 144,000 |
| 유동자본이자 | 6,753,699 | 5,706,382 | 6,067,590 | 686,109 | △361,208 | 1,047,317 |
| 고정자본이자 | 1,709,271 | 1,443,933 | 1,265,310 | 443,961 | 178,623 | 265,339 |
| 토지자본이자 | 7,200,000 | 3,600,000 | 6,474,000 | 726,000 | △2,874,000 | 3,600,000 |
| 생산비(C) | 585,620,999 | 493,053,968 | 510,154,900 | 75,466,099 | △17,100,932 | 92,567,031 |
| 소득(A-B) | 247,926,971 | 362,629,847 | 207,524,000 | 40,402,971 | 155,105,847 | △114,702,876 |
| 이윤(A-C) | 226,504,001 | 346,263,532 | 186,229,100 | 40,274,901 | 160,034,432 | △119,759,531 |
| 소득률(%) | 30.5% | 43.2% | 29.8% | | | |

○ 손익분기점 및 경영안전율 비교

<표 2> 손익분기점 및 경영안전율 비교분석

(단위: 원)

| 항목 | A농가 | B농가 | 전국평균 |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 고정비 | 163,551,429 | 177,262,190 | 128,812,000 |
| 변동비 | 400,646,600 | 299,425,463 | 360,048,000 |
| 매출액 | 812,125,000 | 839,317,500 | 696,384,000 |
| 손익분기점 | 322,797,512 | 275,572,241 | 266,705,365 |
| 손익분기점률 | 40% | 33% | 38% |
| 경영안전율 | 60% | 67% | 62% |

주 : 1. 손익분기점율 = 손익분기점(x)/매출액(s)*100

2. 경영안전율 = 100-손익분기점율

3. x=손익분기점, f=고정비, s=매출액, v=변동비

○ 사육규모별 적정사육두수 비교

<표 7-2> 사육규모별 두당 수익성 (단위: 천원)

| 구 분 | 40두미만 | 40~59 | 60~79 | 80두이상 | 평 균 |
|----------|-------|-------|---------------|--------|--------|
| 총수입 (A) | 8,920 | 9,781 | 10,274 | 10,222 | 10,057 |
| - 우유 판매 | 8,564 | 9,319 | 9,819 | 9,808 | 9,631 |
| - 부산물수입 | 225 | 214 | 252 | 231 | 232 |
| · 송아지판매 | 192 | 183 | 227 | 209 | 208 |
| · 구비 판매 | 33 | 31 | 25 | 22 | 24 |
| - 기타 수입 | 131 | 248 | 204 | 183 | 194 |
| 일반비(B) | 5,860 | 5,726 | 5,884 | 6,312 | 6,113 |
| 사육비(C) | 7,536 | 7,194 | 7,248 | 7,231 | 7,248 |
| 소 득(A-B) | 3,060 | 4,055 | 4,390 | 3,910 | 3,944 |
| 순수익(A-C) | 1,383 | 2,587 | 3,026 | 2,991 | 2,809 |

자료 : 축산물생산비 2015, 통계청

□ 파급효과

○ 연구개발결과의 활용방안

- 국내 자동착유시스템 설치 낙농가 경영 안전율 개선
- 자동착유시스템 활용 낙농가 수익성 제고
- 향후 국내 낙농농장의 경쟁력 확보 등을 위한 정책 제안에 활용
- 자동착유시스템 도입을 검토하는 농장에 대한 자료 제공 및 교육을 위한 영농활용

○ 기대성과

- 기술적 측면

- 자동착유시스템 설치농장의 적정사육규모는 60~79두 규모에서 높은 소득과 순수익(이윤)이 나왔음

- 경제적·산업적 측면

- 착유시스템별 경제성 분석결과는 해당 농장에 적합한 착유시스템의 도입을 제시하는 데 이용 가능할 것으로 판단되며, 나아가 농장의 경영에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 농장의 규모 및 구조와 AMS 도입효과와의 상관관계에 대한 연구결과는 궁극적으로 국내 낙농농장의 경쟁력 향상에 크게 기여할 것으로 기대됨

| | | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-------|------------------------|
| 어젠다 | 16-55 | 예산사업명 | FTA대응경쟁력향상기술개발_축산경쟁력제고 |
| 주관과제명(과제번호) | 자동착유시스템 설치 농장의 생산성 및 경영성과 실증 연구 (PJ010172) | | |
| 세부과제명(과제번호) | 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 (PJ010172) | | |
| 연구자 | (소속) 한경대학교 (성명) 남기택 T.031-670-5125 E-mail : ktanam@hknu.ac.kr | | |

<붙임 2>

젖소의 체란전 양질조사료 다급에 의한 수정란 회수율 향상

□ 연구 배경

- 조농비율을 60:40으로 하였을 경우 번식효율 향상
- 국내 공란우의 평균 이식가능 수정란수는 외국에 비하여 낮은 경향
 - 국내 5.4개, 외국 6.4개
- 수정란 회수율은 공란우의 발육, BCS, 조농비율에 따라 차이를 나타냄
- 체란시의 MUN, 자궁내 pH 등도 수정란 회수율에 영향을 미침

□ 주요 연구성과

- 과배란 처리전 양질 조사료 위주 사양 및 미네랄블록 자유 채식
 - 과배란 처리 2주 전부터 인공수정 시 까지 총 23일간
 - 농후사료 무급여 및 양질조사료 다급
- 이식가능 수정란 회수율
 - 수정란 회수 : 평균 10.5개/회
 - 이식 가능 수정란 수 : 평균 6.7개(63.6%)
 - 양질조사료 다급에 의한 BCS 별 이식가능 수정란 수
 - * 2.5 이하 5.3개, 2.75 6.0개, 3.0 이상 8.5개
- 체란시의 발육상태를 고려하여 체란후의 번식효율 증진
 - 번식용 젖소 육성단계 발육 기준 일당 증체량 0.1kg 이상 유지
 - 체란후 60일째 난소낭종 발생율
 - * 0.1kg 이상구 14.3%(1/7), 0.1kg 미만구 25.0%(4/16)



<양질조사료 다급>



<회수된 체내수정란>



<난소내 난포낭종>

□ 파급효과

- 고능력 젖소 유전자의 조기 확보 및 안정적인 공급을 위한 기술 확립으로 고능력 집단 조기 구축
- 사료효율성, 관리규모의 합리성, 환경친화성, 온실가스 생산저감 효과

| | | | |
|-------------|-------|-------|-----------------|
| 어젠다 | 16_55 | 예산사업명 | 단위사업_세부사업_내역사업명 |
| 주관과제명(과제번호) | | | (PJ000000) |
| 세부과제명(과제번호) | | | (PJ00000000) |
| 연구자 | (소속) | (성명) | T. E-mail: |

<붙임 3>

자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질연구

- * 정정석 평가를 효율적으로 추진하기 위한 자료이오니, 수행결과를 성과별로 요약하여 작성 요망(1~2 페이지 내)
- * 한 과제에 여러 개의 성과 작성 가능

□ 연구 배경

- 낙농업 특성상 착유가 반드시 이루어져야 하나 이러한 관행착유방식(Conventional Milking System; CMS)은 이로 인하여 사람이 상주하여야하는 시간과 노동의 제약이 발생하게 되는데 이를 극복하고 착유우에 대한 다양한 정보를 수집하기 위한 방안으로 자동착유시스템(Automatic Milking System: AMS)이 등장함
- 자동착유시 착유횟수가 2회 이상으로 증가할 수 있으며, 고능력우가 증가하고 있는 현재의 추세에 비추어 볼 때 1일 2회 이상의 착유는 소의 생리와 건강에도 부합함
- 반면 AMS의 단점으로는 AMS로 전환되면서 적응 초기 단계에 체세포수가 증가하고 그로 인해 유방염 발생이 증가하는 점, 착유 및 관리 노동력과 노동시간은 감소하였으나 반대로 시스템 관리 운용에 관한 노동과 정신적 스트레스도 함께 증가하며, A/S 문제 등이 자동착유시스템의 단점으로 부각됨
- 이러한 단점에도 불구하고 향후 자동착유시스템을 설치하려고 하는 농가는 지속적으로 증가할 것으로 판단되나, 설치에 따른 생산성 및 수익성, 착유빈도와 유성분, 유제품의 품질에 미치는 영향 등에 대해서는 광범위하고 포괄적인 연구가 아직까지 진행된 바 없음
- 따라서 AMS 설치 및 운용이 유성분 및 제품품질에 미치는 효과를 포함하여 낙농 생산성 및 경영성장에 미치는 영향을 분석하는 보다 객관적이고 확대된 규모의 연구 수행이 꼭 필요함

□ 주요 연구성과

- AMS 및 급여사료의 특성과 관련하여 유지방구 크기(fat globule size)의 분포에 관한 국내 실험연구가 최초로 발표됨
- 본 과제의 제1차년도 연구를 수행하는 과정에서 협조연구 대상이었던 2개 목장(AMS 착유)에서 산패(rancidity)와 관련된 품질문제가 발생하였는바, 원인분석과 해결책 도출을 위한 접근방법을 경험함으로써, 추후 유사문제 발생에 대비 하는 가이드라인 수립이 가능해짐
- AMS 사용목장에서 확인된 착유빈도 관련 데이터와 급여사료 특성의 중요성이 산패 문제해결을 위한 열쇠가 됨을 확인함으로써 후속 연구수행에 적극 활용할 수 있게 되었음
- 동일한 AMS 목장 간에서도 1일 착유횟수를 2회로 제한한 목장은 평균 착유횟수 3회 수준의 목장에 유리지방산 함량이 낮은 것으로 조사되어 AMS 설치 후 원유의 체세포나 유리지방산이 증가하는 현상은 착유방식이 아니라 착유횟수의 증가에 의한 것으로 판단됨
- 착유방식별로 원유를 채취하여 고다치즈를 제조한 결과 성분 및 관능평가에서 유의적 차이가 없었으나, 부정적인 항목에서 소폭의 개선효과를 보임
- 실제 6차산업형 목장을 운영하고 있는 농가(AMS)로부터 목장형 유가공 고다치즈를 수

집, 분석한 결과 성분 및 조직 특성에서 각 목장간의 차이가 뚜렷함이 밝혀졌으며, 착유방식에 의한 차이는 발견되지 않음

- 6차산업형 낙농목장을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 공통적으로 과도한 규제, 판로 개척 및 홍보, 자금 부족을 가장 어려운 점으로 응답하여 향후 정책 수립 및 지원에 이러한 사항이 우선적으로 반영되어야 할 것으로 조사됨

□ 파급효과

※ 과학, 기술적, 사회·경제적 효과를 자세히 작성

- AMS 착유를 실시하는 목장 유가공사업형 낙농가의 경우, 원유의 지방구 크기분포에 따른 적정 품질의 유제품(특히 자연치즈) 생산에 유용하게 활용될 것임
- AMS를 사용하고 있는, 또는 도입하고자 하는 낙농 목장이나 목장형 유가공농장에 대한 가이드라인 제시- 유리지방산 과다발생이나 산패를 막기 위해 AMS를 사용하더라도 1일 착유횟수를 3회 이하로 권장
- 자동착유시스템 이용에 의해 고다치즈의 관능평가에서 쓴맛, 떼움, 텁텁함 등에서 개선 가능성 제시
- 각 6차산업형 목장에서 생산된 고다치즈의 특성이 각기 다르고, 착유방식에 의한 차이는 발견되지 않은 점을 확인함으로써 동일한 유제품이라 하더라도 각 목장별로 차별화, 특성화 가능성 확인
- 6차산업화 낙농 목장의 애로사항을 파악함으로써 정책 수립에 대한 기초자료 제공

| | | | |
|-------------|------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| 어젠다 | 16 | 예산사업명 | FTA/축산경쟁력 |
| 주관과제명(과제번호) | 자동착유시스템 설치 농장의 생산성 및 경영성과 실증 연구(PJ010172) | | |
| 세부과제명(과제번호) | 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질연구(PJ01017203) | | |
| 연구자 | (소속)고려대학교 (성명)손용석 T.02-923-6489 E-mail: yskson@korea.ac.kr | | |

<붙임 4>

연구성과 근거자료-총 연구기간 성과

| 세부과제명 | 세부 과제 책임자 | 성과물 유형 | 성과물명 | 성과물 주담당 자 | 성과적 용년월 | 성과물 승인여 부 |
|---------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 학술 발표 (국내) | 국내 낙농 경영의 자동착유시설 도입현황에 관한 연구 | 장경만 | 2014년 06월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 논문 게재 (비SCI) | 착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우 유성분에 미치는 영향 | 장경만 | 2014년 09월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 홍보 성과 | 로봇착유시스템 도입현황과 향후 과제 | 장경만 | 2014년 09월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 영농 활용 기관 제출 | 낙농가의 착유시설 만족도 및 자동착유시스템(AMS) 도입의향 조사 | 장경만 | 2014년 11월 | 승인 |
| 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 생산성 조사 | 박성민 | 농가기술 지도/컨 설팅/현 장기술지 원 | 자동착유시스템 설치농가 현장 기술지원 | 박성민 | 2014년 8월 | 승인 |
| 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 생산성 조사 | 박성민 | 홍보 성과 | 낙농가의 소득증가 '비유생리의 이해' | 박성민 | 2014년 11월 | 승인 |
| 착유시스템(AMS와 CMS)에 따른 젖소 생산성 조사 | 박성민 | 홍보 성과 | '자동착유시스템' 도입농가 65% 노동력절감위해 구입 | 박성민 | 2014년 12월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 학술발표 (국내) | Effects of milking system and supplemental fat feeding on milk composition and milk fat properties | 문주연 | 2014년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 논문게재 (비SCI) | Effects of the milking system and supplemental fat feeding on mmilk and milk fat characteristics | 문주연 | 2014년 12월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 학술발표 (국제) | Effects of automatic milking system and dietary fat supplementation on milk fat properties | 문주연 | 2015년 11월 | 승인 |

| 세부과제명 | 세부 과제 책임자 | 성과물 유형 | 성과물명 | 성과물 주담당 자 | 성과적 용년월 | 성과물 승인여 부 |
|---------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 학술발표 (국내) | Effects of automatic milking system and dietary fat supplementation on milk fat properties | 문주연 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 논문게재 (비SCI) | Effects of automatic milking system and dietary fat supplementation on milk fat properties | 문주연 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 영농활용 | 자동(로봇)착유기 사용 및 보호지방 급여에 따른 유제품(고다치즈)의 품질변화 | 손용석 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템을 설치한 목장형 유가공농장의 우유 및 유제품 품질연구 | 손용석 | 영농활용 | 착유 횟수 증가로 인한 우유 내 유리지방산 변화 | 손용석 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 학술 발표 (국내) | 자동착유시설(AMS) 농가의 경제성 | 장경만 | 2015년 02월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 홍보 성과 | 일반착유 농가와 자동착유 농가의 수익성분석과 노동력의 중요성 | 장경만 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 홍보 성과 | 국내 자동착유시스템 도입에 다른 기대효과 및 문제점 | 장경만 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 영농 활용 기관 제출 | 국내 낙농가의 자동착유시스템 도입 시 손익분기 유생산량 | 장경만 | 2015년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 장경만 | 논문게재 (비SCI) | 낙농경영에 있어서 자동착유시스템 도입의 경제성 분석 | 장경만 | 2015년 12월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 남기택 | 영농기술 · 정보 기관제출 | ‘낙농경영 기장관리와 경영 분석의 방법’ 농업기술길잡이 에 추가 | 남기택 | 2016년 11월 | 승인 |

| 세부과제명 | 세부 과제 책임자 | 성과물 유형 | 성과물명 | 성과물 주담당 자 | 성과적 용년월 | 성과물 승인여 부 |
|--------------------------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 남기택 | 영농기술 · 정보 기관제출 | ‘젖소농가 HACCP 준비사항 및 평가시 평가사항’ 농업기술길 잡이에 추가 | 남기택 | 2016년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 남기택 | 학술발표 (국제) | Analysis of productivity factors according to the feeding levels of automatic milking system installed dairy farms | 남인식 | 2016년 07월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 농장의 유형별 경영성과 실증연구 | 남기택 | 홍보 성과 | 자동 착유 농가와 일반 착유 농가에서 생산된 유성분의 차이점 분석 | 남인식 | 2016년 07월 | 승인 |
| 착유우 사육규모 및 착유시스템에 따른 젖소 생산성 개선 연구 | 박성민 | 영농기술 · 정보 기관제출 | 젖소 건강 모니터링 관련 ICT 장비에 대한 기초 정보 제공 | 박성민 | 2016년 11월 | 승인 |
| 자동착유시스템 설치 목장형 유가공농가의 우유 및 유제품 품질 연구 | 손용석 | 영농기술 · 정보 기관제출 | 농업기술길잡이 낙농 중 ‘목 장형 유가공’ 개정 | 손용석 | 2016년 11월 | 승인 |

제 12 장 참고문헌

- 장경만, “採卵養鶏の經營戰略と經營構造に關する研究”, 「採卵養鶏産業における鶏ふん處理の經濟性」, 59-72, 1998.
- 권두중, “로봇 자동화 착유시스템의 개발 보급 현황”, 「월간 낙농·육우」, 22(9), 123-126, 2002.
- 혼다 다즈야, “やさしくわかる管理會計”, biz MBA 08, 제2장 11, p303, 2007.
- 박상출, “미래낙농을 위한 경영성향상과 젖소개량”, 14(2), 76-83, 2009.
- 문진산, “목장경영의 누수를 개선하자!” : 최근 3년간 젖소의 산유능력 정체와 원인 및 이에 대한 대책, 「월간 낙농·육우」, 30(4), 143-150, 2010.
- 신재영, “젖소의 산차와 경제성”, 「종축개량」, 15(5), 75-78, 2010.
- 기광석 등, “국내 자동착유시스템 이유농가의 설치 전후 산유량 및 유성분 비교”, 2011.
- 기광석, “자동착유시스템 농가적용 기술개발 및 경제성 분석”, 2011.
- 송준익, “한유우 동물복지의 현재와 미래 과제”, 「(월간)친환경 축산」, 67-72, 2011.
- 이춘지, 김민경, 박종수, “젖소의 초산월령별 낙농경영 수익성”, 「농업경영·정책연구」 38(2), 360-380, 2011.
- 낙농진흥회, 「낙농산업동향」, 2012.
- 통계청, 「축산물생산비-우유생산비」, 2013, 2014.
- 남인식 등, “착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우의 유성분에 미치는 영향”, 2014.
- 김은주·정경주·김진영·김진희·전창익·이두식·임윤규, “제주도내 목장원유의 미생물학적 분석”, 「한국가축위생학회지」, 24(1)89-94, 2001.
- 기광석·김종형·정영훈·김윤희·박성재·김상범·이왕식·이현준·조원모·백광수·김현섭·권웅기·김완영·여준모, “자동착유시스템 설치농가의 설치 후 만족도에 관한 실태조사”, 「축산시설환경」 17(1) 39~48, 2011.
- 남인식·허병무·박호경·민태홍·손용석·박성민·권웅기·장경만, “착유시스템 및 계절이 홀스타인 착유우의 유성분에 미치는 영향”, 「축산시설환경」 20(3) 97~104, 2014.
- 이대원·김웅·김현태·김동우·최동윤·한정대·권두중·이승기, “착유컵 자동 착탈을 위한 매니플레이터 개발”, 「한국농업기계학회지」, 26(2)163~168, 2001.
- 김윤희·손찬수·김미옥·정구현, “자동착유시스템의 투자효과 분석”, 「농촌지도와 개발」 19(4): 799~831, 2012.
- 순천제일대학, 「착유로봇 시스템 개발」, 2007.
- 통계청, 「축산물생산비-가축동향」, 2015.
- H. W. Barkema, M. A. G. von Keyserlingk, J. P. Kastelic, T. J. G. M. Lam, C. Luby, J.-P. Roy, S. J. LeBlanc, G. P. Keefe, and D. F. Kelton, “Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare”, American Dairy Science Association, J. Dairy Sci. 98:1 - 20, 2015.

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

* 예산사업명은 과제 종료년도에 지원한 세부사업을 기재함