

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

飼料研究グループ 谷口 大樹

1. はじめに

昨年、国連の事務総長であるグテーレス氏が、世界平均気温が統計開始以来過去最高値となったことを受けて「世界は地球温暖化の時代から地球沸騰化の時代に突入した」と世界に向けて警鐘を鳴らしました。地球沸騰化というワードは日本においても注目を浴び、2023年度の新語・流行語大賞にノミネートされています。

さて、そのような地球沸騰化の流れは当然のように北海道の平均気温や夏の気温にも大きく影響しており、過去に類を見ない記録的な高温がここ数年観測されています。このような状況下で多発するのがTMRやサイレージの発熱現象（二次発酵）です。

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をご紹介します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を言い、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ことから、軽視されることも多いですが、G. Borreani 等の報告¹⁾から経済的にも少な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となります。

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となります。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可能です。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

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は十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した。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存在してい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。

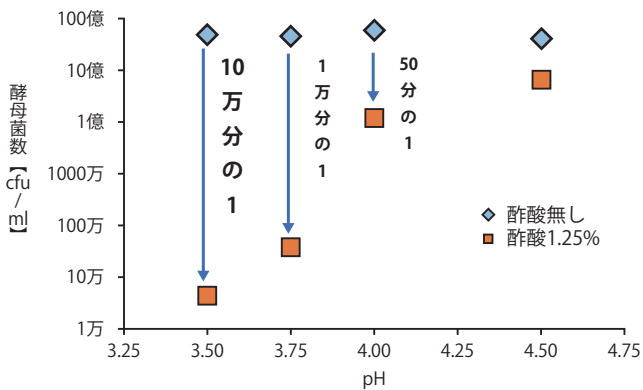


図1 酢酸含有培地における接種24時間後の酵母生残性と培地pHの関係 ※pH調整は塩酸で行った。

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は北海道立総合研究センター（根釧農業センター）にて行った裁断型ロールペーラ（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。

図2は岡山県の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を含有するTMRの発熱調査の結果です。無添加TMR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TMRは22.8時間まで発熱を抑制していました。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。

表1 北海道立総合研究所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（現物中%）	1.7 (1.3-2.2)	1.9 (1.6-2.3)	*
酢酸（現物中%）	0.4 (0.3-0.7)	0.7 (0.5-1.0)	**
発熱サンプル*（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

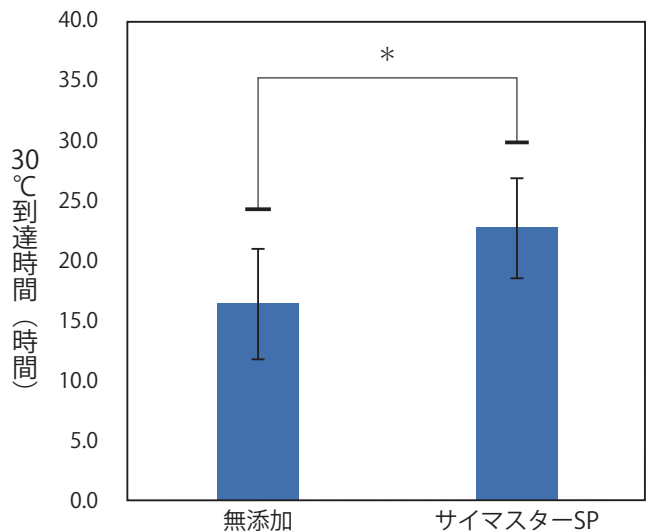


図2 岡山県 農業水産総合センターにおけるTMRの発熱試験結果（室温25℃放置）

*：studentのT検定における5%有意差あり

5. 最後に

本稿では二次発酵対策としてサイマスターSPをご紹介いたしました。その他サイレージ調製後にも使用できる二次発酵対策商品もございますので、二次発酵が気になる方はぜひ最寄りの営業所にお問い合わせください。

6. 参考文献

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