

飼料用イネの添加物によるサイレージ発酵品質改善試験

近藤 正治・福井 弘之

要 約

飼料用イネのサイレージ用添加物として市販の酵素入り乳酸菌製品、糖、余剰生乳を発酵させた乳清を用いて、発酵品質を比較検討したところ、次の結果を得た。1.飼料用イネに各種添加物をそれぞれ添加することにより、無添加区に比べて乳酸発酵が促進された。2.供試添加物の中で、乳清＋糖が最も乳酸発酵が促進され効果的であった。3.添加物としての乳清の使用は、発酵4日目のものが乳酸菌が最も多く、しかも臭気も良好で理想的であった。

以上のことから、飼料用イネには、添加物を使用することにより発酵品質の向上が図られ、更に乳清と糖を併用添加することにより高品質のサイレージを得ることができた。

目 的

飼料用イネは、県内でも栽培農家が増加傾向にあり、酪農の自給飼料として栽培されている。

佐藤⁷⁾によれば、青刈りイネをサイレージ化するよりも、出穂後まで成育させて糊熟期で刈り取ることにより栄養収量が増し、発酵品質も改善されることが次第に明らかにされてきていることから、子実を含めたホールクロップサイレージ化が時代の流れとなり、転作の特定作物として普及が始まったとされる。しかし、イネサイレージの品質は総じて低く、その品質改善には予乾処理や糖添加、発酵緑汁液(fermented green juice)が有効である⁸⁾⁴⁾³⁾¹⁾とされており、サイレージの品質改善が必要であることが指摘されている。そこで、飼料用イネに添加物を使ったサイレージ発酵品質改善試験として、市販の酵素入り乳酸菌製品と糖、そして、乳牛の出産後にでる余剰乳を乳酸発酵させた乳清と糖を組み合わせで比較検討したのでその概要を報告する。

材料および方法

(1) 試験期間

平成12年8月～13年1月

(2) 供試草種

飼料イネ KB3506(糊熟期)

(3) 添加物の調製

添加物は酵素入り乳酸菌製品(Lactobacillus rhamnosus+Acremonium Ceiiuase), ブドウ糖, 乳清(発酵乳)の3添加物とし, 酵素入り乳酸菌は市販品, 糖はブドウ糖(工業用市販品), 発酵乳は余剰生乳をポリタンク(100 リットル)に入れ, 蓋をしてそのまま室温で10日間静置し, 乳脂肪分が上に浮上して厚さ10 cm位になった状態にしてそのまま乳酸発酵させた。そして給油用のポンプを使って下部の乳清を取り出し, 更にこれを布で濾過して恭雑物を除去し, 添加物として使用した。

原料草に添加する乳清の乳酸菌数を調整するための菌数算定には, アジ化ナトリウム(酵母, カビ抑制)を0.1%添加したMRS寒天培地を用い, 嫌気ジャー(ガスパック式)で30-3日間培養してコロニー数を算定した。なお, 添加乳清の乳酸菌数は 10^7 FCU/mlとした。また乳清中の乳酸菌数の経時的変化についても調査した。

(4) 試験処理区および添加区分

処理区は, 1)無添加区, 2)乳清添加区(現物重の0.4%), 3)乳清(現物重の1%)+糖(現物重の1%)添加区, 4)市販酵素入り乳酸菌製品(現物重の0.2%)+糖(現物重の1%)添加区の4区を設けた。

(5) 試験方法

徳島県畜産試験場内ほ場で, 飼料用イネ(KB3506)を糊熟期まで栽培し, 刈り取り後の予乾を行わず, 材料草を3 cm程度に切断して各種添加物を散布後よく攪拌し, 500mlの密封瓶に約400gずつ詰め込んだ。密封瓶は直射日光を避け, 室内で保管し, 90日間貯蔵後開封して検査に供した。

(6) 分析項目

サイレージの分析は, 粗飼料の品質評価ガイドブック⁹⁾に基づき, 水分含量は加熱乾燥法, pHはガラス電極法, 有機酸組成は高速液体クロマトグラフ(島津製作所SPD-10A)によるVFAと乳酸の同時定量法で行った。

結果および考察

生乳中の乳酸菌数の経時的変化を表1に示した。

今回用いた添加物の乳清は, 発酵10日目で乳酸菌数は 10^7 FCU/mlであったが, 発酵日数からみて, 発酵1日目にはすでに 10^6 FCU/mlの乳酸菌が存在しており, その後経時的に増殖し, 発酵4日目には 10^{10} FCU/mlと最高増殖期に達した後, 次第に減少傾向を示した。発酵10日目には 10^7 FCU/mlまで減少していた。このことから, 乳清を添加物として使用するには, 早くても発酵2日目以降とし, 理想的には, 乳酸菌が最高増殖期に達する発酵4日目のものを使用することで高い有効性が得られるものと考えられる。

各試験区におけるサイレージ発酵品質を表2に示した。

水分含量はサイレージに適するとされる¹⁰⁾50~65%の範囲よりやや若干高い区も見られたが, 全般的にはほぼ適正水分値にあった。pHは無添加区で6.34とかなり高かったが, 添加区では4.04~4.51と低く理想的な値であった。これは乳酸菌の増殖が促進されて, 乳酸を多量に生成した結果pHが低下したのと考えられる。有機酸組成は全ての添加区で乳酸含量が無添加区よりも多く, その中でも

乳清 + 糖区で高い値を示した。

酢酸，プロピオン酸，酪酸含量については，各区とも大きな差は認められなかった。

サイレージ内は多種多様な微生物が共存共栄する複雑な嫌気生態系であり，乳酸発酵において飼料作物由来乳酸菌も数多く関与しているとされる。⁵⁾

乳酸菌群の代表株としては，Enterococcus 属，Leuconostoc 属，Weissella 属，Pediococcus 属等が挙げられる。しかし，イネ科作物はもともと糖含量や付着する乳酸菌数はかなり少ないとの報告もある。

⁶⁾今回の結果では乳酸含量は PH とほぼ同じ傾向を示し，糖併用添加区で最も高かった。

表 1 生乳中の乳酸菌数の経時的変化

区分／発酵日数	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	10日目
pH	6.56	6.48	5.61	5.36	5.08	4.93	4.59
乳 酸 菌 数	1.5×10^6	1.77×10^7	3.4×10^8	9×10^{10}	2×10^8	3.0×10^8	9×10^7

* 菌数算定は MRS 寒天培地（アジ化ナトリウム 0.1% 添加）で 30℃ 3 日間培養

表 2 飼料イネサイレージの発酵品質

添加区	水分 (%)	pH	有機酸組成 (FM, %)			
			乳 酸	酢 酸	プロピオン酸	酪 酸
無 添 加	65.4	6.34	0.003	0.11	0.02	0.08
乳 清 添 加	59.4	4.31	1.92	0.16	0.01	0.08
乳 清 + 糖 添 加	63.5	4.04	2.46	0.11	0.01	0.17
市販乳酸菌製品 + 糖	65.2	4.51	2.06	0.27	0.01	0.13

糖(WSC)含量の少ない飼料用イネのサイレージには，糖の添加が有効との複数の報告がある⁸⁾⁴⁾³⁾ことから，糖が多くある場合には乳酸型のサイレージが調製できるものと考えられる。また，農家の庭先で簡単に余剰牛乳で作れる乳清の利用は，乳酸量を増加させ酪酸発酵を抑えることができ，良質なサイレージ発酵が可能となったことから，低コスト良質サイレージ生産につなぐことができると期待される。しかし，飼料用イネのサイレージにおける pH の高低および発酵品質と嗜好性との間に一定の相関関係があまり認められなかったという報告も見られる²⁾ことから，今後，本試験で供試したサイレージの牛の嗜好性を確かめる必要がある。また，今回はポット容器に切断原料を詰め込んでサイレージ調製したため，気密性が高かったと考えられ，今後は畜産農家で通常実施されているロールベールラップサイレージで添加試験を行っていく予定である。

文 献

- 1) 後藤正和，山本泰也，水谷将也：(2001)飼料イネの調製技術と飼料特性，畜産の研究，第 55 巻，第 2 号，12-18。
- 2) 吉田条二，星野雅男，中村亮八郎：青刈りイネのサイレージ調製，日本草地学会誌，26 (別号) 279-280，

1980。

- 3) 吉田宣夫：(1994)埼玉県畜産試験場特別研究報告第1号 1-74。
- 4) 熊井清雄，福見良平，丹比邦保：愛媛県下における水稻サイレージの品質並びに化学組成に関する調査，日本畜産学会関西支部報告，83，24，1979。
- 5) 蔡義民：サイレージ乳酸菌の分類と生態，理研シンポジウム，29-32。
- 6) 蔡義民，大桃定洋，熊井清雄：飼料作物，牧草に付着する乳酸菌の分布とその乳酸菌発酵特性。日草誌，39，420-428。
- 7) 佐藤純一：飼料イネ，草地試験場資料平成9～10，33。
- 8) 箭原信夫，高井慎二，沼川武雄：水稻ホールクロップサイレージの調製に関する研究，日草誌，26(別号) 275-276。
- 9) 自給飼料品質評価研究会編：改訂粗飼料の品質評価ガイドブック
- 10) 高野信雄，菊池政則ら：サイレージバイブル，酪農学園出版部，4。