

# 조사료의 효율적 이용방안

---

---

연 사 : 김 준 선 교수

소 속 : 건국대학교



# 조사료의 효율적인 이용방안

건국 대학교  
김 준 선

## 조사료란?

- .조 섬유 18%이상의 부피가 큰 원료
- .전형적으로 낮은 에너지 함량 (낮은 소화율)
- .주성분은 셀룰로즈 (전 세계적으로 년 1천억톤 생산)
- .주로 반추가축 혹은 초식동물에 의해서만 이용

## 섬유소

사료 내 천천히 소화 되거나 소화가 안 되는 물질  
전형적으로 식물의 구조를 유지하는 세포 벽 구성물질\*을 의미

## 사료 내 섬유소는

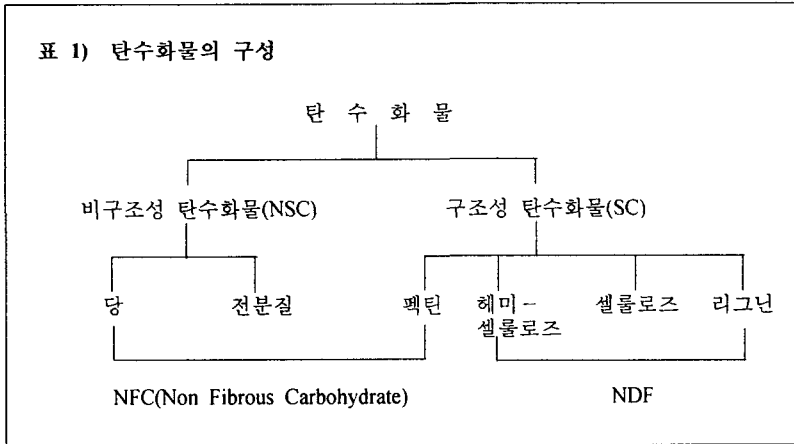
- .소화를 제한하며
- .입자도의 감소를 위해 저작행위 (chewing)를 필요로 하며
- .입자가 큰 관계로 반추위 내 공간을 차지, 섭취량을 제한

세포 벽 구성물질

펙틴과 더불어 셀룰로즈, 헤미 셀룰로즈 및 리그닌

...미생물의 발효에 의해서만 분해

표 1) 탄수화물의 구성



조사료 내 섬유소 함량의 측정

.조 섬유 (Crude Fiber)

.산성 불용성 섬유소 (Acid Detergent Fiber)

.중성 불용성 섬유소 (Neutral Detergent Fiber)

		조섬유(CF)	산성불용성섬유(ADF)	중성불용성섬유(NDF)
세제		산성, 알칼리	산성	중성
섬유 구성 질	헤미 셀룰로즈	10-20%	10-25%	85-100%
	셀룰로즈	90-100%	90-100%	95-100%
	리그닌	10-80%	90-100%	95-100%
이용		*소화율 측정에 이용	(r <sup>2</sup> =-0.75)	건물 섭취량 추정에 이용

표) 섬유소 분석방법에 따른 함량 비교

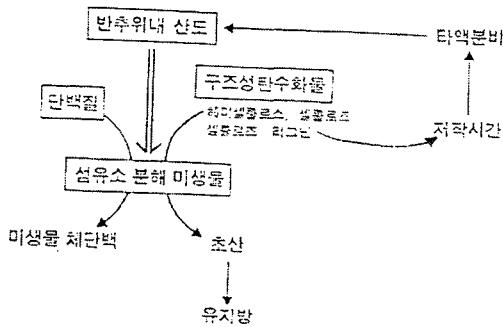
	건물 (%)		
	CF	ADF	NDF
알팔파 건초, 사일리지	22	29	40
라디노 클로버	21	32	36
옥수수 사일리지	24	28	51
브롬 그라스 건초	30	35	65

NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 1989

젖소 사료 내 조사료의 역할

- .영양소 제공
- .반추작용 촉진

반추위에서의 조사료역할



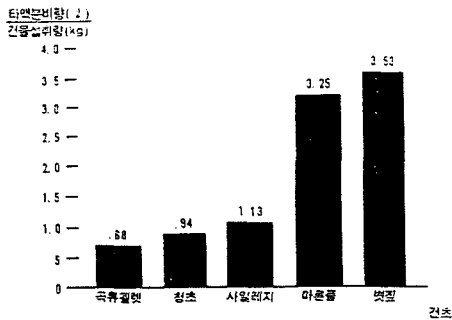
**조사료 가 (Roughage factor)란?**

저작을 촉진 시키는 사료의 가치로써,

사료 내 섬유소 함량 뿐만 아니라, 사료의 조직 감 및 입자 도에 따라 결정

예) 대두피, 단백질 등; 섬유소의 함량은 높으나, 전형적인 작은 입자도로 낮은 조사료 가  
...비트 펄프, 맥주박, 소맥피, 옥피, 해바라기씨 박 등이 포함

사료에 따른 타액분비량



**젖소 사료 내 '조사료 가'가 부족한 경우**

**1. 저작 행위의 감소 (표)로 인한 위 내 산도 저하**

젖소의 평균 일일 저작 시간: 10시간

저작 행위의 감소는 타액 분비의 감소를 의미

타액을 통한 완충 물질의 공급 부족

: 높은 NDF사료 급여 시 낮은 경우에 비해 일일 타액 40-50L 분비 증가 (=200g 중조)

표) 사료 내 NDF 함량 및 입자도의 변화가 젖소의 저작 행위에 미치는 영향

	분/일		
	채식	반추	총 저작
31% NDF 사료 1	211	534	745
21% NDF 사료 2	175	343	519
31% NDF 사료, 사일리지 재절단	220	318	538
21% NDF 사료, 사일리지 재절단	153	240	393

1; NDF 함량이 48%인 알팔파 사일리지 55% (건물기준) 포함

2; NDF 함량이 31%인 알팔파 사일리지 55% (건물기준) 포함

Purdue Univ. Center, 1989

2. 유지방 저하 및 대사적 이상 초래

사료 내 NDF 함량이 감소할 수록 반추위 내 초산은 감소, 유지방 저하 (표)  
지속적인 산도 저하 시 사료 섭취 거부, 발굽 이상 등의 문제 초래

표) 젖소 사료 내 NDF 함량이 젖소의 대사 및 생산성에 미치는 영향

측정 항목	사료 내 긴 조사료 함량 (% 건물)			
	100	60	40	0
NDF (%)	70	48	36	14
저작 (분/일)	960	900	820	340
타액 (L/일)	190	178	171	125
반추위 내 초산 (%)	70	61	55	40
반추위 내 프로피온산 (%)	15	22	27	40
유지방 (%)	3.7	3.5	3.4	1.0

Dr. D. R. Mertens, U.S. Dairy Forage Research Center, Madison, WI

젖소 사료 내 '조사료 가'가 과잉인 경우

사료 내 섬유소 함량의 증가



사료 내 에너지 농도의 감소  
전체 건물 섭취량의 저하

- .젖소의 유 생산 감소
- .무지 고형분, 특히 유 단백질의 생산감소
- .젖소의 번식 효율 저하

### 사료 내 적정 NDF 수준

.젖소의 유 생산 수준에 의해 결정

유 생산이 증가 할 수록, 최대 건물 섭취를 위하여 NDF 수준 감소

표) 젖소에서의 단계 별 사료 내 NDF 함량 권장안

		NDF (% 건물)
착유우	유 생산 (+40kg/일)	26
	유 생산 (30-40kg/일)	28
	유 생산 (20-30kg/일)	32-33
	유 생산 (-20kg/일)	39
	비유초기 (3-4주간)	36
육성우	200kg 이하	34
	200-360kg	42
	360-550kg	50

NRC 1986, Nutrient Requirements of Dairy Cattle  
Purdue Univ., Dairy Ration Analyzer

### 조사료의 효율적 이용

조사료의 종류

.채초지 혹은 방목지의 풀

.건초 혹은 건조된 섬유소 원료(알팔파 큐브, 펠렛)

.사일레지 혹은 헤일레지

.곡류 부산물 (옥수수대, 벃짚)

.가공 부산물 (옥피, 대두피)



농가에서의 조사료 선택 시 고려 사항

1) 조사료의 영양소 농도 및 단가?

사료 내 영양소 함량

일반 조성분 분석

NDF/ADF/ 셀룰로즈 와 리그닌 분석 (필요 시)

광물질 분석 (조사료가 주 사료 시/ 특정 문제 발생시)

비타민 분석

;대부분의 경우 NDF/ADF와 조 단백질 분석만으로 충분

조사료의 에너지 평가

두과 목초 :  $NEL (Mcal/kg) = 2.2968 - (0.0262 * ADF\%)$

화목과 목초 :  $NEL (Mcal/kg) = 2.3870 - (0.0237 * ADF\%)$

$TDN (\%) = 4.8980 + (NEL * 40.816)$

조사료의 영양적 가치

조사료의 영양적 가치 비교

각 원료 별 영양소 함량

	건물		조단백		조지방		건물 기준 %			가격 (원)	
	NDF	ADF	Lignin	조회분	TDN 1X	kg	kg	kg	kg	kg	kg
옥수수 사일리지 (<25% DM)	23.5	9.7	2.5	54.1	34.1	3.5	4.8	65.6	50	213	
화분과 건조 (55-65% NDF)	83.8	13.3	2.5	57.7	36.9	4.3	8.8	59.7	380	453	
두과 건조 (40-46% NDF)	83.9	20.8	2.0	42.9	33.4	6.4	9.4	59.1	340	405	
밀짚	92.7	4.8	1.6	73.0	49.4	8.8	7.6	47.5	150	162	
착유 사료	88.0	20.0	3.0	20.0	11.0	2.0	7.0	80.0	270	307	

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (2001)

각 영양소 당 단가 (원/%)

옥수수 사일리지 (<25% DM)	9.1	21.9	85.1	3.9	6.2	60.8	44.3	3.2
화분과 건조 (55-65% NDF)	5.4	34.1	181.4	7.9	12.3	105.5	51.5	7.6
두과 건조 (40-46% NDF)	4.8	19.5	202.6	9.4	12.1	63.3	43.1	6.9
밀짚	1.7	33.7	101.1	2.2	3.3	18.4	21.3	3.4
착유 사료	3.5	15.3	102.3	15.3	27.9	153.4	43.8	3.8

2) 조사료의 최대 건물 섭취량은?

조사료의 최대 건물 섭취량은 왜 중요한가?

최대 건물 섭취량에 의해 전체 사료 내 농도 결정

$$\text{사료 내 영양소 농도} = \text{가축의 영양소 요구량} / \text{전체 사료의 건물 섭취량}$$

표) 젖소의 건물 섭취량 변화에 따른 사료 내 영양소 농도 변화

	건물 섭취량 (kg/일)	조단백질 (kg/일)	TDN (kg/일)
체유지 (600kg)		0.406	4.24
유 생산 (40kg, 4%)		3.6	12.88
영양소 요구량 (40kg 유 생산 시)		4.006	17.12
사료 내 영양소 농도			
체중의 3.3% 건물 섭취 시	19.8	20.23%	86.46%
체중의 3.5% 건물 섭취 시	21.0	19.08%	81.52%
체중의 3.7% 건물 섭취 시	22.2	18.05%	77.12%

NRC, Nutrient Requirement 1989 기준 (비임신, 체중 변화 없을 시)

이용 조사료에 따른 배합사료 내 영양소 농도

; 고 능력우의 경우 양질의 조사료 요구 증가

	40 kg 유 생산 시			20kg 유 생산 시		
영양소 요구량 (NRC, 1989)						
CP 요구량 (kg)	4.006	4.006	4.006	2.206	2.206	2.206
TDN 요구량 (kg)	17.12	17.12	17.12	10.68	10.68	10.68
건물 섭취량 (체중 %)	3.3	3.5	3.7	3.3	3.5	3.7
예상 건물 섭취량 (kg/일)	19.8	21.0	22.2	19.8	21.0	22.2
<sup>a</sup> 알팔파 건물 섭취량 (kg/일)	7.92	8.40	8.88	7.92	8.40	8.88
알팔파를 통한 CP 공급량	1.43	1.51	1.60	1.43	1.51	1.60
알팔파를 통한 TDN 공급량	4.75	5.04	5.33	4.75	5.04	5.33
배합사료 건물 섭취량 (kg/일)	11.88	12.60	13.32	11.88	12.60	13.32
배합사료를 통한 CP 공급량	2.58	2.49	2.41	0.78	0.69	0.61
배합사료를 통한 TDN 공급량	12.37	12.08	11.79	5.93	5.64	5.35
배합 사료 내 요구 CP 함량 (% 건물)	21.72	19.79	18.08	6.57	5.51	4.56
배합 사료 내 요구 TDN 함량 (% 건물)	104.1	95.9	88.5	49.9	44.8	40.2
<sup>b</sup> 넛질 건물 섭취량 (kg/일)	7.92	8.40	8.88	7.92	8.40	8.88
넛질을 통한 CP 공급량	0.40	0.42	0.44	0.40	0.42	0.44
넛질을 통한 TDN 공급량	3.56	3.78	4.00	3.56	3.78	4.00
배합사료 건물 섭취량 (kg/일)	11.88	12.60	13.32	11.88	12.60	13.32
배합사료를 통한 CP 공급량	3.61	3.59	3.56	1.81	1.79	1.76
배합사료를 통한 TDN 공급량	13.56	13.34	13.12	7.12	6.90	6.68
배합 사료 내 요구 CP 함량 (% 건물)	30.4	28.5	26.7	15.2	14.2	13.2
배합 사료 내 요구 TDN 함량 (% 건물)	114.1	105.9	98.5	59.9	54.8	50.2

체중 650kg, 유량 40kg (3.5%유지율), 체중 일일 0.5kg 감소의 경우

	에너지		조단백 (g)	칼슘 (g)	인 (g)	
	NEI (Mcal)	TDN (kg)				
체유지	650	10.30	4.51	428	26	19
유생산	40	27.6	12.04	3360	118.8	73.2
체중변화	0.5	-2.46	-1.085	-160	-	-
계		35.44	15.465	3628	144.8	92.2

화분과 건초

65 9

볏짚

37.5 4

배합사료

70 20

화분과 건초 최대섭취 시 (체중의 1.1%=7.15kg/0.56=12.76kg)

화분과 건초	12.76	8.29	1148.4
남은 영양소		7.17	2479.6
배합사료 필요량		10.24	12.40

볏짚 최대섭취 시 (체중의 0.9%=5.85kg/0.80=7.31kg)

볏짚	5.85	2.19	234
남은 영양소		13.27	3394
배합사료 필요량		18.96	16.97

높은 유 생산의 경우;

저질 조사료 이용은 과다한 농후사료의 이용을 요구

체중 650kg, 유량 20kg (4.0%유지율), 체중 일일 0.5kg 증가의 경우

	에너지		조단백 (g)	칼슘 (g)	인 (g)	
	NEI (Mcal)	TDN (kg)				
체유지	650	10.30	4.51	428	26	19
유생산	20	14.8	6.44	1800	64.2	39.6
체중변화	0.5	2.56	1.13	160	-	-
계		27.66	12.08	2388	90.2	58.6

화분과 건초

65 9

볏짚

37.5 4

배합사료

70 20

화분과 건초 최대섭취 시 (체중의 1.1%=7.15kg/0.56=12.76kg)

화분과 건초	12.76	8.29	1148.4
남은 영양소		3.79	1239.6
배합사료 필요량		5.41	6.20

볏짚 최대섭취 시 (체중의 0.9%=5.85kg/0.80=7.31kg)

볏짚	5.85	2.19	234
남은 영양소		9.89	2154
배합사료 필요량		14.12	10.77

낮은 유 생산의 경우;

저질 조사료의 이용으로 인한 농후사료의 사용량이 과다하지 않다

**젖소에서의 조사료 역할**

영양소 제공; 단백질 / 에너지 / 광물질 / 비타민

kg 당 영양소 제공; 양질 조사료>저질 조사료

반추작용을 통한 타액분비; NDF / 조사료가

kg 당 조사료가; 양질 조사료<저질 조사료

최대 섭취량; 양질 조사료>저질 조사료

왜, 고 능력우에게는 양질의 조사료가 필요한가?

.단위 kg당 영양소의 함량이 증가

.조사료 채식량 증가로

...농후사료의 의존도 감소

...과다한 농후사료의 이용으로 인한 피해 감소

.전체 사료 섭취량 증가

...총 영양소 공급량 증가

...유 생산 증가 및 유지방 저하 방지

...체중 감소 방지를 통한 번식효율 개선

**젖소의 사료급여 예**

1) 가축 상황 파악; 가축의 영양소 요구량 산정

2) 이용 가능 사료의 영양소 함량 추정

착유우 1군 (600kg체중, 4%FCM 30kg, 비유100일)

현재 급여	가격											
	(원/kg)	건물	조단백	조지방	조섬유	조회분	Ca	P	NDF	조사료가	NSC	TDN
착유사료	248	88.0	20.0	3.0	6.0	7.0	1.0	0.5	20.0	0.0	38.0	70.0
TMR 농축	233	88.0	20.0	3.0	7.0	7.0	1.0	0.5	22.0	0.0	36.0	70.0
호밀사일레지	50	20.0	1.5	0.5	6.0	1.0	0.2	0.3	12.0	1.0	5.0	12.0
알팔파건초	352	88.0	18.0	3.4	19.8	9.9	1.4	0.3	45.0	1.0	11.7	58.0
양초	230	88.0	7.0	1.0	35.0	8.0	1.2	0.1	65.0	1.0	7.0	50.0
이.라이그라스	242	88.0	8.0	1.0	35.0	8.0	0.5	0.3	65.0	1.0	6.0	48.0
알팔파큐브	276	88.0	17.0	2.7	20.7	9.9	1.3	0.2	45.0	0.8	13.4	55.0
벚짚	200	88.0	4.0	0.5	35.0	5.0	0.3	0.1	80.0	1.0	0.0	40.0
맥주박펠렛	286	88.0	26.9	8.1	12.5	3.8	0.5	0.6	30.0	0.0	19.3	68.0
단백피펠렛	191	88.0	17.0	3.0	8.0	3.3	0.3	0.8	30.0	0.0	34.7	63.0
통연실	297	88.0	20.0	17.0	24.0	3.6	0.1	0.7	40.9	0.5	6.5	90.0
아리스토텐	1,320	95.0	0.0	94.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	200.0
대두피/루핀피	184	88.0	10.0	2.0	20.0	5.0	0.5	0.2	40.0	0.0	31.0	65.0
맥주박 (습)	40	28.0	8.1	1.9	6.4	1.8	0.0	0.0	13.0	0.3	3.2	19.8
계												

3) 최소 가격 배합비 (Least Cost Formulation) 작성

4) 급여 후 반응 파악 (건물 섭취량, 유량, 유성분 및 영양 상태)

5) 필요 시, 배합비 변경 혹은 원료 사료의 영양소 함량 확인

착유사료	2.0	496	1.8	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	1.4
TMR 농축	13.0	3,029	11.4	2.6	0.4	0.9	0.1	0.1	2.9	0.0	4.7	9.1
호밀사일리지	10.0	500	2.0	0.2	0.1	0.6	0.0	0.0	1.2	1.2	0.5	1.2
알팔파건초	4.0	1,408	3.5	0.7	0.1	0.8	0.1	0.0	1.8	1.8	0.5	2.3
양초	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
이 라이그라스	2.0	484	1.8	0.2	0.0	0.7	0.0	0.0	1.3	1.3	0.1	1.0
알팔파큐브	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
넷질	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
맥주박펠릿	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
단백피펠릿	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
통면실	2.0	594	1.8	0.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.8	0.4	0.1	1.8
아리스토텫	0.5	660	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
대두피/루핀피	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
맥주막 (습)	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
계	33.5	7,171.0	22.7	4.4	1.5	3.6	0.2	0.1	8.4	4.7	6.7	17.8
사료내 함량 (%)				19.5	6.5	15.9	1.0	0.6	36.9	20.7	29.3	78.3
사료내 요구량 (%)			22.0	19.0	4.0	15.0	0.8	0.4	28.0	21.0	35.0	70.0