

섬유질가공사료의 효과적인 제조방법과 품질관리

손 용 석 교수

고려대학교 생명산업과학부

연 사 약 력

- 1969 ~ 1973 고려대학교 농과대학 축산학과 졸업
- 1975 ~ 1977 동 대학원 가축영양학 농학석사
- 1978 ~ 1982 독일 괴팅겐대학교 대학원
반추동물영양학 농학박사
- 1983 ~ 현재 고려대학교 생명산업과학부 교수
- 1988 ~ 1989 미 위스컨신대학교 교환교수
- 1991 ~ 1992 농촌진흥청 겸임연구원
- 1992 ~ 1997 한국낙농학회 상무이사
- 1992 ~ 현재 서울우유협동조합 젖소사양자문위원
- 2000 ~ 현재 한국동물자원과학회 이사

섬유질가공사료의 효과적인 제조방법과 품질관리

손 용 석 / 고려대학교 생명산업과학부 교수

I. 머 리 말

짧은 도입 역사에 비하여 빠른 속도로 보급되고 있는 국내 완전혼합사료(TMR) 급여방식은 근래에 들어와 새로운 양상을 보이고 있다. 즉 선진국 목장에서는 대부분 자급조사료를 바탕으로 한 목장 자체가 제조 이용하는 소위 ‘자가 TMR’이 성행하는 데 반하여, 우리 나라에서는 주로 공동배합소 또는 제조업체로부터의 구입에 의존하는 목장이 점점 많아지고 있다는 점이다. 이러한 배경에는 국내 목장들은 아직 경영규모가 작은 탓으로 유리한 조건으로의 원료 구입이 쉽지 않은 데다가, 기계설비의 투자 부담, 제조 이용과 관련된 기술의 한계성 등이 동시에 작용하고 있는 것으로 해석된다. 이와 같이, 수요와 공급이 서로를 창출하면서 빠른 속도로 확산되고 있는 TMR사료는 이제 ‘섬유질가공사료’로 등록되어 전문 제조업체, 조합, 그리고 일반 사료회사에서까지 제조되고 있는 바, 이러한 확대 경향은 앞으로 제조 업체간의 경쟁을 예고하는 것임은 물론, 한편으로 관련 기술의 향상을 위한 노력과 대농가 서비스를 그만큼 더 요구하게 됨을 의미한다.

초창기에 비하면, 섬유질가공사료가 제조에서 유통 이용에 이르기까지 체계적으로 어느 정도 정착되었다고 볼 수 있지만, 제조규모와 공정, 제품의 종류와 형태, 운반 이용과정 등을 볼 때, 여전히 소프트웨어 및 하드웨어 모두에서 개선할 점 또한 적지 않은 게 사실이다. 그러므로 여기에서는 국내에서 생산 유통되고 있는 섬유질가공사료를 중심으로 그 제조와 품질관리상의 문제점들을 짚어보고 개선 발전을 위한 방법적 제언을 하고자 한다.

II. 국내 섬유질가공사료의 성격과 발전 방향

현재 국내에서 제조 유통되는 상당 수의 섬유질가공사료는 특정 급여 대상우(군)를 겨냥하여 배합비를 설정하여 가급적 완전혼합사료(TMR)라는 개념을 충실히 반영한 경우도 있지만, 대부분의 경우에는 구입목장에서 그대로 단일 먹이로 급여하기에는 결코 완전치 못한 경우가 많다. 따라서 이 경우 섬유질가공사료는 섬유질 원료를 일정 비율 이상 포함한 부분혼합사료(PMR) 또는 프리믹스(Premix)의 성격만을 가짐에도 불구하고 이러한 성격의 제품을 'TMR'이라고 칭하는 것은 TMR에 대한 그릇된 개념을 심어줄 소지가 크다.

'부분혼합사료'의 성격을 띠고 있는 섬유질가공사료는 보충 급여를 전제로 하는 만큼, 구입이용자는 별도로 보충사료를 추가하여 다시 배합을 하거나, 아니면 적어도 조사료를 별도 급여해야 하는데, 이럴 경우 동물들이 요구하는 영양소량을 충족시켜 주기란 쉽지 않다. 또한 목장의 외부에서 제조됨에도 불구하고 사료혼합에 소요되는 노동부담이나 시간을 절약한다는 TMR의 전형적 효과를 기대하기가 어렵다.

그러므로 섬유질가공사료의 제조와 유통은 철저하게 소비자인 낙농가의 입장에서 출발하여야 하며, 고객 목장의 사료사정을 보완하여 주는 역할을 담당하여야 마땅하다. 즉 낙농가가 필요로 하는 부분을 그대로 반영하여 제조되는 주문가공(Custom-Mix)의 형태이어야 하며, 완전한 배합비와 TMR로서의 성상을 제대로 갖춘 단일사료로서 제조·보급되지 못할 경우에는, 부분혼합사료로서 농가 자체에서 조달하는 자급사료와 잘 조화되어 궁극적으로는 동물이 요구하는 영양소량을 과부족이 없이 충족시킬 수 있는 성격의 사료가 되어야 할 것이다.

III. 섬유질가공사료의 설계

1. 구매자의 요구 반영

언급한 바와 같이, 섬유질가공사료는 실제로 목장으로 운반되어 급여될 때, 그 섭취량

이나 영양소 공급력은 자칫하면 개체별 또는 우군별 요구량에 초과 또는 미달되어 생산 능력 발휘에 필요한 수준에서 벗어남으로써 정밀한 사양을 어렵게 만들 수 있다. 그러므로 종류별로 배합비를 설계함에 있어서 구매자인 목장주와 긴밀한 협조가 필요한데, 가장 효과적인 것은 영양 전문가와 목장주간에 협의와 계약에 의한 주문가공(Custom Mix)의 형태를 갖는 것이다. 이 방법은 계절이나 목장의 사정에 따라 달라질 수 있는 자급사료의 종류와 성격을 최대한 반영할 수 있다는 커다란 장점을 가진다.

2. 정기적인 모니터링

섬유질가공사료의 설계를 위한 일차적 단계는 무엇보다도 고객 목장들에 관한 정보, 예를 들어 사육규모와 급여방식, 동물의 생산능력을 비롯하여 조사료의 종류와 생산여건 등을 조사 파악하는 일이다. 그리하여 이러한 사양 관련 사항들을 토대로 공통분모가 될 수 있는 사료가 설계되어야 한다. 이러한 과정에는 배합비의 설계자 자신이 또는 현장에서 활동하는 별도의 지도기능 담당자가 함께 참여함으로써, 구매자의 입장에서 개체우의 생산성과 생리적 반응을 추적 기록하고 주기적인 체크를 통하여 해당 사료의 이용성을 극대화 할 수 있도록 도움을 줌은 물론, 동물의 반응 변화를 분석하여 새로운 사료설계에 반영시키는 두 가지 기능이 적절히 조화되지 않으면 안된다.

축산기술연구소(1999)가 영농조합법인 10개소와 섬유질가공사료 제조업으로 등록된 10개소에 대해 실시한 실태조사에 의하면, 사료배합률의 변경은 평균적으로 연 3~4회 정도 실시하고 있으며, 변경 이유로는 계절적 요인, 원료의 가격 변동 및 수급 변화, 성분변화 등으로 나타났다. <표 1> 이들 조사대상 공장들은 일일 생산량이 25~50톤 정도의 규모를 가지고 있으며, 생산제품의 종류는 4~5종인 것으로 조사되었는 바 배합비의 변경의 빈도가 낮은 이유는 공정상의 어려움에 있다고 보이지는 않는다.

따라서 앞으로 섬유질가공사료의 설계는 고객목장의 동물과 사료적 여건에 부응하는 방향으로 다양화시킴으로써 보다 정밀한 사양으로 목장의 생산성 향상을 가져다 줄 수 있을 것으로 본다.

가공사료(Custom-Mix)의 형태가 국내 섬유질가공사료 제조의 현실상 효과적일 것으로 판단된다.

나. 가 격

초기에 국내에 섬유질가공사료가 보급되기 시작한 이유 중의 하나는 사료비의 절감의 가능성이었으며, 특히 법인체 구성을 통한 공동배합소 설립의 목적은 그러한 취지가 컸다. 정작 급여한 동물의 실제 섭취량을 고려할 때, 조농분리급여시에 비하여 사료비가 결코 낮아지지 않자, 보다 싼 가격의 제품을 선호하게 되었다. 그러나 가격에 맞추어 생산된 TMR은 역시 생산성에 그대로 반영된다는 사실을 경험한 목장주들은 이제 절대가격의 개념이 아니라 영양적 효과에 대한 상대가격의 개념이 중요하다는 것을 인식하게 되었다. 따라서 무조건 값싼 사료를 제조하기 보다는 에너지와 단백질 등 영양소 공급력면에서 제대로의 기능을 발휘할 수 있는 사료를 제조 급여할 경우, 동물은 정확하게 반응을 나타내는바, 제품가격의 궁극적인 평가는 생산성의 차이에 의해 자연스럽게 드러나는 것이다. 따라서 제품의 생산가격을 낮추는 첩경은 원료사료 하나 하나의 특성과 영양적 가치를 과학적으로 정확히 평가하여 그 가치에 상응하는 최선의 것을 결정하는 것이다. 특히 제품의 가격에 영향을 많이 미치는 보조사료는 종류와 수를 결정하는 데 있어 가격과 효과를 철저히 검토하는 것이 중요하며, 소문이나 일방적인 판단보다는 제품의 이용능가를 대상으로 한 모니터링에 의존하는 게 효과적이다. 동시에 원료사료의 저장시설을 효과적으로 정비하고 저장성이 상대적으로 우수한 원료사료에 대하여 대량 계약과 공동 구매의 가능성도 검토해 볼 가치가 있다.

4. 원료의 선택

가. 양질의 원료 선택

일단 배합비가 결정되면, 섬유질가공사료의 품질은 원료와 제조공정에 의하여 결정된

다. 배합비가 아무리 합리적이고 정밀하게 계획되었다 하더라도, 원료의 품질이 좋지 않으면 우수한 제품은 만들어지지 못한다. 제품의 가격경쟁력은 원료의 구매과정에서부터 결정되는데 당연하지만, 언급하였듯이 가격은 영양적으로 같은 기능을 한다는 전제하에 비교할 수 있는 것이다. 특히 섬유질 가공사료용 원료로, 흔히 가격이 좀 싸다 하여 배합사료 회사나 곡물회사에서 이용하고 남은 부분, 또는 식품산업 부산물 등, 소위 짜투리나 폐기물 등급에 해당하는 원료가 유통되는 경우가 적지 않은데, 채택 여부를 결정함에 있어서 신선도나 성분 함량은 물론, 경우에 따라서는 위생 문제에 이르기까지 신중하지 않으면 안 된다. 특히 계절에 따른 수분 함량의 차이와 변성 여부가 면밀히 체크되지 않으면, 곰팡이 독소 등의 각종 부작용으로 인한 커다란 피해로 연결되기 쉽다. 예를 들어 독일의 경우에는 여름철 외기 온도가 우리 나라보다 높지 않음에도 불구하고 생맥주박을 주 2회 공장에서 반출하도록 규정하며 반출 후 최소한 7일 이내에 소진시킬 것을 권장하고 있다.

나. 조사료의 선택 기준

축산 선진국에 비하여 국내 조사료 생산과 공급여건은 매우 열악한 편이며, 그 가격도 농후사료보다 더 비싼 게 우리의 현실이다. 조사료, 특히 수입되는 콩과 또는 화분과 건초를 선택함에 있어서 여러 가지 평가기준이 적용될 수 있는바, 흔히 질적 평가기준으로 '상대적 사료가(Relative Feed Value)'라는 수치를 고려하는 것이 효과적이다. 이것은 동물의 영양생리상 화학적·물리적 기능을 담당하는 단백질(CP)과 섬유질(NDF 및 ADF)의 함량을 갖는 조사료의 가치를 기준(100)으로 하여, 다른 조사료의 성분 함량을 비교하여 상대적인 가치를 나타낸 것이며 단위는 없이 대개 10~200 사이의 수치가 부여된다.

〈표 2〉는 각종 조사료의 성분과 함께 성분 함량을 근거로 산출된 RFV를 제시한 것이며, 〈표 3〉은 미국의 일부지역에서 각종 건초의 품질평가와 경매에 적용하고 있는 품질등급 기준표이다. 여기에서 섬유질의 성격을 나타내는 기준으로 ADF의 함량은 조사료의 소화율과 밀접한 관련이 있으며, NDF 함량의 경우에는 섭취할 수 있는 조사료의 양과 관련이 깊다. 즉 ADF가 높다는 것은 그만큼 소화시키기가 어렵다는 의미이며, NDF가 높다는 것은 그만큼 사료섭취량이 떨어짐을 암시하므로, 고품질의 건초일수록 NDF와 ADF의

〈표 2〉 조사료 품질 등급 기준

품질등급	CP	ADF ¹	NDF ²	DDM ³	DMI ⁴	RFV ⁵
 (% 건물기준)					
특	>19	<31	<40	>65	>3.0	>151
1	17~19	31~35	40~46	62~65	3.0~2.6	151~125
2	14~16	31~35	47~53	58~61	2.5~2.3	124~103
3	11~13	41~42	54~60	56~57	2.2~2.0	102~87
4	8~10	43~45	61~65	53~55	1.9~1.8	86~75
5	<8	>45	>65	<53	<1.8	<75

1 산성세제불용성 섬유 2 중성세제불용성 섬유 3 가소화소화물
 4 건물섭취량 5 상대적사료가

〈표 3〉 조사료 종류별 상대적사료가

조 사 료 명	CP	ADF	NDF	RFV
알팔파, 개화 전기	23	28	38	164
알팔파, 개화 만기	20	30	40	152
알팔파, 개화 후기	17	35	46	126
알팔파, 완전성숙	15	41	53	100
알팔파, 화분과와 혼파, 출수기	19	30	45	135
알팔파, 화분과와 혼파, 개화중기	15	38	55	100
알팔파, 화분과와 혼파, 완전성숙	12	42	52	101
브룸그라스, 생육 후기	14	35	63	91
브룸그라스, 개화 말기	8	49	81	58
옥수수사일리지(잘익은 자루)	9	28	48	133
옥수수사일리지(자루 적음)	8	30	53	115
옥수수대	6	43	68	76
페스큐, 생육 후기	12	36	64	88
페스큐, 개화초기	10	39	72	76
오차드그라스, 생육 초기	18	31	55	109
오차드그라스, 개화 초기	15	34	61	95
수수-수단그라스, 영양생장기	15	29	55	112
수수-수단그라스, 출수기	8	40	65	83
밀 짚	4	54	85	51

함량이 낮으며 조단백질(CP)의 농도는 높은 경향이 있어 RFV 치는 상승한다.

실제로, 수입 건초류에서는 RFV가 수출국의 분석치를 바탕으로 산출된 것이 대부분이어서 채취시료의 대표성이나 분석의 신뢰도 문제가 거론될 수도 있는데, 적어도 동일한 도입분 내에서 조사료의 질적 가치를 상호 비교 평가하는 데 유용한 자료가 될 수 있다.

다. 국내 부존 사료자원 vs 해외 사료자원

섬유질가공사료의 장점은 국내에서 방치되거나 버려지는 각종 유기성 산업부산물의 간접식량화를 폭 넓게 수용할 수 있다는 점이다. 이것은 자원부족국가로서 식량을 증산하고 한편으로, 환경오염을 줄일 수 있다는 의미에서 충분한 가치가 있는 게 사실이다. 현재 남은 음식물을 비롯한 각종 부존 사료자원에 대한 관심과 개발 노력이 진행되고 있으나, 개발소재에 따라서는 계절성을 띠어 양적으로 공급이 일정치 않거나, 성분의 변이와 보존상의 문제 등이 장애가 되는 게 사실이어서, 소량씩 제조 이용하는 자가배합형의 소규모 TMR이라면 모르되, 대량으로 생산 유통되는 섬유질가공사료 제조에 있어서는 이들을 원료로 선택하고자 할 때 가격문제 이외에도, 성분의 안정성에 관하여 저울질 해보지 않으면 안 된다.

한편 근래에 해외로부터 도입 가능한 원료사료들도 다양한 종류가 근래에 적지 아니 소개되고 있기는 하지만, 역시 원산지와 생산방법 등의 차이로 인하여 품질의 변이가 작지 않으며, 원료사료로 적합하다 하더라도 동·식물 병균이나 잡초종자, 곤충 등의 방역문제를 고려하지 않을 수 없으므로 비교적 낮은 가격임에도 불구하고 그 도입에 신중을 기할 필요가 있다.

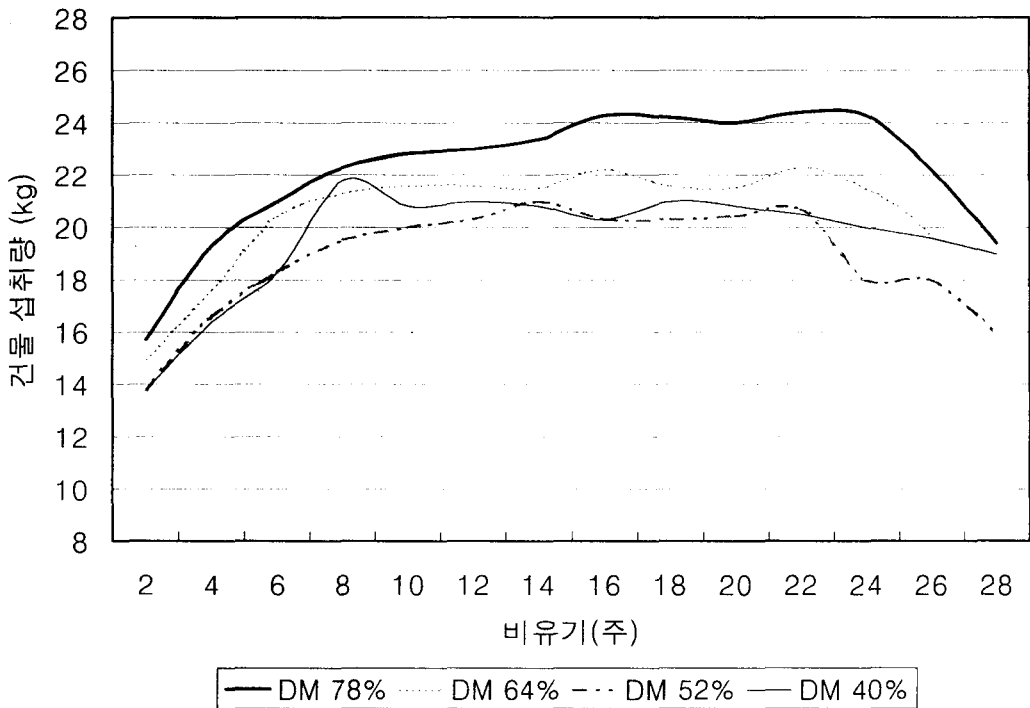
5. 제품의 품질관리

가. 수분농도 확인 및 보정

젖소 사료의 수분농도는 건물섭취량과 기호성 나아가 산유량에 영향을 미친다. 일반적으로 사료 내 수분이 많으면 섭취속도가 빨라지고 기호성이 좋은 경향이 있다. 또한 다즙질의 성격을 가지기 때문에 산유량이 증가하는 경향을 나타낸다. 그러나 수분이 많으면

침의 분비량이 감소하고 특히 식물조직수(水)가 많으면 건물 섭취량이 감소한다는 것이 사양시험을 통하여 알려져 있다 <그림 1>. 반대로 사료중에 수분이 적을수록 동물의 침 분비량과 사료건물의 섭취량 증가를 기대할 수 있지만, 수분농도가 너무 낮은 경우에는 재료의 혼합효율이 떨어진다.

완전혼합사료는 원칙적으로 습사료이며, 섬유질가공사료가 궁극적으로 TMR 방식에 의한 급여를 전제로 한다면 최소한 30~40%의 수분을 함유해야 한다. 수분농도가 충분치 못하면 혼합공정을 비롯하여 운반과정에서 원료성분간에 분리현상이 일어날 뿐만 아니라 급여단계에서도 동물이 선택적으로 섭취하게 되는데, 이러한 현상은 특히 절단 건초나 짚(특히 잎이 적은)을 섬유질원료로 사용하는 경우에 더 심하게 나타난다.



<그림 1> TMR의 건물수준과 채식량의 관계 (Lahr 등, 1983)

사료관리법상의 공정규격에 의하면, 섬유질가공사료는 건물 기준으로 15% 이상의 조섬유와 조단백질을 함유할 것을 규정하였을 뿐, 수분이나 기타 성분 함량에 관한 제한규정이 없다. 생산자나 이용자 모두 속칭 '습 TMR'이니 '건 TMR'이라고 하는 것은 TMR의

수분농도에 따른 분류가 아니며, 오히려 TMR의 개념상 혼돈을 일으킬 우려마저 있다.

그러므로 원료로 사용되는 다즙질(수분 70% 이상) 사료나 제품의 수분농도를 일정하게 유지하는 일은 최소한으로 실시해야 하는 필수 작업이다. 수분 급원의 역할을 하는 원료로는 생맥주박, 전분박, 엿밥, 고수분옥피, 비지 등을 비롯한 각종 식품제조 부산물이 해당되는데, 이들 고수분 식품부산물은 공정이나 출처, 또 배달 간격이나 계절에 따라 수분농도의 변이가 크므로, 수분을 수시(원칙적으로 1주일)로 분석하여 건물 함량을 확인하고 기준 범위에서 벗어나는 경우에는 속히 보정하지 않으면, 동물이 섭취하는 사료건물량에 영향을 미칠 수 있다

수분농도의 측정은 아주 간단한 장비와 절차로서 가능하므로 섬유질 가공사료 제조업체에서는 일상적으로 수분농도 측정을 실시하여, 원료와 제품의 건물 함량을 자주 확인 보정할 것을 권장한다. 예를 들어 맥주박과 같이 대량으로 반입되어 저장 탱크에 보존하면서 투입되는 원료의 경우에는 혼합기에 투입하기 직전의 것으로부터 채취한 시료를 분석한다.

나. 에너지가 및 단백질 함량

품질을 관리함에 있어서 수분 다음으로 중요한 영양소는 에너지와 단백질이며, 정기적으로 제품으로부터 채취된 시료에 대하여 이 두 가지의 농도수준 유지가 제대로 이루어지지 않는 경우에 동물은 제 유전적 능력을 발휘할 수 없음은 물론, 번식문제나 대사장애의 발생 위험이 커지고 경제수명이 단축된다. 축우사료에서 에너지가는 단백질 농도에 우선하며, 최소한 원료사료의 일반영양소 함량에 근거하여 이 둘을 산출하고 목표치와의 차이가 클 경우 즉시 보정을 해 주어야 한다.

에너지의 경우에, 기존에 사용하여 온 TDN 또는 NEL 단위는 총량을 표현하는 것으로, 총 에너지의 내부적 구성비율을 고려하여야 정밀하게 꾸며진 사료배합이라 할 수 있다. 즉, 에너지를 공급하는 주원천은 크게 탄수화물과 지방질이라고 볼 수 있는데, 전자는 반추위 내 미생물의 합성량을 좌우하는데 반하여, 후자는 유선에서의 지방질 합성원료를 공급하는 기능을 담당한다. 따라서 총 에너지가 중에서 차지하는 탄수화물과 지질의 비율을

확인하고 적정 수준을 유지함으로써 동물의 생산성을 최대화 할 수 있다.

한편, 젖소의 유전능력이 날로 상승하면서 단백질의 공급도 기존의 절대적 조단백질 (CP) 총량의 공급개념에서 세분화되어, 이제는 반추위분해성 단백질(RDP)과 반추위비분해성 단백질(RUP)을 고려하고 있으며, 지난 2001년 1월에 개정된 미국 NRC 젖소사양표준에서는 한 걸음 더 나아가 필수아미노산의 공급을 고려한 기준을 제시함으로써 보다 정밀한 단백질 영양관리를 권장하고 있다. 따라서 앞으로 보다 정밀한 젖소용 사료를 제조하려면, 조단백질에서부터 아미노산에 이르기까지 원료사료의 세부 성분 함량을 분석하고 데이터베이스화 하는 작업이 매우 중요시 되고 있다.

다. 광물질 및 비타민

TMR 급여체계의 가장 큰 효과는 유전적인 생산능력을 뒷받침 할 수 있게끔 사료섭취량을 최대화 할 수 있다는 점에 있다. 젖소의 유전능력이 날로 상승하면서 다량 영양소인 에너지와 단백질 이외에 미량 영양소로서의 비타민 광물질의 균형된 공급이 점점 더 강조되고 있는 추세이다. 따라서 이 두 가지 영양소군에 있어서도 섬유질가공사료는 양적으로 정밀한 공급을 가능케 하여야 한다.

라. 반추생리에 친화적인 구성

사료의 영양적 가치는 영양소 함량만으로 평가할 수는 없으며, 반추동물인 소에게 급여할 완전 혼합사료로서 제조되는 섬유질 가공사료의 품질을 최적화 하는 데는 적어도 다음의 몇 가지가 동시에 고려되지 않으면 안된다.

1) 탄수화물의 조성과 공급형태

사료탄수화물은 에너지의 주공급원이기 때문에 중요하지만, 반추위 내 발효와 관련하여 그 조성과 공급형태는 젖소의 반추생리를 건강하게 유지하기 위하여 결정적으로 중요하다. 즉 반추위미생물에 의한 발효과정에는 당류나 전분과 같은 가용성 탄수화물과, 섬유

질과 같은 불용성 탄수화물간에 균형이 필요하다.

그러므로 착유우용 사료는 '섬유질 급여지침'에 충실하도록 구성하고, 전체 사료 내 전분농도를 최고 30%가 넘지 않도록 유지해야 한다. 동시에 곡류사료의 비중은 가볍게, 표면적은 넓게 하는 방향으로 가공하면, 집중적인 발효가 일어나는 것을 '루멘매트'의 걸름효과를 통하여 방지할 수 있어 부작용은 최소화하면서 높은 생산을 유지할 수가 있겠다.

2) 유효섬유질(Effective Fiber)의 기본 수준 유지

사료탄수화물 중에서도 섬유질의 성격은 반추위 내 환경을 건강하게 유지하면서 발효를 이상적으로 유도함으로써, 대사장애를 예방하고 유지율의 저하를 방지하는 데 중요하다. 따라서 젖소의 생산능력이 날로 높아지는 근래에는 공급되는 사료섬유질을 세분화하여 물리적 기능을 발휘할 수 있는 부분을 유효 중성세제불용성섬유(eNDF)라고 지칭하고, 보다 정밀한 공급기준으로 사용하고 있다.

궁극적으로 사료내 eNDF의 적정 수준은 조사료 및 섬유질성 부산물사료(Fibrous Byproduct Feeds)를 통하여 유지되는데, 특히 조사료의 적정 절단길이가 강조된다.

3) 완충제(버퍼)의 사용

탄수화물의 물리적 기능을 충분히 발휘하도록 함은 동물의 건강을 위해서 바람직 하지만, 높은 산유량을 지원하는 데 필요한 에너지 공급이라는 측면에서는 반대되는 입장에 있다. 따라서 배합비 설계가 부득이하게 가용성 에너지사료에 속하는 전분질의 공급으로 치우치게 되면, 저작회수와 침 분비량이 감소하여 반추위내용물의 pH가 급격하게 저하하여 과산증(Acidosis)이나 제엽염(Laminitis)과 같은 대사질환의 출현과 함께 산유량과 유지율을 저하로 연결된다.

따라서 전분질 사료나 당류의 공급이 강조되는 배합비를 가진 섬유질가공사료나, 사일리지를 기초조사료로 사용하는 급여체계에서는 완충(buffer)제를 혼합하여 반추위 내 과도한 산생성으로 인한 pH 격감을 완충시킬 필요가 있다. 이 용도로 종래에는 중조(NaHCO_3)와 산화마그네슘(MgO)을 사용하여 왔는데, 이들 완충제는 다량으로 배합할 시에 기호성을 저하시키므로, 이 약점을 보완하기 위하여 요즘에는 기호성이 우수하고 위장관 내에

서 완충작용과 함께 암모니아 흡수 기능을 하는 소듐벤토나이트(Sodium Bentonite)가 친환경성 점토광물로 새로운 주목을 받고 있다.

IV. 제조공정상의 착안 사항

1. 원료의 정확한 계량

혼합할 원료의 무게를 정확하게 계량하는 것은 사료의 조성과 영양소 함량을 정확하게 유지하는 기본적 과정이다. 전자식을 제외한 모든 형태의 저울은 적정 계량범위가 있어서 이 측정범위를 넘어서면 계량이 덜 정확해진다. 따라서 계량기는 정기적으로 조정하고 주기적으로 표준무게를 설정하여 오차를 보정할 필요가 있다. 특히 앞에 언급한 고수분성 다즙질 원료들은 수시로 수분정량을 하여 투입량을 보정하지 않으면 안 된다.

2. 혼합 공정의 균일도 유지

원래 TMR 시스템의 대 원칙은 자유 채식이며, 자유 채식은 동물의 유전능력을 십분 발휘토록 하는 제 1요인이다. 그러나 그 전제조건은 동물이 매 번 섭취하는 먹이의 내용이 동일해야 한다는 것이다. 즉 가축의 능력과 요구도에 맞도록 균일한 영양소를 안정되게 공급하고, 또 급여과정에서 선택 채식을 방지하기 위하여 섬유질가공사료의 균일한 혼합은 결정적으로 중요하다. 이를 달성하기 위하여 제품의 포장단위마다 균일한 원료조성을 갖도록 해야 함은 물론, 급여과정에서도 구성 원료의 성상이나 입자크기, 비중 등의 차이에 기인한 분리현상이 일어나지 않아야 한다.

혼합의 균일도를 좌우하는 요인을 알아보면 다음과 같다.

가. 혼합기의 유형

완전한 혼합은 우선적으로 혼합기의 완전한 성능이 전제되어야 한다. 혼합기는 구조와 기능에 따라 크게 오거(Auger)식, 릴(Reel)식, 텀블러(Tumbler)식이 있으며 각기 몇 가지 세부 유형으로 분류되는데, 기계 설치시에는 종류별 장단점을 정확히 파악하고 생산 용량 등을 고려한 적절한 선택이 이루어져야 하며, 작업 가동중에 기능이 정지하기 이전에 정기적으로 기계적 취약점에 대한 체크와 정비를 실시하는 것이 중요하다.

나. 원료사료의 성격

혼합되는 원료사료의 성격을 잘 알아두면 혼합을 보다 효율적으로 할 수 있는데, 혼합 효율에는 원료사료의 입자도, 비중, 성상(마찰면) 등의 물리적 성질이 관여한다. 대체로 혼합기에서 처리할 수 있는 단일사료의 최소량은 전체량의 1% 수준, 즉 톤당 10kg 정도이다. 따라서 이보다 적은 양을 혼합할 때에는 소량 원료들끼리 미리 섞어 두는 소위 프리믹스(Premix)를 제조하여 혼합기에 넣어야 효과적이다. 대표적 예로 광물질, 비타민, 완충제, 소금 등은 프리믹스로 미리 제조하여 둔다.

생맥주박, 전분박, 엿밥, 고수분옥피, 비지 등의 다즙질 사료나, 수분이 많은 조사료, 예를 들어 사일리지의 경우에는 곡류를 비롯한 소립자(granule)의 원료가 들러 붙는 성격을 가져 절단 건조에 비하여 혼합이 잘 이루어진다. 특히 알팔파 헤일리지는 성상면에서 볼 때 화분과 사일리지에 비하여 TMR용 조사료로 혼합성이 좋은 특성을 가지며, 각종 가루의 형태를 한 각종 첨가제들은 밀기울이나 대두박과 잘 섞이는 경향이 있다. 알팔파큐브와 비트펠프 펠렛 등의 사료는 입자가 크거나 단단한 성질상 동물이 섭취하기에 불편하고, 혼합과정 또는 급여과정에서 분리현상이 일어나거나 편식할 우려가 있으므로, 물에 불려 가볍게 파쇄한 다음에 혼합하도록 한다.

다. 투입 순서

혼합기에 원료를 투입하는 순서는 혼합효율을 크게 좌우한다. 투입원료의 입자크기와 수분 함량을 고려하여야 하며, 전술한 바와 같이, 미네랄 등의 첨가제는 밀기울 등을 부

형제로 사용하여 희석 증량하여 예비배합물(Premix)로 만든 후에 나머지 원료와 혼합하는 것이 효과적이다. 종류에 따른 효과적 혼합 순서는 대체로 다음과 같다.

- 1) 먼저 곡류 또는 건조한 박류, 강피류를 넣고 분말사료(첨가제 프리믹스)를 배합한다.
- 2) 이 혼합물에 건조류의 조사료를 투입 혼합한다.
- 3) 다즙질 원료사료(사일리지, 맥주박)를 투입 혼합하거나 이때 가수(加水)를 한다.

라. 혼합 시간

재료의 투입이 끝난 다음에 함께 혼합하는 시간은 혼합기의 종류와 용량에 따라 다르므로, 혼합효율을 검정하여 적정시간을 설정하여 지켜야 한다. 균일한 혼합은 시간이 오래 경과한다고 하여 달성되는 것은 아니며, 원료 투입 후 너무 오랜 시간에 걸쳐 혼합기를 가동하는 경우에는 혼합 효율을 높이기보다 오히려 섬유질사료, 특히 조사료의 입자도가 작아지고 성상이 파괴되기 쉽다.

마. 혼합 균일도의 검증

혼합기계의 성능이나 혼합방법의 효율을 측정하는 데, 흔히 지시제를 투입하고 배출되는 제품으로부터 이들의 농도 또는 성분비를 측정하여 통계적 방법인 'C.V.(변이계수) 테스트'를 실시한다.

1) 지시제법

식염(NaCl) 또는 산화크롬(Cr_2O_3)을 일정량 섞은 다음, 작업이 끝나고 혼합물로부터 임의로 시료를 3군데 이상 채취하여 이들에 함유된 지시제의 농도를 분석(3반복 이상)하여 그 평균치와 표준편차로부터 변이의 정도를 파악하는 것이다.

2) 지시원료법

콩과 면실을 각각 배합량의 2% 수준으로 투입하고 정해진 시간 동안 배합기를 가동한 다음, 일정시간 경과 후 배출하면서 10회로 구분하여 시료를 채취하여 시료의 중량과 그에 포함된 콩과 면실을 세어 비율을 측정하는 방법으로, 화학 분석이 필요없어 간편하며 현재 농업기계화연구소의 공인 검사방법으로 되어있다.

3. 충전용기의 선택

제조된 섬유질가공사료는 벌크상태가 아닌 각종 크기의 비닐 뺨에 충전되는데, 이때 사용되는 용기는 작게는 20kg들이 폴리에틸렌 뺨에서 크게는 400~500kg 용량의 타이콘뺨이 사용된다. 용기가 작은 경우에는 운반 취급이 편한 반면에 급여 후 남은 비닐의 처리가 어렵다. 또한 커다란 용기를 사용할 경우에는 운반과 급여가 어려운 결점이 있다. 후자는 현수장치(hanger)를 목장에 설치하는 경우에 비교적 효율적으로 꺼내어 급여할 수 있으며, 외부 용기(뺨)를 수차례 반복 사용할 수 있다는 장점이 있다.

중요한 것은 비닐뺨의 안정성으로서 외부의 빛과 공기를 완전히 차단할 수 있어야 하며, 운반 및 취급시 쉽게 파손되지 않는 재질이어야 한다. 타이콘 뺨의 경우에도 내부용으로 사용하는 폴리에틸렌은 가급적 0.1mm 이상의 두꺼운 것을 사용하여야 안전하다.

V. 제조 후 관리

1. 영양성분 및 신선도 유지

제조된 섬유질가공사료는 신선한 상태로 동물에게 급여되어야 하며, 이를 위하여 TMR은 급여 직전에 제조하는 것이 원칙이다. 그러나 대량으로 제조 이용되는 섬유질가공사료는 제조된 날부터 동물이 섭취하기까지 짧게는 하루에서 길게는 수십 일이 소요되는 게 우리의 실정이다. 이러한 불리한 여건일수록 제품의 신선도 유지는 그 사료에 대한 기호성은 물론, 위생적 측면에서 아무리 강조해도 지나치지 않다.

필자의 연구팀은 서울우유협동조합 산하의 제조공장을 중심으로 공동 배합되는 부산물형 TMR의 보존능력과 보존시간의 경과에 따른 각종 변화를 조사하여 사양가치의 감소정도와 저하요인을 구명하는 시험 연구를 실시한 바 있어 소개하고자 한다.

〈표 4〉에 제시된 바와 같이, 제조한지 2일 후에 3개 공동배합공장의 제품에 대하여 원료사료 그대로, 또는 몇 가지 첨가물을 처리하고 제조 후 경과일수를 다양하게 하면서 보관기간에 따른 온도변화와 pH 변화, 그리고 영양소 농도 변화 등을 관찰하였다.

〈표 4〉 연구대상 섬유질가공 공장별 생산규모, 저장조건 및 시험처리 방법

배합공장명	일생산규모	저 장 형 태	저장기간	시 험 처 리 방 법
광 주 공 장	25 ton	400kg 타이콘 백	5~7일	광청액(CAW) 첨가
의 양 공 장	30 ton	400kg 타이콘 백	5~7일	효모제(SC) 첨가
김 포 공 장	3 ton	30kg 폴리에틸렌 백 또는 폴리프로필렌 백	1~2일	미생물제 첨가 광청액(CAW) 첨가

우선 제조 후 탐침온도계로 측정된 제품 내부의 온도 변화를 보면, 광주의 경우에는 6~9일 까지 2~4℃, 그리고 의양의 경우에는 1.5~4℃ 정도의 온도가 상승하였으나, 그 후부터는 모두 25~30℃ 사이에서 비교적 안정된 온도를 유지하였다. 내부용으로 폴리프로필렌(Polypropylene) 용기를 사용하였을 때를 제외하고는 타이콘백 심부의 절대 온도가 외기 온도와 관계없이 제조 후 첫 날부터 안정적으로 유지되는 패턴을 보임으로써, 포장된 제품 내에 안정된 환경이 유지됨을 확인할 수 있었다. 그러나 400kg이 아닌 30kg 단위의 소포장에서는 외기 온도의 변화에 더 민감한 것으로 나타나 여름철에는 보관장소의 선택에 주의를 요함이 밝혀졌다.

한편 포장형태와 밀봉여부 효과의 차이를 알아보려고 광주와 의양 공장에서 아무 처리도 하지 않은 신선한 제품 30kg을 단지 프로필렌 백에 담아 동일한 조건으로 보관하면서 온도측정 및 상태를 관찰하였는데, 〈표 5〉에 제시된 바와 같이, 2일이 지난 후 온도를 측정한 결과 내부 온도가 40℃ 이상 상승하였고, 3일이 지나면서는 부패하여 곰팡이 발생

이 심하게 나타났다. 이러한 결과들을 볼 때, 섬유질가공사료는 보관을 제대로 할 경우에는 포장 용량에 관계없이 보관기간중의 관리, 즉 제조 후 밀봉상태 여부가 내부의 화학적 변화를 막고 안정화를 유지하는데 결정적으로 중요함을 보여주었다.

〈표 5〉 제조 후 시간경과에 따른 제품 내부의 온도(°C) 변화

장 소	포장 형태	경과일	3일	6일	9일	12일	비 고
		처리구					
광 주 공 장	P.E ²⁾ + P.P ³⁾	대 조 구	27.6±0.05	27.9±0.22	29.7±0.08	28.7±0.07	
		프로피온산	25.9±0.10	28.7±0.22	29.8±0.07	29.2±0.09	
		CAW ¹⁾	25.8±0.10	29.5±0.07	29.6±0.07	28.9±0.07	
	P.P	대 조 구	43.6±0.12	-	-	-	3일후 부패
	외 기 온 도		22.0	31.0	34.0	30.9	
의 양 공 장	P.E + P.P	대 조 구	25.3±0.12	27.2±0.05	30.7±0.24	29.6±0.30	
		프로피온산	26.3±0.03	28.3±0.12	30.2±0.37	29.7±0.53	
		맥 반 석	28.5±0.07	28.6±0.33	30.0±0.15	29.8±0.23	
	P.P	대 조 구	46.9±0.26	-	-	-	3일후 부패
	외 기 온 도		24.5	29.5	29.5	31.0	

¹⁾ Catalyst-Altered Water(광청액)

²⁾ 폴리에틸렌, ³⁾ 폴리프로필렌

또한 제조된 사료는 용기 내에서 밀폐 보관되는 한, 내용물의 단백질 함량은 큰 변화가 없이 안정된 상태를 보였다 <표 6>. 그러나 내용물의 pH의 변화에서는 약간의 감소를 보임으로써 내부의 가용성 탄수화물의 일부가 발효에 의하여 유기산으로 분해되고 있음을 보여주었으며 <표 7>, 이때의 발효는 복합적 성격을 가지면서 초기에 약한 규모로 일어남을 알코올을 비롯한 몇 가지 유기산의 농도변화를 통하여 확인할 수 있었다 <표 8>, <표 9>.

<표 6> 시간경과에 따른 제품의 조단백질 함량(%) 변화

- 건물 기준 -

장 소	처 리	시 간 경 과 일		
		제 조 당 일	6일	12일
광 주 공 장	대 조 구	18.19±0.098	18.71±0.175	18.59±0.038
	프로피온산	19.05±0.080	19.04±0.151	19.22±0.069
	CAW ¹⁾	19.14±0.344	18.74±0.274	19.22±0.000
장 소	처 리	시 간 경 과 일		
		제 조 당 일	12일	85일
의 양 공 장	대 조 구	17.13±0.037	17.22±0.167	17.69±0.215
	프로피온산	16.90±0.092	16.90±0.045	17.80±0.170
	맥 반 석	17.32±0.218	16.81±0.056	17.44±0.186

¹⁾ 표 5에서와 동일

<표 7> 시간경과에 따른 제품의 pH 변화

장소	경과일 처리구	제 조 당 일	6일	12일	85일
프로피온산	6.04±0.007	4.93±0.012	4.61±0.022	-	
CAW ¹⁾	5.96±0.000	4.74±0.011	4.52±0.003	-	
의 양 공 장	대 조 구	6.22±0.033	6.11±0.007	5.34±0.012	4.54±0.007
	프로피온산	6.28±0.000	5.75±0.012	5.15±0.005	4.54±0.009
	맥 반 석	6.23±0.024	6.02±0.010	5.46±0.009	4.61±0.005

¹⁾ 표 5, 6에서와 동일

<표 8> 시간경과에 따른 제품의 알코올 농도 변화(ml/100ml)

- 건물 기준 -

장 소	처 리	시 간 경 과 일		
		제 조 당 일	6일	12일
광 주 공 장	대 조 구	0.014	0.055	0.076
	프로피온산	0.012	0.068	0.066
	CAW ¹⁾	0.013	0.070	0.082
장 소	처 리	시 간 경 과 일		
		제 조 당 일	12일	85일
의 양 공 장	Cont.	0.011	0.175	0.173
	Prop.	0.011	0.148	0.137
	맥 반 석	0.011	0.154	0.155

¹⁾ 표 5, 6에서와 동일

<표 9> 시간경과에 따른 제품 내 유기산의 농도(%) 변화

- 광주공장 -

처 리	OA ¹⁾	시 간 경 과		
		제 조 당 일	6일	12일
대 조 구	Ac	0.23±0.008	0.49±0.003	0.63±0.008
	Bu	0	0	0
	LA	4.66±0.314	4.76±0.121	4.88±0.116
프로피온산	Ac	0.32±0.004	0.58±0.040	0.72±0.034
	Bu	0.10±0.007	0.09±0.031	0.03±0.029
	LA	5.20±0.189	6.75±0.151	6.13±0.134
CAW	Ac	0.15±0.006	0.58±0.004	0.61±0.003
	Bu	0	0	0
	LA	3.84±0.269	4.06±0.206	5.33±0.234

¹⁾ 유기산 = Ac : 초산, Bu : 낙산, LA : 젖산

- 의양공장 -

처 리	OA ¹⁾	시 간 경 과		
		제 조 당 일	12일	85일
대 조 구	Ac	0.25 ± 0.001	0.59 ± 0.036	1.06 ± 0.088
	Bu	0	0	0
	LA	6.40 ± 0.163	5.27 ± 0.191	5.81 ± 0.042
프로피온산	Ac	0.26 ± 0.008	0.60 ± 0.009	1.08 ± 0.032
	Bu	0.06 ± 0.047	0.07 ± 0.025	0
	LA	5.53 ± 0.080	4.54 ± 0.101	5.55 ± 0.208
맥 반 석	Ac	0.32 ± 0.032	0.52 ± 0.048	1.03 ± 0.055
	Bu	0	0	0
	LA	6.14 ± 0.384	4.30 ± 0.127	6.00 ± 0.393

¹⁾ 위와 동일

2. 제품의 보관 이용시 주의사항

다음은 앞서 소개한 연구결과를 토대로 실제로 섬유질가공사료를 제조한 후 취급 및 이용자가 유념해야 할 사항을 정리한 것이다.

가. 제품은 포장된 직후부터 비교적 높은 내부 수분농도와 잔류 미생물에 의하여 혐기적 성격의 발효가 일어난다. 이때 외기온도와는 독립적으로 사료내부의 온도가 40℃ 정도까지 상승하며, 이때 발효열과 발효가스의 발생으로 소량이나마 영양가치의 손실을 피할 수는 없겠으나, 내부에서 일어나는 발효를 유익한 방향으로 유도하기 위하여 포장용기의 재질선택과 취급에 주의를 요한다.

나. 가장 중요한 사항은 제조 직후부터 포장용기를 밀봉하여 급여시까지 외부 공기의 유입을 차단하는 일이며, 이러한 차단효과는 현재 사용중인 이중 타이콘백(내부는

폴리에틸렌 용기)이 다른 재질에 비해 매우 우수한 것으로 나타났다.

- 다. 섬유질가공사료의 보관용기가 밀폐되어 있다는 전제하에 적어도 10일 정도까지는 신선도를 유지할 수 있을 것이며, 그 후부터는 에너지나 영양가치의 감소를 피하기 어렵고 보관상의 문제도 발생하기도 쉽다.
- 라. 보관기간 동안에 제품의 내부에서는 발효에 의하여 미약하나마 일부 성분상의 재조정이 일어나는데, 보관용기의 밀폐하에서는 혐기성 발효가 일어나면서, 비록 소량이기는 하지만 각종 유기산과 알코올의 농도가 증가함으로써, 원료사료에 따라서는 사료의 풍미를 개선하는 효과를 가져와 기호성이 향상될 수 있다.
- 마. 이러한 개선효과는 보관기간동안 일어나는 사료의 에너지농도 저하를 어느 정도 보상할 수도 있는데, 이 기간중 소량이라도 사료 내에 공기가 유입되는 경우에는 이 효과를 기대할 수가 없으며, 오히려 변패로 인하여 역효과를 초래하기 쉽다.
- 바. 이상과 같은 의미에서, 제조된 직후부터 용기를 밀봉하여 보관하고, 급여중에도 개봉부위를 밀폐하는 등, 공기와와의 접촉을 최소화시켜야 한다. 이는 마치 일반 사료 작물용 싸일로를 개봉 후 2차 발효를 방지하는 요령과 같으며, 이러한 조치는 특히 여름철에 중요하다. 타이콘백으로 포장된 제품은 계절에 관계없이 가급적 실내에 보관하고, 실내가 불가능하면 그늘진 서늘한 곳에 보관하여야 외부 환경의 변화에 의한 변성을 방지할 수가 있다.
- 사. 타이콘백용으로 제작된 현수장치(체인블럭)는 사료를 하단에서 꺼내고 봉하므로, 급여과정에서의 공기유입을 최소화하는 효과가 우수하며, 쥐 등에 의한 용기의 손상도 방지할 수 있어 매우 효과가 우수하므로 설치를 권장한다.

VII. 섬유질가공사료의 이용효율 극대화

1. 주문 배합의 확대

다시 언급하지만, 섬유질가공사료의 우수성은 자체의 품질도 중요하지만, 얼마큼 목장의 요구에 부합하느냐에 달려있다. 완전혼합사료이든 부분혼합사료의 성격을 가지든 간에 우군의 능력과 사료자급 여건이 목장마다 다른 만큼, 제품의 생산은 구매자를 겨냥한 것이어야 하고, 배합비의 설계과정에서는 주문 배합형의 성격을 가지도록 하여야 할 것이다.

2. 대농가 지도 및 서비스 확대

현재 제조 판매되는 섬유질가공사료의 성분은 제조 공장과 사용 원료에 따라서 적지 않은 차이가 있다. 그러나 대부분의 구입 이용자는 그 자체만으로는 불완전함에도 불구하고 섬유질가공사료를 완전혼합사료처럼 단일 사료로 급여하거나 계산과정을 거치지 않고 별도의 사료를 추가하여 급여한다는 데 있으며, 이럴 경우 에너지와 단백질 수준을 비롯하여 젖소가 실제로 필요로 하는 수준에서 벗어날 가능성이 높다. 특히 젖소는 생리적 조건과 요구량이 수시로 변화하기 때문에, 문제는 더욱 복잡해 질 수 있다. 흔히 섬유질가공사료의 품질에 불만을 갖고 비판하는 대부분의 목장주는 급여단계에서의 스스로 범한 오류를 인정하지 않을 것이며, 그 오류의 설득은 당연히 쉽지 않을 것이다.

이 문제를 원만히 해결하는 데는 두 가지가 가능하다. 하나는 양축가 자신이 공부한 것과 경험을 바탕으로 소 개체별 영양소요구량을 결정하고 다른 보충사료를 추가 배합(또는 톱드레싱)하여 그에 근접하는 능력을 갖추는 것이며, 다른 하나는, 제조 판매자측에서 이용자에게 급여 지침을 제공하고 군분류 요령 등 농가 자체에서의 사양관리 상의 개선 방안을 지도하는 것이다.

사료의 배합비를 설계하는 데는 적어도 영양학과 사료학의 기초 지식이 필요한 바, 국내의 다수 낙농가는 아직 이러한 능력이 불충분하므로, 섬유질가공사료의 제조 공급자도

이제는 배합사료회사와 마찬가지로 보다 고급 인력을 활용하여 대농가 사양 지도를 실시하지 않으면 안된다. 이것은 오히려 제조 사료에 대한 신뢰도 유지를 위하여 대고객 서비스차원에서 필요한 것이다. 근래에 고객 목장의 우유시료에 대하여 요소농도(MUN) 등을 측정하는 서비스를 제공하면서, 한편으로 그 자료를 제품의 품질개선에 활용하는 공장들이 늘어나고 있음은, 우리의 낙농과 사료산업이 선진형으로 가고 있음을 암시하는 반가운 현상이라 하겠다.

VI. 맺 는 말

우리 나라에 서양의 TMR 사양체계가 본격적으로 도입된지도 이제 10년이 훨씬 넘었다. 우리만이 가지는 독특한 낙농 여건으로 인하여, '정식 TMR' 체계보다는, '세미 TMR' 또는 '반 TMR' 등의 호칭 하에 구입 섬유질가공사료를 임의로 변형시켜 젖소를 사양하는 목장들이 아직 많이 있어 우려된다. 일시적으로 젖소는 능력을 나타낼지는 몰라도 영양적 균형의 오차로 인하여 누적되는 생리적 부담은 결국 평균 산차와 경제수명의 단축으로 나타난다. 지금 일본을 비롯하여 선진국 낙농의 화두는 '경제수명의 극대화'나 '공용년수의 연장'인데, 우리 젖소들은 여전히 평균 산차가 2.5를 넘지 못하는 정체 속에 있다.

섬유질가공사료 운용상의 문제 발생을 최소화 하고 경쟁력있는 낙농으로 발돋움 하려면, 공동운명체인 사료제조업체와 구매이용자가 보다 긴밀한 협조 관계를 이루어 가장 합리적인 생산 이용 방법을 찾아내는 일이 유일한 해결 방안이라고 생각된다.

아무쪼록 고객 목장의 요구에 잘 조화될 수 있는 좋은 제품을 저가에 생산함과 동시에 이를 효과적으로 이용할 수 있도록 대농가 지도 서비스를 적극적으로 전개하는 업계의 분위기가 확산되기를 기대한다. 또, 관련 행정당국에서는, 생산성 향상과 부존자원 활용이라는 두 가지 측면에서 커다란 잠재력을 갖고 있는 완전혼합사료 체계의 가치를 인식하여 정상적 발전을 위한 제도적 개선과 기술 지원에 보다 적극적이기를 바란다. ♣