

夏の期間にイーストカルチャーを与えた泌乳後期の乳牛の飼料効率について

D. J. Schingoethe,¹ K. N. Linke,¹ K. F. Kalscheur,¹ A. R. Hippen,¹
D. R. Rennich,¹ and I. Yoon²

1. サウスダコタ州立大学 酪農科学研究室

2. ダイヤモンドVMिल्ズ社

研究概要

夏の暑い気候の時期、イーストカルチャーの給与(XPを60g/頭/日)した場合の生産効率について評価するため、実験開始時に平均して分娩後105日の38頭のホルスタイン牛(経産牛26頭、初産牛12頭)が使用された。6月初旬から9月初旬までと、2週間の共変量期間の後、牛に12週間、対照区の飼料のみ、もしくは、60g/頭/日のイーストカルチャーを対照区の飼料に加え与えた。フリーストール牛舎の週の日中の最高気温は、12週間の間、平均して33°C(28-39°C)だった。TMRの乾物のベースは、コーンサイレーズ(28%)、アルファルファ乾草(21%)、濃厚飼料(51%)から成り、給餌時に、TMRのみ、もしくはTMRにイーストカルチャーを加え給与した。産乳量(対照区、イーストカルチャー添加時; 34.9、35.4kg/日)と、4%脂肪補正乳量(31.2、32.0kg/日)、エネルギー補正乳量(ECM; 33.4、34.2 kg/日)、乾物摂取量(23.1、22.1 kg/日)は、対照区の飼料を与えた牛と、イーストカルチャーを給与した牛で同等だった。

乳脂肪の割合(3.34、3.41)と、純タンパク質(2.85、2.87)は、両方の飼料とも同等だった。ECM(kg)/乾物摂取量(kg)で定義される飼料効率は、イーストカルチャーを与えた牛は、7%まで改善した。体重とボディコンディションスコアは、両グループとも同等だった。

この結果はイーストカルチャーが泌乳後期のヒートストレス下の乳牛の飼料効率を改善することを示唆している。

ECM=エネルギー補正乳

序論

イーストとイーストカルチャーは60年以上にわたり、乳牛に与えられ、様々な反響があった。

ある研究ではイーストカルチャーは乾物摂取量(Williams 他.,1991; Wohlt 他., 1991; Dann 他., 2000)と産乳量(Williams 他., 1991; Wohlt 他., 1991; Piva 他.,1993; Wang 他., 2001),を改善したが、一方で他の研究(Erdman and Sharma, 1989; Arambel and Kent,1990; Soder and Holden, 1999)ではイーストカルチャーに対して何の効果も見られなかったとしている。Wohlt他(1991)はイーストカルチャーを出産前と泌乳ピーク時まで延長して給与することは、泌乳牛への効果を評価するのに必要であることを示した。いくつかの実地試験報告はヒートストレスの時期、イーストカルチャーを与えた時の増加した乾物摂取量と産乳量は、ヒートストレスの間、牛の食欲を助ける役割を示唆する可能性があるとした。(Huber,1998)しかしながら、そのような主張を立証するための、管理された科学的な研究が足りていない。アスペルギルスオリザの培養物を乳牛の飼料に加えると乳量、飼料効率、ヒートストレスに対する耐性が増加するという調査報告が、全てではないが(Higginbotham 他., 1993; Yu 他., 1997)、いくつかある(Gomez-Alarcon 他., 1990)。そのような製品は、ルーメン発酵と消化率の点において、イーストカルチャーでも発現することが予想される、似たような効果を持っているかもしれない。

飼料効率の改善は、乳量か飼料摂取量もしくはその両方の変化が非常に僅かであっても、牛群の収益性に良い影響を与えることができる(Britt 他., 2003; Casper 他., 2003)。もし、イーストカルチャーを給与して、ルーメン発酵や消化率、ヒートストレスの最小化など少しでも改善できたとしたら、飼料効率の改善は起きるかもしれない。この研究の目的は、特にヒートストレス時に、イーストカルチャーを乳牛に使用することの評価をするためである。

使用機器と実験方法

この研究の全ての実験手順はサウスダコタ州立大学動物ケア、使用委員の認可の下、行われた。平均して泌乳105日目(SD=28日)の38頭のホルスタイン牛(経産牛26頭、初産牛12頭)が、飼料に加えられたイーストカルチャーを評価するため使用された。牛たちは泌乳期間(DIM)、経産回数、乳生産の前処理に基づいて、ペアにされた。それぞれのペアから1頭の牛が、無作為に、対照区か、イーストカルチャー入り飼料(XPを給餌時

Received July 14, 2004.

Accepted September 17, 2004.

Corresponding author: D. J. Schingoethe; e-mail: david.schingoethe@sdstate.edu.

*Published with the approval of director of the South Dakota Agricultural Experiment Station as Publication Number 3403 of the Journal Series.

表1. 飼料の原料組成¹

原料	% of DM
アルファルファ乾草	21.0
コーンサイレージ	28.0
殻剥き挽きコーン	19.3
全粒綿実	8.0
大豆飼料 44%CP	8.8
水溶性乾燥蒸留穀物	7.7
豚肉骨粉	1.3
魚粉(メンハーデン)	0.3
エナジヤイザー 4-19 W ²	2.5
メガラック ³	0.9
炭酸カルシウム	0.7
重曹	0.5
塩	0.5
酸化マグネシウム	0.15
微量元素/ビタミンミックス	0.25
ジンプロ 4-plex ⁵	0.05
ビタミン E ⁶	0.05

¹ イーストカルチャー飼料は 60g/頭/日のダイヤモンドV XPイーストカルチャーを含有し、給餌時に添加。

² クオリティキッドフィード社 ; 4%CPと19%脂肪

³ チャーチ&ドウワイト社

⁴ Mg, 10.0%; Zn, 2.6%; Mn, 1.7%; Fe, 4640 ppm; Cu, 4712 ppm; I, 398

ppm; Co, 119 ppm; Se, 140 ppm; ビタミンA, 544,000 IU/kg; ビタミンD,

109,000 IU/kg; ビタミンE, 2177 IU/kg.

⁵ ジンプロ社

⁶ 44,000 IU/kg含有

に60g/頭/日、TMRに添加)に割り当てられた。混合飼料(表1)の乾物組成は、コーンサイレージ(28%)、アルファルファ乾草(21%)、濃厚飼料(51%)、そしてそれにイーストカルチャーを添加したもの、もしくは添加していないものであった。飼料はNRC必要条件を満たすか、それ以上で設計した。

牛は4つの囲いつきの160頭フリーストール牛舎の北西の囲いに収容された。牛舎には、飼料置き場の上に15m毎に取り付けられた91cm径のファンと、暑い気候の間、熱を冷ますための温度制御された噴霧器が、給餌場の上に設置された。牛は個々にカラン社製ブロードベントフィーダードアを使って給餌された。牛はフリーストールに収容され、12週間の実験の開始の2週間前にそれぞれカランフィーディングドアに割り当てた。12週間の実験の期間は2002年の6月12日から9月3日までだった。

2週間の前処理期間の乳量、乳成分、飼料摂取データは、共変量調整のデータとして使用された。牛は搾乳時以外、自由裁量でいつでも飼料を摂取でき、個々に1日1回朝10時にそれぞれのTMRを給与された。給与した量と、牛が残した量は毎日記録された。

搾乳は毎日6時、14時、21時に行った。乳は各週に1日、3回の搾乳ともすべてサンプリングした。そして毎日の脂肪、たんぱく質、ラクトース、全固形物の組成を、フォソマティック90を使用して分光測光法により分析した。

アルファルファ乾草、コーンサイレージ、綿実、濃厚飼料のサンプルは毎週採取し、分析するまで-20°Cで保存した。マイクロウェーブオープンにより測定されるコーンサイレージの乾物量の変化を調整するため、もし必要な場合は、給餌しながらTMRの設計を毎週調整した。週のサンプルは高速オープンで55°C、48時間で乾燥し、その後、2mmメッシュのスタンダードウィーリーミルで挽き、4週間分おきにまとめた。その混合物をAOAC技術によって、CPまたは抽出物、灰分、Ca、P、Mg、Kについて分析した。中性ディタージェント繊維とADFは繊維バッグ技術によるANKOM繊維分析器により測定した。体重は共変量期間と試験中毎週の、2回記録した。ボディコンディションスコアは3人の独立した観察者により、共変量期間の終わりを実験の28、56、84日目に測定した。

温度は毎日6:00と14:00に、牛が搾乳のために囲いに移動しているときに、カーテンのかかったフリーストール牛舎の中央で記録された。牛舎から3.3kmに位置するサウスダコタ州立大学気象局のデータは環境の温度状況を評価するのに使用した。

データはSAS(SAS Institute, 1996年)の組み合わせた手順を使用して分析した。固定効果は処置、ペア、経産回数、週、それと処置x週だった。変量効果はペアの牛だった。牛の反復測定は一次自動回帰構造により分析した。一般に、モデルに共変量期間を含めることは、処置に平均もしくは標準偏差の相違を生じなかったもので、それはモデルから消えた。モデルの効果は、確率値P<0.20でその傾向に注目し、P<0.05の場合、重要とみなした。

結果と考察

飼料の栄養素の組成(表2)は、想定より僅かに高かったCa、P、Mgを除けば、予想通りだった。これらの差は推定より高いアルファルファ乾草の濃度によるものだった。乾物摂取量、乳量、乳成分(表3)は、飼料中にイーストカルチャーを添加する場合もしない場合も、ほぼ同じだった。

表2. 飼料とTMRの栄養組成

栄養素	コーンサイレージ	アルファルファ乾草	TMR
	% of DM		
乾物量 %	30.4	82.6	56.8
CP	7.9	20.5	17.5
NE _L ¹ Mcal/kg	1.52	1.47	1.78
脂肪	2.9	1.4	5.3
NDF	49.7	36.6	30.8
ADF	29.7	31.0	20.2
Ca	0.26	1.49	1.15
P	0.24	0.28	0.50
Mg	0.24	0.43	0.39
K	0.94	1.61	1.12

¹ NRC(2001)から推定

体重とボディコンディションスコアはSCC(P=0.62)を除いて週によって差があった(P<0.01)。予想通り、いくつかのパラメーターは経産回数によって差が出たが、処置x経産回数の相互関係からは有意な結果は得られなかった。処置x週の相互関係に差は見られなかった(P>0.15)。

この実験の目的はヒートストレス時の牛にイーストカルチャーを給与することの効果の評価することである。温度(毎日の最高と最低の平均)は平均して22°C、72年間の平均に対して、実験中の期間は2°C高かった。フリーストール牛舎と気象局の気温平均は同じだったが、日中の最高気温は牛舎の方が高かった(平均=32.7°Cに対して、気象局28.3°C)

牛舎の32°Cを超えた日が51日間であったのに対して、気象局は32°Cを超えた日が21日間だった(実験の2-8週目の間、全ての日で越えた)と報告した。

表3. 乳量と組成、DMI、BW、BCS

項目	飼料		SE	P
	対照区	イースト		
乳量 kg/日	34.9	35.4	1.13	0.75
4% FCM kg/日	31.2	32.0	1.23	0.64
ECM ¹ kg/日	33.4	34.2	1.24	0.62
乳組成				
脂肪				
%	3.34	3.41	0.09	0.57
Kg/日	1.16	1.21	0.05	0.49
たんぱく質				
%	2.85	2.87	0.04	0.57
Kg/日	0.98	1.01	0.04	0.72
ラクトース				
%	4.83	4.80	0.03	0.36
Kg/日	1.66	1.69	0.06	0.76
SCC x 10 ³ /mL	166	492	218	0.27
DMI, kg/日	23.1	22.1	0.82	0.38
FCM/DMI	1.39	1.49	0.03	0.04
ECM/DMI	1.49	1.59	0.03	0.04
BW, kg	629	616	9.9	0.34
BCS	3.00	3.04	0.10	0.77

¹ECM = エネルギー補正乳量

気象局と牛舎の大きな温度差は、牛舎がより開けた土地にあるのに対し、一方気象局は大学のキャンパスの端にあるため、発生したと考えられる。

15mおきに設置した91cmファンや給餌場の上に設置した噴霧器などの冷却能力の向上があっても、牛には飼料摂取の減少や、動作の鈍化といったヒートストレスの兆候を見せる日があった。気温が最も高かった週(2-8週目)は全ての牛の乳量(34.6、35.1kg/日)と、DMI(22.5、21.2kg/日)は、表3に示した、全面実験処置の手順に関連して、減少した。しかしながら飼料摂取と産乳量のデータの変化に関する分析は飼料中のイーストカルチャーの有無に関わらず、統計的に検出可能な差は見られなかった。

FCMの生産量とエネルギー補正乳量(ECM)/乾物消費量(kg)によって表される飼料効率は、イーストカルチャーを与えた場合、より高くなります。この飼料効率の改善はイーストカルチャーを添加したとき、より低い乾物摂取量、かつ、より高い産乳量という僅かな傾向を示した。しかしながら、2つの飼料効率の計算の処置x週の相関関係は重要ではなく(P>0.92)、最も暑い気候の数週間、処置の違いによる大きな差の兆候は見られなかった。認めざるを得ないことだが、実験中の気温は、特に日中の気温は、乳牛の温熱中間帯以上だった。したがって、暑い気候と涼しい気候に対する牛の反応を分けることは、この実験では不可能であった。これらの結果は、実地試験報告と、イーストカルチャーを乳牛に与えたとき良い反応がある傾向を示す結果(Huber,1998年; Yoon 他,2003年)を裏付ける傾向があった。

イーストカルチャー給与の作用機序が、ヒートストレス下の乳牛の飼料効率を改善することは、よく知られていない。ヒートストレス時の食欲の改善は提案されているが(Huber,1998年)、我々のデータからは立証されていない。飼料の消化率の改善(Gomez-Alarcon 他, 1990年)は、そのことを説明するもう一つの有力な候補だが、資料の消化率は我々の研究では評価されていない。

結論

イーストカルチャーをヒートストレス時の乳牛に給与することにより、飼料効率を改善することができる。ヒートストレス時の産乳量とDMIの変化はごく僅かで、統計的に重要ではない。

謝辭

We thank the employees of the South Dakota State University Dairy Research Facility for care of the cows and Valley Queen Cheese Factory, Milbank, SD, for milk analysis. This research was partially supported by funding from Diamond V Mills, Inc., Cedar Rapids, IA.

参考文献

- Arambel, M. J., and B. A. Kent. 1990. Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:1560–1563.
- Association of Official Analytical Chemists. 1997. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. AOAC Intl., Gaithersburg, MD.
- Britt, J. S., R. C. Thomas, N. C. Spear, and M. B. Hall. 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 86:3796–3801.
- Casper, D. P., L. A. Whitlock, D. Schauff, and D. Jones. 2003. Consider the intake/efficiency trade-off. *Hoard's Dairyman* 148:604.
- Dann, H. M., J. K. Drackley, G. M. McCoy, M. F. Hutjens, and J. E. Garrett. 2000. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 83:123–127.
- Erdman, R. A., and B. K. Sharma. 1989. Effect of yeast culture and sodium bicarbonate on milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:1929–1932.
- Gomez-Alarcon, R. A., C. Dudas, and J. T. Huber. 1990. Influence of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestion of dietary components. *J. Dairy Sci.* 73:703–710.
- Higginbotham, G. E., D. L. Bath, and L. J. Butler. 1993. Effect of feeding *Aspergillus oryzae* extract on milk production and related responses in a commercial dairy herd. *J. Dairy Sci.* 76:1484–1489.
- Huber, J. T. 1998. Yeast products help cattle handle heat. *Hoard's Dairyman* 143:367.
- McDowell, R. 1981. Page 79 in *Effect of Environment on the Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Natl. Res. Council, Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Piva, G., S. Belladonna, G. Fusconi, and F. Sighaldi. 1993. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *J. Dairy Sci.* 76:2717–2722.
- Robertson, J. B., and P. J. VanSoest. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. Pages 123–129 in *The Analysis of Dietary Fiber*. W. P. T. James and O. Theander, ed. Marcel Dekker, New York, NY.
- SAS Institute. 1996. *SAS/STAT Software*. Changes and enhancements through release 6.12. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Soder, K. J., and L. A. Holden. 1999. Dry matter intake and milk yield and composition of cows fed yeast prepartum and postpartum. *J. Dairy Sci.* 82:605–610.
- South Dakota Climate and Weather. 2003. South Dakota State University, Brookings. Online. Available: http://climate.sdstate.edu/climate_site/climate.htm. Accessed Oct. 5, 2004.
- VanSoest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Wang, Z., M. L. Eastridge, and X. Qiu. 2001. Effects of forage neutral detergent fiber and yeast culture on performance of cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 84:204–212.
- Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Bowman, H. F. Trout, and T. N. Lesch. 1982. Dairy cows body condition score and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495–501.
- Williams, P. E. V., C. A. G. Tait, G. M. Innes, and C. J. Newbold. 1991. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016–3026.
- Wohlt, J. E., A. D. Finkelstein, and C. H. Chung. 1991. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74:1395–1400.
- Yoon, I., G. M. Kamande, C. R. Belknap, M. A. Engstrom, and M. A. Kujaiva. 2003. The role of yeast culture in transition cow nutrition. *J. Dairy Sci.* 86:3803.
- Yu, P., J. T. Huber, C. B. Theurer, K. H. Chen, L. G. Nussio, and Z. Wu. 1997. Effect of steam-flaked or steam-rolled corn with or without *Aspergillus oryzae* in the diet on performance of dairy cows fed during hot weather. *J. Dairy Sci.* 80:3293–3297.