

トウモロコシサイレージ用乳酸菌 「サイマスターSP」のご紹介



はじめに

輸入穀物の価格が、ここ10年で上昇を続ける中、自給飼料増産による高TDN飼料の確保は大きな課題です。また、最近では牧草地への家畜糞尿の施用を制限することが、硝酸体窒素の問題や、カリの低い粗飼料生産に重要なことも、浸透してきています。そのような中、改めて飼料用トウモロコシやソルガム類の重要度が上がってきているところです。しかし、デンプンや糖類の多いこれら飼料作物においては、特に夏場の二次発酵の問題があり、せっかく調製したサイレージを十分に利用しきられていない場面が多いのが現状です。

当社では、トウモロコシ・飼料作物サイレージの二次発酵を抑制する添加材として、「サイロSP」を販売しており、高い評価をいただいておりますが、

この度、さらにトウモロコシ用などの利用を主体に、性能をアップした二次発酵対策用の新しい乳酸菌添加材「サイマスターSP」の開発に成功いたしました。

1. 不良発酵の種類と資材

サイレージの不良発酵は、大きく分けると下記の2つがあります。

1) 酪酸発酵

サイレージ調製時に材料に付着した酪酸菌（クロストリジウム属）の影響により、乳酸や酢酸などが低く、酪酸が多いサイレージとなることです。特に糖含量の少ないグラスサイレージで水分が75%を超えるような場合や、スラリー・土砂の混入などによ

第64巻第3号 (通巻666号)

牧草と園芸/平成28年(2016) 5月 初夏号 目次

□ トウモロコシサイレージの二次発酵と闘う！サイマスター・SP	表 2
□ トウモロコシサイレージ用乳酸菌「サイマスターSP」のご紹介	[本間 満] ... 1
□ 平成28年度環境保全型農業直接支払交付金の概要について	6
□ 有害線虫の被害と対策	[水久保隆之] ... 11
□ ジャガイモシセンチュウ抵抗植物「ポテモン」の紹介と多様な使い方ができる緑肥作物<ライムギ、ヘアリーベッチ>について (道内向け)	[佐久間 太] ... 17
□ 緑肥作物を活用して有機栽培を！ in 埼玉	[和田美由紀] ... 20
□ =選播き・二期作(夏播き)用トウモロコシ新品種「スノーデントおとは (P12008)」と「スノーデント夏皇 (SH2933)」のご紹介=	[原本 典明] ... 23
□ 先人に学ぼう！ アルファルファ草地を作り、それを継続するために =技術編=	[原田 勇] ... 28
□ 土づくりは線虫の増殖を抑制する対抗作物（イネ科緑肥）の粗大有機物と根耕力で！！	32
□ マメ科緑肥作物で土壌の肥沃化と後作での減肥を！	33
□ 景観緑肥・薫蒸作物・ドリフトガードクロープの活用で環境にやさしい持続的農業を！	34
□ 「緑肥作物」と「水質保全」	35
□ 緑肥作物特性一覧表(雪印種苗、2016)	36
□ 根菜専用液肥 ねぶとり君555	表 3
□ トウモロコシ選播き・二期作用品種のご紹介	表 4



ジャガイモシセンチュウ抵抗作物 野生トマト「ポテモン」

り発生します。酪酸菌がサイレージ中で増えると、酪酸のみではなく、タンパク質の過剰な分解が起こり、VBN（アンモニアやアミン類）の濃度も上がります。このようなサイレージの給与は、嗜好性が劣り採食量が低下すること、ケトosisの一因となり第四胃変位につながることで、また蹄病の発生に関与していることが知られています。

酪酸菌は低いpH（ペー・ハー）に弱いことから、サイロ詰め込みから速やかにpHを低くすることが重要で、ギ酸や弊社・サイマスターACなどを使用することが推奨されています。

2) 二次発酵

サイロの開封後、サイレージが空気にさらされることにより、発熱が起こります。この発熱は材料の水分が低い場合や、切断長・切断面が不適切であること、踏圧が足りない場合など、サイレージ中に空気が入り込むような場合に多発します。コーンサイレージの場合、高い糖含量から多くの場合、良質な発酵品質になりますが、二次発酵は、V-Scoreが高い良質サイレージほど多く発生する傾向があります。特に、夏場開封のコーンサイレージでは、取り出し量が少ない場合などに、大きな問題となります。二次発酵に関与する微生物は、酵母をはじめとする好気性の微生物です。これらの微生物は、酢酸やプロピオン酸などで抑制されることから、酢酸を多く出す乳酸菌の添加や、プロピオン酸などの添加が推奨されます。今回ご紹介する「サイマスターSP」は、この二次発酵を強く抑制する乳酸菌です。

2. 二次発酵を抑制するラクトバチルス・ディオリボランス

昨年までご愛顧いただいた「サイロSP」に含まれる乳酸菌は、酢酸を出すタイプ＝ヘテロ型発酵をするラクトバチルス・ブクネリ (*Lactobacillus buchneri*) です。大きな特徴は、発酵初期に乳酸と酢酸を生成しますが、サイレージ中に利用できる糖がなくなると、乳酸を酢酸に変換し始めます。この酢酸が効くのですが、乳酸が減ることでサイレージのpHが高くなります。ブクネリタイプの乳酸菌は、酢酸は多く作るものの、pHを上げてしまう点を次の開発課題として取り組みました。

この度、私たちの開発した「サイマスターSP」に含まれる乳酸菌、ラクトバチルス・ディオリボランス (*Lactobacillus diolivorans* SBS0007株、写真1) も酢酸生成をしますが、乳酸を酢酸に変換しません。pHが低く酢酸が多い、二次発酵しにくいサイレージが出来上がります。

図1には、ブクネリ（旧サイロSP）と新製品で



写真1 *Lactobacillus diolivorans* SBS0007株の電子顕微鏡写真、撮影：雪印メグミルク（株）ミルクサイエンス研究所

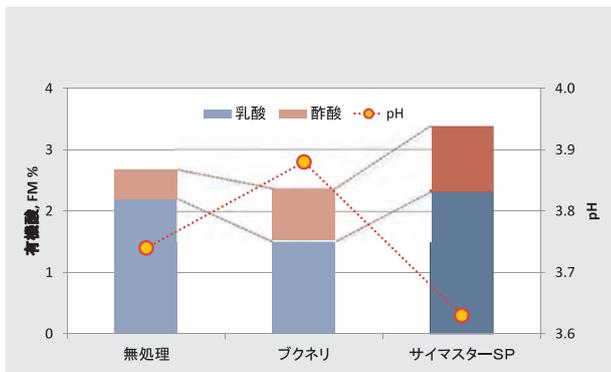


図1 サイマスターSPを用いたコーンサイレージの発酵品質

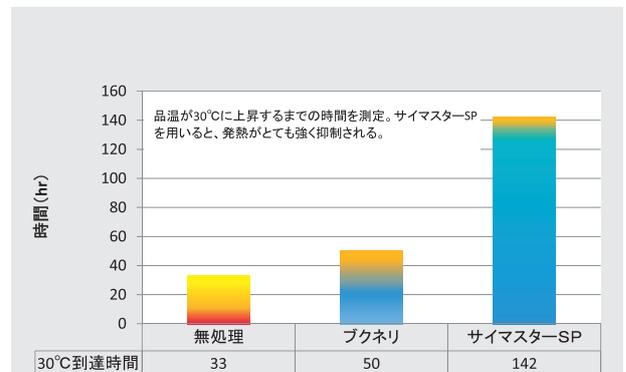


図2 二次発酵試験の結果

ある「サイマスターSP」を添加したコーンサイレー
ジの発酵品質を示しました。ブクネリは、乳酸を酢
酸に変えることから、乳酸が少なく酢酸の割合・濃
度が高まっていること、pHがやや高まることがわ
かるとおもいます。一方でサイマスターSPを添加す
ると、酢酸はブクネリと同程度で、乳酸の減少がな
く、pHが低いサイレージになりました。

図2には、25℃環境下で、サイレージの温度が
30℃になるまでの時間での比較で、二次発酵の程度
を比較しました。サイマスターSPを添加すると、
温度上昇までの時間が非常に長くなり、二次発酵を
抑制することがわかります。

3. 実規模試験の結果

実験室レベルの調査では、良い結果であっても、
実規模にスケールアップすると良い結果が得られな
いことは、よく経験することです。そこで、弊社の
北海道研究農場で実規模のコーンサイレージを調製
する試験を行ないました。30tスケールのスタック
サイロを10月に調製し、翌7月に開封しました。そ
の後、一日の取り出し量が同量になるようにサイ
レージカッターで取り出し、取り出した面のサンプ
リングを行ない、pH、有機酸組成、酵母菌数の測
定を行ないました。2週間にわたり、計6回調査を
行なった結果、サイマスターSPを添加したサイ
レージは、pHが低く、乳酸・酢酸が高く（図3）、
酵母菌数の低い（図4）結果でした。さらに、その
サイレージの温度測定を行なった結果を図5に示し
ます。サイマスターSPを用い調製したサイレージ
は、温度上昇が抑制されているのがわかります。

また、このサイレージの採食性についても調査を
行ない、嗜好性・産乳性にも問題ない事を確認しま
した。

4. 酢酸の抗菌性

ではなぜ、サイマスターSPが二次発酵を抑制す
るのでしょうか？ 酢酸の抗菌性は一般的に知られ
ています。食用酢の主成分は酢酸であり、酢飯、し
め鯖、南蛮漬け、ナマコ酢は、お酢の抗菌効果を
狙ったものですし、海外でも、ピクルスやマリネな
どでも活用されています。

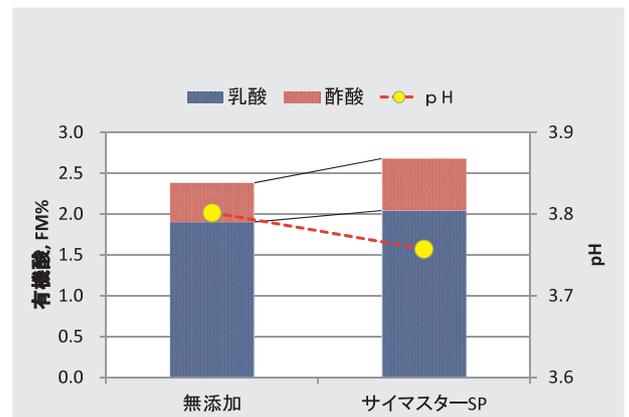


図3 スタックサイロの発酵品質

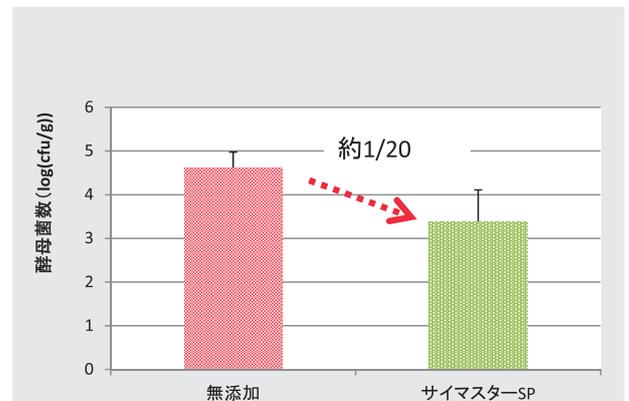


図4 スタックサイロの酵母菌数

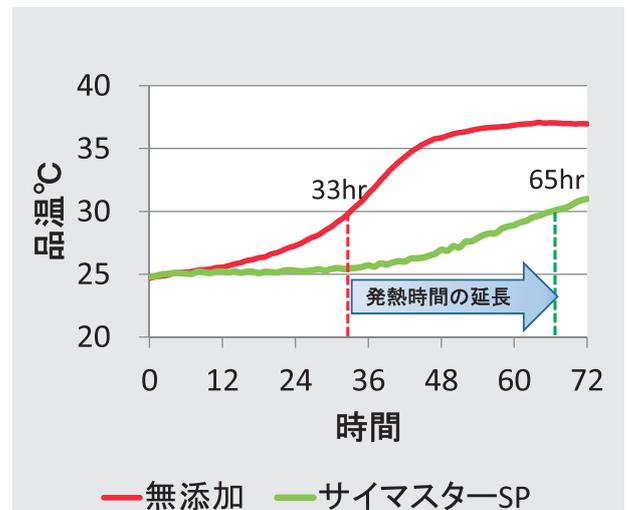


図5 スタックサイロサイレージの二次発酵調査結果

サイレージ発酵は主に乳酸によりサイレージのpHを下げて、雑菌の増殖を止める技術です。サイレージ中で乳酸菌が生成する乳酸は、pHを下げる力が強い酸です。pHが下がると、微生物の活動が悪くなり、時間とともに死滅していきます。

しかし、微生物の中には、乳酸が多くpHが低い環境でも生存・生育できるものがあります。たとえば、二次発酵の原因といわれている酵母の中にも、低いpHで生育できるものがあります。

化学の分野では、強酸、弱酸という概念があります。この考え方で乳酸と酢酸を比較すると、乳酸（強）>酢酸（弱）となります。この、強弱というのは、図中の「イオン型」へのなりやすさのことです。強酸の代表である塩酸や硫酸などは、とても「イオン型」になりやすい代表例です。



では、微生物を抑制する効果についてはどうでしょう。

注目しないとイケないのがpHです。乳酸はpHを下げる力が強く、「イオン型」になりやすい酸です。酢酸はpHが低いと、乳酸ほど「イオン型」になり

ません。実は、微生物の細胞膜は、イオン型の酸をあまり通さず、非イオン型の酸を通しやすい性質があります。すなわち、「非イオン型」の酢酸は容易に微生物の中に侵入することになります。微生物内に侵入した酢酸は、即座に「イオン型」になり、細胞内のpHを低下させ、抗菌効果を発揮します。

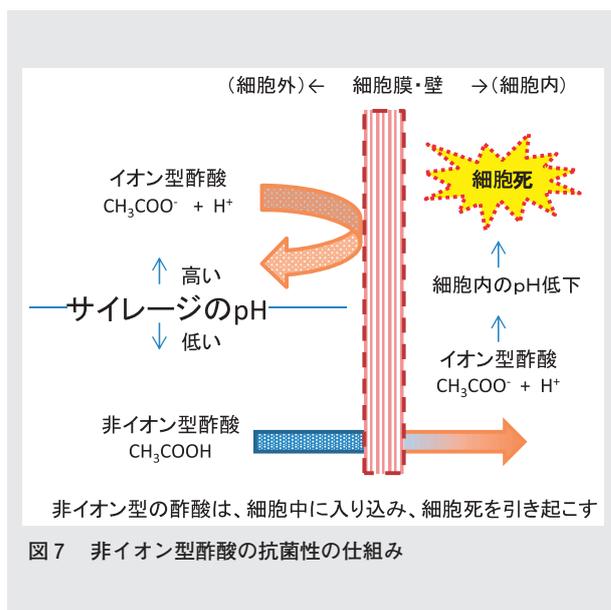
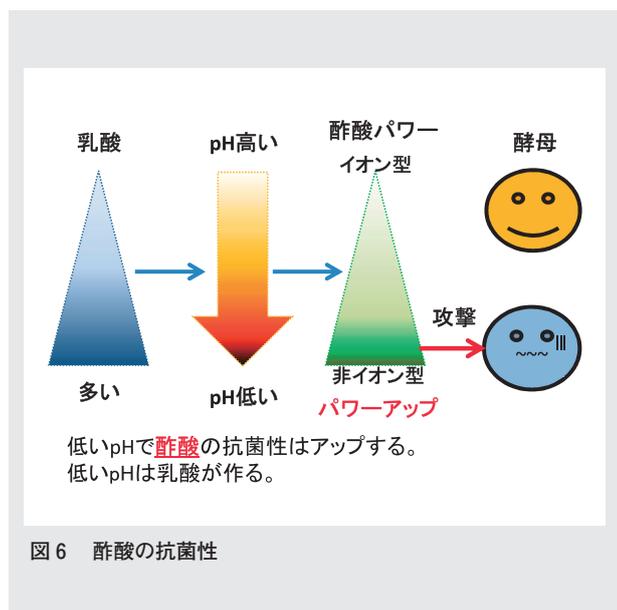
サイレージのpHを下げることに関しては、主役は乳酸、脇役が酢酸です。しかし二次発酵に関しては、乳酸のアシストで低いpH条件が作られ、酢酸が主役となり酵母の増殖を抑制します。

表1 二次発酵抑制乳酸菌の新旧比較

	乳酸菌	二次発酵抑制効果
旧製品 サイロSP	ラクトバチルス・ブクネリ	酢酸が多く、乳酸が減る 酢酸 で二次発酵抑制
新製品 サイマスターSP	ラクトバチルス・ディオロポランス	酢酸が多く、乳酸も多い 酢酸と乳酸 で二次発酵抑制

5. サイレージの調製

サイマスターSPは、コーンサイレージの二次発酵を酢酸の力で強力に抑制します。しかし、添加材の使用は基本技術や作業が出来ている前提が重要です。まずはサイレージ調製の基本をしっかり押さえたうえで使用してください。



1) 収穫適期

天候の影響により左右されますが、黄熟期の刈取りを基本としてください。コントラクター利用などにより都合がつかない場合は、品種の早晚性を考慮した圃場計画を立てることも重要です。

2) 細切

牧草よりも糖含量の高い飼料作物ですが、切断面がつぶれていたり、引きちぎった状態では、乳酸菌が使える糖が出てきません。また、サイロの密度低下にもつながります。収穫作業前の切断刃の調整は必須です。

3) 踏圧

サイロの巨大化、自走式ハーベスターの普及などにより、以前より踏圧作業時間を確保できていない場面が出てきています。踏圧により、しっかりと空気を追い出すことが、二次発酵対策の要点です。

4) 密封と重石

踏圧により空気を追い出した後はできるだけ早く密閉を行ない、重石をすることで、サイロへの空気の侵入を防ぎたいところです。

5) サイレージの取り出し方法

サイレージの取り出し面は、なるべく直射日光が当たらない側から行ないたいものです。また、取り出し面は、空気に触れる部分なので、好気性の微生物が増殖しやすい環境です。夏場は、15cm~20cm厚くらいを目安に取り出しできるようにサイロの設計を行ないましょう。また、取り出し面が崩れないように、バケットであれば上面から削り落とすような工夫が必要です。

6) 二次発酵対策資材

二次発酵が始まってしまったサイロは、取り出し量を増やすなどの対応が必要ですが、当社では取り出し面に対し吹きかけるプロピオン酸カルシウム資材「サイロ消防団」、カラシ油を有効成分とする「サイロ見張番」を販売しております。ともに酵母をはじめとする好気性微生物の増殖を抑制するものです。これらの資材は混合調製したTMRの二次発酵対策にも利用できます。さらに、飼料に混合するマスタード種子破砕物の取り扱いも開始しました。用量を順守した中で、弊社乳酸菌製剤と併せて、効果的にご利用くだされば幸いです。

おわりに

サイマスターSPは、弊社がここ数年間の研究により作出した二次発酵抑制型のサイレージ用乳酸菌の添加材です。収穫・調製したコーンサイレージを無駄なく給与できることを目標に開発いたしました。ぜひ、ご用命いただきますようお願い申し上げます。

参考文献

- 1) トウモロコシ・ソルガムサイレージ調製のポイント, 北村亨, 牧草と園芸・第50巻第8号(2002), http://www.snowseed.co.jp/m/grass/mg/2000/2002/08/02_08_02.pdf
- 2) 最新 サイレージバイブル, 酪農ジャーナル臨時増刊号, p16-23, 2012
- 3) 畜産技術情報 ゆきたねネット, <http://livestock.snowseed.co.jp/public>