

サイレージの調製法に関する研究

(第9報) 埋蔵時における処理の効果

須藤 浩・内田仙二・坂本広司

Studies on Silage-Making

IX. The Effect of Some Treatments at the Ensiling Time.

Hiroshi SUTOH, Senji UCHIDA and Kōji SAKAMOTO

The authors have already published a few reports^{1~6)} on silage-making with some treatments at the ensiling time. This is a report of experiments successively made on the effects of these treatments.

The material of silage was Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* LAM, at the booting stage.

The additives used in the present experiments were molasses, morea (a liquid feed), defatted rice bran, glucose with wheat bran (1:1), glucose, urea, AIV-acid, Baitaru (an additive sold on the market), and tolerant lactic acid bacteria with streptomycin or bacitracin and glucose. The other two treatments were the evacuation of air from the experimental silo and the high wilting to 40 percent moisture.

Several lots of these treatments as well as that of control lot without any additive were set up as shown in the table 1.

The silos used were made of glass in the small scale (π 30 cm \times 60 cm). The changes during the storage were carefully observed and the quality of silages was examined by the estimation of organic acids, pH, provitamin A and chemical composition. Moreover the digestibility of these samples were determined by feeding goats.

The results obtained were summarized as follows:

1) The excellent silages were made by the addition of molasses, morea, defatted rice bran, glucose with wheat bran, and glucose alone respectively. The evaluation by FLIEG's appraisal method³⁰⁾ was 100 in the glucose-lot, 95 in the four lots of molasses, morea, defatted rice bran and glucose with wheat bran, and 28 marks in the control-lot.

2) Notwithstanding the high rate of 14 percent ammoniac nitrogen of total nitrogen, the silage added with morea had a considerably low pH, 4.11 and satisfactory organic acid contents, viz. lactic acid 2.57 percent and butyric acid 0 percent.

These facts indicate that molasses in morea may be keeping off the undesirable action by the formation of NH_3 from urea.

3) The addition of AIV-acid gave good quality; 84 marks and no spoilage. However it was suggested that the quantity of AIV-acid at the rate of 4 percent to the whole silage was not sufficient for this grass

4) In spite of insufficient exhaust (100 mm Hg) from silo, the resulted silage had an ex-

cellent quality. And also it had pH 4.11, lactic acid 2.2%, acetic acid 0.66%, butyric acid 0% and vitamin A 4961 I.U./100g.

5) The mixed addition of tolerant lactic acid bacteria with streptomycin and glucose was effective, but the resulted silage had considerably high rate of ammoniac nitrogen of total nitrogen. The tolerant lactic acid bacteria with bacitracin-lot gave the best digestibility in the present experiment.

6) The additive sold on the market, Baitaru, was slightly effective.

7) The high wilting to 40 percent moisture improved quality of silage, but top spoilage increased. Therefore, the ensiling of grass contained 75 percent moisture for the top layer of silo can be recommended.

8) The results of digestion trials of the silages with goats are shown in the table 10. The digestibility of organic matter was 63 in the control-lot, 61 in the molasses-lot, 70 in the morea-lot, 66 in the rice bran-lot, 68 in the glucose-lot, and 62 percent in the haylage-lot.

9) Seventy to eighty percent of provitamin A was preserved during the storage.

10) To express the effect of additives, additive efficiency⁴⁴⁾ was suggested to be used as a measure. Namely, the equation is $A.E. = (A-C)/(B-C) \cdot 100$, where $A.E.$ = additive efficiency of a given additive, A = marks of the silage with a given additive, B = marks of the silage with standard additive and C = marks of the control silage without any additive.

11) When glucose (2%) as the standard additive (100) was adopted, additive efficiency was 93 in every lot of molasses, morea, defatted rice bran and glucose with wheat bran, and also 46 in the Baitaru-lot, -25 in the urea-lot, 78 in the AIV-acid-lot, 93 in the tolerant lactic acid bacteria with streptomycin-lot, and 83 in the tolerant lactic acid bacteria with bacitracin-lot.

I 緒 言

貯蔵飼料としてのサイレージは、従来の青刈飼料のない冬季の多汁質飼料の供給に限らず、作業の能率増進、単純化、高位生産、省力という観点から、基礎飼料としての重要性は未だかつて例をみないほどに増加した。すなわち、できればサイレージの周年給与によって生産性を合理的に高めようとしているのである。このためには、サイレージが常に良質のものが調製され、家畜が多量に食下し得るという条件の確約が必要である。

サイレージを安全に調製するための方法として、従来各種の添加物（例えば、糖ミツ⁷⁾・砂糖^{8,9)}・乳酸菌の培養^{9,10)}）が研究されてきているが、その目標とするところは、一はサイロ内の乳酸発酵を促進して、pHを3~4の間にする事、その二は積極的に酸を添加（例えばAIV-液¹¹⁾、HCl^{12,13)}、H·COOH^{14,15)}）してサイロ内を、材料つめこみ直後からpHを3~4にすることにあり、

この第一の目標のために、糖質の素材として、糖ミツ・モレア・コメヌカ・グルコース・グルコースとフスマなどの添加を行ない、第2の目的のためにAIV液の添加を行なった。

なお第3には、サイロ内のpHを積極的に3~4にするのでなく、むしろのぞましくない発酵菌の活動呼吸作用を抑えようとするもので（例えばToro-silon^{16,17)}、トルエン¹⁸⁾、Na₂S₂O₅¹⁹⁾、抗生物質^{20,21)}、材料の低水分化²²⁾）ある。これらのことに鑑み、材料の低水分化、抗生物質な

らびに耐性乳酸菌の添加を行ない、またサイロ内の空気排除を行なった。

さらに養分の強化並びに安全利用を目的とする添加（例えば尿素^{23,24}）もある。著者らの1人⁴はサツマイモ、イモヌカを材料にして尿素添加の実験を行なったが、ここでは Grass の場合の影響ならびに前記モレア添加との関連を知る目的をもって実験を行なった。

すなわち、イタリアンライグラスを材料として前記諸処理の影響を、無添加の対照区を設けて比較したので、その結果を報告する。

II 実験材料および方法

1. 埋蔵材料 岡山大学農学部八浜農場に栽培したイタリアンライグラス (Italian Ryegrass, *Lolium multiflorum*, LAM.) を4月29日（出穂前7~10日、穂孕期）に収穫し、4月30日 Cutter で4cm 程度に細切し、1日間日乾して、5月1日埋蔵した。なおヘイレージ区 (Low moisture silage, Haylage) の材料は、同材料を4日間日乾し、水分含量を約40%に調節して埋蔵した。

使用サイロは実験用のもので、いずれもガラス製で、排気用のものはフタ（蓋）つきのものであった。

2. 試験区別と処理 試験区分による処理と、埋蔵量などを示すと Table 1 のようである。

Table 1. Outline of Silage-Making

| No. | Treatment | Ensiled amount (kg) | Additive (%) | Dry matter (%) | Density (g/l) | Diameter of silo (cm) | Depth (cm) | Pressure (kg/m ²) |
|-----|---|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|---------------|----------------------------------|
| 1 | Control | 27 | 0 | 26 | 549 | 29.5 | 72 | 750 |
| 2 | Molasses | 27 | Molasses 4 | " | 667 | 28.5 | 66 | 750 |
| 3 | Morea | 29 | Morea 4 | " | 562 | 29.0 | 70 | 750 |
| 4 | Defatted rice bran | 25 | Defatted rice bran 10 | " | 526 | 29.0 | 72 | 750 |
| 5 | Glucose with wheat bran | 28 | Glucose with wheat bran 2 | " | 621 | 29.5 | 66 | 740 |
| 6 | Glucose | 17 | Glucose 2 | " | 648 | 25.0 | 54.5 | 950 |
| 7 | Urea | 17 | Urea 0.5 | " | 587 | 25.0 | 59.5 | 950 |
| 8 | AIV-acid | 20 | AIV-acid 4 | " | 514 | 30.0 | 55 | 135 |
| 9 | Air exclusion | 22 | 0 | " | 570 | 29.5 | 56.5 | 130 |
| 10 | Tolerant lactic acid bacteria with streptomycin | 25 | *(25.663 g) | 26 | 542 | 29.5 | 67.5 | 725 |
| 11 | Tolerant lactic acid bacteria with bacitracin | 25 | ** (25.713 g) | 26 | 606 | 29.0 | 62.5 | 750 |
| 12 | Baitaru | 25 | (130.6 g) | 26 | 572 | 29.5 | 64.0 | 400 |
| 13 | Haylage(a) | 13 | 0 | 61 | 364 | 29.5 | 52.8 | 568 |
| 14 | Haylage(b) | 10 | 0 | 61 | 429 | 24.0 | 51.5 | 1,000 |

* Tolerant lactic acid bacteria { *Lactobacillus* A 10g (Number of bacteria 5×10^{11})
Pediococcus 10g (Number of bacteria 5×10^{11})
 * Antibiotics Streptomycin sulphate 5g potency (=6.5g)
 Glucose 1kg

A mixture at the above rate was added per ton.

| | | | | |
|---------|-------------------------------|--|------------------------|---|
| ** | Tolerant lactic acid bacteria | { | <i>Lactobacillus A</i> | 10 g (Number of bacteria 5×10^{11}) |
| | | | <i>Pediococcus</i> | 10 g (Number of bacteria 5×10^{11}) |
| | Antibiotics | Bacitracin methylene-disalicylate (=Fortracin) | 5 g potency (=8.5g) | |
| Glucose | | 1 kg | | |

A mixture at the above rate was added per ton.

添加物の一般組成は Table 2 のようである。

Table 2. Chemical Composition of Additives

| | Moisture | Crude protein | Crude fat | NFE | Crude fiber | Crude ash |
|-------------------------|----------|---------------|-----------|----------|-------------|-----------|
| Molasses | 48.1 (%) | 3.2 (%) | 0.9 (%) | 37.6 (%) | — (%) | 10.2 (%) |
| Morea | 47.5 | 24.6 | 0.8 | 21.7 | — | 5.3 |
| Defatted rice bran | 14.7 | 15.1 | 0.8 | 49.3 | 7.6 | 12.4 |
| Glucose with wheat bran | 10.9 | 7.8 | 1.8 | 67.2 | 11.2 | 1.1 |

Morea は糖ミツ飼料研究会(三菱商事株式会社化学品第2部内)の厚意によって得たもので、その成分は Table 3 のような組成をもつものである。

Table 3. Chemical Composition of Morea⁴³⁾

| Moisture | Alcohol | Total sugar | Reducing sugar | Urea | Minerals | Total N | Crude protein | Crude protein except urea | Methionine | Phosphoric acid | Non volatile acid | Volatile fatty acid |
|----------|---------|-------------|----------------|------|----------|---------|---------------|---------------------------|------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 37.18 | 3.41 | 44.87 | 21.30 | 7.68 | 6.31 | 5.21 | 32.56 | 10.19 | 0.021 | 0.84 | 4.23 | 0.42 |

なお Glucose はデンプンから酵素糖化法によって製造された純度の高いもので、尿素は化学用のものであった。

脱脂コメヌカは日清飼料株式会社生産のものである。

AIV 液は 2N HCl 9:2N H₂SO₄ 1 の混合液で、Sprayer で噴霧しながら埋蔵した。

乳酸菌は *Lactobacillus A* および *Pediococcus* の 2 種で、8~12 代の継代培養により、Bacitracin に対し 0.6mg 力価/ml、Streptomycin に対しては 12mg 力価/ml の耐性を付与したものである。

耐性乳酸菌および抗生物質の添加量(材料 1ton あたり)などは Table 1 の脚注のようである。

バイタル:市販の一添加剤でその菌学的内容は判明しないが、その処方はずぎのようのものである。

| | | | |
|-------------------|---|----------------------------|-------|
| 材料 4 tons に対する添加量 | { | バイタル(市販品) | 900 g |
| | | 脱脂コメヌカ | 15 kg |
| | | ニューゲン (CaCO ₃) | 15 kg |

排気区は、フタ(蓋)つきの実験サイロ²⁵⁾につめこんだ後、真空ポンプで 100mmHg まで排気した。したがって完全な排気とはいえなかった。

3. サイレージの品質鑑定と消化率の査定 Table 5 の日時に開き、pH(ガラス電極 pH-メーター)、発酵有機酸²⁶⁾、プロビタミン A²⁷⁾、全窒素、アンモニア態窒素、アミノ態窒素²⁸⁾、

などを定量して、品質を鑑定するとともに、1頭の去勢ヤギを飼養して消化率を査定した。

III 実験結果および考察

1. 材料および添加物の成分 添加物の成分はすでに Table 2 に示したとおりであるが、埋蔵材料の成分は Table 4 のようである。

Table 4. Chemical Composition of Italian Ryegrass

| | Moisture | Crude protein | Crude fat | NFE | Crude fiber | Crude ash | Carotene | Crypto-xanthin | Provitamin A | Vitamin A potency |
|-------------|----------|---------------|-----------|------|-------------|-----------|-----------|----------------|--------------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (mg/100g) | (mg/100g) | (mg/100g) | (I. U.) |
| Fresh | 87.1 | 2.2 | 0.5 | 4.5 | 3.4 | 2.3 | 2.945 | 0.109 | 3.054 | 4.743 |
| Wilting (a) | 79.8 | 3.2 | 0.7 | 6.8 | 5.7 | 3.9 | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 5.575 |
| Wilting (b) | 42.5 | 9.5 | 1.7 | 20.4 | 15.8 | 10.2 | 5.875 | 0.273 | 6.148 | 9.510 |

Material at wilting (a) was ensiled in from the control-lot to the Baitaru-lot, that at wilting (b) ensiled in the haylage-lots shown in the table 1.

すなわち、水分含量はいずれも適水分に対して、かなり高い水分の材料を埋蔵し、Haylage区では、反対に標準より低い水分含量のものをためこんだ。

2. でき上りサイレージの開封時の状況 埋蔵後55~180日においてサイロを開封したが、その結果は Table 5 のようであった。

Table 5. Crude Yield, Density and Spoilage of the Resulted Silages.

| No. | | Opened date of silo | Duration of storage (days) | Yield of silage (%) | | Spoilage (%) | Density (g/l) |
|-----|-------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|--------|--------------|---------------|
| | | | | Weight | Volume | | |
| 1 | Control | Aug. 10 | 102 | 98.7 | 81.3 | 6.0 | 666 |
| 2 | Molasses | July 28 | 89 | 99.5 | 85.6 | 3.0 | 775 |
| 3 | Morea | July 28 | 89 | 99.0 | 82.1 | 4.2 | 678 |
| 4 | Defatted rice bran | Sep. 14 | 137 | 98.4 | 77.0 | 7.2 | 755 |
| 5 | Glucose with wheat bran | July 16 | 77 | 98.6 | 90.4 | 3.1 | 690 |
| 6 | Glucose | July 16 | 77 | 97.5 | 82.6 | 3.7 | 765 |
| 7 | Urea | Oct. 27 | 180 | 98.8 | 64.7 | 11.7 | 894 |
| 8 | AIV-acid | Oct. 2 | 155 | 96.9 | 97.5 | 0 | 532 |
| 9 | Air exclusion | Oct. 2 | 155 | 98.4 | 97.3 | 0 | 576 |
| 10 | T. L. A. B. with streptomycin | June 24 | 55 | 99.4 | 85.2 | 5.1 | 632 |
| 11 | T. L. A. B. with bacitracin | June 24 | 55 | 97.6 | 82.4 | 5.1 | 717 |
| 12 | Baitaru | Aug. 10 | 102 | 99.4 | 72.7 | 4.9 | 782 |
| 13 | Haylage (a) | Sept. 14 | 137 | 97.2 | 89.5 | (13) | 395 |
| 14 | Haylage (b) | Sept. 25 | 148 | 96.7 | 90.3 | (18) | 460 |

Table 5 によれば、Siloの開封日が同一でないので、一律に比較することは問題であるが、総括的にみれば、いわゆる埋蔵中の Invisible losses は0.5~0.3%の間にあった。しかして埋蔵後の沈下率〔(埋蔵時の深さ)-(サイロ開封時の深さ)/(埋蔵時の深さ)×100〕は排気区を

除けば、9.6~27.3%であった。またでき上りサイレージの密度は、8, 9, 13, 14区以外はいずれも埋蔵時よりも大きくなった。

Spoilage の多少は、サイレージの利用量を支配する大きな因子になるが、尿素添加区が11.7%でもっとも多く、市販添加剤区が8.9%、対照区6%がこれに次いだ。市販添加剤区は、CaCO₃ を使用するので、サイロ内上層の pH を高くすることによって、この量を多くするものと考えられる。尿素の添加は NH₃ ないし NH₄OH の発生に伴って、pH を高くすることが考えられるので、上層への添加は Spoilage 生成の点からも望ましくない。

3. でき上りサイレージの品質。でき上りサイレージを上・中・下層の3部分について、それぞれ pH の測定、有機酸の定量を行なって、品質の鑑定³⁰⁾を行なった結果は Table 6 のようである。

Table 6. Quality of the Resulted Silages (Average of Top, Middle and Bottom Layer)

| | | pH | Moisture (%) | Lactic acid (%) | Acetic acid (%) | Butyric acid (%) | Total acid (%) | Mark | Class |
|----|----------------------------|------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-------|-----------|
| 1 | Control | 5.00 | 77.7 | 0.67 | 0.60 | 0.65 | 1.92 | 28±21 | Middle |
| 2 | Molasses | 3.89 | 74.5 | 2.41 | 0.51 | 0 | 3.25 | 95±0 | Excellent |
| 3 | Morea | 4.14 | 74.4 | 2.57 | 0.46 | 0 | 3.03 | 95±0 | Excellent |
| 4 | Defatted rice bran | 3.87 | 68.5 | 2.56 | 0.52 | 0 | 3.08 | 95±0 | Excellent |
| 5 | Glucose with wheat bran | 3.94 | 75.0 | 2.49 | 0.48 | 0 | 2.97 | 95±0 | Excellent |
| 6 | Glucose | 3.83 | 74.2 | 2.53 | 0.37 | 0 | 2.87 | 100±0 | Excellent |
| 7 | Urea | 5.79 | 78.0 | 0.28 | 1.15 | 1.20 | 2.63 | 10±0 | Inferior |
| 8 | AIV-acid | 3.85 | 75.2 | 1.29 | 0.44 | 0.02 | 1.75 | 84±13 | Excellent |
| 9 | Air exclusion | 4.11 | 74.8 | 2.02 | 0.66 | 0 | 2.68 | 88±0 | Excellent |
| 10 | T.L.A.B. with streptomycin | 4.17 | 74.4 | 2.01 | 0.54 | 0 | 2.55 | 95±0 | Excellent |
| 11 | T.L.A.B. with bacitracin | 4.27 | 75.3 | 1.74 | 0.43 | 0.08 | 2.25 | 88±8 | Excellent |
| 12 | Baitaru | 4.64 | 75.6 | 1.45 | 0.48 | 0.30 | 2.23 | 61±15 | Good |
| 13 | Haylage(a) | 5.36 | 36.5 | 2.95 | 0.48 | 0 | 3.43 | 98±5 | Excellent |
| 14 | Haylage(b) | 5.37 | 41.0 | 3.12 | 0.63 | 0 | 3.75 | 95±0 | Excellent |

Table 6 について、まず乳酸発酵の素材である糖質類の効果について考察する。Glucose 2%の添加は、著者ら⁶⁾がさきに報告したように、もっとも確実な効果を示し、pH が低く酪酸を生ぜず、その評点は100点となり、その効果の確実性を裏づけた。糖ミツの添加は広く海外で行われ^{31,32)}、多くの場合その効果は確実なものとしてされている。本実験では4%添加で、その効果を発揮した。

Morea の4%添加は、pH は糖ミツ添加区よりも高かった。これは尿素の一部が分解して、アンモニアを生じたためと思われる。しかしサイレージの品質としては、糖ミツ添加区と同点を示した。Glucose 1 : フスマ 1 混合物 2%添加区の品質は Glucose 区にほぼ近いもので、Glucose に同量のフスマを混ぜ、これを2%添加することにより、この程度の効果を生ずることとは経済的に重要な意味があるものといえる。

コメヌカの10%添加区では、Top Spoilage がやや多かったが、品質の改善は顕著であった。この効果は、材料への糖質の供給という意味のほかに、水分調節の役割も果し、このために品質の改善があらわれたこともあろうと推察される。須藤³⁾はレンゲに2%の脱脂コメヌカを添

加したが、その効果は認められなかった。これらのことからコメヌカ添加による効果を期待するには少なくとも5%を下らない量が望ましいものと推察される。

つぎに AIV 液の4%量の添加によって、品質は改善され、その効果の確実性が知られたが、下層に酪酸の生成がみられ、十分とはいえなかった。レンゲ・サツマイモなどに添加した場合は4%量でよかったが^{1,3)}、イタリアンライグラスでは十分とはいえないようである。

耐性乳酸菌と Streptomycin, Glucose (0.1%) の添加ならびに耐性乳酸菌と Bacitracin, Glucose (0.1%) の添加では、いずれも品質の改善がみられたが、未だ問題が残っているように思われる。この場合その効果が乳酸菌によるものか、抗生物質によるものか、あるいは両者の総合的なものであるかについては、にわかには断定することができない。

市販添加物のバイタルについては、わずかに効果があったように思われる。

つぎに空気の排除によって望ましくない発酵をおさえるため、100 mm Hg の排気を行なったが、かなりの効果があらわれたこと、とりわけ Top Spoilage を全く生じなかったことは注目し値する。

材料の Wilting の効果はつとに認められているところであるが^{33,34)}、大幅の低水分化は、きわめて明らかに効果のあることを示している。

尿素の添加は、養分の強化とその安全利用を目的としたものであるが、0.5%程度でも Grass Silage の品質を劣化し、実用的に Grass への利用は困難である。サツマイモツル、イモヌカへの添加は、その目的を達成させる⁴⁾ ことに対比して、Grass の場合利用できないとは注目すべき点である。

4. サイレージの窒素形態別分布 前項と同様できりサイレージの3層について、窒素の形態別定量を行なった結果は Table 7 のようである。

Table 7. Nitrogen Distribution in the Resulted Silages.

| No. | | Total N (a) | NH ₃ -N (b) | Amino N (c) | (b)/(a)×100 (%) | (c)/(b) |
|-----|-------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|---------|
| 1 | Control | mg/100g 614±44 | mg/100g 80.2±22.4 | mg/100g 128.2±8.4 | 13.1±2.6 | 1.7±0.3 |
| 2 | Molasses | 559±22 | 47.5±2.2 | 111.4±21.4 | 8.5±0.4 | 2.3±0.4 |
| 3 | Morea | 747±20 | 105.9±21.0 | 138.8±25.8 | 14.2±2.8 | 1.4±0.5 |
| 4 | Defatted rice bran | 755±70 | 57.9±7.4 | 154.6±19.9 | 7.7±1.2 | 2.8±0.8 |
| 5 | Glucose with wheat bran | 572±20 | 52.6±5.3 | 148.9±0.8 | 9.3±0.8 | 2.9±0.3 |
| 6 | Glucose | 582±22 | 51.5±6.5 | 134.0±24.5 | 8.9±0.5 | 2.6±0.3 |
| 7 | Urea | 728±8 | 266.9±63.6 | 62.3±6.9 | 36.6±8.1 | 0.2±0.0 |
| 8 | AIV-acid | 547±14 | 65.0±18.1 | 84.2±16.7 | 11.8±2.9 | 1.3±0.3 |
| 9 | Air exclusion | 587±20 | 71.3±12.4 | 124.8±12.4 | 12.2±2.1 | 1.8±0.4 |
| 10 | T. L. A. B. with streptomycin | 592±26 | 81.6±5.4 | 102.4±26.3 | 13.8±1.1 | 1.3±0.2 |
| 11 | T. L. A. B. with bacitracin | 575±20 | 79.7±20.4 | 103.5±29.9 | 14.0±4.2 | 1.4±0.4 |
| 12 | Baitaru | 599±22 | 71.0±9.5 | 104.4±8.3 | 11.9±1.5 | 1.5±0.2 |
| 13 | Haylage (a) | 1,696±45 | 100.8±51.2 | 197.7±20.4 | 6.0±2.8 | 2.0±0.7 |
| 14 | Haylage (b) | 1,494±25 | 82.3±31.5 | 216.7±2.2 | 5.5±2.0 | 2.8±1.0 |

Table 7 の結果は、アンモニア態窒素比率（全窒素に対し）の10%以下にとどまった区は、糖ミツ・コメヌカ・グルコースフスマ混合、グルコース添加の諸区および Haylage 両区の計6区であった。

尿素添加では比率が36.6%となり、ほとんど利用できない程度であった。

須藤³⁵⁾の低水分サイレージにおけるアンモニア態窒素比率による品質評価法を本実験の Haylage に適用してみると、13(a)区93.4点、14(b)区95点となり、FLIEG法³⁰⁾の結果とよく一致することが知られる。

Morea 添加区では、糖ミツ添加区8.5%に対して14.2%で、対照区を上回った。これは Morea 中の尿素がアンモニアに変成したことを推察させる。このことはトウモロコシサイレージでも同様であった³⁶⁾。しかも Morea の糖ミツは尿素的分解によって起る欠陥を mask する役目を果し、総合的にサイレージの添加物として適当なものにしていることは注目に値する。

耐性乳酸菌と抗生物質ブドウ添加区では、アンモニア態窒素比率が14%程度となり、対照区を上回った。タンパク質の分解を抑制するに足る効果はあらわれなかったもので、実用に供する場合にはこの辺がさらに研究されなければならない。

5. Provitamin A の含量と保存率 材料の Provitamin A と、でき上りサイレージの Provitamin A の定量結果より、埋蔵中の保存率を求めた結果は Table 8 のようである。

Table 8 は、でき上りサイレージの3層について分析した平均で、AIV 液添加区がとくに

Table 8. Provitamin A Content of Silages and Conservation Ratio.

| | Material | | | Provi- tamin A | Silage | | | | | Conserv- ation ratio |
|---------------------------------------|----------|---------------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | Carotene | Crypto- xanthine | Provi- tamin A | Ensiled | Carotene | Crypto- xanthine | Provi- tamin A | Vitamin A potency | Conser- vation | |
| | mg/100g | mg/100g | mg/100g | mg | mg/100g | mg/100g | mg/100g | I.U./100g | mg | (%) |
| Control | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 996.3 | 2.722 | 0.238 | 3.000 | 4523 | 799.5 (750.9) | 80.2 (75.4) |
| Molasses | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 996.3 | 2.986 | 0.208 | 3.194 | 4891 | 892.1 (865.3) | 89.5 (86.9) |
| Morea | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 922.5 | 3.074 | 0.192 | 3.266 | 5016 | 841.0 (805.4) | 91.2 (87.3) |
| Defatted rice bran | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 922.5 | 2.930 | 0.244 | 3.170 | 4831 | 859.2 (844.3) | 93.1 (91.5) |
| Glucose wheat bran | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 1033.2 | 3.109 | 0.201 | 3.310 | 5079 | 931.8 (902.6) | 90.2 (87.4) |
| Glucose | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 627.3 | 3.060 | 0.193 | 3.253 | 4995 | 547.5 (528.9) | 87.3 (84.3) |
| Urea | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 627.3 | 2.815 | 0.222 | 3.037 | 4632 | 513.3 (452.5) | 81.8 (72.1) |
| AIV-acid | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 738.0 | 3.124 | 0.296 | 3.420 | 5182 | 689.1 | 93.4 |
| Air ex- clusion | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 811.8 | 3.006 | 0.256 | 3.262 | 4961 | 706.2 | 87.0 |
| T. L. A. B. with strep- tomycin | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 922.5 | 2.920 | 0.218 | 3.138 | 4795 | 779.2 (739.6) | 84.5 (80.2) |
| T. L. A. B. with bacitracin | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 922.5 | 2.883 | 0.193 | 3.078 | 4715 | 750.7 (711.3) | 81.4 (77.1) |
| Baitaru | 3.350 | 0.340 | 3.690 | 922.5 | 2.867 | 0.241 | 3.108 | 4730 | 772.0 (703.0) | 83.7 (76.2) |
| Haylage (a) | 5.875 | 0.273 | 6.148 | 799.2 | 4.719 | 0.477 | 5.196 | 7852 | 656.8 (565.8) | 82.2 (70.8) |
| Haylage (b) | 5.875 | 0.273 | 6.148 | 614.8 | 4.663 | 0.550 | 5.213 | 7825 | 504.1 (411.3) | 82.0 (66.9) |

保存率の高いことが知られる。ついで脱脂コメヌカ添加, Morea 添加, 糖ミツ添加区などが高いことが知られる。その他の諸区については, 余り顕著な差は認められない。

この場合, 生草の日乾による Provitamin A の損失は約23%で, これを埋蔵して保存し得た量は, もとの生草に対し, 対照区 58%, AIV 液添加区 72%, Glucose 添加区 65%, 糖ミツ, Morea 添加区がいずれも 67%になる。これはいずれも Spoilage をふくまない量である。

また Haylage 区の場合には, 口乾中に約 55%が失われ, 埋蔵によって保存し得る量は, もとの生草に対し, 約31%という結果になった。

6. 消化率の査定 同腹の去勢ヤギ A・B のいずれか 1 頭を実験動物として常法により消化試験を実施した^{29, 37)}。イタリアンライグラス乾草を基礎飼料にして (1日1頭あたり 400g), サイレージを1日1頭あたり 1kg または 2kg 給与した。ただし Haylage 区では1日1頭あたり 600g 給与した。

基礎飼料の消化試験の結果は Table 9 のようである。

Table 9. Chemical Composition and Digestibility of Italian Ryegrass Hay with Goats (Average of A and B)

| | Moisture (%) | Dry matter (%) | Organic matter (%) | Crude protein (%) | Crude fat (%) | NFE (%) | Crude fiber (%) | Crude ash (%) | TDN (%) |
|----------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|-----------------|---------------|-------------|
| Chemical composition | 20.8 | 79.2 | 70.2 | 5.9 | 1.9 | 39.2 | 23.2 | 9.1 | |
| Digestibility | | 65.6 | 67.1 | 45.7 | 34.4 | 67.9 | 72.3 | | |
| Digestible nutrient | | 52.0 | 47.1 | 2.7 | 0.7 | 26.6 | 16.8 | | 47.7 (60.2) |

この乾草の DCP は 2.7% (3.4%) で, TDN は 47.7% (60.2%) のもので, 品質は良好のほうに属した。

つぎに各区サイレージの一般成分, 消化率および可消化成分を示すと Table 10 のようである。

Table 10. Digestibility of the Italian Ryegrass Silages with Various Treatments

| | | Moisture (%) | Dry matter (%) | Organic matter (%) | Crude protein (%) | Crude fat (%) | NFE (%) | Crude fiber (%) | Crude ash (%) | TDN (%) |
|----------|----------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|-----------------|---------------|-------------|
| Control | Chemical composition | 81.6 | 18.4 | 14.2 | 2.8 | 0.8 | 5.4 | 5.2 | 4.2 | |
| | Digestibility | | 60.6 | 62.9 | 67.6 | 64.8 | 53.1 | 70.2 | | |
| | Digestible nutrient | | 11.2 | 8.9 | 1.9 | 0.5 | 2.9 | 3.7 | | 9.6 (51.9) |
| Molasses | Chemical composition | 79.3 | 20.7 | 16.2 | 3.2 | 0.9 | 6.6 | 5.6 | 4.4 | |
| | Digestibility | | 59.7 | 61.2 | 67.5 | 64.4 | 55.6 | 63.8 | | |
| | Digestible nutrient | | 12.3 | 9.9 | 2.1 | 0.6 | 3.7 | 3.5 | | 10.6 (51.5) |
| Morea | Chemical composition | 80.5 | 19.5 | 15.2 | 3.7 | 0.9 | 5.4 | 5.2 | 4.3 | |
| | Digestibility | | 66.2 | 69.7 | 79.2 | 72.5 | 58.7 | 74.0 | | |
| | Digestible nutrient | | 12.9 | 10.6 | 2.9 | 0.6 | 3.2 | 3.9 | | 14.9 (58.3) |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Defatted rice bran | Chemical composition | 76.4 | 23.6 | 18.6 | 4.3 | 0.9 | 7.4 | 5.9 | 5.0 | 12.5 (55.5) |
| | Digestibility | | 63.8 | 66.3 | 68.5 | 69.2 | 59.8 | 72.4 | | |
| | Digestible nutrient | | 15.1 | 12.3 | 3.0 | 0.6 | 4.5 | 4.3 | | |
| Glucose with wheat bran | Chemical composition | 79.3 | 20.8 | 16.7 | 3.1 | 0.8 | 7.5 | 5.3 | 4.0 | 10.1 (52.1) |
| | Digestibility | | 59.3 | 61.0 | 67.1 | 62.1 | 57.1 | 62.5 | | |
| | Digestible nutrient | | 12.3 | 10.2 | 2.1 | 0.5 | 4.3 | 3.3 | | |
| Glucose | Chemical composition | 80.5 | 19.5 | 15.5 | 3.1 | 0.8 | 6.2 | 5.5 | 4.0 | 13.7 (57.4) |
| | Digestibility | | 65.4 | 67.6 | 86.6 | 77.4 | 57.0 | 67.3 | | |
| | Digestible nutrient | | 12.8 | 10.5 | 2.7 | 0.6 | 3.5 | 3.7 | | |
| AIV-acid | Chemical composition | 81.0 | 19.0 | 14.9 | 3.3 | 0.8 | 5.3 | 5.6 | 4.2 | 12.0 (51.8) |
| | Digestibility | | 57.7 | 61.8 | 70.1 | 72.0 | 42.3 | 73.8 | | |
| | Digestible nutrient | | 11.0 | 9.2 | 2.3 | 0.6 | 2.2 | 4.1 | | |
| Air exclusion | Chemical composition | 80.9 | 19.1 | 15.0 | 3.3 | 0.9 | 5.1 | 5.7 | 4.1 | 12.7 (54.3) |
| | Digestibility | | 61.0 | 63.9 | 72.6 | 71.9 | 47.2 | 72.3 | | |
| | Digestible nutrient | | 11.6 | 9.6 | 2.4 | 0.6 | 2.4 | 4.1 | | |
| T. L. A. B. with Streptomycin | Chemical composition | 80.1 | 19.9 | 15.9 | 2.5 | 0.8 | 6.7 | 5.8 | 4.0 | 9.5 (47.5) |
| | Digestibility | | 53.3 | 55.9 | 75.2 | 56.1 | 49.8 | 54.6 | | |
| | Digestible nutrient | | 10.6 | 8.9 | 1.9 | 0.5 | 3.3 | 3.2 | | |
| T. L. A. B. with bacitracin | Chemical composition | 79.0 | 21.0 | 16.7 | 2.7 | 0.9 | 7.0 | 6.1 | 4.3 | 12.6 (59.9) |
| | Digestibility | | 70.0 | 71.0 | 73.1 | 64.9 | 64.2 | 78.8 | | |
| | Digestible nutrient | | 14.7 | 11.9 | 2.0 | 0.6 | 4.5 | 4.8 | | |
| Baitaru | Chemical composition | 80.2 | 19.8 | 15.5 | 3.2 | 0.8 | 6.2 | 5.4 | 4.3 | 11.7 (55.0) |
| | Digestibility | | 62.3 | 65.5 | 73.8 | 73.1 | 57.6 | 68.6 | | |
| | Digestible nutrient | | 12.3 | 10.2 | 2.3 | 0.6 | 3.6 | 3.7 | | |
| Haylage | Chemical composition | 43.3 | 56.7 | 46.5 | 9.5 | 2.4 | 18.7 | 16.0 | 10.2 | 11.0 (54.4) |
| | Digestibility | | 61.2 | 62.1 | 65.7 | 64.8 | 52.3 | 71.0 | | |
| | Digestible nutrient | | 34.7 | 28.9 | 6.2 | 1.6 | 9.8 | 11.3 | | |

Table 10 の消化率は、添加区においては添加物をも含めた数値である。たとえば Morea 区 (4% 添加) や脱脂コマヌカ区 (10% 添加) ではそれぞれ Morea, コマヌカを含めた消化率である。

したがって、そのままの比較は必ずしも妥当とはいえないが、Morea, 脱脂コメヌカ添加区を除けば、粗タンパク質については、添加物に由来する粗タンパク質の量は、その消化率に与える影響は少ないものと思われる。

これらの比較において、Glucose 添加によって粗タンパク質の消化率が高い結果を得たことは、興味ある点で、著者ら⁶⁾がすでに報告したところでは、レンゲの場合は Glucose 添加ではほとんど消化率を高くすることはなかったが、イタリアンライグラスサイレージでは、粗タンパク質の消化率ならびに有機物の消化率は高くなり、本実験の結果と一致するのである。

つぎに Morea の添加によって、粗繊維の消化率が高くなっていることが注目される。著者らがトウモロコシに添加して埋蔵した場合、あるいは石灰ワラに Morea を添加してこれを与えた場合には、粗繊維の消化率の向上はなかったことに対比して³⁶⁾、さらに研究を要するものと思ふ。

しかも Molasses 添加の場合には、サイレージの粗繊維の消化率は低くなっている。

有機物の消化率では、Morea 添加区が高いことを示したが、Morea 自体の消化率の高いことが影響していることも一部あろう。

耐性乳酸菌と Bacitracin, Glucose 添加区の有機物、粗タンパク質、粗繊維の消化率はいずれも高かった。Zn-Bacitracin において ALEXANDER³⁸⁾、PRATT³⁹⁾ の報告しているところに一致することになるが、本実験では抗生物質のみの添加でないので、さらに研究を重ねて断定する必要がある。

市販添加剤（バイタル）の添加では、消化率の改善はみられないようである。

また Haylage については、消化率の低下があるといわれているが³⁴⁾、この場合調製の規模が小さかったためもあろうか、格別消化率の低下は認められなかった。

7. 添加物の添加効率 添加物ないし添加剤の添加効果については、でき上ったサイレージの品質の鑑定を行なって採点し、それによって等級をつければ、目的は達成されることになる。

サイレージの品質鑑定法については、学者によってちがう基準が提案されている⁴⁰⁾。著者らは FLIEG の方法³⁰⁾、またはこの方法の結果に比較的よく一致する pH-官能法³⁵⁾ によって鑑定を行ってきた。細部については、今後研究すべき点が残っているように思われるが、FLIEG の鑑定結果の品質等級が、乳生産の量や質に関係の深いことが示されているので^{41, 42)}、この評点を基準にして、効果をあらわす尺度として添加効率 (Additive efficiency) をつぎの式であらわす。

$$A. E. (\%) = \frac{A-C}{B-C} \times 100 \quad 44)$$

A. E. = その添加物の添加効率

A = 当該添加物を添加した場合のサイレージの品質得点

B = 基準に選んだ添加物を添加した場合のサイレージの品質得点

C = 無添加対照サイレージの品質得点

いま、Glucose 添加区を基準に考えて、Table 6 に示した評点より、それぞれの区の添加効率をもとめれば、Table 11 のようである。

この効率は、材料の種類・生育時期・日乾の程度・添加物の使用量によってちがってくることはもちろんであるが、このような実験が積み重ねられ、各種の場合について効率が求められれば、効果の判断に、また使用量の決定などに便利である。

Table 11. Additive Efficiency of Some Additives

| Additives | Added amount (%) | Additive efficiency (%) | Additives | Added amount (%) | Additive efficiency (%) |
|-------------------------|------------------|-------------------------|--|----------------------------|-------------------------|
| Molasses | 4 | 93 | AIV-acid | 4 | 78 |
| Morea | 4 | 93 | { T. L. A. B. * Streptomycin Glucose | { 10 ppm 5 ppm 0.1 % | 93 |
| Defatted rice bran | 10 | 93 | { T. L. A. B. * Bacitracin Glucose | { 10 ppm 5 ppm 0.1 % | 83 |
| Glucose with wheat bran | 2 | 93 | Baitaru | | 46 |
| Urea | 0.5 | -25 | Glucose (Standard) | 2 % | 100 |

* Tolerant lactic acid bacteria

IV 摘 要

グラスサイレージ調製の際の添加物の効果ならびに排気，低水分処理などの効果を知るために，イタリアンライグラスを材料にしてサイレージを調製し，無添加対照区に対し，その品質・消化率・添加効率などを比較した結果は，つぎのように要約される。

1) 糖質添加区として，糖ミツ (4%)，モレア (4%)，脱脂コメヌカ (10%)，グルコース・フスマ 1 : 1 混合 (2%)，グルコース (2%) の諸区はいずれも効果があり，良質サイレージの得られることが認められた。対照区の評点 28 点に対し，グルコース区 100 点，他の諸区はいずれも 95 点であった。

2) モレア添加区ではアンモニア態窒素率が 14% におよんだが，酪酸の生成がみられず，モレア中の糖ミツが，尿素によって生ずる欠点をおさえる特徴が見出された。

3) AIV 液 (4% 添加) 区は，品質がよく，Spoilage を全く生じなかったが，サイレージの品質の評点は 84 点で，イタリアンライグラスの場合では，2N 液 4% 量では十分でないように推察された。

4) サイロからの排気は，100 mm Hg でも品質改善に効があり，Spoilage を生じなかった。

5) 耐性乳酸菌，抗生物質 (Streptomycin or Bacitracin)，グルコース混合の添加は，品質改善に効があるように思われたが，多少問題が残っている。

6) 市販添加剤 (バイタル) の添加は多少の効果が認められた。

7) 高度の日乾 (Wilting) は，それだけで品質改善に効があるが，Spoilage が多くなるので実用的には，サイロの上層には普通水分 (75~80% 程度) の材料をつめこむのが望ましい。

8) 添加物の効果を添加効率 $A. E. = (A - C) / (B - C) \times 100$ をもって示すことを提案した。ここに A は考える試料の添加によってできたサイレージの品質の評点，B は基準の添加物の添加によってできたサイレージの品質評点，C は無添加対照区のでき上りサイレージの評点である。

9) グルコース (2% 添加) 区を基準 (100) にすれば，その添加効率は，糖ミツ 93，モレア 93，コメヌカ 93，グルコース・フスマ混合 93，バイタル 46，尿素-25，AIV 液 78 であった。すなわち，糖質類の添加が，もっとも確実であることが認められた。

本研究を施行するにあたり，糖ミツ飼料研究会の与えられた援助に対し深い感謝の意をあらわす。

本研究の1部は、1965年4月3日、日本農芸化学会昭和40年度大会（東京）ならびに1965年5月12日、日本ビタミン学会第17回大会（盛岡）の席上で発表したものである。

文 献

- 1) SUTOH, H.: *Jap. J. Zootech. Sci.*, 14 (4), 272 (1942)
- 2) SUTOH, H.: *Bul. Educ. Res. Inst., Fac. Educ. Univ. Kagoshima*, 3, 99-106 (1951)
- 3) SUTOH, H.: *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 25 (5), 285-289 (1951)
- 4) SUTOH, H.: *Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ.*, 11, 29-40 (1958)
- 5) SUTOH, H. and UCHIDA, S.: *Ibid.*, 15, 57-65 (1960)
- 6) SUTOH, H., UCHIDA, S. and YASUNORI, H.: *Ibid.*, 24, 37-46 (1964)
- 7) CASALIS, C. E. M.: *Hoard's Dairy Man*, 79, 140-142 (1934)
- 8) DIETRICH, K.: *Biedermanns Zbt. B. Tierern.*, 9, 755-86 (1937)
- 9) KOCH, R.: *Wochschr. Brau.* 56, 81-5, 101-3, 109-11 [C.A. 34, 3012, 1940] (1939)
- 10) GORINI, C.: *Staz. Agric. ital.* 51, 199-213 (1913) [C.A. 14, 2039, 1920]
- 11) VIRTANEN, A. I.: *Biochem. Z.* 258, 251 (1933)
- 12) FINGERLING, K.: *Biedermanns Zbt. B. Tierern.*, 9, 755-86 (1937)
- 13) KIRSCH W.: *Zuchtungskunde*, 10, 48-55 (1935)
- 14) FLIEG, O. et al.: *Zuckerrübenbau*, 21, 115-21 (1939)
- 15) KEIL, W.: *Biedermanns Zbt. B. Tierern.* 13 (3), 211-15 (1941)
- 16) KIRSCH, K. E. et al.: *Biedermanns Zbt. B. Tierern.*, 6, 147-59, 398-410 (1934)
- 17) RUSCHMANN, G. et al.: *Landw. Jahrb.* 8, 497-520 (1934)
- 18) BORZHKOVSKIU, S. E. et al.: *Biochem. J.* 13 373-83 (1939)
- 19) BRATZLER, J. W., COWAN, R. L., and SWIFT, R. W.: *J. Animal Sci.*, 15 (1), 163-176 (1956)
- 20) DEXTER, S. T.: *Agron. J.*, 49, 483 (1957)
- 21) EMERY, R. S., BROWN, L. D., THOMAS, R. D and STEYERT, D.: *J. Dairy Sci.*, 49 (5), 473 (1966)
- 22) WIERINGA, G. W.: *Neth. J. Agric., Sci.*, 6 (3), 204-10 (1958)
- 23) BRIGL, P. et al.: *Biedermanns Zbs. B. Tierern.*, 3, 220-245 (1931)
- 24) WETTERAU, H.: *Futterconserv.*, 1, 1-8 (1961)
- 25) SUTOH, H., UCHIDA, S. and KOMAKI, T.: *Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ.*, 23, 30 (1964)
- 26) FLIEG, O.: *Biedermanns Zbt. B. Tierern.* 9 (2), 178-183 (1938)
- 27) 藤田秋治：ビタミン定量法，189～206，初版，南江堂：東京（1955）
- 28) 東大農化教室：農芸化学分析書（上），初版，朝倉書店：東京（1948）
- 29) 亀高正夫：畜産大事典，474，初版，養賢堂：東京（1964）
- 30) FLIEG, O.: *Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters.-u. Forschungsanstalten*, s. 12 (1952)
- 31) BENDER, C. B., TUCKER, H. H., KRUEGER, W. C., PFAU, K. O. and FOX, A. S.: *J. Dairy Sci.*, 19, 137-46 (1936)
- 32) BECHDEL, S. I.: *Pennsylvania Agr. Exp. Sta. 53rd Annual Report, Bul.* 399, 6-7 (1930)
- 33) NEWLANDER, J. A. and RIDDELL, W. H.: *Vt. Agr. Exp. Sta. Bul.* 602, (1957)
- 34) GORDON, C. H., DERBYSHIRE, J. C., WISEMAN, H. G., KANE, E. A. and MELIN, C. G.: *J. Dairy Sci.*, 44 (7), 1299-1311 (1961)
- 35) 須藤 浩：サイレージの調製と利用法（第4版），155，養賢堂：東京（1966）
- 36) 須藤 浩・内田仙二：モレア飼料研究会報，1，18～20；3，20～21（1963）
- 37) 須藤 浩：飼料学講義，99～101，養賢堂：東京（1964）

- 38) ALEXANDER, R. A., MCGALL, J. R., HENTGES, J. F., LOGGINS, P. E. and DAVIS, G. K.: *J. Dairy Sci.*, 44 (10), 1928-32 (1961)
- 39) PRATT, A. P., SETTLEMIRE, C. T., and HIBBS, J. W.: *J. Dairy Sci.*, 46, 1385-9 (1963)
- 40) SUTOH, H.: 畜産の研究 (*Animal Husbandry*), 19 (9), 1191-6 (1965)
- 41) RENNER, E. und KIERMEIER, F.: *Z. Tierphys. Tierern. u. Futtermittelk.*, 18 (5), 257-320 (1963)
- 42) RENNER, E., KANDLER, O. und KIERMEIER, F.: *Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch.* 117 (6), 487-499 (1962)
- 43) IWATA, H.: 畜産の研究 (*Animal Husbandry*), 16 (1), 26-28 (1962)
- 44) SUTOH, H.: 畜産の研究 (*Animal Husbandry*), 20 (9), 1223-1224 (1966)