

早刈り高水分イネへの添加剤の利用がサイレージの発酵品質に及ぼす影響

斉藤健一・米本貞夫

Effects of Fermentation Quality of Rice Silages by Use of Additive in
High Moisture Rice Mown Early

Ken-ichi SAITOH and Sadao YONEMOTO

要 約

早刈り高水分時における飼料イネのサイレージ化を想定し、乳熟期のイネへの添加剤添加試験を行った。材料に用いたイネは地上10cm以上部分(水分含量67.3%)を長さ2.6cmに細断後、添加剤を散布して簡易サイロに詰込んだ。試験区は添加剤無添加区その他、0.05%畜草1号液、糖原料を変えて調製した3種類の付着乳酸菌事前培養液(FJLB)、および7%グルコース液をそれぞれ添加する計6区分を設定した。添加剤添加量は現物重量当り1%量とし、密閉後93日間室温下で貯蔵後、発酵品質について調査を行ない以下の結果を得た。

1. 0.05%畜草1号液及びFJLBを添加することで、無添加区に比べサイレージの発酵品質が改善された。
2. 7%グルコース液の添加では、発酵品質の改善効果は認められなかった。
3. FJLB調製には、飼料添加用グルコース以外に調理用上白糖および飼料添加用糖蜜のいずれの糖原料を用いても、良好な調製が行なえた。

諸 言

千葉県内の水田はその大部分が湿田であり^{1, 2)}、飼料イネ収穫については、トラクター等の大型機械によるいわゆる予乾体系での収穫体系が取りにくい地域である。この問題に対応するため、近年クローラタイプで、刈取りと梱包を同時に行える、専用収穫機が開発され³⁾、その導入が始まってきた。

一方県内の飼料イネ栽培面積は増加傾向を示し、本格的な収穫・調製作業請負集団(コントラクタ)が誕生してきた⁴⁾。その結果、これら大規模面積の収穫を行なうコントラクタ組織では、収穫作業の長期化が進んでいる。そのため生産現地ではこれら長期収穫体系に対応するため、苗の移植時期をずらすほか、早晚性の異なるイネの

栽培などにより対応を図っている。しかし天候の状況や作業日程上、未登熟で水分含量の高いイネを専用収穫機によりサイレージ調製せざるを得ない場面が見られ、この場合サイレージの発酵品質低下が問題となってきた。通常水分含量の高いイネをサイレージ化すると、発酵品質が低下し易い⁵⁾。これは、イネに含まれる糖含量が少なく⁶⁾、さらにイネに付着している乳酸菌数が少ないため⁷⁾、乳酸発酵が進みにくく、サイレージのpHが低下しにくいいため、酪酸発酵を招いてしまうことが原因と考えられる。

これらの状況に対応するため、近年飼料イネ専用の乳酸菌製剤が開発⁸⁾、販売⁹⁾されている。また、牧草用の添加剤として考案され、自家調製可能な付着乳酸菌事前培養液(以下FJLB)の飼料イネへの応用も試みられている¹⁰⁾。そこで今回、これら乳酸発酵促進剤の利用が、高水分イネをサイレージ化した場合の発酵品質改善に及ぼす影響について、簡易サイロを用いて検討をおこなったので報告する。

平成17年8月31日受付

材料および方法

1. 供試材料草

試験に用いたイネは、平成15年5月3日に千葉県長生村内の現地圃場において移植栽培を行った、ふさおとめ(県奨励食用品種：早生系)を用いた。移植密度

は21.5株/m²(30cm×15.5cm)とし、移植時にN-P-Kを4.5-4.5-4.5kg/10a側条施肥した。その他水管理等の一般管理は慣行栽培により実施した。

2. 試験区分および添加剤の調製

試験区分および試験に用いた添加剤の調製方法を表1に示した。

表1 試験区分および添加剤の調製方法

試験区分	調製方法			
無添加区	-			
7%グルコース液区	蒸留水に対して、7%量の飼料添加用グルコースを溶解させた液			
0.05%畜草1号液区	蒸留水に対し、0.05%量の畜草1号を溶解			
FJLB + グルコース区	蒸留水とイネを5:1の割合でミキサー摩砕	ろ液に対し2%量のグルコースを添加	30で3日間培養	培養液に対し5%量のグルコースを添加
FJLB + 砂糖区		ろ液に対し2%量の白糖を添加		培養液に対し5%量の白糖を添加
FJLB + 糖蜜区		ろ液に対し2%量の糖蜜を添加		培養液に対し5%量の糖蜜を添加

* FJLBの調製に用いたイネは、地上20cm以上部分を用いた。

添加剤無添加で調製を行なった区分を無添加区、蒸留水に対して7%相当のグルコースを溶解し添加した7%グルコース液区、飼料イネ専用の乳酸菌添加剤「畜草1号」を蒸留水に対して0.05%相当を溶解し添加した0.05%畜草1号液区、グルコースを原料に調製したFJLBを添加するFJLB+グルコース区、調理用白糖(以下砂糖)を原料に調製したFJLBを添加するFJLB+砂糖区、飼料添加用糖蜜(以下糖蜜)を原料に調製したFJLBを添加するFJLB+糖蜜区の合計6区分を設置した。

FJLBの調製方法は大島らの¹¹⁾の方法に準じて行った。すなわち平成15年8月1日採取のイネ(乳熟期:水分73.9%)の地上20cm以上部分を、蒸留水5に対して1の重量割合で混合してミキサー摩砕し、摩砕で得られた緑汁液を二重ガーゼでろ過後、そのろ液にグルコース、砂糖、糖蜜の3種類の糖を2%ずつ別々に添加して、糖原料が異なる3種類の混合液を作成した。その後これら混合液を30の恒温培養器内で3日間培養後、添加直前にさらにそれぞれの糖を5%ずつ添加して3種類のFJLBとした。

3. サイレージ調製

サイレージ調製には、FJLB調製用に採取したイネと同一圃場内のものを、平成15年8月4日(乳熟期:水分72.5%)に採取し用いた。

試験では、ダイレクトカット体系での収穫調製を想定し、実際の生産現場で指導している地上10cm以上の刈取り高さと同条件にするため、地際から刈取り採取したイネの株元10cm部分を切落とし、残りの地上10cm以上部位を使用した。イネは農用細断機(スター農機社製FC13B)により長さ2.6cm(理論値)に細断し、材料草とした。この地上10cm以上細断部の水分含量は67.3

%であった。

サイロには1L容量の簡易サイロを用い、材料草450gを詰め込んだ。

添加剤の添加量は、詰込み材料草の原物重量当り1%量とし、ハンドスプレーにより添加した。各区分とも3反復ずつ作成し、室温下で93日間貯蔵した。

4. 調査項目と分析方法

サイレージの発酵品質は、品質評価ガイドブック¹²⁾に基づき、新鮮物抽出液を用いて、pH値はガラス電極pHメータ(東亜電波工業社製1F-20E)により測定した。乳酸および揮発性脂肪酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸)については渡辺ら¹³⁾の方法に準じて、高速液体クロマトグラフ(カラム:島津SCR102-H 7mm×25mm)による、揮発性脂肪酸(以下VFA)と乳酸の同時定量法で行った。揮発性塩基態窒素(VBN)は水蒸気蒸留法、全窒素量(TN)はケルダール法でそれぞれ分析した。発酵品質については、VBN/TN比とVFA含有量から求めるVスコアにより評価した。

試験に用いたイネ材料草とサイレージ中の水分含量は、70設定の通風乾燥機で72時間の加熱乾燥により測定を行なった。

統計処理は一元配置の分散分析により、各区間の有意性を検討した。

結 果

糖原料を変えて調製した3種類のFJLBのpHと有機酸組成を表2に示した。3種類のFJLBともpHが3.0以下まで低下し、特にグルコースと砂糖で調製したFJLBは2.8以下まで大きく低下した。FJLB中の乳酸含量は糖蜜により調製を行ったFJLBが5.59mg/mlと最も

表2 糖原料を変えて調製した付着乳酸事前培養液のpHおよび有機酸組成

区 分	pH	総 酸		乳 酸		酢 酸		プロピオン酸		酪 酸	
		(mg/ml)									
FJLB + グルコース区	2.75	4.29	4.18	(97.3)	0.11	(2.6)	0.00	(0.0)	0.01	(0.1)	
FJLB + 上白糖区	2.73	4.50	4.38	(97.3)	0.12	(2.6)	0.00	(0.0)	0.01	(0.1)	
FJLB + 糖蜜区	3.02	5.81	5.59	(96.1)	0.22	(3.8)	0.01	(0.1)	0.00	(0.0)	

* () 内は、総酸に対する各酸の割合をしめす。

多くなり、その他の2種類の乳酸含量も4.1mg/ml以上生成されており、3種類のFJLBとも総酸含量中に対する乳酸の割合は96%以上で、総酸中の大部分を乳酸が占めていた。酢酸含量は0.11~0.22mg/ml生成されており、総酸中に対する割合は2.6%~3.8%と少なく、酪酸およびプロピオン酸の生成量については極わずかか、ほとんど検出されなかった。

サイレージの発酵品質を表3に示した。pHおよびV

BN/TN比は無添加区に対して、各添加剤を添加することで低下傾向を示し、3種類のFJLB添加区と0.05%畜草1号液区で有意(p<0.05)に低下した。しかし、7%グルコース液区のpHおよびVBN/TN比は低下傾向を示したものの、無添加区との間に有意差は認められなかった。

有機酸含量では、各添加剤を添加することで無添加区に対して乳酸含量が高くなる傾向を示し、3種類のFJ

表3 サイレージの発酵品質

試験区分	水分 (%)	pH	VBN/T-N (%)	有機酸含量 (新鮮物中%)				Vスコア (点)
				乳 酸	酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	
無 添 加 区	71.2 a	4.62 a	14.5 a	0.44 b	0.42	0.03 a	0.52 a	32 b
7%グルコース液区	71.1 a	4.34 a	11.2 a	0.75 b	0.40	0.02 a	0.33 a	55 b
0.05%畜草1号液区	69.8 b	3.85 b	6.9 b	1.36 a	0.33	0.01 b	0.08 b	89 a
FJLB + グルコース区	69.3 b	3.70 b	5.0 b	1.60 a	0.33	0.01 b	0.01 b	98 a
FJLB + 砂糖区	69.5 b	3.71 b	5.1 b	1.60 a	0.26	0.01 b	0.02 b	98 a
FJLB + 糖蜜区	69.2 b	3.70 b	6.3 b	1.81 a	0.26	0.01 b	0.01 b	96 a

* 縦列異符号間に5%水準で有意差あり

L B添加区及び0.05%畜草1号液区が有意(p<0.05)に高くなった。それに対してプロピオン酸及び酪酸含量は、添加剤を添加することで逆に低下傾向を示し、無添加区に対して3種類のFJLB添加区および0.05%畜草1号液区が有意(p<0.05)に低くなった。なお、7%グルコース液区の乳酸含量は無添加区と比べ増加傾向を示していたが、有意差は認められず、またプロピオン酸および酪酸含量も無添加区との間に差は認められなかった

Vスコアは、無添加区が32点と発酵品質が劣っていた。それに対してVBN/TN比および酪酸含量が、無添加区と比べ低下していた3種類のFJLB添加区および0.05%畜草1号液区で概ね90点を超え、無添加区に比べ有意(p<0.05)に発酵品質が改善されていた。7%グルコース液区のVスコアは、無添加区に比べ改善される傾向を示していたが55点と低く、有意差は認められなかった。

考 察

早刈高水分時を想定した水分含量72.5%の乳熟期のイネであっても、地上10cm以上の高刈りを行い、畜草1号もしくはFJLBの添加剤を用いることで、無添加の場合と比べて、発酵品質が改善された。これは、地上10cm以上の高刈を実施したことで、イネの水分含量が72.5%か

ら67.3%まで約5%低下したこと。さらにイネの株元部分には泥等の土壌が付着している場合が多く、その土壌中には酪酸菌が多く存在していることから¹⁴⁾、地上10cmでの高刈りにより、酪酸菌の混入が軽減されたものと考えられた。またそれらに加え添加剤の使用により乳酸が効率良く生成され、pHが4.2以下まで低下し、酪酸菌の活動が抑えられ発酵品質が改善できたものと考えられた。

これに対しグルコースのみの添加を行った7%グルコース液区の発酵品質は、無添加区との間に差は認められなかった。これは、畜草1号およびFJLBの両添加剤が、イネに不足している乳酸菌数を補い、イネ材料草中の可溶性炭水化物を効率良く乳酸に生成させたためと考えられた。しかしグルコースのみの添加では、乳酸菌数の不足により、可溶性炭水化物から乳酸への生成量が不足し、その結果pHの低下が低く酪酸菌の活動が旺盛になり、酪酸の生成量が増加したことにより発酵品質が低下したと考えられた。このことからイネの場合、糖のみの添加による発酵品質改善効果は低いと考えられた。

一方、FJLBの調製には、3種類の異なる糖原料を用いて調製を行なったが、pHは全て3.0以下まで低下し、酪酸の生成量も極わずかで、平岡ら¹⁰⁾の報告しているFJLB同様に不良発酵は見られず、良好に調製が進んでいた。これは今回のFJLB調製に用いたイネ材料

草を、酪酸菌の混入を抑えるため、土壌付着の少ない地上20cm以上部分を用いたことや、さらに蔡ら¹⁵⁾によれば植物に付着する乳酸菌数は、莖葉部よりも穂部に多く付着していることから、地上20cm以上部の利用で穂部分の割合が高まり乳酸菌数が相対的に高くなったこと等により、F J L Bの調製が順調に進んだものと考えられた。これらのことから実際の生産現場でも、地上20cm以上部のイネを用いて調製を行うことで、良質なF J L Bに調製可能と考えられた。また糖原料についても、グルコース、砂糖および糖蜜の3種類の中で入手しやすいものを利用して作製することで、容易に調製ができると考えられる。ただし、F J L Bの調製には3日間程度の培養時間がかかり、かつその効果は経時的に低下するとされている¹⁰⁾。従って、F J L Bを急遽使用したい場合等にも対応できる短期培養法、もしくは長期間にわたり効果が持続するようなF J L B貯蔵技術を確立することで、さらに普及性が高まるものと考えられ、これらの点についてさらに検討を行う必要がある。

謝 辞

本試験の実施にあたり、サイレージ調製用イネの提供を賜りました生産農家の皆様、ならびに農家との調整に協力をいただきました長生農業改良普及センター農畜産科の皆様にご心よりお礼申し上げます。また、F J L Bの調製方法について有益なご助言を頂きました、三重県科学技術振興センター畜産研究部の平岡啓司氏に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 地力保全基本調査総合成績書(1978):千葉県農業試験場:208-219
- 2) 八槇敦・岡本勝男・川島博之・安西徹郎(2000)土肥誌71:27-34
- 3) 浦川修司・吉村雄志(2003)日草誌49(1):43-48
- 4) 千田雅之・鈴木一好(2005):中央農業総合研究センター経営研究56:11-34
- 5) 日本草地畜産種子協会編(2001)平成13年度稲発酵粗飼料生産・給与技術研修会資料:41-48
- 6) Grass Vol16(2003)全国農業共同組合連合会:40-42
- 7) 蔡義民・大桃定洋・熊井清雄(1994)日草誌39(4):420-428
- 8) 蔡義民・藤田泰仁・徐春城・吉田宣夫・小川増弘(2002)日本草地学会誌48(別号):190-191
- 9) 北村 亨(2003)牧草と園芸51(4):9-12
- 10) 平岡啓司・山本泰也・浦川修司・水谷将也・山田陽稔・乾清人・苅田修一・後藤正和(2003)日草誌49(5):460-464
- 11) Ohshima, M., L. M. Cao, E. Kimura, Y. Ohshima and H. Yokot(1997)Grassland Science 43:56-58
- 12) 自給飼料品質評価研究会編(2001)改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック、日本草地畜産種子協会、東京
- 13) 渡辺晴生・堀田正樹・高梨 勝・佐藤公明(1998)千葉畜産研報22:49-57
- 14) McDONALD, P., A. R. HENDERSON and S. J. E. HERON(1995)(内田仙二・大島光昭監修)サイレージの生化学、デイリージャパン社、東京:P29-34
- 15) 蔡義民・大桃定洋・福見良平(1994)日草誌39(4):420-428