

乳酸菌「畜草1号」の紹介

はじめに

飼料イネは遊休水田を有効に活用し、耕畜連携、飼料自給率の向上、水田多面機能の維持および資源循環型畜産等を促進していくうえで、極めて重要な役割を果たしている。この意味で現在、飼料イネサイレージの普及・定着に向けた研究が推進され、飼料イネ品種の育成、専用収穫・調製機械の開発、良質なロールバールサイレージの調製技術および乳牛や肉用牛への給与技術に関する研究が各分野で積極的に取り組まれている。今後、飼料イネの生産量の増加が期待されている中で、飼料イネの高品質化の調製・長期貯蔵および安定的な通年供給技術の確立が極めて重要である。

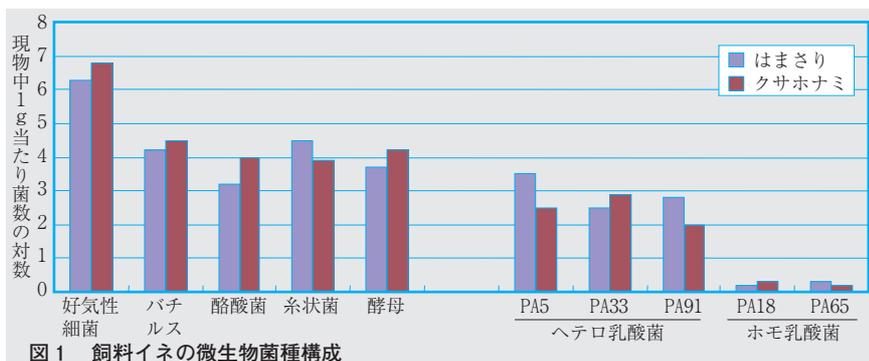
本稿では、農林水産省委託プロジェクト『新鮮でおいしい「ブランド・ニッポン」農産物提供のための総

合研究3系:畜産』研究の中で、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構畜産草地研究所は埼玉県農林総合研究センター、雪印種苗(株)と共同で開発された乳酸菌製剤「畜草1号」について紹介する。

1 飼料イネサイレージにはなぜ乳酸菌添加が必要なのか

飼料イネは水田作物で茎が堅い中空構造であり、イタリアンライグラスなどの牧草ロールバールサイレージに比べ、ラッピング後のロール内に保有する空気量が多く、嫌気条件の保持が難しい。そのため、サイレージ発酵過程においては好気性微生物や糸状菌などがよく増殖する。また、飼料イネのサイレージ発酵は、乳酸発酵が円滑に進まず、酪酸やアンモニア態窒素が多い劣質な発酵パターンとなりやすい。

図1に示したように、飼料イネに付着する微生物菌数(cfu)は新鮮材料草1g当たり、好気性細菌が $10^6 \sim 10^7$ 、バチルスは 10^4 、酪酸菌は $10^3 \sim 10^4$ 、糸状菌と酵母が $10^3 \sim 10^4$ 、乳酸菌が $< 10^3$ 菌数レベルで少なかった。乳酸菌の発酵形式から見て、飼料イネに付着する乳酸菌は発酵効率の高いホモ発酵型がヘテロ発酵型よりその菌数が遥かに少ないため、稲発酵粗飼料のサイレージ高品質化には優良乳酸菌の



第53巻第4号 (通巻614号)

牧草と園芸／平成17年(2005)7月号 目次

- 府県向・雪印の夏播き用ムギ類優良品種ラインナップ表 2
- 乳酸菌「畜草1号」の紹介 [蔡 義民] 1
- 除草剤を利用した簡易更新技術の紹介 [高山 光男] 5
- 雪印種苗育成イタリアンライグラスの品種紹介と有効活用法について [立花 正] 9
- 乳牛への油脂給与について [古川 修] 14
- 府県向・秋播き牧草優良品種表 3
- 畜草1号表 4



弊社千葉研究農場 (千葉県稲毛区長沼原町) 写真手前の山王病院沿いに所在

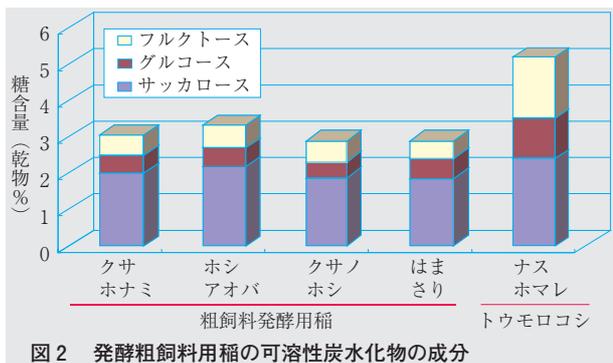


図2 発酵粗飼料用稲の可溶性炭水化物の成分

添加による微生物的制御が必要であることが示唆される。

乳酸菌の栄養源である可溶性糖類をみると、飼料イネ専用品種はまさりとクサホナミの両品種材料中のグルコースとフルクトース含量は乾物中0.2~0.3%、サッカロースは1.7~1.8%であった(図2)。飼料イネの可溶性糖類の含量は、トウモロコシに比べ遥かに低いことが判明した。従って、発酵初期に乳酸発酵能の高い乳酸菌の添加による可溶性糖類を有効に利用しない限り、サイレージ発酵品質の十分な改善が難しいと考えられる。

したがって、飼料イネサイレージを調製する際、発酵能の高い乳酸菌を添加し、材料草中の可溶性糖類を有効に利用してサイレージ発酵品質を改善するための微生物的制御技術は必要であると考えられる。また、飼料イネロールバールサイレージの長期保存による通年利用などへの対応方策が求められ、より経済的かつ簡易に高品質な飼料イネサイレージが調製できる技術の開発が待たれている。

2 乳酸菌「畜草1号」の選抜

トウモロコシ、イタリアンライグラスおよび飼料イネなどの飼料作物と各種のサイレージから500株の乳酸菌を分離した。分離菌株について、乳酸菌同定マニュアルに従い、菌形態観察、グラム染色、胞

子形成、カタラーゼ反応、乳酸異性体に関する試験および糖類発酵性試験を行った。これらの生理・生化学的性状試験、糖分解性状試験および小規模サイレージ発酵試験を実施し、飼料イネサイレージ調製に有効な優良菌株のスクリーニングを行った。得られた結果から、ホモ発酵型乳酸菌で好気性細菌や酪酸菌などの微生物の増殖を抑制し、低pH耐性と乳酸生成能が優れる1つ菌株を選定した。

畜草1号菌株はグラム陽性、カタラーゼ陰性、グルコースからガスを産生しないホモ発酵型で、主にDL型の乳酸異性体を生成する乳酸菌である。この菌株は耐酸性が強く、低pH条件下でよく生育し、MRS液体培地で培養した場合、多量の乳酸を生成し、培養液の最終pHを3.6まで低下させた(図3)。16S rRNA遺伝子の全領域塩基配列を決定して他の菌種と比較したところ、畜草1号菌株の分子系統位置は*Lactobacillus*属のクラスターにあり、*Lactobacillus plantarum*および*Lactobacillus pentosus*の基準株と最も近縁な系統関係を示した。また畜草1号菌株は*Lactobacillus plantarum*の基準株と98.6%のDNA-DNA相同性を示すため、*Lactobacillus plantarum*と同定した。この菌株はサイレージ発酵過程において、多量の乳酸を生成し、サイレージpHを4.0以下まで低下させ、長期貯蔵しても、カビや大腸菌群など有害菌の増殖を抑え、その発酵品質が安定に保持することが可能となった。

3 「畜草1号」製剤の特徴

雪印種苗株より、「畜草1号」凍結乾燥添加剤が商品化された(図4)。「畜草1号」製剤は粒度0.5mmの凍結粉末であり、ラミネート袋に小分けして密封してあるので低温条件下で長期保存できる。畜草1号製剤の生菌数が1g当たり 2.0×10^{10} であり、6カ月間の冷蔵(5℃)保存でも、生菌数の低減が見られない。

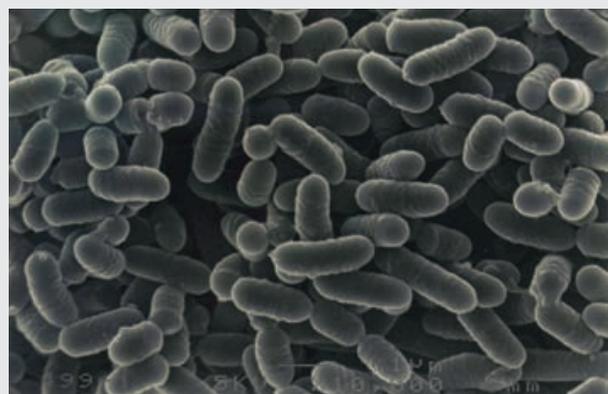


図3 「畜草1号」乳酸菌(左)と分離菌株のpH生育範囲(右)

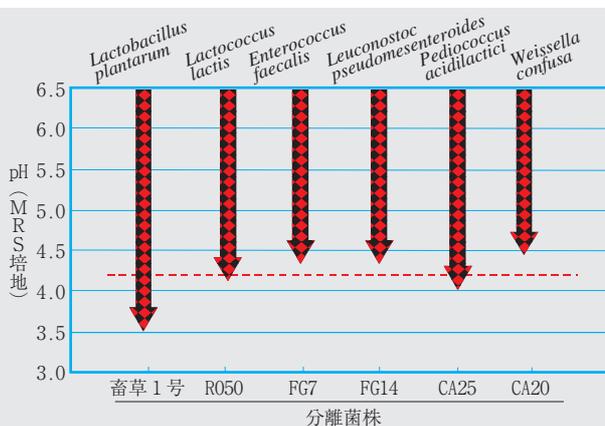




図4 製品化された乳酸菌「畜草1号」凍結乾燥添加剤

この製剤は水溶・噴霧できるタイプで、調製現場での添加量が少なく、使用方法も簡便である。添加水準は飼料イネ新鮮材料草1t当たり5gであり、水道水で溶かして添加すると、20個分のロール調製のための準備時間はわずか5分程度である。専用収穫機に添加装置を使用する場合、あらかじめ1ロール当たりの散布量を調べ、希釈倍率を確認しておく。青森県、岩手県および千葉県内で実証試験を行った結果、畜草1号製剤を添加したサイレージでは、無添加サイレージと比べ、pH値、酪酸含量およびアンモニア態窒素含量が低下し、乳酸含量や品質評点V-スコアが高まり、異なる品種や地域で良質な飼料イネサイレージが調製できる。

本製品は生稲わらや牧草サイレージの調製にも活用でき、その添加方法と品質の改善効果は飼料イネと同様である。留意点として、この乳酸菌製剤の活性を長く維持するため、なるべく5℃以下で保存する。開封後は菌数と活性が低下しやすいので、原則として使い切るのが望ましい。また「畜草1号」製剤の添加効果を確保するため、飼料イネの水分含量は40%までとし、予乾しすぎないように心がける。

4 飼料イネサイレージの調製と品質評価

「畜草1号」の添加効果を実証するため、埼玉県農林総合研究センターと共同で飼料イネロールベールサイレージ調製試験を行った。埼玉県下の農家で栽

培した飼料イネの品種はまさりとクサホナミを黄熟期に刈取って供試した。両品種を飼料イネ専用収穫機である自走式カッティングロールベアラ（YWH1400、ヤンマー農機株式会社）と自走式ラップマシン（MWM1000、タカキタ株式会社）を使用し、ロールベールサイレージを調製した。

乳酸菌製剤の添加はロールベアラに装着した自動添加装置によって行い、調製作業の風景は図5に示した。乳酸菌の希釈液の濃度を $1.0 \times 10^8 \text{cfu/ml}$ に調整して添加用タンクに入れ、1ロール当たり1,200mlを添加した。ロールベールのサイズは直径900mm×幅860mmで、平均重量と乾物梱包密度はそれぞれ200kgと141~171kg/m³であった。材料草の切断長は100~150mmであった。調製されたロールベールサイレージは野外に貯蔵し、鳥害を防ぐため網ネットをかけた。なお、貯蔵期間中の温度は-8.6℃~34.8℃の範囲であった。

貯蔵1年後、ロールベールを解体し、飼料イネロールベールサイレージ中の微生物菌種構成、発酵品質および化学成分を分析した。その結果、「畜草1号」を添加した稲発酵粗飼料では無添加区に比べ、乳酸菌数が高まり、好気性細菌、酪酸菌とバチルス菌数が減少した。乳酸菌添加による初発菌数は高く、他の微生物との競合でも優勢となり、しかも添加したホモ発酵型乳酸菌の強力な乳酸生成能はpHを速やかに低下させることなど、他の不良微生物の増殖を有効に抑制した。「畜草1号」菌株は、飼料作物から由来するため、サイレージ環境に馴染んでおり、稲発酵粗飼料の発酵過程においても旺盛に増殖し、酪酸菌と大腸菌群などの有害微生物を強力に抑えることが明らかとなった。この発酵品質の改善は、「畜草1号」添加によって旺盛に増殖することによって、他の有害微生物の活動期を短縮し、サイレージ発酵が順調に行われた結果であると考えられる。

図6に示したように、長期貯蔵後にサイレージの発酵品質を評価したところ、官能評定法では畜草1号添加サイレージの色沢、香りおよび触感が無添加サイレージより優れていた。また畜草1号添加サイレージの方はフリーク評点やV-スコアはともに高く、大腸菌群など不良微生物が検出されなく、乳酸菌が多いことが認められた。これらの結果から、乳酸菌添加により、サイレージの発酵品質が改善され、長期貯蔵してもその品質が安定に保持され、さらに家畜の嗜好性、摂食量および家畜健康による影響を与えることが示唆された。



収穫時期の飼料イネ



刈り取り



乳酸菌添加



成形したロール



ラッピング



ロールベールサイレージ

図5 飼料イネロールベールサイレージの実証試験

<p>黄緑色 芳香匂い 清潔感 嗜好性 採食量</p>	<p>黒褐色 アンモニア臭 粘性カビ臭 下痢 乳房炎</p>																														
<table border="0"> <tr><td>pH</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>乳酸</td><td>1.4%</td></tr> <tr><td>酢酸</td><td>0.4%</td></tr> <tr><td>酪酸</td><td>0%</td></tr> <tr><td>VBN/TN</td><td>3.0%</td></tr> <tr><td>フリーク評点</td><td>97 (優)</td></tr> <tr><td>V-スコア</td><td>100 (良)</td></tr> </table>	pH	3.8	乳酸	1.4%	酢酸	0.4%	酪酸	0%	VBN/TN	3.0%	フリーク評点	97 (優)	V-スコア	100 (良)	<p>乳酸菌が多い</p>	<table border="0"> <tr><td>pH</td><td>5.3</td></tr> <tr><td>乳酸</td><td>0.3%</td></tr> <tr><td>酢酸</td><td>0.3%</td></tr> <tr><td>酪酸</td><td>0.8%</td></tr> <tr><td>VBN/TN</td><td>12.3%</td></tr> <tr><td>フリーク評点</td><td>17 (下)</td></tr> <tr><td>V-スコア</td><td>40 (不良)</td></tr> </table>	pH	5.3	乳酸	0.3%	酢酸	0.3%	酪酸	0.8%	VBN/TN	12.3%	フリーク評点	17 (下)	V-スコア	40 (不良)	<p>大腸菌が多い</p>
pH	3.8																														
乳酸	1.4%																														
酢酸	0.4%																														
酪酸	0%																														
VBN/TN	3.0%																														
フリーク評点	97 (優)																														
V-スコア	100 (良)																														
pH	5.3																														
乳酸	0.3%																														
酢酸	0.3%																														
酪酸	0.8%																														
VBN/TN	12.3%																														
フリーク評点	17 (下)																														
V-スコア	40 (不良)																														

図6 乳酸菌添加(左)と無添加(右)サイレージの品質評価

の開発を目指し、乳酸菌の多様性や発酵機能など種々な探索を行い、基礎的な新知見を得ているだけでなく、新規に分離された乳酸菌「畜草1号」を活用し、飼料イネサイレージ用乳酸菌製剤の開発や高品質な調製技術の開発に試みた。これらの成果は、飼料イネサイレージの良質調製と安定的な供給に役立ち、また耕畜連携や飼料自給率の向上につながると考えられる。

飼料イネの栽培、収穫、調製、貯蔵など各過程において、栄養分の損失をいかに少なくするかが高品質サイレージ作りの重要なポイントである。

従って、飼料イネの適期収穫、適切な調製方法、十分なラッピングおよび貯蔵ロールの徹底管理が欠かせない。飼料イネサイレージの生産・普及においても、飼料イネ品種の特徴を把握し、適切な添加物を上手に利用することと同時に、ラッピング後の貯蔵期間の管理を徹底することなど、サイレージ調製の基本を遵守することが極めて大切である。

謝辞

「畜草1号」製品の開発について、雪印種苗株式会社と埼玉県農林総合研究センターのご協力を頂いた。ここで記して感謝の意を表する。

平成16年度の台風・長雨が飼料イネホールクロップサイレージの品質に及ぼす影響の緊急調査について実施したところ、飼料イネサイレージの発酵においては、不良天候による品質劣化の影響が示されたが、「畜草1号」の添加により、無添加サイレージと比較してpH、乳酸生成量、アンモニア態窒素、カビ抑制で有意な添加効果があり、不良天候下でのサイレージ発酵品質の改善効果が認められた。今後、天候や飼料イネ材料などが優れていない条件下での「畜草1号」の活用も期待される。

おわりに

乳酸菌の飼料イネサイレージへの新しい利用方法