

サイレーズの化学成分と品質に関する研究

(第8報) サイレーズの品質と飼料価値との関係

須藤 浩・内田 仙二・平松 昇

Studies on Chemical Composition and Quality of Silage

VIII. The Relation between the Quality and Feeding Value of Silage

Hiroshi SUTOH, Senji UCHIDA and Noboru HIRAMATSU

To find out the relation between the fermentative quality and feeding value of silage, Italian ryegrass silages of five grades i.e. excellent, good, satisfactory, middle and inferior, were designed to be made in the five small experimental silos made of iron ($\phi 56\text{cm} \times 88\text{cm}$). Of each sample of the five silages, the fermentative quality was estimated by determining its organic acids, total nitrogen, ammoniac N and pH values. Namely the FLIEG's appraisal method was applied for evaluation of silage. The digestion trials of these silages were carried out with two goats.

The score of the fermentative quality of the resulted silages was 70(good), 52(satisfactory), 50(satisfactory), 16(inferior) and 0(extra grade) respectively. The excellent and middle grades were not obtained. The rate of ammoniac N of total N was 7.5% in 70 score-silage, 7.8% in 52, 9.5% in 50 and 20.5% in 16 respectively.

The digestibilities of organic matter, crude protein and crude fiber, and TDN in percent of dry matter were 57.7, 49.6 and 66.2, and 55.1% in the 70 scored-silage; 52.5, 52.0 and 62.4, and 51.8% in the 52 scored-silage; 51.6, 40.3 and 62.7, and 49.7% in the 50 scored-silage; 33.6, 12.8 and 44.6, and 30.4% in the 16 scored-silage.

The fermentative quality, or the score by means of FLIEG's appraisal method was significantly correlated with digestibilities of dry matter, of organic matter and of crude protein, and with TDN of dry matter. Therefore, a good fermentative silage can be generally regarded as the silage of high feeding value.

緒 言

酪農の生産性を高め、省力の実をあげるため、基礎飼料としてのサイレーズの重要性は、とみに高まってきたが、それに伴ってサイレーズの品質が重要度を増してきた。その品質は貯蔵中の養分の損失と関連をもつばかりでなく、家畜の嗜好、ひいては食下量に影響することになる。またその飼料価値や、生産物の品質にも影響し、家畜の生理作用にも重要な影響をおよぼすものである。RENNER ら¹⁾はその品質が産乳量に影響することを報じ、また生産物の品質にも影響することを認めている²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。サイレーズの品質を支配する要因と考えられる乾物含量の高いサイレーズは、これを育成牛や搾乳牛に与えた場合、乾物含量の低いものに比較して、体重に対する食下量の高いことが認められている⁶⁾。

以上のように、良質サイレーズの給与は、それよりも劣質のサイレーズを給与したときに比べ、泌乳効果は大きくなるが、その原因については、必ずしもはっきりした説明はなされてい

ない。

著者らはこれらのことに鑑み、もし材料の条件が同一であるならば、サイレージの品質と消化率の間に、何らかの関係が存在するのではないかと推定されるので、これらの点を検討するため実験を行なったので、その結果を報告したい。

実験材料 および 方法

埋蔵材料 岡山市宿の水田に、裏作として栽培したイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum*, LAM.)をつかった。1966年11月10日播種した在来種で、1967年5月21~22日、出穂30~50%の生育段階にあるものを刈りとった。その収量は2.5t/10aであった。

試験区分 この材料から、発酵的品質の異なったサイレージを調製するため、5月22日14~16時の間にサイレージカッターで約3~4cmに細切しそれぞれの処理を行なった。

品質等級の目標は、優(1級)、良(2級)、可(3級)、中(4級)、劣(5級)の5段階とした。中・劣の低い等級のサイレージを得るためには、水分約80%を目途にして、日乾せず、そのまま実験サイロに埋蔵した。可(3級)の等級のものは、3時間日乾して、水分は70%程度、優・良の等級のものは、5時間65%を目途にして日乾した。それぞれムシロの上に厚さ約5~10cmにひろげ、30分間隔に反転した。

実験サイロは、直径56cm、深さ88cm(φ55cm×88cm)のドラム缶5個を利用した。

Table 1は、埋蔵材料の成分を示すもので、目標埋蔵区に使用した材料から、均一に5kgを

Table 1. Chemical Composition of Italian Ryegrass which was Ensiled in the Present Experiments*

	Dry matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
For 1st and 2nd grade	35.7%	8.8%	2.0%	45.0%	36.4%	7.8%
For 3rd grade	31.7	8.9	2.1	43.9	36.4	8.6
For 4th and 5th grade	21.6	8.6	2.4	45.4	36.2	7.5

* Percentage of dry matter basis other than dry matter

とり、さらにその中から1kgを採取し、常法により乾燥粉碎した試料を分析した結果で、乾物以外は、乾物中の含量を示すものである。

このように水分以外は成分的に大なる差はなかった。埋蔵の要領を示せば Table 2 のようである。

Table 2. Outline of Ensiling Conditions

Aim of grade	Amount ensiled	Moisture of grass	Density at the ensiling time	Pressure	Ensiled depth	Date of ensiling
	(kg)	(%)	(g/l)	(kg/m ²)	(cm)	
(1) Excellent	80	65	376	406	88	May 24, '67
(2) Good	80	65	369	406	88	24, '67
(3) Satisfactory	75	68	346	284	88	23, '67
(4) Middle	85	78	392	203	88	22, '67
(5) Inferior	70	78	323	122	88	22, '67

このように水分含量をかえたほか、おもしろをかえたのは、サイレージの品質に差をつけよう

としたためである。

サイレーズの取りだしは、埋蔵後 182 日～250 日において行なったが、その時点における重量・容積を調査するとともに、廃棄部を調査し、廃棄部 (Top spoilage) を除いた部分について、品質の調査を行なった。すなわち、ガラス電極 pH メーターにより pH を測定し、有機酸⁷⁾、全窒素・アンモニア態窒素⁸⁾などを定量するとともに、品質鑑定⁹⁾を実施し、等級を定めた。品質鑑定法は、発酵酸である乳酸・酢酸・酪酸を定量し、その各々のミリ当量と、総和を求め、各酸が総当量に対し、どれだけの割合を占めるかをパーセントで求め、そのパーセントに対して乳酸・酢酸・酪酸ごとにきめられた点数の和をもってそのサイレーズの品質の得点とした。乳酸の占める割合が高いほど、得点は高く、酢酸・酪酸、とくに酪酸の割合が高いほど、点数は低くなる。

目標とした等級のサイレーズが、必ずしも得られなかったため、その区別はサイレーズの当該評点をもって表わした。2 頭の去勢ヤギをもって、常法¹⁰⁾により 7 日間の全糞採集法をもって、消化率の査定を行なった。供用ヤギはいずれも 1967 年 4 月生まれのもので、体重はそれぞれ 21kg, 15kg のものであった。

実験結果 および 考察

サイレーズの粗収量 取りだし開始時における粗収量および廃棄部の調査結果は Table 3 のようである。

Table 3. Crude Yield of Resulted Silages

No. of lot	Amount of resulted silage		Volume (Percentage of ensiled amount)	Spoilage		Date of opening	Duration of storage
	Weight	Percent of ensiled amount		Weight	Percent- age of ensiled amount		
	(kg)	(%)	(%)	(kg)	(%)		(days)
(1)	77.25	94.7	86.4	14.05	17.6	Nov. 21, '67	182
(2)	76.35	95.4	86.4	13.80	17.3	Dec. 3, '67	193
(3)	72.03	96.0	75.0	17.95	23.9	Dec. 15, '67	205
(4)	78.76	92.7	62.5	20.81	24.5	Dec. 29, '67	219
(5)	60.92	87.0	48.9	60.92	87.0	Jan. 28, '68	250

Table 3 の結果から、埋蔵中の重量的損失は、(1)(2)(3) の 3 区は、5 %前後であったが、(4) 区はやや多く、7 %となり、(5) 区は 13 %におよんだ。しかして廃棄部は全般的に多く、(1)(2) の 2 区では 18 %, (3)(4) 区では 24 %と増加し、5 区に至っては、87 %におよび、ほとんど利用不可能なものになった。材料の水分が高く、踏圧とおもしが不十分な条件では、サイレーズはほとんど腐敗に近い状態になり、利用不可能になることを示した。

サイレーズの品質 でき上がりサイレーズについては、3 層に区分し、それぞれに分析し、その平均値を求めた結果は Table 4 のようである。

Table 4 の結果は、始めに企画したとおりの品質に該当するサイレーズは、得られなかったことを示している。すなわち、優 (1 級) を期待したものが良 (2 級) にとどまり、良を期待したものが可 (3 級) になり、可を期待したもののみが目標の等級になった。そして中 (4 級) を期待したものが劣 (5 級) となった。劣 (5 級) を期待したものは、等級外 (Extra) に格落ちした。したがって 3 区以外は、いずれも格落ちの品質のサイレーズが生じたことになる。等

Table 4. The Fermentative Quality of Resulted Silages (Italian Ryegrass Silage)

No. of lot	pH	Moisture	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Total N	NH ₃ -N	②/①	Score	Grade
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/100g) ①	(mg/100g) ②	×100		
(1)	4.38 ±.02	62.8 ±1.6	2.82 ±.28	0.25 ±.04	0.56 ±.03	3.63 ±.30	551.8 ± 14.6	41.3 ± 15.8	7.5 ±2.9	70 ± 0	Good (2nd)
(2)	4.60 ±.02	64.4 ±1.2	2.19 ±.10	0.15 ±.09	1.25 ±.06	3.59 ±.09	583.6 ± 33.9	45.8 ± 22.6	7.8 ±3.4	52 ± 2	Satisfactory (3rd)
(3)	4.60 ±.02	68.3 ±1.2	2.00 ±.06	0.16 ±.06	1.20 ±.06	3.36 ±.05	493.4 ± 8.1	46.9 ± 11.0	9.5 ±2.3	50 ± 0	Satisfactory (3rd)
(4)	4.90 ±.08	79.8 ±.8	0.64 ±.08	0.38 ±.01	2.16 ±.13	3.18 ±.10	351.2 ± 8.1	71.7 ± 18.4	20.5 ±5.5	16 ± 3	Inferior (5th)
(5)	8.09 ±.05	85.2 ±1.0	0.10 ±.06	0.04 ±.01	0.01 ±.00	0.15 ±.02	212.1 ± 20.0	18.4 ±.2	8.7 ±.0	0 ± 0	Extra

等級外になったサイレージは、ほとんどの部分が、家畜のし好に不適のものになった。(2),(3)区の品質の差が小さかったのは、材料の水分の差が、3～4%にすぎず、重しの差のみでは、(2)区を2級サイレージに保つにたる条件になり得なかったことを示すものと解することができる。いいかえると、いずれも適水分の範囲にあったので、120kg/m²の差では、発酵的品質の差を10点以上も引きはなすほどに大きな要因になり得なかったことを示すものである。

発酵については、いずれも酪酸発酵が生じし、かなりの量の酪酸を生じた。

全窒素に対するアンモニア態窒素比率では、70点、52点、50点サイレージは、いずれも10%以内にとどまり、その量は70点、52点、50点サイレージの順で多くなった。また16点サイレージは、その率が20%を越え、品質の劣ることを、この点からも示した。等級外になった5区は、有機酸含量も低く、アンモニア態窒素比率もむしろ16点サイレージよりも低くなっている。堆肥状になった場合のサイレージの特性をあらわした。

し好試験 Palatability これらのサイレージについて、メン羊をもってし好試験を行なったが、単位時間における採食量は、等級の高いものほど多量に摂取した。(5)区の等級外になったものは臭をかぐのみで、全く摂取しなかったため、消化試験は実施できなかった。

消化率の査定 70～16点の品質をもつ4区のサイレージについて、消化試験を実施した結果はTable 5のようである。

Table 5の結果をみると、乾物・有機物の消化率の数値は、品質を示す評点の順位に一致した。すなわち、評点が低下するにつれて、消化率は低下した。しかして粗タンパク質の消化率は、70点区と52点区との差はわずかであるが、逆になり、他は評点順を示した。粗脂肪の消化率も、品質を示す評点に平行する結果となった。粗繊維については、52点サイレージと50点サイレージとの差はほとんどなく、70点サイレージと16点サイレージの間に位する値を示した。

一般的傾向として、同材料(同条件で生産されたもの)で調製した、ちがった品質のサイレージは、消化率はその発酵的品質に関連をもつものと推定し得る。よって評点と消化率との相関係数を求めると、Table 6のようになる。

Table 6によると、乾物・有機物・粗タンパク質・可溶無窒素物・粗繊維のそれぞれの消化

Table 5. Chemical Composition and Digestibility of Italian Ryegrass Silages of Different Quality

Score of silage		Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash	DCP	TDN
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
70	Composition	34.5	31.5	3.2	1.1	14.1	13.6	3.0		
	Digestibility	55.4	57.7	49.6	61.3	51.4	66.2			
	Digestible nutrient	19.1	18.2	1.6	0.7	7.3	8.7		(4.6)	(55.1)
52	Composition	33.7	30.7	3.3	1.1	12.9	13.4	3.0		
	Digestibility	50.2	52.5	52.0	60.7	41.5	62.4			
	Digestible nutrient	16.9	16.1	1.7	0.7	5.3	8.4		(5.1)	(51.8)
50	Composition	28.9	26.4	2.6	1.0	11.7	11.3	2.5		
	Digestibility	49.0	51.6	40.3	59.0	42.8	62.7			
	Digestible nutrient	14.2	13.6	1.0	0.6	5.0	7.1		(3.6)	(49.7)
16	Composition	17.2	15.3	1.5	0.4	7.0	6.4	1.9		
	Digestibility	30.1	33.6	12.8	20.1	29.0	44.6			
	Digestible nutrient	5.2	5.1	0.2	0.1	2.0	2.8		(1.2)	(30.4)
0	Composition	16.0	13.9	1.5	0.3	6.2	5.9	2.1		

() Percentage of dry matter basis

Table 6. Correlation between the Quality and the Digestibility of Nutrients of Silage

Score and digestibility of nutrient	<i>n</i>	Correlation coefficient	<i>t</i>	<i>p</i>
Dry matter	4	.987	8.66	*
Organic matter	4	.988	9.02	*
Crude protein	4	.967	6.54	*
Crude fat	4	.983	9.22	*
Nitrogen free extract	4	.994	12.85	**
Crude fiber	4	.994	12.85	**
TDN of dry matter	4	.994	12.85	**

** Significant at 1% level; * Significant at 5% level.

率ならびに乾物中の TDN と、サイレージの品質を示す評点との間には、いずれも有意な正の相関の存在することが知られる。

さらに多くの Data を得て検討の必要があるが、ここに得られた数値から、評点と TDN 間の回帰直線を求めれば、

$$y = 0.46x + 22.87 \quad (y = \text{TDN}, x = \text{サイレージの発酵的品質の評点}) \text{ となる。}$$

これによって、同一時期の同圃場で生産された材料で調製されたサイレージにおいては、その飼料価値は、その発酵的品質に密接な関係のあることが知られる。

本実験においては、始めに企画した 1 級と 4 級に相当する品質のサイレージが得られなかった。それでさらにその段階をふくめたサイレージを得て、実験を実施したい。

要 約

同一条件で栽培した同一生育期の材料で、ちがった発酵的品質のサイレージを調製し、これ

を家畜に給与したとき、消化率にどのような差を生ずるかを知らるため実験を行なった。出穂中期のイタリアングラスを材料にして、1, 2, 3, 4, 5級の段階のサイレージを調製しようとした。でき上がりサイレージの品質を化学的に鑑定するとともに、2頭のヤギで消化率の査定を行なった。結果の要約はつぎのようである。

1) 企画したサイレージの品質のうち、1, 4級に相当するものが得られなかった。得られたサイレージは、70, 52, 50, 16, 0点に相当するものであった。

2) 有機物の消化率は、70点サイレージ58%, 52点サイレージ53%, 50点サイレージ52%, 16点サイレージ34%となり、品質評点の高いものほど、消化率の高いことが認められた。

サイレージの品質得点と、有機物の消化率間には、有意な相関 ($r=+0.988$, $p<0.05$) が認められた。

3) 粗タンパク質・粗繊維の消化率についても同様の傾向があり、粗タンパク質の消化率と評点間には有意な相関 ($r=+0.967$; $p<0.05$) が認められ、粗繊維の消化率と評点間にも有意な相関 ($r=+0.994$; $p<0.01$) が認められた。

4) サイレージの発酵的品質評点の高いものほど、乾物中の飼料価値の高いことが認められた。

文 献

- 1) RENNER, E. und KIERMEIER, F.: *Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelk.*, 18 (5), 257—320 (1963)
- 2) RENNER E., KANDLER, O. u. KIERMEIER, F.: *Z. Lebensmittel-Untersuchung u. Forsch.*, 117 (6), 467—499 (1962)
- 3) KIERMEIER, F. u. RENNER, E.: *Milchwirtsch.*, 17, 495—498 (1962)
- 4) RENNER, E. u. KIERMEIER, F.: *Ibid.*, 19, 60—65 (1964)
- 5) KIERMEIER, F. u. RENNER, E.: *Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittel*, 18(5), 257—320(1963)
- 6) ZIMMER, E.: *Der Tierzüchter (Z. Veredlungswirt.)*, 3 (1965)
- 7) FLIEG, O.: *Biedermanns Ztb. B. Tierern.*, 9 (2), 178 (1938)
- 8) 東京大学農芸化学教室: 農芸化学分析書 (上) 初版, 43—44, (1948), 東京・朝倉書店
- 9) FLIEG, O.: *Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters. u. Forschungsanstalten*, s. 12(1952).
- 10) 亀高正夫: 畜産大事典 (初版), 474 (1964), 東京・養賢堂