

# 乳酸菌製剤サイマスター SP 添加サイレージを用いた TMR の好气的変敗抑制技術

田辺裕司\*<sup>1</sup>・三宅歩・長尾伸一郎・本間満\*<sup>2</sup>・北村亨\*<sup>2</sup>

Effects of Mixture of Corn Silage Treated with Si-Master SP to  
Prevent Aerobic Deterioration on TMR

Yuji TANABE\*<sup>1</sup>, Ayumi MIYAKE, Shinichirou NAGAO, Mitsuru HONMA\*<sup>2</sup> and Toru KITAMURA\*<sup>2</sup>

## 要 約

サイレージ用乳酸菌製剤には、貯蔵中の発酵品質の安定とあわせて開封後の好气的変敗(以下、「変敗」)抑制機能を有するものがある。乳酸菌製剤サイマスター SP を添加したトウモロコシサイレージを混合原料に使用した場合の混合飼料(TMR)の変敗抑制効果を検証した。試験区には本剤添加サイレージを、対照区には無添加サイレージを用いて乾物中 10 ~ 50 %の間で比率を変えて TMR に混合し、25 °C 恒温室内で温度上昇が見られるまでの時間を比較した。

48 時間の予備試験で変敗発生が最も遅かったサイレージ 30%混合 TMR を使用した場合、対照区に比べて 6 時間遅い調製後 19.5 時間まで変敗が抑制されており、搾乳牛に対する嗜好性は対照区と同等以上であった。この結果、本剤添加サイレージの TMR への混合は嗜好性を低下させることなく変敗を抑制することができ、夏期の変敗予防に向けた有効な手段となることが期待された。

キーワード:好气的変敗、サイレージ添加剤、TMR、トウモロコシサイレージ

## 緒 言

大規模経営を中心に利用が広がる TMR は、飼料摂取量の向上、ルーメン性状の安定など、多くのメリットがある一方で、夏期高温時には調製後、数時間で好気性細菌の働きによって変敗を起こし嗜好性が著しく低下する<sup>1)</sup>。調製を 1 日 2 回以上にして調製間隔を短くすることで、変敗をある程度抑えることはできるが、より明確な効果を得る手段として、有機酸の利用<sup>2)</sup>、加水条件の変更等<sup>3)</sup>様々な提案もされている。ただし、これらは農場での導入時には嗜好性の低下を伴う事例が見られる等の課題も残されている。

一方、この現象はサイレージの開封後においても、発現こそ緩やかだが同様に起こる<sup>1)</sup>。サイレージに対しては市販の乳酸菌等の生菌剤を調製時に添加することで、ある程度開封後の変敗を抑制できることが分かっている。

今回使用したサイマスター SP はトウモロコシサイレージの変敗抑制を目的とした乳酸菌製剤で、発酵期間中に生成される酢酸によってその効果を発揮するが<sup>4)</sup>、これまでの製剤では減少しがちであった乳酸量も保持できるため、pH を低く抑え、

発酵品質を確保する点が新たな点である。

今回、この製剤を添加したトウモロコシサイレージを TMR 原料に使用し、サイレージ同様の発敗抑制効果が発現する可能性について検証したので報告する。

なお、本試験は雪印種苗株式会社からの受託試験として実施した。

## 材料及び方法

### 1 供試サイレージの調製

平成 28 年 9 月 1 日にコーンハーベスタで収穫した飼料用トウモロコシ(品種:スノーデント 122 レオ)を用いた。

乳酸菌液は収穫後、地面に広げた材料草に対し、ジョウロで散布した。試験区にはサイマスター SP(雪印種苗株式会社)を水道水で懸濁させ、規定量(乳酸菌 50g/材料草 10t)を添加した。対照区には同量の水道水のみを使用した。

これらをホイールローダーで混合した後、細断型ロールペーラに投入し、85cm 径ロールサイレージを調製した。ラップフィルムは 3 回 6 層巻きとした。1 ロールを 1 サンプルとし、各区 8 サン

ブルずつを作成した。

## 2 サイレージ品質の調査

サンプルは貯蔵期間 10 ～ 11 ヶ月となる平成 29 年 7 ～ 8 月に開封し、発酵品質、変敗抑制効果及び乳用牛での嗜好性についての調査を行った。

変敗抑制効果は開封後、25 °C 恒温室内に 5 日間放置した場合の品温変化を、温度計測データロガー(商品名「おんどとり」、T&D 社)で 1 時間毎に計測した。品温が室温から 2 °C 上昇した時点を変敗による上昇した時点を変敗による発熱開始と見なし、変敗発生時間とした。

試験終了まで変敗発生が認められなかった場合は、終了時間となる 120 時間をあてた。

嗜好性評価はホルスタイン種搾乳牛 4 頭を用いて、カフェテリア方式による一対比較法で行った。供試牛に試験区、対照区それぞれのサンプルを入れたコンテナボックスを同時に提示し、20 分間の採食量を測定した。位置の影響をなくするため、給与後 10 分で左右の飼料を入れ替えた。採食量の合計に占める割合に応じて 5 段階の評点を配分した(表 1)。嗜好性評価は各区 5 サンプルで実施し、得られた評点を集計した。

表 1 嗜好性の評価方法

試料A		試料B	
採食比率	評点	採食比率	評点
80-100	2	0-20	-2
60-80	1	20-40	-1
40-60	0	40-60	0
20-40	-2	60-80	1
0-20	-1	80-100	2

表 2 予備試験の TMR 構成

材料・成分	添加区分毎の混合比率									
	10%		20%		30%		40%		50%	
乳用配合飼料 %	25.5	(44.3)	24.2	(42.0)	23.2	(40.4)	20.8	(36.2)	19.9	(34.7)
大豆粕	-	-	-	-	0.6	(1.0)	1.4	(2.4)	1.4	(2.5)
スーダン乾草	25.5	(45.6)	21.1	(37.9)	15.9	(28.6)	11.9	(21.4)	7.1	(12.8)
トウモロコシサイレージ	13.7	(10.1)	27.2	(20.1)	40.6	(30.0)	54.0	(40.0)	67.5	(50.0)
水	35.4		27.5		19.7		11.9		4.0	
乾物率 %FM	50.1		50.0		50.0		50.0		50.0	
TDN %DM	72.2		72.0		72.3		72.0		72.0	
CP %DM	14.3		14.0		14.3		14.3		14.2	

注) 材料カッコ内は乾物中比率  
可消化養分総量(TDN)、粗タンパク質(CP)

## 3 TMR への混合試験

### (1) サイレージ混合比率の予備検討

予備試験として TMR での変敗抑制効果が発現するサイレージの混合比率を調べた。サイレージの乾物中比率が 10 ～ 50% になるよう、5 水準のサンプルを混合した小規模 TMR を調製し、それぞれ対照区と比較した(表 2)。1 回の調製量は 2 kg とし、ビニール袋に入れて 1 分程度振盪攪拌した。25 °C 恒温室内での 2 日間の温度変化を温度計測データロガーで調べた。試験終了まで変敗発生が認められなかった場合は、終了時間となる 48 時間をあてた。小規模 TMR の調製は 5 回繰り返した。

### (2) 実規模 TMR での変敗抑制評価

上記予備試験で効果が確認された混合量で各回 150kg の TMR を調製し(表 3)、市販の TMR ミキサーで 20 分間攪拌調製した。25 °C 恒温室内での 2 日間の温度変化を温度データロガーで調べた。

あわせて、調製直後の嗜好性についてサイレージの調査と同様の方法でホルスタイン種搾乳牛 4 頭を用いて評価した。評価は各区 5 サンプルを対象として行った。

表 3 TMR 試験の飼料構成

材料・成分	混合比率
乳用配合飼料 %	24.4 (42.5)
スーダン乾草	15.2 (27.3)
トウモロコシサイレージ	48.8 (30.2)
水	11.6
乾物率 %FM	50.0
TDN %DM	72.5
CP %DM	14.1

注) カッコ内は乾物中比率

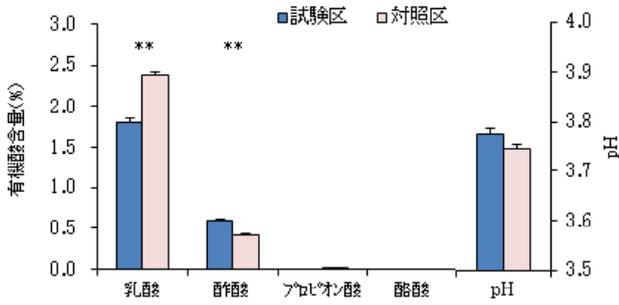


図1 サイレージ発酵品質  
注) グラフは平均値±標準誤差を示す  
\* : p<0.05、\*\* : p<0.01 で区間に有意差あり  
(以下、各図を同様に示す)

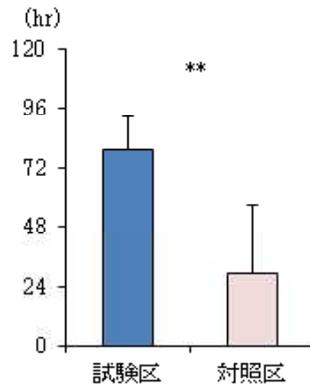


図2 添加サイレージの変敗発生時間  
注) 120時間を上限として評価

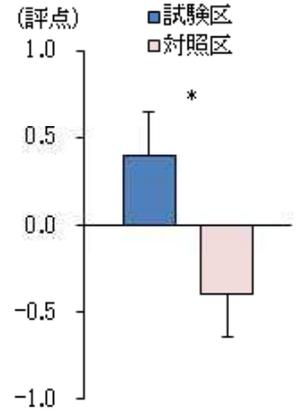


図3 添加サイレージの嗜好性評点

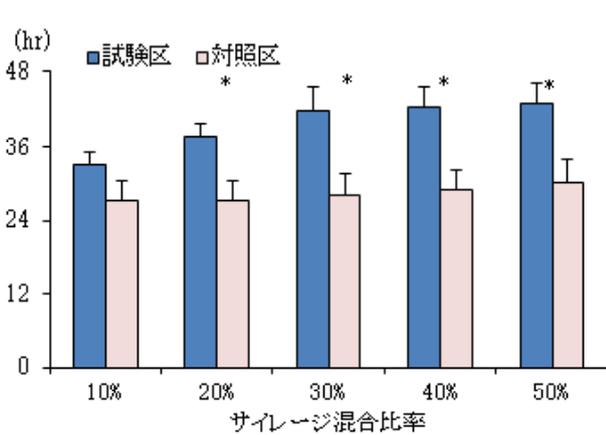


図4 小規模 TMR の変敗発生時間  
注) 48時間を上限として評価

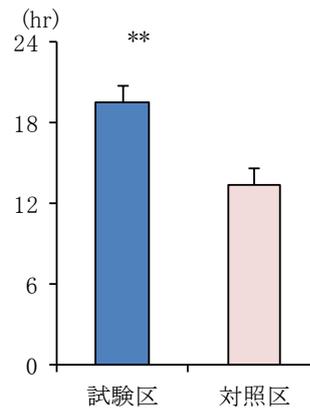


図5 TMR の変敗発生時間

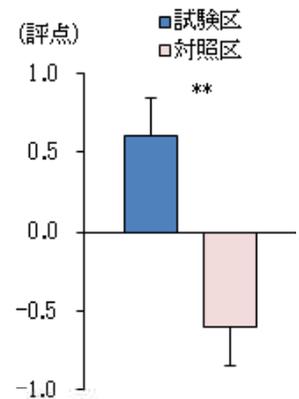


図6 TMR の嗜好性評点

## 結果及び考察

### 1 サイレージ品質

サイレージの発酵品質を図1に示す。試験区では対照区に比べ乳酸が有意(p<0.01)に低く、酢酸が有意(p<0.01)に高くなっていた。プロピオン酸及び酪酸はほとんど検出されないか、あるいは検出限界以下であった。

試験区の変敗発生時間は対照区に比べて50時間以上も遅い79.5時間であり、変敗発生は強く抑えられていた(p<0.01、図2)。

乳用牛での嗜好性評点は試験区で有意に高く(p<0.05)、飼料利用性に問題ないことが確認できた(図3)。

サイマスター SPに含まれる乳酸菌 *Lactobacillus diolivorans* は、乳酸以外に酢酸を同時生

成するヘテロ型乳酸菌である。このため、乳酸量の低下及び酢酸量の増加は予想された内容であり、本剤添加サイレージの特徴が十分に現れたものと考えられた。これらは通常のサイレージ評価に照らした場合にはマイナス要因とも受け取れるが、pHは対照区と差がない程度まで下がっていること、開封後の嗜好性は試験区が優れていたことから、サイレージとしての品質はむしろ良好であると考えられた。

細断型ロールベールの普及によりトウモロコシサイレージの課題の一つであった変敗発生リスクが軽減されるようになってきた一方、県南を中心とした大規模生産地等では現在もバンカーサイロを利用した貯蔵が行われている。後述のとおり、本報はTMRを対象として検証を行ったものであるが、サイマスター SP本来の目的であるサイレー

ジの変敗抑制効果は明確であり、本剤利用がこれらバンカーサイロでの安定貯蔵においても有効な手段となることを示している。

## 2 TMR での変敗抑制効果

小規模 TMR の結果を図 4 に示す。試験区は全ての混合比率で対照区より変敗発生が遅れる傾向があり、20%以上の混合で有意 ( $p < 0.01$ ) な変敗抑制が確認された。効果は 30%混合時に 13 時間で最大となり、混合比率をそれ以上高めても、今回確認した 48 時間では効果に差が見られなかった。このため、続いて行った TMR 試験では、最大の効果が期待できる下限量の乾物比 30%でサンプルを TMR に混合することとした。

TMR 試験での変敗発生状況を図 5 に示す。試験区の変敗発生は 19.5 時間で起こり、対照区 13.4 時間に比較して 6 時間の明確な抑制効果が認められた ( $p < 0.01$ )。

TMR の嗜好性評点は試験区 0.6 点、対照区 -0.6 点で、サイレージ単体での調査時と同様、試験区の嗜好性が有意に優れていた ( $p < 0.01$ 、図 6)。

なお、この評価は調製直後の TMR を対象としたものであるが、我々は以前の報告で嗜好性の低下と変敗発生による発熱が、ほぼ同時期となることを明らかにしている<sup>5)</sup>。このため、今回確認された優位性は、調製後から試験区で変敗の発生が見られた 19.5 時間まで持続するものと推察される。

TMR 試験では混合攪拌に TMR ミキサーを用いたことで、変敗抑制効果は小規模 TMR の 13 時間に比べて約半分となる 6 時間にまで減少した。これは機械による攪拌時の摩擦等の増加が主な要因と考えられるが、結果としてより現実的な効果が測定できたものと考えている。

ただし、試験区 TMR の変敗は調製後 24 時間に満たない 19.5 時間で発生した。この値は、夏期の TMR 調製回数を 1 日 1 回に省力化した場合の抑制効果としては不十分ではあるが、既存の変敗抑制方法が嗜好性の低下を伴うことを懸念される中で、今回のサイマスター SP 添加サイレージの混合では、良好な嗜好性を確認することができた。

このため、今回の内容と既存の方法それぞれの利点を生かした形で組み合わせることにより、1 日 1 回調製としながら嗜好性の確保と変敗抑制を両立させることは十分可能であると考えられ、今後も検討を重ねていく必要があると思われる。

以上、サイマスター SP の高い変敗抑制効果を利用した TMR の変敗抑制効果について検証を行った。結果、サイレージ及び TMR の両者において明確な発熱抑制効果を確認することができた。あわせて確認された良好な嗜好性を活用することによ

り、夏期の有効な変敗抑制策の提案につなげられるものと期待された。

## 引用文献

- 1) 内田仙二編(1999):サイレージ科学の進歩, (株)デーリィ・ジャパン社, 106-112.
- 2) 渡辺裕恭、吉田雅規、後藤充宏、片山正敏 (2002):夏季の飼料摂取量向上のための TMR 調製技術の検討, 徳島畜研報, 2, 12-17.
- 3) 磯崎良寛、柿原孝彦、原田美奈子、古賀康弘 (1999):高乾物率の混合飼料(TMR)における乾物率および 4-ギ酸アンモニウム(ATF)添加が調製後の発熱特性に及ぼす影響, 福岡農総試研報, 18, 110-113.
- 4) 本間満(2017):トウモロコシサイレージの二次発酵を抑制するサイマスター SP, 牧草と園芸, 65(4), 21-23.
- 5) 杉本裕亮、田辺裕司、長尾伸一郎(2016):夏期の乾物摂取量向上に向けた TMR の水分条件の検討, 岡山県農総セ畜研報, 6, 25 ~ 29.