

乳牛用 TMR への酵素剤添加がスーダングラス乾草の *in situ* 消失率に及ぼす影響 (短報)

横山 学*・浅岡壮平・梅田剛利・古賀康弘・大西遊喜¹⁾

[キーワード: 酵素剤, TMR, *in situ* 消失率, スーダングラス乾草]

Effects of Enzyme Supplementation of Total Mixed Ration on *In Situ* Disappearance of Sudan Grass Hay. YOKOYAMA Manabu, Souhei ASAOA, Taketoshi UMEDA, Yasuhiro KOGA and Yuuki OHNISHI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 28:8-10 (2009)

緒 言

近年、乳牛の泌乳能力は大幅に向上し(横山ら 2005)、産乳に必要な養分量も増加している(横山 2007)。このため、一般に泌乳牛には粗濃比を下げ(新出ら 2003)、穀類混合割合を高めた(石崎 1998)高エネルギーの TMR (混合飼料)が給与されている。

その一方で、以前から濃厚飼料割合の増加に伴う第一胃内の繊維消化率の低下が問題視されており(Hoover 1986)、それに対する改善策が求められてきた。

サイレージに酵素剤を添加して調製すると、貯蔵中に繊維成分が分解されることが報告されている(Kawamuraら 2001)。このことから、泌乳牛用 TMR に繊維分解酵素を添加して給与すれば、繊維の消化性が向上し、乳生産性の向上につながるものと考えられるが、現状ではそれらに対する知見は少ない。

そこで、本研究において、*in situ* 消失率を測定し、泌乳牛用 TMR への酵素剤添加がスーダングラス乾草の消化性に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

試験には、ルーメンフィステル装着のホルスタイン乾乳牛 1 頭(体重 749 kg)を供試した。試験区として、対照区および酵素区の 2 試験区を設定し、対照区では供試牛に TMR のみを給与し、酵素区では TMR に酵素剤を TMR 乾物当たり 2.0% 添加して給与した。供試した酵素剤は、*Aspergillus usami* mut. *shiro-usami* 起源、ベクチナーゼ・キシラナーゼ複合酵素剤であり、含まれる酵素の最大活性 pH は、キシラナーゼ: 4.5、ベクチナーゼ: 4.0 である。試験期は 1 期 2 週間とする計 4 期(1 期: 対照区, 2 期: 酵素区, 3 期: 対照区, 4 期: 酵素区)とし、各期の最終 3 日間に石田(2001)の方法により *in situ* 消失率を測定した。

in situ 消失率について、供試したスーダングラス乾草の化学組成は第 1 表のとおりである。スーダングラス乾草をウィレー式粉碎器により 1 mm 篩を通るよう

に粉碎し、ナイロンバック(穴径 48 μ m, 寸法 10 $\times$ 4 cm のポリエステル袋)に 5 g 詰め込んだ。第一胃内培養を各期の最終 3 日間に行い、培養時間は、0, 3, 6, 12, 24 および 48 時間とした。1 日目の 18:00 にルーメンフィステルを介しナイロンバックを第一胃内に 3 袋投入した。以後、同様に 2 日目の 18:00, 3 日目の 6:00, 12:00, 15:00 にそれぞれ 3 袋ずつ投入し、18:00 にそれまでに投入したナイロンバックを全て取り出した後、培養 0 時間のナイロンバック 3 袋と一緒に流水で洗浄処理した(石田 2001)。その後、乾物および NDF (中性デタージェント繊維)消失率を求めた。乾物消失率は、試料の乾物重から、培養後の残渣の乾物重を 110°C で 2 時間乾燥して求め、それを差し引いて求めた。NDF 消失率については、試料および残渣の NDF 含量(%)を Van Soest・Wine(1967)の方法で分析し算出した。

本研究では、乾乳牛の第一胃内環境を泌乳牛のそれと近似させるために、乾乳牛に泌乳牛用の TMR を給与した。給与した TMR は、TDN 74.2%, CP 16.1% であり、その混合割合は、スーダングラス乾草 29.0%, ビートパルプ 8.0%, ルーサンペレット 8.0%, 圧ベン大麦 13.0%, 圧ペントウモロコシ 19.6%, 一般フスマ 6.0%, 加熱大豆 4.0%, 大豆粕 7.0%, 綿実 4.0%, ミネラル調整剤 1.4% である。なお、試験開始 2 週間前より TMR のみを給与する馴致期間を設けた。TMR 給与量は、両区とも TDN 充足率が 110% となる量(農林水産技術会議事務局 1999)とし、1 日 2 回(9:00, 17:00)給与した。ビタミン添加剤は 50 g ずつ TMR にトップドレス給与し、飲水および舐塩は自由とした。

得られた測定値については分散分析・t-test により有意差検定を行い、危険率 5% 以下の場合には有意差があるものとして本文中に記述した。

* 連絡責任者

(企画情報部: yokoyama@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 前 福岡県農業大学校

Table 1. Chemical composition of Sudan grass hay used in experiment.

	Chemical composition(DM%)
Dry matter	88.6
Crude protein	8.3
Ether extract	1.7
Crude fiber	35.8
Crude Ash	6.6
Neutral detergent fiber	67.9
Acid detergent fiber	44.7

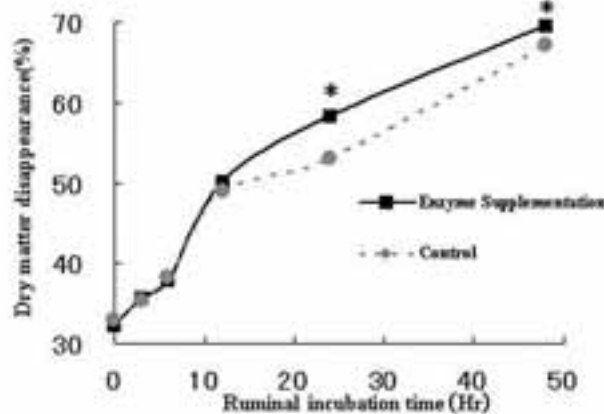
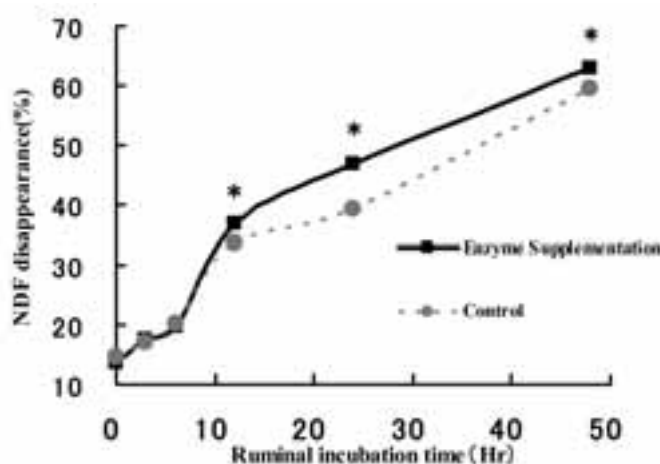
Fig 1. Effect of enzyme supplementation of TMR on *in situ* dry matter disappearance of Sudan grass hay.

Fig 2. Effect of enzyme supplementation of TMR on *in situ* NDF disappearance of Sudan grass hay. Values are mean. Measured over the final 3 days of each period. NDF=Neutral detergent fiber. Cow was fed Total mixed ration (TMR) at 9:00 and 17:00 (Control=no additives, Enzyme Supplementation=mixture of pectinase and xylanase from *Aspergillus usami* mut.*shiro-usami* added to the TMR at 2% on the dry matter basis). *=significantly different ($P < 0.05$).

結果および考察

第1図に TMR への酵素剤添加がスーダングラス乾草の *in situ* 乾物消失率に及ぼす影響について示した。経時的变化を見ると、酵素区においては、培養12時間までは対照区と差は見られないものの、培養12時間から24時間にかけて、急速に消失率が向上し、その後も対照区より高く推移した。培養時間毎では、24時間において酵素区：58.3%と対照区：53.0%の間に有意差が認められ、48時間においても、酵素区：69.6%と対照区：67.1%の間に有意差が認められた ($P < 0.05$)。

第2図に TMR への酵素剤添加がスーダングラス乾草の *in situ* NDF 消失率に及ぼす影響について示した。酵素区における経時的变化について、培養6時間までは対照区と差は見られないものの、培養6時間から12時間にかけて消失率が上昇し始め、その後24時間まで消失速度が加速し、48時間まで対照区より高く推移した。培養時間毎に見ると、12時間では、対照区の33.7%に対し、酵素区が36.9%と高い値を示し ($P < 0.05$)、24時間も酵素区が46.9%と対照区の39.4%より有意に高かった ($P < 0.05$)。さらに、48時間においても、酵素区が63.0%と対照区の59.6%よりも有意に ($P < 0.05$) 高い値を示した。

飼料中の植物細胞は、細胞壁と細胞質に大別される。NDF には、セルロース、ヘミセルロース、リグニン等の細胞壁を構成する繊維物質の大部分が含まれ、乾物中には NDF のほかに細胞内容物である成分が多く含まれる (奥村 1996)。また、イネ科植物中のヘミセルロースのうち、最も多く含まれるものはグルクロノアラビノキシランであること (保尊 2002)、さらに、ペクチンは植物細胞壁中に広く存在し、植物組織中では不溶化しプロトペクチンを形成してセルロース繊維と結合していることが報告されている (阪本 1999)。本研究の結果、培養24時間以降の *in situ* 乾物消失率および培養12時間以降の *in situ* NDF 消失率において、酵素区が対照区よりも高い値を示したことは、供試酵素剤に含まれるキシラナーゼおよびペクチナーゼの効果を裏付ける。また、キシラナーゼおよびペクチナーゼは、培養12時間以前にはスーダングラス乾草の繊維構造に作用し始めていることが示唆される。

以上のことから、TMR への酵素剤の添加は、*in situ* 乾物消失率および *in situ* NDF 消失率を向上させることが明らかとなった。今後、TMR への酵素剤の添加が泌乳初期牛の乳生産性に及ぼす影響について検討する必要がある。

謝 辞

本研究に御助言頂いた、畜産草地研究所 畜産研究支援センター長 寺田文典氏に深謝します。

引用文献

- Hoover W.H. (1986) Chemical factors involved in fiber digestion. *Journal of Dairy Science* 69:2755-2766
- 保尊隆享 (2002) 細胞の構築. 植物細胞 (西村幹夫編), 朝倉書店, 東京, p16-29
- 石田元彦 (2001) 2.2.2 *in situ* 法. 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック (自給飼料品質評価研究会編), 日本草地畜産種子協会, 東京, p45-47
- 石崎重信 (1998) 泌乳前期用混合飼料への全粒綿実の添加とデンプン水準の違いが乳生産に及ぼす影響. 千葉県畜産センター特別研究報告 3: 65-87
- Kawamura O, Fukuyama k, Niimi M. (2001) Effect of enzyme additive on ensilage losses of plant cell wall in Italian ryegrass. *Animal Science Journal* 72 (2):134-138
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (編) (1999) 日本飼養標準. 乳牛 (1999年版). 中央畜産会, 東京, p105-114

- 奥村純市 (1996) 1. 栄養と栄養素. 新編 畜産大事典 (田先威和夫監修), 養賢堂, 東京, p156-162
- 阪本龍司 (1999) バイオテクノロジーを利用した繊維加工ープロトベクチン可溶化酵素による繊維精練を中心にー. 繊維学会誌 55: 127-131
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり (2003) 稲発酵粗飼料を用いた TMR における粗濃比の違いが乳生産に及ぼす影響. 広島県畜産技術センター研究報告 13: 1-11
- Van Soest P. J, Wine, R. H. (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 50: 50-55
- 横山 学・扇 順二・志岐秀雄・浅岡壮平・梅田剛利・古賀康弘 (2005) 福岡県のホルスタイン雌牛集団における泌乳能力の改良方向. 西日本畜産学会報 48: 69-74
- 横山 学 (2007) 福岡県における乳牛の繁殖成績と泌乳成績および栄養要求量・充足率との関連ー牛群検定データからの検討ー. 西日本畜産学会報 50: 91-97