

二次発酵の抑制に効果的な乳酸菌製品 サイマスターSPのご紹介

1. はじめに

気象庁の7月予報では2024年の9月以降からラニーニャ現象が発生する確率が高いと報告されています。ラニーニャ現象とは太平洋の東側である南米地域の海水温が例年よりも低くなる現象が1年を通して発生する自然現象のことです。本現象が発生した際には太平洋の西側、つまりは日本側において、海水温が上昇し、大雨や台風などの自然災害リスクが高まるとされています。あくまでも可能性の話であるため、絶対ではないのですが、今年は自然災害リスクが高いことを意識したうえで各種対策を心掛けることも一考かもしれません。

ラニーニャ現象が発生する可能性が高いと予想されている9月以降はデントコーンの収穫時期です。デントコーンは、収量性と栄養価のバランスを考えると早期収穫はあまりお勧めできません。そのため、刈遅れや倒伏のリスクに伴う二次発酵対策も視野に入れることをお勧めします。

本稿ではサイレージの二次発酵の防止に有効な乳酸菌製剤であるサイマスターSPをご紹介すると共に発熱現象が起こる要因とその対策も併せてご紹介します。

2. 二次発酵とは？

二次発酵とはサイレージやTMRが空気に触れることで、発熱する現象のことです。要因は酵母を中心とした微生物であることが分かっています。酵母は低pH域に対しても耐性を有することから、良質なサイレージ中にも存在し、開封による空気への暴露に伴い、その活動は活発化します。酵母が活動を始めるとサイレージ中の乳酸が消費され、併せてpHが上昇します。pHの上昇は他の好気性細菌の活動も助長し、品温が上昇します。この発熱現象がい

わゆる二次発酵です。また、酵母は30度前後の気温で最も活発に活動すること、また多くの微生物は30~40度の範囲内が好適な温度帯であることから、二次発酵は夏場、特に日中に促進されます。

二次発酵の問題点は、栄養価の損失、嗜好性の低下、カビ化した場合にはカビ毒の影響、カビ化箇所を取り除く労力、乾物ロスなどがあげられます。これらは直接的な経営コストへの影響が見えにくいくらいから、軽視されることも多いですが、G. Borreani等の報告¹⁾から経済的にも少くない影響があると報告されています。

3. 二次発酵を抑制するためには？

前段のメカニズムでも説明したように、二次発酵の主たる要因は酵母であり、酵母菌数の抑制が二次発酵抑制に有効です。

酵母菌数の抑制方法は各飼料の調製タイミングを踏まえると以下の2つに集約されます。

- ①サイレージやTMR調製の際に混入する酵母菌数を減らす（初発菌数を減らす）。
- ②混入してしまった酵母の増殖を抑制する。または混入した酵母菌数を減少させる。

①に関してはサイレージ調製の基本を改めて見直すことが重要です。サイレージに混入する酵母は収穫する飼料作物に付着している以外に、土壌中にも多く含まれています。収穫時の高刈りによる土砂混入防止は、二次発酵を抑制するのに有効な手段です。また、十分な踏圧を行い、原料草中の空気をしっかりと抜くことにより、酵母の増殖を抑制することができます。TMRに関しては原料の酵母菌数が二次発酵にも影響を及ぼしているため、使用原料の酵母菌数を抑制することが、二次発酵の抑制にもつながります。

②に関しては、酢酸、プロピオン酸などの有機酸を用いた方法が広範に使用されています。これらの

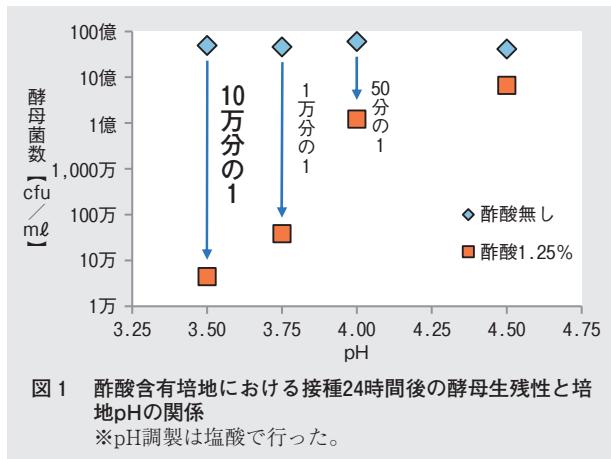


図1 酢酸含有培地における接種24時間後の酵母生残性と培地pHの関係
※pH調製は塩酸で行った。

有機酸は酵母の細胞膜を通過し、細胞内部で解離することで、酵母内のpHを低下させ、酵母の増殖抑制あるいは酵母の死滅を引き起こします。そのため、サイレージ調製時に有機酸製剤を散布する、または酢酸を生成するヘテロ型乳酸菌を添加することも有効です。

図1は充分に生育させた酵母を1.25%酢酸含有培地に移し、24時間培養した際の酵母菌数を示したものです。酢酸を添加していない場合は、いずれのpH値においても酵母は死滅せず生き残っています。一方で、1.25%酢酸を含有させた培地においてはpHが低下するにつれて酵母菌数が明確に減少していくことが確認できます。すなわち、pHが低い方が酢酸の殺菌効果が高いということです。

それではpHはどの程度低く、酢酸含量はどの程度あればよいのでしょうか？当社では複数のデントコーンサイレージのpH、酵母菌数と二次発酵の有無の関係を解析し、一つの指標としてpH3.8以下、酢酸含量0.8%以上であれば、二次発酵の抑制に効果的であることを確認しました。

4. サイマスターSP

サイマスターSPはコーンサイレージの二次発酵抑制を目的として当社で開発した乳酸菌製品です。菌種はレンチラクトバチルス ディオリボランス（ヘテロ型乳酸菌）を採用しており、乳酸の生成量と酢酸の生成量のバランスが良いという特徴を持ちます。以下2つの試験場の事例を用いてサイマスターSPのご紹介をしたいと思います。

表1は地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部根釧農業試験場（現道総研酪農試験場）にて行った裁断型ロールベーラ（デントコーン）の

試験結果です。サイマスターSPを用いたサイレージは無添加サイレージと比較して有意に乳酸・酢酸含量が高まり、二次発酵を抑制していることが分かります。

表2、表3、図2は岡山県農業水産総合センター畜産研究所にてサイマスターSPを用いたデントコーンサイレージの発酵品質、二次発酵試験結果およびサイマスターSPを用いたデントコーンサイレージを使用して調製したTMRの発熱調査の結果です。本試験は裁断型ロールベーラを用いて行った試験であり、各8ロールを開封調査し、統計解析を行っています。表2の通り、サイマスターSPを使用したデントコーンサイレージはpH値を維持しつつ、酢酸含量が有意に高まるため、二次発酵時間を約50時

表1 道総研酪農試験場におけるサイマスターSPの評価
(デントコーン、裁断型ロール、n=36)

項目	無添加	サイマスターSP	有意差
pH	3.69 (3.34-3.89)	3.60 (3.27-3.73)	-
乳酸含量（現物中%）	1.7 (1.3-2.2)	1.9 (1.6-2.3)	*
酢酸含量（現物中%）	0.4 (0.3-0.7)	0.7 (0.5-1.0)	**
発熱サンプル数* (各36中)	21	3	**

*25℃の室温にて48時間サンプルを放置した際に品温が30℃に到達したサンプルを発熱有と判定

* : StudentのT検定において5%有意差有

** : StudentのT検定において1%有意差有

表2 岡山県農業水産総合センターにて調製したデントコーンサイレージの発酵品質と二次発酵試験結果

項目	無添加	サイマスターSP	有意差
pH	3.75 (3.69-3.79)	3.78 (3.71-3.83)	-
乳酸含量（現物中%）	2.4±0.1 (2.2-2.5)	1.8 (1.5-2.0)	**
酢酸含量（現物中%）	0.4 (0.3-0.5)	0.6 (0.5-0.7)	**
水分（%）	59.6±2.4 (57.0-64.6)	66.5 (64.9-68.5)	**
室温+2℃到達時間（時間）	29.3 (19.0-36.0)	79.5 (33-120)	**

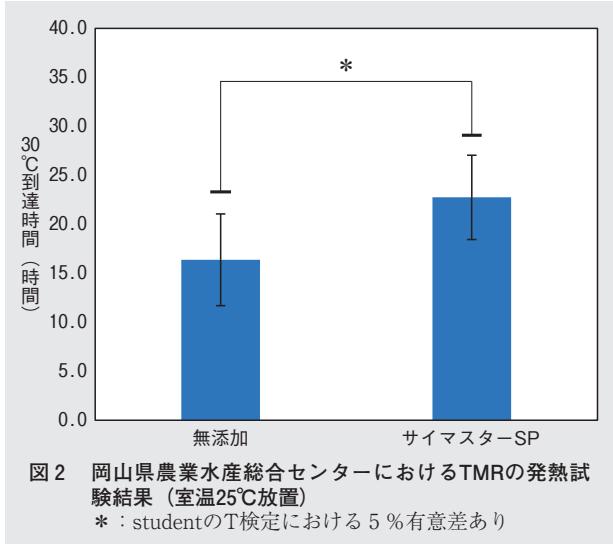
* : StudentのT検定において5%有意差有

** : StudentのT検定において1%有意差有

表3 二次発酵試験に供試したTMRの構成比、乾物率およびTDN

材料・成分	TMR構成比	乾物率およびTDN
乳用配合飼料（現物中%）	24.4	-
スードン乾草（現物中%）	15.2	-
コーンサイレージ（現物中%）	48.8	-
加水（現物中%）	11.6	-
乾物率（%）	-	50.0
TDN（乾物中%）	-	72.5

TDN : 可消化養分総量



間抑制できていることが分かります。また、本サイレージを使用したTMRにおいても、無添加が16.4時間で発熱したのに対してサイマスターSPを使用

したデントコーンサイレージより調製したTMRは22.8時間まで発熱を抑制しました。これは、TMRに混合する原料の酵母数の差が影響したと考えます。

5. 最後に

本稿が掲載される9月にはラニーニャ現象が発生していない可能性も十分ありますが、地球温暖化の影響は着実に各年の平均気温の上昇に影響を与えていています。本稿にも掲載の通り、気温の上昇は二次発酵リスクの高まりにも影響を及ぼしますので、本稿を機会に改めて二次発酵への関心を高めてもらえますと幸いです。

6. 参考文献

- 1) G. Borreani (2018) J. Dairy Sci. 101:3952-3979