

발 간 등 록 번 호

11-1543000-004287-01

# **원유생산비 절감 및 경쟁력 제고방안 연구**

**2022년 3월**

**충남대학교 산학협력단**

# < 목 차 >

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구 범위 .....	3
3. 연구 내용 .....	4
3-1. 원유 생산비 관리 중점 요소 평가 .....	4
4. 연구의 특징점 .....	5
5. 기대효과 .....	5
<b>II. 원유 생산비 개요</b> .....	<b>6</b>
1. 원유 생산비의 성격 .....	6
1-1. 생산비 계산의 범위 .....	6
2. 낙농경영의 특성과 원유 생산비 조사 .....	7
3. 원유 생산비 계산상의 제 문제 .....	9
3-1. 계산 범위 .....	9
3-2. 감가상각 .....	10
3-3. 부산물 .....	12
3-4. 사육관리비용 .....	13
3-5. 산유량 .....	16
<b>III. 우리나라 원유 생산비 조사 개요</b> .....	<b>18</b>
1. 생산비 조사의 개요 .....	18
2. 원유 생산비 조사 비목 .....	20

<b>IV. 우리나라 원유 생산비 관리 중점 요소 평가</b> .....	<b>23</b>
1. 원유 생산비 관리 중점 요소 후보 도출 .....	23
1-1. 원유 생산비에 영향력이 큰 비목 .....	23
1-2. 농가 간 편차가 큰 비목 .....	25
1-3. 연도별 증감이 큰 비목 .....	27
2. 원유 생산비 관리 중점 요소 후보별 특징 .....	30
2-1. 사료비 .....	30
2-2. 가축상각비 .....	34
2-3. 부산물 수입 .....	41
2-4. 원유 생산량 .....	42
2-5. 노동비 .....	49
<b>V. 원유 생산비 절감방안 고찰</b> .....	<b>54</b>
1. 사료비 절감 .....	57
1-1. 농후사료비 .....	58
1-2. 조사료비 .....	72
1-3. 섬유질배합사료(TMR)비 .....	101
1-4. 사료비 절감을 위한 정밀사양의 도입 .....	107
2. 사육 두당 원유 생산량 증대 .....	117
2-1. 초산월령의 단축 .....	118
2-2. 분만간격의 단축 .....	123
2-3. 도태율 감축 및 산차수 증대 .....	127
3. 노동비 절감 .....	132
3-1. 자가 노동비 절감 .....	132
3-2. 고용 노동비 절감 .....	137

<b>VI. 소비자 트렌드에 맞춘 원유 생산 - ICT 활용 스마트 축사 개발 및 보급 확대</b> .....	<b>141</b>
1. ICT 활용 스마트 낙농의 필요성 .....	141
2. ICT 활용 스마트 낙농의 개념 .....	145
3. 스마트 낙농의 이점 .....	149
3-1. 동물 복지 증진 .....	149
3-2. 낙농업의 환경 지속 가능성 증대 .....	150
3-3. 낙농가 복지 증진 .....	152
4. 스마트 낙농이 풀어야 할 과제 .....	154
4-1. 비용 저감을 통한 경제적 이익 제고 .....	154
4-2. 기술의 신뢰도 제고 .....	154
4-3. 복지 증진의 반작용 .....	156
5. ICT 활용 스마트 낙농의 확대 방안 .....	158
5-1. 빅데이터의 축적 및 통합 플랫폼 구축 .....	158
5-2. 낙농 ICT 통합 관계 센터 설립 및 운영 .....	160
<b>VII. 조사료 급여 비율에 따른 유량, 유성분, 메탄 생성량 변화</b> .....	<b>162</b>
1. 조사료 급여 .....	162
2. 조사료 급여 비율이 산유량에 미치는 영향 .....	164
3. 조사료 급여 비율이 유성분에 미치는 영향 .....	165
4. 조사료 급여 비율이 젖소의 메탄 배출량에 미치는 영향 .....	167
<b>VIII. 요약 및 결론</b> .....	<b>170</b>
<b>참 고 문 헌</b> .....	<b>178</b>

## < 표 목 차 >

<표Ⅲ-1> 젓소 농가 표본 추출의 사육규모 구분 및 사육규모별 표본수 분배 .....	18
<표Ⅲ-2> 원유 생산비 비목 및 해설 요약표 .....	20
<표Ⅲ-3> 원유 생산비 조사 결과에 영향을 미친 2012년 이후 변 경 사항 .....	22
<표Ⅳ-1> 2020년 원유 100L당 생산비 .....	24
<표Ⅳ-2> 2020년 원유 100L당 생산비 사육 규모 간 편차 .....	26
<표Ⅳ-3> 2016~2020년 원유 100L당 생산비 추이 .....	28
<표Ⅳ-4> 2020년 사육규모별 젓소 마리당 사료 급여량 .....	31
<표Ⅳ-5> 국가별 젓소의 초산월령과 경제수명 .....	40
<표Ⅳ-6> 2020년 사육규모별 가구당 사육마릿수 .....	46
<표Ⅳ-7> 2020년 사육 규모별 항목별 마리당 노동력 투하량 .....	50
<표Ⅳ-8> 2016~2020년 마리당 항목별 평균 노동력 투하량 .....	51
<표Ⅳ-9> 2020년 사육 규모별 원유 100L당 노동비 .....	52
<표Ⅳ-10> 최근 5년간 원유 100L당 노동비 추이 .....	53
<표Ⅴ-1> 2009년 대비 2020년 주요국의 원유 100kg당 생산자 가격 변화 .....	55
<표Ⅴ-2> 비육용 배합사료의 원가 구조 .....	60
<표Ⅴ-3> 우리나라 사료 구매 단체별 소속 회원사 .....	64
<표Ⅴ-4> 사료 원료별 해상 운송 단위 .....	65
<표Ⅴ-5> 초지 및 사료작물 재배면적 .....	73
<표Ⅴ-6> 국내 조사료 공급량 .....	74
<표Ⅴ-7> 수입조사료 할당관세 추천기관별 배정 .....	78
<표Ⅴ-8> 수입조사료 할당관세 적용 물량 및 관세율 표 .....	80
<표Ⅴ-9> 조사료 수입 현황 .....	81
<표Ⅴ-10> 조사료 생산 기반 확충 사업의 연도별 재정 투입 계획 .....	85

<표 V-11> 국내 유통 주요 조사료의 영양소 성분 분석 결과	94
<표 V-12> 국내 유통 주요 조사료의 사료 가치 평가	94
<표 V-13> 상대적사료가치에 따른 건조 등급표	96
<표 V-14> 사료별 8개 사료검정인정기관의 영양소 분석 결과의 평균과 변이계수	97
<표 V-15> TMR의 수분함량에 따른 사료비 비교	105
<표 V-16> 한우용 TMR 사료의 영양모델을 이용한 회사별 TMR 의 예측 성장률	106
<표 V-17> 젖소의 생리 단계별 적정 체중 및 일당증체량	121
<표 V-18> 국내 착유우의 산차별 비율(%)과 1일 평균 산유량(kg) 124	
<표IV-19> 분만 간격의 차이에 따른 젖소 산차별 분포 및 생산성	125
<표 V-20> 국내 착유우의 도태율	128
<표 V-21> 2013년~2015년 충청지역 9개 목장의 젖소 826두의 도태 원인별 분포	129
<표 V-22> 낙농경영인의 연령대 분포	137
<표VI-1> 스마트 낙농의 발전을 유도하는 요인	141
<표VII-1> 조사료:농후사료 비율에 따른 유성분 함량 변화	166

## < 그림 목 차 >

<그림Ⅳ-1> 2011~2021년 젓소 초산우, 노폐우 산지가격과 감가액	36
<그림Ⅳ-2> 2001~2020년 국내 유우군 능력 검정 농가의 305일 환산 젓소 두당 산유량 변화 .....	45
<그림Ⅳ-3> 1991~2020년 국내 젓소 농가의 평균 번식률 추이	48
<그림Ⅴ-1> 세계 주요국의 원유 100kg당 생산자 가격 (The world dairy situation 2021, Bulletin 512/2021) ...	55
<그림Ⅴ-2> 젓소 농가의 사료 종류별 공급 경로 .....	57
<그림Ⅴ-3> 사료용 옥수수 구매 국제 공개 입찰의 예 .....	66
<그림Ⅴ-4> 연도별 수입조사료 할당관세 적용 물량(쿼터 배정량) 과 축우용배합사료(2309.90.1040) 수입량 변화 .....	83
<그림Ⅴ-5> 연도별 국제 쌀 가격(US No. 2 시카고 선물가격)과 국내 쌀 가격(중품 중도인 판매 가격)의 비교 .....	86
<그림Ⅴ-6> 2000~2020년 미국 건초가격과 국내 수입 건초 가격 의 비교 .....	88
<그림Ⅴ-7> 젓소 착유우의 건물섭취량과 산유량의 관계 .....	109
<그림Ⅴ-8> 젓소 착유우의 사료 조단백질 함량과 산유량의 관계	110
<그림Ⅴ-9> 정밀사양을 위한 영양 모델 시스템의 구성 요건	113
<그림Ⅴ-10> 2020년 축산물생산비 평균 농가 기준 분만간격(일) 과 1일 유생산량(kg/일)의 관계 .....	126
<그림Ⅴ-11> 2010~2021년 건설업 보통인부와 제조부문 생산직 전체 평균 노임 단가 .....	138
<그림Ⅵ-1> 스마트 낙농의 운영 개요 .....	148
<그림Ⅶ-1> 사료 내 조사료 함량과 건물섭취량과의 관계 .....	165

<그림 VII-2> 축우의 건물섭취량과 메탄가스 배출량의 관계	· 167
<그림 VII-3> 모델식으로 산출된 예상 메탄 배출량과 실제 메탄 배출량과의 관계	..... 169



# I. 서론

## 1. 연구 목적 및 필요성

- 꾸준한 물가 상승, 인구 감소, 유제품 소비 패턴 변화, FTA 발효에 의한 수입 개방 확대 등 낙농 산업을 둘러싼 여건의 변화에 대응하고 낙농 산업의 지속 가능성을 높이기 위한 방안 마련이 시급하다.
- '20년 유제품 소비량은 4,345천 톤으로 '01년 3,026천 톤 대비 44% 증가하였으나, 음용유 소비는 '20년 1,648천 톤으로 보합을 유지하고 원유 생산량은 '02년 2,538천 톤 최고치 이후 꾸준히 감소하여 '20년 2,089천 톤이며, 이에 따라 '20년 원유 자급률은 48.1%로 '01년 77.3% 대비 29.2%p 감소하였다.
- 원유 자급률 하락의 주요 원인으로 원유 생산비 상승과 이에 따른 국내산 원유 가격의 상승을 들고 있는데, '20년 원유 생산비는 809원/ℓ으로 '01년(446원) 대비 454원(81.4%) 상승하였고, 원유가격은 '20년 1,083원/ℓ으로 '01년(629원) 대비 454원(+72.2%) 상승하였다.
- 국내산 원유 가격의 상승은 경쟁력 약화 및 국내 낙농 산업의 지속가능성 악화로 이어지기 때문에 원유 생산비 저감을 위한 정책적 대책 마련이 시급하다.

- 생산 단계에서 원유 생산비를 절감하고 낙농의 경쟁력을 높일 수 있는 방안 도출이 무엇보다 시급하며 이를 위한 체계적인 조사 연구가 필요하다.
- 또한 방안의 실효성 분석을 통해 효과적인 지원 방식의 개편 방안 도출이 필요하다.
- 본 연구에서는 젖소의 사육 및 생산 단계에서 원유 생산비에 영향하는 각 요소별 영향력 및 민감도를 체계적으로 분석하고 이를 통해 도출된 중점 요소, 특히 원유 생산비에서 차지하는 비중이 크며 정책적 지원이 가능한 부문에 대한 생산비 절감 방안을 도출하고자 한다.
- 국내 낙농 산업의 지속 가능성 제고를 위해 소비자의 소비 패턴 변화에 적합한 환경·동물복지 친화적 젖소 사육 및 원유 생산을 위한 기반·기술 분석 및 낙농 산업 경쟁력 제고 방안을 도출하고자 한다.

## 2. 연구 범위

- 본 연구의 범위는 원유의 생산 단계, 즉 젓소를 사육하고 원유를 생산하는 과정에 한정한다.
- 생산비의 구성 요소는 통계청에서 조사하는 원유생산비 통계에 포함되는 항목에 한하며, 원유의 이송, 가공 및 유제품 유통 등 원유가 소비자에게 공급되는 과정 중에 발생하는 비용은 연구 범위에 포함되지 않는다.
- 원유의 최종 수요자인 소비자의 유제품 소비 패턴 변화(시유 소비 감소, 유제품 소비 증가, 환경과 동물 복지 관심 증대)에 부응하는 지속 가능한 원유 생산을 위해 젓소 사육 및 원유 생산 단계에 필요한 기반 및 기술을 분석한다.
- 낙농 경쟁력을 높이는 젓소 사육 기반 및 기술 보급 방안 마련 및 정책적 지원 방안을 도출한다.

### 3. 연구 내용

#### 3-1. 원유 생산비 관리 중점 요소 평가

##### ○ 원유 생산비 개요 및 중점 요소 분석

- 원유의 단위당 생산비(원/ℓ)는 (착유우의 사육 관리 비용 - 부산물 가액)을 원유 생산량으로 나누어 계산하므로 생산비 저감은 사육관리 비용 절감, 부산물가액을 증가 또는 산유량 증가를 통해 가능하다.
- 원유 생산비 계산에 영향을 주는 각 요소들의 영향력 및 민감도 평가한다.

##### ○ 원유 생산비 절감 방안 고찰

- 사료비('20년 원유 생산비의 55%) 절감 방안 고찰 - 조사료 생산 기반 확대 등
- 가축상각비('20년 원유 생산비의 10%) 절감 방안 고찰 - 육성우 생산 비용 저감 등

##### ○ 소비자 트렌드에 맞춘 원유 생산 방안 고찰

- ICT 활용 스마트 축사 개발 및 보급 확대 방안 고찰

##### ○ 사료 급여 조정(조/농 비율)에 따른 유량, 유성분, 메탄 생성량 변화 관련 고찰

#### 4. 연구의 특장점

- 통계청 원유생산비 조사 항목 및 결과를 이용해 각 요소별 영향력 및 민감도 분석과 이를 통한 체계적인 중점 요소 도출한다.
- 사료 시장, 젖소 사육 여건, 원유 소비 시장 등 낙농 산업을 둘러싼 외적 변화에 대응한 원유 생산 목표 설정 및 이를 이루기 위한 생산 기반과 기술의 도입 방안을 고찰한다.
- 사회과학적 측면과 함께 과학·기술적 요소에 기반한 통섭적인 낙농 산업의 경쟁력 제고 방안을 고찰한다.
- 생산 기반과 기술 중심의 정책적 지원을 통해 국산 원유의 경쟁력을 높이는 방향의 정부 재정 지원 및 R&D 지원 개편 방안을 고찰한다.

#### 5. 기대효과

- 국내 원유 생산비 절감 및 경쟁력 제고에 필요한 기반·기술 확보를 위한 중점 R&D 분야를 도출한다.
- 국내 원유 생산비 절감 및 경쟁력 제고를 위한 효과적인 정책적 지원 방식 개편안을 도출한다.
- 국내 낙농 산업의 지속 가능성 제고를 위한 중장기 로드맵 작성에 필요한 기초 자료를 제공한다.

## II. 원유 생산비 개요

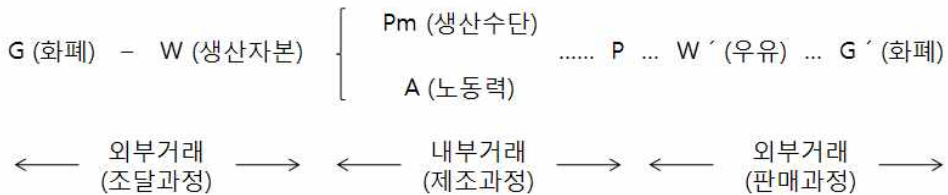
### 1. 원유 생산비의 성격

- 낙농경영에서 원유(또는 우유) 생산비의 경제학적 의미는 “일정 단위량의 원유를 생산하기 위해서 소비된 재료 즉, 사료와 의약품 등의 소모품과 투입노동 및 건물, 농기구, 착유우의 용역 등에 대한 가치의 합계”이다(박 등, 2010).
- 즉, 일정 단위의 우유를 생산하기 위한 이와 같은 원가를 계산하는 절차를 생산비 계산이라 하며, “원유의 단위당 생산비 = (착유우의 사육관리비용 - 부산물가액) / 산유량”으로 표시할 수 있다.
- 낙농업에서 우유의 생산비 계산은 제조업에 있어서 식료품이나 기계 등의 생산원가와 같은 의미로써 특별히 우유를 포함한 농축산물의 경우에는 원가계산이라 하지 않고 생산비 계산이라고 한다.

#### 1-1. 생산비 계산의 범위

- 낙농경영에 있어서 경영활동과정은 원칙적으로 우유의 생산에 필요한 설비 즉, 축사(畜舍), 농기구, 착유우의 구입과 사료와 연료 등의 재료구입, 노동력의 고용 등을 포함한 생산요소의 [조달 과정] 과 조달한 생산 요소 즉, 사료, 재료, 노동력, 농기구, 건물 등을 사용하여 생산활동을 수행하는 [생산(제조) 과정], 거기에서 생산된 우유를 판매하는 [판매과정] 등과 같이 3개 부문으로 나뉜다.

○ 이와 같은 관계를 도식하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.



○ 생산비계산의 범위는 이 3개 부문 중에서 내부거래인 [생산(제조) 과정] 에 국한되는 것으로서 원유의 생산에서 시작하여 원유가 완성품으로 되기까지의 과정이 생산비 계산의 대상영역이다.

## 2. 낙농경영의 특성과 원유 생산비 조사

○ 원유 생산비를 계산하는 절차는 낙농경영이 지니는 다음과 같은 특성으로 인해 매우 복잡하다. 이에 대해 박 등(2010)은 다음과 같이 정리한 바 있다.

- 첫째, 젖소의 경제적 기능이 연령이나 사육목적 등에 따라 다르며, 동일 경영 내에 각기 기능이 다른 개체가 함께 사육되고 있다. 즉 동일경영 내에 우유를 생산하는 착유우(cows)뿐 아니라 송아지(calves), 육성우(heifers) 및 노폐우(cull cows)가 함께 사육된다.
- 둘째, 젖소의 비유기간(lactation period)이 고정되어 있지 않고 그 주기도 일정치 않다. 즉 일반 농산물은 생산기간 및 수확기가 계절적으로 고정되어 있지만, 젖소의 비유기간은 개체에 따라 다르며, 고정되어 있지 않다. 그 같은 이유로 인해 생산비의 계산 기간을 합리적으로 설정하는 것이 매우 중요하다.

- 셋째, 우유의 생산자원인 착유우는 특수한 성질을 지니고 있다. 기계, 기구 및 건물 등과 같은 무생자본재(dead stock)는 처음부터 고정자본재의 성격을 지닌다. 그러나 젖소는 유생자본재(live stock)로서 처음부터 고정자본의 성격을 지니는 것이 아니고, 처음에는 노동대상(송아지, 육성우)으로 존재하다가 일정기간의 육성과정을 거쳐 우유를 생산하기 시작하면서 고정자본재로 이행된다.
  - 넷째, 젖소는 품종, 사육조건, 연령, 산차 및 계절 등에 따라 개체별 산유능력에 차이가 있다.
  - 다섯째, 젖소는 우유 이외에 송아지나 구비 등과 같은 부산물을 결합적으로 생산하기 때문에 이들에 대한 평가방법 여하가 생산비산출에 영향을 미친다. 즉 부산물인 구비는 처리방법에 따라 비용이 될 수도 있고, 이를 자가 이용 또는 판매할 경우에는 수입이 될 수도 있다. 따라서 그에 대한 정확한 평가가 요구된다.
- 이상과 같은 낙농경영의 특성으로 인해 원유 생산비를 정확히 계산한다는 것은 용이하지 않다. 원유 생산비 계산에 있어서 야기되는 문제점과 원유 생산비조사에서 주의 깊게 고려해야 할 사항 일부를 좀 더 구체적으로 검토하도록 하자.



### 3. 원유 생산비 계산상의 제 문제

#### 3-1. 계산 범위

- 동일 경영 내에 착유우뿐 아니라 송아지, 육성우, 노폐우 등이 공존할 때 원유 생산비계산을 어떻게 해야 할 것인가의 문제가 제기된다.
- 본래 생산비란 목적하는 생산물의 생산과정에 투입되는 모든 요소비용을 합한 것이다. 따라서 목적하는 생산물의 생산 요소로서의 기능을 하지 않은 비용은 원칙적으로 그 목적하는 생산물의 생산비에 계상해서는 안된다.
- 그런데 경영내의 젖소군 중에서 우유 생산 기능을 갖는 소는 착유우 뿐이며, 육성우나 노폐우는 생산기능을 갖지 않는다. 그러므로 경영 내의 여러 젖소군 가운데 육성우, 노폐우 등을 별도로 분리하고 우유를 생산하는 착유우에 관한 비용만을 독립적으로 계산하는 것이 이론적으로는 타당하다.
- 그러나 목장경영에서 착유우에 대한 사육관리비용 만을 별도로 독립해서 계산한다는 것은 현실적으로 용이하지 않을 뿐만 아니라 육성우, 건유우, 노폐우 등은 착유우가 우유를 생산하는 과정에 필연적인 기능을 수행한다.
- 우리나라를 비롯한 대부분 국가에서는 송아지와 육성우 등을 포함한 일체 우군의 사육 관리에 투입된 모든 비용을 사육 관리비에 포함시키는 종합 계산 방식을 채택하고 송아지 판매수입을 포함한 부산물 수입은 총 비용에서 차감하여 생산비를 계산한다.

## 3-2. 감가상각

- 경산우(cows)는 노동의 대상인 고정자본재로서 감가상각비를 계산하는 데 있어서 그 계산 형식은 일반 고정자본재와 다를 바 없으며, 대부분의 국가에서 대체로 계산이 용이한 정액법을 채택하고 있다. 정액법에 의한 감가상각비 계산은, 「젓소의 감가상각비 = (젓소의 기초가액 - 젓소의 잔존가액) / 내용연수」와 같이 계산된다.

### 3-2-1. 젓소의 기초가액(basic value)

- 착유우를 외부로부터 구입한 경우에는 당연히 그 구입가격이 기초가액(기초가치)이 된다. 그러나 문제는 자가 육성한 착유우의 기초가액에 대한 평가를 어떻게 할 것인가이다.
- 여기서도 기초가액이 산정되는 것은 젓소가 착유우(고정자본)로 기능을 발휘하기 시작하는 시점, 즉 초산연령에 달할 때의 자본가치이며, 이를 평가하는 방법으로 시장가격에 근거한 시가(市價)주의(market price basis)와 착유우의 육성비에 근거한 원가(原價)주의(cost basis)가 있다.
- 원가주의에 의해 평가되는 것이 타당하다. 그러나 그 경우에 육성비의 계산이 쉽지 않다. 즉, 육성비의 출발점이 되는 출산된 송아지의 비용(initial cost)을 산출하는 것과 송아지 육성비를 분리계산하는 것도 어렵지만 송아지 육성비를 산출할 수 있다 하더라도 현재 이미 성우에 도달한 착유우에 대해 개별 육성비를 산정하는 것은 거의 불가능하기 때문이다.

- 육성우의 육성목적이 착유우의 경신 및 보충에 있으므로 이론 상으로는 원가주의에 의해 착유우의 기초가액을 육성비로 계산 하는 것이 바람직하지만 실제에 있어서는 시가주의를 적용한다.

### 3-2-2. 쪼소의 잔존가액(salvage value, scrap value)

- 고정자산의 잔존가격(잔존가치)은 본래 사후적으로 파악되는 것이 아니라 장래의 예측가격이기 때문에 이를 정확히 평가한다는 것은 용이하지 않고 다분히 자의성과 주관이 작용할 수 있다.
- 쪼소의 잔존가액은 일반적으로 고정자산의 기초가액에 대한 잔존율을 정하여 잔존가격을 산출하는 방법을 채택하거나(일본 20%), 쪼소는 결국 육용으로 처분하게 되므로 고깃소 가치(노폐우 농가수취가격)를 적용한다(미국, 한국).

### 3-2-3. 내용연수(useful life)

- 착유우의 내용연수는 품종, 혈통, 산유능력, 사육조건 등에 따라 다양하다. 따라서 내용연수 또한 개체의 구분 없이 일률적으로 적용하는 것은 사실상 모순이다.
- 그러나 이를 개체별로 적용하기는 불가능하므로, 현실적으로는 실증 데이터를 바탕으로 일괄적으로 내용 연수를 적용한다.

### 3-3. 부산물

- 젖소사육에 따른 우유생산의 부차적 생산물 또는 결합생산물(joint products)로 나타나는 것은 송아지와 퇴비이다. 그런데 부산물은 원유 생산비 계산에 있어서 공제(控除) 항목으로서 부산물의 평가가 원유 생산비에 상당한 영향을 미치고 있다. 특히 소규모 농가에서의 부산물에 대한 평가액은 큰 규모의 농가에 비해 상대적으로 크게 나타난다.

#### 3-3-1. 송아지

- 송아지는 우유생산과 더불어 젖소사육과정에서 생산되는 필연적인 결합생산물이다. 송아지는 암수 구분 없이 이유 후 즉시 판매·처분되는 경우도 있고, 암송아지는 자가 착유우의 갱신이나 확충을 위해 육성하는 경우가 대부분이다. 한편 암송아지라도 일정 기간 육성시켜 육성우(heifer) 혹은 성축(cow) 등으로 판매하는 경우가 있으며, 수송아지도 일정 기간 비육시켜 비육우로 판매하는 경우가 있다. 그러나 어느 경우라도 생산기간 중에 생산해서 판매하는 경우는 그 사육비용을 착유우의 사육비용과 종합적으로 계산하고 판매 시에는 판매대금을 생산비 계산상의 공제항목에 산입한다.
- 문제는 기간 내에 판매하지 않고 기말까지 넘어간 송아지를 생산비 계산상 어떻게 처리하느냐이다. 이 경우 기말 평가액을 부수입 공제항목으로 산입할 수밖에 없게 된다.

### 3-3-2. 분뇨 퇴비

- 퇴비에 대한 평가는 두 가지 측면에서 생각해야 된다. 하나는 목장에서 생산된 퇴비가 자체 농가에서 자급 비료로 이용되거나 판매되는 경우이다. 다른 하나는 자가 사용치 않고, 다른 농가의 경지에 살포해 주거나 폐수로 처리하는 등 오히려 자기 비용을 투입해서 처리하는 경우이다.
- 전자의 경우 판매 시에는 판매에 따른 농가수취가격을 평가액으로 산정하면 된다. 그러나 자급비료로 이용될 경우는 비용가에 의해 평가하는 것이 원칙이며, 비용가는 깔짚비용과 그 처리에 수반되어 배분된 노동비 등 일체의 비용을 포함해야 하나 실제로는 정확한 비용산출이 어렵다<sup>1)</sup>.
- 후자의 경우는 부산물 수입으로서 생산비의 공제요소가 아니고 오히려 사육관리비에 부가되어야 한다.

### 3-4. 사육관리비용

- 젓소의 사육관리비용(cost of feed and animal care)은 우유생산과 관련되어 발생한 비용 가운데 젓소의 감가상각비를 제외한 일체의 비용을 말한다. 이를 개략적으로 정리하면 다음과 같다.
  - ① 노동비용 : 가족노동, 고용노동에 대한 비용
  - ② 유동재 비용 : 사료(구입 및 자급사료)비, 깔짚비, 소농구비, 제재료비 등

1) 실제로는 퇴비의 비용가 산출이 어렵기 때문에 미국이나 일본 등에서는 구비를 시가주의에 의해 평가하고 있다.

- ③ 고정재 비용(감가상각비) : 축사, 싸이로, 분뇨처리시설, 대농기구 등에 대한 감가상각비
  - ④ 혼합비용 : 종부료, 위생치료비, 수도광열비, 임차료, 차입금이자, 수수료, 수선비 등
  - ⑤ 지대 : 축사부지, 운동장 등에 대한 토지자본 이자
  - ⑥ 자본이자 : 토지자본 이외의 고정자본과 유동자본 이자.
- 위의 비목 중 가장 큰 비중을 크게 차지하는 것은 사료비와 노동비이며, 그 가운데 계산상의 논란이 발생하는 것은 자급사료비와 가족노임의 평가문제이다.

### 3-4-1. 사료비

- 계산기간 중에 착유우에게 급여된 모든 사료에 대한 비용이다. 경영진단의 편의상 사료는 농후사료, 조사료, TMR로 분류하여 계상하고 이들을 각각 구입, 자급, 자가 생산으로 구분하여 집계한다.
- 구입 사료의 계상은 단순하다. 각각의 구입 사료비는 {(기초 재고량×기초의 농가 지불 가격)+(계산 기간 중의 사료 구입 대금 및 구입 제비용의 합계액)-(기말 재고량×기말의 농가 지불 가격)}의 방법에 의해 집계한다. 이때 사료를 외상으로 구입하였더라도 현금으로 구입한 경우와 마찬가지로 현물의 실제 구입시기에 계산한다.

- 자급 사료는 당해 사료(부산물)가 생산된 시점의 시장 가격에 의한 단가를 적용한다.
- 한편, 농가에서 자체 생산 사료는 초지, 사료포 또는 답리작으로 재배한 사료 작물을 말하는데, 자급사료의 생산에 투입된 제 비용 즉, 비용가(cost basis)에 의해 평가하여 계산하는 것이 원칙이다.
- 하지만 비용을 정확히 산출하는 것이 곤란할 경우에는 시장의 거래가격(market price)을 기준하여 추정한다. 하지만, 시장 가격에 준하는 경우 실제 자가 생산으로 인한 비용 절감이 생산 비에는 반영이 되지 않을 수 있다.
- 또한 자급 사료가 경종부문의 부산물로써 무시가물인 경우에는 평가조차도 하지 않는 것이 일반적이데, 원유 생산비 계산상의 자급 사료 및 자가 생산 사료비의 산출은 논란의 여지를 갖고 있다.

### 3-4-2. 가족(자가)노동비

- 낙농 소득의 원천이 되는 가족 노동은 사실상 낙농경영에서 가장 중요한 생산 요소이며, 가족 노동비는 원유 생산비를 구성하는 비목 가운데 사료비 다음으로 비중이 큰 비목이다.
- 가족 노동비를 어떻게 평가하느냐는 원유 생산비 산출에 있어서 매우 큰 영향을 미친다. 따라서 원유 생산비와 관련된 이해당사자들은 자가노동의 평가에 대해 깊은 관심을 갖기 마련이다.

- 가족 노동비의 이러한 영향 때문에 우리 나라를 비롯한 대부분 국가에서 자가 노력에 대한 평가를 가급적 현실에 맞게 조정해 나가고 있다.
- 예를 들어 우리 나라 축산물 생산비 조사에서는 2012년 지침에 자가 노동비의 노임단가를 농촌 고용 평균 노임에서 「제조업, 건설업, 운수업(5~29인) 월평균 임금의 시간당 단가」로 개정된 바 있다.

### 3-5. 산유량

- 단위당 원유 생산비 [= (사육관리비용+착유우감가상각비 - 부산물가액)/산유량] 를 산정하는 데 있어서 생산비 계산의 분모 요소인 산유량은 단위당 생산비 산정의 매우 중요한 요소이다. 젖소를 사육·관리하는 데 동일한 비용이 투입되었다 할지라도 산유량에 따라서 단위당 생산비는 크게 다를 수 있기 때문이다.
- 원유 생산비를 계산하는 데 있어서 산유량은 생산비 계산 기간 중에 계산 대상의 젖소로부터 생산한 유량이며, 비정상유를 제외한 실제 유량이 계산된다.
- 그런데 우리나라는 원유의 단위당 생산비가 원유의 기본가격을 산정하는 자료로 활용되기 때문에 산유량의 기준 설정이 매우 민감하며 중요한 문제이다.



- 원유가격 산정체계에서는 기준 원유(유지방 함량 3.5%, 유단백 함량 3.0% 미만<sup>2)</sup>, 체세포수 3등급 [35~50만 미만] , 세균수 2등급 [10~25만 미만] <sup>3)</sup>에 따른 기본 가격을 지급하고 유지방 함량과 유단백 함량에 따른 차별 가격과 위생 수준에 따른 등차 가격을 부여받는다.
- 따라서 매년 생산비 조사·발표 시에 실착유량에 대한 생산비와 더불어 유지방 3.5% 환산유량에 대한 단위 생산비도 동시에 산출·발표하는 것이 타당하다(박 등 2010).
- 일본은 생산비 조사 결과를 원유 100kg에 대한 실 생산비와 유지방 3.5%를 기준 한 원유 100kg당 생산비를 함께 제시한 바 있다.

---

2) 유단백의 경우에는 특별히 기준 함량을 제시하지는 않으나 3.0%부터 인센티브를 부여하기 때문에 2.9%를 기준 함량으로 보는 게 타당하다.

3) 세균수의 경우 2등급(10~25만 미만)에도 리터당 3.09원의 인센티브 부여

### Ⅲ. 우리나라 원유 생산비 조사 개요

#### 1. 생산비 조사의 개요

- 2008년부터 우리나라에서 우유를 비롯한 축산물의 생산비 조사는 통계청에서 실시되고 있다. 통계청은 매년 5월에 전년도 1월 1일부터 12월 31일까지 실시한 축산물 생산비조사 결과를 발표한다.
- 2015년 농업 총조사 젓소 사육 농가를 모집단으로 하여 160개의 표본 농가를 추출하는데, 사육마릿수에 따라 4개로 층화하여 계통 추출한다.

<표Ⅲ-2> 젓소 농가 표본 추출의 사육규모 구분 및  
사육규모별 표본수 분배

	규모 1	규모 2	규모 3	규모 4	표본수
규모	50두 미만	50~69두	70~99두	100두 이상	
농가수	39가구	38가구	43가구	40가구	160가구

- 축산물생산비 조사표는 농가원부와 일계부로 구성되며, 농가원부는 가축사육에 실제로 이용되고 있는 토지, 건물, 대농기구 등 고정자산을 파악하는 장부로서 가구원 현황과 토지의 연초 평가액, 연중 증·감액 및 연말 평가액, 낙농부문 부담비율 그리고 건물, 대농기구 등의 취득연도, 내용연수, 연초 평가액과 연중 증·감액 및 연말 평가액, 낙농부문 부담비율 등을 기록하는 장부이다. 연 1회 이상 조사원이 직접 방문하여 조사한다.

- 일계부는 가축사육에 투입되는 제비용과 생산물의 판매수입 등을 기록하는 기본 조사표로서 사료작물의 재배현황, 젖소의 사육현황과 매월 3일 단위의 수입 및 지출과 농업노동 투입내역, 작업성과를 기록하는 장부이다. 조사담당자는 매월 2회 이상 농가를 방문·조사하는 것을 원칙으로 한다.
- 우유 생산비 조사 대상축의 범위는 착유 목적으로 사육하는 경산우(착유우와 건유우), 초임우, 육성우, 송아지 및 자가 수정을 목적으로 사육하는 종모우이며, 이를 젖소라 통칭한다. 비육 목적의 육성우, 노폐우와 젖소 수소는 조사 대상에서 제외한다.
- 젖소 송아지는 이유 시점을 기준으로 평가하여 육성우로 편입하고, 육성우는 최초 수정 시점을 기준으로 초임우로 편입하며, 사육 중 사고축으로 판매하거나 폐사된 경우에도 포함한다.
- 개체별 비유기간에 관계없이 조사 기간 내 전체 젖소 두수에 대하여 공통 계산 기간(1년간)으로 통합 계산한다.
- 즉, 젖소의 사육관리비용에서 부산물가격(송아지 생산액 등)을 차감한 후, 실 연간 산유량으로 나누어 100ℓ 당 생산비로 환산하여 조사하는 종합계산 방법을 채택하고 있다.
- 산유량에는 착유우로부터 착유된 모든 원유가 포함되나, 초유(분만후 5일령까지)는 제외한다.

## 2. 원유 생산비 조사 비목

- 우유 생산비는 기초 생산비(사료비, 상각비, 노동비, 기타제비)에 고정·유동자본용역비<sup>4)</sup>를 더하고, 부산물 수입(분뇨를 퇴비용으로 판매한 수입, 송아지 판매 수입, 노폐물 판매 수입)을 제하여 계산한다. 원유 생산비의 비목별 구성은 <표Ⅲ-2>에서 보는 바와 같다.
- 평균 생산비는 사육 규모별 생산비를 가중평균하여 구한다.

<표Ⅲ-3> 원유 생산비 비목 및 해설 요약표

비 목		비 목 해 설
사료비	농후사료	배합사료 구입비 + 구입제비용, 곡류·강피류·식품부산물의 구입가격과 구입비용, 자가 생산부산물 이용시 평가액, 사료첨가제 구입가격 및 구입비용
	조사료	· 구입조사료 : 볏짚, 건초, 목초, 알팔파큐브 등 구입가격과 구입제비용 · 자급(부산물) 조사료: 자가 생산 볏짚 등 부산물 이용시 그 평가액 · 자가생산 조사료 : 자가생산시 투입된 종자, 노력 등의 제비용
	TMR	TMR 사료구입비 + 구입제비용
수도광열비		낙농경영에 소요된 수도료, 전기료, 난방 및 동력기계용 연료대(연탄, 유류 등)
방역치료비		젖소치료 및 소독약품대, 수의사진료비, 주사기 등 진료장비 구입비
자동차비	감가상각비	화물차, 승용차, 모터사이클 등 자동차에 대한 감가상각비
	수리유지비	자동차에 대한 수리유지비 또는 자급재료대
	임차료	임차사용한 자동차 등에 지급한 현금 또는 현물 평가액

4) 당해축산물을 생산함에 따라 다른 용도로 이용됨으로써 얻을 수 있었던 경제적 가치를 기회비용으로 평가한 암묵비용

농구비	대농구 감가상각비	트랙터, 경운기, 절단기 등 대농구기에 대한 감가상각비
	대농구 수리유지비	대농구에 대한 수리유지비 또는 자급재료대
	임차료	임차 사용한 대농구 등에 지급한 현금 또는 현물 평가액
	소농구비	낙농경영에 소요된 삽, 쟁이 등 소농기구 구입비
영농시설비	감가상각비	우사, 농기구사, 창고, 목부사 등 건축물에 대한 감가상각비
	수리유지비	영농시설물에 대한 수리유지비 또는 자급재료대
	임차료	임차 사용한 영농시설물 등에 지급한 현금 또는 현물 평가액
기타재료비		낙농경영에 소요된 비닐, 톱밥, 왕겨, 장화, 깔짚 등 재료비
고용노동비		상용고용인, 임시고용인 등 사양관리 노동력에 지급한 현금 또는 현물평가액
차입금이자		실제 지불한 차입금이자(금융기관 대출금, 사채 등)
종부료		젖소의 인공수정료 또는 자연종부료
토지임차료		임차 사용한 토지에 지급한 현금 또는 현물평가액
분뇨처리비		젖소분뇨를 처리하기 위해 투입된 비용(분뇨 발생 후 축사외부로 처리한 비용만 해당)
생산관리비		가축 사육 활동에 관하여 전반적으로 계획을 수립하거나 해당 활동을 관리하는데 소요되는 비용
기타비용		낙농경영과 관련된 세금, 보험료 등 타 비목으로 분류하기 어려운 비용
가축감가상각비		경산우에 대한 감가상각비
<b>소 계</b>		<b>상기 비목의 합계(명시비용, 경영비)</b>
암목비용	자가 노동비	낙농경영에 투입된 자가노동력에 대한 평가액
	고정자본 용역비	젖소, 대농구, 영농시설물자본 등의 평가액에 대한 이자
	유동자본 용역비	유동자본액에 대한 이자
	토지자본 용역비	낙농경영에 소요된 토지자본액에 대한 이자(또는 지대)
<b>비용 합계</b>		<b>상기 비용(경영비 + 자가노동비 + 제자본용역비)의 합계액</b>

자료 : 통계청, 2021, 2021 농축산물생산비조사(축산) 지침서.

- 원유 생산비 조사 체계에서 가장 큰 변화는 2021년 지침 개정 인데, <표Ⅲ-3>에는 2012년 이후 원유 생산비 조사 결과에 직접적으로 영향을 미친 변경 사항이 정리되어 있다.

**<표Ⅲ-4> 원유 생산비 조사 결과에 영향을 미친 2012년 이후 변경 사항**

연도	구분	기존	변경
2012년	자가노동비 노임 단가	농촌고용 평균노임	제조업, 건설업, 운수업(5~29인) 월평균 임금의 시간당 단가
	젖소의 산차 및 내용년수	산차 3.7산 내용년수 4년	산차 3.4산, 내용년수 3년
	자본용역비 적용이자율	10%	7%
2013년	조사항목 조정	자가생산 부산물 이용	삭제 (생산비 투입내역에 포함 조사)
2015년	자본용역비 적용이자율	7%	과거 총 3년간의 대출금리와 저축성수신금리의 평균금리
	젖소 가축상각비	과거 5년간 초산우 산지가격 평균	과거 3년간 초산우 산지가격 평균
2018년	사육규모	40두 미만, 40~59두, 60~79두, 80두 이상	50두 미만, 50~69두, 70~99두, 100두 이상

#### IV. 우리나라 원유 생산비 관리 중점 요소 평가

## 1. 원유 생산비 관리 중점 요소 후보 도출

- 원유의 단위당 생산비(원/ℓ)는 (착유우의 사육 관리 비용 - 부산물 가액)을 원유 생산량으로 나누어 계상하므로 생산비 저감은 사육관리 비용 절감, 부산물수입의 증가 또는 산유량 증가를 통해 가능하다.
- 우선 생산비 절감을 위한 중점 요소(critical point) 도출을 위해 다음의 3가지 항목에 따라 각 비목을 살펴보자.

### 1-1. 원유 생산비에 영향력이 큰 비목

- 원유 생산비에 영향력이 큰 비목일수록 개선에 따른 원유 생산비에 이에 대한 효과가 더 크다. 예를 들어 50%를 차지하는 비목의 비용을 10% 절감하면 생산비는 5%가 감소하나, 5%를 차지하는 비용은 50%를 감소하더라도 이에 대한 생산비 절감 효과는 2.5%에 불과하다.
- 2020년 각 비목별 원유 생산비(100ℓ당)는 <표IV-1>에서 보는 바와 같다.
- 2020년 사육관리 비용의 구성비 순위는 사료비(54.9%), 자가노동비(12.7%), 가축상각비(10.3%) 순이고 그 외에는 농구비(4.7%)를 비롯하여 모두 5% 미만이었다.
- 2020년 부산물 수입은 생산비의 평균 5.2%를 차지하므로 이 또한 고려해 볼 비목이다.
- 앞서 서술한 바와 같이 원유의 단위당 생산비는 원유 생산량으로 나누어 계상하므로 원유 생산량의 변화는 생산비의 직접적



으로 영향하기 때문에(생산량의 10% 증가는 생산비의 10% 감소), 원유 생산량도 고려해야 할 비목이다.

<표Ⅳ-1> 2020년 원유 100L당 생산비

(단위: 원, %)

구 분	사 육 규 모 별( '20 )					
	< 50두	50~69	70~99	> 100두	평 균	구 성 비
○ 사 료 비	46,176	46,908	47,543	46,406	46,733	54.9
- 농후사료	15,308	16,959	18,113	19,232	18,202	21.4
- 조 사 료	9,396	11,813	11,382	15,945	13,511	15.9
- TMR사료	21,472	18,136	18,048	11,229	15,020	17.6
○ 수도광열비	1,736	1,492	1,568	1,520	1,552	1.8
○ 방역치료비	1,928	2,303	2,041	2,195	2,143	2.5
○ 자동차비	697	558	456	387	463	0.5
○ 농 구 비	5,137	4,550	4,186	3,512	4,004	4.7
○ 영농시설비	2,700	2,075	2,170	2,003	2,132	2.5
○ 기타재료비	1,397	1,110	1,150	1,003	1,098	1.3
○ 종 부 료	730	850	756	928	853	1.0
○ 차입금이자	1,783	1,128	871	1,235	1,190	1.4
○ 토지임차료	79	139	99	107	106	0.1
○ 고용노동비	766	1,169	1,915	3,318	2,387	2.8
○ 분뇨처리비	275	316	311	494	399	0.5
○ 생산관리비	814	762	859	632	727	0.9
○ 가축상각비	9,173	8,862	8,781	8,654	8,773	10.3
○ 기타비용	315	659	402	214	334	0.4
소 계 (A)	73,706	72,881	73,108	72,608	72,894	85.6
자가노동비	23,975	13,320	11,660	6,818	10,827	12.7
자본용역비	1,191	1,010	1,283	1,169	1,181	1.4
토지용역비	276	193	274	216	233	0.3
합 계 (B)	99,148	87,404	86,325	80,811	85,135	100.0
부산물수입(C)	4,368	4,231	4,498	4,023	4,208	-
경영비(A-C)	69,338	68,650	68,610	68,585	68,686	-
생산비(B-C)	94,780	83,173	81,827	76,788	80,927	-
마리당산유량(L)	8,983	9,298	9,383	9,522	9,392	-

자료 : 통계청, 2021, 2020년 축산물생산비통계.

## 1-2. 농가 간 편차가 큰 비목

- 농가 간, 사육 규모별 편차가 큰 비목은 전업화, 규모화 및 경영 합리화를 통해 개선이 가능한 비목일 가능성이 크다. 사육 규모 간 생산비 비목별 산출 평균, 표준 편차, 변이계수(%)는 <표IV-2>에 나타난 바와 같다.
- 생산비 자체는 9.0%의 변이계수를 보였고, 예측한 바와 같이 규모에 따라 고용노동비와 자가노동비의 비율이 달라 이 두 항목의 변이계수가 가장 컸다.
- 이들을 제외하고 기타비용(47.9%), 차입금 이자(30.6%), 분노처리비(28.2%), 자동차비(25.7%), 토지임차료(23.5%), 토지용역비(17.4%), 농구비(15.7%) 순으로 변이계수가 컸다.
- 사료비는 변이계수가 1.3%에 불과하였으나 세부 사료별로는 변이가 컸는데, 이는 사육 규모가 적을수록 TMR 급여 비율이 높고, 사육 규모가 클수록 농후사료와 조사료의 급여 비율이 높은 것에 기인했다. 특히 100두 이상 사육 농가에서 건초의 두당 급여량은 50두 미만의 농가에 비해 2.2배 높았다.

<표IV-2> 2020년 원유 100L당 생산비의 사육 규모 간 편차

(단위: 원, %)

구 분	< 50두	> 100두	평균	산술평균	표준 편차	변이계수(%)
○ 사 료 비	46,176	46,406	46,733	46,758	605.9	1.3
- 농후사료	15,308	19,232	18,202	17,403	1,676.9	9.6
- 조 사 료	9,396	15,945	13,511	12,134	2,750.1	22.7
- TMR사료	21,472	11,229	15,020	17,221	4,301.0	25.0
○ 수도광열비	1,736	1,520	1,552	1,579	109.3	6.9
○ 방역치료비	1,928	2,195	2,143	2,117	165.5	7.8
○ 자동차비	697	387	463	525	134.8	25.7
○ 농 구 비	5,137	3,512	4,004	4,346	680.3	15.7
○ 영농시설비	2,700	2,003	2,132	2,237	316.2	14.1
○ 기타재료비	1,397	1,003	1,098	1,165	166.7	14.3
○ 종 부 료	730	928	853	816	90.7	11.1
○ 차입금이자	1,783	1,235	1,190	1,254	384.2	30.6
○ 토지임차료	79	107	106	106	25.0	23.5
○ 고용노동비	766	3,318	2,387	1,792	1,123.2	62.7
○ 분뇨처리비	275	494	399	349	98.4	28.2
○ 생산관리비	814	632	727	767	98.2	12.8
○ 가축상각비	9,173	8,654	8,773	8,868	220.9	2.5
○ 기타비용	315	214	334	398	190.5	47.9
소 계 (A)	73,706	72,608	72,894	73,076	467.3	0.6
자가노동비	23,975	6,818	10,827	13,943	7,234.3	51.9
자본용역비	1,191	1,169	1,181	1,163	113.5	9.8
토지용역비	276	216	233	240	41.8	17.4
합 계 (B)	99,148	80,811	85,135	88,422	7,711.6	8.7
부산물수입(C)	4,368	4,023	4,208	4,280	203.1	4.7
경영비(A-C)	69,338	68,585	68,686	68,796	362.5	0.5
생산비(B-C)	94,780	76,788	80,927	84,142	7,605.8	9.0
마리당산유량(L)	8,983	9,522	9,392	9,296	228.6	2.5

자료 : 통계청, 2021, 2020년 축산물생산비통계.

### 1-3. 연도별 증감이 큰 비목

- 연도별로 증감이 큰 생산비 비목은 관심을 가지고 추이를 지켜보아야 할 비목이다.
- 지난 5년간 비목별 원유 생산비(100ℓ 당)의 추이는 <표IV-3>에서 보는 바와 같다.
- 지난 5년간 생산비는 꾸준히 증가하여 2020년 우유 생산비는 2016년에 비해 6.5% 증가하였다.
- 증가의 폭이 큰 사육 관리 비용은 고용노동비(36.1%), 분뇨처리비(29.1%), 종부료(22.2%), 수도광열비(21.5%), 기타비용(20.6%), 순이었고, 토지용역비(-42.0%)와 토지임차료(-41.1%)는 오히려 감소하였다.
- 생산비에서 차지하는 비중이 큰 비목 중에서 사료비는 4.3% 증가에 그쳤으나 조사료비는 11.8% 증가하였고, 가축상각비(12.4%)와 자가노동비(9.4%)는 생산비보다 증가폭이 컸다.

<표Ⅳ-3> 2016~2020년 원유 100L당 생산비 추이

(단위: 원, %)

구 분	2016(a)	2017	2018	2019	2020(b)	증감률 (b-a)/a
○ 사 료 비	44,806	44,223	44,157	45,066	46,733	4.3
- 농후사료	18,090	18,082	17,510	18,478	18,202	0.6
- 조 사 료	12,089	12,055	11,102	12,775	13,511	11.8
- TMR사료	14,627	14,086	15,545	13,813	15,020	2.7
○ 수도광열비	1,277	1,375	1,452	1,517	1,552	21.5
○ 방역치료비	1,832	1,858	2,024	2,124	2,143	17.0
○ 자동차비	395	343	425	435	463	17.2
○ 농 구 비	3,904	4,065	3,643	3,837	4,004	2.6
○ 영농시설비	1,898	2,034	2,175	2,248	2,132	12.3
○ 기타재료비	968	1,083	1,152	1,203	1,098	13.4
○ 종 부 료	698	760	748	821	853	22.2
○ 차입금이자	1,123	1,281	976	1,324	1,190	6.0
○ 토지임차료	180	143	99	90	106	-41.1
○ 고용노동비	1,754	1,869	1,914	2,240	2,387	36.1
○ 분노처리비	309	297	312	306	399	29.1
○ 생산관리비	706	821	796	784	727	3.0
○ 가축상각비	7,806	7,593	8,222	8,674	8,773	12.4
○ 기타비용	277	256	229	262	334	20.6
소 계 (A)	67,933	68,001	68,324	70,931	72,894	7.3
자가노동비	9,899	10,300	10,844	10,969	10,827	9.4
자본용역비	1,088	1,021	1,355	1,119	1,181	8.5
토지용역비	402	353	269	247	233	-42.0
합 계 (B)	79,322	79,675	80,792	83,266	85,135	7.3
부산물수입(C)	3,369	3,002	3,290	4,206	4,208	24.9
경영비(A-C)	64,564	64,999	65,034	66,725	68,686	6.4
생산비(B-C)	75,953	76,673	77,502	79,060	80,927	6.5
마리당산유량(L)	9,109	9,100	9,134	9,269	9,392	3.1

자료 : 통계청, 2017-2021, 2016년-2020년 축산물생산비통계.

- 생산비에 영향력이 큰 비목, 사육 규모별 편차가 큰 비목, 연도별 증감이 큰 비목을 살펴본 결과, 원유 생산비 절감의 중점 요소로 고려할 수 있는 비목으로 1) 사료비, 2) 가축상각비, 3) 부산물 수입, 4) 원유 생산량, 5) 노동비 등이 도출되었다. 그 밖의 비용은 그 영향력이 미비하거나, 시대 상황에 따라 변동이 되는 비목이기 때문에 관리 대상이 되기에는 적절하지 않았다.
  
- 분뇨처리비의 경우 환경 지속가능성의 측면에서 중요할 뿐만 아니라, 농가 간 편차가 크고 지난 5년간 증가 폭도 컸기 때문에 향후 유심히 살펴봐야 할 항목이다. 다만 분뇨처리비는 아직 원유 생산비의 0.5%에 불과하고, 환경 규제와 함께 종합적으로 분석해야 하기에 본 연구에서는 제외하였다. 향후 환경 규제 및 사회적 인식 변화의 측면을 함께 고려하여 분뇨처리 비용의 효과적인 절감 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 2. 원유 생산비 관리 중점 요소 후보별 특징

### 2-1. 사료비

- 사료비는 사육 관리 비용의 55% 가량을 차지하며 원유 생산비에 대한 영향력이 가장 크기 때문에 원유 생산비 관리의 가장 중요한 중점 요소이다.
- 사료비는 농후사료와 조사료 및 TMR사료에 대한 비용으로 구성되며, 각각은 2020년 우유 생산비 중 21.4, 15.9, 17.6%를 차지한다. 여기에서 TMR은 외부로부터 구입한 TMR을 나타내며, 자가 TMR을 배합하는 경우에는 그 비용이 농후사료와 조사료로 배분된다.
- <표IV-4>에는 사육규모별 각 사료의 마리당 급여량이 나타나 있다.
- 앞서 서술한 바와 같이 사육 규모가 적은 경우에는 외부로부터 구입하는 TMR에 의존하는 비율이 높음을 알 수 있다. 50두 미만에서는 두당 4.6톤의 TMR을 급여하여 100두 이상에서의 2.6톤에 비해 1.7배 이상 많은 양의 TMR을 외부로부터 구입하고 있다.

<표Ⅳ-4> 2020년 사육규모별 젖소 마리당 사료 급여량

(단위: kg /성우 환산 마리)

사육 규모 구분		< 50두	50~69	70~99	> 100두	평 균	구 성 비
		농 후 사 료	배합사료	2,679.8	2,714.5	2,866.7	3,022.8
강피류	0.0		2.6	0.0	0.0	0.4	0.0
곡류	0.0		49.2	22.3	120.4	72.0	2.2
가공부산물	49.2		163.8	73.3	217.1	154.5	4.7
사료첨가제	35.2		53.7	80.2	90.8	76.5	2.3
기타	1.9		29.5	64.1	86.7	63.1	1.9
소계	2,766.1		3,013.3	3,106.5	3,537.7	3,266.9	32.2
조 사 료	청예류	102.6	108.7	39.7	3.7	39.0	1.1
	벼짚	1,041.3	677.1	556.8	537.4	620.3	17.9
	건초	1,210.4	1,853.9	1,875.9	2,641.8	2,174.4	62.8
	사일리지	427.5	317.5	462.4	699.8	555.2	16.0
	기타	13.1	78.0	0.1	128.0	75.9	2.2
	소계	2,794.9	3,035.3	2,934.8	4,010.7	3,464.7	34.1
TMR		4,559.5	4,124.9	4,102.1	2,609.8	3,419.7	33.7
합계		10,120.5	10,173.4	10,143.4	10,158.2	10,151.3	100.0

자료 : 통계청, 2021, 2020년 축산물생산비통계.



- 두당 사료 급여량은 약 10.2톤/년, 28kg/일이었고, 사육 규모에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 사료 급여량으로 두당 사료비를 나누면, 평균 432원/kg, 사육 규모별로 각각 50두 미만 410원, 50~69두 429원, 70~99두 440원, 100두 이상 435원으로 규모에 따라 증가하나 100두 이상의 규모에서는 오히려 감소하는 것으로 나타났다.
- 이는 사육 규모가 클수록 두당 산유량이 8,923 ℓ, 9,298 ℓ, 9,383 ℓ, 9,522 ℓ가 증가하는 것과 관련이 있는데, 사육 규모가 클수록 고가의 품질 좋은 사료를 급여하여 산유량을 증가시킨다는 것을 유추할 수 있다.
- 그리고, 100두 이상의 규모에서는 1) 자가 TMR 배합을 통해, 2) 물량으로 인한 가격 교섭력 증가를 통해 두당 사료비가 낮아지는 것으로 생각된다.
- 우유 판매 수입을 두당 사료급여량으로 나누면, 평균 993원/kg, 사육 규모별로 50두 미만 937원/kg, 50~69두 973원/kg, 70~99두 990원/kg, 100두 이상 1,013원/kg으로, 사육 규모에 따라 효율이 높아 100두 이상의 규모는 다른 사육 규모에 비해 같은 1kg의 사료로 76원(50두 미만), 40원(50~69두), 23원(70~99두)의 추가 유대 수익을 창출하는 것으로 나타났다.

- 우유 판매 수입을 두당 사료비로 나누어 유사비(乳飼比)를 산출하면, 평균 2.30, 사육 규모별로 50두 미만 2.29, 50~69두 2.27, 70~99두 2.25, 100두 이상 2.33으로 나타나, 100두 이상이 가장 효율적이며, 그 이하의 사육 규모에서는 오히려 사육 규모의 증가에 따라 유사비가 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 고가의 사료를 급여하여 두당 산유량을 증가시켜 소득을 증대시키는 것이 반드시 유대에 따른 이윤의 증가로 이어지지 않는다는 것이 보여준다. 그러나 이에 대해서는 추가의 세밀한 분석이 필요하다.
- 요컨대 원유 생산비의 절반 이상을 차지하는 사료비는 사육 규모의 증가에 따라 효율이 높아져 같은 양의 사료를 급여할 때 기대할 수 있는 산유량과 유대 수익이 증가하였다.
- 하지만 이때 kg 당 사료비가 함께 증가하여 사료비는 사육 규모에 따라 큰 차이가 없었다.
- 100두 이상의 규모에서 사료비가 가장 낮은 것으로 나타났는데 이는 자가 TMR 배합과 물량으로 인한 큰 가격 교섭력 때문으로 판단된다. 50두 미만의 소규모 농가에서는 구입 TMR의 의존도가 높은 것으로 나타났다.
- 원유 생산비 관리의 중점 요소로서 사료비에 대한 대책 마련을 위해서는 전체적으로 사료비를 낮추는 방안을 찾는 동시에, 농가의 규모에 따라 사료비를 낮추는 데 효과적인 방법이 다르므로 농가 규모에 따라 구분하여 방안을 마련해야 할 것이다.

## 2-2. 가축상각비

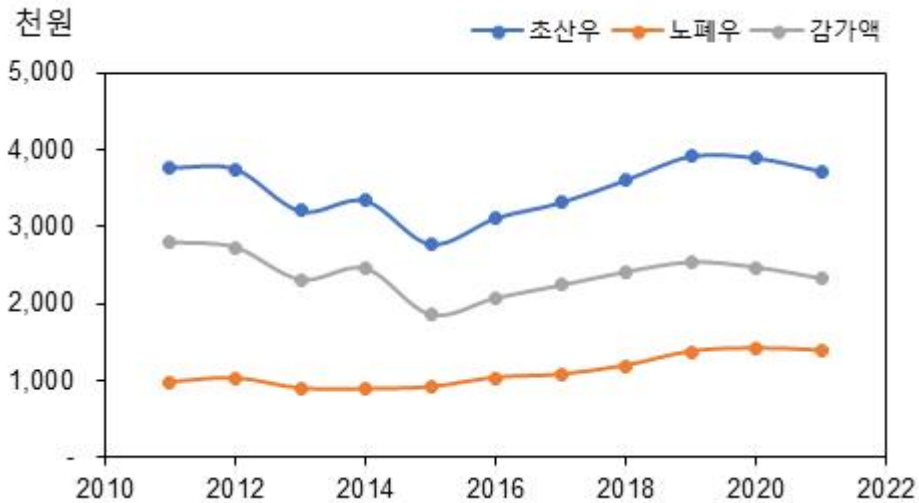
- 경산우(착유우)에 대한 감가상각비는 2020년 현재 원유 생산비의 10.3% 정도를 차지함으로써, 사료비와 자가노력비 다음으로 생산비에 영향을 미치는 중요한 비목이다.
- 경산우(착유우)는 고정자본재로서 감가상각비는 (젖소의 기초가액 - 젖소의 잔존가액)/ 내용연수로 계산한다. 따라서 젖소의 감가상각비는 세 요소 즉, 기초가액과 잔존가액 그리고 내용연수가 어떻게 되느냐에 따라 달라진다.

### 2-2-1. 기초가액(basic value)

- 감가상각을 위한 젖소의 기초가액이 평가되는 시점은 자가 육성의 경우, 젖소가 착유우(고정자본)로 기능을 발휘하기 시작하는 시점, 즉 초산연령에 달하는 때이다.
- 이론상으로는 착유우의 기초가액을 젖소가 착유우가 되기까지의 육성비로 계산하는 것이 바람직하지만 실제에 있어서는 시가주의를 적용하지 않을 수 없는 실정이다.
- 현재 통계청의 생산비 계산에서는 젖소의 감가상각을 위한 기초가치를 산정하는 데 있어서 과거 3년간의 초산우 평균 거래가격을 채택하고 있다.
- 따라서 만일 농가에서 초산우 평균 거래 가격보다 저렴하게 초산우를 육성한다고 하더라도 그것이 직접적으로 통계청 생산비 조사에 반영되지는 않는다.

## 2-2-2. 잔존가액(salvage value)

- 착유우의 잔존가액이란 착유우가 더 이상 착유우로 사용하기에 경제적이지 못할 때, 착유우를 폐기처분하고 회수할 수 있으리라고 기대되는 육용 가치를 말한다.
- 착유우는 생산수명을 다하더라도 육용으로서 가치가 있기 때문에 그 가치는 처분 당시의 노폐우에 대한 농가수취가격이 되는 것이며, 수취가격은 시가에 의해서 결정된다.
- 통계청에서는 노폐우에 대한 과거 3년간 평균 시장거래가격을 적용하고 있다.
- <그림 IV-1>에는 지난 10년간 초산우, 노폐우의 평균 산지가격과 이들 가격의 차이(감가)가 나타나 있다. 초산우의 산지가격은 2001년 이후 감소하다가 2015년 2,779천 원으로 최저치를 이룬 후 꾸준히 증가하여 2020년 3,889천 원이었다. 노폐우도 초산우와 비슷한 경향을 보였으며, 2020년 1,420천 원으로 지난 10년 중 가장 높은 가격을 보였다.
- 이에 따라 (젖소의 기초가액 - 젖소의 잔존가액), 즉 감가도 2011년 2,790천 원에서 2015년 1,869천 원까지 감소하다 이후 증가하여 2020년 2,470천 원으로 2,300~2,500천 원을 유지하고 있다.



자료: 농업관측통계시스템(<https://oasis.krei.re.kr/index.do>), 2021년9월26일  
**<그림IV-1> 2011~2021년 젓소 초산우, 노폐우 산지가격과 감가액**

- 초산우 가격과 노폐우 가격이 비슷한 경향으로 변동되는 것은 농가의 원유 수취 가격이 안정된 상태에서, 출하하여 도축되는 노폐우의 가격이 육성우 및 초산우의 가격을 견인하기 때문이라 판단된다.
- 출하축의 시장 가격이 생축의 산지가격을 견인하는 것은 가격이 시장에서 형성되는 한우에서도 마찬가지인데, 2009년부터 2021년까지 연 평균 시장 가격 비교에서 6~7개월령 암송아지의 가격은 6~7개월 숫송아지, 한우 600kg 암소, 한우 600kg 수소의 가격과 각각 0.97, 0.98, 0.89의 상관 관계를 보였으며, 6~7개월 숫송아지의 가격도 한우 600kg 암소, 한우 600kg 수소의 가격과 각각 0.94, 0.87의 상관 관계를 보였다.<sup>5)</sup>

5) 농업관측통계시스템(<https://oasis.krei.re.kr/index.do>) 자료 분석결과, 2021-9-26

- 요컨대 초산우와 노폐우의 가격을 시장에 맡기는 한 두 가격의 간극, 즉 감가는 일정하게 유지될 것으로 생각된다.
- 다만, 초산우의 출하시기를 앞당겨 초산우의 시장 가격을 낮추는 경우에는 감가를 줄일 수 있는 가능성이 있다. 사료비가 많이 소요되는 특성상 가축의 산지가격은 사료비가 얼마나 많이 들었는가, 즉 월령과 체중에 따라 가격 차이가 생긴다. 예를 들어, 지난 10년간 젖소 초임만삭의 시장가격은 초산우에 비해 평균 10만원 저렴했다. 마찬가지로 한우 송아지도 2011년부터 지난 10년간 6-7개월령보다 4-5개월령이 암소는 평균 25만원, 수소는 평균 30만원 더 저렴했다.
- 다시 말하면, 육성우 전문 목장 확대 등의 방안으로 육성우 육성에 소요되는 기간 및 비용을 낮추어 초산우의 시장가격을 낮추는 것이 가축상가비를 낮추는 방안이 될 것으로 판단된다.

### 2-2-3. 내용연수(useful life)

- 착유우의 내용연수란 착유우를 경제적으로 유효하게 사용할 수 있는 연수 즉, 착유가 가능한 착유우의 경제 수명이라 할 수 있다.
- 현재 통계청에서는 착유우의 산차 3.4산, 내용년수 3년을 적용하고 있다. 즉, 착유우의 경제적 수명을 3년 정도로 추정하고 착유우에 대한 초산시의 취득원가를 3년에 걸쳐서 배분하고 있다.

- 2020년 한국 유우균 능력검정 사업보고서에 따르면, 검정농가의 초산월령은 27.2개월, 분만간격은 462.9일이다. 또한 2020 낙농 경영실태조사에 따르면, 도태우의 평균 산차는 3.3산이었다. 이를 종합하면, 젖소 암소는 태어난 지 27.2개월만에 착유를 시작하여 자본으로서의 가치를 지니게 되고, 463일간<sup>6)</sup>의 경제 활동을 평균 3.3번 반복한다. 즉  $463 \times 3.3 = 1,528\text{일} = \text{약 } 4.2\text{년}$ 이 내용연수가 되는 것이다. 따라서 현재 통계청의 조사는 착유우의 내용연수를 과소 평가하고 있다고 볼 수 있다.
- 이때 단순히 가축상각비 계산의 분모가 되는 내용연수를 늘린다면 가축상각비를 절감할 수 있다고 생각할 수 있다. 하지만, 내용연수에 초점을 두는 것은 문제가 있다. 예를 들어 분만 간격이 증가하는 것도 내용연수를 증가시킬 수 있는데, 이것은 우리가 원하는 방향이 아니다.
- 그렇다면, 산차를 늘리는 것은 내용연수를 증가시킬까? 예를 들어 같은 조건에서 평균 도태산차가 4산을 넘긴다면,  $463 \times 4.0 = 1,852\text{일} = 5.1\text{년}$ 동안 경제 활동을 할 수 있고, 이를 바탕으로 내용연수를 4년에서 5년으로 증가시키면, 가축상각비가  $4/5$ 로 되어 20% 절감효과가 있을 것으로 기대할 수 있을까?

---

6) 실제 이 기간은 60일동안의 건유기가 포함되기 때문에 착유일은 분만간격-60일

○ 그러나 이러한 계산은 다음의 3가지 이유로 현실성이 떨어진다.

- 첫째, 젓소의 경제연한 즉 도태 산차를 늘리는 것은 지난 10여년간 낙농 산업의 중요 과제였다. 하지만 부단한 노력에도 불구하고 지난 10년간 확보하여 평균 산차 수는 2.4산을 유지하고 있다. 육종·개량과 함께 효과적인 사양관리를 한다고 하더라도 평균 산차의 증가는 결코 쉬운 일이 아니다.
- 둘째, 젓소를 도태하는 가장 큰 이유는 번식 장애에 의한 것이므로 산차를 늘리려면 번식 능력을 높여야 한다. 이때, 번식 능력을 높이면 분만간격이 짧아지게 된다. 전 세계 낙농업계에서 목표로 하는 분만 간격은 매년 한 마리의 송아지 생산, 즉 365일이다. 내용연수를 늘리기 위해 번식 능력을 키우는 방법은 내용연수를 계산하는 두 요소 중 하나(평균 산차)는 증가시키고 다른 하나(분만간격)는 감소시키게 된다. 예를 들어, 번식 능력 향상이 성공적이어서 평균 산차를 4산으로 늘리고 분만 간격을 400일로 줄이는 경우, 기대할 수 있는 경제 활동일은  $400 \times 4.0 = 1,600\text{일} = 4.4\text{년}$ 이기 때문에 내용연수는 크게 늘어나지 않는다.
- 셋째, 때로는 경제 수명을 늘리지 않는 것이 유리하기도 하다. 이는 축우는 세대 간격이 길어 육종·개량의 효과가 나타나는데 오랜 시간이 걸리기 때문이다. 예를 들어 기후 위기에 대한 저항성이 높은 품종이나 효율이 좋아 환경 오염원 배출이 적은 품종을 육종·개량하여 현장에 도입하기 위해서는 도태 시기를 앞당기는 것이 유리하다. 젓소의 최대 산유량을 4~5산에 얻을 수 있음에도 불구하고 미국에서 목표 산차를 2.5산으로 유지하는 이유도 이 때문이다<표 VI-5>.



<표IV-5> 국가별 젖소의 초산월령과 경제수명

국가	연도	초산월령(월)	경제수명 (productive lifespan, 년)
미국	2019	25.5	2.867)
브라질	2018	32.6	1.62
독일	2018	27.7	3.36
프랑스	2018	30.0	2.09
이탈리아	2019	27.3	3.42
폴란드	2019	26.7	4.01
네덜란드	2019	24.6	3.83
아일랜드	2020	26.5	4.18
캐나다	2019	25.0	1.81

출처: Dallage 등(2021)<sup>8)</sup>

- 결론적으로 원유 생산비를 관리하기 위한 중점 요소로서 가축 상각비를 낮추고자 한다면, 내용연수를 늘리는 것을 초점으로 두는 것은 그 실효성이 떨어지며, 초산우의 출하시기를 앞당겨 초산우의 가격, 즉 기초가액을 낮추는 것이 효과적인 방법이다.
- 다만 초산우의 가격과 도축되는 노폐우의 가격은 상관관계가 높기 때문에, 노폐우의 시장 가격 상황에 따라 그 효과는 달라질 수 있다.
- 또한 낮추어야 하는 대상은 가축 시장에서의 초산우 가격이기 때문에 농가 단위에서 초산우의 초산 월령을 낮추는 것과는 별개의 문제이다.

7) 3.5산 - 분만간격 평균 13.5개월, 착유일수 평균 319일(AgSource, 2018), 2.8산(Hare 등, 2006)

8) Dallago, G. M., K. M. Wade, R. I. Cue, J. T. McClure, R. Lacroix, D. Pellerin, and E. Vasseur. 2021. Keeping Dairy Cows for Longer: A Critical Literature Review on Dairy Cow Longevity in High Milk-Producing Countries. *Animals* 11(3):808.

- 농가 단위에서 초산 월령을 낮추는 것은 사료비를 비롯한 일부 생산비 비목을 낮추는 효과는 있지만, 이를 통해 초산우의 시장 가격을 낮추어 가축상각비를 절감하는 효과를 기대하기를 어려울 것으로 판단된다.
- 결론적으로, 현재의 원유 생산비 조사 방법 하에서 가축상각비를 낮추어 생산비를 절감하고자 한다면 초산우의 시장 가격을 낮추어야 한다.
- 육성우 전문 목장 확대 등의 정책을 통해 초산우의 시장 가격을 낮출 수 있는 가능성이 있는데, 지금까지의 육성우 전문 목장의 설립과 운영이 초산우 시장 가격에 미치는 긍정적인 영향에 대한 증거가 없어 그 실효성은 아직 담보할 수 없다.

### 2-3. 부산물 수입

- 부산물 수입은 주산물 생산 과정에서 필연적으로 생산되는 수입으로 우유 생산비에서는 가축분뇨 등이 퇴비(구비)로 생산되어 판매된 금액과 생산된 송아지를 판매한 금액이 이에 포함된다.
- 2020년 평균에서 부산물 수입은 생산비의 5.2%를 차지하므로 이 또한 고려해 볼 비목인데, 송아지 판매 비용이 가장 큰 비중을 차지하며 특히 필연적으로 생산하는 수송아지의 판매가 이에 해당한다.
- 우리나라에서 육우 시장은 안전한 국내산 소고기를 생산·공급하여 수입산 쇠고기에 대항하는 시장이므로 이의 활성화, 이미지 개선 등을 통해 수송아지의 판매에 따른 부산물 수입의 증대 방안은 우유 생산비 절감을 위한 방안으로 고려해야 한다.

- 하지만, 육우 시장의 활성화를 통한 부산물 수입의 증가는 원유 생산과 직접적으로 관련된 요소가 아니며, 한우 산업과 함께 국내 쇠고기 시장을 통섭적으로 살펴보아야 하기 때문에 본 연구의 고찰 대상에서는 제외하도록 한다.

## 2-4. 원유 생산량

- 원유 생산량은 생산비 계산에서 분모로 작용하는 요소로 매년 1월 1일부터 12월 31일까지의 총 착유량이다.
- 쿼터제가 실시되고 있는 상황에서 쿼터 이상의 원유에 대해서는 리터당 100원에 불과한 유대를 받기 때문에, 쿼터를 더 구입하지 않는 한 원유 생산량을 늘린다는 것은 어불성설이다.
- 따라서 여기서 고려해야 할 것은 젖소 농가의 총 원유 생산량이 아니라 사육 두당 원유 생산량이다.

### 2-4-1. 사육 두당 원유 생산량

- 사육 두당 원유 생산량은 농가의 원유 생산량을 총 젖소 사육 두수로 나눈 값으로, 농가가 원유 생산량을 유지하기 위해 몇 마리의 젖소가 필요한가를, 즉 생산 효율을 나타낸다.
- 생산비 계산에서 분모가 되는 원유생산량은 동일하다 하더라도 같은 양의 원유를 생산하기 위해 필요한 젖소의 사육 두수를 감소시킨다면 사료비, 가축상각비 등의 비용이 자연스럽게 감소한다.
- 젖소 농가에서 원유를 생산하기 위한 목적으로 사육하는 젖소는 후보축, 착유우, 건유우로 나눌 수 있다.

- 후보축은 첫 출산과 착유를 목적으로 사육하는 육성기의 암소로, 이후 임신과 출산을 거쳐 착유우가 될 우군이다. 목장에서 태어난 암소를 후보축으로 양육하거나 외부로부터 구입한다.
- 착유우는 실제 우유를 생산하는 목장의 생산 자원으로 보통 초산우와 경산우로 구분하는데, 초산우는 출산 경험이 한 번인 암소, 경산우는 출산 경험이 2회 이상인 암소이다. 초산우는 아직 성장기에 있기 때문에 경산우에 비해 크기가 작아 산유량이 적고, 유방염 등의 위험이 적다(Abebe 등, 2016).
- 건유우는 착유를 하지 않는 경산우를 말하며, 보통 분만 전 60일부터는 다음 비유기를 위해 유선 조직을 재발달시키고자 착유를 멈추고 건유기를 둔다.
- 비록 우유를 생산하는 것은 착유우뿐이지만 목장 운영에는 후보축, 건유우도 필요하다. 유생산량을 유지하기 위해서는 일정한 수의 착유우 두수를 유지해야 하며, 외부로부터 착유우를 계속해서 구입할 수는 없으므로<sup>9)</sup> 일정한 두수의 착유우를 확보하기 위해서는 후보축과 건유우가 어느 정도 유지되어야 한다.
- 그러나 후보축과 건유우는 우유를 생산하는 생산자원이 아니므로, 그 수가 많을수록 사육 두수당 산유량을 감소시키며, 소득의 증가 없이 사료비를 비롯한 사육 비용을 증가시켜 생산비가 증가하게 된다.

---

9) 구입 젖소의 유생산성을 확신할 수 없고, 전염병 등의 도입이 우려되며, 무엇보다 구입 비용으로 인해 경제성이 떨어진다.

- 사육 두당 산유량은 다음의 식으로 산출한다.

$$\text{사육 두당 산유량}(kg/\text{두}) = \frac{\text{착유우} \times \text{두당 산유량}}{(\text{착유우} + \text{건유우} + \text{후보축})}$$

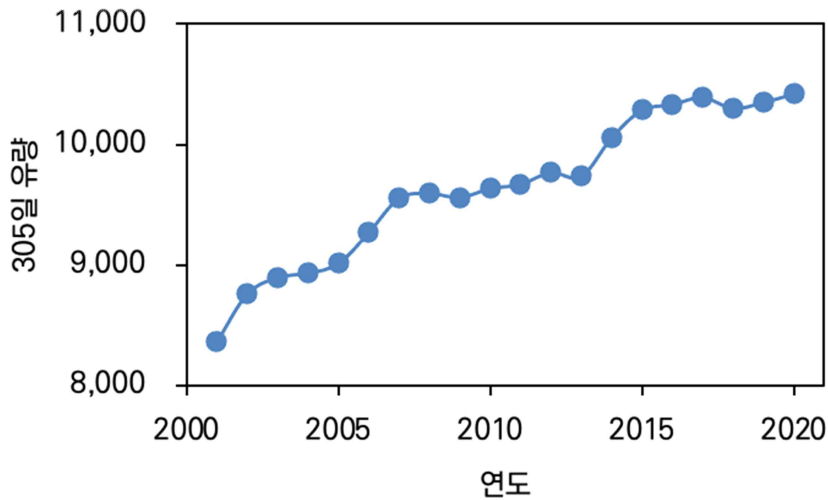
- 따라서 사육 두당 산유량을 증가시키기 위해서는 1) 착유우의 두당 산유량을 증가시키거나, 2) 우유를 생산하지 않는 후보축과 건유우의 수를 줄여 사육 젖소 중 착유우의 비율을 증가시켜야 한다.

#### 2-4-2. 착유우 두당 원유 생산량

- <그림 IV-2>은 2000년부터 2020년까지 국내 검정농가의 착유 젖소 두당 305일 산유량의 변화 추이를 나타내었다. 두당 305일 산유량은 2001년 8,364kg에서 2020년 10,423kg으로 지난 20년간 24.6% 상승하였다. 그 상승 폭은 2015년 이후에는 둔화하여 연평균 18.06kg(0.175%) 증가하고 있다.
- 우리나라 젖소의 두당 산유량은 이미 세계 최고 수준으로 이스라엘 12,282kg<sup>10)</sup>, 미국 11,093kg, 캐나다 10,599kg 다음으로 세계 4위를 고수하고 있다(낙농진흥회, 2021).
- 착유우 두당 산유량 증가 속도는 최근 감소 추세에 있고 세계 1위 이스라엘과의 차이도 얼마 되지 않기 때문에, 젖소의 유전 능력 상승에 따른 산유량 증가 속도 이상으로 착유우 두당 산유량을 증가시키기는 매우 어려울 것으로 보인다.

---

10) Israel Dairy Board, 2021, Facts and Figures (<https://www.israeldairy.com/>), 우유 비중을 리터당 1.03kg으로 가정



출처 : 농협경제지주. 2021. 2020년도 한국유우군능력검정사업보고서  
**<그림Ⅳ-2> 2001~2020년 국내 유우군 능력 검정 농가의  
 305일 환산 젖소 두당 산유량 변화**

### 2-4-3. 착유우 비율

- <표Ⅳ-6>에는 2020년 우리나라 젖소 농가의 사육 규모별 가구당 사육마릿수가 나타나 있다. 통계청의 조사는 젖소의 생리 단계를 송아지(이유 전), 육성우(이유 후~임신 전), 초임우(첫 임신 후~분만 전), 경산우(1회 이상 출산 경험), 종모우로 구분한다. 젖소 농가는 평균 총 83.0두를 보유하고, 각 생리 단계별 분포는 송아지 8.3%, 육성우 20.9%, 초임우 14.5%, 경산우 56.2%였다.
- 젖소의 체중, 섭취량 등을 고려하여 책정된 성우 환산 기준(경산우 1.0, 초임우 0.58, 육성우 0.45, 송아지 0.14)에 따라 경산우 비율을 다시 산출하면, 평균 74.4%가 된다. 경산우 비율은 사육 규모가 커짐에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

<표Ⅳ-6> 2020년 사육규모별 가구당 사육마릿수

(단위: 두, %)

구 분	사 육 규 모 별( '20 )					
	< 50두	50~69	70~99	> 100두	평 균	구 성 비
송아지	3.2	4.6	7.9	10.8	6.9	8.3
육성우	6.8	12.7	16.7	31.8	17.4	20.9
초임우	4.4	8.0	12.2	22.2	12.1	14.5
경산우	21.4	33.9	47.8	78.7	46.6	56.2
종모우	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
소 계 (A)	35.8	59.4	84.8	143.5	83.0	100.0
성우환산두수 <sup>†</sup>	27.5	44.9	63.5	107.4	62.4	
경산우 비율(%)	77.9	75.6	75.3	73.3	74.7	
가임마릿수	25.8	41.9	60.0	100.9	58.7	
번식률(%)	59.5	63.2	63.2	63.2	62.8	

†성우환산기준 : 경산우 1.0, 초임우 0.58, 육성우 0.45. 송아지 0.14

‡번식률 = 연평균 송아지 생산 마릿수 / 가임 마릿수 × 100

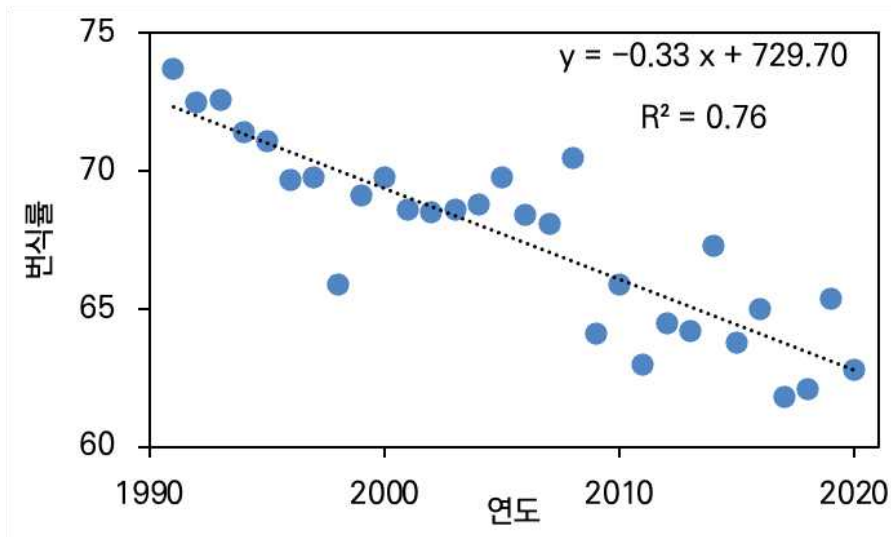
출처 : 농림축산식품부, 2021. 2020년 축산물 생산비

- 경산우는 착유우와 건유우를 모두 포함하는데, 그 수만으로는 생산 효율을 평가할 수 없다. 젖소가 생산성을 유지하기 위해서는 정기적으로 출산을 해야 한다. 특히 유생산량은 분만 후 비유 초기에 가장 많고 이후 지속적으로 감소한다.
- 따라서 분만 후 일정 시간이 지난 후에는 재임신을 시키는데, 임신이 되지 않는 경우에는 유량이 떨어지더라도 착유기간을 연장하고, 임신이 계속 안되는 경우에는 해당 젖소를 도태시키기도 한다.

- 출산 후 다음 출산까지의 기간을 분만 간격이라 하며, 생산성 유지를 위해서는 분만 간격이 짧은수록 좋은데, 전 세계적으로 목표로 설정하는 분만 간격은 12개월이다.
- 이를 위해선, 젖소의 평균 임신일이 283일이므로 송아지 분만 후 82일만에 재임신이 되어야 한다. 그리고 분만 전 60일동안 건유기를 두게 되므로 착유일 수는 305일이 된다. 이 때문에 305일 산유량이 표준이 된 것이다.
- 2020년 한국유우군 능력검정 사업보고서에 따르면, 전체 농가의 64%를 차지하는 검정 농가는 305일 보정유량으로 유지율과 유단백율이 각각 3.95%와 3.21%인 원유를 10,423kg 생산하는데, 초산월령과 분만간격은 각각 27.2개월, 462.9일(15.2개월)이었다.
- 305일 산유량이 11,093kg으로 우리와의 차이가 단지 670kg에 불과한 미국의 초산월령이 25.5개월, 분만간격이 13.5개월인 것을 고려할 때, 두당 산유량과는 달리 우리나라 젖소의 번식 생산성은 선진국에 비해 아직 개선의 여지가 있는 것으로 보이며, 초산월령과 분만간격을 모두 단축시킬 필요가 있다.
- 분만 간격과 마찬가지로 번식 효율의 상황을 알 수 있는 것은 <표IV-9>에서 나타낸 번식률이다. 번식률은 가임 암소가 1년에 송아지를 몇 마리 생산하는지, 즉 1년에 분만하는 가임 암소가 얼마나 되는지를 보여준다. 가임 암소에는 초임우도 포함되는데, 초임우는 이미 임신 상태이므로 만약 경산우의 임신·출산률은 번식률에 많이 못 미친다는 것을 알 수 있다.



- <그림IV-3>에는 1991년부터 2020년까지 국내 젓소 농가의 평균 번식률 추이를 나타내었다.



번식률 = 연평균 송아지 생산 마릿수 / 가임 마릿수 × 100

출처 : 농림축산식품부. 2021. 2020년 축산물 생산비

<그림IV-3> 1991~2020년 국내 젓소 농가의 평균 번식률 추이

- <그림IV-3>에 나타난 바와 같이, 지난 30년간 우리나라 젓소 농가의 번식률은 1991년 73.7%에서 2020년 62.8%로 1년에 0.33%p씩 꾸준히 감소하였다.
- 번식률의 감소는 분만간격과 공태일 수의 증가에 따른 것으로, 즉 경산우가 분만한 이후 재임신할 때까지 걸리는 시간이 증가되고 있음을 의미한다.

- 2020년 기준 분만간격이 463일이므로 젖소의 임신일(283일)을 고려할 때, 출산 후 재임신까지 180일이 소요됨을 알 수 있다. 목표 분만 간격(12개월) 대비, 현재 우리나라의 경산우는 약 90 일이나 재임신이 지체되고 있다.
- 현장에서는 임신이 지체되면 건유의 시작을 함께 늦추기 때문에 지체되는 시간 동안에도 우유를 생산하기는 하나, 비유 후기에는 자연적으로 산유량이 떨어지고 섭취된 영양소가 유생산보다는 체조직 생산에 쓰이기 때문에 효율이 떨어진다.
- 결론적으로 사육 두당 산유량을 늘리는 것은 원유 생산비를 절감하기 위한 효과적인 방안이 될 것으로 기대되며, 이를 위해서는 분만 간격을 단축시켜 생산성이 유지되는 착우유의 비율을 증가시킬 필요가 있다.

## 2-5. 노동비

- 노동비는 착유, 사료의 조리 및 급여, 방역 및 소의 손질, 청소 및 분뇨 처리 등 우유 생산에 투입된 노동에 대한 비용으로, 고용 노동비와 자가 노동비로 구분되며, 2020년 원유 생산비(100ℓ 당)의 15.5%에 해당한다.
- <표Ⅳ-7>에는 2020년 사유 규모별, 항목별 젖소 사육 마리당 노동력 투하 시간과 그 구성비가 나타나 있다. 평균적으로 연간 두당 총 70.6 시간의 노동력을 투하하고 있는데, 착유에 가장 많은 시간을 소요하여 전체 노동 시간의 41%인 두당 28시간을 투하했다. 그 다음으로 사료 조리 및 급여, 청소(분뇨제거 등), 방역 치료 및 손질의 순으로 각각 전체 시간의 24.2, 14.3, 9.1%를 소요하였다.

<표Ⅳ-7> 2020년 사육 규모별 항목별 마리당 노동력 투하량

(단위: 시간, %)

구 분	사 육 규 모 별( '20 )				평 균	구 성 비
	< 50두	50~69	70~99	> 100두		
착유	45.9	32.0	28.9	24.2	29.0	41.0
사료조리 및 급여	28.4	17.9	16.4	14.6	17.1	24.2
방역치료 및 손질	9.5	6.0	6.8	5.6	6.4	9.1
청소(분뇨제거 등)	19.1	10.0	10.0	8.1	10.1	14.3
방목	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
야생초 예취 및 운반	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
기타	12.0	7.0	7.9	7.4	8.0	11.3
합계	114.9	72.8	70.0	59.9	70.6	100.0
자가노동	110.2	63.4	56.0	33.2	52.0	
고용노동	4.8	9.4	14.0	26.7	18.6	
고용노동 구성비(%)	4.2	12.9	20.0	44.6	26.3	

출처 : 농림축산식품부. 2021. 2020년 축산물 생산비

- <표Ⅳ-7>에 나타난 바와 같이 마리당 노동력 투입 시간은 사육 규모 50두 미만은 115시간, 100두 이상은 60시간으로 사육 규모가 클수록 현저히 줄어들었다.
- 또한 사육 규모가 클수록 고용 노동의 비중이 커져, 50두 미만에서는 고용 노동 비율이 4.2%에 불과하여 대부분 자가 노동력이었으나 100두 이상의 규모에서는 고용 노동 비율이 44.6%로, 자가 노동과 고용 노동의 비율이 거의 같음을 알 수 있다.
- <표Ⅳ-8>에는 지난 5년간(2016~2020년) 마리당 항목별 평균 노동력 투하량의 변화가 나타나 있다. 지난 5년간 평균 마리당 총 노동 시간은 2016년 73.7시간에서 2020년 70.6시간으로 연간 약 1%씩 감소하는 추세를 보이고 있다.

<표IV-8> 2016~2020년 마리당 항목별 평균 노동력 투하량

(단위: 시간, %)

구 분	2016	2017	2018	2019	2020	연간 증감율 (%)
착유	31.4	29.9	31.1	30.0	29.0	-1.5
사료조리 및 급여	17.7	17.0	16.7	17.6	17.1	-0.3
방역치료 및 손질	6.7	6.9	5.7	6.1	6.4	-2.1
청소(분뇨제거 등)	10.1	9.8	9.8	10.2	10.1	0.4
방목	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-10.0
야생초 예취 및 운반	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	5.0
기타	7.8	8.3	7.0	7.0	8.0	-1.2
합계	73.7	71.9	70.5	71.1	70.6	-1.0
자가노동	56.5	55.3	55.0	54.0	52.0	-1.8
고용노동	17.2	16.6	15.5	17.1	18.6	1.8
고용 노동 구성비(%)	23.4	23.2	22.0	24.0	26.3	2.9

출처 : 농림축산식품부. 2021. 2020년 축산물 생산비

- 또한 고용 노동의 비율이 2016년 23.4%에서 2020년 26.3%로 연간 약 2.9%p씩 증가하고 있는데, 이는 젃소 농가의 전문화·규모화에 따른 것으로 보인다.
- <표IV-9>에는 사육 규모별 원유 100ℓ 당 소요되는 노동비를 나타내었다. 노동비는 사육 규모가 적을수록 많이 소요되었는데, 100두 이상에서는 원유 1ℓ 당 101원의 노동비가 소요되는 반면, 50두 미만에서는 247원이 소요되어 100두 이상에 비해 2.4배 이상의 비용이 쓰였다.

<표IV-9> 2020년 사육 규모별 원유 100L당 노동비

(단위: 원, %)

구 분	사 육 규 모 별( '20 )					
	< 50두	50~69	70~99	> 100두	평 균	구 성 비
고용노동비	766	1,169	1,915	3,318	2,387	2.8
자가노동비	23,975	13,320	11,660	6,818	10,827	12.7
합계	24,741	14,489	13,575	10,136	13,214	15.5
고용노동비 비율(%)	3.1	8.1	14.1	32.7	18.1	

출처 : 농림축산식품부. 2021. 2020년 축산물 생산비

- 이것은 소규모 농가에서 노동 투입 시간이 많기도 하지만, 자가 노동의 노임 단가가 고용 노동에 비해 높기 때문이다. 같은 이유로 100두 이상 규모에서 고용 노동이 총 노동 시간의 45%를 차지하나 비용으로는 33%를 차지하였다.
- 현재 우리 나라 축산물 생산비 조사에서는 2012년 지침에 따라 자가 노동비의 노임단가를 농촌 고용 평균 노임에서 「제조업, 건설업, 운수업(5~29인) 월평균 임금의 시간당 단가」로 산출한다.
- 이는 박 등(2010)이 서술한 것처럼 낙농업의 자가 노동은 단순 노동이 아니라 사료 및 사양에 대한 전문적인 지식을 요구하는 경영의 성격을 갖기 때문에 기회비용(opportunity cost)으로 평가 되는 것이 합당하다고 보기 때문이다.
- <표IV-10>에는 지난 5년간(2016~2020년) 원유 100ℓ 당 소요되는 노동비의 변화 추이를 나타내었다.

<표IV-10> 최근 5년간 원유 100L당 노동비 추이

(단위: 원, %)

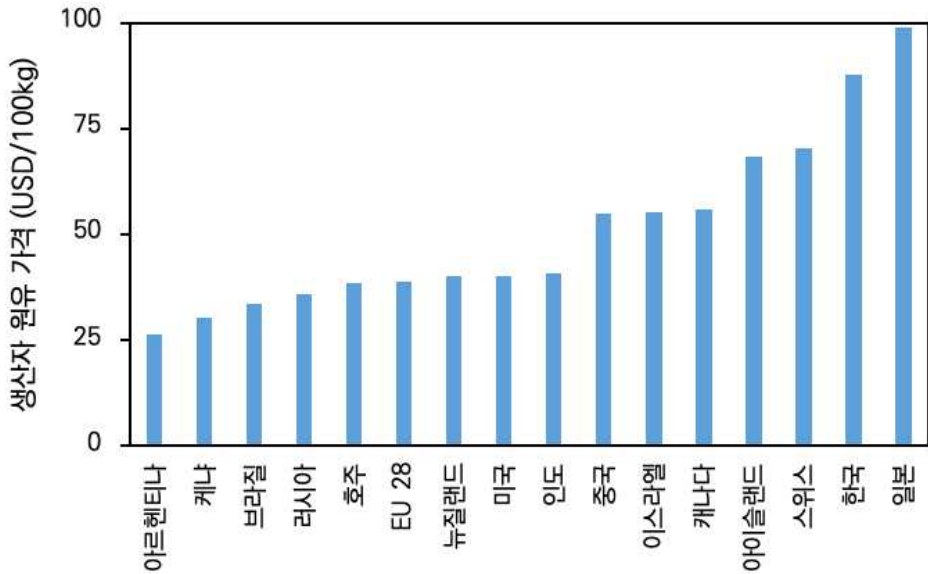
구 분	2016(a)	2017	2018	2019	2020(b)	증감률 (b-a)/a
고용노동비	1,754	1,869	1,914	2,240	2,387	36.1
자가노동비	9,899	10,300	10,844	10,969	10,827	9.4
합계	11,653	12,169	12,758	13,209	13,214	13.4

출처 : 농림축산식품부. 2021. 2020년 축산물 생산비

- <표IV-10>에 나타난 바와 같이 지난 5년간 노동비 총액은 2016년 원유 1ℓ 당 117원에서 2020년 132원으로 13.4% 증가하였다. 같은 기간 원유 생산비의 증가율이 6.5%임을 감안할 때, 노동비는 그에 비해 2배 이상 더 많이 증가하였다.
- 이는 지난 5년간 노동 시간은 적게나마 감소하였음에도 불구하고 시간당 임금은 많이 증가하였기 때문인데, 특히 고용 노동 임금의 시간당 단가의 증가가 두드러져 고용 노동비는 2016년 원유 1ℓ 당 17.5원에서 2020년 23.9원으로 지난 5년간 36.1%나 증가하였다.
- 시간당 노동 임금은 계속 증가할 것으로 예상되기 때문에 이러한 추세는 앞으로 계속 이어질 것으로 판단되며, 이에 따라 향후에도 노동비의 지속적인 상승이 예견된다.
- 따라서 원유 생산비 관리 중점 요소로써 지속적으로 상승이 예상되는 노동비를 절감하기 위한 방안 도출이 시급한 실정이다.

## V. 원유 생산비 절감방안 고찰

- 자유무역협정(Free Trading Agreement, FTA)에 따라 EU와 미국으로부터 들어오는 유제품은 2026년에 완전 무관세가 되며, 호주와 뉴질랜드도 2033년에 관세가 없어진다.
- 낙농 선진국들과의 FTA가 본격적으로 시행될 경우 낙농업 환경이 매우 취약한 우리나라의 낙농업이 가격경쟁력에서 원천적으로 불리하다는 것은 자명한 일이다.
- 원유의 생산비는 낙농가의 수익성은 물론 우유와 유제품의 가격에도 직접적인 영향을 미친다. 따라서 원유의 가격은 유제품 시장의 경쟁력을 결정짓는 가장 중요한 요소이다.
- <그림 V-1>은 국제낙농연맹(IDF, International Dairy Federation)이 2020년도 세계 주요국의 원유 100kg에 대한 생산자가격을 미국 달러로 환산하여 2021년에 발표한 자료를 그림으로 나타낸 것이다.
- <그림 V-1>에서 살펴보면 주요 낙농국의 100kg당 생산자 원유 가격은 조사국 중 아르헨티나가 26.35달러로 가장 낮았고, 호주와 뉴질랜드, 미국 등이 각각 미화 환산 38.46, 40.10, 40.23달러였으며, EU 28개 회원국의 평균 가격은 38.64달러, 그리고 이스라엘, 캐나다는 각각 55.36, 55.91달러, 아이슬랜드와 스위스가 68.31, 70.34달러로 유럽 국가에서 가장 높으며, 한국은 87.95달러로 일본의 98.81달러 다음으로 가격이 가장 높다.



자료 : The world dairy situation. 2021. Bulletin 512/2021

**<그림 V-1> 세계 주요국의 원유 100kg당 생산자 가격**

○ 특이점은 한국 생산자 원유 가격의 증가율이 매우 높다는 것인데, <표 V-1>에 나타난 바와 같이 한국의 생산자 원유가격은 2009년 대비 2020년에 38%가 증가하였다. 이는 같은 기간 41% 증가한 미국 다음으로 높은 수치였다.

**<표 V-1> 2009년 대비 2020년 주요국의 원유 100kg당 생산자 가격 변화**

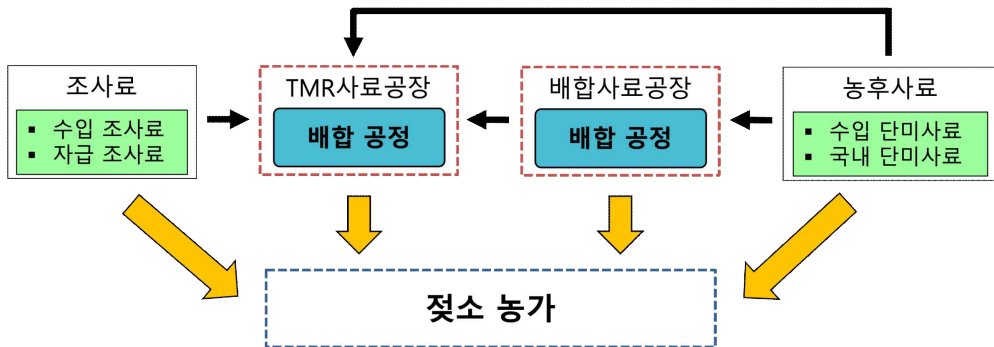
	미국	뉴질랜드	EU 28	이스라엘	스위스	한국	일본
2009년	28.50	30.18	37.16	48.88	59.65	63.52	95.64
2020년	40.23	40.10	38.64	55.36	70.34	87.95	98.81
증가율	41%	33%	4%	13%	18%	38%	3%



- 원유가격이 98.81달러로 세계에서 가장 높은 일본은 2009년 대비 가격 상승률이 3% 증가에 그쳐, 우리나라와의 가격 차이가 2009년 32.12달러에서 2020년 10.86달러로 많이 좁혀졌다.
- 비록 신선도와 안전성이 생명이며 부패성이 강한 원유의 경쟁력을 가격의 높고 낮은 것만으로 판단할 수는 없지만, 국내 소비자를 위해 생산비를 절감시키는 일은 우리 낙농업이 지향해야 할 숙명적 과제이다.
- 이에 본 장에서 국내산 원유의 생산비를 절감시키기 위한 주요 방안을 원유 생산비 관리 중점 요소를 중심으로 고찰하고자 한다.

## 1. 사료비 절감

- 사료비는 사육 관리 비용의 55% 가량을 차지하며 원유 생산비 관리의 가장 중요한 중점 요소이다.
- 젖소에게는 어떤 형태로 급여하든지 간에 조사료 40~60%, 농후사료 60~40%를 급여하여야 하며<sup>11)</sup>, 공급 형태는 1) 농후사료와 이를 배합한 2) 배합사료, 3) 조사료, 그리고 농후사료, 배합사료, 조사료를 모두 배합한 4) 섬유질배합사료(Total Mixed Ration, TMR)가 있다.
- 농가는 배합사료는 사료 회사로부터 완제품을 구입하고, TMR은 완제품을 구입하거나 자가 배합하며, 조사료와 농후사료는 필요한 경우 업자로부터 따로 구입하여 이용한다(그림 V-2).



<그림 V-2> 젖소 농가의 사료 종류별 공급 경로

11) 조사료의 품질이 좋을수록 조사료 공급 비율을 늘릴 수 있지만, 젖소의 생산성 유지를 위해 농후사료의 공급은 필요하다.

- 사료비는 사료 단가(원/kg)과 사료 급여량(kg)으로 계산되므로 사료비 절감을 위해서는 1) 사료 단가의 절감 또는 2) 사료 급여량의 절감이 필요하다.
- 따라서 본 장에서는 각 사료별로 사료 단가를 절감하는 방안과 젓소에게 공급하는 사료의 양을 과학적으로 절감하는 방안에 대해 고찰하고자 한다.

### 1-1. 농후사료비

- 사료로 이용되는 주요 농후사료는 곡류, 강피류, 식물성 박류, 무기물 등인데, 많은 부분(19년 73%)이 수입 원료이며 특히 가장 큰 비중을 차지하는 곡류는 90% 이상 수입에 의존한다.
- 젓소 농가가 이용하는 농후사료는 자가 TMR의 제조를 위해 구입하는 일부를 제외하고 대부분 사료 회사에서 제조된 배합사료의 형태로 공급된다.
- 따라서 농후사료의 비용 절감 방안을 고찰하기 위해서는 젓소 배합사료의 원가 구조를 이해하는 게 필요하다. 하지만 아직까지 국내 젓소 배합사료의 원가 분석과 관련된 연구가 수행된 바 없다.
- 젓소와 달리 한우에서는 배합사료의 원가 분석에 관한 연구가 수행된 바 있으며(서 등, 2012, 2015, 2019), 젓소 배합사료의 원가 구조는 한우 배합사료와 유사하므로 본 장에서는 서 등(2019)의 보고서를 일부 발췌, 정리하여 젓소 배합사료의 원가 구조를 살펴보고자 한다.

### 1-1-1. 배합사료의 원가 구조

- 배합사료의 원가는 크게 1) 원재료비, 2) 제조 비용, 3) 유통·판매의 3 부분으로 나눌 수 있다.
- 원재료비 부분은 중요 영양소를 공급하는 사료 원료의 비용, 즉 원재료비와 사료의 기능성을 높이는 사료첨가제 등의 부재료비 및 포장 재료비를 포함한다.
- 제조 비용은 직접 제조 경비와 간접 제조 경비로 구분하는데, 직접 제조 경비는 인건비와 사료 가공 및 제조를 위한 수도 광열비, 기계 수선비 등의 직접비, 그리고 사무용품비 등의 생산관리비가 이에 속하며, 간접 제조 경비에는 회사 운영 및 관리비가 포함된다.
- 유통 및 판매지는 제품을 제조한 이후 공장에서 출고하여 농장에 도착하기까지의 제반 비용으로서 직접 판매비, 제품 운송비와 기타 영업 외 비용이 여기에 이에 포함된다.
- <표 V-2>에는 비육용 배합사료의 원가 구조가 나타나 있다.

<표 V-2> 비육용 배합사료의 원가 구조

(단위 : 원/kg)

구분		평균	표준편차	구성비	최대-최소
권장소매가		549.7	31.1	100.0%	88.5
가격 스프레드*		123.8	14.9		46.1
매출단가		425.9	20.0	77.5%	58.5
직접판매비	장려금	29.6	8.9		27.3
	수수료	23.7	4.4		11.0
	운송비	13.4	2.5		7.4
	(소계)	66.7	14.2	12.1%	39.4
순매출가		359.2	20.5	65.3%	54.0
원부재료비	원재료비	258.2	15.7		35.5
	부재료비	10.3	2.5		7.0
	포장비	12.0	0.9		2.0
	(소계)	280.5	15.4	51.0%	33.5
IOMC		78.7	8.6	14.3%	25.0
제조비	고정비	20.0	3.3		9.0
	변동비	17.8	3.5		9.5
	(소계)	37.8	5.4	6.9%	16.5
IOPC		41.0	8.6	7.5%	24.9
판매관리비	고정비	14.6	4.6		12.0
	변동비	4.4	2.4		7.4
	(소계)	19.0	6.6	3.5%	19.4
일반관리비	고정비	13.7	2.1		6.0
	변동비	1.8	0.8		2.0
	(소계)	15.6	2.2	2.8%	6.0
(총변동비)		371.2	13.5	67.5%	36.6
(총고정비)		172.1	18.6	31.3%	56.6
영업이익		6.4	8.4	1.2%	22.7
영업외손익	이자수익	-1.0	1.0		2.3
	임대수익	-0.3	1.2		3.0
	환차수익	-0.7	1.0		2.9
	(소계)	-2.0	2.0		4.4
경상이익		4.4	8.2	0.8%	22.3
법인세등		1.4	1.6	0.3%	3.9
당기순이익		3.0	6.7	0.5%	18.4

출처: 서 등 (2019)

- 권장 소매가격에서 가격 스프레드<sup>12)</sup>(또는 매출 할인)을 제외한 전 표상의 판매 가격을 매출 가격이라 하고, 사후 지급되는 장려금, 수수료, 물류비(운송비)를 공제한 가격을 순매출 가격이라고 한다.
- 맞춤형 배합비로 생산되는 제품의 경우에는 원가 변동과 연동되는 공급가를 책정하므로 권장 소매가 또는 매출 할인과 무관하나, 규모가 그리 크지 않은 개별 구매의 경우에는 권장 소매가격을 제시하되 그 가격의 일부를 할인하는 형태로 거래가 이루어진다.
- 하지만 권장 소매가격을 높게 책정하고 할인율이 높은 회사와 권장 소매가격은 낮게 책정하고 할인율도 낮게 하는 회사가 있으므로, 할인율의 의미는 사실상 무의미하며 농장 도착도 가격이 중요하다.
- 사료 회사는 농가의 월간 구매량, 대금 결제 방식(현금, 외상 기일), 신용 상태(담보 제공이나 신용), 운송 거리 등과 함께 사양가의 영향력과 판매 확산 효과 등을 종합적으로 고려하고, 제공하는 서비스의 비용 등을 고려하여 실 공급 가격을 결정한다.
- 또한 실거래 가격은 유통경로, 즉, 직거래할 것인지, 대리점을 통할 것인지에 따라서도 달라지며, 거래 개설과 유지에 대리점의 역할이 어느 정도이냐에 따라 수수료나 장려금의 책정이 달라진다.

---

12) 권장 소매가격과 판매가격의 차이

- 젓소 농가의 경우도 사료 회사와 품목을 결정할 때 품질 대비 가격뿐만 아니라 사료 회사의 총체적 브랜드 가치, 사료 회사 직원 및 사료 대리점과의 관계, 농축협에서의 위치, 사료 회사 및 대리점에서 제공하는 각종 서비스 등을 고려한다.
- 다시 말해, 고급 자가용을 구입하는 경우와 마찬가지로 농가의 사료 구입 가격은 재료비와 제조비 이외에 브랜드, 인간 관계, 서비스 등 다양한 요인에 의해 결정되고 있으며, 자유 시장 경제 체계 하에서 이렇게 유통, 판매 과정에서 추가되는 비용을 원가 절감의 대상으로 봐야 하는지는 논란이 있다.
- 추가 비용 중 서비스 비용의 경우에는 사료 회사 혹은 대리점으로부터 서비스를 제공 받지 않아 절약한 비용만큼을 농가 스스로 교육·훈련을 통한 기술 획득에 자구 노력을 기울인 후 직접 시간, 노동, 비용을 직접 부담하거나, 지자체 또는 협동 조합을 통해 정책적으로 서비스를 지원받는 수밖에 없다. 하지만 이러한 것이 중복적 비용 발생 및 역할 분담의 효율성을 고려할 때에 경제적 효과가 높다고 말하기는 어렵다. 예를 들어, 현재도 지자체, 농협, 협회, 자조금 위원회 등에서 교육 및 기술 지원을 중복적으로 실시하고 있으나 그 실효성에 대해서는 많은 지적을 받고 있는 게 현실이다.
- 순매출 가격에서 원부재료비는 84%를 차지하며, 이를 공제한 가격을 IOMC (Income over material cost)라고 한다. 비육우 사료 제품의 IOMC는 2018년에 평균적으로 70~95원/kg이었으며, 회사별, 제품별로 상이하였다.

- IOMC에서 제조비와 관리비를 제외한 금액이 영업 이익인데, 2018년 비육우 사료 제품에서 평균 6.4원/kg 수준이었다.
- 제조비와 관리비는 고정비와 변동비로 구분되며, 고정비는 시설 투자비, 인건비 등이 포함되기 때문에 비용 절감이 쉽지 않다. 사료 회사는 OEM 등을 통해 제조 물량을 늘려 고정비를 희석하는 방법을 이용한다. 비육우 배합사료에서 고정비가 차지하는 비율은 각각 제조비와 관리비에서 53%와 88%인 것으로 나타났는데, 이는 젓소 배합사료에서도 유사할 것으로 사료된다.
- 결론적으로 배합사료 구입을 통한 농후사료의 비용 절감하기 위해서는 장기적으로는 민관이 합동으로 유통·판매·서비스 비용을 절감하기 위해 노력해야 한다. 그리고, 결국 원가에서 가장 큰 비중을 차지하는 원부재료비를 줄여야 하는데, 대부분의 단위 원료를 수입에 의존하는 바, 원료 사료 수입의 과정 및 비용을 고찰해 보고자 하자.

### 1-1-2. 농후사료의 수입 과정 및 구매 가격

- 국제 곡물 시장에서는 미국, 브라질, 아르헨티나, 호주 등의 국가들이 주요 수출국이다.
- 국제 곡물의 공급은 ABCD(ADM, Bunge, Cargill, Louis Dreyfus)라 불리는 소수의 다국적 곡물 메이저 업체에 의해 지배적으로 이루어지며(80% 이상), 이외에 스위스계 가르나사, 일 본계 젠노 그레인, 미쓰비시, 마루베니, 한국계 대우, CJ international 등이 있다.



- 1984년 이후 국내 사료 원료의 수입은 실수요자의 자율 구매를 통해 이루어지고 있다.
- 물량에 따른 구매 경쟁력 확보와 운임 절약을 위해 주로 구매 단체별 공동 구매를 실시하는데, 크게 사료협회와 농협으로 나누어지고, 사료협회는 사료협회 인천, 사료협회 부산, MFG(Major Feed mills Group), FLC(Feed Leaders Committee) 등으로 나뉘어 공동으로 사료 원료를 구매한다<표 V-3>.

**<표 V-3> 우리나라 사료 구매 단체별 소속 회원사**

구매 단체	소속 회원사	하역항
농협	농협 사료, 단위 농협 사료	모든 항구
MFG (Major Feed mills Group)	15개 회사(카길애그리퓨리나, 팜스코, 우성사료, 선진, 현대사료, 나람, 사조동아원, 참프레, 동원팜스, 사조바이오피드, 체리부로, 하림, 이지팜스, 대한사료, 동일농산)	평택항, 군산항
FLC (Feed Leaders Committee)	5개 회사(씨제이제일제당, TS대한제당, 이지바이오, 제일사료, 대주산업)	인천항, 군산항
사료협회 인천	10개 회사(대한사료, 부국사료, 서부사료, 중앙축산사료, 한일사료, 동원팜스, 흥성사료, 에이티면역, 한국유업, 남양산업)	인천
사료협회 부산	13개 회사(고려특수사료, 카길애그리퓨리나, 대한, 제일사료, 해드림, 에이스, 현대사료, 이시돌, 한담, TS대한제당, 우성사료, 서울사료, 케이씨피드)	울산항, 부산항

- 또한 사료 회사의 지리적 입지 여건에 따라 인천, 부산, 울산, 평택 항과의 근접성을 따져 2 Port, 3 Port로 인한 비용을 절감하기 위해 창구를 분산하여 구매하기도 하고, 회원사들 간의 사료 원료별 원산지 선호에 따라 분산 구매하기도 한다.
- <표 V-4>에 나타난 바와 같이, 곡류와 대두박은 파나마 운하를 통과하는 최대 규모인 파나마크 사이즈(Panamax Size)인 50,000~65,000톤 급<sup>13)</sup> 벌크선을 이용하고, 부원료인 채종박 등은 20,000~30,000톤 급 핸디 사이즈(Handy Size)급을 이용해야 하기 때문에 기본적으로 해상 운임 절약을 위해 상위 몇 개 회사를 제외하곤 공동 구매가 불가피한 실정이다.

**<표 V-4> 사료 원료별 해상 운송 단위**

사료 원료	주요 원산지	운송 단위(톤)
옥수수	북남미	69,000
소맥	우크라이나, 러시아, 미국	50,000
대두박	대부분 북남미, 중국과 인도 일부(5%)	55,000
채종박	인도	20,000
소맥피	인도네시아	6,000
팜박	인도네시아, 말레이시아	6,000
야자박	필리핀, 인도네시아	6,000

13) 65,000톤급 벌크선은 수심이 깊은 평택항으로만 입항 가능

- 사료용 원료 구매 방법은 국제 공개 경쟁 입찰(international open tender)이 주류를 이루고 있으며<그림 V-3>, 경우에 따라서는 지명 경쟁 입찰(nomination tender)과 수의 계약(negotiation)을 병행하고 있다. 또한 구매단체나 개별 기업들의 차원에서 헤징(hedging)의 수단으로 선물 거래를 이용하기도 한다.
- 국제 공개 경쟁 입찰은 구매단체에 등록되어 있는 국제 곡물상들이 국내 대리인(agent), 또는 지점(branch office)등을 통해 입찰에 참여하는 방식으로 구매 주체가 지정한 장소에서 같은 날 같은 시간에 가격을 공개하여 최저 가격을 선택하는 방법이고, 지명 경쟁 입찰은 일부 소수의 곡물상들만을 지정하여 입찰하는 방법이며, 수의 계약은 특정 공급업자와 가격 협상을 통해 조정해 나가는 방법이다.

**Subject:** NOTICE : FLC CORN TENDER

1) Bidding Time ; 1630Hours, Feb 12(Today), 2019 in K.S.T.

2) Commodity and Details

W/W Yellow Corn equivalent to US Y/C No. 3 or better in bulk

P(1) 52,000-69,000MT (5% M/L) // ETA Korea : Jun 10, 2019 // Destination :Inchon and/or Kunsan

Shipment : May 07- May 26, 2019 ex US PNW // Apr 17- May 06, 2019 ex US Gulf / B.Sea

Apr 12- May 01, 2019 ex S.Am // Apr 22-May 11, 2019 ex S.Afr

3) Remarks

\* US No. 3 or better yellow corn(Cu-Sum method)

=**CFR Flat and CFR Basis to be offered (Basis : over MAY (CK19))**

= **Seller should comply with Korean law.**

= Alternative offer acceptable at buyer's option

= Quality/Weight to be final at loading port

= Discharge port ; Draft 13Meter Max. is guaranteed

= Blacksea origin : BCFM 5% Max.

= Loading port surveyor except US origin at buyer's option at seller's account.

= Others as per KFA terms and conditions of Aug 01, 2017

**<그림 V-3> 사료용 옥수수 구매 국제 공개 입찰의 예**

- 국제 공개 경쟁 입찰인 경우에도 최저 가격이 구매자의 희망(내정) 가격과 맞지 않을 경우에는 유찰시킨 후 수의 계약을 통해 구매하거나 1개 또는 2~3개 회사에 주어진 시간 내에 다시 가격을 제시하게 하거나 재입찰을 하는 방법을 취하는 경우도 있다.
- 특히 소맥피나 식물성 박류와 같은 부원료의 경우 공급업자가 한정되어 있고, 구매에 대한 정보 공개를 꺼리는 경우에 지명경쟁 입찰이나 수의 계약을 통해 구매하는 경우도 많고, 구매자가 다수로 이루어지는 공동 구매의 경우 수의 계약 보다 공개 경쟁 입찰을 선호하게 된다.
- 이 같은 구매 방법은 해외 공급업자들이 현물 시장에서 구매자에게 해당 원료의 구매 시점에 적정 가격을 제시함으로써 구매 가격을 결정하는 방식으로 가격 등락에 따른 위험 부담은 공급업자가 선물 시장에서 보전하게 된다.
- 구매자들은 향후 가격 등락에 대한 위험 부담을 회피하기 위해서 장기 계약(long-term contract)을 취하거나 또는 선물 시장에 참여하는 방법을 택하기도 한다.
- 현물 거래든 선물 거래든 선물 시장에서 위험을 커버하는 헤징(hedging)의 주체만 다를 뿐 위험 부담은 선물 시장에서 커버한다는 점에서 별 차이가 없으나, 선물 거래의 경우 구매 단체가 공동으로 구매하는 현물 거래와 달리 직접 개별 기업이 위험을 감수해야 하기 때문에 현실적으로 선호되지 않는다.

- 현물 거래를 통해 수입 원료를 구매하는 경우에는 대부분 구매 후 3개월 이후에 원료를 인수하는 선도 계약(forward contract) 방식을 이용함. 현물 가격은 본선 인도 가격(free on board, FOB)를 기준하되 선물 가격(future price)에 베이스(basis)가 더해진 형태로 결정된다.
- FOB(Free on Board; 수출항 본선 인도) 가격이란 매도인이 사료 원료를 매수인이 지정한 선박에 적재, 본선 상에서 화물의 인도를 마칠 때까지의 일체의 비용을 가격으로 책정한 것이며, FOB 가격이 통상적인 현물 가격임.
- 원료의 운송 및 수입 단계에서 발생하는 제반 비용을 베이스(basis)라고 하는데, 베이스는 운송비, 반출입비, 보관료, 금리, 보험료 등을 합산한 비용을 말하며, 1) 현물을 판매한 시점과 선물가격과의 가격차, 2) 산지에서 수출·선적항까지의 제반 비용, 3) 선적항에서 하역항까지의 해상 운임과 보험료 등 부대 비용, 4) 하역항에서 통관, 보관, 출고 시점까지의 제반 비용, 5) 국내 화물운임으로 구분할 수 있다.
- 원료의 공급자와 구매자 간의 계약 조건 또는 구매 방식에 따라 원료의 선물 가격에 포함되는 베이스가 달라진다.
- 우리나라 대부분 사료 원료는 CNF 또는 CFR(Cost and Freight; 운임포함 인도) 가격으로 거래되는데, CNF에는 수입업자 즉, 공급업체가 선박을 수배하여 목적지에 도착까지의 제반 해상 운임이 가격에 포함된다. CNF 가격에 운임 보험을 포함한 가격을 CIF(Cost, Insurance, and Freight; 운임보험포함가)라고 하는데, 관세청에 신고하는 수입 금액은 CIF를 기준으로 한다.

- 원료의 원가 구성에서 CIF 가격 이외에 추가적으로 고려가 필요한 것은 환율과 입항에서부터 공장 도착까지의 제반 비용인데, 수입항에서 사료 공장까지의 제반 비용은 변이가 적기 때문에, 수입 단계 원가의 가장 큰 요인은 CNF(또는 CIF)와 환율이며, 이 둘에 대한 정보는 모두 공개되고 있다.
- 위와 같이 국내의 수입 원료 구매는 '구매 단체를 통한 공동 구매'라는 세계 어느 나라에서도 찾아보기 어려운 독특한 구조와 특징을 가지고 있다. 이를 통해 다음과 같은 이점을 얻을 수 있다.
  - 다량 구입으로 인한 해상 운임 절약
  - 한 회사가 여러 구매 단체에 소속됨에 따른 가격 투명성
  - 공개 입찰을 통한 가격 경쟁력 확보
- 특히 구매량이 적을 때는 물론이고 단위 구매량이 많은 경우에도 공급 가격이 올라갈 수 있는데, 우리 나라 사료 회사는 공동 구매를 통해 최적의 단위 구매량을 유지함으로써 가격 경쟁력을 확보하고 있다.
- 구매 단체를 통한 공동 구매의 단점으로는 여러 주체가 참여하기 때문에 의사 결정에 어려움이 있을 수 있다는 것이다. 하지만 현물 거래를 하는 상황에서 한 회사가 여러 구매 단체에 속해 있어 가격 투명성이 높기 때문에 현실에서는 의사 결정에 큰 어려움이 없다.

- 한편, 공동 구매는 선물 시장에 직접 참여하기 어려우며 가격 탄력성에 대응하기 위해 개별 업체가 선물 시장에 참여해야 한다는 의견도 있다(김종진 등, 2017).
- 그러나, 국내에서는 구입한 수입 원료가 배합사료의 제조에 이용되는 데까지 걸리는 시간, 즉 파이프라인이 길며, 지금 구매 계약을 체결한 원료는 실제로는 3~6개월 이후에 사용할 원료이다. 따라서 비록 선물 거래 방식으로 이익을 볼 수도 있지만 파이프라인이 긴 경우에는 가격 변동성이 큰 사료 원료의 미래 가격을 예측하기 어려워 큰 손해도 볼 위험성도 크다.
- 따라서 사료 회사들은 공동 구매를 통해 사료 원료를 구매하면서 향후 가격 상승이 예상될 경우 장기 구매 계약(long-term contract)을 함으로써 미래의 가격 상승에 대한 위험부담을 회피해 나가는 방법을 이용하고 있다.
- 결론적으로 우리나라는 농후사료의 많은 양을 수입에 의존하고 있기 때문에 자가 생산을 하는 나라에 비해서는 그 비용이 비싸지만 사료 회사들의 자구 노력에 의한 효율적인 전략으로 인해 상대적으로 저렴한 비용으로 구매를 하고 있다.
- 이에 대한 증거로 우리나라와 마찬가지로 대부분의 사료용 원료를 외국에서 수입해 오지만 다른 전략을 구사하는 일본에 비해 우리나라의 배합사료 가격이 더 저렴하다. 김종진 등(2017)에 따르면, 2012~2016년 우리나라 젖소용 배합사료의 평균 가격이 kg 당 497원인데 반해, 일본은 동기간 평균 718원으로, 일본에 비해 우리나라가 32% 저렴한 것으로 나타났다.

- 일본은 식관법과 사료 수급 안정법 등에 기초를 두고 대맥, 소맥 등의 사료 곡물은 정부의 관리 하에 두며, 옥수수, 수수 등은 완전 자유화 하되, 일본 농협인 젨노(全農)가 현지 생산자 단체로부터 직접 구매하거나 일반 사료 공장이 일본의 종합 상사들을 통해 수입한다.
- 일본의 종합 상사들은 현지 농민들로부터 곡물을 직접 구매하거나 선물 시장에 참여하여 사료 원료를 확보하며, 미국 내 주요 곡물 생산 지역에 생산지 엘리베이터(country elevator)와 미시시피강 하류 및 서해안(PNW) 수출항에 터미널 엘리베이터(terminal elevator)를 확보함에 따라 곡물 메이저로써 성장하였다.
- 즉, 일본은 정부의 관리와 함께 선물 거래 등을 활용하고 현지에 여러 기반을 마련했음에도 불구하고 우리나라보다 더 비싼 사료 가격을 유지하고 있다.
- 따라서 일본을 본받아 정책을 수립하고 선물 거래를 확대해야 한다는 주장은 논리적 타당성이 미흡하며, 현재 국내 사료 원료의 구매 방식은 그보다 경제적이고 효율적이라 할 수 있다. 그러므로 사료 원료를 국내에서 생산할 수 없는 한, 농후사료 비용을 추가 절감하는 것은 현실적으로 매우 어려울 것으로 생각된다.
- 실제로 2016년 대비 2020년의 원유 100ℓ 당 사료비 증가율은 4.3%로 동기간 소비자물가지수 증가율 4.4%에도 못 미친다.<sup>14)</sup>

---

14) 통계청, 「소비자물가조사」 - 2020년 100% 대비 2016년 소비자물가 총지수 95.8%



- 다만, 코로나 사태가 발생한 지금처럼 사료비의 상승 요인인 국제 곡물가, 유가, 해상 운임 및 환율이 오르면 이에 따른 충격이 고스란히 낙농가에게 전해지므로 그 충격을 완화할 수 있는 정책적 장치가 마련될 필요가 있다.

## 1-2. 조사료비

- 조사료란 식물의 잎이나 가지로 이루어져 지방, 단백질, 전분 등의 영양소 함량이 적고 중성세제 섬유소(Neutral Detergent Fiber, NDF)의 함량이 적어도 30% 이상이 되는 사료 자원을 말한다.
- 초식동물인 젖소는 조사료를 반드시 섭취해야 하므로, 조사료는 사료 중 40% 이상 포함되어야 하며, 그 비율은 조사료의 품질에 따라 증가될 수 있다.
- <표 V-5>은 2010년 이후 2020년까지 국내 초지 및 사료작물 재배면적 추이를 나타내고 있음.
- 국내에서 양질의 목초를 재배하는 초지 면적은 지속적으로 소폭의 감소 추이를 보이는 바, 초지관리 면적은 2000년에 52천ha였던 초지관리 면적이 2010년 39.4천ha로 감소하였고, 2020년에는 32.6천ha로 감소되었음.
- 상대적으로 사료작물 재배 면적은 꾸준히 증가하고 있는데, 특히 논에 벼를 재배한 다음 이어 사료 작물을 재배하는 답리작을 중심으로 증가하여 2010년 72.8천ha가 2020년에 111.8천ha로 지난 10년간 54% 증가함. 이는 조사료 증산의 필요성에 대한 농가의 인식 증대와 정부의 적극적인 조사료 증산 의지에 따른 지원책 강화조치에 기인된 것으로 추정됨.

<표 V-5> 초지 및 사료작물 재배면적

(단위 : 천ha)

구 분		2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
초지관리 면적		39.4	35.1	34.5	34.0	33.5	32.8	32.6
사료작물 재배면적	논	46.9	38.4	47.2	40.6	61.0	62.1	71.6
	밭	25.9	27.3	32.6	33.0	35.8	38.6	40.3
	소계	72.8	65.7	79.8	73.7	96.7	100.7	111.8
계		112.2	100.8	114.3	107.7	130.2	133.5	144.4

자료 : 농림축산식품부, 2022. 2021년 농림축산식품 주요통계.

### 1-2-1. 조사료 공급 현황

- 국내 조사료 공급량은 국내 소 사육 두수의 증가에 따라 꾸준히 증가하여, <표 V-6>에 나타난 바와 같이 총 소요량이 2010년 5,033천 톤에서 2019년 6,050천 톤으로 20.2% 증가하였다.
- 국내산 조사료 생산량은 2010년 4,127천 톤에서 2019년 4,872천 톤으로 18.1% 증가하였고, 전체 소요량 중 국내산 자급 조사료의 비율은 80% 수준을 유지하고 있다.
- 전통적으로 담수작에 의한 쌀농사를 주로 해 온 우리나라에는 목초지가 부족하여, 축산선진국들과 달리 양질의 목초 생산이 어려운 실정이다. 국내산 목초의 공급량은 2010년 273천 톤에서 2019년 230천 톤으로 지속적으로 감소하는 실정이다.

- 국내산 조사료 중 과거 50~55%를 차지하던 벣짚의 생산량은 줄어들고, 이탈리아 라이그래스(IRG), 호밀, 수수·수단그래스 등의 비교적 양질의 사료작물의 생산량이 2010년 1,597천 톤에서 2019년 2,485천 톤으로 두드러지게(55.6%) 증가하여 국내산 조사료 중 사료작물이 차지하는 비중이 50%를 상회하게 되었다.

<표 V-6> 국내 조사료 공급량

(단위: 천 톤, %)

구분 \ 연도		연도			증감율, % (B-A)/A
		2010년(A)	2015년	2019년(B)	
자급 조사료	목초	273	246	230	-15.8
	벣짚	2,257	2,231	2,157	-4.4
	사료작물*	1,597	1,999	2,485	55.6
	총 생산량	4,127	4,476	4,872	18.1
수입 조사료	총할당 TRQ량§	734	864	961	30.9
	1214류	690	787	817	18.4
	2308류	44	77	144	227.3
	알팔파	172	186	217	26.2
	총 수입량	906	1,050	1,178	30.0
총 소요량		5,033	5,526	6,050	20.2
자급률(%)		82.0	81.0	80.5	-1.8

※동계작물 : 이탈리아라이그래스(IRG), 호밀, 청보리 등; 하계작물: 수수·수단, 옥수수, 귀리, 총채벼 등

§1214류 : 건초류(라이그래스, 수단, 오차드그래스, 티모시, 톨페스큐 짚 등); 2308류 : 옥수수숙대, 옥수수펠렛, 고구마줄기펠렛 등

자료 : 농림축산식품부. 2020. 조사료 수급 통계

- 외산 조사료의 총 수입량도 꾸준히 증가하여 2010년 906천 톤에서 2019년 1,178천 톤으로 30.0% 증가하였다. 특히 두드러진 변화는 라이그래스 수단그래스, 티모시와 같은 건초류(1214류<sup>15)</sup>)에 비해 조사료를 대체하여 섬유소를 공급할 수 있는 옥수수속대, 옥수수펠렛 등의 식물성 부산물(2308류<sup>16)</sup>)의 수입이 같은 기간에 2배이상 증가한 것이다. 이는 국내 TMR의 이용이 증가함에 따라 건초 대신 저렴한 비용으로 섬유소를 공급할 수 있는 식물성 부산물의 이용이 증가하였기 때문으로 분석된다.
- 한편, <표 V-6>는 국내 조사료 수급 상황에 대한 기초적인 정보와 동향은 제시하나, 몇 가지 이유로 정확성이 떨어지므로 수정이 필요하다.
  - 첫째, 조사료 총 소요량은 실제 조사 통계가 아니라 축산물 생산비의 조사 결과를 근거로 산출된 사료 급여량에 사육 두수와 예상 조사료·농후사료(조농)비율을 곱하여 산출된 값이다. 따라서 예상 조사료 수요량이므로 실제 공급량과는 차이가 있다. 최근에 발표된 2021년 농림축산식품 주요통계(농림축산식품부, 2022)는 조사료 수급 통계 산출 방법을 수정하여 조사료 공급량 수치를 발표했는데, 총 조사료 공급량은 2010년 4,184천 톤, 2015년 4,430천 톤, 2019년 4,687천 톤, 2020년 4,820천 톤으로 <표 V-6>에 비해 평균 20% 낮은 수치이다. 이는 조농비율을 낮게 평가하게 됨에 따른 결과이다.

---

15) 수출입 품목을 분류하는 HS코드의 첫 4자리가 1214인 사료용근채류(1214.90.9090)  
 16) 수출입 품목을 분류하는 HS코드의 첫 4자리가 2308인 사료용근채류(2308.00.9000)  
 2309류 축우용배합사료 (2309.90.1040)

- 둘째, 국내산 자급 조사료의 생산량도 실제 유통되는 조사료의 공급량을 조사한 통계량이 아니라 재배 면적에 품목에 따른 면적당 평균 생산량을 곱하여 산출된 예상 수치이다. 국내산 조사료는 대부분 곤포사일리지의 형태로 유통되기 때문에 유통 과정에서 허실이 많고, 실제 농가에게 공급되는 조사료의 양과 질은 산출적인 계산과 큰 차이가 있을 수밖에 없다. 새로 수정된 조사료 수급 통계 산출 방법에서는 자급조사료 생산량의 계산 방법도 수정한 것으로 보인다.
- 셋째, 수입 조사료의 수입량에 축우용 배합사료로 수입되는 혼합 건초가 제외되어 있어 실제보다 자급률이 높게 평가되어 있다. 정부는 수입조사료 쿼터제를 실시하여 알팔파를 제외한 건초류에는 관세의 혜택을 받는 분량을 제한하고 있다. 시장에서는 건초에 약간의 옥수수 등을 섞어 축우용 배합사료로 등록한 후 쿼터제를 피해 혼합 건초를 수입·유통하고 있다. 그 물량은 상당한 것으로 예상되나 정확한 수치는 집계되지 않는 상황이다.
- 넷째, 국내산 조사료의 공급 및 자급률의 비율이 낙농 농가에는 다르게 계산되어야 한다. 젖소에게는 양질의 조사료를 공급해야 하기 때문에 벣짚과 같은 저질 조사료의 이용은 제한적이다. 2017년 한국축산경제연구원의 실태조사에 따르면, 주요 TMR 제조업체들이 국내산 조사료를 이용하는 비율은 한우는 25~70%, 젖소는 5~47%로 차이를 보인다고 한다(한우정책연구소, 2021; 재인용). 특히 조사료를 따로 급여하는 경우에는 수입산 건초를 이용하기 때문에 국내산 조사료 이용 비율은 실제로는 더 낮은 것으로 판단된다.

## 1-2-2. 조사료 수입 현황

- 단체별 계획적인 공동 구매를 실시하는 곡류 등 주요 농후사료와는 달리, 조사료는 수입창구가 매우 다양하며 알팔파를 제외한 여타 초종은 수입쿼터 범위 내에서 각 수입 주체별로 독자적으로 수입한다.
- 수입되는 주요 초종은 톨페스큐, 애뉴얼/페러니얼 라이그래스, 클라인, 블루그래스, 오차드그래스, 티모시, 연맥 건초, 알팔파(건초 및 펠릿) 등이며, 주로 미국과 호주에서 수입되고 있다.
- 조사료 구매 방법은 원칙적으로 국제공개경쟁입찰(International Open Tender) 방식이며, 자체적으로 직수입하는 조합의 경우 지명경쟁입찰(Nomination Tender)과 수의계약(Negotiation)을 병행하고 있다.
- 매년 연간 초종별·분기별 수입 쿼터량을 포함한 수입조사료 할당관세 운영 계획이 설정되면 각 구입주체는 구입 계획에 따라 거래처별 판매량이나 시장 분석을 바탕으로 공급자별 공급가격과 물량 등을 포함한 오파를 제시토록 하여 구매계약을 체결하게 된다.
- <표 V-7>은 최근 연도별 추천기관별 쿼터 배정물량을 나타내고 있다. 이를 살펴보면 2021년 전체 배정 물량은 전년과 동일한 803천 톤으로 903천 톤이었던 2016년과 대비하여 100천 톤이 감소된 물량인데, 이 중 66.7%에 해당하는 많은 부분을 농·축협(50.2%)과 농가 협회가 할당받아 관리하고 있고, 나머지는 단미사료협회와 사료협회가 각각 20.0%와 12.2%씩 배정·관리하고 있다.

<표 V-7> 수입조사료 할당관세 추천기관별 배정

(단위: 톤, %)

구 분		2019년		2020년		2021년	
		물량	비중	물량	비중	물량	비중
농 협 경 제 지 주	소 계	589,500	66.1	532,333	66.3	535,700	66.7
	농·축협*	446,199	50.1	397,951	49.6	404,320	50.2
	한우협회	59,610	6.7	49,766	6.2	50,160	6.2
	낙농육우협회	60,643	6.8	57,151	7.1	60,270	7.3
	종축개량협회	15,548	1.7	13,522	1.7	10,150	1.3
	조사료협회	7,000	0.8	6,493	0.8	5,100	0.5
	유기조사료협회	-	-	7,000	0.9	5,000	0.9
	기 타	500	0.1	450	0.1	700	0.1
한국단미사료협회		184,000	20.6	163,809	20.4	161,400	20.0
한국사료협회		109,500	12.3	99,433	12.4	98,100	12.2
한국마사회		8,500	1.0	7,425	0.9	7,800	1.1
합 계		891,500	100.0	803,000	100.0	803,000	100.0

\*한우협동조합연합회 포함

자료 : 농림축산식품부. 2020. `21년도 수입조사료 할당관세 운영 계획 (안)

- 쿼터 물량의 배정이 중요한 것은 수입 관세 및 관세율 때문인데, 우리나라는 수입하는 조사료의 관세액을 정하는데 있어 물품의 가격을 과세 표준으로 하는 종가세(Ad Valorem Duty)를 채택하고 있으며 세액을 계산할 때는 실제 수입가격 × 과세환율 × 관세율 = 관세액이 된다.

- 우리나라의 현행 관세율 중 사료원료 수입 시 적용되는 세율로는 다음 3가지가 있음.
  - 기본세율 : 비교적 장기간 적용되는 기본세율
  - 잠정세율 : 기본세율과 같은 절차를 밟아 국회의 승인을 받아 확정되는 것이며 그 적용을 정지하거나 세율을 변경하는 것은 대통령령으로 할 수 있으며 일정기간 기본세율에 대신하여 적용하는 세율
  - 할당관세율 : 관세법 제77조의 규정에 따라 대통령령으로 정한 세율로 탄력관세율에 속한다.
- 이들 관세에 대한 적용순위는 관세법 제7조 2항에 의거하여 잠정세율은 기본세율에 우선하여 적용되며 탄력관세율(할당관세율)은 기본세율과 잠정세율에 우선 적용된다.
- 현재 우리나라의 사료용 원료에 대한 관세적용은 가능한 기본관세 체계 하에서 연차적으로 기본관세율을 인하시켜 나가되, 사료용 원료 등에 대해서는 축산물 수입 개방에 따른 충격을 완화시켜 나간다는 취지하에 할당관세율과 탄력세율을 적용해 오고 있다.
- 대상품목은 사료용 근채류(1214류<sup>17)</sup>와 사료용 식물성부산물(2308류<sup>18)</sup>)로 1214류 중 자유수입품목에 해당하는 알팔파를 제외한 1214류와 2308류는 WTO TRQ(저율관세할당)와 FTA 양허물량으

---

17) 건초류(라이그라스, 수단, 오차드그라스, 티모시, 톨페스큐 짚 등)

18) 옥수수숙대, 옥수수펠렛, 고구마줄기펠렛 등



로 구성되며, 할당관세 적용 시에는 0%의 관세율을 적용받는다.

<표 V-8> 수입조사료 할당관세 적용 물량 및 관세율 표

구 분 (803천톤)	할당관세	FTA협정세율(2020년)			
		한·미	한·호	한·개	한·중
추천 물량	502천톤	200천톤	50천톤	45천톤	6천톤
추천 물량내	0%	0%	0%	0%	0%
추천 물량외	100.5%	40.2%	53.6%	40.2%	46.4%

\* 한·중 FTA 물량은 부산물

자료 : 농림축산식품부. 2020. `21년도 수입조사료 할당과세 운영 계획 (안)

- 2021년 수입조사료 할당과세 운영 계획(안)에 따르면, 우선 연간 총 물량 중 일부(70%, 562.1천 톤)를 1~3사분기에 우선 배정하여 국내산 조사료의 생산·이용 활성화를 유도하고, 이후 하반기에 유보한 물량(30%)을 국내외 조사료 작황 및 동향, 수요자의 의견을 종합하여 배정하는 방식을 이용한다.
- 기본 수요(282.8천 톤) 중 대부분(270.9천 톤)은 연간 생산량, 배합비, 보조사업 지원 및 추천 실적 등을 감안하여 TMR공장(농·축협, 사료협회, 단미사료협회, 조사료협회)에 배정하고, 한국마사회, 유기조사료협회 및 기타 수요처<sup>19)</sup>에는 수요 특성을 감안하여 연간 소요 물량(11.9천톤)을 배정한다.
- 그 외 축산농가 수요 물량(279.3천 톤)은 최근 2개년 추천 실적 및 축종별 조사료 요구량을 반영하여 배정한다. 이에 대한 결과

19) 서울대공원, 어린이대공원, 청주랜드, 대전오월드, 경기도 축산진흥센터 등

가 <표 V-7>에 나타난 것이다.

- 또한, 물량 배정은 우선 FTA 관세율할당(TRQ) 물량('21, 306천 톤)을 소진 후 남은 497천 톤에 대해 할당관세를 운영하며, 한·중 FTA 물량은 농협과 사협의 배합사료 시장점유율('19년 기준)로 배정하고, 나머지 건초(1214류)는 금차 수입조사료 배정 비율로 안분한다.
- <표 V-9>에는 관세청에서 신고 받은 연도별 HS 품목별 식물성 부산물을 제외한 조사료 수입량과 주요 수입국을 나타내었다. <표 V-9>에 나타난 바와 같이, 전량 0%의 관세율을 적용받는 알팔파는 대부분 미국에서 수입되며 210천 톤 수준을 유지하고 있다. 쿼터제와 할당관세 적용을 받는 사료용 근채류(1214류)는 미국, 호주, 캐나다 등에서 수입되며 비교적 계획된 물량에 따라 수입되고 있는 것으로 나타났다.

### <표 V-9> 조사료 수입 현황

(단위: 천 톤, %)

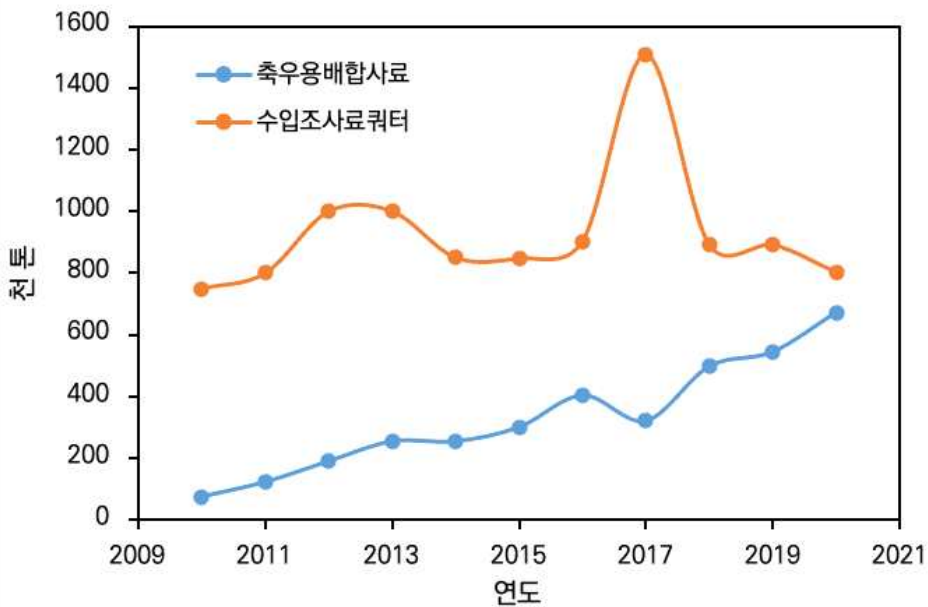
연도 구분	2018년	2019년	2020년	2020년 주요 수입국
알팔파 베일 (1214.90.9011)	220.3	217.1	210.1	미국(96%)
알팔파 펠렛 (1214.10.1000)	23.5	28.1	30.3	스페인(58), 이탈리아(38%)
사료용근채류 (1214.90.9090)	837.0	816.8	762.1	미국(73%), 호주(18%), 캐나다(5%)
축우용배합사료 (2309.90.1040)	497.4	544.2	672.8	미국(64%), 호주(15%), 베트남(8%), 중국(7%)
합계	1,578.1	1,606.3	1,675.2	

자료 : 관세청. 2021. 수출입무역 통계 - 품목별, 국가별 수출입실적

- 특이한 점은 축우용배합사료인데, 주로 미국과 호주에서 수입되고 베트남, 중국에서도 수입되며 2020년 기준 673천 톤으로 알팔파를 제외한 건초류 수입 총량의 88%에 해당할 정도로 그 수입량이 많다.
- 이에 따라 1214류의 수입량은 감소하고 있음에도 불구하고 수입 조사료의 총량은 2018년 1,578천 톤에서 2020년 1,675천 톤으로 오히려 증가하고 있는 것으로 나타났다.
- 축우용배합사료는 기본세율 4.2%, 한·미, 한·호, 한·중 FTA 협정세율로는 0% 관세율을 적용받는 품목인데, 실제로 배합사료를 수입하는 양은 매우 적기 때문에 축우용배합사료로 수입되는 물량의 많은 부분은 옥수수 등을 일부 섞은

혼합건초라 할 수 있다.

- <그림 V-4>에 나타난 바와 같이 축우용배합사료의 수입량은 최근 10여 년 동안 급증하여 수입 건초 쿼터 배정량에 육박하고 있다.
- 이는 수입조사료의 수입량을 제한하여 국내산 조사료의 이용을 늘리겠다는 정부의 의도와는 달리, 시장은 쿼터제의 맹점을 노려 수입조사료의 이용을 오히려 늘리고 있음을 나타낸다.



자료 : 관세청. 2021. 국가별 품목별 수출입통계(<http://unipass.customs.go.kr>)  
 <그림 V-4> 연도별 수입조사료 할당관세 적용 물량(쿼터 배정량)과 축우용배합사료(2309.90.1040) 수입량 변화

### 1-2-3. 정부의 조사료 정책 효과

- 우리 정부는 국내산 조사료의 생산·이용을 활성화하여 생산비

를 절감하고 축산업 경쟁력을 강화하고자 1) 수입 조사료 할당 관세 운영, 2) 조사료 생산 기반 확충 사업을 실시하고 있다.

○ 수입 조사료 할당 관세 운영에 관해서는 이미 서술하였고, 조사료 생산 기반 확충 사업은 국내산 조사료 생산, 가공, 유통 및 전문 단지 육성에 다음과 같은 지원 사업을 실시하고 있다.

- 조사료 사일리지 제조·운송비 지원 사업
- 조사료 장거리 유통비 지원
- 조사료용 기계·장비 지원
- 조사료용 종자구입 지원
- 가공·유통 시설 지원
- 조사료 전문 단지 조성 지원

○ <표 V-10>에는 조사료 생산 기반 확충 사업을 위한 연도별 재정 투입 계획을 나타내었다. <표 V-10>에서 알 수 있는 바와 같이, 정부는 조사료 생산 기반 확충을 위한 지원금으로 2014년 1,577억 원에서 2021년 802억 원으로 총 금액은 지속적으로 감소하고 있지만 여전히 많은 재정을 투입하고 있다.

○ 식량 안보와 축산업의 경쟁력 강화를 위해 국내산 조사료의 생산 기반을 확충하는 정책의 필요성에 대해서는 많은 공감감이 이루어졌다. 하지만, 조사료 생산기반 확충사업이 실제 국내 조사

료 시장에 어떤 효과를 끼쳤는지 그 실효성에 대한 연구는 미비하며, 안과 한(2016)의 연구가 유일하다.

<표 V-10> 조사료 생산 기반 확충 사업의 연도별 재정 투입 계획

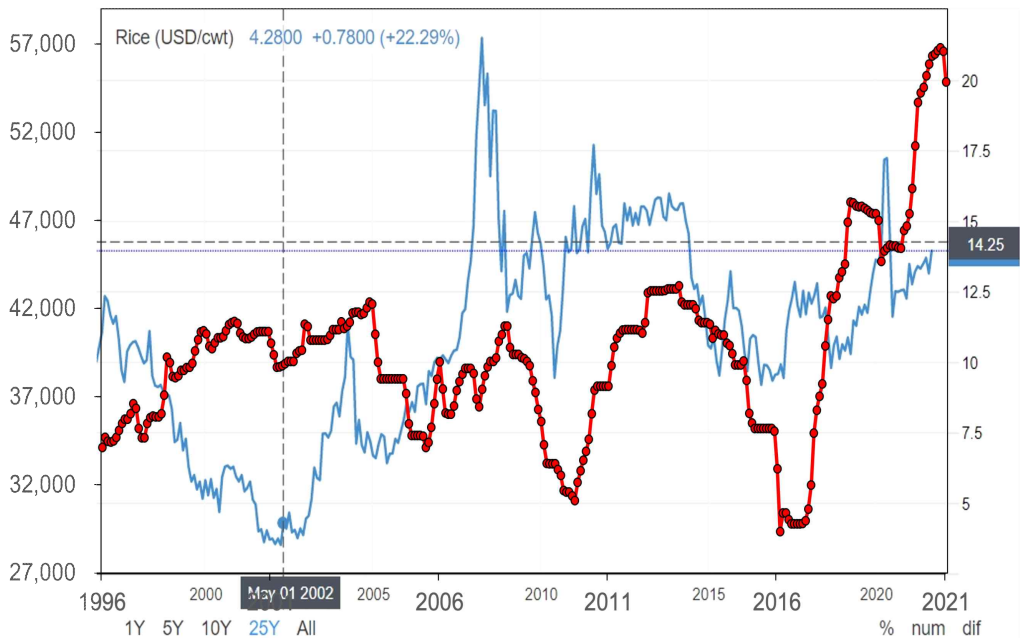
(단위 : 억 원)

구 분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
보 조	1,101	943	813	818	804	766	767	768
용 자	476	420	383	224	167	108	69	34
합 계	1,577	1,363	1,196	1,043	971	874	837	802

자료 : 농림축산식품부. 2020. `21년도 조사료생산기반확충사업 시행지침

- 안과 한(2016)은 시뮬레이션 분석을 통해, 1998년부터 2015년까지 시행된 조사료 생산 기반 확충 사업으로 인한 효과로 2015년 우리나라 조사료 자급율이 81%에 달한 것이며, 만약 정부의 지원이 없었다면 55.7%에 머물렀을 것이라고 결론지었다.
- 그러나, 안과 한(2016)의 연구는 시뮬레이션에 의한 결론이기 때문에 실증되었다고 보기 어렵다. 또한 연구의 원래 목적대로 조사료 생산 기반 확충 사업이 조사료 시장에 미친 영향을 평가하였다고 할 수는 없다.
- 따라서, 본 연구는 조사료 관련 정책이 국내 조사료의 원활한 수급을 도모하여 조사료 비용을 절감한다는 목표를 달성했다면, 국내 조사료 가격이 국제 조사료 가격의 변동에 둔감하게 반응했을 것이라는 가정하에 새로 분석을 실시하였다.

- 우선 본 가정이 적절한지를 평가하기 위해 우리나라에서 자급률이 가장 높은 것으로 알려진 쌀<sup>20)</sup>의 국제 가격과 국내 가격을 비교하여 이를 <그림 V-5>에 나타내었다. 국제 쌀 가격은 US No. 2의 시카고 선물가격이며(<http://tradingeconomics.com/commodity/rice>), 국내 쌀 가격은 중품 중도인 판매 가격(농산물유통정보)를 기준으로 하였다.



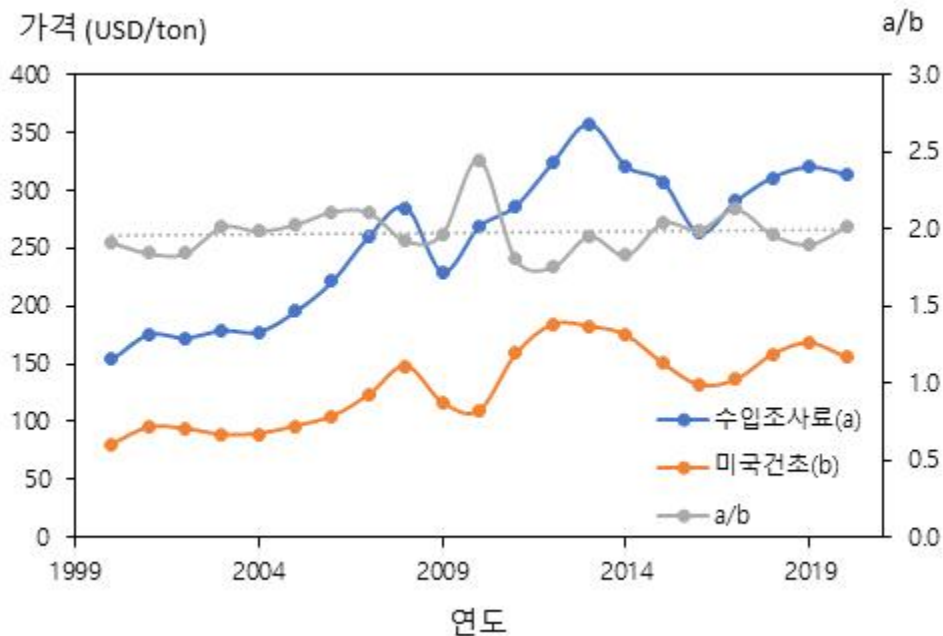
자료 : Trading economics (<http://tradingeconomics.com/commodity/rice>),  
 농산물유통정보(<http://kamis.or.kf>)

<그림 V-5> 연도별 국제 쌀 가격(US No. 2 시카고 선물가격)과 국내 쌀 가격(중품 중도인 판매 가격)의 비교

20) 2019년 쌀 자급률 92.1% (농림축산식품부, 2021)



- <그림 V-5>를 살펴보면, 국제 쌀 가격이 크게 감소한 2002년과 크게 상승한 2007년에 국내 쌀 가격은 거의 변화가 없었으며, 국내 쌀 가격은 국제 쌀 가격의 변동과는 상관관계가 적음을 알 수 있다.
- 만일 국내 조사료 시장이 안정되어 있다면 쌀과 마찬가지로 국내 조사료 가격은 국제 조사료 가격의 변동에 둔감하게 반응할 것으로 예상되므로, 쌀과 동일한 방법으로 국제 가격과 국내 가격을 비교하면 국내 조사료 시장의 안정성을 판단할 수 있을 것이다.
- 하지만 쌀이나 배합사료와 달리 현재 국내 조사료 시장 가격은 통계가 이루어지고 있지 않다. 수입 조사료의 경우에는 관세청에 신고한 수입가격이 공개되어 있어 HS 코드별 연도별 수입 가격은 알 수 있으나 시장 유통 가격은 알 수 없으며, 국내산 조사료 가격은 아예 알 수가 없다. 조사료 가격 안정은 축우 산업 및 축산업에 매우 중요하므로 조사료 시장가격에 대한 조사가 조만간 이루어지길 기대한다.
- 본 연구는 수입 조사료의 가격은 입찰에 의해 형성되므로 만일 국내산 조사료의 공급·유통이 원활히 이루어져 국내 조사료 시장이 안정되면 수입조사료의 가격 떨어질 것이라는 가정 하에 2000년부터 2020년까지 미국 국내 건초 가격과 국내에 수입된 알팔파를 제외한 건초류(1214.90.9090)의 수입 가격(CIF 가격)을 비교하였고, 이에 관한 결과를 <그림 V-6>에 나타내었다.



자료 : USDA ERS Feed Grains: Yearbook Tables

관세청 국가별 품목별 수출입통계: 수입건초(1214.90.9090)

**<그림 V-6> 2000~2020년 미국 건초가격과 국내 수입 건초 가격의 비교**

- <그림 V-6>에 나타난 바와 같이, 국내 수입조사료 가격은 미국 내 건초 가격과 매우 강한 상관관계( $r = 0.96$ )를 가지고 있어, 연도에 상관 없이 국내 수입 조사료 가격은 미국 내 건초 가격의 2배(1.98)를 유지하였다.
- 즉, 국내에 유통되는 수입 조사료의 가격은 국제 가격의 충격에 대한 완충이 전혀 없이 국제 가격에 따라 변동되는 것으로 나타났다.

- 따라서 국내 조사료 시장의 안정과 가격 절감을 목표로 지금까지 실시된 정부의 조사료 정책은 유효한 효과를 거두지 못한 것으로 판단된다.

#### 1-2-4. 조사료비 저감 방안 고찰

- 젓소 농가의 조사료비를 낮추기 위해서는 낙농가가 주로 이용하는 조사료의 가격을 낮추어야 한다.
- 낙농가가 이용하는 조사료는 볏짚 등이 아닌 양질의 조사료이며, 현재는 수입산 건초를 선호한다. 따라서 수입산 건초의 가격을 낮출 수 있는 방안을 마련해야 하는데, 입찰에 의한 자유 시장에서 공급을 조절할 수 없는 상황에서는 가격을 낮추기 위해 수요를 줄이는 수밖에 없다. 즉, 국내산 조사료에 대한 낙농가의 수요를 늘려 수입 조사료에 대한 수요를 줄이는 방법만이 가능하다. 그리고 이것은 수입조사료를 대체할 수 있는 국내산 조사료의 공급을 늘려야만 가능하다.
- 따라서 국내산 조사료의 생산기반 확충을 통해 국내산 조사료의 생산량을 늘리려는 정부 정책의 기본 방향은 옳다. 그리고 그동안 지속적으로 국내산 조사료의 생산량을 늘리는 등 소기의 목표를 달성하였다.
- 특히 「조사료 전문 단지 조성 지원 사업」은 국내산 조사료의 생산량을 효율적으로 증가시킬 수 있는 방안이다.

- 높은 토지가격과 노동력 부족 등으로 인해 개별 농가 차원에서 자체적인 조사료 생산은 사실상 불가능한 실정이며 이러한 조사료 생산의 취약성은 또한 규모 확대의 장애 요인이 되고 있다.
- 이를 개선하기 위해서는 각 지역 단위의 낙농협동조합 등의 생산자 단체가 주도하여 지역의 유희농지나 한계지, 간척지 등을 적극적으로 활용하고 평야 지대의 논을 이용하여 벼농사 대신 사료작물을 대체 입식시키는 방안도 적극 추진할 필요가 있다.
- 각 권역별 조사료 광역/특화 단지를 조성하고 기계화, 전문화, 규모화를 통해 동계와 하계에 지속적으로 사료작물을 생산하도록 한다면 국내산 조사료의 생산 및 공급량을 효과적으로 증진할 수 있을 것으로 기대되며, 정부는 이를 위해 적극적인 제도적 및 정책적으로 지원하는 방안을 지속적으로 강구하고 확대해 나아가야 한다.
- 그럼에도 불구하고 공급량을 늘리는 것만으로는 낙농가의 수입 조사료에 대한 수요를 줄이지 못한다.
- 기대와 달리 수입 건초에 대한 쿼터는 인해 수입 조사료에 대한 수요를 오히려 가중했고 이에 따라 편법으로 혼합 건초를 수입하게 되었다. 이러한 수입 건초에 대한 수요의 증가는 수입 건초 가격의 상승으로 이어질 수밖에 없고, 수입 조사료 공급물량의 제한으로 인해 어쩔 수 없이 국내산 조사료를 이용하게 되므로 국내산 조사료 가격도 함께 오르게 될 위험이 있다.

- 그러므로 조사료 쿼터 제도는 개선되어야 한다. 또한 조사료비 저감을 위해서, 조사료 정책은 국내산 조사료의 생산량을 늘리는 것뿐만 아니라 국내산 조사료에 대한 수요를 증가시키는 방향으로 이루어져야 한다. 즉 낙농가가 국내산 조사료를 선택할 수 있도록 기반을 조성해야 한다.
- 소비자가 어떤 물건을 선택하도록 하려면 그 물건이 가성비(價性比), 가격 대비 성능, 또는 가심비(價心比), 가격 대비 만족감이 좋아야 한다. 따라서 품질이 중요하다.
- 강우 횟수가 많은 우리나라는 건초를 만들기 어려운 환경이므로 국내산 조사료는 반건조한 상태의 사료작물이나 짚을 베일로 말고 폴리에틸렌 필름으로 감아 혐기 발효를 시키는 곤포사일리지 형태로 생산·유통된다.
- 원래 사일리지는 상업·유통보다는 목장에서 자체적으로 조사료를 저장하는데 적합한 방법으로, 영양소 손실과 품질의 변화가 크다(Borreani 등, 2018). 특히, 곤포사일리지는 제조 방법에 따라 영양적 변이가 심하고 발효 이상, 곰팡이 오염 등을 비롯한 품질의 변이가 크다(Coblentz와 Akins, 2018). 더욱이 이런 변이는 곤포마다 발생할 수 있다.
- 제대로 생산된 국내산 조사료(특히 옥수수사일리지와 이탈리아 라이그래스)의 품질은 수입산 건초에 비해 떨어지지 않는다(Ki 등, 2017). 그럼에도 농가들은 조사료 품질의 '3불', 품질의 불투명, 불균형, 불안정,로 인해 국내산 조사료의 이용을 꺼린다. 정부는 국내산 조사료의 '3불'을 해소하기 위한 정책을 펼쳐야 한다.

- 국내에 유통되는 조사료에 대한 품질 및 유통 관리 체계를 도입해야 한다. 전술한 바처럼 현재는 국내에 유통되는 조사료의 가격조차 조사되지 않고 있다.
- '조사료 관리원'을 설립하고 조사료 관련 전문가를 육성·배치하여 전국의 국내산 조사료의 생산 실태 및 생산량을 파악함과 동시에 품질을 평가 관리하고, 유통망 및 가격에 대한 관리를 실시해야 한다.
- 민관이 협력하여 '중앙 사료 분석 센터'를 설립하여 조사료의 영양적 가치를 정확히 분석할 수 있도록 하고, 분석기관의 공인된 품질 검정서 발급 및 조사료 등급제를 실시하여 조사료 품질에 대한 평가가 가능하도록 해야 한다.
- 가격과 품질에 대한 정보가 투명하게 공개되어야 비로소 자유로운 경쟁을 통한 시장경제가 활성화되고, 안정된 품질을 통해 국내산 조사료에 대한 수요를 창출할 수 있다.
- 국내외에서 오래전부터 조사료의 영양적 가치를 평가하는 방법으로 상대적 사료가치(relative feed value) 혹은 상대적 조사료 가치(relative forage value), 줄여서 RFV라는 지수가 있다. 상대적사료가치는 다음의 식을 이용해 계산한다.

$$\begin{aligned}
 \text{가소화 건물}(\%) &= 88.9 - (0.779 \times \%ADF) \\
 \text{건물섭취량}(\% \text{ 체중}) &= \frac{120}{\%NDF} \\
 \text{상대적 사료가치} &= \frac{\text{가소화 건물} \times \text{건물섭취량}}{1.29}
 \end{aligned}$$

- 만개기<sup>21)</sup>에 채취한 알팔파 건초의 상대적 사료가치가 100이며, 상대적 사료가치가 높을수록 조사료의 품질이 우수하나 화본과와 두과는 따로 구분하여 평가해야 한다.
- RFV는 도입된 지 오래된 지수이므로 최근에 개발된 여러 세부 분석을 실시해야 조사료의 영양적 가치를 보다 정확히 파악할 수 있는 것이 사실이다. 하지만, RFV를 분석하는 것만으로도 대략적 평가가 가능하다.
- 하지만 국내 유통되는 조사료에 대해서 이러한 평가가 제대로 이루어지고 있지 않으며, 수입조사료는 판매상에게 분석 결과를 요구하면 됨에도 불구하고 국내 수입상이 이를 요구하지 않아 수입 단계에서 수입조사료에 대한 이런 평가가 이루어지지 않고 있는 실정이다.
- <표 V-11>에는 국내에 유통되는 조사료의 영양소 함량에 대한 분석 결과를 나타내었고, 이를 이용해 RFV를 산출한 결과를 <표 V-12>에 나타내었다.

---

21) 식물 전체가 2/3이상 개화된, 성숙된 단계

**<표 V-11> 국내 유통 주요 조사료의 영양소 성분 분석 결과**

조사료	영양소 (% 건물)									
	건물 (% 원물)	CP	조지방	NDF	ADF	Ash	NDICP	ADICP	ADL	NFC
옥수수사일리지	67.44	9.85	1.70	60.56	36.19	5.87	4.35	3.81	7.02	26.38
청보리사일리지	67.50	12.53	1.56	68.14	28.51	7.04	5.17	4.20	4.54	15.90
클라인	94.31	13.15	1.46	70.69	37.92	6.44	5.95	3.75	8.52	14.22
알팔파	92.87	15.00	1.60	51.24	45.83	7.34	2.43	2.17	7.72	27.25
연맥	93.54	5.17	0.93	66.77	42.87	5.14	2.18	1.73	8.88	24.17
톨페스큐짚	95.44	4.03	0.76	81.86	54.66	6.07	2.37	1.94	7.02	9.66
티모시	94.82	8.35	1.59	70.67	45.55	6.62	3.13	1.89	9.41	15.89
벚짚	92.70	5.07	0.47	75.41	51.02	13.33	2.34	1.80	11.98	8.06

출처 : 서 등. 2012. 농후사료 및 배합사료, TMR 사료의 원가분석과 품질평가.

**<표 V-12> 국내 유통 주요 조사료의 사료 가치 평가**

조사료	최대소화가능 섬유소 (% NDF)	가소화 건물 (% 건물)	건물 섭취량 (% 체중)	상대적 사료가치
옥수수 사일리지	72.2	60.7	2.0	93.3
청보리	84.0	66.7	1.8	91.0
클라인	71.1	59.4	1.7	78.1
알팔파	63.8	53.2	2.3	96.6
연맥	68.1	55.5	1.8	77.3
톨페스큐짚	79.4	46.3	1.5	52.6
티모시	68.0	53.4	1.7	70.3
벚짚	61.9	49.2	1.6	60.6

출처 : 서 등. 2012. 농후사료 및 배합사료, TMR 사료의 원가분석과 품질평가.



- <표 V-12>에 나타난 바와 같이 국내 유통되는 조사료는 RFV가 모두 100 미만이었다. RFV가 가장 높은 알팔파도 97 정도였고, 옥수수 사일리지와 청보리사일리지와 같은 총체 곡물 사일리지는 곡류가 포함되어 있고 소화율이 높아 RFV가 높게 평가되었지만, 그 외의 건초들은 톨페스큐짚(53)~클라인(78) 정도로 매우 낮았다.
- 특히 일반적으로 양질의 조사료라고 알려지며 비싼 가격에 유통되는 티모시의 RFV가 70 정도로 낮았는데, 늦은 시기에 예취하여 제조된 티모시 건초는 이런 정도의 낮은 품질을 보일 수 있다.
- 문제는 조사료의 영양적 가치에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않는다면, 품질이 낮음에도 불구하고 티모시라는 이유만으로 가격이 비싸게 형성될 수 있고, 농가는 이에 대한 피해를 입게 될 수 있다는 것이다.
- 미국에서는 건초의 영양적 가치를 평가하여 등급을 매기고 이에 따라 유통되도록 하는데, RFV에 따른 건초 등급의 예가 <표 V-12>에 나타나 있다. 이 등급 조건표에 따르면 국내 유통되는 조사료의 품질은 3등급 이하, 주로 4, 5등급의 최하 등급임을 알 수 있다.

<표 V-13> 상대적사료가치에 따른 건초 등급표

등급	상대적사료가치(RFV)
Prime	>151
1	125 ~ 151
2	103 ~ 124
3	87 ~ 102
4	75 ~ 86
5	<75

출처 : Stokes와 Prostko. 2021. Understanding Forage Quality Analysis.

- 최근에는 상대적 조사료 품질지수(Relative Forage Quality, RFQ)라는 지수가 개발되었는데, 이 지수는 RFV와 같은 개념을 바탕으로 하되, 가소화 건물 대신 사료의 에너지 함량을 나타내는 가소화영양소총량(Total Digestible Nutrients, TDN)을 이용해 RFQ를 계산한다(Undersander 등, 2002).
- RFQ를 계산하기 위해서는 조사료의 TDN을 계산해야 하는데, 이를 위해서는 <표 V-11>에 나타나 있는 성분에 대한 분석을 실시해야 하며, 반추위액 또는 효소를 이용하여 조사료의 반추위 소화율도 분석해야 한다.
- 사료, 특히 조사료는 살아있는 '생물'이며 품종, 예취 시기, 저장 및 취급 방법, 제조·유통 과정에서 품질의 변이가 매우 크게 발생할 수 있기 때문에 꾸준히 품질 분석을 실시해야 한다.
- 그러나 현재 우리나라에는 조사료의 영양적 가치를 정확히, 빠른 시간에 분석할 수 있는 분석기관이 없는 현실이다.

- Jeon 등(2017)은 당시 국내에 지정된 11곳의 사료검정인정기관에 4종(옥수수, 대두박, 단백질, 라이그래스)의 동일한 사료에 대한 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유, NDF, ADF, 조회분, 칼슘, 인 분석을 동시에 의뢰하였다.
- 사료검정인정기관 중 분석이 가능한 기관은 8곳<sup>22)</sup>이었고, 분석에 소요된 시간은 평균 13.6일이었으며, 금액은 75,000~228,000 원으로 다양했다<sup>23)</sup>.

**<표 V-14> 사료별 8개 사료검정인정기관의 영양소 분석 결과의 평균과 변이계수**

(%건물)	라이그래스		옥수수		대두박		단백피	
	평균	변이계수*	평균	변이계수	평균	변이계수	평균	변이계수
수분	5.91	18	10.77	9	10.67	8	9.79	18
조단백질	5.95	5	8.11	3	49.12	4	20.10	4
조지방	0.94	52	4.68	11	2.82	18	4.08	13
조섬유	39.14	6	2.03	22	4.78	15	7.86	15
NDF	70.51	5	17.68	58	8.26	60	10.70	53
ADF	45.14	9	2.58	54	23.09	49	37.08	19
조회분	7.68	4	1.19	9	6.36	6	7.12	3
칼슘	0.28	35	0.01	67	0.36	5	0.27	37
인	0.09	78	0.24	29	0.60	53	1.07	24

※변이계수(%) = 표준편차 / 평균 × 100

출처 : Jeon 등(2017)

22) ANF, 충남대학교 농업과학연구소, 농업기술실용화재단, 한국사료협회 사료기술연구소, 강원대학교 동물자원공동연구소, 건국대학교 동물자원연구센터, 농협축산사료연구센터, 부경대학교 사료영양연구소

23) 현재는 국립농산물품질관리원고시(제2014-40호)에 따라 사료검사수수료를 공시하고 있으므로, 사료검정인정기관 별 분석료의 차이는 없는 것으로 기대한다.

- <표 V-14>에는 사료별 8개 사료검정인정기관에서 분석한 결과에 대한 평균과 평균대비 표준편차의 비율, 즉 변이계수를 나타내었다.
- 변이계수는 사료별, 분석 항목별로 큰 차이를 보였는데, 인, 칼슘, NDF, 조지방 순으로 그 수치가 컸다. 특히 조사료의 품질을 평가하는데 중요한 NDF와 ADF는 각각 5~60%, 9~54%의 변이계수를 보였는데, 라이그래스에서는 그 변이가 적은 편이었지만, 분석 기관별로 분석 방법의 표준화가 이루어지지 않았음을 알 수 있었다.
- 사료는 다양한 물질이 들어 있어 정확한 분석과 분석 기관과의 표준화가 어렵다.
- 그래서 ISO는 시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항(ISO/IEC 17025)을 출판하여 분석 품질 관리에 대한 지침을 제시하고 있으며(ISO/IEC, 2005), 국제연합식량농업기구(Food and Agriculture organization of The United Nations, FAO)에서도 동물사료 분석 실험실에 대한 품질 보증(The feed analysis laboratory: establishment and quality control)을 출판하여 분석 품질 관리 지침을 제공하고 있다(De Jonge과, 2013).
- 또한 해외 사료분석센터들은 National Forage Testing Association (NFTA), Feed Analysis Consortium (FeedAC)과 같은 협회를 조직하여 사료 분석의 통일성과 정확성을 확보하고자 노력하고 있다.

- 우리나라의 경우 국립농산물품질관리원이 사료검정인정기관을 주기적으로 평가하고 있으나, <표 V-14>의 결과에서 보이는 바와 같이 관리가 제대로 이루어지고 있지 않은 것으로 판단되며 이는 사료 분석에 대한 이해 및 전문성이 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 사료 및 분석 전문가로 구성된 '중앙 사료 분석 센터'의 설립과 운영이 필요하다.
- 현재 국내에는 사료검정인정기관을 비롯하여 각 사료 회사별로 중복적으로 분석 센터가 운영되고 있는데, 이렇게 산발적으로 분석이 이루어지는 경우 분석 결과의 신뢰도 관리가 어려울 뿐만 아니라 고가의 분석 장비 도입이 어려워 사료 분석에 오랜 시간이 소요될 수밖에 없다.
- 사료 분석은 사료를 배합하기 전과 후, 동물에게 사료를 급여하기 전에 분석이 완료되어야 하므로 빠른 분석 시간이 필수적이다.
- 미국에도 대형 사료 분석 센터는 CVAS, DairyOne과 같이 일부에 불과하며, 여러 대의 분석 기기를 함께 운용하여 하루에도 수 백개의 사료를 빠르게 분석하고 있다.
- 우리는 민관이 함께 협력하는 '중앙 사료 분석 센터'의 설립을 통해 사료 분석의 중앙 집중화 및 규모화를 이루어 농가가 저렴한 비용으로 빠르게 사료 분석을 실시할 수 있도록 해야 할 것이다.
- 다시 말해, 공공성을 유지하기 위해 정부가 51% 이상의 지분을 투자하고, 나머지는 농협, 사료 협회, 단미 사료 협회 등 민간 기관이 투자하여 '중앙 사료 분석 센터'를 설립하고 사료 분석의 집중화를 이루는 것이 필요하다.

- 민간 부문이 참여를 해야 하는 이유로는 민간으로부터 의뢰하는 분석 시료의 양이 많아야 시설 투자비 인건비 등의 고정비를 낮추어 센터 운영이 지속 가능하다는 점도 있지만, 민간 부문이 따로 사료 분석 센터를 운영할 필요가 없으므로 그 절감된 비용을 투자할 수 있기 때문이다.
- 과거에는 분석 기술이 마치 사료 회사의 노하우인 것처럼 오해하는 경우도 있었으나, 객관성을 유지해야 하는 화학 성분 분석 결과는 기업의 노하우가 아니며, 이러한 분석 결과를 바탕으로 영양적 가치를 판단하는 것이 기업의 노하우이다. 즉 위의 예에서 NDF, ADF를 분석하는 것은 객관적 수치로 노하우의 대상이 아니며, 이를 이용해 RFV를 산출하는 계산식이 기업의 노하우가 되는 것이다.
- '중앙 사료 분석 센터'는 기업에게 정확한 화학 성분 분석 결과를 제공하고, 기업은 믿을 수 있는 분석 결과를 바탕으로 노하우를 축적하면 된다.
- 또한 '중앙 사료 분석 센터'는 많은 양의 사료 시료를 분석함으로써 인해 분석의 정확성을 높일 수 있고, 국내 유통되는 사료들의 표준 사료 성분표를 구축하여 농가의 자가 사료 배합을 지원할 수 있으며, 표준화된 다량의 분석 결과를 활용해 NIRS(Near Infra-Red Spectrophotometry 근적외선 분광법)을 이용해 고속으로 사료 분석을 실시 할 수 있도록 주요 사료별 국가 표준 NIRS 검량식을 개발할 수 있다.

- 결론적으로 '중앙 사료 분석 센터'를 통해 조사료의 영양적 가치를 정확히 판단할 수 있는 분석 기반의 확충과 '조사료 관리원'을 통해 국내 유통되는 조사료의 생산·품질·유통 관리를 실시한다면, 국내 유통 조사료의 품질에 대한 안정성과 투명성이 확보되어 국내산 조사료에 대한 수요가 증가되고 이는 국내 조사료 가격의 안정으로 이루어질 것으로 기대된다. 또한 조사료 품질 등급제에 따른 공급과 유통을 통해 질이 낮은 조사료를 비싸게 구입하는 등의 농가의 피해를 줄일 수 있다.

### 1-3. 섬유질배합사료(TMR)비

- 젓소에게 급여되는 배합사료로는 단위가축과 마찬가지로 농후사료로 구성된 배합사료와 소의 영양소 요구량에 맞추어 조사료와 농후사료를 모두 혼합한 섬유질배합사료(Total Mixed Ration, TMR)이 있다. 일반적으로 TMR을 제조할 때에는 몇 종류의 조사료, 농후사료, 농축 배합사료를 함께 배합기에 넣고 일정 시간동안 분쇄·배합하는 방식을 이용한다.
- 배합사료 비용에 대해서는 농후사료비에서 이미 다루었으므로, 여기서는 TMR을 중심으로 살펴보고자 한다.
- 젓소는 일정 수준 이상의 조사료를 섭취해야하는데, 조사료와 농후사료를 따로 급여하는 경우 농후사료를 우선적으로 섭취하므로 과도한 농후사료의 섭취로 반추위 산중독증 등 대사성 질병이 발생하게 된다.

- 이러한 짓소의 선택적 채식을 방지하고자 고안된 사료 급여 방법이 섬유질배합사료, 즉 TMR이며 짓소의 영양소 요구량에 따라 조사료와 농후사료를 모두 함께 비빔밥처럼 배합한 사료이다.
- 최근에는 Partial Mixed Ratio (PMR)이라 하여 영양소 요구량의 일부를 배합사료를 통해 공급<sup>24)</sup>할 수 있도록 이를 제외한 만큼의 영양소를 공급하도록 배합하기도 한다.
- TMR은 우군의 영양적 특성에 맞추어 직접 자가 배합을 하는 것이 원칙이나, 일일이 원료를 수급하고, 배합비를 설계하고, 매일 TMR을 배합하는 과정이 번거로워 조합에서 공동 제조한 TMR이나 상업용 TMR을 이용하는 경우도 많다.

### 1-3-1. 구입 TMR

- 구입 TMR은 배합사료와 마찬가지로 원료의 수급, 배합·제조, 유통의 과정을 거치며, 원부재료비에 제조비 및 유통·서비스 비용을 더하여 농가에게 공급되므로 원가 구조는 <표 V-2>에 나타난 배합사료의 원가 구조와 동일하다.
- 원래의 TMR은 주변에서 구하기 쉬운 값싼 원료를 이용할 수 있기 때문에 사료비가 저렴할 수 있다는 장점이 있는데, 구입 TMR을 이용하는 경우에는 편의성을 얻는 대신에 이런 비용 절감의 장점은 살아질 수밖에 없다.

---

24) 착유 시 또는 배합사료 자동급여 장치를 따로 두어 이를 공급한다.



- 다만 TMR 제조의 규모화를 이루게 되는 경우, 재료 구입비나 고정비 측면에서 경쟁력을 갖게 되므로 자가 TMR 보다 개별 단가는 더 저렴할 수 있다. 하지만, 공장 설계 시에 예측하였던 생산량에 미달되거나 생산라인에 투입되는 적정 인원의 관리에 신축성을 발휘하기가 어려운 경우에는 사료비가 오히려 비싸지게 된다.
- 조합형 TMR 공장의 경우는 유통·서비스 비용의 비중이 상대적으로 적다. 배합비 작성은 전문가에게 용역 하는 경우가 대부분이며, 이 경우 월 100만원 내외의 컨설턴트 비용이 지불된다. 생산규모에 따라 배합비 컨설턴트 비용은 1~2원/kg에 불과한 편이며, 일부 컨설턴트가 첨가제나 원료를 알선하는 사례도 있다.
- 조합형 TMR 공장의 경우 국고보조가 30~70% 정도가 되므로, 감가상각비용은 일반 상업용 TMR 공장에 비하여 적을 것으로 예상되나, 원가산출 등에 있어서 전문적이지 않기 때문에 정확한 원가 산출을 할 수 있는 방안을 강구해야 하며, 따라서 전문 경영인을 채용하여 위탁경영하는 사례도 늘고 있다.

### 1-3-2. 섬유질배합사료 비용 절감을 위한 고찰

- 제품을 추가 가공하거나 공급 과정에서 추가의 단계를 거친다면 원가가 상승하는 것은 당연하다는 것을 잊어서는 안 된다. 조사료와 배합사료를 분리 급여하는 것보다 둘을 분쇄·배합하는 TMR 급여가 비용이 더 비싸다. 따라서 TMR을 공급함으로써 얻는 효과(사료 급여의 편이성, 반추위 안정으로 건강 증진, 섭취량 증가 등)가 비용을 상쇄하고도 남음이 있을 때 TMR 급여를 결정해야 한다.

- 또한 자가 TMR보다 구입 TMR은 추가의 유통 단계를 거치기 때문에 비용이 상승할 수밖에 없다. 자동차를 스스로 고치는 것보다 수리소에서 고치는 게 비용은 더 드는 것과 같은 이치이다. 다만 자동차를 고칠 수 있는 능력과 기구를 가지고 있어야 수리를 할 수 있는 것과 마찬가지로, 농가는 사료 배합기와 배합비 작성 능력을 갖추어야 한다.
- 하지만, 농가가 착유, 번식, 방역·질병 관리에다 경영 관리까지 해야 하는 상황에서 전문가 수준의 사료·영양 지식을 갖추고 자가 TMR을 제조한다는 것은 매우 어려운 일이다. 특히 착유두수가 적은 경우에는 더욱 힘들다.
- 이런 이유로 구입 TMR을 이용하는 비율이 높을 수밖에 없다. 하지만 우후죽순으로 늘어나는 중소 TMR 공장은 개별 농가에게 비용 상승 또는 손해의 피해를 줄 수 있어 국가적 차원에서는 큰 손실이 될 수 있다.
- 유통 단계가 증가하면서도 비용이 증가하지 않기 위해서는 충분한 양의 TMR을 생산해 원재료비와 제조비의 효율성을 높이는 수밖에 없다. 하지만 중소 TMR 공장의 난립으로 각 공장별로 손익분기를 넘는 생산 물량의 확보가 어렵게 되면, 결국 사료비를 올리거나 저품질의 TMR을 생산·공급할 수밖에 없다.
- 게다가 TMR은 특성상 다양한 원료를 사용할 수 있고, 주로 수분 함량이 많은 습식의 형태로 제조·유통되므로 품질의 변이가 크지만, 농가는 육안으로 이를 판단할 수 없다.

- <표 V-15>에는 착유우 60두를 보유한 목장에서 1kg당 500원인 TMR을 구입하였을 때, 그 TMR의 수분 함량이 25%인 경우와 30%인 경우를 비교하였다.

<표 V-15> TMR의 수분함량에 따른 사료비 비교

	TMR의 수분함량	
	25%	30%
1일 사료 건물 섭취량(kg) <sup>†</sup>	23	23
1일 사료 원물 섭취량(kg)	30.7	32.9
1일 사료비 <sup>‡</sup>	920,000	985,714
1일 사료비 차이		65,714
연간 사료비 차이		23,985,714

<sup>†</sup>산유량 30kg, 유지방 4%, 유단백 3.2% 기준

<sup>‡</sup>TMR 사료비 500원/kg, 착유우 60두 기준

- <표 V-15>에서 보는 바와 같이, 수분 함량이 다르면 공급하는 영양소(건물) 함량이 다르므로, 수분 함량이 많다면 같은 유량을 내기 위해 더 많은 사료를 먹어야 한다. 따라서 동일한 생산량에 더 많은 사료가 소요되어, 단지 5% 수분 함량의 차이에 의해 착유우 60두 규모에서는 사료비의 차이가 연간 2,400만 원에 이르게 된다.
- 이렇듯 가장 단순한 수분 함량의 차이에 의해서도 TMR의 경제적 가치가 크게 달라지며, 개별 원료사료의 영양적 변이에 의해서 더 큰 차이를 보이게 된다.

- <표 V-16>에는 서 등(2012)이 분석한 한우용 TMR 사료의 회사별 영양 가치 평가를 나타내었다. 사료의 영양소 분석 결과를 바탕으로 충남대학교 축우영양모델시스템(CNU-CNM)을 이용해 같은 조건에서 세 회사의 TMR을 한우에게 급여하였을 때, 각 단계별로 사료 단백질 수준에 따라 예상되는 일당증체량과 사료 에너지 수준에 따라 예상되는 일당증체량을 시뮬레이션 한 결과이다.

**<표 V-16> 한우용 TMR 사료의 영양모델을 이용한 회사별 TMR의 예측 성장률**

영양소 가능 성장(kg/일)	A사	B사	C사
육성기			
대사에너지	0.33	0.00	0.37
대사단백질	0.46	0.09	0.60
비육 전기			
대사에너지	0.29	0.00	0.24
대사단백질	0.64	-0.07	0.71
비육 후기			
대사에너지	0.38	0.00	0.14
대사단백질	1.18	0.45	0.85

출처 : 서 등(2012)

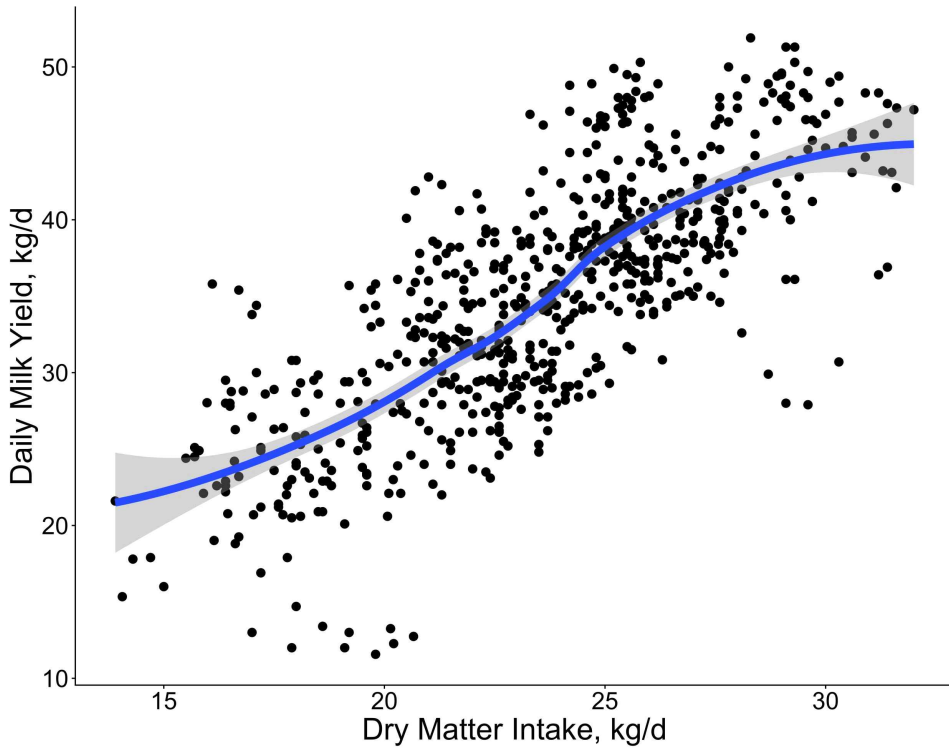
- <표 V-16>에 나타난 바와 같이 제조사별로 TMR의 영양적 가치는 큰 차이를 보이며, 심지어 한 TMR 회사의 제품은 에너지 공급 수준이 낮아서 다른 TMR과 동일한 조건에서는 성장률이 매우 떨어지는 것으로 예상되었다. 해당 제품은 다른 제품에 비해 가격이 저렴하였는데, 만일 다른 제품과 유사한 수준의 성장을 이루기 위해서는 사료 섭취량이 증가하거나 배합사료 등 추가의 사료를 공급하여야 하기 때문에 경제적으로 유리하다고 볼 수 없다.

- TMR은 제품의 특성상 그 영양적 가치를 평가하기가 더욱 어렵기 때문에, TMR은 배합사료와 마찬가지로 판매·유통 시 품질 기준을 충족하는지의 여부를 정기적으로 평가해야 한다.
- 따라서 TMR은 앞서 이야기한 ‘중양 사료 분석 센터’에서 정기적으로 분석을 실시하고, ‘조사료 관리원’에서 조사료와 함께 TMR도 관리를 해야 농가의 피해를 줄이고, 사료비를 절감할 수 있다.
- 또한 TMR을 배합하는 농가, 조합 및 단체를 위해, 생산목표에 따른 최적의 TMR 사료를 배합할 수 있도록 ‘영양 모델 시스템 및 사료 배합 프로그램’을 제작 및 보급하는 데 정부 차원의 노력을 기울여야 한다.

#### 1-4. 사료비 절감을 위한 정밀사양의 도입

- 정밀사양(precision feeding)이란 가축에게 필요한 만큼의 영양소만 공급하여 영양소의 과부족 없이 효율적이고 효과적으로 원하는 축산물을 생산하도록 가축을 사양하는 것을 말한다.
- 필요 이상으로 공급된 영양소는 동물의 생산성은 증가시키지 못하고 환경으로 배출되는 분뇨의 양만 증가시킨다.
- 정밀사양의 목표는 ‘사료 허실 감소’라고 할 수 있다. 가축은 여러 마리를 한 공간에 사육하며 그 그룹은 같은 사료를 나누어 먹는다. 하지만 한 그룹 안의 가축 사이에는 생산성, 사료 효율에 차이가 있을 수 밖에 없으며, 일부의 동물이 필요 이상으로 사료를 섭취하면 일부의 동물은 적게 먹게 되어 생산성이 저하된다.

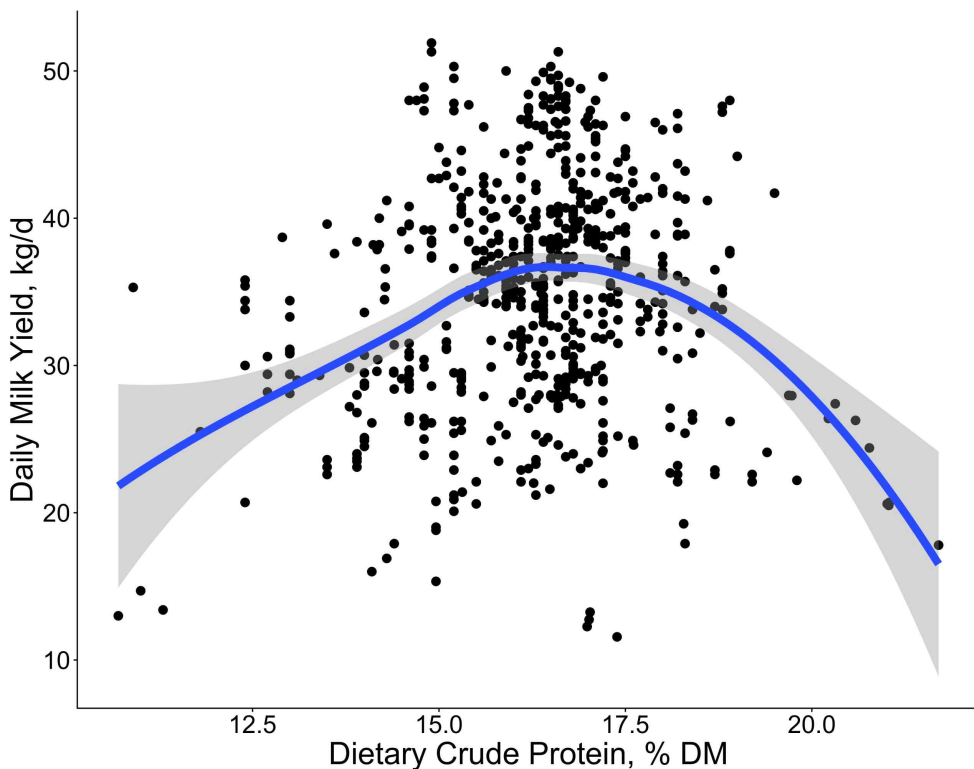
- 영양이 부족하여 산유량이 떨어지는 경우 경제적 손실이 생기게 되는데, 사료비보다 유대 수입이 더 좋은 경우에는 사료를 안전 여유(safety margin)을 두고 추가로 공급하는 것이 경제적 손실을 줄이는 방법이다.
- 따라서 평균보다 더 많은 양의 영양소를 공급하게 되는데, 보통 평균에서 표준 오차만큼을 추가한 수준으로 영양소를 공급한다 (Stallings와 McGilliard, 1984). 예를 들어 착유우의 평균 유량이 30kg이고 표준오차가 5kg이라고 하면, 우군의 유량이 35kg이라고 가정하고 그 기준으로 사료를 급여하는 것이다.
- 문제는 동물의 영양소 섭취량과 생산량은 직선의 관계가 아니기 때문에 영양소를 더 많이 먹는다고 해서 생산량이 그만큼 증가하지는 않는다는 것이다. 즉, 영양소 섭취량 증가에 따라 사료 효율은 떨어진다.
- <그림 V-7>에는 젖소의 건물섭취량과 산유량과의 관계를 나타내었다. 미국 낙농학회지에 2016년부터 2020년까지 최근 5년간 발표된 논문 중, 홀스타인 착유우를 이용해 비유 전기를 제외한 착유일 70일 이상, 309일 미만에 사양 실험을 실시한 연구 결과를 추출하여 총 675개의 관측치를 분석하였다.



<그림 V-7> 젖소 착유우의 건물섭취량과 산유량의 관계

- <그림 V-7>에 나타난 바와 같이 건출섭취량이 증가함에 따라 1일 산유량은 어느 수준(약 24kg)까지는 직선적으로 증가하나, 그 이후에는 산유량의 증가 추세가 감소된다. 다시 말해 섭취량이 증가해도 산유량이 그만큼 증가하지 않아 효율이 떨어지게 되고 결국엔 증가하지 않는 수준에 도달하게 된다.
- 또한 개체의 생리 상태 및 사료의 성상에 따라 섭취한 영양소가 우유 합성이 아니라 체지방 합성으로 이용되어, 유량은 증가하지 않고, 체중이 증가하기도 한다.

- 비만은 번식 능력을 감소시키기 때문에 산유량의 증가 없는 체중 또는 체중실지수(body condition score, BCS)의 증가는 우군의 번식효율을 악화시킬 우려가 있다. 다시 말해, 사료의 허실 이상의 피해가 야기될 수 있다.
- 영양소를 더 많이 공급하는 것이 오히려 부정적인 효과로 이어질 수 있다는 예로 사료 단백질 함량이 있다. <그림 V-8>에는 <그림 V-7>에서와 같은 자료를 이용하여 사료 내 조단백질(crude protein, CP) 함량과 1일 산유량과의 관계를 나타내었다.



<그림 V-8> 젖소 착유우의 사료 조단백질 함량과 산유량의 관계



- <그림 V-8>에 보이는 바와 같이 산유량은 어느 수준(16~17% 건물)까지는 단백질 함량이 증가할수록 증가하나, 그 이후부터는 사료 단백질이 증가함에 따라 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 영양소 공급이 많은 것이 오히려 악영향을 끼칠 수 있다는 것이다.
- 안전 여유는 변이와 불확실성에 대한 보완책이므로 만일 불확실성(변이)를 줄일 수 있다면, 즉 동물에게 영양소를 정밀하게 공급할 수 있다면, 안전여유를 적게 둘 수 있어 사료의 허실을 감소시킬 수 있다.
- Kohn (2007)은 안전 여유에 영향을 미치는 불확실성과 변이의 요인으로 1) 예상한 사료 영양소와 실제 사료 영양소의 차이, 2) 동물의 생리, 체중, 생산성 판단의 오류, 3) 영양소 요구량 예측의 오류, 4) 동물 개체간 차이, 5) 사료 공급 과정에서 발생할 수 있는 변이 등을 제시했는데, 각 요인의 변이계수(Coefficient of variation, CV)를 10%에서 2%로 줄인다면 미국의 착유우 100두 농가가 연간 미화 6,292 달러, 한화로 755만 원<sup>25)</sup>의 사료비를 절감할 수 있다고 주장하였다. 사료비가 2배 이상 우리나라에서는 사료비 절감 효과가 더욱 클 것으로 예상된다.
- 사료 허실을 줄이는 정밀사양을 위해서는 동물에게 공급되는 영양소의 과부족을 정량적으로 판단할 수 있어야 한다. 그리고 이것은 영양 모델 시스템을 통해 가능해진다.

---

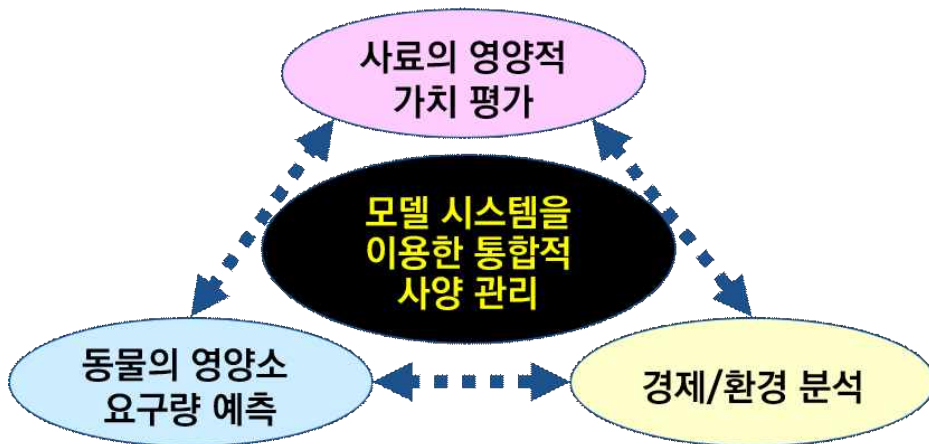
25) 원달러 환율 1,200원 기준

- 영양 모델 시스템은 가축의 생리 단계에 따라 생산 목표를 맞추기 위해 필요한 영양소 요구량을 예측하고, 가용 사료 자원의 영양적 가치를 평가하여, 사용자가 설계한 배합사료의 적합성을 평가하고, 더 나아가 최적의 배합비를 설계할 수 있도록 도와주는 시스템을 말한다. 과거에는 이를 표로 정리했기에 사양 표준이라 불리었으나, 현대에 와서는 소프트웨어의 형태로 시뮬레이션을 실시할 수 있도록 제작되기 때문에 영양 모델 시스템이라 불린다.
- 미국, 영국, 프랑스, 네덜란드를 비롯한 축산 선진국들은 오랜 시간 동안 영양 모델 시스템 개발에 큰 노력을 기울여 왔으며, 최근에도 모델을 축산 현장에 적용·평가하고, 그 결과를 바탕으로 더 나은 모델 개발을 위해 꾸준히 노력하고 있다. 미국의 NRC (NASEM) 모델<sup>26)</sup>, CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), 프랑스 INRA 모델, 네덜란드의 CVB 모델, 스칸디나비아 국가들의 NorFor 모델, 호주의 CSIRO 모델, 일본의 일본사양표준 등이 그 예이다.
- 영양 모델 시스템의 현장 적용 효과는 가히 획기적이다. 영양 모델 시스템의 하나인 CNCPS를 미국 뉴욕 주(州)의 젓소 농가에서 도입하여 5년간 실증 연구를 실시한 결과, 사료 구입액은 24.2% 감소하고, 1일 유생산량은 45.4% 증가했음에도 환경으로 배출되는 질소와 인의 배출량은 각각 27.1%, 28.2% 감소하였다(Tylutki 등, 2004).

---

26) 과거에는 National Research Council에서 발간을 했기 때문에 NRC라 불렸으나 2016년 『육우 영양소 요구량(Nutrient Requirements of Beef Cattle) 8판』부터 National Academy of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM)에서 영양소 요구량 책자를 발간한다.

- 우리나라도 국가적 차원에서 한국 가축사양 표준을 제정하고, 농촌진흥청 국립축산과학원에서 5년마다 한우, 젓소, 돼지, 가금에 대한 한국 가축사양표준과 표준사료성분표를 개정하고 있으며, 2022년에는 제4차 개정판이 출간될 예정이다.
- 다만 축종마다 모델 시스템 개발의 난이도, 복잡도가 다르며 필요성 또한 다름에도 불구하고 4개 축종에 동일한 기준을 적용한다는 문제가 있다. 따라서 가장 어렵고, 복잡하며, 국내 데이터가 부족한 젓소사양표준의 경우 시급성과 필요성이 매우 큰데도 그 개발 속도가 더딜 수밖에 없는 것이 현실이다.
- <그림 V-9>에 나타난 바와 같이, 영양 모델 시스템은 ‘동물의 영양소 요구량 예측’, ‘사료의 영양적 가치 평가’, ‘경제/환경 분석’, 이렇게 크게 3부분으로 구성된다.



<그림 V-9> 정밀사양을 위한 영양 모델 시스템의 구성 요건

- 우선 영양 모델 시스템은 동물의 생리 상태와 생산 목표에 따라 영양소의 요구량을 예측한다. 대부분의 모델 시스템은 실제로 유지 및 생산에 이용된 정미 영양소 요구량을 산출한 후에 이에 따른 대사 영양소 요구량을 구한다. 이는 생리 기능(유지, 성장, 임신, 비유 등)에 따라 대사 영양소가 실제 생리에 이용되는 효율이 다르기 때문이다.
- 영양 모델 시스템은 사료로부터 공급되는 영양소 함량을 예측한다. 사료는 종류, 성상, 급여 형태·방법 및 대상 축종에 따라 동물에게 공급하는 영양소 함량이 다르다. 예를 들어 똑같은 소 맥피가 소와 돼지에게 공급하는 에너지 함량은 다르다. 따라서 영양 모델 시스템은 각 축종별로 사료의 영양 가치를 평가하는 체계를 만들고 이에 따라 사료의 영양소를 분석하고 평가한다. 또한, 이용할 수 있는 사료들의 영양소 성분의 평균 함량을 제시하는 사료 라이브러리를 제공한다.
- 마지막으로 영양 모델 시스템은 동물의 영양소 요구량과 사료의 영양소 공급량을 통합적으로 계산하여 영양소의 과부족을 평가·판단하는 플랫폼을 제공한다. 플랫폼은 사례를 가지고 시뮬레이션을 시행하거나 최소배합비를 도출할 수 있도록 하고, 환경으로 배출되는 메탄가스, 질소, 인 등의 함량을 예측하여 환경 영양 평가가 가능하도록 한다.
- 요컨대 정밀사양을 위해서는 영양 모델 시스템 또는 사양 표준이 필수적이며, 이는 동물의 영양소 요구량과 사료의 영양소 공급량을 정확히 예측하는 것을 목표로 한다.

- 정밀사양을 위한 영양 모델 시스템을 개발하고 현장에 적용하기 위해 정부는 정책적인 지원을 아끼지 말아야 한다. 본 고에서는 정부 지원이 필요한 세가지 측면을 강조하고자 한다.
- 첫째, 각 축종별 사양 실험 시설을 구축하고 상시 운영할 수 있도록 해야 한다. 꾸준한 사양 실험을 통해 모델 개발을 위한 기초 데이터를 확보하고, 그 연구 결과를 데이터베이스화해야 한다. 특히 필요성과 파급성 및 긴 세대 간격에 따른 결과 획득의 어려움을 고려할 때, 한우와 젓소에 대한 연구 결과의 축적이 매우 절실하다.
- 둘째, 앞서 강조한 바와 같이 중앙 사료 분석 센터를 설립하고, 사료 영양소 함량 분석의 표준화를 이루는 것이 필요하다. 중앙 사료 분석 센터의 설립과 운영은 축산 농가, 사료 회사를 포함한 축산업계 전반에 걸쳐 혜택이 주어진다. 더욱이 중복 투자의 감소에 따른 사료 생산비 절감 효과도 있다.
- 마지막으로 한국형 영양 모델 시스템, 즉 한국 가축사양표준의 개정과 발전을 위해 투자와 노력을 기울여야 한다. 사양 표준은 축적된 연구 결과를 바탕으로 다수의 전문가가 철저한 상호 검토를 거쳐 제시한, 특정 상황에서의 동물의 평균 영양소 요구량과 사료의 평균 영양소 공급량에 대한 공신력 있는 기준이다. 축종별로 학계, 연구소, 업계의 전문가가 위원으로 참여하여, 각 축종 내 세션별로 최신의 연구 결과를 정리하여 배경 이론을 제시하고, 모델을 개발하여 배합비 평가, 동물의 생산성 예측 및 환경으로의 영양소 배출량을 예측할 수 있도록 한다. 예를 들어, 2021년에 출간된 미국의 젓소 사양표준은 모델을 선정하고 원고를 작성하는데에만 거의 10년의 공을 들였다.

- 현장에서 사양표준의 예측이 맞지 않는다고 이야기하는데, 그것은 당연하다. 사양표준은 평균의 평균을 제시하기 때문이다. 주사위를 던질 때 1이 나올 확률은 6분의 1이지만, 주사위를 6번 던진다고 그중 1이 꼭 한 번 나오는 것은 아니다. 공신력 있는 가이드라인은 개별 사건에 대한 예측을 담보하지 않는다. 사양표준을 실제 현장에 적용할 때는 맞춤형 수정이 필요하며, 이는 축산 농가 혹은 사료 회사의 지원팀을 포함한 현장 컨설턴트의 몫이다.
- 결론적으로 꾸준한 지원을 통해 한국형 영양 모델 시스템을 구축한다면 정밀사양을 실현하여 효과적으로 사료비를 절감할 수 있다.
- 더욱이 영양 모델 시스템은 부존 사료 자원, 대체 사료 자원의 영양적 가치 평가에 활용할 수 있으므로, 원료 사료의 다변화를 이룰 수 있어, 이를 통해 추가의 사료비 절감을 기대할 수 있다. 뿐만 아니라, 영양 모델 시스템은 향후 '탄소제로'의 목표를 이루는데 있어서도 필수적이다.

## 2. 사육 두당 원유 생산량 증대

- 앞 장에서 사육 두당 산유량을 늘리는 것이 원유 생산비 절감에 효과적인 방안이 될 것이라 설명하였다.
- 목장에서 사육하는 젖소는 후보축, 착유우, 건유우로 구분되는데, 사육 두당 원유 생산량을 증대하기 위해 착유우의 두당 산유량을 늘리는 것에는 한계가 있으므로 착유우의 비율을 높이는 것이 효과적인 방안이 된다고 결론지었다.
- 일정 수준의 원유 생산량을 유지하기 위해 필요한 후보축, 착유우, 건유우의 수를 최소화하는 것이 사육 두당 원유 생산량을 증대시키는 길이다.
- 이를 고찰하기 위해 착유우를 기준으로 두 과정을 구분하여 고찰하고자 한다.
  - 첫째, 후보축이 착유우가 되는 과정이다. 즉, 송아지가 육성우, 초임우를 거쳐 초산우가 되는 과정이며, 초산 월령을 앞당기는 것이 이 과정의 목표이다.
  - 둘째, 경산우가 착유와 건유를 반복하는 과정이다. 착유우는 다음 비유기를 위해 임신이 되어야 하고 분만 전 60일간 착유를 멈춘다. 착유우가 최고의 생산성을 유지하도록 분만 간격을 앞당기는 것이 이 과정의 목표이다.

## 2-1. 초산월령의 단축

- 2020년 한국유우균 검정 농가의 초산월령은 27.2개월이다. 홀스타인 중에서도 우리의 젖소와 유사한 유전 능력을 가진 미국과 캐나다의 초산월령은 각각 25.5, 25.0개월이며, 네덜란드는 이보다 빠른 24.6개월이다<표IV-8>.
- 우리나라의 젖소도 유전적 자질로는 초산월령을 더욱 앞당길 수 있다는 것을 유추할 수 있고, 미국과 캐나다는 젖소 두당 산유량이 11,093kg와 10,599kg로 우리보다 많기 때문에 초산월령이 늦은 것이 산유량 때문이라고 할 수 없다.
- 초산월령의 유전력은 0.086으로 낮으며 사양 관리 등 환경에 영향을 많이 받는다(Nilforooshan과 Edriss, 2004).
- Nilforooshan과 Edriss(2004)는 초산월령이 늦을수록 경제 수명과 산유량이 줄며, 24개월에 초산을 하는 것이 생산성의 측면에서 최적이라고 하였다.
- 영국에서 수행된 연구에서는 초산월령이 늦을수록 1산차 산유량은 증가하나 체세포수와 분만간격이 증가하고 생애 산유량이 감소하므로 초산월령 22~25개월의 생산성이 가장 좋다고 보고하였다(Eastham 등, 2018).
- 최근에 미국에서 수행된 연구에서도 초산월령 23~26개월령이 그보다 빨리 혹은 늦게 첫 분만을 하는 것보다 난산의 위험이 낮고, 산유량은 많고, 체세포수 줄고, 분만 간격은 짧다고 보고하였다(Atashi 등, 2021).



- 국내에서도 Sung 등(2016)은 초산월령이 24~28개월령인 경우가 24월령 이전 또는 28개월령 이후 초산을 하는 경우보다 도태율이 낮고 생애 유량이 많다고 보고하였다.
- 경제적 수익의 측면에서도 초산월령 23~24개월령이 가장 적절하다고 보고되는데, Heinrichs(1993)는 여러 연구 결과를 종합 분석한 결과 경제적 측면에서 23~24개월령에 초산을 하는 것이 가장 적합하다고 하였으며, 이후 시뮬레이션 연구에서는 다른 모든 지수는 그대로인 상황에서 초산월령을 25개월에서 24개월로 줄이는 것만으로 후보축 육성 비용을 4.3% 줄일 수 있다고 하였다(Tozer와 Heinrichs, 2001).
- Ettema와 Santos(2004)도 실제 낙농 현장의 데이터를 바탕으로 분석을 실시하여 초산월령 23~24.5개월이 그 이전 또는 그 이후에 첫 분만을 하는 것보다 도태율에서는 차이가 없으나 수정률이 높고 유방염 발병률이 낮으며 경제적 수익이 가장 좋았다고 하였다.
- 국내에서 수행된 연구에서도 초산월령 22.5~23.5개월령이 수익이 가장 높다고 하였다(Do 등, 2013).
- 결론적으로 23~24개월령에 첫 분만을 하는 것이 난산과 분만간격을 줄이고, 경제 수명과 생애 산유량을 늘려 생산성이 가장 높고, 경제적으로도 가장 이익인 것으로 보고된다.
- 초산월령을 늦추면 태어나는 송아지의 크기가 커지고, 1산차 산유량이 많아 단기적인 시각에서는 더 이익인 것으로 느껴질 수 있으나, 장기적인 안목에서 초산월령을 23~25개월령을 목표로 앞당기는 노력을 기울여야 할 것이다.

- 23~25개월령에 첫 분만을 하려면, 젖소의 임신 기간을 고려할 때, 14~16개월령에는 첫 임신이 되어야 하며, 수정 실패를 고려할 때, 첫 수정은 13개월령에는 시작해야 한다.
- 이때 주의해야 할 것은 그 월령에 도달하기만 하면 수정을 실시하는 것이 아니라, 그 월령에 적정 체중에 도달하도록 사양관리를 해야 한다는 것이다.
- 한국 젖소 사양표준은 미국의 젖소사양표준(NRC, 2001)을 근거로 각 단계별 적정 체중을 제시한 바 있다. 그것은 체성숙체중 680kg을 기준으로 첫 임신, 첫 분만, 2차 분만이 각각 체성숙체중의 55%, 82%, 92%에 이루어져야 한다는 것이다.
- 최근에 미국의 젖소사양표준은 제8차 개정판을 발표했는데, <표 V-17>에는 미국 젖소사양표준에서 최근 개정하여 제시한 젖소의 생리 단계별 적정 체중 및 일당증체량이 나타나 있다.
- 미국 젖소사양표준은 최근 유전적 개량을 근거로 홀스타인의 체성숙 체중을 680kg에서 700kg으로 높였고, 목표하는 초산월령을 22개월으로, 이에 따라 초임 시기를 13개월령으로 설정하였다. 따라서 <표 V-17>에 제시한 체중은 우리나라에 바로 적용할 수 있으나, 목표 일당증체량은 우리 실정보다는 높게 설정되어 있으므로 주의하여야 한다.

<표 V-17> 젖소의 생리 단계별 적정 체중 및 일당증체량

생리 단계	% 체성숙 체중	생체중, kg	
		홀스타인	저지
체성숙	100	700	520
출생	6	42	31
이유	12	84	62
임신	55	385	286
1산 직전	91	638	426
1산 직후	82	574	474
2산 직후	92	644	478
		일당증체량, kg	
성성숙 전	—	0.90	0.67
성성숙 후(태아·태반 제외)	—	0.69	0.51
성성숙 후(태아·태반 포함)	—	0.92	0.69
1산 비유기	—	0.19	0.14
2산 비유기	—	0.15	0.11

출처 : NASEM (2021)

- 우리 낙농 현장에서는 <표 V-17>를 참고하여, 15개월령에 체중이 385kg이 되도록 하고 사양 관리를 하고 이 시기에 초임이 될 수 있도록 번식 관리를 해야 한다. 실질적으로는 13~14개월령에 체중 350kg이 되도록 사양 관리를 하고, 이 시기에 첫 수정을 실시하는 것이 필요하다.
- 단, 이때 주의해야 할 것은 농후사료 급여량을 증가시켜 성장률을 높이는 것이 아니라, 조사료를 50~60% 이상 충분히 급여하면서 목표하는 성장률을 맞추는 것이다.

- 이를 위해서는 양질의 조사료를 급여해야 하는데, 양질의 조사료는 가격이 비싸므로, 앞 장에서 설명한 바와 같이 정밀사양을 이루어 최소의 비용으로 경제적인 사양 관리를 해야 할 것이다.
- 초산월령을 단축시키는 사양관리가 현장에서 적용이 가능한지의 여부는 당진 낙농협동조합에 구축한 육성우 전문 목장의 예에서 찾아 볼 수 있을 것이다(서울대학교, 2021).
- 연구 보고서에 따르면, 2019년 3월 29일부터 2020년 말까지 총 1,027두를 입식하고 초산월령 22개월을 목표로 사양 관리를 실시하고, 10개월부터 발정탐지기 등을 이용해 지속적으로 발정을 탐지한 결과, 초산 월령을 평균 21.8개월까지 단축시킬 수 있었다고 한다.
- TMR 급여 및 ICT 장비를 이용한 발정탐지 등의 전문적인 관리를 통해 홀스타인 육성우의 초산 월령을 목표하는 정도로 단축시킬 수 있다는 것이 현장에서 실증되었다고 볼 수 있다.
- 보고서에는 육성우 위탁사육을 통해 사료비 절감, 산유량 증가를 통해 경제적으로도 긍정적이 효과가 있었다고 제시한다.
- 다만, 연구의 결과가 체계적인 사양 및 번식 관리에 의한 것인지, 육성우 전문 목장의 구축에 의한 것인지를 구분하기 어렵고, 육성우 전문 목장의 구축 및 운영에 소요된 경비를 고려하지 않았기 때문에 실질적으로 육성우 전문 목장이 생산비를 낮추는 효과가 있는지는 평가할 수 없는 한계를 지닌다.
- 더욱이 평가를 실시한 주체가 육성우 전문 목장의 운영 단체였기 때문에 그 결과의 객관성이 담보되지 않는다.

- 따라서 해당 보고서의 결과는 체계적인 관리를 통해 육성우의 초산월령을 단축시킬 수 있다는 결론을 추론할 수는 있으나, 육성우 전문 목장의 실효성에 대한 평가를 내릴 수는 없는 것으로 판단된다.
- 앞선 국내산 조사료의 생산기반 확충 사업과 마찬가지로 정부의 공적 자금이 대거 투입되는 사업에 대한 평가가 제대로 이루어지지 못하고 있는 것이 지금의 현실인데, 객관적이고 체계적인 검증 과정을 통해 정책의 결과 및 실효성을 평가하는 절차가 시급히 마련되어야 할 것으로 생각된다.

## 2-2. 분만간격의 단축

- IV장에서 경산우 당 산유량의 증가를 위해서는 분만 간격이 감소해야 한다는 것은 이미 설명하였다.
- 만약 경산우 당 산유량이 증대된다면, 일정한 수준의 원유 생산량을 유지하는데 필요한 경산우의 마릿수가 줄어들기 때문에 생산비는 자연스럽게 감소하게 된다.
- 분만간격의 증감에 따라 목장의 1일 원유 생산량이 얼마나 변화하는 지를 알아보려고 모델을 구축하고 시뮬레이션을 실시하였다.
- 우선 경산우만을 고려하였고, 경산우는 착유우와 건유우로 구분하였다. 착유우의 각 산차별 비율과 유생산량은 <표 V-18>에 나타난 2020년 한국유우군 검정 농가의 평균으로 가정하였다.

<표 V-18> 국내 착유우의 산차별 비율(%)과 1일 평균 산유량(kg)

	1산	2산	3산	4산	5산	> 6산
비율 (%)	35.7	26.7	17.9	10.0	5.4	4.3
산유량(kg)	30.6	35.3	36.8	37.2	36.9	35.0

출처 : 농협축산경제지주. 2021. 2020년 한국유우군 능력검정 사업보고서

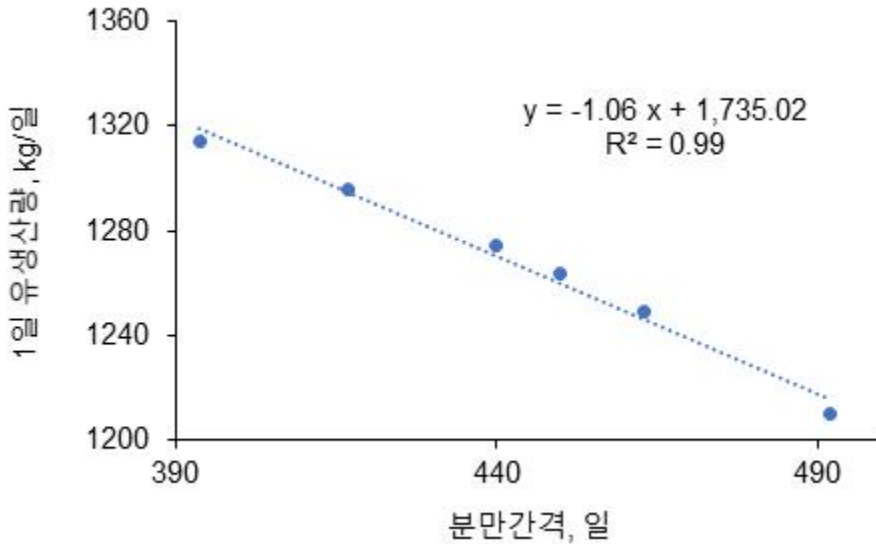
- 2020년 축산물 생산비에서 제시한 평균 농가 기준 총 경산우 두수 46.6두를 유지하도록 하였고, 다른 요인을 배제하고 분만 간격에 따른 차이만을 분석하기 위해, 산차별 도태율을 따로 산정하지 않고 각 산차별 두수 분포가 일정하게 유지되도록 시뮬레이션을 실시하였다.
- 각 산차별로 305일간 착유하는 것으로 가정하고, 분만간격에서 착유일을 제외한 일수를 건유 기간으로 가정하였으며, 건유기가 지난 후 각 산차별 비율에 따라 다음 산차로 넘어가거나 도태가 되는 것으로 하였다.
- <표 V-19>에는 분석 시나리오와 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 시나리오로 우선 2020년 검정 농가의 분만간격 평균인 463일, 검정을 실시한 각 조합별 평균 중 가장 짧은 분만간격인 450일, 가장 긴 분만간격인 492일을 선정하였다. 그리고 평균 분만간격인 463일 대비 5%, 10%, 15%를 감축한 439.9일, 416.7일, 393.6일도 시나리오에 포함시켰다.

<표IV-19> 분만 간격의 차이에 따른 젖소 산차별 분포 및 생산성

	2020년 검정결과(조합)			시나리오(평균대비 감축율)		
	평균	최소	최대	5%	10%	15%
분만간격, 일	463	450	492	439.9	416.7	393.6
평균대비 감축일	0	13.0	-29.0	23.2	46.3	69.5
분만간격, 월	15.2	14.8	16.2	14.5	13.7	12.9
착유우, 두	36.6	37.0	35.4	37.3	37.9	38.5
1산	13.1	13.2	12.6	13.3	13.5	13.7
2산	9.8	9.9	9.5	10.0	10.1	10.3
3산	6.5	6.6	6.3	6.7	6.8	6.9
4산	3.7	3.7	3.5	3.7	3.8	3.8
5산	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	2.1
6산 이상	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.7
건유우, 두	10.1	9.7	11.4	9.3	8.6	8.0
경산우, 두	46.7	46.7	46.8	46.6	46.5	46.5
유생산량, kg/일	1,249	1,264	1,210	1,274	1,296	1,314
두당 유생산량, kg/일	26.7	27.1	25.8	27.3	27.9	28.3

※ 2020년 축산물생산비 평균 농가 기준

- <표 V-19>에 나타난 바와 같이 분만간격의 증감에 따라 생산성이 없는 건유우의 평균 두수가 함께 증감하게 되고, 이에 따라 경산우 두당 유생산량 및 1일 유생산량에 변화가 생겼다.
- <그림 V-9>에는 시뮬레이션 결과로 얻은 분만간격과 1일 유생산량의 관계를 그림으로 나타내었는데, 분만 간격을 1일 감소시킴에 따라 1일 유생산량은 1.1kg 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다.



<그림 V-10> 2020년 축산물생산비 평균 농가 기준  
분만간격(일)과 1일 유생산량(kg/일)의 관계

- 예를 들어, 분만 간격을 한 발정 주기(21일)만큼 단축시킨다면, 1일 23kg의 산유량을 증가시킬 수 있고, 이는 경산우 보유 두수를 1두 가량 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 경산우의 보유 두수가 줄어들어 따라 생산비도 함께 감소하게 된다.
- 만약 현재 미국의 수준인 410일로 분만간격을 감소시킬 수 있다면 같은 양의 우유를 생산하는데 경산우 보유 두수를 2두 줄일 수 있다는 결론이 도출된다. 경산우 두수가 줄어든다는 것은 필요한 후보축의 두수도 함께 줄어들기 때문에 생산비 저감 효과는 더욱 클 것으로 생각된다.
- 다만, 분만이 지연되는 경우 건유 개시일도 함께 늦춰 착유를 계속하므로 비록 비유 후기의 낮은 산유량이라고 하더라도 실제 유생산량의 차이는 시뮬레이션보다는 적을 수 있다.



- 분만 간격을 줄이는 가장 현실적인 방법으로 ICT 기술이 탑재된 발정탐지기를 이용하여 발정탐지의 효율을 높이는 방안이 있다.
- 발정 탐지를 한 번 놓치면 발정 주기인 21일만큼 분만 간격이 길어지게 되는데, 시중에 판매되는 활용량에 근거한 발정탐지기는 발정 탐지율이 80% 이상 되므로 50% 정도만 탐지할 수 있는 육안 관찰에 비해 발정을 놓칠 확률이 적다(Steenefeld 등, 2015).
- 캐나다의 연구에 따르면, 발정탐지기를 활용한 이후에 발정기당 임신율은 15%에서 17%로 수정률은 42%에서 50%로 증가하였다고 한다(Neves와 LeBlanc, 2015).
- 분만간격을 단축시키는 일은 출산하는 송아지의 수를 늘려 부산물 수입의 증대도 가져올 수 있다. 따라서 착유우의 분만간격을 줄일 수 있도록 육종 및 개량을 포함한 착유우의 번식과 사양관리 대책에 대한 농가 및 정부 차원의 다양한 대책이 요구된다.

### 2-3. 도태율 감축 및 산차수 증대

- 한국 유우군 능력 검정 사업 보고서에 따르면, 2020년 현재 우리나라의 검정 농가의 평균 산차수 2.4산이다. <표 V-18>에 나타난 바와 같이 젖소의 산유량은 산차가 증가함에 따라 함께 증가하여 4산차에서 최고의 산유량을 보이므로, 유우군의 평균 산차수의 증대만으로도 사육 두당 원유 생산량을 증가시킬 수 있다.

- 더욱이 산차수의 증가하기 위해서는 도태율을 감축시켜야 하는데, 도태율이 감축되면 경산우 두수가 증가하게 되어 자연스럽게 이들을 대체할 후보축의 필요 두수가 감소하게 된다. 따라서 사육 두당 원유 생산량은 더욱 증가하게 되며, 이에 따라 경제적 효과가 배가 된다.
- 도태율 감소에 대한 경제적 효과에 대해서 Tozer와 Heinrichs (2001)는 시뮬레이션 분석을 통해 우군의 도태율을 25%에서 20%로 감축시키면 후보축 육성에 필요한 비용을 24.6% 줄일 수 있다고 하였다.
- <표 V-19>에는 검정 농가의 각 산차별 평균 분포가 나타나 있는데, 이를 통해 각 산차별 차등 도태율을 분석한 것을 <표 V-20>에 나타내었다. 1산차에 도태되는 비율은 25.2%, 2산차에 도태되는 비율은 33.0%이며, 3산차에 급격히 증가하여 44.1%가 도태되고 이후 산차별로 46~56%의 도태율을 보인다. 이를 이용해 계산한 평균 도태율은 39.8%였다.

**<표 V-20> 국내 착유우의 도태율**

	1산	2산	3산	4산	5산	6산	7산
차등 도태율(%)	25.2	33.0	44.1	46.0	53.7	56.0	45.5
동일 도태율(%)	39.8						

참고 : 농협축산경제지주. 2021. 2020년 한국유우군 능력검정 사업보고서

- Jeong 등(2016)은 충청지역의 2013년부터 2015년까지 충청지역 9개 목장의 젖소 826두에 대한 데이터를 분석한 결과, 1~3산의 도태율이 17.9~23.6%, 4산 이상은 40.7%였고, 평균 도태율은

29.8%로 제시하였다.

- 이들은 또한 젓소를 도태시키는 원인별 분포도 제시하였는데, 도태의 원인으로 유방염 등 유선의 이상이 23.2%로 가장 많았고, 그 다음으로 번식 장애 및 질환(21.5%), 소화기·대사성 질환(14.2%), 기립 불능(11.0%) 순이었다.

**<표 V-21> 2013년~2015년 충청지역 9개 목장의 젓소 826두의 도태 원인별 분포**

도태 원인	비율(%)
유방염 등 유선 이상	23.2
번식 장애 및 질환	21.5
소화기·대사성 질환	14.2
기립 불능	11.0
자발적 도태	10.6
발굽 질환	8.9
외상	5.3
기타	6.1

출처 : Jeong 등(2016)

- 다른 나라의 예를 살펴보면, 우선 평균 산차수가 2.8산으로 우리와 비슷한 미국의 경우 평균 도태율은 33.8%인데, 그 중 22.2%는 1산차에, 51.9%는 2~4산차, 나머지 25.9%는 5산차 이후에 도태되었다(USDA, 2018).
- 하지만, 미국에서 도태 원인은 우리와는 차이를 보이는데, 산유량 저하 등으로 자발적으로 도태되는 경우가 32.6%로 가장 많았다. 그다음으로 번식 장애 21.2%, 유방염 16.5%, 발굽 질환

환 7.2% 순이었다.

- 캐나다의 경우 평균 도태율은 32.4%이며, 그 원인으로는 유량 저하로 인한 도태나 다른 목장으로 판매하는 자발적인 도태 비율이 23.7%로 가장 많았고, 그다음으로 번식 장애 15.2%, 유방염 9.0%, 발굽 질환 6.1% 순이었다(Agriculture and Agrifood Canada, 2021).
- 젖소의 평균 수명이 5.8년으로 비교적 긴 네덜란드의 경우, 평균 도태율은 29.6%이며(Nor 등, 2014), 그 원인으로는 비육 등을 위한 자발적 도태가 30.3%, 번식 장애가 20.9%, 유방염과 유선 이상이 18.5%, 발굽 질환 15.0% 순이었다(Zijlstra 등, 2016).
- 여기에서 한 가지 주목할 점은 미국, 캐나다, 네덜란드의 경우는 국가 기관에서 젖소 목장의 도태우의 현황과 그 원인을 조사하고 파악하고 있다는 것이다.
- 젖소의 도태율 감소는 경제적, 환경적인 이유만이 아니라 동물복지와 연결된 사회적 지속가능성과도 직결된 과제이다. 도태우의 현황과 그 원인조차 파악되지 않고 있는 상황에서 이에 대한 대책을 마련할 수는 없는 것이다. 따라서 정부 차원에서 정책적 지원을 강화하여 도태율 조사 및 저감 방안 마련에 힘써야 할 것이다.
- 우리나라의 젖소 도태에 대한 실태가 정확히 파악되지 않은 상황이므로, 비록 지역과 표본수에 제약이 있으나 Jeong 등(2016)의 자료를 바탕으로 살펴보면, 우리나라에서 젖소의 도태율을 높이기 위해서는 유방염, 번식 장애, 소화기·대사성 질병을 최소화하는 게 가장 중요할 것으로 보인다.

- 도태 원인에 대한 또 다른 국내 연구(백 등, 2011)에서도 번식 장애가 34.1%로 가장 많았고, 소화·대사장애 및 질병 18.4%, 유방염 및 유선 이상 14.0%이었다. 번식 장애 중에서는 수태가 안되거나 발정이 오지 않는 경우가 대부분이었다.
- 유방염은 주로 세균에 의한 감염성 질환으로 소에서 소로 전파되는 전염성 유방염과 주위 환경에서 소로 전파되는 환경성 유방염으로 나뉜다.
- 유방염 예방 프로그램은 유방염을 조기에 검출하고 원인균을 분리하며, 원인균의 근원(오염된 착유기, 깔짚, 감염되어 있는 젖소 등)을 제거하여 전파를 방지하는데 초점을 맞춰야 한다.
- 예방 접종을 통하여 완전히 유방염을 예방할 수는 없지만 비유 초기 황색 포도상 구균의 유방염의 발생은 감소시킬 수 있다.
- 유방염의 전파를 막기 위해서는 유두를 항상 병원균과 접촉하지 않도록 유지해야 하는데, 젖소는 오염된 환경에서 사육되고 있기 때문에 이것의 완전한 분리는 불가능하다.
- 따라서 착유자의 손, 타올, 스펀지, 유두 컵 라이너 등 착유 시 원인균을 전파하는 중요한 매개물이 되는 것들을 철저히 소독하고, 주의를 기울이는 게 최선의 방지책이 된다.
- 번식 장애와 소화·대사 장애를 줄이기 위해서는 적절한 사료 급여와 사양 관리가 무엇보다도 중요한데, 이 부분에 대해서는 앞서 설명한 영양 모델 시스템 개발 및 정밀 사양의 현장 적용에 대한 정책적 지원이 무엇보다 중요하다.

### 3. 노동비 절감

- 앞의 IV장에서 살펴본 바와 같이 향후 노동비의 증가는 예견되기 때문에 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다.
- 노동비 절감 방안을 도출하기 위해서는 자가 노동비 측면과 고용 노동비 측면을 나누어 살펴보아야 한다.

#### 3-1. 자가 노동비 절감

##### 3-1-1. 규모화 및 고용 노동 증가

- 목장의 사육 규모가 커짐에 따라 노동비가 절감되는 것은 자명하다. 젖소 사육 두수가 증가함에 따라 추가로 필요한 노동 시간의 증가는 감소하기 때문에, 두당 투하되는 노동량과 노동비가 감소하기 때문이다.
- 일례로 2020년 50두 미만 농가에서는 원유 1ℓ 당 247원이 소요된 노동비가 70두 이상 100두 미만에서는 136원이 되고, 100두 이상에서는 101원으로 떨어졌다. 즉, 100두 이상의 농가에서의 원유 1ℓ 당 노동비는 50두 미만의 농가의 절반에도 못미치는 41%에 불과했다.
- 목장의 규모화는 자가 노동을 고용 노동으로 전환하는 효과를 또한 가져와 노동비를 줄이는 방안이 되기도 한다.

- 자가 노임의 단가는 고용 노임보다 높다. 따라서 현재의 원유 생산비 산정 방식에 따르면, 우선 자가 노동의 비용을 줄이는 것이 중요하며, 자가 노동을 임금이 더 낮은 고용 노동으로 전환하면 노동비를 줄일 수 있다.
- 요컨대, 낙농 경영인으로써의 전문적인 지식이나 견해가 필요하지 않는 단순 작업은 고용인을 통해 이루어지도록 하는 것이다. 예를 들어 착유, 사료 조리 및 급여, 청소 등의 많은 부분은 고용인에게 맡길 수 있는 부분이다.
- 하지만, 인력을 고용하기 위해선 일정 수준 이상의 급여를 보장해야 하며 이를 위해서는 충분한 근무 시간이 보장되어야 하므로 목장이 어느 정도 이상의 규모가 되어야 한다.
- 부부로 구성된 가족 노동을 완전히 연소시키면서 낙농을 경영할 수 있는 젖소의 사육 규모를 호당 평균 70-80두(착유우 약 40두)로 보고 있는데(박 등, 2010), 결국 목장의 규모가 이 이상은 되어야 정규 인력을 고용할 수 있다.
- 따라서 원유 생산비 절감을 위해 자가 노동비를 절감하기 위해서는 목장의 규모화가 우선되어야 한다.

### 3-1-2. 기계화 및 ICT 장비의 도입이 자가 노동에 미치는 영향

- 자가 노동비를 절감하는 또 다른 방안으로 노동 시간의 단축을 들 수 있다. 이는 기계화를 통해 작업의 효율성을 높임으로써 가능해 지는데, 최근 센서, 로봇 등 ICT(information and communication technology) 장비의 발달로 인해 이에 대한 가능성이 더욱 넓어지고 있다.
- 유럽의 보고에 따르면 로봇 기술을 도입한 결과, 착유에 드는 노동 시간을 30% 줄일 수 있었고, 사료 급여에 드는 시간은 절반으로 줄일 수 있었다고 한다(Hostiou 등, 2017).
- 그리고 무엇보다도 낙농가들은 시간의 유동성이 커지고 자신의 리듬으로 작업 일정을 조정할 수 있는 것을 로봇 기술 도입의 가장 큰 장점으로 꼽는다(Schewe 등, 2015).
- 다만, ICT 장비의 도입으로 단순 노동의 시간이 단축되는 것은 사실이나, 이로 인해 자가 노동비 및 생산비가 절감되는지는 좀 더 세심하게 따져봐야 한다.
- 우선 센서, 로봇, 기타 설비의 도입 및 기계화를 위해서는 비용을 지불해야 한다. 이는 적게는 수백만 원에서 수억 원에 달하며, 많은 초기 투자 비용이 소요된다.
- 원유 생산비 계산에서 이러한 비용은 영농시설비나 농구비에 해당하며 감가상각비로 계상된다. 즉, 취득원가(신축비용 또는 구입가격)에 기준하여 평가하고, 취득원가를 기초가격으로 하여 정액법  $[(\text{기초가액}-\text{잔존가액})/\text{내용연수}]$ 에 의해 감가상각비를 계산하되, 여기서 잔존가는 “0”으로 간주하고 있다.



- 다시 말해, 시설 및 설비 투자를 통한 기계화로 절감된 노동비는 결국 영농시설비 또는 농구비로 전가되는데, 이렇게 투자한 비용이 결국에는 생산비 절감으로 이어져 경제적으로 이익이 될 것인지에 대해서는 논란이 있다.
- ICT 기술 도입에 따른 경제성 분석 연구는 주로 로봇 착유기 도입과 관련하여 이루어졌는데, 로봇 착유기의 경우 초기 투자 비용으로 인해 일반 착유기보다 경제성이 높지 않다는 연구 결과가 다수이다.
- 네덜란드에서 실시된 농가 실증 연구에서는 인건비가 비싼 경우가 아니면 일반 착유 시스템이 더 경제적이라고 하였고(Bijl 등, 2007), 같은 연구팀의 후속 연구에서는 두 시스템이 경제적 효율성에서는 큰 차이가 없으나 로봇 착유기의 도입에 더 많은 자본금이 필요하다고 하였다(Steenefeld 등, 2012)
- 미국 연구팀의 시뮬레이션 연구에서는 로봇 착유 시스템은 로봇 착유기 1기당 착유우 50~60두를 유지하지 않는 한 일반 착유 시스템보다 경제성이 떨어진다고 하였다(Rortz 등, 2002).
- 비교적 최근의 팔라(Parlor) 시스템과의 비교 연구에서는 로봇 착유 시스템이 사육 규모가 적은 경우에 팔라 시스템에 비해 경제적이라 하였다(Salfer 등, 2017).
- 또한 노르웨이 연구팀의 연구에서는 로봇 착유기의 도입이 일반 착유기보다 경제적으로 되기 위해서는 착유 두수가 34~40두 이상이어야 하고 4년 이상을 기다려야 한다고 하였다(Hansen 등, 2019).

- 지금까지의 연구 결과를 종합해 보면, ICT 장비와 기술의 도입 및 기계화는 많은 초기 자본의 투자를 요구하기 때문에 이것이 곧 생산비의 절감으로 이어지지 않는 것으로 보인다.
- 더욱이 ICT 장비의 도입으로 자가 노동 중 단순 노동의 시간이 단축되는 것은 사실이나, 총 자가 노동 시간이 단축되는지 여부는 의문이다.
- 기계화 및 ICT 장비의 도입으로 농가에 새로운 지식과 기술을 학습해야 한다. 센서와 장비의 작동법과 그 작동 원리를 배워야 하고, 때로는 기기를 고치는 법도 익혀야 한다. 컴퓨터를 이용해 데이터를 입력하거나 소프트웨어를 운용하는 시간이 많아진다.
- 아직 국내에는 이에 대한 연구 결과가 없으나, Hostiou 등 (2017)에 따르면 로봇을 도입한 결과 줄어든 노동 시간보다 오히려 더 많은 시간을 새로운 지식과 기술을 공부하고 데이터를 입력하는데 보내야 했다고 한다.
- 요컨대, ICT 장비의 도입 및 기계화는 자가 노동비를 절감하는데에는 효과가 그리 크지 않을 것으로 보인다.
- 시설과 장비 도입으로 인해 절약된 단순 노동의 시간이 그보다 높은 질의 노동(학습과 데이터 입력 등)으로 전환되거나, 설사 노동비가 절약된다고 하더라도 그 비용을 상쇄 혹은 상회할 만큼의 시설 및 공구비가 소요되기 때문이다.
- 다만, 이것은 자가 노동비에 해당하는 것으로 고용 노동비 측면에서는 다르게 봐야할 것이다.

### 3-2. 고용 노동비 절감

#### 3-2-1. 고용 노동비 절감을 위한 기계화 및 ICT 장비의 도입

- 우리나라에서 젊은 인구의 감소는 심각하다. 20세 이상 50세 미만의 경제 인구는 2005년에는 전체 인구의 50%를 차지했으나, 이후 꾸준히 감소하여 2020년 현재 22.3백만 명으로 전체 인구의 43%에 불과하다.
- 특히 낙농업의 인력난은 시급하다. <표 V-22>에는 2011년과 2020년의 낙농경영인의 연령대 분포가 나타나 있는데, 2020년 낙농경영인 중 가장 큰 비율을 차지하는 세대는 60대로 41.7%를 차지한다. 또한 70대 이상이 5.8%나 차지한다. 이는 2011년과는 큰 차이인데, 2011년에는 50대가 56.6%로 가장 높은 비율을 차지했고, 60대는 16.6%, 70대는 0.0%였다. 즉, 고령화가 심화되고 있다.

<표 V-22> 낙농경영인의 연령대 분포

연령대	2011년	2020년
20대	1.8	0.7
30대	6.4	6.7
40대	18.6	17.8
50대	56.6	27.3
60대	16.6	41.7
70대 이상	0.0	5.8

출처 : 2020 낙농경영실태 조사 보고서

- 이런 상황이니 고용 노동력이 절실한 실정인데, 이 또한 여의치 않다. 첫째, 고용 노동을 이용하기 위해서는 우선 목장이 어느 정도 규모 이상이어야 한다. 둘째, 그렇지 않아도 인력난인데 요즘 근로자는 힘든 일을 기피하기 때문에 고용 노동인을 구하기 어렵다. 최근에는 외국인을 고용하여 이를 해결했으나, 코로나 사태로 이 또한 어려운 상황이다. 셋째, 임금이 계속 오르기 때문에 그 비용을 감당하기가 어렵다.



<그림 V-11> 2010~2021년 건설업 보통인부와 제조부문 생산직 전체 평균 노임 단가

- <그림 V-11>에는 2010~2021년 건설업 보통 인부의 노임과 제조 부문 생산직 전체 평균 노임의 변화를 나타내었다. 제조부문 생산직 근로자의 평균 노임 단가는 2010년 57,884원에서 2021년 97,779원으로 69% 인상된 반면, 건설업 보통 인부의 임금은 2010년 69,731원에서 2021년 148,510원으로 105% 인상되었다. 이에 따라 2010년에는 두 직종간 임금 차이가 11,847원이었으나 2021년에는 그 차이가 45,010원이 되어 3.8배 증가하였다.

- 이처럼 시간이 지남에 따라 고용 근로자의 임금이 증가하는 것에 더해, 힘든 노동을 꺼리는 현상이 두드러짐에 따라 육체노동의 임금은 더욱 빠르게 증가하고 있는 것이 현실이다.
- 그래서 한국인이 아닌 외국인 근로자를 고용하고 있는데, 언어·문화적 차이 및 신뢰의 문제로 인해 이 또한 만만한 일이 아니다. 더욱이 코로나 사태로 국경이 봉쇄됨에 따라 외국인의 국내 입국이 어려워 낙농 현장은 더욱 심각한 인력란에 시달리고 있다.
- 따라서 고용 노동을 대신하여 ICT 장비나 기계, 로봇을 도입하는 것은 고용 노동비 절감을 위한 대안이 되고 있다.
- Hostiou 등(2017)의 보고에 따르면, 로봇 기술을 도입한 결과 착유에 드는 노동 시간을 30% 줄일 수 있었고, 사료 급여에 소요되는 시간은 절반으로 줄일 수 있었다
- Bijl 등(2007)은 네덜란드에서 실시된 농가 실증 연구에서 로봇 착유 시스템을 도입한 결과 노동 시간을 평균 18%(약 주당 17시간) 줄일 수 있었고, 인건비가 비싼 경우에는 로봇 착유 시스템이 일반 착유 시스템이 더 경제적이라고 결론지었다.
- 현재 우리나라 정부는 기계화 및 ICT 장비 도입을 위한 정책적 지원으로 「축산 분야 ICT 융복합 확산 사업」을 실시하고 있다.

- 이는 축산 농가에 환경 관리, 사양 관리, 경영 관리를 위한 ICT 융복합 장비를 지원하는 사업으로 생산경영관리 프로그램, 환경 관리기, CCTV, 착유기, 환경 관리기, 사료빈 관리기 등을 지원한다. 이 사업에 참여하는 농가는 농림수산식품교육문화정보원의 「스마트팜 빅데이터 통합 플랫폼」에 경영, 사양, 질병 등에 관련된 정보를 제공하도록 한다.
  
- 하지만, 아직까지 국내에서 ICT 장비, 센서, 로봇착유기 도입에 따른 경제적 효과에 대한 과학적이고 체계적인 평가는 미비한데, 이에 대한 연구가 시급한 것으로 판단된다.

## VI. 소비자 트렌드에 맞춘 원유 생산 - ICT 활용 스마트 축사 개발 및 보급 확대

### 1. ICT 활용 스마트 낙농의 필요성

- 소비자의 트렌드에 맞춘 원유 생산 방안으로 ICT 기술을 활용한 스마트 축사 개발 및 보급 확대의 필요성은 끊임없이 대두되고 있다.
- <표VI-1>에는 「스마트 낙농」의 시대를 도래하도록 하는 요인들을 당기는 요인과 미는 요인으로 구분하여 제시하였다.

<표VI-1> 스마트 낙농의 발전을 유도하는 요인

당기는 요인	미는 요인
인력란 해소 필요	사물인터넷(Internet of Things)
비용 감소와 소득 증대 필요	센서 기술
경영 관리와 의사 결정의 합리화	로봇/자동화 기술
안전한 원유의 안정적 생산	클라우드/인공지능(AI) 기술
젖소의 건강 및 복지 증진	기술 스타트업 회사
환경 저해 배출 감소	정부 지원
생산·유통·판매 과정의 투명성 확보	

- 당기는 요인 중 우선 생산자 측면에서 보면 무엇보다도 낙농업의 인력난이 시급하다. V장에서 서술한 바와 같이 낙농 경영인의 고령화는 심화되고 있으며, 1년 365일 매일 2회 이상의 착유를 해야 하는 낙농에 종사하고자 하는 젊은 인력의 수급은 매우 어렵다.
- 이런 상황에서 시간과 노동이 많이 드는 일은 기계에게 맡기고, 사람은 계획·관리자의 역할을 주로 하는 스마트 낙농은 인력난을 해소하고 경영관리와 의사결정의 합리화 및 효율성을 높이는 데 도움이 된다.
- 한편 현대의 소비자는 동물 복지에 대한 관심이 지대하다. 채식주의자가 많이 늘어나 동물성 식품을 아예 먹지 않는 완전채식주의까지는 아니라 해도 집중사양 방식으로 생산된 축산물은 먹지 않겠다는 환경적 채식주의자도 등장하였다. 이러한 시대적 흐름에 따라 이미 우유가 들어가지 않은 아이스크림도 시판된 바 있다.
- 이러한 소비자의 트렌드를 맞추기 위해 동물 복지 증진은 현대 낙농업의 과제 중 하나가 되었다.
- 동물 복지의 기본은 욕구를 충족시키는 것이다. 즉, 동물이 정상적인 행동을 하는 상태에서, 배고픔으로부터, 불편함으로부터, 고통으로부터, 공포로부터 벗어나도록 해 주는 것이 필수적이다 (Webster, 2008).
- 하지만, 말 못 하는 동물의 욕구를 파악하는 것은 어려운 일이다. 더욱이 목장의 규모가 커질수록 동물의 건강과 복지 상태를 일일이 살피기 어렵다.



- ICT를 활용한 스마트 기술은 이를 도와줄 수 있다. 각종 스마트 센서들이 동물의 생리에 관한 다양한 정보를 전달하면 인공지능은 이런 빅데이터를 분석하여 동물의 욕구를 파악할 수 있다. 분석 결과를 바탕으로 관리자 또는 로봇은 즉시 동물의 욕구를 충족시키는 작업을 실시할 수 있다.
- 그밖에 낙농의 지속가능성과 관련된 정밀사양을 통한 비용 감소, 소득 증대 및 환경오염원 배출 감소를 이루는데 ICT, 스마트 기술은 도움을 준다.
- 당기는 요인 뿐만 아니라 미는 요인도 있다. 현대 사회를 스마트폰의 시대라고 하는데, 스마트폰은 '의식주'처럼 이 우리가 살아가기 위해 반드시 필요한 것은 아니다.
- 이와 마찬가지로 때로는 반드시 필요하지는 않아도 기술의 발달 등 미는 요인에 의해 새로운 시대가 오는 경우가 있다. 비록 모든 낙농가가 스마트 낙농을 도입하지는 않겠지만, 스마트 낙농의 시대는 올 것이다.
- 다양한 요인들이 스마트 낙농의 시대가 오도록 밀고 있는데, 정보통신 기술의 발달이 그것이다. 무선데이터 통신, 사물인터넷, 센서, 로봇/자동화, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 등 정보 통신 기술들은 우리를 떠밀고 있다.

- 현대 사회의 분위기는 우리가 이러한 기술을 사용하지 않는다면 마치 시대에 뒤떨어진 원시·미개인인 것처럼 느끼게 만든다.
- 특히 공학자들은 닷컴 열풍 때와 마찬가지로 스마트팜 관련 기술 스타트업 회사를 만들기 시작했다.
- 더욱이 정부는 주요 국정 전략에 ‘과학 기술 발전이 선도하는 4차 산업 혁명’을 포함시키고, 첨단 정보 통신 기술을 융합한 스마트 팜을 4차 산업 혁명 관련 미래 성장 동력 핵심 선도 사업으로 선정하였다.
- 그리고 정부는 2020년 말 농림축산식품부, 농촌진흥청, 과학 기술정보통신부가 공동으로 「재단법인 스마트팜 연구개발사업단」을 출범하고 2021년부터 7년 동안 ‘스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업’에 약 4,000억 원을 투자할 계획이다.
- 이렇듯, 사회적으로 다양한 당기는 요인과 미는 요인들로 인해 머지않은 미래에 우리의 낙농은 스마트 낙농 시대로 전환될 것이다.

## 2. ICT 활용 스마트 낙농의 개념<sup>27)</sup>

- 스마트 낙농의 스마트(SMART)는 원래 ‘Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology’의 앞 글자를 딴 것이다. 스스로 모니터링하고, 분석하고, 보고하는 기술, 즉 스스로 알아서 하는 기술이 스마트 기술이다.
- 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 클라우드 컴퓨팅, 인공 지능, 로봇 기술의 발달과 함께 스마트 기술은 급속히 발전하고 있다. 스마트 낙농에서는 목장에서 일어나는 여러 가지 종류의 작업들이 스스로 인식, 분석, 보고하는 스마트 기기에 의해 조정된다.
- 스마트 기기들은 기존의 장비들과 달리 여러 가지 센서들, 통신 기능, 인공 지능이 탑재되어 자동화와 함께 원거리 제어가 가능한 기기들이다.
- 그래서 스마트 팜의 시스템은 스마트 기기들을 이용하여 1) 감지 및 모니터링, 2) 분석과 판단, 3) 원격 제어와 조정을 실시한다.
- 예를 들어, 온도 센서는 축사 내 온도를 측정하여 그 값을 중앙 관리 시스템에 알린다. 중앙 관리 시스템의 인공 지능은 그 온도가 적정 온도인지를 판단한다. 만약 온도가 팬을 틀 만큼 높다면, 팬 제어 시스템에 신호를 보내어 팬을 틀도록 한다. 그리고 이런 일련의 과정은 사람의 도움이 없이 일어난다.

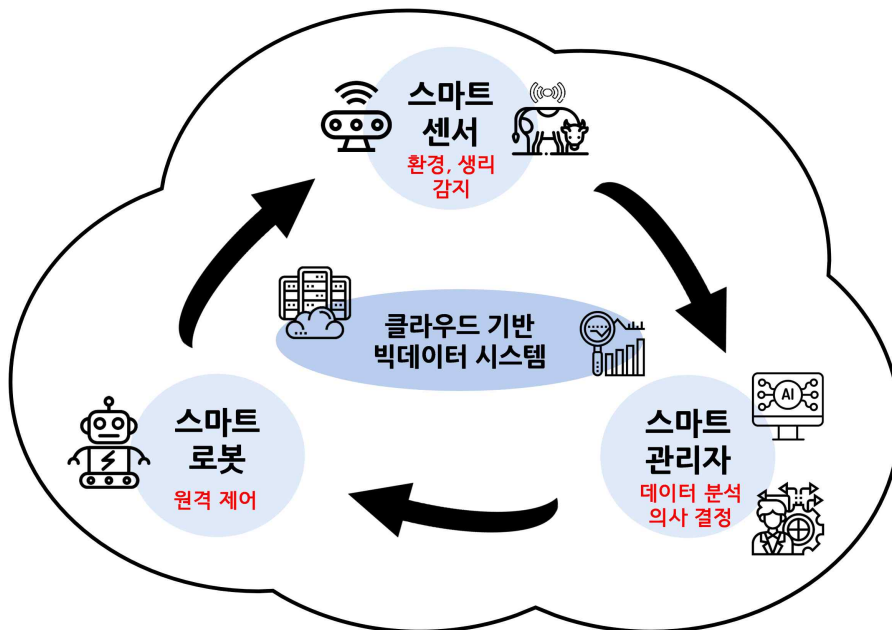
---

27) 서성원.2020. 빅데이터 스마트 낙농에 관한 질문들. 격월간 『서울우유』 2020년 1/2월호

- 지금까지의 스마트 파밍을 1세대 스마트 파밍이라 하는데, 1세대 스마트 파밍은 시설, 계측기, 제어 기술에 초점을 맞추었다. 그러다 보니 계측·제어 기기와 시설을 갖추는 것이 스마트 낙농의 전부인 것으로 오해를 하는 경우가 있다.
- 하지만 스마트 파밍은 단순한 기계적 제어의 수준이 아니라 동물들의 상태를 파악하여 동물에게 필요한 것을 알아내고, 이를 바로 충족시키는 것이 인간의 도움 없이 가능한 사양 기술을 의미한다.
- 예컨대, 정상 상태가 아닌 동물이 있다면, 센서가 이를 감지하여 중앙 관리 시스템에 알리고, 인공 지능은 상태를 진단한 후에 필요하다면 목장 관리자에게 알리고, 혹시 가능하다면 그 동물을 자동으로 처치하는 일련의 과정이 스마트하게 가능해지는 것 말이다.
- 스마트 낙농에서는 로봇의 역할이 커지고, 인공 지능의 발달에 따라 목장 운영의 많은 과정이 자동화가 될 것이다. 결국 사람은 목표와 계획 설정 등 높은 단계의 관리자 역할만을 수행하고, 실제 목장 운영은 대부분 기계에 의해 이루어 질 것이다. 한 사람이 보다 더 효율적으로 더 많은 수의 동물을 정밀하게 관리할 수 있는 것, 이것이 스마트 낙농의 목표이다.
- 이러한 스마트 낙농의 발전에는 빅데이터의 축적 및 활용이 필수적이다.
- 1990년대 초반에 등장한 빅데이터(Big data)란 용어가 이제는 4차 산업 혁명과 새로운 현대 문명의 중요한 특성을 대변하는 단어가 되었다.

- 하지만 빅데이터에 대해 큰 오해가 있는데, 그것은 단순히 데이터의 양이 많기만 하면 빅데이터라고 생각하는 것이다. 대용량이 빅데이터의 특성이긴 하지만 빅데이터를 정의하는 데 그것만으로는 부족하다.
- 빅데이터는 “가치 있는 정보로 전환되기 위해서 특정 처리 기술과 분석 방법을 필요로 하며 매우 큰 용량(Volume), 빠른 속도(Velocity), 높은 다양성(Variety)으로 특징지어지는 정보 자산”이다(De Mauro, 2016).
- 이들 V3가 빅데이터의 특징인데, 이후 정확성(Veracity), 시각화(Visualization), 가변성(Variability), 가치(Value) 등 더 많은 V들이 빅데이터의 특징으로 제시된 바 있다(Hudson 등, 2018).
- 요컨대 빅데이터는 다양한 정보를 지니고 있으며 분석을 통해 정보간의 관계성을 찾아낼 수 있는 대용량의 데이터이다. 따라서 용량만이 아니라 데이터 간에 연결성이 중요하다.
- 가령 젓소 수천만 두에 대한 혈액 분석 결과가 있다고 가정하자. 이 데이터를 분석하면 혈액 분석 항목간의 관련성은 얻을 수 있다. 하지만 그것뿐이다. 만약 혈액을 채취한 젓소에 대해 연결된 정보(유전 정보, 착유 성적, 생리 정보, 환경 정보 등)가 함께 있다면 더욱 의미 있는 정보를 얻을 수 있다. 즉, ‘같이’ 있어야 ‘가치’있는 정보가 된다.

- 낙농에 빅데이터가 등장하고 있다. 기존의 검정 성적, 유전 정보 뿐만 아니라, 유전체 분석을 통해 개체 별 유전체 정보를 알 수 있고, ICT 장비의 발달로 온습도 및 기후 정보, 개체별 유량 등 개체에 대한 다양한 정보를 비교적 손쉽게 알 수 있다.
- <그림 VI-1>에 나타난 것처럼, 이렇듯 다양한 정보가 연결된 빅데이터는 인공지능 기술, 스마트 기술과 합쳐져 젖소의 상태를 정확히 판단, 예측하여 정밀한 사양관리가 가능하도록 해 준다.
- 요컨대, 스마트 낙농에서는 클라우드 기반 빅데이터 시스템을 바탕으로, 스마트 센서로부터 감지된 환경, 생리 정보를 관리자가 분석한 후 의사 결정이 내려지며, 작업은 스마트 로봇에 의해 실행된다.



<그림 VI-1> 스마트 낙농의 운영 개요

### 3. 스마트 낙농의 이점

#### 3-1. 동물 복지 증진

- 우리나라의 법령은 동물보호의 기본 5대 원칙을 제시하고 있는데<sup>28)</sup>, 동물을 사육할 때는 동물의 요구를 충족시켜주어 갈증, 굶주림, 고통, 상해, 질병, 스트레스 등을 겪지 않고 정상적으로 살 수 있도록 해 주는 것이 원칙이다. 이를 위해서는 동물의 부족함을 발견하는 게 그 시작이다.
- 하지만 축산업이 산업화/규모화 됨에 따라 동시에 사육하는 동물의 수가 많아져 동물 개체의 상태를 일일이 파악하는 것은 매우 어려운 일이다. 더욱이 말 못 하는 동물의 생리 및 건강 상태를 육안으로 파악하는 것은 웬만한 경험이 있지 않고서는 쉬운 일이 아니다.
- 스마트 기술의 시작은 ‘스스로 관찰하는 것’으로, 센서 기술을 이용해 동물의 생리 및 행동에 대한 정보를 수집할 수 있다. 2020년 4월 기준으로 전 세계에 약 60종의 축우용 착용 센서가 상업적으로 이용이 가능하다(Lee와 Seo, 2021).
- 이 중에는 이표형, 굴레형, 목걸이형, 반추위 삽입형, 발찌형, 꼬리/미근 장착형, 질 삽입형이 포함되며, 이들은 섭식 패턴(섭식, 반추, 음수), 행동 패턴(활동, 보행, 기립, 휴식), 체온, 반추위 온도/pH/운동 등에 대한 정보를 수집한다.

---

28) 「동물보호법」 (시행 2021.2.12.)(법률 제16977호, 2020. 2. 11., 일부개정) 제3조

- 로봇착유기는 개체 별 배합사료 섭취량, 착유 횟수, 산유량을 알려 주고, 분방 별 젖내림 시간, 유속, 유성분 등 다양한 비유 특성에 대한 데이터를 제공한다.
- 최근에는 비디오 분석을 통해 개체 인식, 체중 및 BCS 측정, 파행 진단, 사료 섭취량 측정 등이 가능해 지고 있다(Halachmi, 2019).
- 이렇게 다양한 센서들을 이용하면 개체의 상태 변화를 실시간으로 파악할 수 있고, 이에 따라 동물의 니즈를 판단할 수 있다.
- 또한 이러한 정보를 바탕으로 사양 관리를 개체의 특성에 맞게 실시할 수 있다. 지금까지의 동물의 사양 관리는 우군에 따라 집단적으로 실시된다. 하지만, 각 개체의 상태가 실시간으로 파악되는 스마트 낙농에서는 각 개체의 니즈에 따라 맞춤형 사양 관리가 가능하다.
- 즉 스마트 낙농 기술은 실시간으로 동물의 생리, 건강, 생산성을 인지하여 그에 걸맞은 사양 관리를 제안할 수 있다.

### 3-2. 낙농업의 환경 지속 가능성 증대

- 인류의 활동으로 지구의 온도는 산업 혁명 이후 이미 1°C가 상승을 했고, 현재 10년에 0.2°C씩 상승하고 있다고 하며, 과학자들은 만약 지구의 온도 상승이 산업 혁명 이전 대비 2°C 이상이 되면 지구 생태계는 돌이킬 수 없을 만큼 파괴가 되기 때문에 온도 상승을 1.5°C까지로 억제해야 하고, 이를 위해 늦어도 2050년까지는 탄소중립을 이뤄야 한다고 주장한다(IPCC, 2018).



- 우리나라도 기후변화의 예외가 아니라, 과거에 비해 대관령과 같은 추운 지역은 겨울에 더욱 춥고, 대구와 같이 더운 지역은 여름에 더욱 더워져, 혹서기와 혹한기에 동물의 건강과 생산성을 유지하기가 점점 더 어려워지고 있다(이 등, 2013).
- 전 세계적으로 축우 부문은 4.6 기가 톤 가량의 이산화탄소를 배출하여 축산업에서 배출하는 온실가스의 65%를 차지한다 (Opio 등, 2013).
- 특히 소가 반추위의 발효 과정에서 배출하는 메탄가스는 이산화탄소에 비해 28~34배 이상의 온실 효과를 갖고 있으며, 축산 분야 온실가스의 절반 가량을 차지한다.
- 따라서 우리는 동물을 사육할 때 기후 변화에 따른 환경 변화에 대응할 수 있도록 해야 함과 동시에 메탄가스를 포함한 영양소 배출을 줄여 환경에 대한 악영향을 최소화하는 두 마리 토끼를 잡아야 한다.
- 스마트 기술을 이용하면 환경을 보다 쉽게 조절할 수 있다. 앞선 예에서처럼 기온이 적정 수준 초과 또는 미만이 되면 센서가 이를 감지하고 중앙 관리 시스템의 명령에 따라 축사 내 온도를 낮추거나 높이기 위한 제어 시스템이 가동된다. 이 정도의 시스템은 이미 개발되어 산업화 및 보급화 단계에 있다.
- 스마트 기술은 정밀사양을 통해 목장 단위의 영양소의 흐름을 관리하여 환경으로의 영양소 배출을 감소하는 데 크게 기여할 수 있다.

- 센서 기술을 이용하여 동물이 필요로 하는 영양소의 양을 파악하고, 이에 따라 정밀하게 영양소를 급여하는 시스템은 이미 여러 축종에서 연구되어지고 있으며(Pomar와 Remus, 2019; Zuidhof, 2020).
- 특히 젖소에서 센서와 ICT 장비의 활용이 동물의 복지뿐만 아니라 메탄가스 및 질소와 인의 배출량 감소에 효과적이라고 보고된다(Tullo 등, 2019).
- 이는 스마트 낙농 기술이 사료 영양소의 이용효율을 높여 영양소의 환경 배출을 줄이는 직접적인 역할과 함께, 동물의 건강과 복지를 높여 생산성을 증대시키는 간접적인 시너지 효과도 있기 때문이다(Lovarelli 등, 2020).

### 3-3. 낙농가 복지 증진

- 스마트 낙농 기술은 축사 환경을 개선하고, 작업 시간을 줄이고, 작업의 효율성을 높여 농가의 삶의 질도 높여 준다.
- 스마트폰으로 사양 및 환경 관리를 함으로써 가져다 주는 정신적인 효과는 가성비(價性比)보다 가심비(價心比)를 중시하는 현대 사회에서는 큰 의미가 있다.
- 낙농 목장 경영에 있어서 어려운 점으로 환경(40%), 부채(23%), 여가시간 부족(14%), 후계자(7%) 등을 들고 있다(한국낙농육우협회, 2019).

- 시간과 노동이 많이 드는 일을 기계에 맡기는 스마트 낙농 기술은 수입보다 여가를 중시하는 현대의 젊은 세대들이 낙농업으로 유입되도록 유도할 것으로 기대된다.
- 유럽의 보고에 따르면, 로봇 기술을 도입한 결과 착유에 드는 노동 시간을 30% 줄일 수 있었고, 사료 급여에 소요되는 시간은 절반으로 줄일 수 있었다(Hostiou 등, 2017). 그리고 무엇보다도 낙농가들은 시간의 유동성이 커지고 자신의 리듬으로 작업 스케줄을 변동할 수 있다는 것을 로봇 기술 도입의 가장 큰 장점으로 꼽았다(Schewe와 Stuart, 2015)
- 또한 스마트 기술은 농가의 정신 건강에도 도움을 준다. 줄어든 노동 시간으로 여가를 즐길 수 있고, 발정, 수정 적기, 출산 탐지 등을 위해 소요되는 정신적 스트레스로부터도 어느 정도 자유로울 수 있다(Hostiou 등, 2017). 또한, 여기에 최첨단 스마트 기술을 사용하고 있다는 자부심도 빼놓을 수 없다.

## 4. 스마트 낙농이 풀어야 할 과제

### 4-1. 비용 저감을 통한 경제적 이익 제고

- V장에서 로봇착유기 도입에 따른 경제성 분석 연구 결과를 정리하였는데, 로봇 착유기의 경우 초기 투자 비용으로 인해 일반 착유기보다 경제성이 높지 않다는 연구 결과가 다수였다.
- 요컨대 로봇착유기의 도입에 따른 투자가 경제적 이익으로 전환되는 위해서는 로봇착유기 1기의 용량에 적합한 착유우 두수를 유지하고, 인건비를 줄이고, 충분한 기간을 기다려야 한다.
- 로봇착유기 도입의 예를 통해 유추해 보면, 스마트 낙농은 자본금이 많이 필요한 장치 산업화가 될 가능성이 크며 스마트한 장비와 기술의 도입이 곧바로 경제적 이익으로 이어지지 않는다는 점이다.
- 각 기술의 장, 단점을 파악하고, 기술의 도입에 따른 효과를 극대화하기 위한 노력이 필요하다.
- 더불어 해외의 사례처럼 국내 현실에서 ICT 장비와 스마트 기술의 도입에 따른 경제적 효과에 대한 과학적인 분석 연구가 필요하다.

### 4-2. 기술의 신뢰도 제고

- 비록 많은 센서와 장비가 시중에 판매되고는 있지만 아직까지 그들의 정확성은 기대에는 못 미친다.

- 축우용 센서의 정확성을 검증한 약 50편의 논문들을 분석한 결과, 상대적으로 실제와 상관관계가 높은 반추 시간도 상관계수가 평균 0.87 정도이며, 다른 지표에 대해서는 상관계수가 0.50 이하인 경우도 많다(Lee와 Seo, 2021). 특히 반추 시간의 경우 논문에서 제시하는 민감도의 범위는 49~98%이고 특이도의 범위는 87~98%이다.
- 예를 들어 유방염은 비교적 높은 수준에서 센서로 진단이 가능하며, 국제표준화기구(ISO)에서는 유방염을 진단하는 센서 시스템에 대해 민감도 80%, 특이도 99%를 요구하고 있다(ISO, 2007).
- 여기서 민감도란 유방염에 걸린 소를 유방염에 걸린 것으로 판단하는 비율을 말하며, 특이도는 유방염이 아닌 소를 유방염이 걸리지 않았다고 판단하는 비율을 말한다.
- 젖소가 유방염에 걸릴 확률을 20%로 가정할 때, 어떤 ISO 규격에 맞는 센서가 특정 소를 유방염에 걸렸다고 판단했다면, 정말로 유방염일 조건부 확률은 95%이다.
- 95%의 확률은 매우 높은 확률이다. 하지만, 이 센서가 울리는 알람의 5%는 잘못된 것이며, 50두를 하루 2번 착유하는 농가는 하루에 한 번은 잘못된 알람을 받는다는 이야기이다.
- 만약 센서 민감도가 이보다 낮은 생리 지표에 대해 알람을 받는다면 농가는 거짓 알람에 의해 고통을 받게 된다.

- 반면 센서의 특이도가 낮은 경우에는 센서가 아니라고 판단하지만 실제로는 맞는 경우의 수가 많아져 문제가 된다. 만약 발정 탐지의 경우에는 발정이 왔는데도 이를 센서가 알리지 않아 다음 달을 기약해야 하는 경우가 발생하는 것이다.
- 따라서 현재는 ICT 스마트 기술을 도입하더라도 그것에만 의지하면 위험하며, 새로운 센서 시스템을 도입할 때에는 그것의 민감도와 특이도가 얼마인지를 반드시 살펴야 한다.

#### 4.3. 복지 증진의 반작용

- 스마트 낙농 기술은 개발 단계이며 아직은 완성도가 떨어진다. 여전히 오류가 있고 특히 센서의 민감도가 기대 이하인 경우도 많다. 이렇게 되면 앞서 이야기한 것처럼 거짓된 알람을 받는 경우가 자주 있다.
- 또한, 여러 장치로부터 많은 정보가 모이다 보니 의사 결정을 내리기가 어려워 스트레스를 받거나, 알람이 언제 울릴지 몰라 낙농가가 정신적으로 불안해 하는 경우도 있다고 한다(Hostiou 등, 2017)
- 농가가 로봇착유기가 보내는 유방염 관련 알람을 대부분 무시하고 단지 3%에만 반응한다는 연구 결과도 있다(Hogeveen 등, 2013).
- 하지만, 이러한 현상은 기술이 진보함에 따라 감소할 것으로 기대된다.
- ICT 장비와 스마트 기술의 도입은 낙농가에게 새로운 지식과 기술을 학습해야 한다는 부담감이 되기도 한다.

- 센서와 장비를 이용하기 전에는 단순한 수준의 노동을 주로 하였다면, 이제는 센서와 장비의 작동법과 그 작동 원리를 익혀야 하고, 때로는 기기를 고치는 법도 배워야 한다. 컴퓨터를 이용해 데이터를 입력하거나 소프트웨어 운용하는 시간이 많아진다. 줄어든 노동 시간보다 오히려 더 많은 시간을 새로운 지식과 기술을 공부하고 데이터를 입력하는데 사용한다(Hostiou 등, 2017).
- 한편, 스마트 기술이 동물과 사람의 유대를 저하시켜 오히려 동물 복지에 어긋난다는 의견도 있다(Hostiou 등, 2017).
- 센서의 정보와 로봇에 의존하다보면 동물을 살피고, 접촉하고, 함께 유대감을 쌓는 시간이 줄어들 수 밖에 없고, 젖소를 우유를 생산하는 물건 또는 상품으로만 여기게 되는 경향이 생긴다는 것이다.
- 동물의 입장에서 꾸준한 접촉을 통해 유대감을 쌓지 않으면 사람과의 만남이 스트레스가 되기 쉽다. 반면, 농가의 입장에서 동물과의 접촉이 줄어들면 동물의 생리와 생태에 대한 이해와 지식을 넓일 기회가 없어지고 동물을 물건화하는 경향이 더욱 커질 우려가 있다.
- 또한, ICT, 스마트 기술은 전자기기에 의존을 하기 때문에 전력 공급에 문제가 생기거나 기기에 이상이 생겼을 때에는 동물에게 장시간 고통을 줄 수 있는 가능성을 가지고 있다.

## 5. ICT 활용 스마트 낙농의 확대 방안

### 5-1. 빅데이터의 축적 및 통합 플랫폼 구축

- 스마트 낙농 기술의 발전은 인공지능의 발달과 밀접한 관계가 있으며, 인공지능은 사람과 마찬가지로 학습이 필수적이다.
- 인공지능이 학습을 하려면 좋은 자료 즉 좋은 데이터가 있어야 한다. 좋은 데이터는 컴퓨터가 처리할 수 있는 디지털 데이터이면서 다양한 정보가 연결되어 있는 데이터를 말한다.
- 스마트 기술의 발전을 위해서는 좋은 데이터가 많으면 많을수록 좋다. 따라서 우리가 해야 할 일은 다양한 종류의 데이터를 많이 만들되, 이를 컴퓨터가 인식할 수 있도록 디지털화 하는 것이다.
- 특히 동물의 상태, 번식 및 질병 기록 등을 디지털 데이터로 저장하는 것은 매우 중요하다. 또한 이런 데이터는 서로 공유해야 한다. 정보는 많이 쌓일수록 그 가치가 높아지기 때문이다. 그리고 투자 이익이 복리로 쌓이듯 이러한 노력은 일찍 시작할수록 좋다.
- 그러나 현재는 다양한 ICT 장비가 보급되고 있으나 각 장비로부터 발생하는 데이터가 융합되지 않고 산발되어 있어, 각 장비의 고유 기능(발정탐지, 섭취량 확인 등)만을 활용하고 있다는 한계를 가지고 있다.



- 생체 센서와 ICT 장비를 통해 수집된 여러 데이터(사료 섭취량, 생체 데이터, 환경데이터 등)를 표준화하고 융합을 해야 빅데이터가 생성되며, 이렇게 빅데이터가 축적되어야 비로소 축우의 번식, 질병, 생산성을 예측할 수 있는 모델 개발이 가능하고, 이를 이용한 영양관리시스템 및 의사결정지원 솔루션의 개발 및 활용이 가능해 진다.
- 따라서 한 개체에 대한 다양한 데이터를 연결하는 빅데이터 플랫폼 구축 필요하다. 개체 정보, 환경정보, 사양 정보, 생리 정보, 생산성 지표, 착용 센서 데이터 등 다양한 데이터 간의 이질성을 통합하여 개체별 의미 있는 빅데이터를 수집하는 플랫폼 개발이 필요하다.
- 이러한 플랫폼의 개발을 통해 ICT 장비를 1차원적으로 활용하는 것을 넘어서, 데이터를 적극적으로 활용함에 따라 ICT 장비의 활용도를 극적으로 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.
- 비록 현재에도 농림수산물교육문화정보원, 농촌진흥청 등 국가 기관을 비롯해 사설 기관에서도 빅데이터 플랫폼을 개발하고자 노력하고 있으나, 이들의 노력이 결실을 이루기 위해서는 각 기관별 산발적인 개발을 지양하고, 장기적인 투자와 계획 하에 체계적인 연구 개발 지원이 절실하다.
- 더욱이 현장의 생리 데이터, 번식 및 질병 기록 등이 빠진 데이터의 수집은 의미 없는 바, 현장에 대한 이해 없이 데이터의 개수를 늘리기만 하는 연구 사업은 지양해야 하며, 사양, 번식, 질병의 기록을 함께 축적하는 기초 연구에 대한 투자를 확대해야 한다.

## 5-2. 낙농 ICT 통합 관제 센터 설립 및 운영

- 스마트 낙농 기술은 빅데이터 축적과 인공지능의 학습이 필수적이다. 그런데, 이러한 데이터와 학습은 각 축종별 특성에 따라 이루어져야 한다.
- 특히, 젖소는 가축 중에서도 가장 많은 지식과 고도의 사양 기술을 요한다. 4개의 위를 가지고 있으며 소화 과정의 75% 이상이 미생물과의 공생 관계로 이루어진다. 더욱이 임신, 출산, 비유 과정을 1년 단위로 반복하는 급격한 생리적 변화를 겪는다.
- 원유의 수급과 가격 결정 또한 어느 축산물에서도 찾아볼 수 없는 복잡하고 독특한 체계를 가지고 있다.
- 따라서 스마트 낙농을 위해선 낙농에 특화된 빅데이터의 축적과 통합이 필요하다. 축산이라는 이름 하에 낙농 데이터를 함께 다루는 것은 똑같이 공으로 하는 스포츠이니 축구 선수에게 농구 경기 전략을 짜라는 것과 같다.
- 따라서 우선 낙농 전문가들로 구성된 특화된 낙농 ICT 통합 관제 센터를 설립·운영하도록 해야 한다. 그리고 산학연관 협동 공공데이터 플랫폼을 구축하고 낙농과 관련된 ICT 장비, 생체 센서들로부터 수집하는 데이터와 디지털화 된 영양, 생리, 번식, 질병 데이터를 빅데이터로 통합하도록 해야 한다.
- 이를 위해, 정부는 장기적인 로드맵을 구축하고 계획적이고 통일된 정책적 지원을 투입해야 할 것이다.

- 이렇게 해야만 비로소 낙농 현장에서 활용 가능한 스마트 낙농 기술이 개발될 수 있다. 다시 한번 강조하면, 인공지능은 학습에 대한 의존도가 매우 높기 때문에, 제대로 만들어진 데이터를 이용해 제대로 된 방법으로 학습되지 않은 인공지능은 그 기능을 수행할 수 없다.

## VII. 조사료 급여 비율에 따른 유량, 유성분, 메탄 생성량 변화

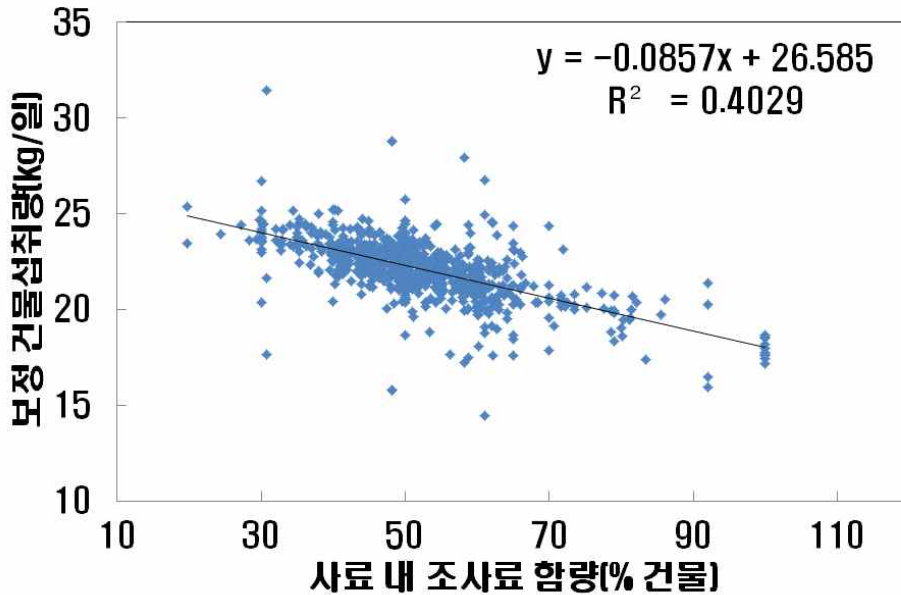
### 1. 조사료 급여

- 조사료란 식물의 잎이나 가지로 이루어져 지방, 단백질, 전분 등의 영양소 함량이 적고 중성세제 섬유소(Neutral Detergent Fiber, NDF)의 함량이 적어도 30% 이상이 되는 사료 자원을 말한다.
- 초식동물인 젖소는 조사료를 반드시 섭취해야 하므로, 조사료는 사료 중 40% 이상 포함되어야 하며, 그 비율은 조사료의 품질에 따라 증가될 수 있다.
- 조사료의 영양적 가치는 두 가지로 볼 수 있는데, 하나는 화학적 측면에서 섬유소 즉 NDF의 공급이다. 반추위에 서식하는 섬유소 분해균은 NDF를 분해하고 주로 아세트산을 발효 산물로 생성하는데, 이렇게 생성된 아세트산은 젖소에게 에너지원 또는 유지방 합성에 이용된다. 따라서 우유 내 유지방 함량을 유지하기 위해서는 젖소가 NDF를 공급 받아야 한다.
- 한편 곡류는 반추위에서 미생물에 의해 분해되면 주로 프로피온산 또는 젖산을 생성하는데, 프로피온과 젖산은 젖소의 간에서 포도당 합성의 기질로 이용된다. 특히 반추위에서 젖산은 반추위액을 산성으로 만드는 능력이 다른 유기산에 비해 강하다.
- 조사료의 또다른 영양적 가치는 물리적 측면에서 저작, 침분비, 반추위 운동 촉진이다. 저작은 사료의 소화율을 높여줄 뿐만 아니라 침분비를 유도한다.

- 반추동물의 침은 반추위액이 산성으로 되는 것을 막아준다. 반추위에서는 미생물에 의해 탄수화물이 분해되어 유기산이 많이 생성되며 이로 인해 반추위액가 산성이 되기 쉽다. 침은 이를 중화시켜 반추위의 환경이 중성에 가깝게 유지될 수 있도록 도와준다.
- 또한 조사료 공급에 의해 반추위의 운동이 촉진되는데, 반추위 운동으로 인해 반추위에서의 소화작용이 정상적으로 일어날 수 있다. 또한 반추위 미생물의 작용으로 인해 많은 가스가 발생되는데, 이러한 가스가 코와 입으로 배출되기 위해서는 반추위 운동이 필수적이다.
- 젖소에게 조사료의 공급이 필수적이지만, 조사료는 농후사료에 비해 젖소에게 공급할 수 있는 영양소의 함량이 낮기 때문에 젖소의 생산성 증대를 위해서는 조사료의 급여 수준을 낮추어야 한다. 즉 젖소에게 다량의 영양소를 공급하기 위해서는 조사료와 농후사료의 비율(조농비율)을 낮추어야 한다.
- 더욱이 조사료는 반추위에서 느리게 소화되기 때문에 물리적인 포만감을 주어 사료 섭취량을 떨어뜨린다. 섭취량과 생산성은 밀접한 양의 관계를 지닌다.
- 따라서 유생산이 많은 고능력우에 있어 사양 관리의 초점은 반추위 환경과 건강을 유지하면서도 영양소를 최대한으로 공급하는 것이며, 이를 위해 적절한 조농비율 맞추는 사료 배합이 사양 기술의 꽃이다.

## 2. 조사료 급여 비율이 산유량에 미치는 영향

- 사료 중 조사료와 농후사료의 비율(조농비율)은 젖소의 산유량에 직접적으로 영향을 미치는 데, 그것은 조농비율에 의해 건물섭취량이 달라질 수 있기 때문이다.
- 건물섭취량, 즉 영양소 총 섭취량이 감소하면 젖소의 산유량은 감소하게 된다.
- 일반적으로 사료 내 조농비율이 40:60 이상인 경우에 조사료 비율이 높아질수록 건물섭취량은 감소한다(축산과학원, 2017).
- 이는 조사료 비율이 높은 사료는 사료 입자의 크기가 크고, 사료 내 NDF 함량이 높으며, 반추위 체류시간이 길어 물리적 포만감을 느끼게 하기 때문이다(Dado와 Allen, 1995).
- 또한 조사료의 비율에 따라 발효산물인 프로피온산의 농도에 변화를 주는데, 이 또한 건물섭취량에 영향을 미친다(Allen, 2000)
- <그림VII-1>에는 사료내 조사료 함량과 섭취량의 관계를 나타내었다. <그림VII-1>에 나타난 바와 같이 사료의 조사료의 비율이 10% 증가함에 따라 건물 섭취량은 0.86 kg 감소하는 것으로 나타났다.



출처 : 축산과학원(2012)

<그림 VII-1> 사료 내 조사료 함량과 건물섭취량과의 관계

### 3. 조사료 급여 비율이 유성분에 미치는 영향

- 유성분 중 유지방 함량(%)은 조사료 섭취량 및 조농비율에 따라 영향을 받는 것으로 알려진다(Sutton, 1989). 조농 비율이 50% 이하로 떨어지면, 조사료 급여 비율이 줄어들어 따라 일반적으로 유지방 함량이 낮아지는 것으로 보고된다.
- <표 VII-1>에는 조농비율에 따른 유성분 함량 변화에 대한 연구 결과가 나타나 있다. 이에 따르면 조농비율이 감소함에 따라 유지방 함량은 감소하고, 유단백질 함량은 증가하였다.

<표Ⅶ-1> 조사료:농후사료 비율에 따른 유성분 함량 변화

항목	조사료:농후사료 비율			
	80:20	65:35	50:50	35:65
유량, kg	20.8	21.6	22.3	23.4
유성분 함량, %				
유지방	3.83	3.72	3.68	3.33
유단백질	3.11	3.12	3.22	3.26
유당	5.28	5.33	5.33	5.55

출처 : DePeters와 Cant(1992)

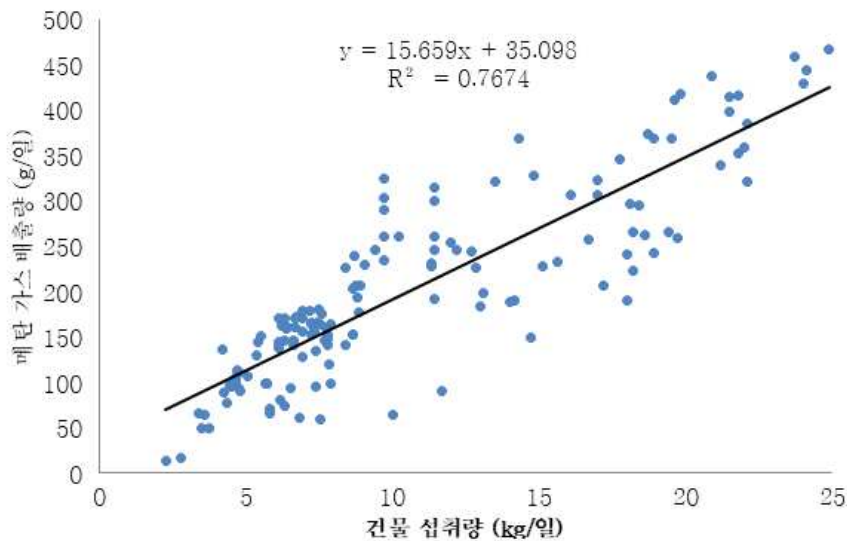
- 조사료 비율의 감소에 따른 곡류 공급의 증가로 유단백 함량이 증가하기도 한다. 전분의 급여는 젖소 유선에 공급하는 포도당의 양을 높여 아미노산의 유선세포로의 이동을 촉진함에 따라 유단백율을 증가시킬 수 있다.
- 곡류를 통한 전분의 급여가 유단백을 증가시키는 효과는 사료의 에너지 함량이 낮을 때 더 크다. 전분을 기준으로 5kg까지 급여한다고 할 때, 전분 1 kg 당 유단백을 0.06%가 증가되는 것으로 보고된다(박 등, 2010).
- 그러나, 조농비율의 감소, 즉 사료 내 조사료의 비율을 줄임에 따라 유단백질이 증가하는 주요 원인은 사료 섭취량의 증가로 설명된다. 사료의 품질에 따라 다르나, 일반적으로 건물 섭취량을 1 kg 증가시킴에 따라 유생산을 1 리터 증진시킬 수 있으며, 유단백율은 0.1 ~ 0.2% 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(박 등, 2010).
- 이 등(2014)도 118편의 논문에서 추출한 442개의 데이터를 메타 분석한 결과에서 조농비율의 변화에 따른 유성분의 변화는 섭취량의 증감에 따른 효과가 지배적이라고 보고하였다.



- 이들은 섭취량의 효과를 보정한 후에는 조농비율이 유성분에 미치는 영향은 매우 적었으며, 조농비율에 따라 가장 유의적으로 변화하는 것은 유단백질 생산량(kg/일)로 조농비율이 1% 감소함에 따라 유단백질 생산량은 6g/일씩 증가하는 것으로 보고하였다.

#### 4. 조사료 급여 비율이 젖소의 메탄 배출량에 미치는 영향

- 젖소의 메탄 배출량에 가장 큰 영향을 미치는 것은 건물 섭취량이다.
- 이 등(2012)는 소로부터 배출되는 메탄의 농도를 측정한 75편의 논문에서 추출한 350개의 데이터를 메탄 분석하였는데, <그림 VII-2>에 나타난 바와 같이 건물섭취량과 메탄가스 배출량은 직선의 매우 유의적인 상관관계( $r = 0.88$ )를 보이며, 건물섭취량만으로 메탄가스 배출량의 변이를 77% 설명할 수 있었다.



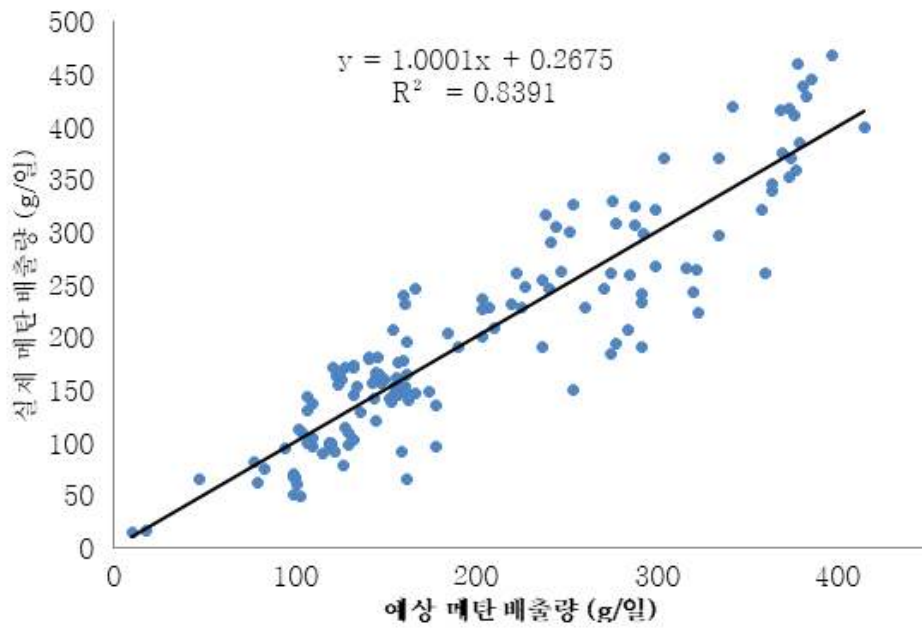
출처 : 이 등(2012)

<그림 VII-2> 축우의 건물섭취량과 메탄가스 배출량의 관계

- 조농비율은 사료 NDF의 함량과 함께 건물섭취량의 차이를 보정한 이후에 메탄가스 배출량과 유의적인 상관관계를 보였는데, 이 등(2012)은 이를 이용해 다음과 같은 축우 메탄배출량 예측식을 도출하였다.

$$\begin{aligned} \text{메탄배출량}(g/d) = & -18.53 + 11.89 \times \text{건물섭취량}(kg/\text{일}) \\ & + 0.49 \times \text{조사료비율}(\% \text{건물}) + 14.19 \times \text{NDF섭취량}(kg/\text{일}) \end{aligned}$$

- 위 식에 따르면 건물섭취량과 NDF 섭취량이 동일하다면 사료 내 조사료 비율이 1% 증가함에 따라 메탄배출량은 1일 0.49g 증가한다.
- 그리고 메탄배출량은 건물섭취량과 조사료 비율을 보정한 이후에도 NDF 섭취량의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다.
- <그림 VII-3>에는 위 식을 이용해 예측된 메탄 배출량과 실제 메탄 배출량을 비교한 결과를 나타내었다. 건물섭취량 이외에 조사료 비율과 NDF 섭취량을 모델의 변수로 포함한 결과 예측식은 실제 메탄 배출량의 변이를 84% 설명할 수 있어, 예측력이 매우 높은 것으로 나타났다.
- 결론적으로 섭취량이 같다면 조사료의 급여 비율이 증가할수록 메탄가스 배출량은 증가한다.



출처 : 이 등(2012)

<그림Ⅶ-3> 모델식으로 산출된 예상 메탄 배출량과 실제 메탄 배출량과의 관계

## VIII. 요약 및 결론

- 꾸준한 물가 상승, 인구 감소, 유제품 소비 패턴 변화, FTA 발효에 의한 수입 개방 확대 등 낙농 산업을 둘러싼 여건의 변화에 대응하고 낙농 산업의 지속 가능성을 높이기 위한 방안 마련이 시급하다.
- 국내산 원유 가격의 상승은 경쟁력 약화 및 국내 낙농 산업의 지속가능성 악화로 이어지기 때문에 원유 생산비 저감을 위한 정책적 대책 마련이 시급하다.
- 본 연구에서는 원유의 생산 단계, 즉 젖소를 사육하고 원유를 생산하는 과정에 한정하여, 통계청에서 조사하는 원유생산비 통계에 포함되는 각 항목의 영향력 및 민감도를 체계적으로 분석하였다. 그리고 분석을 통해 원유 생산비에서 차지하는 비중이 크며 정책적 지원이 가능한 「원유 생산비 관리 중점 요소」를 도출하고 이에 대한 생산비 절감 방안을 고찰하였다.
- 또한 국내 낙농 산업의 지속 가능성 제고를 위해 소비자의 소비 패턴 변화에 적합한 환경·동물복지 친화적 젖소 사육 및 원유 생산을 위한 ICT 활용 스마트 축사 개발 및 보급 확대 방안을 고찰하였다.
- 원유의 단위당 생산비(원/ℓ)는 (착유우의 사육 관리 비용 - 부산물 가액)을 원유 생산량으로 나누어 계산하므로 생산비 저감은 사육관리 비용 절감, 부산물수입의 증가 또는 산유량 증가를 통해 가능하다.

- 축산물 생산비 조사 항목 중 생산비에 영향력이 큰 비목, 사육 규모별 편차가 큰 비목, 연도별 증감이 큰 비목을 살펴본 결과, 「원유 생산비 절감의 중점 요소」로 고려할 수 있는 비목으로 1) 사료비, 2) 가축상각비, 3) 부산물 수입, 4) 원유 생산량, 5) 노동비 등이 도출되었다.
- 이들 「원유 생산비 절감의 중점 요소」 중 ‘사료비’는 사육 관리 비용의 55% 가량을 차지하며 원유 생산비에 대한 영향력이 가장 큰 중요 중점 요소이다.
- 사육 규모의 증가에 따라 같은 양의 사료를 급여할 때 산유량과 유대 수익이 증가했다. 이때, kg 당 사료비가 함께 증가하여 사료비는 사육 규모에 따라 큰 차이가 없었다. 즉, 사료비 증가와 사료 효율의 증가가 함께 나타났다. 다만, 100두 이상의 대규모 농가에서는 자가 TMR 배합과 물량으로 인한 가격 교섭력 강화를 통해 사료비를 낮출 수 있는 것으로 보인다.
- 곡류 등 사료 원료의 경우, 우리나라는 ‘구매 단체를 통한 공동 구매’라는 독특한 구매 방식을 통해 다른 나라(일본 등)에 비해 효과적인 방법으로 원료를 구매하고 있다. 사료 원료를 국내에서 생산할 수 없는 한, 농후사료 비용을 추가 절감하는 것은 현실적으로 매우 어려울 것으로 생각된다.
- 다만, 코로나 사태가 발생한 지금처럼 국제 곡물가, 유가, 해상 운임 및 환율이 오르면 이에 따른 사료비 증가의 충격이 고스란히 낙농가에게 전해지므로 이를 완화할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 한다.

- 분석 결과, 쌀과는 달리 국내 조사료 가격에는 국제 조사료 가격이 완충없이 그대로 반영되는 것으로 나타났다. 이것은 지금까지 실시된 정부의 조사료 관련 정책이 국내 조사료 시장의 안정과 가격 절감에는 효과적이지 못했음을 시사한다.
- 「조사료 생산 기반 확충 사업」은 국내산 조사료의 공급량을 늘리는 데 일조했다. 하지만 공급량의 증가만으로 수입 조사료에 대한 수요를 줄이지 못하였고, 「수입 조사료 할당 관세 운영」은 혼합 건초를 편법적으로 수입하는 폐단을 낳았다.
- 따라서 조사료 쿼터 제도는 개선되어야 한다. 강제적으로 국내산 조사료의 이용을 늘리려 할 것이 아니라 낙농가 스스로 국내산 조사료를 선택하도록 해야 한다. 이를 위해 유통되는 국내산 조사료의 품질을 확보할 수 있는 체계가 조성되어야 한다.
- 제대로 생산된 국내산 조사료(특히 옥수수사일리지와 이탈리아 라이그래스)의 품질은 수입산 건초에 비해 떨어지지 않는다. 그럼에도 농가들은 '조사료 품질의 3불'— 불투명, 불균형, 불안정—으로 인해 국내산 조사료의 이용을 꺼린다. 정부는 국내산 조사료의 '3불'을 해소하기 위한 정책을 펼쳐야 한다.
- 국내에 유통되는 조사료의 가격 조사를 포함하여 국내에 유통되는 조사료에 대한 품질 및 유통 관리 체계를 도입해야 한다.

- '조사료·TMR 관리원'을 설립하고 조사료 관련 전문가를 육성·배치하여 1) 국내산 조사료의 생산 실태 및 생산량을 파악함과 동시에 2) 품질을 평가 관리하고, 3) 수입 조사료 포함 국내에서 유통되는 조사료의 유통 및 가격에 대한 모니터링을 실시해야 한다. 또한 '조사료·TMR 관리원'은 우후죽순으로 늘어나는 4) TMR 공장을 관리·감독하는 역할도 수행하도록 한다.
- 그리고 민관이 협력하여 '중앙 사료 분석 센터'를 설립하여 조사료와 TMR을 포함한 사료의 영양적 가치를 정확히, 정밀하게 분석할 수 있도록 하고, 분석기관의 공인된 품질 검정서 발급 및 조사료 등급제를 실시하여 조사료 품질에 대한 평가가 가능하도록 해야 한다.
- 이들을 통해 국내 유통 조사료의 품질에 대한 안정성과 투명성이 확보되어 국내산 조사료에 대한 수요가 증가되고 이는 국내 조사료 가격의 안정으로 이루어질 것으로 기대된다. 또한 조사료 품질 등급제 실시에 따라 저품질의 조사료를 비싸게 구입하는 등의 농가의 피해를 줄일 수 있다.
- TMR은 그 우수성에 비해 고도의 기술을 요하는 바, TMR을 배합하는 농가, 조합 및 단체를 위해, 생산목표에 따른 최적의 TMR 사료를 배합할 수 있는 '영양 모델 시스템 및 사료 배합 프로그램'을 제작 및 보급하여 '정밀사양(precision feeding)'을 실행하는 데 정부 차원의 노력을 기울여야 한다.

- 정밀사양은 '사료 허실 제로'를 목표로 가축에게 필요한 만큼의 영양소만 공급하여 영양소의 과부족 없이 효율적이고 효과적으로 원하는 축산물을 생산하도록 가축을 사양하는 것을 말한다. 필요 이상으로 공급된 영양소는 동물의 생산성은 증가시키지 못하고 환경으로 배출되는 분뇨의 양만 증가시킨다.
- 정밀사양을 위해서는 동물의 영양소 요구량과 사료의 영양소 공급량을 정확히 예측하도록 하는 '영양 모델 시스템'이 필수적이다. 따라서 다른 축산 선진국과 마찬가지로 정부는 산학연의 협력을 통해 영양 모델 시스템을 개발하고 현장에 적용하기 위한 정책적인 지원을 아끼지 말아야 한다.
- 「원유 생산비 절감의 중점 요소」 중 '가축상각비'는  $[(\text{착유우의 기초가액} - \text{착유우의 잔존가액}) / \text{내용연수}]$ 로 계산한다. 기초가액과 잔존가액은 각각 초산우와 노폐우의 시장 가격으로 결정되는데, 이들 가격을 시장에 맡기는 한 두 가격의 간극, 즉 감가는 일정하게 유지될 것으로 생각된다.
- 가축상각비를 낮추려면 초산우의 가격, 즉 기초가액을 낮추는 것이 효과적인 방법이다. 육성우 전문 목장 확대 등의 정책을 활용하여 육성우 육성에 소요되는 비용 및 초산우 출하 시기를 줄여 초산우의 시장가격을 낮춘다면 가축상각비를 낮출 수 있을 것으로 기대된다.
- 한편 건강과 번식효율을 늘려 젖소의 경제수명을 늘리는 것은 바람직하고 지향되어야 하는 방향은 맞으나, 번식 효율이 늘어 분만간격이 짧아지면 내용연수는 오히려 줄어든다. 따라서 가축상각비 저감을 위해 내용연수에 초점을 맞추는 것은 현실적 실효성이 적다.



- '부산물 수입'은 주산물 생산 과정에서 부가적으로 생산되는 수입으로, 퇴비(구비)로 생산되어 판매된 금액과 생산된 송아지를 판매한 금액이 이에 포함된다.
- 수송아지의 판매가 부산물 수입에 해당하는데, 수송아지를 육성·비육하여 판매하는 육우 시장은 수입산 쇠고기에 대항하여 안전한 국내산 소고기를 생산·공급한다. 육우 시장의 활성화는 우유 생산비 절감을 위한 방안이 될 수 있으나, 한우 산업과 함께 국내 쇠고기 시장을 통섭적으로 살펴보아야 할 것이다.
- '원유 생산량'은 생산비 계산에서 분모로 작용하는 요소이나, 쿼터제가 실시되고 있는 상황에서 쿼터를 더 구입하지 않는 한 원유 생산량을 늘린다는 것은 어불성설이다. 여기서 고려해야 할 것은 '사육 두당 원유 생산량'이다.
- 사육 두당 원유 생산량은 농가의 원유 생산량을 총 사육 두수로 나눈 값으로, 농가가 원유 생산량을 유지하기 위해 몇 마리의 젖소가 필요한가를, 즉 생산 효율을 나타낸다. 따라서 원유 생산량이 같아도 같은 양의 원유를 생산하는 데 필요한 젖소의 사육 두수를 감소시킨다면 사료비, 가축상각비 등의 비용이 자연스럽게 감소한다.
- 사육 젖소 중 착유우의 비율을 줄이기 위해선 **분만 간격을 단축**해 생산성이 유지되는 착유우의 비율을 증가시키고, **도태율을 낮추어** 경산우 수를 증가시켜 이를 대체할 후보축의 수를 줄여야 한다.
- 시뮬레이션 결과, 분만 간격을 1일 감소시키는 것만으로도 같은

숫자의 경산우로 1일 유생산량을 1.1kg 증가시킬 수 있었다.

- 분만 간격을 줄이기 위해서는 젖소를 건강하게 사육하여 번식 효율을 높이고, 정확한 발정 탐지를 통해 적기에 수정을 해야 한다. 사양 관리 측면에서는 양질의 조사료를 충분히 급여하되, 정밀사양을 이루어 최소의 비용으로 경제적인 사양 관리를 해야 할 것이다.
- 번식 관리 측면에서는 ICT 기술이 탑재된 발정탐지기를 이용하여 발정탐지의 효율을 높이는 것이 분만 간격을 줄이는 가장 현실적인 방법이다.
- 분만간격을 단축시키는 일은 출산하는 송아지의 수를 늘려 부산물 수입의 증대도 가져올 수 있다. 따라서 착유우의 분만간격을 줄일 수 있도록 육종 및 개량을 포함한 착유우의 번식과 사양 관리에 대한 다양한 대책이 요구된다.
- 우리나라 젖소는 4산차에서 최고의 산유량을 보이므로, 유우군의 평균 산차수의 증대만으로도 사육 두당 원유 생산량을 증가시킬 수 있다.
- 산차수를 증가하기 위해서는 도태율을 감축시켜야 하는데, 도태율이 감축되면 경산우 두수가 증가하게 되어 자연스럽게 이들을 대체할 후보축의 필요 두수가 감소하게 된다.
- 미국, 캐나다, 네덜란드 등 해외 선진국과 달리, 우리나라는 젖소 목장의 도태우의 현황과 그 원인을 조사하고 있지 않다. 도태율 감소는 경제적, 환경적인 이유만이 아니라 동물복지와 연결된 사회적 지속가능성과도 직결되므로 정부 차원에서 정책적으로 도태율 조사 및 저감 방안 마련에 힘써야 할 것이다.

- ‘노동비’는 착유, 사료의 조리 및 급여, 방역 및 소의 손질, 청소 및 분뇨 처리 등 우유 생산에 투입된 노동에 대한 비용으로, 고용 노동비와 자가 노동비로 구분되며, 2020년 원유 생산비(100ℓ 당)의 15.5%에 해당한다.
- 원유 생산비 절감을 위해서는 ‘목장의 규모화’가 우선되어야 한다. 이를 통해 낙농 경영인의 단순 노동 비율을 줄이고 고용 노동을 늘리되, ‘ICT 장비와 기계 및 로봇 도입’을 통해 결국 고용 노동도 줄이는 장기적인 계획을 수립해야 한다.
- ICT(Information and Communication Technology)가 접목된 스마트(Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology; SMART) 기술은 노동비 절감 뿐만 아니라 동물 복지 증진, 환경 지속가능성 증대, 낙농가 복지 증진 등의 이점을 가지지만, 아직 풀어야 할 숙제가 많다. 정부는 장기적인 로드맵을 구축하고 계획적이고 통일된 정책적 지원을 투입해야 할 것이다.
- ICT 스마트 낙농을 위해 한 개체에 대한 개체 정보, 환경정보, 사양 정보, 생리 정보, 생산성 지표, 착용 센서 데이터 등 다양한 데이터 간의 이질성을 통합하여 개체별 의미 있는 ‘빅데이터로 연결하는 플랫폼’ 개발이 필요하다.
- 그리고 낙농 전문가들로 구성된 특화된 ‘낙농 ICT 통합 관제 센터’를 설립·운영하도록 해야 한다. 센터는 산학연관 협동 공공데이터 플랫폼을 구축하고, ‘빅데이터 플랫폼’을 활용하여 농가가 영양 관리 및 의사 결정 솔루션을 스마트(SMART)하게 할 수 있도록 지원하도록 한다.

## < 참 고 문 헌 >

- 농촌진흥청 축산과학원. 2017. 한국가축사양표준 쫓소편.
- 농협경제지주 쫓소개량사업소. 2021. 2020년도 한국 유우군 능력검정 사업 보고서
- 백광수, 박성재, 임현주, 손준규, 이왕식, 권웅기, 김원호, 정연섭. 2011. 쫓소에 있어서 평균능력우 보유 수준에 따른 도태 유형 분석 및 조사연구. 발생공학 국제심포지엄 및 학술대회 초록집. p 105-105.
- 서성원, 박종수, 김민경. 2012. 농후사료 및 배합사료, TMR 사료의 원가분석과 품질평가. 한우자조금관리위원회 연구용역보고서. 충남대학교 산학협력단.
- 서성원, 박종수, 손근남. 2015. 한우 배합사료 소매가격 산정 프로그램 개발 및 원가절감방안. 충남대학교 산학협력단/한우자조금관리위원회.
- 서성원, 박종수, 손근남. 2019. 한우 배합사료 소매가격 원가 분석 연구. 충남대학교 산학협력단/한우자조금관리위원회.
- 서성원. 2021. 영양모델시스템을 이용한 가축의 정밀사양. 격월간사료 109:13-20.
- 서울대학교. 2021. ICT 기반 쫓소 육성우 전문 목장 동물복지 강화 및 환경제어 시스템 개발. 최종보고서. 농림식품기술기획평가원.

안병일, 한석호. 2016. 조사료 생산기반 확충사업이 조사료 시장에 미치는 효과 분석. 농업경제연구 57(3):55-78.

이정진, 이준성, 김종남, 서자겸, 조남철, 박성민, 기광석, 서성원. 2013. 지구온난화에 따른 국내 기후변화와 젖소 착유우의 생산효율에 미치는 영향 평가 : 모델 시뮬레이션을 이용한 접근. 한국유기농업학회지 21:711-723.

한국낙농육우협회. 2019. 2019년 낙농경영실태조사.

한우정책연구소. 2021. 사료 수급·이용실태 및 사료 자급률 제고 방안. <https://www.ihanwoo.kr/news/articleView.html?idxno=1078>.

Abebe, R., H. Hatiya, M. Abera, B. Megersa, and K. Asmare. 2016. Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia. *BMC Veterinary Research* 12(1):270.

Agriculture and Agrifood Canada. 2021. Culling and replacement rates in dairy herds in Canada. [https://agriculture.canada.ca/sites/default/files/legacy/resources/prod/dairy/pdf/genetics-cull\\_e.pdf](https://agriculture.canada.ca/sites/default/files/legacy/resources/prod/dairy/pdf/genetics-cull_e.pdf)

Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 83(7):1598-1624.

- Atashi, H., A. Asaadi, and M. Hostens. 2021. Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows. *PLoS One* 16(1):e0244825.
- Bijl, R., S. R. Kooistra, H. Hogeveen. 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms, *J Dairy Sci*, 90:239-248.
- Borreani, G., E. Tabacco, R. J. Schmidt, B. J. Holmes, and R. E. Muck. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J Dairy Sci* 101(5):3952-3979.
- Coblentz, W. K., and M. S. Akins. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *J Dairy Sci* 101(5):4075-4092.
- Dado, R., and M. Allen. 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J Dairy Sci* 78(1):118-133.
- De Jonge LH and F. Jackson. 2013. The feed analysis laboratory: Establishment and quality control. FAO, Rome, Italy.
- De Mauro, A. 2016. A formal definition of Big Data based on its essential features. *Library Review* 65(3):122-135.

- DePeters, E. J., and J. P. Cant. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J Dairy Sci* 75(8):2043-2070.
- Do, C., N. Wasana, K. Cho, Y. Choi, T. Choi, B. Park, and D. Lee. 2013. The Effect of Age at First Calving and Calving Interval on Productive Life and Lifetime Profit in Korean Holsteins. *Asian-Australas J Anim Sci* 26(11):1511-1517.
- Eastham, N. T., A. Coates, P. Cripps, H. Richardson, R. Smith, and G. Oikonomou. 2018. Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PLoS One* 13(6):e0197764.
- Ettema, J. F., and J. E. P. Santos. 2004. Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *J Dairy Sci* 87(8):2730-2742.
- Halachmi, I., M. Guarino, J. Bewley, and M. Pastell. 2019. Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production. *Annual Review of Animal Biosciences* 7(1):403-425.
- Hansen, B. G., H. O. Herje, and J. Höva. 2019. Profitability on dairy farms with automatic milking systems compared to farms with conventional milking systems. *International Food and Agribusiness Management Review* 22(2):215-228.



- Hogeveen, H., K. Buma, and R. Jorritsma. 2013. Use and interpretation of mastitis alerts by farmers. In: Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming. p 313-319.
- Hostiou, N., J. Fagon, S. Chauvat, A. Turlot, F. Kling-Eveillard, X. Boivin, and C. Allain. 2017. Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 21(4):268-275.
- Hudson, C., J. Kaler, and P. Down. 2018. Using big data in cattle practice. In *Practic* 40(9):396-410.
- IPCC. 2018. Global warming of 1.5°C. WMO-UNEP.
- ISO, 2007, Automatic milking installations - Requirements and testing, Vol. 20966:14
- Jeon, S., J.-S. Lee, S.-M. Park, K.-S. Ki, and S. Seo. 2017. Comparison of authorized feed analysis laboratories in Korea: looking at feed chemical analysis. *Korean Journal of Agricultural Science* 44(1):86-94.
- Jeong, J.-K., I.-S. Choi, S.-C. Lee, S.-H. Moon, H.-G. Kang, T.-Y. Hur, and I.-H. Kim. 2016. Investigation of Reasons for Culling in Chungcheong Dairy Herds. *Journal of Veterinary Clinics* 33(6):351-355.

- Ki, K. S., S. B. Park, D. H. Lim, and S. Seo. 2017. Evaluation of the nutritional value of locally produced forage in Korea using chemical analysis and *in vitro* ruminal fermentation. *Asian-Australas J Anim Sci* 30(3):355-362.
- Kohn, R. A. 2007. How Dairy Cattle Diet Formulation Can Deal with Uncertainty. *Prof Anim Sci* 23(3):272-276.
- Lee, J., J. Seo, S. Y. Lee, K. S. Ki, and S. Seo. 2014. Meta-analysis of factors affecting milk component yields in dairy cattle. *J Anim Sci Technol* 56(1):5.
- Lee, M., and S. Seo. 2021. Wearable Wireless Biosensor Technology for Monitoring Cattle: A Review. *Animals (Basel)* 11(10):2779.
- Lee, S. M., J. S. Jeong, S. C. Lee, K. H. Park, and S. Seo. 2012. Prediction of ruminal methane production from cattle. *J Anim Vet Adv* 11(17):3228-3233.
- Lovarelli, D., J. Bacenetti, and M. Guarino. 2020. A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? *J Clean Prod* 262:121409.
- Maher, P., M. Good, and S. J. More. 2008. Trends in cow numbers and culling rate in the Irish cattle population, 2003 to 2006. *Ir Vet J* 61(7):455.

- Moore, J. E., and D. J. Undersander. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In: Proceedings 13th annual Florida ruminant nutrition symposium. p 16-29.
- NASEM. 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. 8th revised ed. The National Academies Press, Washington, DC.
- Neves, R. C., and S. J. LeBlanc. 2015. Reproductive management practices and performance of Canadian dairy herds using automated activity-monitoring systems. *J Dairy Sci* 98(4):2801-2811.
- Nilforooshan, M. A., and M. A. Edriss. 2004. Effect of Age at First Calving on Some Productive and Longevity Traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *J Dairy Sci* 87(7):2130-2135.
- Nor, N. M., W. Steeneveld, and H. Hogeveen. 2014. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *J Dairy Res* 81(1):1-8.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.

- Opio, C., P. Gerber, A. Mottet, A. Falcucci, G. Tempio, M. MacLeod, T. Vellinga, B. Henderson, and H. Steinfeld. 2013. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains - A global life cycle
- Pomar, C., and A. Remus. 2019. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers* 9(2):52-59.
- Rotz, C. A., C. U. Coiner, K. J. Soder. 2002. Economic impact of automatic milking systems on dairy farms. 2002 ASAE Annual Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Salfer, J. A., K. Minegishi, W. Lazarus, E. Berning, and M. I. Endres. 2017. Finances and returns for robotic dairies. *J Dairy Sci* 100(9):7739-7749.
- Schewe, R. L., and D. Stuart. 2015. Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end? *Agriculture and Human Values* 32(2):199-213.
- Stallings, C. C., and M. L. McGilliard. 1984. Lead factors for total mixed ration formulation. *J Dairy Sci* 67(4):902-907.

- Steeneveld, W., L. W. Tauer, H. Hogeveen, and A. G. J. M. Oude Lansink. 2012. Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. *J Dairy Sci* 95(12):7391-7398.
- Steeneveld, W., J. C. M. Vernooij, and H. Hogeveen. 2015. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *J Dairy Sci* 98(6):3896-3905.
- Stokes, S. R. and E. P. Prostko. 2021. Understanding forage quality analysis. <https://agriflifeextension.tamu.edu/library/ranching/understanding-forage-quality-analysis/>
- Sung, M.-K., S.-C. Lee, J.-K. Jeong, I.-S. Choi, S.-H. Moon, H.-G. Kang, and I.-H. Kim. 2016. Effect of age at first calving on productive and reproductive performance in dairy cattle. *Journal of Veterinary Clinics* 33(2):93-96.
- Sutton, J. D. 1989. Altering Milk Composition by Feeding. *J Dairy Sci* 72(10):2801-2814.
- Tozer, P. R., and A. J. Heinrichs. 2001. What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis. *J Dairy Sci* 84(8):1836-1844.

- Tullo, E., A. Finzi, and M. Guarino. 2019. Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Sci Total Environ* 650:2751-2760.
- Tylutki, T. P., D. G. Fox, and M. McMahon. 2004. Implementation of nutrient management planning on a dairy farm. *Prof Anim Sci* 20(1):58-65.
- Undersander, D., J. E. Moore, and N. Schneider. 2002. Relative forage quality. *Focus on forage* 4(5):1-2.
- USDA. 2018. Dairy 2014. Health and management practices on US dairy operations, 2014, Fort Collins, CO.
- Webster, J. 2008. *Animal Welfare: limping towards eden: A practical approach to redressing the problem of our dominion over the animals.* John Wiley & Sons.
- Zijlstra, J., M. Jiayang, C. Zhijun, and J. van der Fels. 2016. Longevity and culling rate: how to improve?, SDDDC progress report. p. -.
- Zuidhof, M. J. 2020. Precision livestock feeding: matching nutrient supply with nutrient requirements of individual animals. *Journal of Applied Poultry Research* 29(1):11-14.